



XZ
E43

XZ
E43



LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN

Purchased
1914

September 1899

R. W. Gibson, Inc.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST .: FRIEDRICH OLTMANNNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG

MIT 5 TAFELN UND 100 TEXTFIGUREN



LUDWIG
WEINSTEIN
KUNSTHAUS
KAMMERN.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

E 43
v. 6
1914

Alle Rechte vorbehalten

Fürstl. priv. Hofbuchdruckerei (F. Mitzlaff) Rudolstadt

Autoren- und Sach-Register.

I. Originalaufsätze.

Blaauw, A. H. Dr., Licht und Wachstum I. 641.

Boresch, Karl, Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei *Funaria* 97.

Kauffmann, Hans, Über den Entwicklungsgang von *Cylindrocystis* 721.

Killian, Karl, Über die Entwicklung einiger Florideen 209.

Molisch, Hans, Über die Selbsterwärmung von Pflanzen in Dewargefäßen 305.

Neeff, Fritz, Über Zellumlagerung 465.

Nienburg, Wilhelm, Zur Entwicklungsgeschichte von *Polystigma rubrum* DC 369.

Noack, Konrad, Die Bedeutung der schiefen Lichtrichtung für die Helioperzeption parallelotroper Organe I.

Ottenwälder, Albert, Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung 785.

Pringsheim, Ernst G., Über den Einfluß der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze 577.

II. Abbildungen.

a) Tafeln.

Taf. I zu **Boresch, Karl**, Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei *Funaria*.

Taf. II zu **Neeff, Fritz**, Über Zellumlagerung.

Taf. III zu **Kauffmann, Hans**, Über den Entwicklungsgang von *Cylindrocystis*.

b) Textfiguren.

Blaauw, A. H. Dr., Licht und Wachstum I Fig. 1 645, Fig. 2 650, Fig.

Zeitschrift für Botanik. VI.

3 654, Fig. 4 658, Fig. 5 a—e 667, e—h 675, Fig. 6 688, Fig. 7 689, Fig. 8 690, Fig. 9 696.

Kauffmann, Hans, Über den Entwicklungsgang von *Cylindrocystis*. Fig. 1 725, Fig. 2 738, Fig. 3 739, Fig. 4 761.

Killian, Karl, Über die Entwicklung einiger Florideen. Fig. 1 216, Fig. 2 219, Fig. 3 221, Fig. 4 224, Fig. 5 227, Fig. 6 230, Fig. 7 236, Fig. 8 238, Fig. 9 242, Fig. 10 244, Fig. 11 248, Fig. 12 250, Fig. 13 252, Fig. 14 255, Fig. 15 256, Fig. 16 258, Fig. 17 261, Fig. 18 263.

Molisch, Hans, Über die Selbsterwärmung von Pflanzen in Dewargefäßen. Fig. 1 307, Fig. 2 308, Fig. 3 331.

Neeff, Fritz, Über Zellumlagerung. Fig. 1 u. 2 467, Fig. 3 u. 4 473, Fig. 5 474, Fig. 6 u. 7 475, Fig. 8 480, Fig. 9 481, Fig. 10 482, Fig. 11—13 496, Fig. 14—16 497, Fig. 17 498, Fig. 18 505, Fig. 19—20 506, Fig. 21—22 507, Fig. 23 508, Fig. 24 519, Fig. 25 524, Fig. 26—28 527, Fig. 29 532, Fig. 30 533, Fig. 31 535, Fig. 32 536.

Nienburg, Wilhelm, Zur Entwicklungsgeschichte von *Polystigma rubrum* DC. Fig. 1a 372, Fig. 1b u. Fig. 2 373, Fig. 3 374, Fig. 4 376, Fig. 5 377, Fig. 6 378, Fig. 7a 379, Fig. 7b u. c 380, Fig. 8 u. 9 381, Fig. 10a u. b 382, Fig. 11 u. 12 384, Fig. 13 386, Fig. 14a u. b 388, Fig. 15 389, Fig. 16a 391, Fig. 16b 392, Fig. 17 393.

Noack, K., Die Bedeutung der schiefen Lichtrichtung für die Helioperzeption parallelotroper Organe. Fig. 1—4 63.

Ottenwälder, Albert, Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung.

- Fig. 1 798, Fig. 2 803, Fig. 3 u. 4 804, Fig. 5 806, Fig. 6 807, Fig. 7 808, Fig. 8 810.
- Pringsheim, Ernst G.**, Über den Einfluß der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze. Fig. 1 588, Fig. 2 594, Fig. 3 597, Fig. 4 599, Fig. 5 600.

III. Originalmitteilungen und Sammelreferate.

- Biologische Versuchsanstalt der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien 576.
- Buitenzorg 576.
- Fischer, Ed.**, Die Publikationen über die Biologie der Uredineen im Jahre 1913 625.
- Lehmann, E.**, Die Vererbung quantitativ differierender Merkmale 336.

IV. Besprechungen.

- Arisz, W. H.**, Positive and negative phototropism of the apex and base in oat-seedlings (*Avena sativa*) 454.
- Armstrong, E. Frankland**, Die einfachen Zuckerarten und die Glukoside 167.
- Artari, Al.**, Zur Physiologie der Chlamydomonaden. II. Einige neue Versuche und Beobachtungen 706.
- Ascherson, P.**, und **Graebner, P.**, Synopsis der mitteleuropäischen Flora 431, 784.
- Baar, Henryk**, Zur Anatomie und Keimungsphysiologie heteromorpher Samen von *Chenopodium album* und *Atriplex nitens* 291.
- Bachmann, Freda M.**, The origin and development of the apothecium in *Collema pulposum* (Bernh. Ach. 413.
- Beck v. Mannagetta und Lerchenau, G.**, Vegetationsstudien in den Ostalpen. III. Die pontische Flora in Kärnten und ihre Bedeutung für die Erkenntnis des Bestandes und des Wesens einer postglazialen Wärmeperiode in den Ostalpen 778.
- Beer, R.**, Studies in spore development. III. The premeiotic and meiotic nuclear divisions of *Equisetum arvense* 417.
- Blauw, A. H.**, Das Wachstum der Luftwurzeln einer *Cissus*art 445.
- Blochwitz, A.**, Entstehung neuer Arten von Schimmelpilzen durch starke Lichtreize 712.
- Børgesen, F.**, The Marine Algae of the Danish West Indies. I. Chlorophyceae 297.
- Bornet, E.**, et **Gard, Med.**, Recherches sur les hybrides artificiels de Cistes. 2. Mém. Les espèces et les hybrides binaires 177.
- Bose, J. C.**, On diurnal variations of moto-exitability in *Mimosa* 452.
- , **Jagadis Chunder**, Researches on irritability of plants 160.
- Bower, F. O.**, Studies in the Phylogeny of the Filicales III. On *Metaxya* and certain others relatively primitive Ferns 354.
- Boysen-Jensen, P.**, Über die Leitung des phototropischen Reizes in der *Avenakoleoptile* 558.
- Brainerd, Ezra**, Four hybrids of *Viola pedatifida* 780.
- Briggs, L. J.**, and **Shantz, H. L.**, The wilting coefficient for different plants and its indirect determination 450.
- , —, Die relativen Welkungskoeffizienten verschiedener Pflanzen 450.
- Burkom, J. H. van**, Het verband tusschen den Bladstand en de Verdeeling van de Groeiselheid over den Stengel 447.
- Cohn, Fritz M.**, Beiträge zur Kenntnis der Chenopodiaceen 353.
- Combes, Raoul**, Influence de l'éclaircissement sur la formation des graines et sur leur pouvoir germinatif 292.
- Comère, J.**, De l'action du milieu considérée dans ses rapports avec la distribution générale des Algues d'eau douce 705.
- Conrad, W.**, Observations sur *Eudorina elegans* Ehrenbg. 416.
- Correns, C.**, Eine mendelnde kälteempfindliche Sippe (f. *delicata*) der *Mirabilis Jalapa* 176.
- , Selbststerilität und Individualstoffe 185.
- , **Goldschmidt**, Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes 173.
- Crocker, Wm.**, s. **Knight, J.**, 288.
- Crump, W. B.**, The coefficient of humidity: a new method of expressing the soil moisture 281.
- d'Angremond, A.**, Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen 870.

- Davis, B. M.**, The problem of the origin of *Oenothera Lamarckiana* de Vries 780.
- , Was Lamarcks evening primrose (*Oenothera Lamarckiana* Seringe) a form of *Oenothera grandiflora* Solander? 182.
- Dekker, J.**, Die Gerbstoffe. Botanisch-chemische Monographie der Tannide 347.
- Docters van Leeuwen Rijnvaan, J.** s. **Karny, H.** 402.
- , **W.**, s. **Karny, H.** 402.
- Dodge, B. O.**, s. **Harper, R. A.** 410.
- Drude, O.**, Die Ökologie der Pflanzen 348.
- Eckerson, Sophia**, A Physiological of After-Ripening 884.
- Elfving, Fredr.**, Untersuchungen über die Flechtengonidien 709.
- Eriksson, Jakob**, Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen 405.
- Ernst, A.**, Embryobildung bei *Balanophora* 872.
- Ernst, A.**, und **Schmid, Ed.**, Über Blüte und Frucht von *Rafflesia* 425.
- Esmarsch, Ferd.**, Untersuchungen über die Verbreitung der Cyanophyceen auf und in verschiedenen Böden 877.
- Farmer, J. Br.**, and **Digby, Miß L.**, On dimensions of chromosomes considered in relation to phylogeny 865.
- Finn, V.**, s. **Nawaschin, S.** 428.
- Fisher, G. C.**, Seed development in the genus *Peperomia* 869.
- Fitting, H.**, **Jost, L.**, **Schenck, H.**, **Karsten, G.**, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen 84.
- Fraser, H. C. I.**, The development of the ascocarp in *Lachnea cretea* 411.
- Gard, Med.**, s. **Bornet, E.** 177.
- Gates, R. R.**, Tetraploids Mutants and Chromosome Mechanisms 435.
- Gates, R. R.**, and **Thomas, N.**, A cytological study of *Oenothera mur. lata* and *Oe. mur. semilata* in relation to Mutation 867.
- Glaubitz**, s. **Lindner** 187.
- Goddard, H. N.**, Can fungi living in agricultural soil assimilate free nitrogen? 409.
- Gohlke, K.**, Die Brauchbarkeit der Serumdiagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreich 849.
- , s. **Mez, C.** 849.
- Goldschmidt, R.**, Der Vererbungsmodus der gefüllten Levkoijenrassen als Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung? 174.
- Graham, Margaret**, Studies in nuclear division of *Preissia commutata* 416.
- Gräbner, P.**, s. **Ascherson, P.** 431, 784.
- Green, H. H.**, s. **Löhnis, F.** 568.
- Grimm, J.**, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Rhus* und *Coriaria* 430.
- Grün, C.**, Monographische Studien an *Treubia insignis* 875.
- Guttenberg, Hermann, R. von**, Über akropetale heliotropische Reizleitung 456.
- Gwynne Vaughan, s. Kidston, R.** 857.
- Haas, Paul**, and **Hill, T. G.**, An Introduction to the Chemistry of Plant Products 165.
- Haberlandt, G.**, Zur Physiologie der Zellteilung 444.
- Harper, R. A.**, and **Dodge, B. O.**, The Formation of the Capillitium in certain Myxomycetes 410.
- Hawkins, Lon A.**, The Effect of certain Chlorides singly and combined in Pairs on the Activity of Malt Diastase 280.
- Hayes, H. K.**, The Inheritance of certain quantitative characters in Tobacco 176.
- Hegi, Gustav**, Illustrierte Flora von Mitteleuropa 431, 783.
- Hiley, W. E.**, On the Value of different Degrees of centrifugal Force as geotropic Stimuli 555.
- Hill, T. G.**, s. **Haas, Paul** 165.
- Hofmann, A.**, Aus den Waldungen des fernen Ostens. Forstliche Reisen und Studien in Japan, Formosa, Korea und den angrenzenden Gebieten Ostasiens 350.
- Holden, Ruth**, Some fossil plants from Eastern Canada 356.
- Hoyt, W. D.**, Some toxic and antitoxic effects in cultures of *Spirogyra* 286.
- Ikeno, S.**, Studien über die Bastarde von Paprika (*Capsicum annuum*) 174.
- Istvánffi, Gy. de, et Pálinkás, Gy.**, Etudes sur le mildiou de la vigne 407.
- Janse, J. M.**, Der aufsteigende Saftstrom in der Pflanze. II. 284.
- , Die Wirkung des Protoplasten in den Zellen, welche bei der Wasserbewegung beteiligt sind 284.
- Jcones Bogorienses** vol. IV, fasc. 3 356.
- Jesenko, F.**, Über Getreidespeziesbastarde (Weizen-Roggen) 434.
- Johannsen, W.**, Elemente der exakten

- Erblichkeitslehre, mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik 550.
- Jost, Ludwig**, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie 345.
- , s. **Fitting, Hans** 84.
- Kalinnikow, J. A.**, und **Rasdorsky, W. Th.**, Experimentelle Untersuchung des Zugwiderstands von bastreichen Pflanzenteilen 881.
- Karczyński, Anton Ritter von**, Die Methoden der exakten quantitativen Bestimmung der Alkaloide 166.
- Karny, H.**, und **Docters van Leeuwen-Rijnvaan, W. und J.**, Beiträge zur Kenntnis der Gallen von Java. 5. Über die javanischen Thysanopterococcidien und deren Bewohner 402.
- Karsten, Georg**, s. **Fitting, Hans** 84, —, s. **Nußbaum, M.** 849.
- Kerner von Marilaun, A.**, Pflanzenleben 548.
- Kidston, R.**, and **Gwynne Vaughan**, On a new species of *Tempuskya* from Russia 857.
- Kisch, M. H.**, The physiological anatomy of the Periderm of fossil Lycopodiales 421.
- Klebs, G.**, Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung 169.
- Klein, L.**, Forstbotanik 159.
- Klinken, J.**, Über das gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Koniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde 879.
- Knight, J.**, and **Crocker, Wm.**, Toxicity of Smoke. (Giftigkeit des Rauches.) 288.
- , **R. C.**, and **Priestley, J. H.**, The respiration of plants under various electrical conditions 784.
- Knudson, Lewis**, Tannic Acid Fermentation. I. and II. Effect of Nutrition on the Production of the Enzyme Tannase. From the Laboratory of Plant Physiology, Cornell University, Ithaca, New York 195.
- Koch, A.**, Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen und Enzymen 193.
- Koorders, S. H.**, Exkursionsflora von Java, umfassend die Blütenpflanzen. IV. Bd.: Atlas. 1. Abteilung: Familie 1 bis 19 564.
- Krieger, Rudolf**, Beiträge zur Kenntnis der Artenfrage der Knöllchenbakterien einiger Leguminosen 782.
- Kubart, B.**, Über die Cycadofelicinen Heterangium und Lyginodendron aus dem Ostrauer Kohlenbecken 885.
- Küster, E.**, Über die Gallen der Pflanzen. Neue Resultate und Streitfragen der allgemeinen Cecidologie 401.
- Kylin, Harald**, Über Enzyymbildung und Enzymregulation bei einigen Schimmelpilzen 776.
- Lang, W. H.**, Studies in the Morphologic and anatomy of the Ophioglossaceae I on the branching of *Botrychium Lunaria* with notes on the anatomy of young and old rhizomes 418.
- , Studies in the morphology and anatomy of the Ophioglossaceae II: on the embryo of *Helminthostachys* 873.
- Lange, Leo**, Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales 850.
- Lerchenau, G.**, s. **Beck von Mannagetta** 778.
- Lignier, O.**, Un nouveau sporange séminiforme *Mittagia seminiformis* 420.
- , *Végétaux fossiles de Normandie. VII. Contribution à la Flora jurassique* 422.
- Linde, P.**, Zur Kenntnis der *Cladotrix dichotoma* Cohn 567.
- Lindner und Glaubitz**, Verlust der Zygosporienbildung bei anhaltender Kultur des +- und -Stammes von *Phycomyces nitens* 187.
- Lipman, Chas. B.**, and **Wilson, Frank, H.**, Toxic inorganic Salts and Acids as affecting Plant Growth 287.
- Livingston, B. E.**, and **G. J.**, Temperature Coefficients in Plant Geography and Climatology 350.
- Löhnis, F.**, und **Green, H. H.**, Über die Entstehung und die Zersetzung des Humus, sowie über dessen Einwirkung auf die Stickstoffassimilation 568.
- Lundegårdh, Henrik**, Grundzüge einer chemisch-physikalischen Theorie des Lebens 777.
- Magnus, W.**, Die Entstehung der Pflanzengallen, verursacht durch Hymenopteren 780.
- , Über zellenförmige Selbstdifferenzierung aus flüssiger Materie 279.
- Marchand, M. H.**, La conjugaison chez les Levures 190.
- Marloth, Rudolf**, The Flora of South Africa, with synoptical Tables of the Genera of the Higher Plants. Volume I: Thallophyta, Archegoniatae, Gymnospermae, Dicotyledones (Part. I) 351.

- McAllister, F.**, Nuclear Division in *Tetraspora lubrica* 415.
- Meyer, Arthur**, Beiträge zur Kenntnis der Gallerten, besonders der Stärkegallerten 198.
- Mez, C.**, und **Gohlke, K.**, Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaften der Angiospermen 849.
- Miehe, H.**, Weitere Untersuchungen über die Bakteriensymbiose bei *Ardisia crispa*. I. Die Mikroorganismen 409.
- Mildbraed, J.**, Botanik, in »Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika-Expedition 1907—1908, unter Führung Adolf Friedrichs, Herzogs zu Mecklenburg«. Bd. II 562.
- Minot, C. S.**, Die Methode der Wissenschaft und andere Reden 80.
- Molisch, Hans**, Mikrochemie der Pflanze 168.
- Molliard, M.**, Recherches physiologiques sur les galles 403.
- Morellet, L. et J.**, Les Dasycladacées du tertiaire Parisien 708.
- Müller-Thurgau, H.**, Der rote Brenner des Weinstocks. II. Teil. Mit 1 Tafel. Jena (G. Fischer) 1913 407.
- Namyslowski, B.**, Über unbekannt halophile Mikroorganismen aus dem Inneren des Salzbergwerkes Wieliczka 194.
- Nathansohn, A.**, Allgemeine Botanik 82.
- Nawaschin, S.**, und **Finn, V.**, Zur Entwicklungsgeschichte der Chalazogamen 428.
- Neger, Fr. W.**, Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie) 157.
- Nilsson-Ehle, H.**, Einige Beobachtungen über erbliche Variationen der Chlorophylleigenschaft bei den Getreiden 180.
- Nova Guinea**, Résultats de l'expédition scientifique néerlandaise à la Nouvelle-Guinée en 1912 et 1913 sous les auspices de A. Franssen Herderschee. Vol. XII. Botanique Livr. I 564.
- Nußbaum, M.**, **Karsten, G.**, und **Weber, M.**, Lehrbuch der Biologie für Hochschulen 849.
- Osterhout, W. J. V.**, Plants which require sodium 448.
- , Protoplasmic contractions resembling plasmolysis which are caused by pure distilled water 197.
- , Some quantitative researches on the permeability of plant cells 196.
- Pace, A.**, Apogamy in *Atamosco* 423.
- Pálinskás, Gy.**, s. **Istvánffi, Gy. de** 407.
- Pascher, A.**, Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz 358, 704.
- , Über Flagellaten und Algen 704.
- Peklo, J.**, Neue Beiträge zur Lösung des Mycorrhizenproblems 293.
- Porodko**, Vergleichende Untersuchungen über Tropismen. I—V 557.
- Priestley, J. H.**, s. **Knight, R. C.** 784.
- Pringsheim, E.**, Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. I. Die Kultur von Algen in Agar 188.
- , II. Zur Physiologie der *Euglena gracilis* 188.
- , III. Zur Physiologie der Schizophyceen 188.
- , **H.**, Über die Vergärung der Zellulose durch thermophile Bakterien. (Aus dem chem. Institut der Universität Berlin.) 406.
- Puschkarew, B. M.**, Über die Verbreitung der Süßwasserprotozoen durch die Luft 707.
- Rasdorsky, W.**, Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Lehre über die mechanischen Eigenschaften der Pflanzengewebe 881.
- Reinders, E.**, Das Manometer in der Saftsteigungsfrage. Druckmessungen an *Sorbus americana* 283.
- Richter, Oswald**, Über die Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit von Keimlingen durch Narkotika 562.
- Rothert, W.**, Über Chromoplasten in vegetativen Organen 199.
- Schenk, Heinrich**, s. **Fitting, Hans** 84.
- Schips, M.**, Zur Öffnungsmechanik der Antheren 564.
- Schley, Eva O.**, Chemical and physical changes in geotropic stimulation and response 561.
- Schmid, Ed.**, s. **Ernst, A.** 425.
- Schmidt, Ernst Willy**, Einige neuere Arbeiten über pflanzliche Chondriosomen 437.
- Schneider, Hans**, Morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Thelygonum Cynocranibe* L. 352.
- Schüepp, Otto**, Variationsstatistische Untersuchungen an *Aconitum Napellus* 183.
- Schulow, Iw.**, Versuche mit sterilen Kulturen höherer Pflanzen 200.

- Schwartz, E. J.**, The Plasmodiophoreae and their relationship to the Mycetozoa and the Chytridieae 875.
- Seghetti, G.**, Osservazioni morfologiche e biometriche sulla *Urtica membranacea* Poir 181.
- Shantz, H. L.** s. **Briggs, L. J.** 450.
- Sharp, Lester W.**, Somatic chromosomes in *Vicia* 432.
- Shull, Ch. A.**, Semipermeability of Seed Coats 881.
- Sierp, Hermann**, Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellengröße, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses 179.
- Skene, M.**, A Contribution to the Physiology of the purple Sulphur Bacteria 712.
- Stieger, Anton**, Über das Vorkommen von Hemicellulosen in Wurzelstöcken, Rhizomen und Wurzelknollen 775.
- Stieger, Anton**, Untersuchungen über die Verbreitung des Asparagins, des Glutamins, des Arginins und des Allantoinen in den Pflanzen 775.
- Stoll, A.** s. **Willstätter, R.** 552.
- Strasburger, E.** †, Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik 356.
- Strzeszewski, B.**, Zur Phototaxis des Chromatium Weissii 878.
- Swart, N.**, Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern 883.
- Tammes, T.**, Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel 855.
- Thoday, D.**, On the Capillary Eudiometric Apparatus of Bonnier and Mangin for the Analysis of Air in investigating the gaseous Exchanges of Plants 196.
- , **M. A.**, On the Effect of Chloroform on the Respiratory Exchanges of Leaves 448.
- Thomson, R. B.**, On the comparative anatomy and affinities of the Araucarinea 421.
- Tiegs, Ernst**, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung und des Wachstums der Wurzelhauben einiger Leguminosen 446.
- Vries, Hugo de**, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung *Oenothera* 854.
- Wand, Arthur**, Beiträge zur Kenntniß des Scheitelwachstums und der Verzweigung bei *Selaginella* 874.
- Warburg, O.**, Die Pflanzenwelt. Erster Band: Protophyten, Thallophyten, Archegoniophyten, Gymnospermen und Dikotyledonen 86.
- Welsford, E. J.**, The genesis of the male nuclei in *Lilium* 868.
- Weber, M.**, s. **Nußbaum, M.** 849.
- , **van Bosse, Mme Dr. A.**, Liste des Algues du Siboga. I. Myxophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae. Avec le concours de M. Th. Reinbold 360.
- Wichler, G.**, Untersuchungen über den Bastard *Dianthus armeria* × *D. deltoides* nebst Bemerkungen über einige andere Artkreuzungen der Gattung *Dianthus* 186.
- Willstätter, R.**, und **Stoll, A.**, Untersuchungen über Chlorophyll. Methoden und Ergebnisse 552.
- Wilschke, Alfred**, Über die Verteilung der phototropischen Sensibilität in Gramineenkeimlingen und deren Empfindlichkeit für Kontaktreize 559.
- Wilson, Frank H.**, s. **Lipman, Chas. B.** 287.
- Winge, Ö.**, Cytological studies in the Plasmodiophoraceae 875.
- Winkler, Albert**, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse 286.
- Wohlgemuth, Julius**, Grundriß der Fermentmethoden 166.
- Yamanouchi, Sh.**, The Life History of *Zanardinia* 295.
- York, H. H.**, The origin and development of the embryo sac and embryo of *Dendrophthora opuntioides* and *D. gracile* 424.
- Zettnow, E.**, Über die abgeschwächte Zygosporienbildung der Lindnerschen *Phycomyces*stämme 187.
- Zimmermann, A.**, Der Manihot-Kautschuk. Seine Kultur, Gewinnung und Präparation 432.

V. Verzeichnis der Autoren, deren Schriften nur dem Titel nach angeführt sind.

- Aaronsohn, A.** 461, 573.
Acqua, C. 860.

- Adamson, R. S. 573.
 Allison, H. E. 364.
 Allorge, P. 573.
 Ambronn, H. 464.
 —, und Köhler, A. 575.
 Anderwerelt van Rosenburgh, C. van 300.
 André, G. 717.
 Andres, H. 206.
 Andrews, E. C. 462.
 Anonymus, 302.
 Arber, A. 367.
 —, E. A. N. 367, 463.
 Arnd, Th. 93.
 Artari, A. 458, 460.
 Ascherson, P. und Graebner, P. 302, 718.
 Astruc, A. 861.
 Atkins, W. R. G. 91.
 —, S. 91.
 Atkinson, G. F. 569, 858.
 Auerbach, F. 301.
 Aumann, 202, 207.
 Aust, K. 366.
 Ayers, H. S. and Johnson, W. T. 362.
- B**aar, H. 91.
 Baccarini, P. 638.
 Bachmann, E. 299.
 Backer, C. A. en Smith, J. J. 366.
 Bailey, V. 862.
 Bancroft, N. 570, 571.
 Bargagli-Petrucci, G. 88.
 Barsali, E. 462.
 Barthelat, G. 91.
 Bartholomew, E. T. 458.
 Bartlett, H. H. 93, 462.
 Bassalik, K. 202, 362.
 Bassett, H. L. 461.
 Bateson, W. 718.
 Battandier, A. 862.
 Baudisch, O. und Mayer, E. 365.
 Bauer, E. und Goldschmidt, R. 861.
 —, H. 204.
 —, V. 460.
 Baur, E. 461.
 Beauverie, J. 96, 458, 459, 640.
 Beck, C. 575.
 —, v. Managetta, G. 302.
 Beer, R. 90.
 Béguinot, A. 462.
 —, et Belosersky, N. 302.
 —, et Vaccari, A. 302.
 Beintker, 864.
 Belling, J. 861.
 Belosersky, N. 302.
 Benzin, B. M. 366.
 Berger, A. und Dinter, C. 573.
 Bernatsky, J. 463, 575.
 Bernbeck, 716.
 Berry, E. W. 93.
 Bertiau, P. 858.
 Bertrand, G. et Rosenblatt M. 714.
 —, P. 463.
 Bézier, M. T. 863.
 Bezssonoff, N. 636.
 Bicknell, E. P. 300.
 Bielstein, E. 716.
 Bitter, G. 570, 572.
 Blaauw, A. H. 717, 860.
 Blackmann, V. H. and Paine, S. G. 368.
 Blackwell, W. 364.
 Blakeslee, A. F. and Gortner, R. A.
 298, 300.
 Blanchard, F. N. 203.
 Blanchet, A. 460.
 Blank, E. 301.
 Blaringhem, 366.
 —, L. 302, 717, 858, 863.
 — et Miège, E. 204.
 Blaschke, P. 575.
 Bloch, E. 717.
 Blochwitz, A. 203, 204, 458, 461.
 Böhmer, G. 574.
 Bohutinsky, G. 575.
 Bois, D. 860.
 Bolzon, P. 462.
 Bondarzew, A. 89.
 Bondois, G. 91.
 Bonnet, J. 363, 366.
 Boresch, K. 299, 300.
 Borgesen, F. 89, 363.
 Bornand, M. 203, 569.
 Bornet-Gard, M. 461.
 Bornmüller, J. 206, 367, 638.
 Borzi, A., et Mattei, G. R. 462.
 Bose, J. C. 91, 860.
 Boselli, E. 300.
 Bouly de Lesdain, M. 859.
 Bovry, E. W. 863.
 Boysen-Jensen, P. 298, 300, 365.
 Brand, F. 458.
 Brandegee, K. L. 718.
 Brandt, M. 573.
 —, R. 202, 464.
 Brannon, M. A. 204.
 Braun, J. 93.
 Brause, G. 300.
 Bredemann, G. 463.
 Bregmann, O. 460.
 Breitenbach, W. 95.
 Brenner, W. 569, 571.
 Brick, E. 91.
 Briggs, L. J., and Shantz, H. L. 204.
 Brilliant, W. 92.

- Briosi, G. 639.
 Briquet, J. 570, 573, 637, 640.
 —, P. 637, 638.
 Britton, E. G. 364.
 —, N. L. 573.
 Brockmann-Jerosch, H. 300, 574.
 Brocq-Rousseau 569.
 Brown, P. E. 202.
 Brunntaler, J. 363.
 Brunthaler, J. 93, 458.
 Bubák, Fr. 569.
 Buchanan, R. M. 864.
 Buchet, S. 458, 463, 864.
 Buchheim, A. 859, 860.
 Buchta, L. 714, 717.
 Bucknell, C. 302.
 Buder, J. 457.
 Büren, G. v. 636.
 Büsgen, M. 572.
 Burgess, P. S. 714.
 Burk, K. 638.
 Buscalioni, L. 571.
 — et Muscatello, C. 638.
 Busch, N. 94.
 Busich, E. 366.
 Busse, W. 206.
 Buysman, M. 720.
- C**ajander, A. K. 462, 463.
 Camus, A. 638.
 —, E. G. 638.
 —, F. 570.
 — et Charrier, J. 90.
 Candolle, C. de 93.
 Cano, U. 202.
 Carlson, T. 89, 91, 203.
 Carter, H. G. 302.
 Castle, W. E. 861.
 Cauda, A. 463.
 Cayeux, L. 719.
 Charrier, J. 90, 94.
 Chatton, E. 363.
 Chauveaud, G. 364.
 Chemin, E. 859.
 Cherrotier, J. 298, 714.
 Chibber, H. M. 204.
 Chioventa, E. 302.
 Chodat, R. 89, 93, 94, 573.
 — et Schweizer, K. 91.
 Chouchak 717.
 Christensen, C. 90, 364.
 Christiansen, A. 719.
 Church, A. H. 570, 572.
 Claassen, E. 459.
 Clements, F. E., and Schwartz-Clements,
 E. 573.
- Clinton-Baker, H. 90.
 Cohen-Kysper, A. 860.
 Colling, F. S. 299.
 Collins, F. S. 715.
 Colozza, A. 91.
 Combes, R. 204, 300, 365.
 Compton, R. H. 91.
 Conrad, W. 89, 203, 363.
 Cook, O. F. 367.
 Cordemoy, J. de 91.
 Coupin, H. 203.
 Cousturier et Gandoger 462.
 Cramér, H. 298, 300, 365, 460.
 Crowfoot, G. M. 638.
 Crump, W. B. 571.
 Curtius, Th., und Franzen, H. 571.
 Czapek, F. 717.
 Czartkowsky, A. 860.
- D**aikuhara, G. 860.
 Dalla Torre, K. W. v., und Sarnthein,
 L. Graf v. 94.
 Dammerman, K. W. 639.
 Dangeard, P. A. 365, 860.
 DAngremond, A. 572.
 d'arwin, F. 460.
 Davidson, G. 640.
 Davis, B. M. 861.
 Davis, S. 569.
 Dekker, J. 202, 204.
 Delassus, M. 204.
 Depape, G. 95.
 Derby, O. A. 303.
 Déribéré-Desgardes, P. 299.
 Derschau, M. v. 364.
 Deutsch, A. 93.
 Devisé, R. 570.
 Dewers, F. 300.
 Dhéré, Ch. 300.
 Diels, L. 464, 573.
 Digby, L. 364.
 Dingler, H. 572.
 Dinter, C. 573.
 Dismier, G. 859.
 Dittrich, G. 367.
 Dixon, H. H. 92.
 — et Atkins, W. R. S. 91.
 —, H. N. 299.
 Docters van Leeuwen-Reijnvaan W. u. J.
 461.
 Dodge, B. O. 363, 714, 715.
 Doncaster, L., 461.
 Dopuscheg-Uhlár, J. 204.
 Douin, Ch. 459.
 —, R. 637.
 Doyer, L. C. 860.

- Graevenitz, L. von 300.
 Grafe, V., und Vouk, V. 203.
 Drude, O. 205.
 Du Bois-Reymond, E. 302.
 Duchacek, F. 202.
 Dudgeon, W. 368.
 Dufour, L. 203.
 Durand, G., et Charrier, J. 94.
 Durandard, M. 363.
 Durin, E. 94.
 Dykes, W. R. 302.
- E**ckardt, W. R., und Hauck, E. 719.
 Ehrenberg, P. 368.
 Eisenberg, Ph. 362, 366, 569, 572.
 Eisler, M. v., und Portheim, L. v. 362.
 Ekman, E. L. 302, 719.
 Eldredge, E. E., and Rogers, L. A. 362.
 Elenkin, A. A. 858, 859.
 Elfstrand, M. 719.
 Elfving, F. 459.
 Elkins, M. G. 366.
 Emerling, O. 714.
 Emich, F. 464.
 Endre, G. 575.
 Engeland, O. 202, 205.
 Engler, A. 302.
 — und Irmscher, E. 719.
 — und Peters 304.
 — und Prantl, K. 573.
 Erdner, E. 462.
 Eriksson, J. 636.
 — et Hammarlund, C. 368.
 Ernst, A. 205, 461, 575.
 Esenbeck, E. 718.
 Esmarch, F. 715.
 Euler, H. 458, 460.
 — und Cramér, H. 298, 300, 365, 460.
 Evans, A. W. 637, 716.
 Everest, A. E. 637.
 Ewert, R. 304, 463.
- F**aber, F. C. von 718, 720.
 Falck, R. 89, 95.
 Fallada, O. 575, 720.
 Familler, J. 459, 463.
 Famin, A. 94.
 Famincyn, A. 570.
 Farmer, D. B. 860.
 —, J. B. 638.
 Faure, G. 304.
 Fedde, F. 570, 575.
 Fedtschenko, B. 573.
 Feld, J., und Koenen, O. 367.
 Félix, M. 862.
- Ferguson, M. C. 302.
 Fernald, M. L. 94, 462, 719.
 — and Long, B. 302.
 Fernbach, A., et Schoen, M. 203, 714.
 Field, E. C. 720.
 Findlay, A. 717.
 Fiori, A., et Bèguinot, A. 462.
 — et Pampanini, R. 462.
 Fischer, E. 92, 304, 572.
 —, H. 365.
 Fisher, G. C. 718.
 Flu, P. C. 362, 366.
 Focke, W. O. 367.
 Fol, J. G. 362.
 Forti, A. 363.
 Fosse, R. 637.
 Fossilium 639.
 Fouassier, M. 89.
 Franzen, H. 88, 92, 571.
 Fred, E. B. 202.
 Freeman, G. F. 207.
 Fries, R. E. 462.
 —, T. C. E. 206, 714.
 Frimmel, F. v. 640.
 Fritsch, K. 93, 302, 718.
 —, von 205.
 Fruhwirth, C. 574.
 Fuchs, J. 89.
 Fucskó, M. 204.
 Fujikuro, Y. 858.
 Furlani, J. 716.
- G**adeceau, É. 862.
 Gainey, L. P. 298.
 Galløe, O. 90.
 Gandoger 462.
 Garino, M. 92.
 Garjeanne, A. J. M. 459.
 Gaßner 366.
 —, G., und Grimme, C. 92.
 Gates, R. R. 93, 572.
 — and Thomas, N. 461.
 Gertz, O. 300.
 Gibbs, L. S. 639.
 Giemsa, G. 569, 575.
 Giesenhagen, K. 569.
 Gilg, E. 573.
 Giraudias, L. 862.
 Glowacki, J. 716.
 Glück, H. 90, 94.
 Godamer, J. 365.
 Goddard, H. N. 89.
 Gohlke, K. 205.
 Goldschmidt, R. 861.
 Gortner, R. A. 298, 300.
 Goupil, R. 363, 365.

- Goy, G. 93.
 Graebner, P. 302, 575, 718.
 Graham, M. 90.
 Greaves, J. E. 202, 714.
 Green, H. H. 362.
 Gregory, R. P. 638.
 Grey, E. Ch. 636.
 Griggs, R. F. 573.
 Grimbach, P. 300.
 Grimme, C. 92.
 Groom, P., and Rushton, W. 90, 204.
 Grove, W. B. 89.
 Grün, C. 459.
 Guggenheim, M. 92.
 Guillaumin, A. 861, 862.
 Guillermond, A. 298, 300.
 Guilliermond, A. 363, 571, 858.
 Guirot, L. 862.
- H**aar, A. W. van der 365.
 Haase-Bessell, G. 858.
 Haberlandt, G. 637.
 —, H. 864.
 Hackel, E. 639.
 Haeckel, E. 206.
 Haecker, V. 302, 366.
 Hagedoorn, A. C. 366.
 —, A. L., and A. C. 366.
 Hagen, H. B. 639, 719.
 Halle, T. G. 303.
 Hallier, H. 462.
 — und Valetton, Th. 367.
 Hallquist, S. 860.
 Hamet, R. 303.
 Hammarlund, C. 368.
 Hanausek, T. F. 460.
 Handwörterbuch 88.
 Hansen, A. 569.
 Hansteen-Cranner, B. 460.
 Hanzawa, J. 858.
 Harder, R. 571.
 Hariot, P. 714.
 Harper, A. G. 90.
 —, R. A. 714.
 — and Dodge, B. O. 363.
 Harrer 367.
 Harris, J. A. 861.
 Harter, L. L., und Field, E. C. 720.
 Hartmann 636.
 Harvey, E. M. 205.
 —-Gibson, R. J. 204.
 Hasselbring, H. 365.
 Hata, S. 202.
 Hauck, E. 719.
 Hauman-Merk, L. 205, 206.
 Hauri, H., und Schröter, C. 572.
- Hayek, A. v. 462, 573.
 Hébert, A. 207.
 Hedlund, F. 300.
 —, T. 304, 861.
 Heering, W. 715, 859.
 Hegi, G. 206, 462, 720.
 Heidmann, A. 717.
 Heikertinger, F. 368, 461.
 Heinricher, E. 304, 640, 717.
 Heintze, A. 718.
 Heinze, B. 863.
 Helbig, M. 861.
 Helten, W. M. van 95.
 Herter, W. 203.
 Herzfeld, S. 860, 862.
 Hesse, E. 298, 864.
 Heß, C. 302.
 Heydenreich, L. 575.
 Heyne, K. 304.
 Hibino, S. 300.
 Hieronymus, G. 459.
 Higgins, J. E. 862.
 —, B. B. 636.
 Hildebrand, F. 90, 91.
 Hiley, W. E. 92.
 Hill, G. R. 95.
 Hiltner, L. 92, 96.
 Himmelbauer, W. 94, 96.
 Hintikka, P. J. 96.
 Höck, F. 573.
 Höhnel, Fr. v. 89.
 Hoffmann, J. 573.
 —, K. 574.
 Holm, Th. 91.
 Home, A. S. 638.
 Hooker, H. D. 717.
 Houard, C. 864.
 Howe, R. H. 299.
 Hoyt, W. D. 569, 571.
 Huber, J. 94.
 Humbert, H. 859, 863.
 Hunger, F. W. T. 461.
 Hutchinson, A. H. 459.
 Hy, F. 363.
- I**ltis, H. 203, 205, 365, 459.
 Irmscher, E. 572, 719.
 Isabolinsky, M. und Smoljan, L. 569.
 Isaburo-Nagai, 459, 460.
 Ißler, E. 94.
 Istonffi, G. von 298,
 — et Pálinkás, G. 96, 858, 864.
 Ito, S. 298.
 Iwanoff, L. 571.
 —, N. 203, 205.
 Iwanowski, D. 300.

- J**aarboek, 367.
 Jaccard, P. 303, 368.
 Jacobacci, V. 571.
 Jacobi, H. 717.
 Jadin, F., et Astruc, A. 861.
 Jakobsson-Stiasny, E. 366.
 Janssonius, H. H. 571.
 Jardin, 573.
 Jensen, H. 367.
 Jentzsch, F. 575.
 —, Wetzlar, F. 464.
 Jeswiet, J. 366.
 Johannsen, W. 202, 205, 638.
 Johnson, D. W. 303.
 —, W. T. 362.
 Jolivet, H. D. M. 458, 460.
 Jollos, V. 636, 638.
 Joly, J. 96.
 Jong, A. W. K. de 640.
 Jongmans, W. und Kukuk, P. 574.
 Jumelle, H., et Perrier de la Bathie 94.
 Justs botanischer Jahresbericht 457, 714.
- K**ajanus, B. 861.
 Kamerling, Z. 90, 91, 96, 365, 460, 572,
 716, 717.
 Kanngießer, F. 93, 366.
 Karsten, G. 714, 718.
 — und Schenk, H. 367.
 Kashyap, S. R. 364.
 Katayama, T. 863.
 Keißler, K. von 458.
 Keller, R. 94.
 Kellermann, K. F., McBeth, J. G., Scales,
 F. M., and Smith, N. R. 202.
 Kelley, W. P. 571.
 Kerb, J. 203.
 Keßler, B. 459, 461.
 Kidd, F. 638, 717.
 Kidston, R. 574.
 Killian, K. 363.
 Kindler, Th. 717.
 Kirchmayr, H. 458.
 Kirchner, E. von, Loew, E., und Schröter,
 C. 718.
 —, O. von, Loew, E., und Kronig, R. 572.
 Kirsten, F. 640.
 Kißkalt und Hartmann 636.
 Kita, G. 715.
 Klaeser, M. 362, 365, 714, 717.
 Klebahn, H. 363, 458.
 Klein, L. 860.
 Klimowicz, T. 92.
 Klinken, J. 570, 571, 637.
 Kniep, H. 859, 861.
 Knight, R. C., and Priestley, J. H. 365.
- Knowlton, C. H. 303.
 Knudson, L. 96.
 Knuth, R. 573.
 Köhler 207, 463.
 —, A. 575.
 Koehne, E. 303.
 Koenen, O. 367, 368.
 Körösy, K. von 92.
 Kövessi, F. 300.
 Koffe, H. 637, 638.
 Kofler, L. 202.
 Koidzumi, G. 206, 462, 862.
 Koketsu, R. 571, 861.
 Kolkwitz, R. 298, 300, 569.
 Kominami, K. 858.
 Kondo, M. 304.
 Konrich, 640.
 Koorders, S. H. 94, 573.
 Koriba, K. 717.
 Košanin, N. 718.
 Kossinsky, C. 573.
 Kossowicz, A. 202, 203, 858.
 Kostytschew, S. 458, 460.
 —, Brilliant, W., und Scheloumoff, A. 92.
 —, und Scheloumoff, A. 92.
 Kränzlin, Fr. 303.
 Kräusel, R. 303.
 Kratzmann, E. 92, 717.
 Krause, E. H. L. 94, 573.
 —, K. 573.
 Kritschewsky, J. L. 368.
 Krönig, R. 572.
 Kubart, B. 300, 860.
 Kühn 639.
 Küster, E. 365, 861.
 Kufferath, H. 204, 206.
 Kukuk, P. 574.
 Kunkel, L. O. 858, 861.
 —, O. 298.
 Kurssanow, L. 715.
 Kuschke, G. 637.
 Kusnizow, N., Busch, N., und Famin,
 A. 94.
 Kylin, H. 458, 460, 718.
- L**abisi, C. 304.
 Lämmermayr, L. 206.
 Lakon, G. 363, 571, 860.
 Lang, W. H. 364, 365.
 Langer, L. 89.
 Laubert, R. 368, 864.
 Laurent, J. 571, 859.
 Lauterbach, C. 303.
 Leake, H. M. 572.
 Lecomte, M. H. 861.
 Le Goc, N. J. 364, 365.

- Lehmann, E. 302, 638.
 —, H. 464.
 Leidner, R. 95.
 Lemasson, C. 367, 462.
 Lemoine, P. 363.
 Lepeschkin, W. W. 301.
 Lepierre, Ch. 89, 92, 299, 301.
 Lesage, P. 92.
 Lettau, G. 715.
 Lewitzky, G. 203.
 Lidforss, B. 639.
 Liebau, O. 300.
 Liebmann, W. 302.
 Liesegang, R. E. 205, 365.
 Lieske, R. 461.
 Lignier, O. 863.
 Lindau, G. 364, 637.
 — et Sydow, P. 363.
 Linde, P. 88.
 Lingsheim, A. 570, 575.
 Linsbauer, K. 462.
 Linstow, O. von 863.
 Lintner, C. J., und Lüers, H. 89, 92.
 Lipmann, C. B., and Burgess, P. S. 714.
 Livingston, B. E. 717.
 — and Livingston, G. J. 206.
 —, G. J. 206.
 Lobik, A. J. 90.
 Lock, R. H. 95.
 Lockett, W. T. 636.
 Löffler, B. 92.
 Löhnis, E., und Green, H. H. 362.
 —, F. 202, 569.
 Loeske, L. 364, 459.
 Loew, E. 572, 718.
 Löwschin, A. M. 861.
 Lonačewsky, A. 206.
 Long, B. 302.
 Longo, B. 461.
 Lotsy, J. P. 368, 638.
 Lucet, A. 202.
 Ludwigs, K. 207.
 Lüderwaldt, H. 716.
 Lüers, H. 89, 92.
 Lumière, A., et Chevrotier, J. 298, 714.
 Lundegårdh, H. 301, 365, 571, 716.
 Luska, F. 457.
 Lynge, B. 716.
- M**acbride, J. F. 303.
 MacDougal, D. T. 460, 720.
 Mackenzie, K. K. 94.
 Magnus, P. 365, 463.
 —, W. 460.
 Maillefer, A. 460.
 Majorow, A. 639.
- Makino, T. 462, 573, 862.
 Malinowski, E. 715.
 Mallison, H. 861.
 Malme, G. O. 303.
 Mameli, E. 368.
 Maneval, W. E. 364.
 Mangin, L. 859.
 Marchlewski, L. 92, 205.
 Marsh, A. S. 570, 571.
 Martini, M., et Dérivé-Désgardes, P. 299.
 Marzell, H. 464.
 Massalongo, C. 716.
 Massart, J. 207.
 Matheny, W. A. 203.
 Matruchot, L. 458.
 Matsuda, S. 303, 462, 573, 639.
 Mattei, G. R. 462.
 Matthiassen, M. J. 95.
 Maximow, N. A. 301.
 Maxon, W. R. 364.
 Mayer, A. 460.
 —, E. 365.
 Mazé, M. P. 861.
 McAllister, F. 90, 459, 461, 859, 860.
 McBeth, J. G. 202.
 McCool, M. M. 205.
 McLean, R. C. 368, 569, 575.
 Meader, J. W. 368.
 Melhus, J. E. 203.
 Melin, E. 299, 716.
 Merkel, Fr. 720.
 Merriman, M. L. 90.
 Meyer, K. 88, 90, 92, 202, 205, 298, 301.
 Michaelis, A. 205.
 Miège, E. 204.
 Migliorato, E. 570, 573.
 Miller, F. A. 368.
 — and Meader, J. W. 368.
 Mirande, M. 92.
 —, R. 299.
 Miyaji, Y. 638.
 Miyake, I. 858.
 —, K. 301, 460, 571, 638.
 Möbius, M. 365, 366.
 Möller, A. 95.
 —, Hj. and Halle, T. G. 303.
 Moggridge, J. T. 94.
 Mogk, W. 460.
 Molisch, H. 460, 720.
 Moll, Fr. 463.
 Molliard, M. 639.
 Molz, E. 304, 575, 720.
 Mannelli, C. 365.
 Monnet, P. 574.
 Montemartini, L. 575.
 Moreau, F. 858, 859, 860, 864.
 —, L. 204.

- Morellet, E. J. 463.
 — et J. 463.
 Morgenthaler, O. 96, 304.
 Morton, F. 719.
 Motter, M. G. 95.
 Mottier, D. M. 366.
 — and Nothnagel, M. 91.
 Müller, F. A. 640.
 —, H. C., und Molz, E. 575.
 —, Molz, E., und Morgenthaler, O. 304.
 —, K. 299, 640.
 Münch, 207, 363.
 Münter, F. 298.
 — und Robson, W. P. 88.
 Mumford, E. M. 88.
 Muscatello, C. 638.
 Muschler, R. 574.
 Muth, Fr. 463.
- N**agel, K. 719.
 Nakai, T. 303, 462, 639, 862.
 Nakano, H. 303, 574, 862.
 Nathorst, A. G. 639, 719.
 Neeff, F. 717.
 Neger, F. W. 304, 462, 859.
 — und Lakon, G. 207.
 Negri, G. 299.
 Nelson, A., and Macbride, J. F. 303.
 Neuberg, C., und Kerb, J. 203.
 — und Steenbock, H. 299, 301, 569, 571.
 — und Welde, E. 571.
 Neuenstein, H. v. 859, 860.
 Neuwirth, M. 716.
 Niedenzu, F. 574.
 Nienburg, W. 569.
 Nilsson-Ehle, H. 638.
 Nitzschke, J. 862.
 Noack, K. 205.
 Noelli, A. 94, 639.
 Nothnagel, M. 91.
 Nottin, P. 203.
 Novopokrovskij, J. 719, 862.
 Nußbaum, M., Karsten, G., und Weber,
 M. 714, 718.
- O**bermeyer, W. 89.
 Oberste-Brink, K. 716.
 Oberstein, O. 89, 96, 460.
 Östling, G. J. 715, 717.
 Ogata, M., u. Takenouchi, M. 362, 368.
 Oheimb, F. v. 303.
 Ohta, K. 299, 301.
 Okamura, K. 90, 363.
 —, S. 859.
 Olive, E. W. 363.
- Omeliansky, W. L., u. Sieber, N. O. 298,
 301, 362.
 Oppawsky, G. 205.
 Oppenheimer, M. 299, 301.
 Orton, W. A. 575.
 Osawa, J. 93.
 Ostefeld, C. H. 94.
 Ostrup, E. 90.
 Owen, W. L. 203.
- P**ace, L. 205, 462.
 Paine, S. G. 368.
 Pálinkás, G. 96, 858, 864.
 Palla, E. 206.
 Palladin, W. 637.
 Pammel, L. H. 719.
 Pampanini, R. 462, 719.
 Pascher, A. 364, 458, 714, 715, 718, 859.
 Patai, J. A. 569, 858.
 Paul, H. 570.
 Pavillard, J. 859.
 Pax, F. 864.
 — und Hoffmann, K. 574.
 Peche, K. 92.
 Peklo, J. 91, 202, 206, 207.
 Pellegreffi, M. 638, 861.
 Pellegrin, F. 462, 862.
 Pelourde, F. 367, 719.
 Perrier de la Bathie 94.
 Persidsky, D. 366.
 Peters 304.
 Petry, L. C. 570, 571.
 Petschenko, B. de 202.
 Pfeiffer, N. E. 459.
 —, Th., und Blank, E. 301.
 Picard, M. 91.
 Pickett, F. L. 300, 301, 570.
 Picrinini, G. M. 463.
 Pieper, A. 299, 301.
 Pilger, R. 90, 574.
 Pirotta, R., e Puglisi, M. 861.
 Piskernik, A. 716.
 Pittier, H. 719.
 Plate, F. 301, 861.
 —, L. 366.
 Plaut, M. 464, 863.
 Plümecke, O. 458, 460.
 Pohl, J. 460.
 Poisson, J. 460.
 —, H. 464.
 Pollacci, G. 363, 365.
 Porodko, Th. M. 365.
 Porsch, O. 303.
 Porthheim, L. v. 362.
 Pozerski, E. 301.
 Prantl, K. 573.

- Preuß, H. 574.
 Price, M. P., and Simpson, N. D. 206.
 —, S. R. 89.
 Priestley, J. H. 365.
 Prill, W. 303.
 Pringsheim, E. G. 715, 717.
 —, H. 362, 365, 717.
 Prülzsch, O. 637, 638.
 Puglisi, M. 861.
 Puriewitsch, K. 205.
- R**adeberger, L. 720.
 Rapaics v. Ruhmwert, R. 463.
 Raunkiaer, C. 94.
 Ravenna, C. 301.
 Rawitscher, F. 715.
 Raymond-Hamet 719.
 Razdorski, W. 639.
 Rechinger, K. 862.
 Reichenbach 206, 462, 862.
 Rein, R. 714.
 Remy, Th., und Vasters, J. 720.
 Renner, O. 718.
 Revis, C. 88.
 Rickli, M. 304, 574.
 Riß, M. M. 205.
 Robinson, W. J. 570.
 Robson, W. P. 88.
 Rock, J. F. 95.
 Röder, F. 638.
 Röll 459.
 Rogers, L. A. 362.
 Rohland, P. 861.
 Rosé, E. 571.
 Rosenblatt, M. 714.
 Rosendahl, C. O. 574.
 Rosenow, E. C. 457.
 Rosenthal, E., und Patai, J. A. 569, 858.
 Rosenthaler, L. 304, 720.
 Rost, E. 463.
 Roth, G. 459.
 Rothert, W. 363, 716, 718.
 Rotky, K. 714.
 Rouppert, K. 90.
 Royole, V. 92.
 Rübel, E. 574.
 Ruhland, W. 204, 205, 301, 460, 574.
 Rushton, W. 90, 204.
 Russell, W. 365, 864.
 Rydberg, P. A. 367, 639.
- Sakamura, T. 860.
 Salisbury, E. J. 92, 367.
 Salomon, H. 716.
 Samuelsson, G. 718.
 Sarnthein, L. Graf v. 94.
 Sartory, A. 301, 569.
 Sauvageau, C. 299.
 Savicz, V. P. 570, 859.
 Savitsch, W. M. 862.
 Sawada, K. 571.
 Sawamura, S. 863.
 Sawjalow, W. 88, 92.
 Saxton, W. T. 90.
 Scales, F. M. 202.
 Schander, R. 464.
 — und Tiesenhausen, M. v. 464
 Schellenberg, G. 95, 574.
 Scheloumoff, A. 92.
 Schenk, H. 367, 572, 862.
 Scherff, E. E. 303.
 Scherrer, A. 90, 91, 570, 571.
 Schiffner, V. 204, 459.
 Schiller, J. 715.
 Schinz, H. 458.
 — und Thellung, A. 95.
 Schips, M. 301, 571.
 Schlechter, R. 574, 640.
 Schley, E. O. 301.
 Schloss, H. 91.
 Schmid, G. 458.
 Schmidt, A. 715, 861.
 —, E. W. 363, 365.
 —, O. 95.
 Schneider, H. 572.
 Schoen, M. 203, 714.
 Schönland, G. 574.
 Scholz, J. B. 206.
 Schoute, J. C. 364.
 Schramm, R. 859, 864.
 Schroeder, H. 714.
 Schröter, C. 572, 718.
 Schül, L. 301.
 Schuepp, O. 717.
 Schulz, A. 303.
 —, O. E. 574.
 —, K. 298.
 Schußnig, B. 715.
 Schuster, L. 864.
 Schustòw, L. v. 91.
 Schwartz-Clements, E. 573
 Schwarze, C. 716.
 Schweizer, K. 91.
 Seeger 207.
 Segers-Laureys, A. 204.
 Seidel, R. 304.
 Sennen, F. 862.
 Shantz, H. L. 204.
- S**abransky, H. 367.
 Saccardo, P. A. 458, 715.
 Sättler, H. 459.
 Safford, W. E. 303.

- Shear, C. L. 367.
 — and Stevens, N. E. 368.
 Sheppard, E. J. 91.
 Shimidsu, K. 88.
 Shive, J. W., and Livingston, B. E. 717.
 Shreve, E. B. 861.
 Shull, Ch. A. 366.
 —, G. H. 461, 638, 861.
 Sieber, N. O. 298, 362.
 Sieghardt, E. 719, 862.
 Siegrist, R. 367.
 Sievers, A. F. 571.
 Simon, G. V. 638.
 Simonini, A. 714.
 Simpson, N. D. 206.
 Simroth, H. 717.
 Skene, M. 569, 572, 574.
 Skottsberg, C. 303, 459, 461.
 Slosson, M. 364.
 Smith, G. M. 299.
 —, J. J. 303, 366, 367.
 —, N. R. 202.
 —, R. R. 95.
 Smoljan, L. 569.
 Snell, K. 463.
 Söhngen, N. L. 569.
 — und Fol, J. G. 362.
 Solereder, H. 571.
 Solms-Laubach, H. Graf zu 574, 719.
 Sommerville, W. 639.
 Sorauer, P. 464, 575.
 Sosnowsky, D. 639.
 Späth, H. 301.
 Spoehr, H. A. 92.
 Stäger, R. 366.
 Standley, P. C. 367.
 Stapf, O. 574.
 Steenbock, H. 299, 301, 569, 571.
 Steinbrinck, C. 205, 717.
 —, O. 93.
 Stevens, F. L. 299, 304.
 —, N. E. 368.
 Stoklasa, J. 718.
 Stomps, Th. J. 572.
 Stone, G. E. 205, 207.
 Stopes, M. C. 367.
 Strohmer, F., Fallada, O., und Radeberger, L. 720.
 Strunk, R. 637.
 Strzeszewski, B. 298, 299, 301.
 Stutzer, A., und Goy, G. 93.
 Sudre, H. 862.
 Sumbal, J. 89, 91.
 Svedelius, N. 364, 458, 461, 715.
 Swart, N. 460.
 Swellengrebel, N. H. 202.
 Swingle, W. T. 95.
 Sydow, P. 363.
 Sylvén, N. 719.
Tacke, Br., Deusch, A., und Arnd, Th. 93.
 Tackholm, G. 718.
 Takenouchi, M. 362, 368.
 Tammes, T. 718.
 Tamura, S. 89, 457, 460.
 Tansley, A. G. 367.
 — and Adamson, R. S. 573.
 Teyber, A. 462.
 Theißen, F. 203, 299.
 Thellung, A. 95.
 Thoday, D. 93.
 Thomas, N. 90, 461.
 —, P. 715.
 Thomé 206, 462.
 Thomés 863.
 Thoms, H. 463.
 Thurn, O. 636.
 Tidestrom, I. 364, 367.
 Tiesenhausen, M. v. 464.
 Tischler, G. 575.
 Tobler, F. 301, 573.
 —, Fr. 718, 719.
 —-Wolff, G., und Tobler, Fr. 719.
 Toenniessen, E. 457.
 Toni, G. B. de 90.
 Tottingham, W. E. 572.
 Traetta-Mosca, F. 93.
 Treiber, K. 858.
 Trillat, A. 298.
 — et Fouassier, M. 89.
 Tröndle, A. 93.
 Tschermak, E. v. 366.
 Tschernoyarow, M. 860.
 Tschirch, A. 463.
 Tswett, M. 205, 366.
 Tubeuf, v. 206.
 —, C. v. 304, 368, 464, 639, 720, 863.
 Tunmann, O. 718.
Ubisch, G. von 204.
 Ulbrich, E. 574.
 Ule, E. 719.
 Urban, J. 95.
 Ursprung, A. 93.
 Usami, K. 637.
Vaccari, A. 302.
 —, L. 303.
 Vahl, M. 95.
 Valetton, Th. 367.

- Vasters, J. 720.
 Vaupel, 206.
 —, F. 95.
 Verworn, M. 461.
 Vidal, J. L. 461.
 Viehoveer, A. 89, 93.
 Vignolo-Lutati, F. 368.
 Vignier, R., et Humbert, H. 859, 863.
 Vill 203.
 Villani, A. 637.
 Virieux, J. 298, 301, 570.
 Vogel, J. 362.
 Voges, E. 304.
 Vogler, P. 366.
 Vogt, E. 572.
 Vollmann, F. 574.
 Vouk, V. 203.
- W**ächter, W. 301.
 Waelsch, L. 89.
 Wager, H. 572.
 Wagner, P. 861.
 Wahl, C. v. 640.
 — und Müller, K. 640.
 Walk, van der, P. S. 864.
 Wand, A. 459, 460.
 Warming, E. 95, 303.
 Warner, Ch. H. 572.
 Whedale, M., and Bassett, H. L. 461.
 Weberbauer, A. 574.
 Weber, M. 714, 718.
 —, van Bosse, A. 458.
 Weese, J. 96, 569.
 Wehmer, C. 203, 205, 299, 301, 363,
 368, 463, 575, 715, 720, 858, 859,
 861, 863.
 Wein, K. 463.
 Weinzieher, S. 572.
 Welde, E. 571.
 Wester, D. H. 95.
 Wierzchowski, Z. 93.
 Wiesner, J. von 714, 720.
 Wigger, A. 636.
 Wildemann, E. de 574.
 Wilke, F. 300, 303.
 Willstädter, R., und Mallison, H. 861.
 Willstätter, R. 93, 572.
 Winge 366.
 Winkler, H. 302, 574.
 Winter, H. 716.
 Winterstein, H. 88, 93, 202, 205, 298,
 301, 457, 569, 572, 858, 861.
- Winton, K. B. 365.
 Wislicenus, H. 207, 368.
 Wittmack, L. 458, 463, 574, 863.
 Wolff, A. 89.
 —, J. 205, 638.
 Wolk, P. C. van der 203, 302, 461, 715,
 858.
 Wollenweber, H. W. 299.
 Woloschin, A. D. 202.
 Woodward, P. W. 303.
 Woronichin, N. 203.
 —, N. N. 715.
 Woycicki, Z. 718.
 Woynar, H. 716.
 Wulf, E. 206.
 Wychgram, E. 464.
- Y**endo, K. 299, 862.
 Yoshimura, K. 301.
- Z**aepernik, H. 463.
 Zaepffel, M. E. 860.
 Zahn, C. H. 206.
 Zaleski, W. 366.
 Zimmermann, W. 207.
 Zodda, S. 459.
 Zschacke, H. 299.

VI. Personalnachrichten.

- Baur, Erwin 208.
 Benecke, Wilh. 208.
 Huber, Jakob † 576.
 Kienitz-Gerloff, Felix † 464.
 Kniep, Hans 208.
 Lieske, Rud. 304.
 Magnus, Paul † 368.
 Stevens, F. L. 96.
 Tieghem, Philipp van † 576.
 Wolk, P. C. van der 464.

VII. Notizen.

- Botaniker-Kongreß 96.
 Nährgelatine 208.
 Preisaufgabe 1916 207.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH-OLTMANN'S
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · ERSTES HEFT

MIT 4 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des ersten Heftes.

I. Originalarbeit.		Seite
Konrad Noack, Die Bedeutung der schiefen Lichtrichtung für die Helioperzeption parallelotroper Organe. Mit 4 Textfiguren . . .		1
II. Besprechungen.		
Fitting, Hans; Jost, Ludwig; Schenck, Heinrich; Karsten, Georg, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen		84
Minot, C. S., Die Methode der Wissenschaft und andere Reden		80
—, Moderne Probleme der Biologie		80
Nathansohn, A., Allgemeine Botanik		82
Warburg, O., Die Pflanzenwelt. Erster Band: Protophyten, Thallophyten, Archegoniophyten, Gymnospermen und Dikotyledonen		86
III. Neue Literatur.		88
IV. Notiz.		96
V. Personal-Nachricht.		96

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Die Bedeutung der schiefen Lichtrichtung für die Helioperzeption parallelotroper Organe.

Von

Konrad Noack.

Mit 4 Textfiguren.

Einleitung.

Seit Jahrzehnten ist man bemüht, die Erscheinungen der interessantesten tropistischen Reize, des Heliotropismus und des Geotropismus, kennen zu lernen. Von allen Tropismen sind sie am besten dem Experiment zugänglich und gestatten am meisten einen Einblick in die komplizierten Vorgänge, die sich bei diesen Reizbewegungen abspielen. Durch eine große Zahl von Untersuchungen gelang es, die Reizkette in einzelne Glieder aufzulösen und diese der Erkenntnis näher zu bringen. Man studierte den Einfluß der Dauer der Reizung und der Intensität des Reizes und viele andere Fragen wurden behandelt oder in Angriff genommen. Aber erst vor nicht allzulanger Zeit begann man mit der experimentellen Lösung der Frage, welchen Einfluß auf die tropistischen Vorgänge in der Pflanze die Richtung hat, in der das Reizagens einen Pflanzenteil trifft.

Die ersten eingehenden Arbeiten in dieser Hinsicht beschäftigten sich mit dem Geotropismus und versuchten zu ermitteln, unter welchem Winkel die Schwerkraft auf einen parallelotropen Pflanzenteil wirken muß, damit in der Pflanze der größtmögliche Effekt ausgelöst wird. Es handelte sich also hier um die Frage nach der optimalen geotropischen Reizlage. Nachdem die verschiedensten Ansichten hierüber geäußert worden waren, beendigte Fitting 1905 (7) den Streit, indem er die Schwerkraft in verschiedenen Winkeln auf die Pflanze

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

wirken ließ, und deren Einfluß auf die Größe der geotropischen Erregung festlegte. Es zeigte sich, daß die Größe der Erregung zunimmt proportional dem Sinus des Ablenkungswinkels aus der Ruhelage, so daß der Schwerereiz dann also am stärksten auf einen parallelotropen Pflanzenteil wirkt, wenn er an diesem unter einem Winkel von 90° angreift, wenn also die Pflanze horizontal zu liegen kommt. Es zeigte sich ferner, daß es für die Größe der Erregung einerlei ist, ob die Schwerkraft unter einem bestimmten Winkel von oben oder von unten an dem Versuchsobjekt angreift.

Für den Heliotropismus wurde die Frage, welche Wirkung der Lichteinfall unter verschiedenen Winkeln auf die Größe der heliotropischen Erregung ausübt, bisher noch nicht näher untersucht. H. Müller-Thurgau (18) scheint der erste gewesen zu sein, der diese Frage experimentell in Angriff nahm. Er kam zu dem Resultat: »Daß auch dann, wenn auf ein bestimmtes Stück der Vorderfläche eines Stengels dieselbe Lichtmenge auffällt, die Wirkung doch geringer wird, je kleiner der Winkel ist, den die Lichtstrahlen mit der Längsachse des Stengels bilden.« Aus diesen Worten geht hervor, daß die Helligkeit auf der Oberfläche der Versuchsobjekte künstlich auf gleicher Höhe gehalten wurde, ob nun das Licht die Pflanze unter 90° oder unter schieferem Winkel traf. Aus der Physik wissen wir ja, daß die Helligkeit einer von parallelen Strahlen beleuchteten Fläche abnimmt mit dem Kosinus des Ablenkungswinkels vom rechtwinkligen Lichteinfall, resp. mit dem Sinus des Komplementwinkels. Nachdem Fröschel (10) und Blaauw (3) nun gezeigt haben, daß zur Erreichung der heliotropischen Reizschwelle immer dieselbe Lichtmenge der Pflanze zugeführt werden muß, ergibt sich von selber, daß zunächst einmal diese Intensitätsabnahme bei schiefwinkliger Beleuchtung berücksichtigt werden muß, wenn man Untersuchungen über die Reizschwelle unter solchen Bedingungen anstellen will. Würde unter solchen Umständen die Reizschwelle bei Lichteinfall unter verschiedenen Winkeln dieselbe sein, so würde dies vollständig dem beim Geotropismus gefundenen Sinusgesetz entsprechen. Nach Müller-Thurgaus Angaben scheint aber ein Lichtstrahl, der unter spitzem Winkel ein parallelotropes Organ trifft, außerdem noch

eine Abnahme seiner Wirkung zu erfahren. Die Methode seiner Versuche teilt Müller leider nicht mit. Aber schon deswegen sind dieselben nicht ganz einwandfrei, weil er die Größe der Reaktion als Maßstab für die Größe der Erregung benützt; dies ist jedoch, wie wir nunmehr durch die Untersuchungen von Fitting wissen, nicht zulässig. Auch gibt Müller darüber keine Auskunft, ob er die Versuchsobjekte nur in verschiedenen Winkeln von oben belichtete, oder ob er auch Belichtungen von unten in den Kreis seiner Untersuchungen zog.

Aus den beim Geotropismus gefundenen Daten darf man nicht ohne weiteres auf ein gleiches Verhalten beim Heliotropismus schließen. Infolgedessen ist auch in keiner Weise bewiesen, daß der Lichteinfall unter 90° wirklich die optimale heliotropische Reizlage einer Pflanze darstellt, wie man bisher immer stillschweigend angenommen hat. Es schien also wichtig die Wirkung schiefen Lichteinfalls von oben und von unten mit einer ausreichenden Methodik zu untersuchen.

Als die vorliegenden Versuche bereits im besten Gange waren, erschien eine Arbeit von Wiesner (37): Studien über die Richtung heliotropischer und photometrischer Organe im Vergleich zur Einfallsrichtung des wirksamen Lichtes. In dieser Arbeit, die hauptsächlich Erörterungen theoretischer Art enthält, teilt Wiesner Versuche mit, welche die Wirkung schiefen Lichteinfalls untersuchen sollen. Er benutzt als Maßstab der Erregungshöhe die Reaktionszeiten bis zum Beginn der Reaktion und bis zur Erreichung einer gewissen Krümmungsgröße. Da Wiesner, wie er ausdrücklich hervorhebt, die Intensitätsabnahme des Lichtes bei schiefer Beleuchtung nicht berücksichtigt, so sind seine Resultate mit denen von Müller-Thurgau in keiner Weise zu vergleichen und sprechen weder für noch gegen dessen Befunde, obwohl auch er eine geringere Wirkung schief einfallenden Lichtes konstatierte. Seine Versuche ließen also eine eingehende Untersuchung der Frage durchaus nicht überflüssig erscheinen.

Die vorliegende Untersuchung wurde ferner in der Hoffnung unternommen, einiges Licht auf die immer noch strittige Frage zu werfen, ob einseitig auf ein Pflanzenorgan treffendes Licht vermöge seiner Lichtrichtung einen phototropischen Effekt aus-

löst, wie Sachs (33, 34) es will, ober ob der Helligkeitsunterschied auf Vorder- und Rückseite des gereizten Organs ausschlaggebend ist; letztere Auffassung wurde zuerst von N. I. C. Müller (17) und Ch. Darwin (4), dann von Wiesner (35, 37) und später besonders von Oltmanns (21, 22) vertreten.

Ungefähr zu gleicher Zeit wie Wiesners Studien über die Lichtrichtung erschienen, veröffentlichte Pringsheim (28) seine »Reizbewegungen der Pflanzen«. In diesem Buch hebt der Verf. den Wert erneuter Versuche über die Wirkung schiefen Lichteinfalls hervor und weist auch auf die Bedeutung hin, die solche Versuche für die Auffassung der heliotropischen Erregung haben könnten. Er schreibt S. 167: »Möglicherweise hängt die Reizwirkung nur von der Helligkeit auf der Oberfläche der Pflanze ab. Nach optischen Gesetzen müßte sie dann umgekehrt proportional dem Sinus des Winkels der Strahlen gegen die Fläche sein. Das entspräche dem beim Geotropismus gefundenen Verhalten.« »Würde man Versuche mit der Schwellen- oder Kompensationsmethode anstellen, so könnten sich möglicherweise Abweichungen von der obigen mathematischen Formulierung ergeben. Hingegen aber wirklich die Reizwirkung nicht allein von der induzierten Helligkeit ab, so könnte das für unsere Auffassung vom Wesen der phototropischen Perzeption bedeutungsvoll werden. Treffen nämlich die Lichtstrahlen ein zylindrisches Organ schräg zu seiner Längsachse, so wird ihr Weg durch die Pflanze länger und die Differenzen der Helligkeit der Vorder- und Hinterseite relativ größer sein als bei senkrechtem Einfall. Wäre der letztgenannte Umstand ausschlaggebend für die Perzeption, so könnte man eine höhere Reizwirkung schrägen Lichtes erwarten als sie der Oberflächenhelligkeit entspricht.« Würden die von Pringsheim ange deuteten Verhältnisse tatsächlich durch Experimente bestätigt werden, so würde dieser Befund sehr für die Richtigkeit der Oltmannsschen Auffassung von der Wirkung einseitig einfallenden Lichtes sprechen und würde auch für die optimale heliotropische Reizlage nicht ohne Bedeutung sein. Es schien also sehr wünschenswert, durch das Experiment zu entscheiden, welchen Einfluß schiefe Beleuchtung auf die heliotropische Erregung parallelotroper Organe hat.

Da der Lichteinfall unter verschiedenen Winkeln zunächst einen direkten Einfluß auf die Perzeption des Reizes ausüben wird, so war es ziemlich selbstverständlich, daß zur Untersuchung dieser Frage nur eine Methode angewendet werden konnte, die eventuelle Veränderungen in der Perzeption des Reizanlasses vor Augen führen würde. Deshalb waren Reaktionszeitbestimmungen und Messungen der Größe des Ausschlagswinkels nicht zulässig, da sie beide bis zu einem gewissen Grad unabhängig sind von der Größe der Perzeption; man kann weder aus der Reaktionszeit noch aus der maximalen Krümmung eines Keimlings Schlüsse ziehen auf eine Veränderung der Perzeption.

Es eignen sich hierzu nur zwei Methoden, die Kompensationsmethode und die Schwellenbestimmung. Die Anwendung der Kompensationsmethode ist sehr kompliziert und mit ziemlichen Schwierigkeiten verknüpft; insbesondere ist sie beim Heliotropismus deswegen nicht zulässig, weil wir in diesem Falle mit Dauerbelichtung arbeiten müssen, deren Einfluß auf die physiologische Disposition der Versuchspflanzen sich unserer Wahrnehmung gänzlich entzieht, besonders dann, wären die Ergebnisse wenig verwendbar, wenn antagonistische Reizung mit verschiedenen Intensitäten stattfände. So wurde die Anwendung der Schwellenmethode beschlossen, um über die vorliegenden Fragen Aufschluß zu erhalten. Es galt also zu ermitteln, welche Verschiebungen die phototropische Reizschwelle aufweist, wenn das Licht unter verschiedenen Winkeln von oben oder unten ein parallelotropes Pflanzenorgan trifft.

In neuerer Zeit ist von verschiedenen Seiten das Bestehen einer Reizschwelle angezweifelt worden. Es ist daher wohl nicht ganz ohne Interesse zu prüfen, ob wir berechtigt sind aus Versuchen, die mit dieser Methode angestellt sind, irgendwelche einwandfreien Schlüsse zu ziehen. Auf die Behauptung von Polowzow, es gäbe keine Reizschwelle, haben schon Blaauw und Pekelharing (23) geantwortet. Es ist wohl nicht nötig, hier noch einmal anzugeben, was diese beiden Autoren gegen Polowzow angeführt haben. Trotzdem erschien 1911 eine vorläufige Mitteilung von Arisz (1), in der an Hand von Versuchen abermals das Vorhandensein einer Reizschwelle abgestritten wird. Leider sind in dieser Mitteilung

zu wenig Einzelheiten angegeben, als daß man sich ein definitives Urteil darüber bilden könnte, ob die von Arisz angeführten Versuche und Kurven wirklich gegen das Vorhandensein einer Reizschwelle sprechen.

Nybergh (20) schließt sich der Ansicht von Arisz an und hält die Schwellenwerte, die bis jetzt experimentell bestimmt wurden, für relative Werte, die von der Genauigkeit der Beobachtung abhängig seien: »Theoretisch wird die Schwelle als diejenige Entfernung von der Lichtquelle bestimmt, wo die Zahl der eben merkbar gekrümmten und der ungekrümmten Keimlinge gleich ist. In Wirklichkeit sind aber die beiden Kategorien von Pflanzen durch kontinuierliche Übergänge verbunden und die Zahl der gekrümmten hängt ganz von der Genauigkeit der Beobachtung ab. Hat doch Arisz gezeigt, daß auch die winzigsten Lichtmengen als Reizbeantwortung eine deutlich merkbare Asymmetrie der überaus lichtempfindlichen konischen Spitzen der Avena-Koleoptilen hervorrufen.«

Bei meinen Versuchen konnte ich jedoch bei ungekrümmten Exemplaren nur in den seltensten Fällen ein solches Asymmetrischwerden der Koleoptilspitzen beobachten.

Mir scheint der scharfe Knick, den die Kurven der Fig. 2 von Arisz am Grunde aufweisen, viel eher dafür zu sprechen, daß Blaauws Auffassung der Reizschwelle die richtige ist, wenn er sagt: »Es wird also mit Nachdruck hervorgehoben, daß das makroskopisch eben Merkwürdigen der phototropischen Reaktion nicht nur ein willkürlich gewähltes Moment in einer schon lange Zeit eingetretenen Reaktion ist, sondern daß dieses makroskopische Sichtbarwerden sehr bestimmt den allerersten Anfang einer neuen Phase angibt, in welche die Reaktion eben oder höchstens seit 2—3 Minuten getreten ist.«

Auch van der Wolk (39) beruft sich auf Arisz und verwirft für seine Versuche die Anwendung der Schwellenbestimmung. Als Maß für die Empfindlichkeit eines Pflanzenteils gebraucht er die Zeit, in der bei bestimmter Temperatur eine durch eine gewisse Lichtmenge hervorgerufene maximale Krümmung erreicht wird. Diese Methode ist meines Erachtens gänzlich unzulässig, da die Krümmungsfähigkeit eines Organs und anderer Faktoren bei dem früheren oder späteren Erreichen einer

maximalen Krümmung soviel mitsprechen, daß aus dieser Reaktionszeit irgendwelche Schlüsse auf die Größe der Erregung nicht gezogen werden können. Überdies zeigen die übereinstimmenden Resultate der verschiedenen Autoren, die in letzter Zeit Schwellenbestimmungen vorgenommen haben, wie Bach (2), Fröschel (10), Blaauw (3), Pekelharing (23), Rutgers (32) u. a., sehr deutlich, daß wir es bei Versuchen mit Schwellenreizung mit einem festen Punkt im Krümmungsprozeß zu tun haben, der wohl zu Vergleichen herangezogen werden kann.

Aus diesen verschiedenen Gründen hielt ich mich für berechtigt, bei meinen Versuchen die Schwellenmethode anzuwenden, und meine Resultate bestätigten meine Vermutung, daß wir es hier mit einem bestimmten festen Punkt im Krümmungsprozeß zu tun haben.

Der größte Teil der vorliegenden Experimente wurde mit Koleoptilen von *Avena sativa* ausgeführt, da sich dieselben wegen ihres physiologisch radiären Baues ihrer großen heliotropischen Empfindlichkeit und der relativ geringen individuellen Verschiedenheiten am besten dazu eignen.

Um nachzuprüfen, ob die bei *Avena* getroffenen Befunde auch für andere Objekte Gültigkeit haben, wurden dieselben Versuche mit *Sinapis alba* wiederholt. Und schließlich wurden noch die Sporangienträger von *Phycomyces nitens* in den Kreis der Untersuchung gezogen, um zu konstatieren, ob sich bei einzelligen Gebilden die Dinge gerade so verhalten, wie bei vielzelligen Keimlingen der höheren Pflanzen. Die Versuche mit *Sinapis* und *Phycomyces* tragen nur den Charakter von Kontrollversuchen, auf genaue Zahlenwerte kam es mir hier nicht an. Es sollte lediglich gezeigt werden, daß die Dinge im Prinzip hier gerade so liegen wie bei *Avena*.

Experimenteller Teil.

Methodik.

Die vorliegenden Versuche wurden in einem kleinen Gewächshaus des Freiburger botanischen Gartens ausgeführt. Dasselbe war etwa 6 Meter lang und in der Mitte durch eine Querwand in zwei Hälften geteilt. Die hintere Hälfte war dadurch zur Dunkelkammer eingerichtet, daß die schiefe Glasüberdachung

mit Stroh, Brettern und Erde bedeckt war. Die Zwischenwand, welche die vordere Hälfte von dem hinteren dunklen Teil des Hauses trennte, besaß eine Türöffnung, die durch einen Vorhang aus schwarzem Tuch lichtdicht verschlossen war. Außerdem befand sich nach dem hellen Teil des Gewächshauses zu ein kleiner Vorbau vor der Türöffnung, der ebenfalls mit schwarzem Tuch überspannt und mit einem Vorhang versehen war. Diese Einrichtung gestattete es, jederzeit die Dunkelkammer zu betreten, ohne daß Licht in dieselbe gelangen konnte, und ähnelte in ihrer Ausführung derjenigen, die Nathanson und Pringsheim (19) angeben.

In der Hinterwand des Gewächshauses befand sich eine kreisrunde Öffnung von etwa 35 cm Durchmesser, in welcher ein Ventilator eingebaut war, der durch einen starken Elektromotor betätigt werden konnte. Durch eine vor der Ventilatoröffnung angebrachte Blechkappe wurde Lichtzutritt von außen vermieden. Sie war nach Art der bekannten Lichtfänger auf den Zylindern der photographischen Dunkelkammerlampen gebaut. Da der Motor mit dem Ventilator nur mittels einer Riementransmission verkuppelt war, konnte man je nach Bedarf den Ventilator in der einen oder anderen Richtung laufen lassen. Zum Lüften der Dunkelkammer wurde Luft ausgepumpt, zur Regelung der Temperatur im Gewächshause wurde sie eingesaugt. Die lichtdichte Blechkappe vor der Außenöffnung gestattete es, daß auch gegebenenfalls Ventilation während eines Versuchs vorgenommen werden konnte.

Die Heizung bestand in der üblichen Warmwasserheizung der Gewächshäuser und wurde so reguliert, daß die Temperatur in der Dunkelkammer etwa 20° betrug. Zwar verhinderte die dicke Verdunkelungseinrichtung über dem Glasdach im Winter eine starke Wärmeabgabe und im Sommer ein wesentliches Steigen der Temperatur durch die Sonnenstrahlen, aber es gelang doch wegen der schlechten Konstruktion der veralteten Heizungsanlage nicht immer, die Temperatur auf gleicher Höhe zu halten, so daß ich mich darauf beschränken mußte, während der Versuche die Temperatur auf etwa 20° C zu halten. Tiefer als 19° sank die Temperatur nie. In der Regel schwankte sie zwischen 20 und 22° C, und in Ausnahmefällen stieg sie auf

23 oder 24⁰ C. Wie wir durch die Untersuchungen von Nybergh (20) wissen, ist die Größe der phototropischen Erregung unabhängig von der Temperatur, im Gegensatz zum Geotropismus [Bach (2), Rutgers (32)]. Die oben angeführten geringen Schwankungen dürften also auf die Resultate keinen Einfluß haben. Um die Luftfeuchtigkeit auf der nötigen Höhe zu halten, standen auf den Heizröhren Tongefäße mit Wasser, die ständig gefüllt gehalten wurden. Es gelang so, eine Luftfeuchtigkeit von durchschnittlich 80—90 % zu erzielen.

Das Innere der improvisierten Dunkelkammer, vor allem die Innenseite des Glasdaches waren naturgemäß nicht mattschwarz gestrichen. Es war daher nötig, die Versuchsobjekte durch besondere Einrichtungen, über die weiter unten berichtet werden soll, vor reflektiertem Licht zu schützen.

Zur Beleuchtung des Gewächshauses wurde ausschließlich elektrisches Licht verwandt, so daß der Raum gänzlich frei war von irgendwelchen schädlichen Verbrennungsgasen (Richter [29, 30]). Einige Schwierigkeiten bot zunächst die Wahl der Lichtquelle, mit der die Versuchsobjekte belichtet werden sollten. Die Hauptbedingung war natürlich, daß paralleles Licht zur Anwendung kam, da man sonst dessen Einfallswinkel auf die Keimlinge nicht einwandfrei festlegen konnte. Zunächst lag es nahe, als Lichtquelle einen Projektionsapparat mit Bogenlampe und Linseneinrichtung zu verwenden, doch stellten sich bei dieser Art von Beleuchtung schwer zu beseitigende Nachteile heraus. Erstlich war es schwer, in der nur 3 Meter langen Dunkelkammer eine große Projektionslampe unterzubringen; zweitens ist das Licht der Bogenlampe so stark, daß man auch bei Anwendung von Rauchgläsern sehr präzise Apparate benötigt hätte, um die einer so hohen Intensität entsprechenden kurzen Belichtungszeiten einigermaßen genau einzuhalten, und die Schwellenbestimmungen wären auf diese Weise wenig genau geworden. Und schließlich ist die Helligkeit auf dem Querschnitt des so erhaltenen parallelen Lichtbündels durchaus ungleich verteilt; die Mitte ist am hellsten und die Intensität nimmt nach dem Rande des Bündels zu ziemlich stark ab. Aus diesen Gründen wurde vom Gebrauch eines Linsensystems zur Erzeugung parallelen Lichtes Abstand genommen.

Nach einigem Suchen entschloß ich mich dann, eine Nernstlampe mit Vertikalbrenner zu verwenden, die bei 1,0 Amp. und 125 Volt etwa 170 M.-K. abgab. Die Lampe befand sich ohne Glasglocke in einem Blechkasten, der in der Vorderwand lichtdicht abgeschlossen einen photographischen Fallverschluß trug. Man kann die divergenten Strahlen einer solchen Lichtwelle als parallel annehmen, wenn eine Entfernung von mindestens 5 Meter von derselben eingehalten wird. Nimmt man die Länge des Versuchskeimlings mit etwa 3 cm an, und berücksichtigt, daß die Länge des leuchtenden Stabes des Nernstbrenners auch etwa 3 cm beträgt, so ergibt eine einfache Winkelberechnung, daß in 5 Meter Abstand von der Lichtquelle die maximale Abweichung der Strahlen von der parallelen nur etwa $\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt, eine Größe, die man gewiß als weit unterhalb der Fehlergrenzen liegend bezeichnen kann. Es wurde also Sorge getragen, daß bei den Versuchen die Objekte mindestens in 5 Meter Abstand von der Lichtquelle aufgestellt waren. Meist standen sie in 6—8 Meter Entfernung, in einigen wenigen Fällen betrug der Abstand 5,15 Meter und 5,25 Meter.

Da die Länge des Gewächshauses nicht ausreichte, um derartige Entfernungen herzustellen, so wurde der Lichtstrahl vermittlems zweier Spiegel im Raume hin- und hergeschickt (Fig. 1).

Der Blechkasten mit der Lampe stand an der Hinterwand der Dunkelkammer, möglichst hoch, und schickte die Strahlen horizontal auf den ersten Spiegel, der sich neben der Tür an der Querwand befand. Von dort fiel das Lichtbündel je nach Bedarf horizontal oder etwas geneigt auf den zweiten Spiegel, der sich neben dem Lampenkasten befand, und seinerseits den Lichtstrahl in dem gewünschten Winkel von oben nach unten oder horizontal über den Tisch hinweg reflektierte. Da diese Spiegel bei allen Versuchen benützt wurden, und es bei diesen Versuchen nur auf relative Schwellenwerte ankommt, so habe ich die an und für sich geringe Absorption der beiden Spiegel unberücksichtigt gelassen.

Vermittels der Nernstlampe erhält man ein sehr konstantes, an chemisch wirksamen Strahlen reiches Licht. Eine Zeitlang wurde der Strom durch ein Ampèremeter kontrolliert und es zeigte sich hierbei, daß die Schwankungen im Netz nur ganz

unbedeutend waren und also für das konstante Brennen der Lampe nicht in Betracht kamen. Da die Lebensdauer der *difficilen* Brenner gewöhnlich nicht sehr groß ist, so war eine Abnahme der Helligkeit während dieser kurzen Zeit nicht zu befürchten.

Es genügte also die Helligkeit der einzelnen Brenner vor Gebrauch einmal zu bestimmen, doch mußte ein neuer Brenner zunächst 1—2 Stunden brennen, um in Zukunft konstant zu sein. Nur ein einziger Brenner war solange brauchbar, daß es geraten schien, seine Helligkeit einige Male zu kontrollieren, alle anderen brannten sehr frühzeitig durch. Das Bestimmen der Lichtstärke wurde im physikalischen Institut¹ mit einem Lummer-Brodhumschen Photometer und einer Vergleichs-Metallfadenlampe vorgenommen, welche letztere mit bestimmter Stromstärke (72 Volt, 0,407 Amp.) 25,8 Meter-Kerzen abgab. Die Nernstlampe wurde jeweils einige Minuten vor Versuchsbeginn eingeschaltet, um die Gewähr zu haben, daß sie bis zur Belichtung der Keimpflanzen ihre normale Helligkeit erreicht hatte.

Um die Intensität des Lichtes abzuschwächen, standen drei Wege offen. Entweder stellte man die Versuchsobjekte in noch größerer Entfernung von der Lichtquelle auf als bisher; dies konnte bei dem kleinen Raum, den die Dunkelkammer bot, nur durch Anwendung von noch mehr Spiegeln erreicht werden. Abgesehen von Raumschwierigkeiten, schien auch sonst diese Anordnung wenig zweckmäßig. Oder aber der Strom, der die Nernstlampe speiste, konnte mit Widerstand und Ampèremeter erniedrigt werden; doch ändert sich hierbei die Zusammensetzung des Lichtes so wesentlich, daß auch hier einheitliche Resultate nicht hätten erhalten werden können. So war denn die dritte Möglichkeit die zweckmäßigste, die Intensität durch Vorschalten von Rauchgläsern zu verringern, die auf den strahlenförmigen Gang des Lichtes und auf dessen Zusammensetzung keinen Einfluß hatten. Es standen drei Rauchglasplatten zur Verfügung, die, wie umfangreiche sorgfältige Bestimmungen zeigten, dieselbe Absorption hatten; der Absorptions-Koeffizient betrug

¹) Für liebenswürdiges Entgegenkommen in dieser Hinsicht bin ich Herrn Geheimrat Himstedt zu Dank verpflichtet.

bei einem Glas 2,345, so daß bei Anwendung von einem Glas die Intensität etwa auf die Hälfte reduziert wurde, bei zwei etwa auf ein Fünftel, und bei drei Gläsern etwa auf ein Zwölftel. Es lag nicht in meiner Absicht, das Reizmengengesetz nachzuprüfen, die Anwendung verschiedener Intensitäten sollte lediglich eine Kontrolle der einzelnen Resultate bieten. Jedoch zeigten die Resultate, daß auch bei Lichteinfall unter den verschiedensten Winkeln das Reizmengengesetz seine Gültigkeit beibehält.

An der Öffnung des Momentverschlusses befand sich ein innen mattschwarz gestrichenes Ansatzrohr, das eine Kappe aus schwarzem Papier trug. In dieser war ein viereckiger Ausschnitt angebracht, der gerade so groß war, daß das Lichtbündel, das den ersten Spiegel traf, eben den ganzen Spiegel beleuchtete. Hinter dem zweiten Spiegel war ein Stück schwarzes Tuch angebracht, um eine diffuse Reflektion von der hellen Gewächshauswand zu verhindern. Sollten die Versuchsobjekte in der Horizontalen, also unter einem Winkel von 90° belichtet werden, so wurden, wie schon angedeutet, die Spiegel so gestellt, daß das Lichtbündel, vom zweiten horizontal über den Tisch an der Längsseite der Dunkelkammer fiel (Fig. 1, S. 63). Das schiefe Glasdach über dem Versuchstisch wurde in diesem Falle mit einem großen Stück schwarzen Tuches überspannt; den Lichtabschluß nach der Mitte der Dunkelkammer zu bewirkte ein hochziehbarer Vorhang aus ebensolchem Stoff. Die Querwand, welche die beiden Hälften des Gewächshauses schied, war an der Stelle, wo sie vom Lichtbündel getroffen wurde, schwarz gestrichen. Auf diese Weise befanden sich die Versuchsobjekte in einer heliotropischen Kammer, in die das Licht nur von der Seite des zweiten Spiegels aus einfallen konnte. Irgendwelche Lichtwirkung des durch den Raum kreuzenden Lichtbündels war also vollständig ausgeschlossen.

Auf dem Versuchstisch befand sich ein zwei Meter langes schwarzes Brett, auf dem die Entfernung von der Lichtquelle von 5:5 cm aufgetragen war. Auf diesem Brett wurden bei den ersten Versuchen die Objekte, die sich zu zwei bis drei in kleinen Tonzylindern befanden, in Abständen von 5 cm aufgestellt, in ähnlicher Weise, wie es Blaauw (3) angibt. Da das Lichtbündel aber nur eine Breite von ca. 20 cm hatte, so

war es nicht möglich, die Tonzylinder in einer langen schiefen Reihe aufzustellen, ohne daß die Keimlinge einander beschatteten. Es wurden daher immer 6 Köpfe in einer Staffellinie über die Breite des Brettes verteilt und die dritte und vierte Staffellinie wurde durch untergelegte schwarze Leisten erhöht, so daß gegenseitige Beschattung der Keimlinge auf diese Weise ausgeschlossen war. Die Tonzylinder waren während des Versuchs mit Hülsen aus schwarzem Papier umgeben, um eventuelle Reflektionen an den hellen Töpfen zu vermeiden. Gerade wie bei Blaauw wurde auch hier versucht, diejenige Entfernung vom Licht von bekannter Intensität zu finden, in der bei bestimmter Belichtungsdauer die gekrümmten Keimlinge aufhören und die geraden anfangen sollten. Es zeigte sich jedoch, daß infolge der individuellen Verschiedenheiten der einzelnen Keimlinge diese Grenzzone ziemlich lang und undeutlich war, so daß die Schwellenbestimmung nicht sehr genau ausfiel. Dies dürfte wohl mit ein Grund sein, warum die Zahlen von Blaauw so relativ starke Abweichungen vom Mittel zeigen.

Es galt also, eine Methode zu finden, bei der eine größere Zahl Keimlinge gleichzeitig in derselben Entfernung vom Licht beleuchtet werden konnten. Zur Anwendung gelangte dann in etwas modifizierter Form die Methode, die Rutgers (32) bei seinen geotropischen Präsentationszeitbestimmungen gebrauchte. Die Keimlinge wurden in ein oder zwei Reihen unter Vermeidung gegenseitiger Beschattung in Holzkästen von 20 cm Länge, 4 cm Breite und 6 cm Höhe gepflanzt. Von diesen Kästen wurden drei in je 50 cm Abstand voneinander auf dem schwarzen Brett quer zur Lichtrichtung aufgestellt. Der zweite und dritte Kasten wurde entsprechend erhöht, um Beschattung der Keimpflanzen zu vermeiden. Die Belichtungsdauer wurde dann so gewählt, daß in dem mittleren Kasten (B) ungefähr 50% gerade und 50% gekrümmte Keimlinge gefunden wurden. Im vorderen Kasten (A) krümmten sich dann etwa 70—80% und im hinteren (C) 20—30%. Aus den Prozentzahlen einer größeren Anzahl solcher Einzelversuche wurde dann das Mittel genommen, und durch Interpolieren der Punkt festgestellt, an dem theoretisch 50% gerade und 50% gekrümmte Keimlinge auftreten sollten. Die Lichtintensität, die an diesem Punkte herrschte,

multipliziert mit der Belichtungsdauer in Sekunden, ergab dann die Reizschwelle unter den gegebenen Bedingungen in Meter-Kerzen-Sekunden.

Nachdem so die Schwelle bei horizontalem Lichteinfall festgestellt war, wurde dazu übergegangen, das Licht unter verschiedenen Winkeln von oben und von unten auf die Versuchsobjekte einwirken zu lassen (Fig. 2 u. 4, S. 63). Hierzu wurde eine Leiter mit drei Sprossen in je 50 cm Abstand voneinander hergestellt, die von einem mit schwarzem Tuch bespannten Lattengestell überbaut war. An der einen Längswand wurde das Tuch am unteren Ende nicht befestigt, so daß dasselbe hier wie ein Vorhang herunterhing und die drei Kästen mit den Objekten von dieser Seite her auf die drei Sprossen gestellt werden konnten. Die Latten des Gestells waren schwarz gestrichen (Fig. 3, S. 63). Das ganze Gestell konnte unter verschiedenen Winkeln gegen die Vertikale geneigt aufgestellt werden. Die Winkel lagen wurden dadurch bestimmt, daß ein rechtwinkeliges Komplementdreieck aus Pappe an eine der Seitenlatten angelegt wurde, und die Neigung so lange geändert wurde, bis eine auf die obere Kathete des Pappdreiecks aufgelegte Wasserwaage horizontal stand. Das Gestell befand sich dann so unter dem zweiten Spiegel, daß dessen Licht von oben in dasselbe hineinfiel. Waren die Versuchsobjekte dann in normaler vertikaler Lage auf den drei Sprossen der Leiter aufgestellt, so mußte das Licht, um die Keimlinge unter dem gewünschten Winkel zu treffen, den Seitenlatten der Leiter parallel laufen. Dies wurde dadurch kontrolliert, daß am oberen dem Licht zugekehrten Ende des Gestells ein Lineal auf die Leiterlatten gelegt wurde. Hatte das Licht die gewünschte Winkellage zur Vertikalen, so mußte am unteren Ende der Leiter der Schatten des Lineals den Seitenlatten des Gestells gerade so anliegen, wie dies das Lineal oben selbst tat. Auf diese Weise gelang es mit sehr großer Genauigkeit, das Licht unter bestimmtem Winkel auf die Versuchspflanzen auffallen zu lassen. Beim Anbringen der drei Sprossen an der Leiter war von vorneherein darauf achtgegeben worden, daß die Versuchspflanzen beim Belichten sich nicht gegenseitig beschatten konnten.

Nach der Belichtung wurden die Versuchskästen jeweils

unter einen großen Dunkelsturz gestellt. Die Beobachtung der Krümmungen geschah bei einer starken roten elektrischen Dunkelkammerlampe.

Die gewöhnlichen roten Birnen aus Rubinglas von 25 Kerzen fanden deswegen keine Anwendung, weil dieselben, wenn sie wirklich monochromatisch rot sind, nur geringe Helligkeit besitzen, und infolgedessen die Beobachtung sehr erschwert wird. Nach verschiedenen mißglückten Versuchen gelang es, eine rote Überglocke ausfindig zu machen, die, wie die spektroskopische Prüfung zeigte, wirklich nur rotes Licht durchließ, und in die eine 50kerzige Omegalampe hineinpaßte. Diese Lampe gab genügend helles Licht zur Beobachtung der Krümmungen und erwärmte sich relativ wenig. Der größte Teil der Versuche wurde mit Hilfe dieser Lampe ausgeführt.

Versuche mit *Avena sativa*.

Als Versuchspflanzen dienten bei den meisten Versuchen, wie schon angedeutet, die Koleoptilen von *Avena sativa*. Eine sehr großkörnige Sorte, die ausgezeichnet keimte, erhielt ich von einem Gut in der Wetterau. Von Herbst 1911 bis Herbst 1912 verwandte ich ausschließlich dieses Saatgut. Da ich infolge des nassen Sommers im Herbst 1912 leider von dort keinen Hafer mehr bekommen konnte, so sah ich mich gezwungen, mich nach einer anderen Quelle umzusehen. Nach längerem Suchen entschloß ich mich, mit Ligowo-Hafer weiterzuarbeiten, den ich von I. C. Schmidt in Erfurt bezog.

Gleich hier möchte ich bemerken, daß ich bei den verschiedenen Sorten, die ich auf ihre Tauglichkeit prüfte, die gleiche Schwelle bei horizontalem Lichteinfall von ungefähr 12,2 M.-K.-S. fand.

Die Haferkörner wurden zunächst entspelzt und darauf 24 Stunden gequell. Das Quellen wurde auf dieselbe Weise vorgenommen, die Pringsheim (27) angibt. Die Körner befanden sich in einer großen Glasdose auf feuchtem schwarzem Lodenstoff. Nach 24 Stunden waren dann die Samen sehr gleichmäßig gekeimt, so daß die Coleorrhiza ihre größte Ausbildung erreicht hatte. Darauf wurden die Samen in die eben erwähnten Holzkästen in gesiebten Reinsand gesetzt und gut

feucht gehalten. Die weißen Coleorrhizen hoben sich sehr schön von der dunklen Tuchunterlage ab und es fiel sehr leicht, auf diese Weise ganz gleichmäßig gekeimte Samen herauszusuchen. Die Samen waren in den Kästen alle in gleicher Weise orientiert, so daß die Hauptnutations ebene (Rothert) [31] der späteren Keimlinge mit der Längsachse der Kästen zusammenfiel, daß also die Belichtung und die heliotropische Krümmung senkrecht zu dieser Ebene stattfand. Die Holzkästen wurden dann in der Dunkelkammer unter große Dunkelstürze gesetzt und täglich begossen; das geschah nur bei rotem Licht, so daß die Keimlinge vor der Belichtung mit der Nernstlampe von phototropisch wirksamem Licht nicht getroffen wurden. Am dritten Tage nach dem Setzen hatten die Keimlinge dann eine Höhe von 1,5—3 cm erlangt und waren gebrauchsfähig.

Einige Worte möchte ich noch sagen über die in der Literatur schon verschiedentlich berührten Fragen, worauf das zeitweilig auftretende starke Auswachsen des Hypokotyls der Avena-Keimlinge beruht. Pringsheim (27) 1909 gibt an, daß er Phalaris zu Versuchen nicht brauchen konnte, »weil es im Dunkel sehr bald (wie später auch Avena)¹ sein Hypokotyl entwickelt . . .«. Eine Angabe, welches der Grund hierfür sein könnte, macht er nicht. Blaauw (3) hält dann zu tiefe Temperatur für den Grund dieser Erscheinung und sagt: »Eine günstige Temperatur ist für die Kultur brauchbarer Pflänzchen sehr erwünscht, da bei niedrigerer Temperatur das Internodium sich oft stärker, die Koleoptile sich oft weniger gut entwickelt«. Und dann weiter unten: »Bei Kultur unter günstigen Verhältnissen bleibt das Internodium aber fast immer kurz und die Koleoptile stand immer senkrecht in der Erde«. Rutgers (32) bezweifelt die Richtigkeit dieser Angabe und deutet an, zu hohe Temperatur bei der Kultur könne eher diese Erscheinung hervorrufen als tiefe. Als Hauptgrund sieht er das Fehlen frischer Luft an, stützt aber diese Annahme nicht auf Versuche. Nach Nyberg (20) ist das Auswachsen der Hypokotyle nicht von der Temperatur abhängig.

Auf Grund einiger Versuche bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß mangelnde Feuchtigkeit die Hauptursache des Aus-

¹) Von mir gesperrt.

wachsens der Hypokotile ist. Werden gut angequellte Samen, deren Wurzeln gerade im Begriff sind, die Coleorrhiza zu durchbrechen, in Sand gesetzt und feucht gehalten, so entstehen niemals Hypokotile, ob die Kulturen sich nun in höherer oder tieferer Temperatur befinden. Sind jedoch die Samen schlecht gequellt, so zeigen die Hypokotile sich sehr leicht, wenn die Kulturen nicht sehr sorgfältig feucht gehalten werden. Aus diesem Grunde ist es wenig empfehlenswert, die Samen ganz mit Wasser bedeckt oder zwischen Fließpapier zu quellen, da auf diese Weise, wohl unter dem Einfluß des Sauerstoffmangels, die Samen niemals so schnell und gleichmäßig keimen wie sie das tun, wenn man sie offen auf eine feuchte Unterlage legt.

Daß nicht mangelnder Sauerstoff an der Entwicklung der Internodien schuld ist, geht daraus hervor, daß Samen, welche ungequellt in mäßig feuchten Sand gesetzt werden, bei denen der Sauerstoff also ungehindert Zutritt hat, immer ein sehr starkes Hypokotil entwickeln. Andererseits gelang es mir, aus ausgezeichnet vorgequellten Samen dadurch gute Internodien zu erhalten, daß ich dem Sand gerade nur soviel Wasser gab, daß er eben nicht trocken wurde. Wenn Rutgers die Vermutung ausspricht, zu hohe Temperatur sei hierfür maßgebend, so glaube ich dies darauf zurückführen zu können, daß bei hoher Temperatur die Feuchtigkeit in seinen Kulturgefäßen zu rasch verdunstete, und daß infolgedessen die Internodien auswachsen. Aus demselben Grunde wuchsen seine Keimlinge wieder normal, als er die Kulturen ins Freie stellte; hier herrschte, wie aus seinen Worten hervorgeht, eine tiefere Temperatur, die das Wasser des Kulturbodens nicht so sehr zum Verdunsten brachte. Ich hielt es für nicht unwichtig, diese Erfahrungen hier etwas ausführlicher mitzuteilen, weil die Experimente oft durch das Auswachsen der Hypokotile unliebsame Unterbrechungen erfahren und es doch möglich zu sein scheint, durch sorgfältiges Gießen der Pflanzen solchen lästigen Aufenthalt zu vermeiden.

Hatten die Koleoptile eine Länge von 2—3 cm erreicht, so wurden sie zu Versuchen verwandt. Es ist nicht ratsam, die Keimlinge größer als 3 cm werden zu lassen, da sie dann, wie schon Boysen Jensen (13) angibt, eine erhöhte Tendenz zu

Nutationen zeigen. Waren die Keimlinge gebrauchsfertig, so wurden die Kästen bei rotem Licht unter den Dunkelstürzen hervorgeholt. Die schlechtgewachsenen Exemplare wurden mit einer Pinzette entfernt und solche, die nicht ganz vertikal standen, wurden durch Andrücken des Sandes gerichtet. Da die Koleoptile bei der herrschenden hohen Luftfeuchtigkeit immer Wassertropfen an der Spitze hängen hatten, so wurden diese mit Hilfe der Pinzette vorsichtig an den Keimlingen herabgeführt, ohne das Stengelchen zu berühren. Das Entfernen der Wassertropfen ist deswegen von wesentlicher Bedeutung, weil sonst unkontrollierbare Strahlenbrechungen beim Belichten die Folge sein könnten, die den Wert der Resultate hätten in Frage stellen können. Während der Belichtung fehlten also solche Wasseransammlungen vollständig. Die Tropfen bildeten sich erst nach $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden wieder.

Drei in dieser Weise vorbereitete Kästen wurden dann an den vorher bestimmten Plätzen auf dem Tisch oder auf den drei Sprossen der Leiter in je 50 cm Abstand voneinander aufgestellt. Alsdann wurde der Momentverschluß durch einen Drahtauslöser geöffnet und nach bestimmter Zeit wieder geschlossen. Die Belichtungszeiten wurden auf einer Stoppuhr abgelesen. Nach der Exposition kamen die Kästen unter einen Dunkelsturz. Nach einer Stunde fand die erste Ablesung statt. Wie bei Blaauw, so zeigte sich auch bei meinen Versuchen, daß die Keimlinge nach etwa einer Stunde zu reagieren begannen. Es wurden dann in Abstand von je einer Viertelstunde 5 Ablesungen vorgenommen, bei denen jeweils die gekrümmten Keimlinge notiert wurden. Es ist besser, wenn jeder Keimling seine bestimmte Nummer hat und im Protokoll immer nur die Keimlinge notiert werden, die eine deutliche Krümmung zeigen, als wenn man wie Rutgers (32) nur jeweils die Anzahl der gekrümmten Keimlinge aufschreibt. Wie schon Rother t (31) angibt, führen die Keimlinge während der heliotropischen Krümmung Oscillationen in der Krümmungsebene aus, die bei so kleinen Krümmungen, wie wir sie bei Schwellenbestimmungen erhalten, häufig einen Keimling bei der zweiten Ablesung ungekrümmt erscheinen lassen, der vorher gekrümmt war und späterhin sich wieder mit etwas verstärkter Amplitude deutlich

krümmt. Nach zwei Stunden nehmen die Krümmungen dann an Größe ab, und die Keimlinge beginnen sich wieder gerade zu strecken. Weitere Ablesungen haben dann keinen Zweck mehr. Es wurden immer nur ganz einwandfreie Krümmungen notiert; solche Keimlinge, bei denen die Krümmungen nicht ganz sicher waren, wurden außer acht gelassen, da sie, wenn wirklich eine minimale heliotropische Krümmung vorgelegen hatte, bei einer der nächsten Ablesungen sicher einwandfrei gekrümmt waren.

Ich lasse nun das Protokoll eines einzelnen Versuchs folgen, um zu zeigen, in welcher Weise die einzelnen Versuche angestellt wurden.

Vorausschicken will ich noch folgendes: Der Kasten, der der Lichtquelle am nächsten stand, wurde immer mit A bezeichnet, der zweite mit B und der letzte mit C. In jedem Kasten befanden sich zwei Reihen Keimlinge, die sich gegenseitig nicht beschatten konnten, da die Keimlinge der zweiten Reihe hinter den Zwischenräumen zwischen denen der ersten Reihe standen. Im A-Kasten wurde die dem Licht näher stehende Reihe mit A bezeichnet, die zweite Reihe mit a; desgleichen hießen die beiden Reihen im B-Kasten und im C-Kasten B und b resp. C und c. Im Kopf der Protokolle ist jeweils angegeben, wieviel Koleoptile jede Reihe enthielt und hinter den Ablesungen folgt jeweils eine Zusammenstellung aller Pflanzen, die sich im Laufe des Versuchs gekrümmt hatten. Am Schluß ist dann noch die Zahl der gekrümmten Pflanzen in den drei Kästen in Prozenten angegeben. Die Winkel, unter denen das Licht die Pflanzen traf, beziehen sich auf die Richtung der Lichtstrahlen zur Vertikalen, so daß ein Winkel von 15° eine Beleuchtung steil von oben darstellt, 90° bedeutet horizontalen Lichteinfall, und 150° Beleuchtung schief von unten.

Versuch No. 196.

27. 7. 12. *Avena sativa*. Nernstbrenner 4b.

78 Keimlinge 1—2 cm groß.

3 Kästen 6,45 m; 6,95 m; 7,45 m Entfernung von der Lampe.

Relative Luftfeuchtigkeit 97%. 21° C.

Belichtung 9 Sekunden. 1 Rauchglas.

Lichteinfall unter 65° .

Beginn 9 Uhr 25 Minuten.

A 10; a 13; B 14; b 13; C 14; c 14.

10 Uhr 25. A 1 2 3 6 10; a 11; B 2 6 7 10; b 5 8 10; C 3 10; c 9 13.

10 Uhr 40. A 1 2 3 6 9 10; a 2 10 12; B 1 2 5 6 7 10; b 5 8 9 10;
C 3 4 5 10; c 6 7 8 9 13.

10 Uhr 55. A 1 2 3 4 6 9 10; a 1 2 8 9 11 12; B 1 2 5 6 7 10; b 5 8
9 10; C 3 4 5 10; c 7 8 9 13.

11 Uhr 10. A 1 2 3 4 6 9 10; a 1 2 8 9 11 12; B 1 2 5 6 7 8; b 5 8
9 10; C 3 4 5 10; c 7 8 9 13.

11 Uhr 25. A 1 2 3 4 6 9 10; a 1 2 11; B 1 2 5 6 7 8; b 5 8 9 10;
C 3 4 5 10; c 6 7 9 13.

A 1 2 3 4 6 9 10; a 1 2 8 9 11 12; B 1 2 5 6 7 8 10; b 5 8 9 10;
C 3 4 5 10; c 6 7 8 9 13.

A = 57%. B = 41%. C = 32%.

Dieser Versuch mag als Beispiel für sämtliche mit Hafer und Senf ausgeführten Versuche gelten. Die Verwertung der Einzelversuche habe ich schon früher angegeben. Es ist nur noch dazu zu bemerken, daß natürlich nur solche Prozentzahlen zur Berechnung eines Mittels verwendet werden konnten, die mit ein und demselben Brenner mit der gleichen Zahl von Rauchgläsern und zur gleichen Belichtungszeit erhalten waren.

Ich lasse nun in Tabellenform die Resultate der einzelnen Versuche mit verschiedenem Lichteinfall folgen und zwar ungefähr in der Reihenfolge, in der ich die Wirkung der verschiedenen Winkellagen untersuchte.

I. Lichteinfall unter 90° .

Zunächst galt es, die Schwelle bei horizontalem Lichteinfall festzustellen. Zur endgültigen Berechnung wurden nur die Versuche verwandt, die mit den Holzkästen ausgeführt wurden. Bei den wenigen Versuchen mit Tonzylindern fand ich fast genau dieselbe Schwelle wie bei den späteren Versuchen. Als mittlere Reizschwelle wurde eine Lichtmenge von 12,2 M.-K.-S. festgestellt. Diese Zahl resultiert aus im ganzen 33 Versuchen, die mit 2200 Keimlingen angestellt waren. Tabelle 23 und 24 geben die Einzelwerte der Anfangsbestimmung, die mit zwei verschiedenen Intensitäten angestellt wurden. Später führte ich eine Anzahl von Kontrollversuchen mit drei verschiedenen

Intensitäten aus, die dasselbe Resultat ergaben und die sich Tabelle 25, 26, 27 finden. Als ich dann Herbst 1912 meine Versuche mit einer anderen Hafersorte fortführen mußte, stellte ich bei dieser zunächst ebenfalls die Schwelle für horizontalen Lichteinfall fest; diese Versuche sind in Tabelle 28 zu finden. Diese Bestimmungen ergaben Werte, die so genau mit denen der früheren Hafersorten übereinstimmten, daß ich mich für berechtigt hielt, sie mit zur Mittelberechnung zu verwenden. Die durch all diese Versuche erhaltene Schwelle stimmt wenig mit derjenigen überein, die Blaauw bei seinen Haferversuchen erhielt. Bei Blaauw ist der Mittelwert für die Lichtmenge, die im Dunkeln gerade noch eine Nachwirkung bei 50% der Versuchspflanzen hervorruft, ungefähr 20 M.-K.-S. Recht gut stimmen dagegen die oben angegebenen Resultate mit denen von Nybergh (20) überein. Dieser fand für Avena-Koleoptile eine Schwelle von etwa 15 M.-K.-S.; zu seinen Versuchen verwandte er eine 15kerzige Kohlenfadenlampe. Berücksichtigt man den größeren Reichtum an chemischen wirksamen Strahlen der Nernstlampe, so ist die noch etwas tiefer liegende Schwelle, die ich fand, leicht zu erklären.

II. Lichteinfall unter 45° .

Den Versuchen mit einem Lichteinfall von 45° auf die Pflanze wurde der bei 90° erhaltene Schwellenwert von 12,2 M.-K.-S. zugrunde gelegt. Nachdem das oben beschriebene Tuchgestell unter einem Winkel von 45° aufgestellt und gut befestigt war, wurde der Lichtstrahl entsprechend gerichtet, und die Lattensprossen der Leiter mit der Wasserwage horizontal gestellt. Es wurde nun die Entfernung vom Nernstbrenner bis zur zweiten, mittleren Sprosse festgestellt. Die Intensität des Brenners wurde multipliziert mit dem Kosinus von 45° , um die auf die Keimlinge wirksame Intensität des Lichtes zu erhalten.

Mit Hilfe dieser Daten wurde dann die Belichtungszeit berechnet, während welcher der Reiz wirken mußte, um den Pflänzchen im B-Kasten eine Energie von 12,2 M.-K.-S zu induzieren. Mit dieser Belichtungszeit wurden die ersten Versuche unter 45° angestellt. Da ich, wie aus der Tabelle 17 hervorgeht, ungefähr dieselbe Schwelle fand wie bei horizontalem

Lichteinfall, so legte ich letzterer Schwelle auch die Berechnung der Belichtungsdauer bei anderen Intensitäten zugrunde. Die Resultate finden sich in Tabelle 17, 18 und 19. Die Versuche aus Tabelle 19 wurden viel später ausgeführt als die aus Tabelle 17 und 18 und trugen den Charakter von Kontrollversuchen, da ich erkannt, daß die anderen Versuche, die bisher unter 45° angestellt worden waren, nicht zahlreich genug waren, um einwandfreie Zahlen zu liefern.

Als Resultat dieser Versuche ergab sich ein Mittelwert für die Schwelle bei einem Lichteinfall von 45° von 11,9 M.-K.-S. Dieser Wert weicht so wenig von der für horizontalen Lichteinfall gefundenen Schwelle ab, daß ich vermutete, die Änderungen der Schwelle bei Lichteinfall unter verschiedenen Winkeln hänge nur vom Kosinus des Ablenkungswinkels von der Richtung horizontaler Lichtstrahlen ab. Die kleine Abweichung, welche die Versuche aus Tabelle 17—19 ergab, liegt wohl innerhalb der Fehlergrenzen. Demnach würde beim Heliotropismus dasselbe Sinusgesetz Gültigkeit haben, das Fitting (7) für den Geotropismus aufstellte.

III. Lichteinfall unter 15° .

Schon die nächste Lichtrichtung, die ich untersuchte, zeigte, daß meine Vermutung nicht richtig sein konnte. Die Aufstellung des Tuchgestelles fand in derselben Weise statt, wie bei 45° , nur daß der Winkel mit der Vertikalen diesmal nur 15° betrug. Der Berechnung der Belichtungszeit wurde wieder der Wert von 12,2 M.-K.-S., der bei horizontalem Lichteinfall gefunden worden war, zugrunde gelegt, unter Berücksichtigung der Intensität der Lampe, der Entfernung der Keimlinge von derselben und der Intensitätsabnahme, die das Licht erfährt, wenn es die Pflanzen unter einem Winkel von 15° trifft. Die Intensität der Lampe mußte also mit dem Sinus von 15° resp. dem Kosinus von 75° multipliziert werden. Es zeigte sich bei dem ersten Versuche, daß dieser Schwellenwert offenbar viel zu hoch lag. Die Zahl der Gekrümmten im C-Kasten betrug etwa 80%.

Bei den nächsten Versuchen wurde dann mit der Belichtungszeit langsam heruntergegangen, bis ich die Zeit gefunden hatte,

bei der sich im B-Kasten wieder 50% der Koleoptilen krümmten. Mit dieser Lichtmenge und vier verschiedenen Intensitäten wurden dann eine große Zahl von Versuchen ausgeführt, deren Resultate sehr schön übereinstimmten, wie aus den Tabellen 4—8 zu ersehen ist. Dabei ist noch zu bemerken, daß mit jeder neuen Intensität, die zu Versuchen herangezogen wurde, zunächst einige Versuche angestellt wurden, deren Belichtungszeit einer Lichtmenge von 12,2 M.-K.-S. entsprach. Jedesmal zeigte sich, daß diese Lichtmenge ein gutes Stück oberhalb der Schwelle lag. Späterhin wurden mit dem Erfurter Hafer noch einige Kontrollversuche angestellt, die in Tabelle 9 und 10 zu finden sind, und dieselbe Übereinstimmung mit den übrigen Schwellenbestimmungen bei einem Winkel von 15° zeigten, welche bei horizontalem Lichteinfall mit den zwei verschiedenen Hafersorten erzielt wurde.

Als Resultat dieser Versuche, die etwa 70 an der Zahl mit rund 5000 Keimpflanzen vorgenommen wurden, ergibt sich eine Reizschwelle von 7,3 M.-K.-S., wenn der von oben kommende Lichtstrahl mit der Vertikalen einen Winkel von 15° einschließt.

Dieses Resultat war völlig unerwartet und sprach dafür, daß wie Pringsheim (28) andeutet, in der Tat der Unterschied in der Beleuchtung der Vorder- und Rückseite des Keimlings für die Größe der Perzeption von Bedeutung sei, wenn die Versuche mit weiteren Winkeln ein entsprechendes Resultat zeitigten. Allerdings könnte man einwenden, die erhaltene Zahl läge innerhalb der Fehlergrenzen, besonders, da Blaauw bei seinen Schwellenbestimmungen bei Hafer noch viel größere Abweichungen vom Mittel erhielt. Aber ich glaube, daß dieser Einwand hinfällig ist, wenn man die große Übereinstimmung meiner Einzelwerte berücksichtigt; die Abweichung vom Mittel betrug bei diesem Einfallswinkel im höchsten Fall 1,1 M.-K.-S.

Als ich dann mit den Versuchsobjekten vertraut geworden war, und mich in die Methoden eingearbeitet hatte, waren die Abweichungen, wie aus den späteren Tabellen hervorgeht, viel geringer.

IV. Lichteinfall unter 30° .

Nun wurde ein Einfallswinkel von 30° untersucht und zwar prinzipiell in der gleichen Weise wie vorher. Es wurde wieder

mit den Versuchen begonnen, deren Belichtungszeiten so berechnet waren, daß die Koleoptilen des mittleren Kastens eine Energie von 12,2 M.-K.-S. zugeführt bekamen. Es zeigte sich, daß diese Energiemenge oberhalb der Schwelle gelegen war (vgl. Tabelle 11, 13, 15). Durch allmähliches Herabmindern der Belichtungszeit wurde wieder ein Wert gefunden, der im B-Kasten ca. 50% Krümmungen auslöste. Mit drei Intensitäten und 4000 Keimlingen wurden 39 Versuche ausgeführt, deren Resultate in der Tabelle 12, 14, 16 angegeben sind. Als mittlere Reizschwelle für eine Abweichung der Lichtstrahlen von 30° von der Vertikalen wurden 9,5 M.-K.-S. gefunden. Dies Resultat entsprach völlig den Erwartungen; es zeigt eine größere Reizschwelle als die Versuche mit 15° und eine geringere als die mit 45°.

V. Lichteinfall unter 55°.

Es fragte sich nun, findet eine Herabminderung der Schwelle erst von Winkeln statt, die steiler sind als 45°, oder ist der für 45° erhaltene Wert von 11,9 M.-K.-S. durch kleine Ungenauigkeiten, die innerhalb der Fehlergrenzen liegen, etwas hoch geraten. Soviel war jedenfalls zu ersehen, daß für die Winkel zwischen 90 und 45° die Herabminderung der Schwelle nur gering sein konnte. Es hätte daher wenig Zweck gehabt, noch zwei Winkelstellungen 60° und 75° einzuschalten, wie ich ursprünglich vorhatte, es genügte einen Winkel zu prüfen, der ungefähr in der Mitte zwischen 45° und 90° lag. Ich wählte zu diesem Zweck eine Abweichung der Lichtrichtung von der Vertikalen von 65°. Tabelle 20, 21, 22 geben Auskunft über die Einzelresultate. Die mittlere Reizschwelle bei 65° beträgt demnach 11,8 M.-K.-S. Es ist wenig wahrscheinlich, daß dieser Wert nur deswegen von dem Wert 12,2 bei horizontalem Lichteinfall abweicht, weil kleine Fehler, die nicht in der Hand des Experiments liegen, ihr Spiel treiben. Viel wahrscheinlicher ist die Annahme, daß aus derartigen Gründen die Schwelle bei 45° etwas zu hoch ausgefallen ist.

VI. Lichteinfall unter 9°.

Betrachtet man die Ergebnisse, die die Schwellenbestimmungen bei Lichteinfall unter diesen verschiedenen Winkeln ergeben

haben, so drängt sich die Frage auf, ob es möglich ist, bei noch steilerem Lichteinfall als 15° die phototropische Reizschwelle noch weiter herunter zu drücken. Um diese Frage zu prüfen, wurde noch eine Reihe Versuche angestellt, bei denen die Keimlinge steil von oben unter einem Winkel von 9° belichtet wurden.

Es war nicht ganz leicht, in dem engen Raum, der zur Verfügung stand, das Gestell so aufzubauen, daß die Lichtstrahlen ungehindert kreuzen konnten, und trotzdem der erste Kasten mindestens 5 Meter von der Lichtquelle entfernt stand. Mit Hilfe noch eines dritten Spiegels gelang es schließlich, die verschiedenen Schwierigkeiten zu überwinden. Bei diesen Versuchen hieß es besonders darauf zu achten, daß die Keimlinge ganz senkrecht standen, da wie schon Pekelharing (23) bei den entsprechenden Versuchen über Geotropismus hervorhebt, der Kosinus dieser Winkel sehr stark steigt und eine geringe Abweichung der Koleoptilen von der Vertikalen eine beträchtliche Änderung in der Intensität hervorruft, mit der sie beleuchtet werden. Die Krümmungen bei diesen Versuchen waren naturgemäß nicht sehr stark, immerhin war es recht gut möglich, die gekrümmten von den ungekrümmten zu unterscheiden. Die Versuche wurden mit drei verschiedenen Intensitäten angestellt; die Resultate sind in den Tabellen 1, 2 und 3 wiedergegeben. Als mittlere Reizschwelle ergibt sich eine Lichtenergie von 7,5 M.-K.-S. Dies ist fast genau derselbe Wert, den wir bei 15° erhielten, und ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich vermute, daß bei einem Lichteinfall unter 9° die Schwelle wieder um einiges tiefer gelegen sein wird als bei 15° , und daß wir bei unseren Versuchen nur deshalb denselben Schwellenwert erhielten, weil ein großer Teil des Lichtes bei so steilem Auftreffen auf die Koleoptilen reflektiert wird und so für den Effekt verloren geht. Überdies könnte die Lichtabsorption des dritten Spiegels einen geringen Einfluß in derselben Richtung auf das Resultat ausüben. An Hand theoretischer Betrachtungen werden wir weiter unten noch sehen, daß in der Tat diese Annahme viel für sich hat.

Hiermit wurden die Belichtungen in Winkeln oberhalb der Horizontalen abgeschlossen, und es wurde dazu übergegangen,

zu untersuchen, welchen Einfluß auf die Reizschwelle die Belichtung schief von unten hat.

VII. Lichteinfall unter 150° .

Wie wir sahen, entsprechen die Resultate, die wir mit Belichtung in verschiedenen Winkeln oberhalb der Horizontalen erhielten, ganz den Erwartungen, die eintreffen müssen, wenn für die Richtung der heliotropischen Krümmung der Unterschied der Beleuchtung auf Vorder- und Hinterseite der gereizten Koleoptile maßgebend ist. Bei schiefem Lichteinfall legt der Lichtstrahl in der Pflanze einen größeren Weg zurück als bei horizontalem, die Absorption seitens des Keimlings ist eine größere, und damit steigt der relative Unterschied der Beleuchtung auf Vorder- und Rückseite.

Belichten wir die Versuchsobjekte schief von unten, so müßten wir das nämliche Resultat erhalten wie früher, mit steigendem Winkel müßte der Effekt des Lichtes auf die Keimlinge größer werden. Es müßte auch hier eine geringere Lichtmenge genügen, um denselben Erfolg hervorzurufen, den eine größere Energie bei horizontalem Lichteinfall auslöst, da die Bedingungen, denen der Lichtstrahl beim Auftreffen auf die Versuchspflanzen unterliegt, genau dieselben sind, wie bei den entsprechenden Winkeln oberhalb der Horizontalen. Um diese Verhältnisse zu prüfen, wurden eine Reihe von Winkeln unterhalb der Horizontalen untersucht.

Bisher hatten die Keimlinge immer in zwei Reihen in den Holzkästen gestanden. Sollten sie nun schief von unten belichtet werden, so konnten sie nur jeweils in einer Reihe ganz dicht an einer der Längswände der Kulturkästen aufgestellt werden. Die Holzwände von $\frac{1}{2}$ cm Dicke warfen aber besonders bei Belichtung steil von unten viel zu hohe Schatten auf die Koleoptilen, so daß es unmöglich war, auf diese Weise einwandfreie Schwellenbestimmungen zu erhalten. Es war daher nötig, die eine Längswand der Kästen durch eine Zinkblechwand von etwa $\frac{1}{3}$ mm Dicke zu ersetzen. Wurden die Samen dann direkt an diese Blechwand gesetzt, so ließen sich später die Belichtungen ganz gut ausführen, ohne daß wesentliche Schatten die Koleoptile bedeckten. Zwar standen die

Keimlinge schließlich meist nicht ganz direkt an der Wand, sondern waren durch einen geringen Zwischenraum von etwa 1 mm von ihr getrennt, so daß bei Belichtung unter einem Winkel von 150° im ungünstigsten Fall etwa 1 cm der Keimlinge beschattet war, trotzdem aber ließen sich die Schwellenbestimmungen ganz gut ausführen, nachdem Kontrollversuche bei horizontalem Lichteinfall gezeigt hatten, daß es durchaus keinen Einfluß auf die Größe der Reizschwelle ausübte, wenn die ganze untere Hälfte von 1,5 cm der 3 cm langen Koleoptilen durch schwarze Papierstreifen verdunkelt wurde.

Leider zeigte sich nun sehr bald, daß die Nähe der Blechwand einen ungünstigen Einfluß auf das Wachstum der Haferkeimlinge ausübte. Sie kamen oft stark verkrümmt aus dem Boden heraus und zeigten sehr intensive Nutation. Auch schien ihre Lichtempfindlichkeit bedeutend herabgemindert, daher entschloß ich mich dazu, die Blechwände wieder durch Holzwände zu ersetzen, die an der oberen Kante schief abgedacht waren, so daß sie oben nur etwa 1 mm Dicke besaßen. In diesen Kulturkästen wuchsen die Keimlinge nun wieder ganz normal und es konnte nunmehr mit Versuchen begonnen werden.

Zu allen diesen Versuchen war es nötig, noch einen dritten Spiegel zur Anwendung zu bringen (Fig. 4). Derselbe wurde in der Weise dicht über den Boden der Dunkelkammer befestigt, daß das Licht des zweiten Spiegels schief nach abwärts auf den dritten reflektiert wurde, und von diesem dann von unten in das Lattengestell fiel. Im übrigen war die Versuchsanstellung wie gewöhnlich. Den Belichtungszeiten wurde wieder eine Lichtenergie von 12,2 M.-K.-S. zugrunde gelegt. Die Versuche ergaben jedoch, daß diese Lichtmenge bei weitem nicht ausreichte, um auch nur im A-Kasten 50% Krümmungen hervorzurufen. Daher wurden die Belichtungszeiten so lange vergrößert, bis in den B-Kästen wieder 50% gerade und 50% gekrümmte Koleoptilen auftraten. Die Krümmungen waren durchaus relativ stark und deutlich zu sehen. Die Resultate der zählenden Versuche finden sich in Tabelle 36—38. Die mittlere Reizschwelle beträgt demnach bei einer Belichtung schief von unten und einem Winkel von 150° 32,4 M.-K.-S. Dieses Resultat steht in krassem Widerspruch zu der oben besprochenen

Annahme, daß die Perzeption durch den Unterschied der Beleuchtung auf Vorder- und Rückseite der Koleoptile beeinflußt werde.

Anstatt abzunehmen, wächst die Reizschwelle vielmehr bei Belichtungen schief von unten sehr beträchtlich an. Ich will zunächst auf einen Erklärungsversuch dieser merkwürdigen Tatsache nicht eingehen, sondern anhand weiterer Winkel zeigen, wie die Verhältnisse bei zunehmendem Ablenkungswinkel aus der Horizontalen nach unten zu liegen.

VIII. Lichteinfall unter 135° .

Der nächste Winkel, der auf seinen Einfluß auf die Reizschwelle untersucht wurde, war 135° , bildete also mit der Horizontalen nach unten zu einen Winkel von 45° . Mit 2 Intensitäten wurden etwa 800 Keimlinge auf ihr Verhalten geprüft. Die Versuche sind in den Tabellen 34 und 35 angegeben und lieferten eine Reizschwelle von 23,7 M.-K.-S.

IX. Lichteinfall unter 120° .

Das Resultat bei 135° ließ es notwendig erscheinen, noch weitere Winkel unterhalb der Horizontalen zu prüfen, um zu ermitteln, ob die starke Abnahme der Reizschwelle bei steiler werdenden negativen Winkeln durch eine kontinuierliche Reihe mit den Werten bei horizontalem Lichteinfall zu verbinden sei.

Zu diesem Zweck wurde zunächst ein Winkel von 120° geprüft. Die Richtung des Lichtstrahls bildete also mit der Horizontalen einen Winkel von 30° nach unten. Mit 2 Intensitäten wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, die in den Tabellen 32 und 33 angeführt sind. Die mittlere Schwelle betrug demnach bei einem Winkel von 120° 20,3 M.-K.-S. Dies Resultat entsprach also ganz den Erwartungen.

X. Lichteinfall unter 105° .

Es erübrigte nur noch einen Winkel zwischen den zuletzt untersuchten und der Horizontalen mit Versuchen zu belegen, um die Reihe vollständig zu machen. So wurden also wieder mit 3 Intensitäten Versuche angestellt, die die Reizschwelle bei einem Lichteinfall von 105° , also mit 15° Abweichung von der

Horizontalen nach unten zu ermitteln sollten (vgl. Tabelle 30 und 31). Sie ergaben als mittlere Reizschwelle einen Wert von 15,8 M.-K.-S.

XI. Lichteinfall unter 160° .

Überblickt man die Resultate, die wir bisher bei Belichtungen in verschiedenen Winkeln von unten erhalten haben, so fällt auf, daß die Reizschwelle von der Horizontalen ab erst ganz allmählich, dann aber immer stärker zunimmt. Zwischen den Werten bei horizontalem Lichteinfall und einem Winkel von 105° , also bei 15° Unterschied finden wir einen Schwellenunterschied von 3,6 M.-K.-S., während zwischen den Winkeln von 135° und 150° die Schwelle um 8,8 M.-K.-S. zunimmt, obwohl der Unterschied in den Winkellagen auch hier nur 15° beträgt.

Das erweckt den Anschein, als ob zwischen der Richtung, in der das Licht auf eine Pflanze trifft, und dem Effekt, den dieses Licht in der Pflanze hervorruft, eine tiefere Beziehung bestünde, als man bisher annahm.

Beruhet das unverhältnismäßig starke Anwachsen der Reizschwelle bei zunehmender Ablenkung des Lichtstrahls von der Horizontalen nach unten zu auf Wirklichkeit, so ist leicht einzusehen, daß eine Winkellage, die nur wenig größer ist als 150° , ihrerseits wieder eine ganz bedeutende Schwellenerhöhung hervorrufen muß. Es schien daher wünschenswert, einen noch steileren Winkel von unten zu prüfen als 150° bot, und es wurde versucht, ob bei einem Winkel von 160° noch brauchbare Resultate zu erzielen seien. Allerdings wird bei so steilen Winkeln die Beschattung der Keimlinge so groß, daß diese eventuell die Resultate trüben konnte. Es wurde daher ganz besonders darauf geachtet, daß die Koleoptilen direkt an der Wand der Kulturkästen standen, und außerdem ließ ich die Keimlinge etwas länger werden als bei den früheren Versuchen, so daß also ganz sicher nicht mehr als höchstens die untere Hälfte der Keimpflanzen von der Wand des Kulturkastens beschattet wurde. Auf diese Weise wurden dann mit 2 Intensitäten Versuche angestellt, deren Resultate in den Tabellen 39 und 40 mitgeteilt sind. Die Versuche entsprechen allen Erwartungen. Als Reizschwelle wurde eine Lichtenergie von 59,6 M.-K.-S.

festgestellt. Eine Vergrößerung dieses Winkels von nur 10^0 ruft hier also ein Steigen der Schwelle von 27,2 M.-K.-S. hervor.

In den vorliegenden Versuchen wurde die Wirkung untersucht, die ein Lichtstrahl auf die parallelotropen Avena-Koleoptile ausübt, wenn er den Keimling unter verschiedenen Winkeln trifft. Es war von vorneherein klar, daß das beim Geotropismus gefundene Sinusgesetz beim Heliotropismus seine Gültigkeit behalten mußte, nachdem Fröschel und Blaauw gezeigt hatten, daß eine bestimmte konstante Lichtmenge, das Produkt aus Zeit und Intensität, nötig ist, um einen bestimmten Effekt hervorzurufen; denn wie wir aus der Physik wissen, nimmt die Helligkeit einer beleuchteten Fläche mit dem Kosinus des Ablenkungswinkels von dem rechtwinkligen Lichteinfall ab.

Bei unseren Versuchen hat sich jedoch gezeigt, daß noch eine zweite Beziehung zwischen Lichtrichtung und Effekt besteht. Die Belichtungen in Winkeln oberhalb der Horizontalen ließen die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß für die Perzeption nicht die Lichtrichtung, sondern die Lichtdifferenz auf antagonistischen Flanken der Versuchspflanze maßgebend sei.

Die Belichtungen in Winkeln von unten zeigten jedoch, daß die Verhältnisse doch wohl nicht ganz so einfach liegen, und daß noch andere Faktoren bei der Perzeption des Lichtes mitspielen; es wäre sonst nicht erklärlich, warum die Belichtungen von unten, die doch in physikalischer Hinsicht ganz denen von oben entsprechen, einen anderen Effekt auslösen sollten. Es müssen also physiologische Faktoren bei der Perzeption der Lichtrichtung mitsprechen, doch soll erst im theoretischen Teil erörtert werden, wie wir die erhaltenen Resultate verwerten können. Zunächst galt es noch festzustellen, ob die bei Avena gefundenen Eigentümlichkeiten auch bei anderen Pflanzen nachzuweisen sind.

Versuche mit *Sinapis alba*.

Es war wünschenswert, einen dikotylen Keimling zur Nachprüfung der bei Avena erhaltenen Resultate näher zu untersuchen.

Pringsheim (27) gibt in seiner Abhandlung über Stimmungsänderung bei Heliotropismus eine Anzahl Keimpflanzen an, die sich für heliotropische Versuche in der einen oder anderen Hinsicht besonders eignen. Für meine Versuche kamen von diesen

Pflanzen nur *Brassica nigra*, *Lepidium sativum* und *Sinapis alba* in Betracht. Von allen dreien stand mir Samen zur Verfügung; es wurden daher zunächst eine Anzahl Keimversuche angestellt, um festzustellen, welches Objekt für unsere Zwecke am günstigsten schien. Dabei zeigte sich, daß der Senf am gleichmäßigsten und besten wuchs, und relativ geringe Nutationen zeigte. Außerdem krümmte er sich leicht und gut sichtbar nach dem Lichte. *Lepidium*, das eventuell auch in Betracht gekommen wäre, wurde wegen seiner zarten diffizilen Keimlinge gemieden.

Bei den Schwellenbestimmungen mit *Sinapis* kam es mir nicht so sehr darauf an, genaue Zahlenwerte zu erhalten, sondern es war mir lediglich darum zu tun, festzustellen, ob auch bei diesem Objekt die Schwelle bei Belichtung von oben abnimmt, im entgegengesetzten Falle aber zunimmt. Es sollte nur nachgeprüft werden, ob im großen und ganzen hier dieselben Beziehungen bestehen zwischen Lichtrichtung und Effekt wie bei *Avena*. Die Versuche tragen also rein qualitativen Charakter.

Bekanntlich sind die Dikotylenkeimlinge bilateral symmetrisch; sie zeigen, wie die Hafer-Koleoptilen, eine Hauptnutationsebene. Es war daher nötig, die Keimlinge bei der Belichtung so zu orientieren, daß das Licht senkrecht zu dieser Nutationsebene einfiel. Dies wird erreicht, wenn man die Keimlinge von einer der Flanken belichtet. Leider ist es nicht möglich, schon die Samen so zu orientieren, daß die Keimlinge später dem Licht ihre Flanken zuwenden; man ist vielmehr darauf angewiesen, alle Keimlinge, die nicht richtig orientiert sind, vor dem Versuch zu entfernen und nur diejenigen stehen zu lassen, die unsere Bedingungen erfüllen. Das ist nun meist ein recht geringer Prozentsatz. Es gelingt allerdings, diesen Prozentsatz etwas heraufzuschrauben, wenn man beim Aussäen der Samen diese auf die schmale Kante zu setzen sucht. Das Setzen der Körner ist dann wohl recht mühsam und zeitraubend, immerhin erhält man auf diese Weise schließlich etwa 30—40% brauchbare Keimlinge. Von einem vorhergehenden Quellen der Senfkörner wurde Abstand genommen, nachdem sich gezeigt hatte, daß die Keimlinge ohne das gerade so gleichmäßig und gut wurden.

Die Anzucht geschah wieder völlig im Dunkeln im Gewächshaus. Nach etwa 3 Tagen waren die Keimlinge ungefähr

3—4 cm hoch und eigneten sich dann sehr gut zu Versuchen. Sie wurden ausgelesen, eventuell etwas gerade gerichtet und dann auf die Sprossen der Leiter gesetzt, gerade so wie es oben bei den Haferversuchen beschrieben wurde.

Bei der Beschreibung der Versuche kann ich mich kurz fassen, da dieselben gegenüber dem Hafer nichts Neues bieten.

I. Lichteinfall unter 90° .

Zunächst wurde auch hier wieder die Schwelle bei horizontalem Lichteinfall bestimmt. Nach einigen falschen Ablesungen gelang es ganz gut, die geraden Keimlinge von den gekrümmten zu unterscheiden, nachdem ich mit dem Versuchsobjekt etwas vertraut geworden war. Da bei den einzelnen Versuchen eine viel geringere Zahl Keimlinge zur Verwendung kam als beim Hafer, und die Bestimmungen hier auch nicht in so großer Zahl ausgeführt wurden, so darf man den Zahlen natürlich keinen sehr großen absoluten Wert beilegen. In Tabelle 43 und 44 finden sich die Versuche bei horizontalem Lichteinfall; sie ergeben eine Schwelle von 239 M.-K.-S.

II. Lichteinfall unter 45° .

Es folgten dann Versuche mit einem Lichteinfall von 45° von oben, die in derselben Weise angestellt wurden, wie die entsprechenden Bestimmungen beim Hafer. Es wurde also auch hier bei der Berechnung der Belichtungszeit zunächst der bei horizontalem Lichteinfall gefundene Wert von 239 M.-K.-S. zugrunde gelegt. Erst als es sich zeigte, daß dieser Wert zu hoch lag, wurde die Belichtungszeit entsprechend herabgemindert. Die eigentlichen Schwellenbestimmungen sind in Tabelle 42 zusammengestellt. Es ergibt sich daraus eine Lichtenergie von 223 M.-K.-S.

Dieser Wert ist ein gutes Stück kleiner als der bei horizontalem Lichteinfall gefundene, und diese Tatsache bestärkt mich in der Ansicht, daß der entsprechende Wert bei Avena tatsächlich durch kleine Versuchsfehler etwas zu hoch ausgefallen ist.

III. Lichteinfall unter 15° .

Der dritte Winkel, dessen Wirkung bestimmt wurde, war 15° steil von oben. Hier könnte eventuell die Beschattung, die

manche Keimlinge durch die Kotyledonen erfuhren, die Schwellenbestimmung beeinträchtigen, trotzdem erhalten wir aber, wie aus Tabelle 41 hervorgeht, eine recht starke Verminderung der Schwelle. Die Berechnungen ergaben einen Wert von 169 M.-K.-S.

IV. Lichteinfall unter 120° .

Die Resultate, die bei diesen beiden Winkeln oberhalb der Horizontalen erhalten wurden, genügen, um zu zeigen, daß bis jetzt die Verhältnisse bei *Sinapis* gerade so liegen wie bei *Avena*. Es konnte daher direkt zu Schwellenbestimmungen mit Winkeln unterhalb der Horizontalen übergegangen werden. Die Versuche unter einem Winkel von 120° (30° Abweichung von der Horizontalen nach unten) waren in der nämlichen Weise angestellt, wie die bei Hafer. Sie sind in Tabelle 45 angeführt und ergaben einen Wert von 259 M.-K.-S.

V. Lichteinfall unter 150° .

Als letzter Winkel wurde 150° in Angriff genommen. Es entspricht dies einer Ablenkung von 60° von der Horizontalen nach unten. Die Versuche sind in Tabelle 45 zusammengestellt und ergaben als Reizschwelle eine Lichtenergie von 345 M.-K.-S.

Das Gesamtergebnis der Versuche bei Senf ist das folgende: Wie bei *Avena* zeigt die Reizschwelle bei allmählichem gleichmäßigen Anwachsen des Ablenkungswinkels von der Vertikalen zuerst eine geringere, dann aber eine sehr starke Zunahme. Diese Zunahme ist durch die vorliegenden Versuche bei Senf nicht quantitativ zahlenmäßig festgelegt, sondern es ist lediglich ihr Vorhandensein experimentell nachgewiesen. Um sichere Zahlen zu bekommen, hätte eine viel größere Zahl von Versuchen mit viel zahlreicheren Keimlingen ausgeführt werden müssen, was bei der Unhandlichkeit der Objekte großen Schwierigkeiten begegnet wäre. Für die Folgerungen, die aus diesen Versuchen gezogen werden können, gilt dasselbe, was oben schon beim Hafer angedeutet wurde.

Versuche mit *Phycomyces nitens*.

Ebenso wie die Versuche mit *Sinapis*, so tragen auch diejenigen mit *Phycomyces* nur orientierenden Charakter. An und

für sich war es interessant zu untersuchen, inwieweit die bei Keimlingen höherer Gewächse gefundenen Erscheinungen auch bei *Phycomyces* auftreten; ganz besonders mußten in diesem Fall jedoch derartige Versuche wertvoll sein, da gerade das Verhalten einzelliger parallelotroper Organe der Theorie der Unterschiedempfindlichkeit entgegen gehalten wurden. Es wurde daher noch eine Reihe von Versuchen ausgeführt, die untersuchen sollten, ob bei *Phycomyces* auch die bei Hafer und Senf gefundenen charakteristischen Schwellenverschiebungen bei schieferm Lichteinfall vorhanden sei.

In bezug auf die Anzucht des Pilzes lehnte ich mich weitgehend an die Angaben von Blaauw an. Tonzylinder von 3 cm Durchmesser und 6 cm Höhe wurden mit Brot vollgestopft und sterilisiert. Nach dem Erkalten wurde jeder Topf mit einem Sporangienköpfchen geimpft. Nachdem das Mycel entstanden war, und die ersten dünnen Sporangienträger sich gebildet hatten, wurden diese mit einer sterilisierten Schere abgeschnitten und die Kultur mit einer Stanniolkappe versehen, die einen Spalt von etwa 3 cm Länge und 2—3 mm Breite besaß. Darauf wurden die Kulturen ins Dunkel gestellt, wo sie bis zu den Versuchen blieben. Jede Kultur konnte mehrmals zu Versuchen verwendet werden, wenn man die gekrümmten Sporangienträger mit schwarzen Köpfen wegschnitt und die schon darunter stehende nächste Generation mit gelben Köpfen auswachsen ließ. Zum Wegschneiden der alten Sporangienträger wurden die Töpfe auf ganz kurze Zeit ans Helle gebracht.

Es zeigte sich sehr bald, daß die *Phycomyces*kulturen viel besser gediehen, wenn sie wenig feucht gehalten wurden, als wenn man ihnen zuviel Feuchtigkeit zuführte. Es wurde daher davon Abstand genommen, die Kulturen unter Glasstürzen mit Wasserabschluß zu halten, ganz besonders auch deswegen, weil es nicht möglich gewesen wäre, die Töpfe während der Versuche mit schieferm Licht unter Glasgefäßen zu belassen. Lichtabsorption und Lichtreflektion an den Glaswänden hätte die Versuche wenig einwandfrei gestaltet und außerdem wäre es nicht gut möglich gewesen, drei solcher Glasdosen auf den drei Sprossen der Leiter unterzubringen, ohne daß die beiden hinteren wesentlich durch die vordere beeinträchtigt worden wäre. Zu

den Versuchen hätten also die Kulturen unter den Glasstürzen hervorgeholt werden müssen und wären so in Luft von ganz anderer Feuchtigkeit gekommen. Die Tonzylinder wurden daher frei im Gewächshaus aufgestellt und mit Dunkelstürzen aus Pappe überdeckt. Zu den Versuchen wurden sie dann gerade so wie Hafer und Senf auf die Sprossen der Leiter gestellt und belichtet; nach der Belichtung kamen die Töpfe wieder unter die Dunkelstürze. Nach etwa 15 Minuten traten die ersten Krümmungen auf und nach weiteren 15 Minuten war der Höhepunkt der Reaktion schon überschritten. Es wurden daher die Krümmungen 15, 20 und 25 Minuten nach der Belichtung beobachtet.

Ich verzichtete darauf, mit einer einzigen Reihe weniger Sporangienträger zu experimentieren, wie es Blaauw tat. Eine viel größere Zahl von Sporangienträger konnte gleichzeitig verwandt werden, wenn der Spalt im Stanniol etwa 2—3 mm breit war. Das verringerte den ungünstigen Einfluß der individuellen Verschiedenheiten wesentlich. Allerdings war es dann unmöglich, jeden Faden einzeln zu beobachten, und ich begnügte mich damit, jeweils die Prozentzahl der Gekrümmten abzuschätzen, und diese Methode lieferte hinlänglich genaue Resultate für meine Zwecke. In jedem Tonzylinder befanden sich etwa 30—50 Sporangienträger.

I. Lichteinfall unter 90° .

Zunächst wurde wieder die Reizschwelle bei horizontalem Lichteinfall festgestellt. Trotz der Launen der Versuchsobjekte und der großen individuellen Verschiedenheiten ließen sich relativ gut übereinstimmende Werte erhalten. Die Bestimmungen wurden mit zwei verschiedenen Intensitäten vorgenommen. Die Versuche sind in den Tabellen 49 und 50 angegeben und ergaben als Reizschwelle einen Wert von 60 M.-K.-S.

Der Schwellenwert von Hafer, den ich bei meinen früheren Versuchen erhielt, war etwa halb so groß wie derjenige, den Blaauw in seiner Arbeit angibt. Blaauw fand, daß bei Anwendung einer Lichtenergie von etwa 20—24 M.-K.-S. im Dunkeln gerade eine Nachkrümmung von 50% der Versuchs-

objekte zu erzielen war, während bei meinen Versuchen eine Schwelle von 12,2 M.-K.-S. ermittelt wurde. Die bei *Phycomyces* von mir gefundene Schwelle ist ebenfalls etwa halb so groß wie der von Blaauw festgestellte Wert von ca. 110 M.-K.-S. Insofern zeigt sich also eine gute Übereinstimmung zwischen Blaauws und meinen Resultaten.

II. Lichteinfall unter 30° .

Es wurde nun direkt zu einem Winkel von 30° steil von oben übergegangen, in der Hoffnung, daß dieser eine Winkel genüge, um eine eventuelle Übereinstimmung mit den Befunden bei den beiden anderen Versuchsobjekten klar vor Augen zu führen. Diese Erwartung wurde jedoch nicht erfüllt. Es zeigte sich vielmehr, daß bei einer Anwendung von 60 M.-K.-S. nur sehr wenige Krümmungen zustande kamen, und daß diese Lichtenergie weit unterhalb der Schwelle lag. Würden die Dinge bei *Phycomyces* gerade so liegen wie bei *Avena*, so müßte die Beleuchtung mit 60 M.-K.-S. unter einem Winkel von 30° einen viel größeren Effekt ergeben als bei horizontalem Lichteinfall. Erst als die Belichtungszeit auf das vierfache erhöht worden war, erhielt ich im B-Topf 50% Krümmungen. Die Resultate sind in Tabelle 57 mitgeteilt und ergeben eine Schwelle von etwa 248 M.-K.-S.

III. Lichteinfall unter 65° .

Dies überraschende Resultat machte die Nachprüfung des Befundes mit einem anderen Winkel nötig. Es wurde ein Winkel gewählt, der etwa in der Mitte zwischen 30° und 90° lag, und zwar kam ein solcher von 65° von oben zur Anwendung, der auch schon bei den Versuchen mit Hafer benutzt worden war. Wie bei der vorigen Bestimmung, so zeigte sich auch hier, daß die Energie von 60 M.-K.-S. unterhalb der Schwelle lag. Die Versuche sind in Tabelle 48 angeführt und ergeben den Wert von etwa 64 M.-K.-S., der sich in die Reihe sehr gut einfügen läßt.

IV. Lichteinfall unter 135° .

Es wurde nun dazu übergegangen, den Effekt einer Belichtung schief von unten zu prüfen. Zu diesem Zweck wurden

die Einschnitte im Stanniol, mit dem die Kulturen bedeckt waren, bogenförmig am Rande der Tonzylinder in einer Länge von etwa wieder 3 cm und einer Breite von 2 mm angebracht. Auf diese Weise gelang es ganz gut, die Schattenwirkung der Topfwände soweit wie möglich einzuschränken. So gut wie bei Avena war die Einrichtung allerdings nicht, und es wurde daher auch kein gar zu steiler Winkel in Anwendung gebracht. Unter 135° , 45° von unten, wurden die Versuche angestellt, die in Tabelle 51 angeführt sind. Es wurde dazu eine Energiemenge von 60 M.-K.-S. zugeführt. Die Zahlen der Tabellen zeigen, daß die Schwelle dann zwischen dem B- und C-Topf liegt, was bei der Berechnung einen Wert von etwa 57 M.-K.-S. ergibt. Dieser Befund scheint eine Abnahme des Schwellenwertes bei einer Beleuchtung von unten anzudeuten, obwohl das erhaltene Resultat gerade so gut innerhalb der Fehlergrenzen liegen könnte.

V. Lichteinfall unter 150° .

Um hierüber Aufschluß zu erhalten, wurden noch einige Versuche unter 150° von unten angestellt. Als störendes Moment könnte bei diesem steilen Winkel die Schattenwirkung des Topfrandes sich geltend machen. Gelang es nicht, eine weitere Abnahme der Schwelle festzustellen, so war damit noch nicht bewiesen, daß das Licht bei Winkeln von unten keinen größeren Effekt in der Pflanze auslöse; eventuell hätte die Schattenwirkung des Topfrandes die Schwellenabnahme verdecken können. Es zeigt sich jedoch, daß dies nicht der Fall war. Nachdem Belichtungen mit einer Energie von 60 M.-K.-S gezeigt hatten, daß dieser Wert viel zu hoch war, wurde als Schwelle 48 M.-K.-S. festgestellt. Die Versuche finden sich in Tabelle 52.

Überblicken wir die bei *Phycomyces* erhaltenen Resultate, so zeigt sich, daß die Verhältnisse hier gerade umgekehrt liegen wie bei Hafer und bei Senf. Während dort der Schwellenwert mit steigender Ablenkung des Lichtstrahls von der Vertikalen zunimmt, fällt dieser Wert bei *Phycomyces* genau in analoger Weise zuerst schnell, dann immer langsamer. Wir fanden also bei *Phycomyces* im Prinzip genau dieselbe Wirkung schief-

winkliger Beleuchtung wie bei Hafer und Senf, nur in Einzelheiten verhält sich unser Pilz etwas anders als die untersuchten Keimlinge höherer Pflanzen.

Theoretischer Teil.

Wie in der Einleitung schon angedeutet wurde, hatten die vorliegenden Versuche den Zweck, zu ermitteln, ob und inwiefern das beim Geotropismus gefundene Sinusgesetz auch beim Heliotropismus Anwendung findet. Daß die Schwerkraft verschieden große Effekte in der Pflanze auslösen sollte, je nach dem Winkel, den das Objekt mit der normalen Ruhelage bildet, war von vorneherein nicht ausgemacht, doch sprachen manche Beobachtungen dafür, daß die Schwerkraft in der Tat bei größerem Ablenkungswinkel aus der Ruhelage auf parallelotrope Pflanzenteile eine stärkere Wirkung ausübe. Zunächst beschäftigte man sich nur mit der Frage, welches die optimale Reizlage beim Geotropismus sei.

Durch Fitting (7) wurde endgültig bewiesen, daß entgegen verschiedenen früheren Angaben, die Schwerkraft dann ihre stärkste Wirkung in einer Pflanze hervorruft, wenn sie das Organ unter 90° trifft, wenn dasselbe also in horizontaler Lage dem einseitigen Einfluß der Schwerkraft ausgesetzt wird. Hieraus geht schon hervor, daß der geotropische Effekt abnehmen muß, wenn man an einem Pflanzenteil die Schwerkraft in geringeren Winkeln als 90° angreifen läßt, einerlei, ob der Winkel oberhalb oder unterhalb der Horizontalen zu liegen kommt. Nachdem die Horizontale endgültig als die optimale geotropische Reizlage erkannt worden war, ergab sich von selbst die Notwendigkeit, die Frage zu untersuchen, in welchem Verhältnis die geotropische Erregung zur Größe des Ablenkungswinkels stehe und ob die Abnahme der Erregung bei Anwendung von Winkeln oberhalb und unterhalb der Horizontalen gleich sei. Fitting (1905) untersuchte diese Frage vermittels der Kompensationsmethode und fand, daß die geotropische Erregung abnimmt proportional dem Sinus des Ablenkungswinkels von der Ruhelage. Ferner zeigten seine Versuche, daß gleiche Winkel oberhalb und unterhalb der Horizontalen sich in ihrer Wirkung genau gleich verhalten. Auf Grund von Schwellen-

bestimmungen bestätigen Bach (2) und Pekelharing (23) Fittings Befunde, so daß an der Gültigkeit dieses Sinusgesetzes wohl nicht mehr zu zweifeln ist.

Die Auslegungen dieser Resultate machten jedoch einige Schwierigkeiten. Schon 1879 spricht Sachs (33) die Vermutung aus, der geotropische Effekt möge in seiner Grenze abnehmen, umgekehrt proportional dem Sinus des Ablenkungswinkels aus der Ruhelage. Theoretische Erörterungen führten ihn zu diesem Schluß. Er nahm an, daß nur die auf dem Objekt senkrecht stehende Komponente der Schwerkraft wirksam sei. Diese Annahme scheint zunächst sehr plausibel, doch macht schon Fitting (7) darauf aufmerksam, daß die Sachssche Annahme wohl eine Auslegung, aber keine Begründung sei. Denn wir haben gar keinen Grund zu der Annahme, daß die Intensität der Schwere größer sein soll, wenn das Versuchsobjekt horizontal liegt, als wenn es einen anderen Winkel mit der Vertikalen bildet. Über die Natur der Schwerkraft wissen wir noch so wenig, daß wir uns durchaus kein klares Bild machen können, warum die Abnahme der geotropischen Erregung gerade dem Sinusgesetz folgt. Es besteht bis jetzt keine Erklärung dieser Tatsache. Wenn auch Fitting (7) S. 382 erkannte: »Daß lediglich in den Beziehungen der Reizzustände, die in den verschiedenen Neigungswinkeln geschaffen werden, zueinander eine Erklärung für die mitgeteilte Erscheinung gesucht werden kann«, so begründen die beiden Möglichkeiten, die er nun angibt, im Grunde genommen nicht das Sinusgesetz. Nach diesem Autor wären die Erregungen in verschiedenen Ablenkungswinkeln in der Ruhelage entweder nur quantitativ oder auch qualitativ verschieden. Diese zwei Annahmen geben uns aber keine Erklärung, warum die geotropische Erregung gerade dem Sinusgesetz entsprechend abnimmt.

Während nun die Auslegung des geotropischen Sinusgesetzes auf Schwierigkeiten stößt, da das Wesen der Schwerkraft noch völlig ungeklärt ist, liegen die Dinge beim Heliotropismus anders. Hier haben wir es mit einer Energie zu tun, deren Eigenschaften gut bekannt sind, und mit der viel leichter zu operieren ist als mit der Schwerkraft. Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Intensität der Beleuchtung einer bestimmten Fläche

abnimmt mit dem Kosinus des Ablenkungswinkels vom senkrechten Lichteinfall. Dies entspricht genau dem mechanischen Parallelogramm der Kräfte. Da beim geotropischen Sinusgesetz zur Sinusberechnung das Komplement eines entsprechenden Winkels des Kosinusgesetzes der Optik herangezogen wird, so ist klar, daß die beiden Regeln die gleiche Abnahme der beiden Energien beim schiefwinkligen Angriff festlegen. Der Unterschied besteht nur darin, daß wir es bei der Lichtwirkung mit einem physikalisch bewiesenen Gesetz zu tun haben, während bei der Schwerkraft physiologische Befunde auf eine derartige Abnahme bei schiefwinkliger Energieangriff schließen lassen. Nun wirkt aber, wie schon Fitting hervorhebt, die Schwerkraft immer mit derselben Intensität auf einen Gegenstand, einerlei, in welcher Lage sich derselbe befindet; wie ist dann die Tatsache zu erklären, daß bei schiefem Angriff an einem parallelotropen Pflanzenteil die Schwerkraft einen entsprechend niederen Effekt auslöst? Das läßt sich wohl nur durch die Annahme erklären, daß die physiologische Wirkung derselben, die sich in einer geotropischen Krümmung äußert, verschieden ist von ihrer physikalischen Wirkung.

Durch die Untersuchungen von Bach (2), Pekelharing (23) ist bekannt, daß für Schwerkraft und Zentrifugalkraft die Reizschwelle für ein bestimmtes Pflanzenorgan einen bestimmten konstanten Wert hat, der sich als ein Produkt aus Intensität und Einwirkungsdauer des Reizes herausgestellt hat. Ferner zeigte sich, daß sich das Sinusgesetz mit dieser Produktregel sehr gut in Einklang bringen läßt, denn wenn man eine Abnahme der Schwerkraftwirkung umgekehrt proportional dem Sinus des Ablenkungswinkels von der Vertikalen annimmt, und die so berechneten Werte mit den Präsentationszeiten der entsprechenden Winkel multipliziert, so bekommt man wieder das für die betreffende Pflanze charakteristische Produkt. Für den Heliotropismus ist diese Produktregel für senkrechten Lichteinfall von Fröschel und Blaauw erwiesen worden. Sie besagt, daß das Produkt aus Intensität und Belichtungsdauer immer konstant sein muß, um im Dunkeln gerade noch eine Nachwirkung in Form einer Krümmung des gereizten Organs zu erzielen. Da nun bei schiefem Lichteinfall die Intensität

des Lichtes abnimmt, so ist klar, daß die Belichtungszeiten entsprechend größer werden müssen, um denselben Effekt in der Pflanze hervorzurufen. Dieses Anwachsen der Präsentationszeiten entspricht aber ganz dem Größerwerden der geotropischen Präsentationszeiten bei schiefem Kraftangriff und folgt wie diese dem Sinus des Ablenkungswinkels. Es ist von vorneherein klar, daß bei der Untersuchung der heliotropischen Reizschwelle unter verschiedenen Winkeln diese Abnahme berücksichtigt werden muß, um vergleichbare Resultate zu erhalten; bei den Versuchen, die Müller-Thurgau (18) in dieser Hinsicht angestellt hat, ist dies auch geschehen, nicht hingegen bei denen, die Wiesner (1912) veröffentlicht hat. Die Angaben von Müller-Thurgau haben Wiesner (1878) und Pringsheim (1912) offenbar mißverstanden, wenn letzterer sagt: »Möglicherweise hängt die Reizwirkung nur von der Helligkeit auf der Oberfläche der Pflanze ab. Nach optischen Gesetzen müßte sie dann umgekehrt proportional dem Sinus des Winkels der Strahlen gegen die Fläche sein, das entspräche dem beim Geotropismus gefundenen Verhalten. Mit Recht hebt Wiesner (1878, S. 29) hervor, daß Versuche von Müller-Thurgau 1876 ungefähr diesen Erwartungen entsprechen.« Aus den Worten von Müller-Thurgau geht aber hervor, daß er sich dieser Helligkeitsabnahme wohl bewußt war, und daß er, trotzdem sie berücksichtigt wurde, doch eine verminderte Wirkung schiefen Lichtes konstatierte. (Vgl. Zitat auf S. 2.) Aus seinen Angaben muß man schließen, daß er die Lichtintensität bei schiefem Lichteinfall entsprechend erhöhte. Das Sinusgesetz des Geotropismus findet sich also beim Heliotropismus wieder, hat aber lange nicht solche Bedeutung wie beim Schwerkraftreiz. Es läßt sich jedoch aus der Produktregel bei Heliotropismus und Geotropismus, aus dem optischen Kosinusetz und aus dem geotropischen Sinusgesetz der Schluß ziehen, daß bei der physiologischen Wirkung der Schwerkraft die Dinge ähnlich liegen wie bei der physiologischen und physikalischen Wirkung schiefen Lichtes, daß auch hier die Intensität des Reizes dieselbe mathematische Formulierung erfährt, und daß diese Kurve nicht etwa, wie Fitting andeutet, mit irgendeiner anderen mathematischen Kurve identisch ist.

Über die optimale heliotropische Reizlage ist von F. Darwin und Miß Pertz (5) im Anschluß an Czapeks Untersuchungen über diese Frage beim Geotropismus gearbeitet worden. Diese beiden Autoren fanden ähnlich wie Czapek beim Geotropismus, daß das Licht dann seinen größten Einfluß auf die Pflanze ausübt, wenn es das Organ unter einem Winkel von 45° von unten trifft. Diese Versuche sind jedoch so wenig genau beschrieben, daß man aus diesen Angaben keinen Schluß ziehen kann, ob die Versuche einwandfrei sind. Überdies kommt bei der Methode, die Darwin-Pertz anwandten, die Umstimmung während der langen Belichtung in Betracht, die noch so wenig eingehend bekannt ist, daß der Wert solcher Versuche vorderhand noch sehr zweifelhaft ist. Auch von Guttenberg (11) schließt aus seinen Resultaten, daß schief von unten kommendes Licht einen stärkeren Einfluß ausübe, als solches, das die Pflanze von oben her trifft. Aber auch hier dürften Umstimmung und ähnliche Erscheinung die Resultate so komplizieren, daß es sehr fraglich erscheint, ob dieser Schluß berechtigt ist. Dabei muß berücksichtigt werden, daß in beiden Fällen die Schlüsse aus Reaktionen resp. aus deren Ausbleiben gezogen wurden, während die Fragestellung sich auf die Perzeption des Reizes bezieht.

Wurde durch die Versuche beim Geotropismus der senkrechte Angriff der Schwerkraft als die optimale Reizlage bestimmt, so zeigen meine Untersuchungen, daß beim Heliotropismus die Dinge nicht ganz so einfach liegen. Wie wir sahen, nimmt hier mit kleiner werdendem Ablenkungswinkel aus der Ruhelage die Energie ab, die nötig ist, um in der Pflanze eine Schwellenreizung hervorzurufen. Bei *Avena* und *Sinapis* wenigstens trifft dies zu; bei *Phykomyces* liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt. Hier nimmt die Schwelle ab mit kleinerem Ablenkungswinkel von der inversen Ruhelage. Stellen wir uns auf den Boden der Produktregel, nehmen wir also an, daß die Abnahme der Lichtintensität bei schiefer Beleuchtung als eine rein physikalische Eigenschaft dieser Energie von vorneherein zu berücksichtigen ist, um vergleichbare Werte für die Reizschwelle zu erhalten, so ist klar, daß beim Heliotropismus eine eigentliche optimale Reizlage nicht vorhanden

ist. Je kleiner der Ablenkungswinkel von der Ruhelage ist, desto kleiner wird auch die Reizschwelle, desto größer und günstiger ist also der Einfluß, den das Licht auf ein Pflanzenorgan ausübt. Wir werden später noch sehen, daß die kontinuierliche Abnahme der Schwelle des Hafers von der inversen Ruhelage bis zur normalen einer bestimmten Gesetzmäßigkeit folgt, und daß wir die experimentell gefundenen Werte bis zum Ablenkungswinkel 0° extrapolieren können. Wir erhalten so beim Lichteinfall senkrecht von oben parallel der Haferkoleoptile auch einen Schwellenwert, der von der ganzen Reihe der kleinste ist, und etwa 6,7 M.-K.-S. beträgt. Streng genommen, wäre dann die normale Ruhelage die optimale Reizlage beim Heliotropismus, doch kann natürlich bei parallelem Lichteinfall die Koleoptile keine Krümmung ausführen. Man muß annehmen, daß eine tropistische Erregung wohl stattfindet, wenn der Lichtstrahl parallel zur Pflanze von oben einfällt, daß auch eine Reaktion eingeleitet wird, die sich aber unserer Beobachtung entzieht, da sie sich nicht in einer Krümmung manifestiert. Was hier für Hafer gesagt wurde, gilt in gleicher Weise für die Senfkeimlinge. Auch auf *Phycomyces* findet das Gesagte Anwendung, nur muß man berücksichtigen, daß hier die Verhältnisse umgekehrt liegen. Dementsprechend würde dann die inverse Ruhelage bei *Phycomyces* die optimale theoretische Reizlage darstellen, da mit kleiner werdenden Ablenkungswinkeln von dieser inversen Ruhelage die Schwelle entsprechend abnimmt.

Diese optimale heliotropische Reizlage ist nicht direkt vergleichbar mit der optimalen geotropischen Reizlage. Beim Geotropismus bleibt ja die Größe der Schwerkraft, des Außenreizes unverändert, und wir haben keinen Anhaltspunkt für die Annahme, daß diese Größe bei schiefwinkligem Angriff eine Verminderung erfährt, wie das beim Licht der Fall ist. Wir müssen also, wenn wir uns die Frage nach einer optimalen heliotropischen Reizlage vorlegen, die mit der bekannten geotropischen vergleichbar ist, die Intensität des Außenreizes konstant halten und nur die Angriffsrichtung ändern, in der wir diese Intensität auf die Pflanze wirken lassen. Mit anderen Worten, wir müssen die Intensitätsabnahme bei schiefem Lichteinfall zunächst unberücksichtigt lassen, und müssen bei konstantem

Außenlicht den Winkel suchen, für welchen die zugehörige Präsentationszeit am kürzesten ist. Aus den bei den Haferversuchen ermittelten Schwellen sind die Präsentationszeiten für die einzelnen Winkel bei konstanter Lichtintensität leicht zu berechnen. Nehmen wir eine Intensität von 1 M.-K. an, so ergibt sich daraus, daß bei Lichteinfall unter 90° die Präsentationszeit ca. 12 Sekunden beträgt, da wir als Produktenergie einen Wert von 12,2 M.-K.-S. festgestellt haben. Lasse ich nun dieselbe Lichtintensität von 1 M.-K. unter einem Winkel von 15° von oben einwirken, so muß ich so lange belichten, bis der experimentell festgestellte Schwellenwert für diesen Winkel von 7,3 M.-K.-S. erreicht ist. Dies ist jedoch nicht nach 7,3 Sekunden der Fall, da ja das Licht von 1 M.-K. einen viel geringeren Effekt auslöst, wenn es die Pflanze unter 15° trifft. Wir müssen daher nach dem optischen Kosinusetz berechnen, welcher Bruchteil dieser einen M.-K. jetzt an der Pflanze wirksam ist, und mit Hilfe dieses Wertes müssen wir dann den zweiten Faktor, die Belichtungszeit, berechnen, der zu dem Produkt 7,3 M.-K.-S. gehört. Im folgenden sind die auf solche Weise berechneten Präsentationszeiten zusammengestellt.

Winkel	15°	30°	45°	65°	90°	105°	120°	135°	150°
Schwelle	7,3	9,5	11,9	11,18	12,2	15,8	20,3	23,7	32,4
Präs.-Zeit	28,2	19,0	16,8	12,9	12,2	16,4	23,6	33,5	64,8

Aus dieser Tabelle sehen wir, daß die Präsentationszeit dann am kürzesten ist, wenn das Licht unter einem Winkel von 90° den Pflanzenteil trifft, daß also unter den angegebenen Bedingungen in der Tat der senkrechte Lichteinfall auf die Pflanze die optimale heliotropische Reizlage darstellt. Denselben Befund macht Wiesner (37) ohne zahlenmäßige Angaben. Er konstatiert, daß, konstantes Außenlicht vorausgesetzt, der heliotropische Effekt bei Beleuchtung unter verschiedenen steiler werdenden Winkeln allmählich kleiner wird. Wie aber schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, sind seine Versuche mit Reaktionszeitbestimmungen ausgeführt worden, die keinen direkten Schluß auf die Größe der Perzeption erlauben.

Aus der Tabelle ist ferner zu sehen, daß beim Kleinerwerden der Winkel oberhalb der Horizontalen die Präsentationszeiten weniger rasch fallen als unterhalb der Horizontalen. Es rührt

das daher, daß die Intensitätsabnahme bei Winkeln oberhalb der Horizontalen zum Teil wieder ausgeglichen wird durch den physiologisch größeren Effekt, den dieses Licht ausübt, während unterhalb der Horizontalen der verminderte physiologische und physikalische Effekt sich addieren. Die steigende Wirkung schief von oben einfallenden Lichtes reicht jedoch nicht aus, die durch die starke Intensitätsabnahme bei solchen Winkeln hervorgerufene Abnahme des Effekts zu kompensieren, so daß der Lichteinfall unter 90° in der Tat in der Pflanze seine stärkste Wirkung ausübt.

Nun noch einige Worte darüber, welche der beiden optimalen heliotropischen Reizlagen mehr Berechtigung auf diesen Namen hat. Die Definition einer optimalen Reizlage scheint mir folgende zu sein:

Derjenige Winkel stellt die optimale tropistische Reizlage eines Pflanzenorgans dar, unter dem eine bestimmte Energiemenge das Organ treffen muß, um ihren größtmöglichen Effekt in demselben auszulösen. Da nun nach Fröschel und Blaauw die Lichtenergie, die in der Pflanze einen bestimmten Effekt auslöst, das Produkt ist aus Intensität und Belichtungsdauer, und da die Lichtintensität mit dem Kosinus des Einfallswinkels abnimmt, so ist klar, daß wir, um der oben gegebenen Definition gerecht zu werden, unter verschiedenen Winkeln gleiche Energiemengen wirken lassen müssen, daß wir also die Intensitätsabnahme bei schiefem Winkel durch entsprechend längere Belichtung ausgleichen müssen, um denjenigen Winkel zu suchen, der die optimale heliotropische Reizlage darstellt. Daraus erhellt, daß die zuerst angeführte optimale heliotropische Reizlage allein dieser Definition entspricht, daß also nur theoretisch eine solche besteht. Das erste Optimum würde also ein physiologisches Optimum darstellen, während das zweite ein ökologisches ist, welches für die Pflanze in der freien Natur allein in Betracht kommt.

Im Anschluß an diese Erörterungen über die optimale heliotropische Reizlage muß ich noch einige Versuche von v. Guttenberg (11) besprechen, die mit meinen Resultaten nicht in Einklang zu bringen sind. v. Guttenberg untersuchte das Zusammenwirken von Helio- und Geotropismus. Er fand, daß

Helio- und Geotropismus sich gerade aufhoben, wenn er horizontal gelegte Keimlinge von unten mit einer Intensität von 0,0475 M.-K. belichtete.

v. Guttenberg stellte sich nun die Frage, warum gerade in der horizontalen Lage ein Ausgleich zwischen den beiden Reizen stattfindet, und warum die Keimpflanzen sich nicht manchmal in anderen Winkeln endgültig einstellten. Zur Erklärung dieser Frage stellte er eine Reihe von Versuchen an, die hier kurz beschrieben werden sollen.

v. Guttenberg ließ seinen Lichtstrahl unter einem Winkel von 45° von unten nach oben fallen und orientierte in diesem Lichtstrahl die Haferkoleoptile in verschiedener Weise zur Schwerkraft. Die Intensität des Lichtes hatte immer dieselbe Größe wie bei den früheren Versuchen, betrug also 0,0475 M.-K. Das Endresultat der Versuche war immer dasselbe. Immer stellten sich die Koleoptilen so, daß sie mit dem Licht einen Winkel von 90° bildeten.

Zur Erklärung dieser sonderbaren Tatsache nahm er an, daß das Licht stärker wirke, wenn es schief von unten die Pflanze trifft, als wenn es von oben einfällt. Mit Hilfe dieser Hypothese lassen sich seine Versuche sehr gut erklären.

Nun haben aber meine Versuche gezeigt, daß die Annahme von v. Guttenberg nicht auf Wirklichkeit beruht; da wir es bei diesen Versuchen mit Licht von konstanter Intensität zu tun haben und die Intensitätsabnahme bei schiefem Lichteinfall nicht berücksichtigt wurde, so finden die in der Tabelle auf S. 44 angegebenen Wirkungsverhältnisse bei schiefem Lichteinfall hier ihre Anwendung.

Übertragen wir diese Befunde auf die Versuchsergebnisse von v. Guttenberg, so zeigt sich, daß diese Versuche jetzt durchaus keine Erklärung finden.

Es liegt nun die Frage nahe, woran liegt es, daß die verschiedenen Resultate sich so widersprechen, und gibt es keine Möglichkeit, sie miteinander in Einklang zu bringen. Es scheint mir nun, daß v. Guttenbergs und meine Befunde überhaupt nicht direkt miteinander verglichen werden können, denn die Pflanzen wurden bei jenem lange Zeit durchbelichtet, während bei unseren Versuchen den Objekten nur Schwellenenergiemengen zu-

geführt wurden. Stimmungserhöhung, Gegenreaktion, Autotropismus und andere Erscheinungen dürften bei Versuchen mit Durchbelichtung den Effekt so komplizieren, daß aus dem Ausbleiben der Reaktion resp. dem Einhalten einer Gleichgewichtslage bei entgegengesetzter heliotropischer und geotropischer Reizung kein Schluß auf gleiche Erregungen gezogen werden darf.

Es scheint mir daher, daß es überhaupt wenig Zweck haben dürfte, zwei Reaktionen, die auf so verschiedene Weise zustande kommen, experimentell gegeneinander abzuwägen, zum mindesten müßte ein so wichtiger und noch so wenig bekannter Faktor, wie die Änderung der Lichtstimmung, vorher in seiner Wirkung eingehend bestimmt werden.

Schon in der Einleitung wurde erwähnt, daß die vorliegenden Versuche in der Hoffnung unternommen wurden, einen Beitrag zu liefern zu der Frage, ob die Helioperzeption auf der Wirkung der Lichtrichtung, oder auf Unterschiedsempfindlichkeit beruhe. Und wie wir sahen, ist diese Erwartung bestätigt worden. Bevor ich hierauf näher eingehe, möchte ich noch einige Worte über die beiden Theorien selbst und über die Literatur sagen. Durch Pringsheim (28) besitzen wir eine sehr schöne Zusammenstellung der Arbeiten in dieser Hinsicht, so daß ich mich unter Hinweis auf dieses Buch kurz fassen kann. Bei den folgenden Erörterungen wurden lediglich die Verhältnisse parallelotroper Organe berücksichtigt. Das Mitbehandeln der Erscheinungen aus der Phototaxis und der plagiotropen Organe schien wenig wünschenswert, da die Vorgänge beim Plagiophototropismus und bei der Phototaxis zum Teil ganz anderer Art sind, als die beim Heliotropismus parallelotroper Organe, so daß die Befunde bei diesen verschiedenen Erscheinungen wohl gar nicht direkt miteinander verglichen werden können.

Die Frage, worauf die tropistische Wirkung einseitigen Lichtes beruhe, scheint zuerst von N. I. C. Müller (17) berührt worden zu sein. Dieser Autor schloß auf Grund seiner Versuche über Heliotropismus im Spektrum, daß die Pflanzen den Unterschied der Helligkeit auf der Vorder- und Hinterseite empfinden, und daß sie sich infolgedessen nach der helleren Seite hin krümmen. Er gibt an, daß die Keimlinge für die weniger

brechbaren Strahlen stärker durchlässig seien als für die brechbaren, so daß also die blauen und violetten Strahlen von dem Pflanzenorgan stärker absorbiert werden als die roten, die den Keimling fast ungehindert durchdringen. Die Folge davon sei, daß die Keimlinge, die im stärker brechbaren Teil eines Spektrums stünden, eine größere Differenz in der Helligkeit auf den antagonistischen Flanken aufwiesen, als die Pflanzen im Rot, und daß im blauen Teil infolgedessen viel stärkere Krümmungen auftreten als im roten. Müllers Versuche können aber aus verschiedenen Gründen nicht als einwandfrei gelten, und überdies erklärt sich der Autor die Mechanik der Krümmung durch partielles Etiement der Schattenseite und durch Unterschiede in der Assimilation der Vorder- und Rückseite. Bei diesen beiden Annahmen würde allerdings, wenn sie sich als richtig erwiesen, ein Helligkeitsunterschied auf Vorder- und Rückseite einer Pflanze genügen, um eine heliotropische Krümmung hervorzurufen; schon lange aber sind diese beiden Erklärungen der Mechanik heliotropischer Krümmungen als unzureichend fallen gelassen worden.

Wenige Jahre später stellte dann Sachs (33, 34) die Hypothese auf, die Richtung der Lichtstrahlen sei maßgebend für die Richtung der Krümmung. Doch belegte er diese Auffassung nicht mit Versuchen, sondern zog seine Schlüsse auf Grund von Analogien zwischen Geotropismus und Heliotropismus. Die Versuche, die Müller-Thurgau (18) auf seine Veranlassung hin anstellte, beweisen jedoch keineswegs die Richtigkeit seiner Behauptung.

Die Auffassung von Sachs, wonach die Richtung der Lichtstrahlen ausschlaggebend sei für den Heliotropismus, ist der anderen Auffassung immer wieder entgegengestellt worden, wurde jedoch nicht wieder so energisch vertreten. Im Gegensatz hierzu fand die andere Theorie verschiedene Anhänger, die mit großer Sorgfalt Versuche anstellten, um ihre Ansicht zu verteidigen.

Charles Darwin (4) stellte als erster einen Versuch an, um die Frage zu lösen, worauf die Wirkung einseitigen Lichtes beruhe. Er schwärzte die eine Längshälfte von Haferkeimlingen mit Tusche, und stellte die Objekte so vor ein Fenster, daß

das Licht auf die Grenze des bemalten und nicht bemalten Teils fiel. Die Keimlinge krümmten sich dann »vom Fenster weg nach der nichtbemalten Seite«. Darwin schloß daraus, daß der Helligkeitsunterschied auf antagonistischen Flanken einer Pflanze Heliotropismus hervorruft. Doch ist sein Versuch nicht ganz einwandfrei, hauptsächlich deswegen, wie auch schon Pringsheim (28) hervorhebt, weil dazu diffuses Licht verwendet wurde.

Pfeffer (25, 26) nimmt sowohl in der 1. als auch in der 2. Auflage seiner Pflanzenphysiologie eine vermittelnde Stellung ein, indem er sagt (1. Auflage S. 331): »Wie oben hervorgehoben, kommt es jedenfalls auf ungleiche Beeinflussung opponierter Flanken an, um heliotropische resp. geotropische Bewegungen zu veranlassen, deren Richtung naturgemäß von Licht- resp. Schwerkraftrichtung abhängt.« Pfeffer läßt die Frage, welche der beiden Theorien die wahrscheinlichere sei, auch in der 2. Auflage offen, und sagt S. 616: »eine sichere Entscheidung ist durch die bisherige Untersuchung nicht herbeigeführt.« Er scheint jedoch der Annahme, daß beide Faktoren bei der heliotropischen Perzeption beteiligt seien, nicht abgeneigt zu sein.

Etwa zur selben Zeit als Darwins Versuche erschienen, sprach sich Wiesner (35, 36) zugunsten des Helligkeitsunterschiedes auf Vorder- und Rückseite des Keimlings aus, ohne jedoch entscheidende Versuche auszuführen. Erst als Oltmanns (21, 22) seine bekannten Versuche mit den Tusche-Gelatineprismen ausführte, bekam diese Theorie wieder einen Boden. Oltmanns stellte vermittels seiner Prismen einen Helligkeitsabfall senkrecht zur Strahlenrichtung her. Vaucheria-Fäden, die hinter diesen Tusche-Gelatineprismen aufgestellt wurden, krümmten sich senkrecht zur Lichtrichtung parallel zum Prisma, und zwar wandten sich die Fäden am dunklen Ende des Prismas nach der helleren Seite und umgekehrt, während eine Zone in der Mitte des Prismas keine Krümmungen zeigte. Oltmanns zog daraus den Schluß, daß die Pflanzen den Intensitätsunterschied auf antagonistischen Flanken perzipieren und sich nach der heller resp. dunkler beleuchteten Seite krümmen. Diese Versuche wurden jedoch bald angezweifelt; man machte

den Einwand, die Lichtstrahlen könnten an den in der Gelatine suspendierten Tuscheteilchen unkontrollierbare Ablenkungen erfahren, die das Resultat der Versuche beeinflussen könnten, auch sei die durch das Prisma gegebene Brechung des Strahls nicht berücksichtigt. Die Bemerkung jedoch, die Pfeffer in seiner *Physiologie*, 2. Auflage, S. 647 macht, das Resultat der Versuche mit Tusche-Gelatineprismen sei von vorneherein vorauszusehen, scheint mir für parallelotrope Pflanzen wenig zutreffend zu sein; denn es ist bei solcher Versuchsanstellung für einen Keimling absolut unmöglich, sich so zu orientieren, daß die verschiedenen Flanken von gleicher Intensität getroffen werden.

Jost (14, 15) neigte in der 1. Auflage seiner Vorlesungen über Pflanzenphysiologie zu der Theorie der Unterschiedsempfindlichkeit. In der 2. Auflage jedoch erklärt er sie für unhaltbar auf Grund von Versuchen von Fitting. Fitting (8) spaltete die Spitze von Avena-Koleoptilen und verdunkelte die eine Hälfte mit Stanniol; belichtete er dann die nicht verdunkelte Hälfte von zwei Seiten mit gleicher Intensität, so trat keine Krümmung ein, belichtete er sie aber nur von einer Flanke, so krümmte sie sich positiv nach der Lichtquelle, während die verdunkelte Hälfte gerade blieb. Daraus schließt Jost, offenbar in Anlehnung an die ähnlichen Versuche von Darwin, daß die Auffassung nicht richtig sei, wonach die Helioperzeption durch die Lichtdifferenz auf antagonistischen Flanken bedingt werde.

Er übersieht dabei jedoch, daß die verdunkelte Hälfte der Koleoptile in keinem ungestörten physiologischen Zusammenhang mehr steht mit der hellen, daß sie also gar keinen Einfluß auf die Krümmung der beleuchteten Hälfte und der Basis ausüben kann. Wie er selbst sagt, verhält sich das Organ so, als ob die verdunkelte Hälfte ganz weggenommen sei. Die helle Hälfte hingegen hat die Funktion der ganzen Spitze übernommen; Fitting zeigte doch auch, daß einzelne Streifen der Koleoptile immer noch zu heliotropischen Krümmungen fähig sind, und da er auch zeigte, daß der Reiz in der Querrichtung ebensogut fortgeleitet wird wie in der Längsrichtung, so wäre damit auch die Krümmung der verdunkelten Basis gut erklärbar.

Anders steht es jedoch mit dem zweiten Einwand von Jost.

Die Theorie der Unterschiedsempfindlichkeit würde eine getrennte Reizleitung an Vorder- und Rückseite des Organs verlangen, und diese Forderung ist mit den Befunden von Fitting nicht vereinbar, nach denen der Reiz auch dann in die verdunkelte Basis geleitet wird, wenn die gerade Bahn durch zwei übereinander greifende quere Einschnitte unterbrochen ist. Diese Tatsache ließe sich mit der angeführten Hypothese nicht in Einklang bringen, ohne unseren Vorstellungen Gewalt anzutun.

Ebenso hebt Jost mit Recht hervor, daß die Versuche von Massart (16) zur Entscheidung unserer Frage nicht verwertet werden können, da durch die antagonistische Reizung Verhältnisse geschaffen werden, deren Wirkung vorerst nicht zu übersehen ist. Aus demselben Grund können hier die Angaben von Pringsheim (27) keine Verwendung finden, die er 1909 S. 447 und 1910 S. 78 macht, da es sich auch hier um Dauerbelichtung und antagonistische Reizung handelt.

Neuerdings hat Wiesner (37) wieder einen Beitrag zu dieser Frage geliefert. Auf S. 306 hebt er nochmals den Unterschied der beiden Theorien hervor und sagt dann: »Wendet man diese beiden Aufstellungen auf den Grenzfall (Erreichung der heliotropischen Zielrichtung) an, so wird derselbe nach der ersten Aufstellung erreicht, wenn der Lichtintensitätsunterschied an der Licht- und Schattenseite des heliotropischen Organs gleich Null geworden ist, nach der zweiten Aufstellung aber dann, wenn die Richtung des Lichteinfalls zur Richtung des heliotropischen Organs parallel geworden ist. Da aber bei dieser Parallelstellung der Strahlen zur Richtung des Organs die Lichtunterschiede an den Außenseiten des Organs gleich Null sein müssen, so erkennt man, daß diese Aufstellungen einander gar nicht so entgegengesetzt sind als gewöhnlich angenommen wird.« Dies scheint mir jedoch durchaus nicht der Fall zu sein. Wenn diese beiden Ursachen der Endstellung eines heliotropischen Organs auch denselben Erfolg bei der Krümmung einer Pflanze haben, so kann man daraus doch noch lange nicht schließen, daß sie nun einander verwandt wären; es kann trotzdem aus irgendwelchen Gründen die eine der angenommenen Ursachen wirkungslos sein, während die andere ganz allein maßgebend ist für das Endresultat der Krümmung. Das Erreichen einer

solchen Endstellung scheint mir aber überhaupt schwer verwendbar zu sein zugunsten einer der beiden Theorien, da hierzu ebenfalls Durchbelichtung nötig ist und bei eventueller Überkrümmung des Organs auch eine antagonistische Reizung stattfindet.

Es fragt sich nun, was für Schlüsse lassen sich aus meinen Versuchen für und gegen die beiden Theorien ziehen? Zunächst einmal müssen wir uns darüber klar werden, daß die Formulierung der beiden Auffassungen mit der Zeit eine Änderung erfahren hat, die nicht ohne Bedeutung für die Interpretation ist. Während man ursprünglich von der Wirkung der Lichtrichtung resp. des Beleuchtungsunterschiedes auf den Heliotropismus ganz im allgemeinen sprach, beziehen wir jetzt, wo wir gelernt haben die Reizkette in einzelne Glieder aufzulösen, die Frage lediglich auf die Perzeption des Lichtreizes.

Gerade beim Heliotropismus finden sich, wie wir schon sahen, innerhalb der Reizkette eine Anzahl von Faktoren, die bei anderen Tropismen zu fehlen scheinen, und die noch so ungenügend bekannt sind, daß wir hier noch weniger als bei diesen in der Lage sind, aus der Reaktion irgendwelche Schlüsse auf die Größe, geschweige denn auf die Qualität der Erregung zu ziehen.

Es leuchtet daher ein, daß man bei der Besprechung all der Versuche, die bisher zur Klärung dieser Frage angestellt oder herbeigezogen wurden, sehr vorsichtig und zurückhaltend sein muß, da sie alle unter Bedingungen angestellt sind, die von unbekanntem Faktoren nicht ganz frei sind. Allein das Durchbelichten der Versuchsobjekte verändert die physiologische Disposition derselben schon so, daß wir die Verhältnisse nicht mehr klar übersehen. Ganz besonders gilt dies für die Auslegung der Oltmannsschen Versuche, die ja hauptsächlich zugunsten der Unterschiedtheorie herangezogen worden sind. Sie können mit meinen Resultaten wohl überhaupt nicht direkt verglichen werden, da sie unter ganz anderen Voraussetzungen angestellt worden sind wie meine Versuche. Die einzige Möglichkeit, einigen Aufschluß über Qualität und Quantität der heliotropischen Erregung zu erlangen, besteht augenblicklich in der Schwellenbestimmung; und wie wir sahen, haben solche

Schwellenbestimmungen ganz unerwartete Resultate geliefert. Es zeigte sich nämlich, daß beim Hafer, der hier zunächst allein berücksichtigt werden soll, mit zunehmendem Ablenkungswinkel des Lichtstrahls die heliotropischen Reizschwellen kontinuierlich zunehmen. Oder, wenn wir als Ausgangspunkt der Betrachtung den horizontalen Lichteinfall wählen, wir fanden, daß die Reizschwellen in Winkeln oberhalb der Horizontalen ab-, unterhalb der Horizontalen jedoch zunehmen. Nach der Theorie der Unterschiedsempfindlichkeit soll nun die Helioperzeption darauf beruhen, daß die Pflanze den Unterschied der Helligkeit auf Vorder- und Rückseite wahrnimmt.

Wenn sie überhaupt die Fähigkeit besitzt, einen solchen Unterschied in der Beleuchtung zu perzipieren, so kann konsequenterweise die Größe des Unterschieds nicht ohne Einfluß sein auf die Größe der Erregung. Je größer also der Unterschied der Beleuchtung auf antagonistischen Flanken ist, desto größer muß auch sein Einfluß sein, den er auf das Organ ausübt. Jost spricht diese Auffassung in der ersten Auflage seiner Vorlesungen über Pflanzenphysiologie aus, und schließt daraus auf das Vorhandensein einer unteren Lichtschwelle, einer Intensität, bei der die Differenz der Beleuchtung auf Vorder- und Hinterseite so gering wäre, daß keine Perzeption mehr zustande käme. Eine derartige untere Intensitätsschwelle ist jedoch bis jetzt noch nicht gefunden worden, und das Reizmengengesetz macht ihr Vorhandensein wenig wahrscheinlich.

Die Versuche von Figdor (6) lassen sich alle durch dieses Reizmengengesetz erklären, und bei längerer Belichtung hätte dieser Autor sicher bei allen seinen Objekten Krümmungen erhalten.

Fällt nun der Lichtstrahl in schiefem Winkel auf das Organ, so ist klar, daß dadurch der Unterschied der Beleuchtung der Vorder- und Hinterseite relativ größer wird, da das Licht einen größeren Weg im Stengel zurückzulegen hat, und also eine stärkere Absorption erfährt. Je kleiner nun der Einfallswinkel ist, den der Lichtstrahl mit der Vertikalen bildet, desto größer müßte sein Effekt in der Pflanze sein, desto kleiner also die Reizschwelle werden.

Wie wir gesehen haben, stimmt das auch für Winkel ober-

halb der Horizontalen, nicht aber für solche unterhalb derselben. Hier wird nämlich die Reizschwelle anstatt kleiner, immer größer. Da nun in gleichen Winkeln von unten die Absorption dieselbe ist wie in gleichen Winkeln von oben, da ferner infolgedessen die relative Differenz der Beleuchtung der beiden Seiten ebenfalls die gleiche ist, so ist schlechterdings nicht einzusehen, warum dann in Winkeln unterhalb der Horizontalen die Schwelle zu- anstatt abnimmt, wenn die Theorie der Unterschiedsempfindlichkeit richtig sein soll. Die Versuche zeigen also, daß physikalisch gleiche Mengen Licht physiologisch verschiedene Effekte hervorrufen können. Die verschiedenen Effekte sind abhängig von dem Winkel, unter dem der Lichtstrahl die Pflanze trifft. Da aber die Energieverhältnisse des angewandten Lichtes in gleichen Winkeln oberhalb und unterhalb der Horizontalen ganz gleich sind, so bleibt keine andere Möglichkeit, als daß die Richtung der Lichtstrahlen ausschlaggebend für die Größe des Effekts ist; die Pflanze wird von verschieden gerichtetem Licht verschieden affiziert, sie empfindet also die Richtung, in der ein Lichtstrahl sie trifft. Hiermit glaube ich, den Beweis geliefert zu haben, daß in der Pflanze in der Tat die Lichtrichtung die Größe der Erregung mit bedingt. Allerdings ist damit nicht bewiesen, ob der Intensitätsunterschied auf antagonistischen Flanken nicht irgendwelchen Einfluß auf den Heliotropismus einer Pflanze ausübt, doch ist nach all dem Gesagten diese Annahme äußerst unwahrscheinlich.

Nachdem wir aus den Resultaten im allgemeinen den Schluß gezogen haben, daß die phototropische Erregung abhängig ist von der Richtung, in der die Lichtstrahlen das Organ treffen, und von der zugeführten Lichtmenge, wollen wir nun die Einzelergebnisse noch etwas spezieller ins Auge fassen.

Zunächst ist es nötig, einmal zu untersuchen, welche Veränderungen der Lichtstrahl innerhalb der Pflanze erfährt. Es ist von vorneherein klar, daß ein Lichtstrahl, der einen Pflanzenteil unter rechtem Winkel trifft, nicht ohne Veränderungen durch diesen hindurchgeht, seinen strahligen Gang also nicht beibehält, sondern mehr oder weniger diffus wird. Dies wird bei den einzelnen Pflanzen in sehr verschiedenem Maße der Fall sein; in der Literatur finden sich fast keine Angaben hierüber.

Nathansohn und Pringsheim (19) beobachteten, daß ein auf einen Impatiensstengel senkrecht auftreffender Lichtstrahl an der Grenze zwischen Rinde und Gefäßbündeln auf der Lichtseite des Stengels zu einer Brennlinie konzentriert wird, und daß das von dieser Linie divergierende Licht die Rückseite des Stengels diffus beleuchtet; ähnliches dürfte auch bei den Sporangienträgern von *Phycomyces* der Fall sein. Die beiden angeführten Objekte sind jedoch ausnahmsweise durchsichtig.

Beschränken wir uns auf die Betrachtung von Avena-Koleoptilen, so zeigt sich, daß bei diesen relativ undurchsichtigen Organen das Licht seinen strahligen Gang nicht beibehalten kann, es wird diffus. Lassen wir nun den Strahl die Koleoptilen unter einem spitzen Winkel treffen, so wird eine eventuelle Brechung, die durch den schiefen Lichteinfall gegeben sein könnte, wenig zur Geltung kommen, da der vorher parallele Strahl nun nach allen Richtungen zerstreut wird. Eine ziemlich bedeutende Rolle hierbei werden auch die in der Koleoptile eingeschlossenen Primärblätter spielen. Man könnte nun denken, die Helligkeit auf der Rückseite des Organs sei lediglich abhängig von der Helligkeit auf der Vorderseite, stehe aber in keinem Zusammenhang mit der Richtung des einfallenden Lichtstrahls, da dieser ja gleich beim Eintritt in die Pflanze diffus wird. Dem ist jedoch nicht so; man weiß aus der Optik, daß in solchen durchscheinenden, aber nicht durchsichtigen Körpern das diffuse Licht doch eine gewisse Richtung beibehält, die durch die Richtung des einfallenden Strahls gegeben ist. Die relative Differenz in der Beleuchtung der Vorder- und Hinterseite erfährt also eine Vergrößerung, wenn der Lichtstrahl die Pflanze unter einem spitzen Winkel trifft. Würde die Theorie der Unterschiedsempfindlichkeit die Richtige sein, so könnte diese relative Vergrößerung der Differenz immerhin bei schiefem Lichteinfall einen Einfluß auf die Reizschwelle ausüben. Doch ist ja, wie wir sahen, diese Differenz für den Heliotropismus nicht maßgebend. Wir müssen vielmehr annehmen, daß entweder die stärkste Richtung des diffusen Lichtes, das in der Pflanze bei einseitiger Beleuchtung hergestellt wird, sich in den Zellen des Gewebes irgendwie manifestiert, und so von Einfluß ist auf die Größe der tropisti-

schen Erregung, oder daß die Richtung, in der der Lichtstrahl die Oberflächenzellen des Organs trifft, von der Pflanze perzipiert wird. Die Menge des auf der Oberfläche reflektierten Lichtes scheint von relativ geringer Bedeutung zu sein, wenigstens erwecken die Schwellenwerte bei verschiedenen Winkeln nicht den Anschein. Nur bei dem Winkel von 9° von oben, läßt sich die Vermutung aussprechen, daß eine weitere Depression der Schwelle deswegen nicht zu konstatieren sei, weil ein zu großer Prozentsatz des auffallenden Lichtes durch Reflektion wirkungslos gemacht sei.

Betrachten wir nun unsere Einzelschwellen etwas genauer, so sehen wir, daß ihre Zunahme mit zunehmendem Winkel offenbar nicht regellos verläuft; die Zunahme zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Winkeln wird mit steigender Winkelgröße immer stärker (vgl. die folgende Tabelle). Es fragt sich nun, läßt sich für diese Zunahme irgend eine zahlenmäßige Beziehung festlegen? In der Tat gelang es, einen solchen Zusammenhang zwischen Winkeln und Schwellengröße zu finden. Multipliziert man nämlich den Supplementwinkel eines jeden Winkels mit dem zugehörigen Schwellenwert, so zeigt sich, daß wir ein konstantes Produkt erhalten. Wie wir auf umstehender Tabelle sehen, schwanken die Zahlen zwar ziemlich stark, doch pendeln sie offenbar um einen Mittelwert, zeigen wenigstens keine Veränderung in bestimmter Richtung. Am meisten fällt der Wert von 45° mit 1607 aus der Reihe, doch sahen wir ja schon bei der Besprechung der Versuche, die unter diesem Winkel angestellt wurden, daß aus unbekanntem Gründen die

Winkel	Schwelle	Supplement- winkel	Produkt	Berechnete Schwelle
0°		180°		6,7
9°	7,5	171°	1283	7,0
15°	7,3	165°	1205	7,3
30°	9,5	150°	1425	8,0
45°	11,9	135°	1607	8,9
65°	11,8	115°	1357	11,4
90°	12,2	90°	1098	13,3
105°	15,8	75°	1185	16,0
120°	20,3	60°	1218	20,0
135°	23,7	45°	1007	26,7
150°	32,4	30°	972	40,0
160°	59,6	20°	1192	60,0

hier gefundene Schwelle offenbar etwas zu hoch ausgefallen war. Lassen wir diesen Produktwert bei 45° außer acht, und berechnen aus den anderen Werten das Mittel, so erhalten wir als Produkt die Zahl 1200. Aus dieser Zahl können wir dann umgekehrt, indem wir sie durch die einzelnen Supplementwinkel dividieren, die Schwellenwerte für die verschiedenen Ablenkungswinkel des Lichtstrahls von der Vertikalen berechnen. In Kolonne 5 der vorstehenden Tabelle finden sich die auf solche Weise berechneten Werte. Wir sehen dann, daß die meisten gefundenen Werte mit den berechneten ganz gut übereinstimmen, besonders die Winkel 15° , 105° , 120° und 160° stimmen recht gut. Etwas aus der Reihe fällt natürlich der Winkel 45° . Auch die Schwelle bei horizontalem Lichteinfall und die bei 150° weichen etwas stärker ab. Im großen und ganzen zeigt die gute Übereinstimmung zwischen berechneten und gefundenen Schwellenwerten, daß die angedeutete Beziehung zwischen Lichteinfall und Schwellengröße in der Tat besteht. Aus dem Mittelwert des Produkts läßt sich nun auch leicht der Schwellenwert berechnen, der zu dem Supplementwinkel 180° gehört, wenn also das Licht senkrecht von oben die Koleoptile trifft. Wir finden dann einen Wert von 6,7 M.-K.-S. Aus dieser Tatsache zog ich oben den Schluß, daß bei diesem Lichteinfall ebenfalls eine tropistische Erregung zustande kommt, und es ist nicht einzuzusehen, warum diese Erregung keine Reaktion hervorrufen soll, nur wird für unser Auge diese Reaktion unsichtbar bleiben, weil sie sich nicht in einer Krümmung, sondern einfach in einer gewissen Verlängerung der Koleoptilen äußern wird.

Auch nach unten zu, für den Supplementwinkel 0° läßt sich theoretisch ein Schwellenwert berechnen, er beträgt dann ∞ M.-K.-S. Käme also das Licht senkrecht von unten, so würde es keine tropische Erregung hervorrufen; aber schon bei der geringsten Abweichung von der Senkrechten, würde das Licht als Reiz empfunden werden. Allerdings wäre dieser Reiz schwach, die Schwelle betrüge bei einem Supplementwinkel von 1° 1200 M.-K.-S.; doch steigt die Reizkraft mit zunehmendem Supplementwinkel sehr rasch und bei 20° beträgt die Schwelle, wie wir sahen, bereits etwa 60 M.-K.-S.

Bei *Sinapis* und *Phykomyces* liegen die Verhältnisse unge-

fähr gerade so, nur muß bei *Phycomyces* die Berechnung gerade in umgekehrter Richtung angestellt werden. Ich will die entsprechenden Zahlen dieser beiden Objekte hier nicht anführen, sie stimmen wegen der geringen Zahl der Versuche wenig überein. Es lag ja auch nicht in meiner Absicht, bei diesen Versuchen sehr genaue Zahlen zu erhalten, und es geht aus den Einzelwerten zur Genüge hervor, daß die Verhältnisse hier gerade so liegen. Wenn man die Produkte ausrechnet, so zeigt sich auch hier, daß sie um einen Mittelwert schwanken, natürlich mit viel stärkeren Abweichungen. Auch hier finden wir eine theoretische Reizschwelle bei Lichteinfall senkrecht von oben, die bei Senf ungefähr 32 M.-K.-S. beträgt.

Die Berechnungen zeigen, daß die Reizschwelle in zahlenmäßigem Zusammenhang steht mit dem Winkel, unter dem das Licht die Pflanze trifft. Es muß also die Pflanze empfinden, unter welchem Winkel das Licht bei ihr eingreift, und wir sehen hier mit erneuter Deutlichkeit, daß die Richtung des Lichtes von der Pflanze perzipiert wird.

Fröschel (10) zeigte zuerst, daß die Größe der Reizschwelle ein Maßstab sei für die Größe der Empfindlichkeit einer bestimmten Pflanze. Und zwar wird die Empfindlichkeit eines Pflanzenorgans für das Licht direkt zahlenmäßig festgelegt durch den reziproken Wert der Reizschwelle. Allerdings warnt Blaauw (3) vor dieser Verwendung der Reizschwelle, doch glaube ich mit Fröschel, daß dem nichts im Wege steht, sofern man unter gleichen Bedingungen und besonders mit gleicher Lichtquelle arbeitet. Dementsprechend betrüge nach meinen Versuchen die Lichtempfindlichkeit des Hafers ein Zwölftel, die des Senfs $\frac{1}{240}$ und die von *Phycomyces* $\frac{1}{60}$. Haferkoleoptile wären demnach 20mal so empfindlich als die Sporangienträger von *Phycomyces*.

Übertragen wir dieses Maß der Empfindlichkeit auf unsere Versuche mit schieferm Lichteinfall bei Hafer so zeigt sich, daß die Avenakoleoptile verschieden empfindlich sind für die verschiedenen Strahlungsrichtungen. Die Empfindlichkeit nimmt ab, proportional dem Supplementswinkel der Bestrahlungsrichtung. Setzen wir die Lichtempfindlichkeit bei Beleuchtung senkrecht von oben gleich $\frac{1}{1}$, so nimmt dieser Wert mit steigendem Ab-

lenkungswinkel von der Vertikalen ab, bis er bei Beleuchtung des Keimlings senkrecht von unten $1/\infty$ werden würde, d. h. gegen diese Lichtrichtung ist die Pflanze gänzlich unempfindlich. Der Wert $1/6,7$ bei Lichteinfall senkrecht von oben stellt für Hafer die größtmögliche Empfindlichkeit dar. Diesen Wert würde man zweckentsprechend wohl mit dem Namen spezifische Empfindlichkeit belegen; dieselbe würde für Senf den Wert $1/132$ haben für *Phycomyces* $1/30$ nur müssen wir bei *Phycomyces* berücksichtigen, daß die theoretisch optimale Lichtrichtung, der gegenüber die Pflanze die größte Empfindlichkeit besitzt, die Beleuchtung senkrecht von unten ist; diesen Verhältnissen entsprechend werden sich Keimlinge von Hafer und Senf sehr genau in die Lichtrichtung einstellen, während dies bei *Phycomyces* lange nicht in dem Maße der Fall sein dürfte.

Worauf diese eigenartige Empfindlichkeitsänderung besonders das umgekehrte Verhalten von *Phycomyces* beruht, läßt sich vor der Hand durchaus nicht erklären. Ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich die Vermutung ausspreche, daß die Sporangienträger von *Phycomyces* nicht allein dastehen mit dieser Erscheinung. Weitere Untersuchungen würden eventuell noch manches Objekt mit gleichem Verhalten finden. Vielleicht ist dies ein Charakteristikum einzelliger heliotropischer Organe.

Die Erscheinung der Empfindlichkeitsabnahme bei steigenden Ablenkungswinkeln der Lichtstrahlen von der Vertikalen hängt möglicherweise mit der von Fitting (8) angenommenen Polarisation zusammen. Dieser Autor stellte die Hypothese auf, daß durch einseitigen Lichtreiz das Plasma in den einzelnen Zellen des gereizten Organs eine gewisse Polarisation erfahre, durch deren Fortpflanzung von Zelle zu Zelle der Reiz in die Basis geleitet werde. B. Jensen (13) nahm im Gegensatz dazu an, daß nur die Vorderseite gegenüber der Hinterseite des ganzen Organes polarisiert werde, doch scheint es mir, nachdem seine experimentellen Befunde durch v. d. Wolk (38) wiederlegt wurden, als ob uns diese Ansicht wenig weiter führen würde. Auch zeigte Fitting durch theoretische Erwägungen, daß eine derartige Auffassung der Polarisation unvereinbar ist mit den bisher gefundenen Tatsachen. Mit Fitting müßten wir also annehmen, daß der erste Einfluß, den ein einseitig das Pflanzen-

organ treffender Lichtstrahl in diesem auslöst, darin besteht, daß gewisse Strukturen des Plasmas sich in die Richtung des Lichtstrahls einstellen und so die Richtung, in der das Licht die Pflanze trifft, festlegen. Dabei wäre es einerlei, ob die Richtung des diffusen Lichtes in der Pflanze diese Erscheinungen hervorruft, oder ob die Richtung, in der der Lichtstrahl die Oberflächenzellen trifft, genügt, in diesen die Polarisation hervorzurufen, die dann in das Innere des Organs weiter geleitet würde. Diese Annahme einer Polarisation ist natürlich nur bildlich zu verstehen, man kann hier nicht vorsichtig genug allzu materielle Vorstellungen vermeiden.

Am leichtesten würde diese Einstellung auf die Lichtrichtung bei senkrecht von oben kommendem Licht stattfinden, und würde immer langsamer vor sich gehen, je größer der Ablenkungswinkel des Lichtstrahls von der Vertikalen wird. Die Einstellung auf Lichtstrahlen senkrecht von unten würde dann ganz unmöglich sein. Die Möglichkeit für den Lichteinfall senkrecht von oben eine theoretische Reizschwelle zu berechnen, deutete darauf hin, daß das Plasma in den Zellen nicht etwa im Ruhezustand in dieser Weise polarisiert sei und daß bei Lichteinfall unter bestimmten Winkeln die Polarisationsrichtung einfach in entsprechender Weise gedreht würde; vielmehr muß für jeden Lichteinfall (ungereizte Objekte vorausgesetzt) die Polarisation erst geschaffen werden. Auch diese Annahme macht Fitting schon auf Grund theoretischer Erwägungen wahrscheinlich.

Daß Blaauw's Annahme einer einfachen photochemischen Wirkung des Lichts nach all dem Auseinandergesetzten nicht länger aufrecht erhalten werden kann, braucht wohl nicht erst gesagt werden. Natürlich werden photochemische Prozesse beim Heliotropismus mitspielen, doch finden sich dabei noch eine ganze Reihe unbekannter Faktoren, die auf spezifischen Eigenschaften des Plasmas beruhen dürften, und die noch zu wenig oder gar nicht bekannt sind, so daß viele Vorgänge vorderhand noch gar keine Erklärung finden können.

Vor allem gebührt mein herzlichster Dank meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Friedrich Oltmanns für das warme Interesse, das er für meine Arbeit zeigte und für die liebenswürdige Überlassung der Institutsmittel. Die Anregung zu der Arbeit erhielt ich von Herrn Dr. Arthur Tröndle, dem ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte für die vielseitige Förderung, die dieselbe durch ihn erfuhr und für das Interesse, das er dieser Untersuchung jederzeit entgegenbrachte.

Für freundliche Hilfe bei physikalischen Fragen bin ich Herrn Professor Dr. Königsberger und Herrn Dr. v. Dechend besonders verpflichtet.

Literatur.

1. Arisz, W. H., On the connection between stimulus and effect in the phototropic curvatures of seedlings of *Avena sativa*. Proceedings Kon. Ak. v. Wetensch. 1911.
2. Bach, H., Über die Abhängigkeit der geotropischen Präsentations- und Reaktionszeit von verschiedenen Außenbedingungen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1907. **44**.
3. Blaauw, A. H., Die Perzeption des Lichts. Rec. trav. bot. Néerlandais. 1909. **5**.
4. Darwin, Ch., Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. 1880.
5. —, F., and Miß Pertz, On the artificial of Rhytm. in Plants. Ann. of bot. **17**.
6. Figdor, W., Versuche über die heliotropische Empfindlichkeit der Pflanzen. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1893. **102**.
7. Fitting, H., Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang. Jahrb. f. wiss. Bot. 1905. **41**.
8. —, Die Leitung der tropistischen Reize in parallelotropen Pflanzenteilen. Ebenda. 1907a. **44**.
9. —, Lichtperzeption und phototropische Empfindlichkeit. Ebenda. 1907b. **45**.
10. Fröschel, P., Untersuchungen über die heliotropische Präsentationszeit. 1. und 2. Mitt. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1908. **118**.
11. Guttenberg, H. v., Über das Zusammenwirken von Geotropismus und Heliotropismus in parallelotropen Pflanzenteilen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1907, 1910. **45** u. **47**.
12. Hagem, O., Über die resultierende phototropische Lage bei zweiseitiger Beleuchtung. Berg. Mus. Arbok. 1911.
13. Jensen, P. Boysen, La transmission de l'irritation phototropique dans l'avena. Acad. Royale des Sciences et des Lettres de Danemark. 1911.
14. Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1. Aufl. 1904.
15. —, Desgl. 2. Aufl. 1908.
16. Massart, J., Recherches sur les Organismes inférieurs. Bull. de l'Acad. roy. de Belg. 1888.
17. Müller, N. I. C., Botanische Untersuchungen I. 1872, 1877.

18. Müller-Thurgau, H., Über Heliotropismus. *Flora*. 1876. **59**.
 19. Nathansohn und Pringsheim, E., Über die Summation intermittierender Lichtreize. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 1908. **45**.
 20. Nybergh, T., Studien über den Einfluß der Temperatur auf die tropistische Reizbarkeit etiolierter Avenakeimlinge. *Ber. d. d. bot. Ges.* 1912.
 21. Oltmanns, F., Über die photometrischen Bewegungen der Pflanzen. *Flora*. 1892. **75**.
 22. —, Über positiven und negativen Heliotropismus. *Ebenda*. 1897. **83**.
 23. Peckelharing, C. J., Onderzoekingen over de perceptie van den zwaartekracht-prikel door planten. Utrecht. 1909.
 24. Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. 1. Aufl. 1881.
 25. —, Desgl. 2. Aufl. 1904.
 26. —, Osmotische Untersuchungen.
 27. Pringsheim, E., Studien zur heliotropischen Stimmungsänderung. *Beitr. z. Biol. d. Pflanz. (Cohn)*. 1909. **9**.
 28. —, Reizbewegungen der Pflanzen. 1912.
 29. Richter, O., Über den Einfluß verunreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. *Sitzgsber. d. Akad. Wiss. Wien*. 1909. **115**.
 30. —, Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. *Ber. d. d. bot. Ges.* 1903. **21**.
 31. Rothert, W., Über Heliotropismus. *Beitr. z. Biol. d. Pflanz.* 7. Aufl. 1894.
 32. Rutgers, A. A. L., The influence of temperature on the geotropic presentation-time. *Rec. trav. bot. Néerlandais*. 1912. **9**.
 33. Sachs, J., Stoff und Form der Pflanzenorgane. *Arb. d. bot. Inst. Würzb.* 1879, 1880.
 34. —, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1887.
 35. Wiesner, J., Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreich. *Wien*. 1878, 1889.
 36. —, Bem. zu den Aufs. Stoff und Form d. Pflanzenorg. v. Jul. Sachs. *Bot. Zeitschr.* 1880. **38**.
 37. —, Studien über die Richtung heliotropischer und photometrischer Organe im Vergleich zur Einfallsrichtung des wirksamen Lichtes. *Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. Wien*. 1912. **121**.
 38. Wolk, P. C. van der, Investigation of the transmission of light-stimuli in the seedlings of *Avena*. *Nimègue*. 1912.
 39. —, Über den Reizbegriff und dessen Analyse. *Nimègue*. 1912.
-

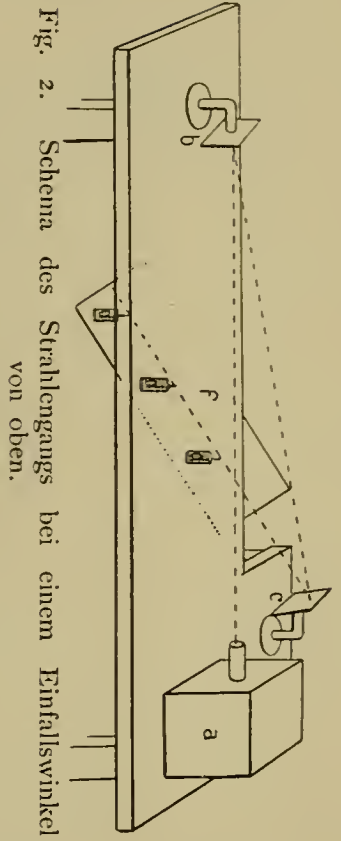


Fig. 2. Schema des Strahlengangs bei einem Einfallswinkel von oben.

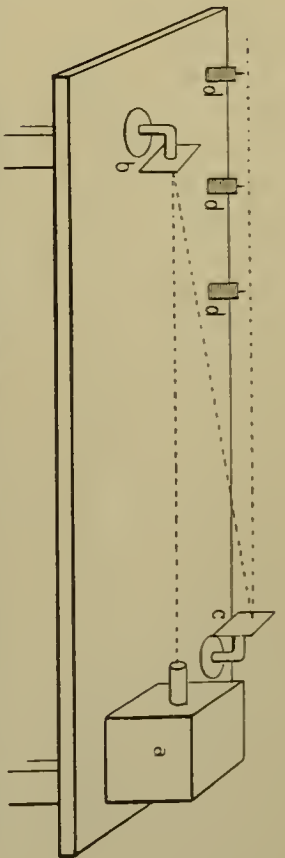


Fig. 1. Schema des Strahlengangs bei einem Einfallswinkel von 90° . a = Lampenkasten. b = 1. Spiegel. c = 2. Spiegel. d = Töpfe mit Keimlingen. e = 3. Spiegel (Fig. 4). f = schwarzes Tuchgestell (vgl. Fig. 3).

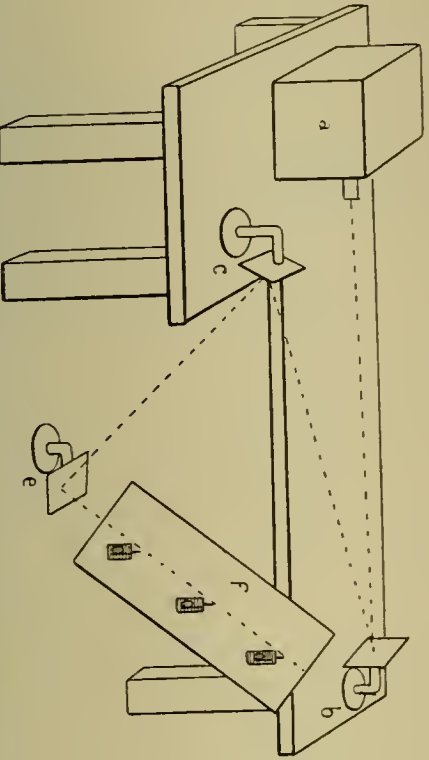


Fig. 4. Schema des Strahlengangs bei einem Einfallswinkel von unten.

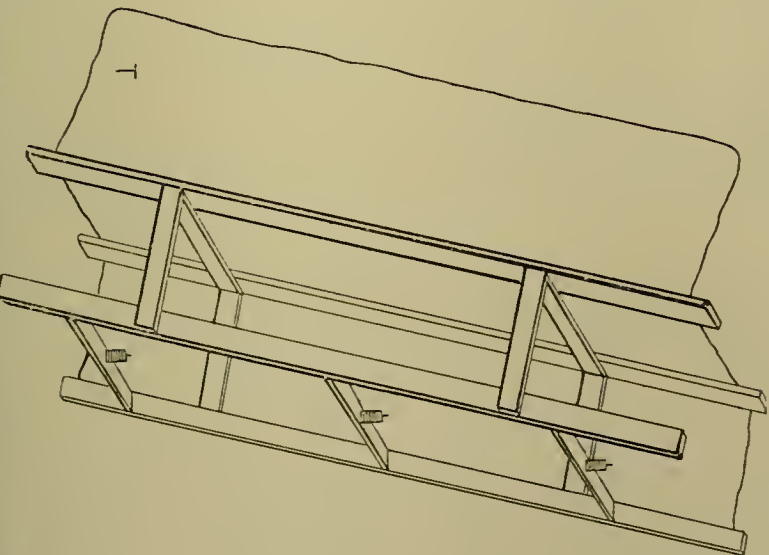


Fig. 3. Lattengestell, mit schwarzem Tuch bespannt. T = Tuchvorhang der Vorderseite.

Avena sativa.

Lichteinfall unter 9° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 7,5 M.-K.-S.

Tabelle 1.

No.	A	B	C	Bemerkung
229	58	59	30	
230	68	44	26	
231	72	71	38	0,181 M.-K.
232	65	50	45	
233	63	46	43	
234	62	58	36	40 Sekunden
235	75	41	28	
236	54	54	37	
237	62	59	48	7,24 M.-K.-S.
238	64	46	37	
239	79	50	38	
Mittel	66	53	37	

Tabelle 2.

No.	A	B	C	Bemerkung
240	72	36	48	
241	33	33	40	
242	56	45	30	0,081 M.-K.
243	77	48	29	
244	68	46	35	
245	54	25	13	94 Sekunden
246	56	33	38	
247	77	63	22	7,69 M.-K.-S.
248	54	58	41	
Mittel	61	45	33	

Tabelle 3.

No.	A	B	C	Bemerkung
249	70	54	39	
250	72	50	36	
251	79	29	50	0,450 M.-K.
252	62	52	40	
253	55	33	38	17 Sekunden
254	55	35	37	
255	56	55	42	7,56 M.-K.-S.
256	71	39	55	
257	65	52	24	
Mittel	65	44	40	

Lichteinfall unter 15° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 7,3 M.-K.-S.

Tabelle 4.

No.	A	B	C	Bemerkung
64	80	61	14	
65	57	52	39	
66	65	32	72	
67	68	67	55	0,493 M.-K.
68	58	59	44	
69	59	52	27	
70	77	84	85	17 Sekunden
71	95	62	61	
72	79	55	28	8,4 M.-K.-S.
73	71	41	50	
74	62	42	45	
75	60	42	55	
76	50	26	30	
Mittel	68	52	47	

Tabelle 5.

No.	A	B	C	Bemerkung
83	65	71	42	
84	71	57	44	
85	58	43	29	0,201 M.-K.
86	83	59	50	
87	79	62	58	33 Sekunden
88	62	65	42	
89	65	71	50	6,6 M.-K.-S.
90	70	52	30	
Mittel	69	60	43	

Tabelle 6.

No.	A	B	C	Bemerkung
93	67	59	35	
94	56	40	32	
95	45	45	42	0,0897 M.-K.
97	89	85	67	
98	88	57	24	
99	84	72	58	82 Sekunden
100	73	48	26	
101	74	52	39	
102	72	77	48	7,4 M.-K.-S.
103	76	50	39	
104	61	41	22	
105	76	50	36	
106	55	56	27	
107	63	45	30	
Mittel	70	56	37	

Tabelle 7.

No.	A	B	C	Bemerkung
109	91	50	31	1,02 M.-K. 7 Sekunden 7,1 M.-K.-S.
110	86	78	46	
111	56	58	63	
112	83	72	63	
Mittel	79	65	51	

Tabelle 8.

No.	A	B	C	Bemerkung
113	64	60	50	1,25 M.-K. 6 Sekunden 7,50 M.-K.-S.
114	48	32	45	
115	72	56	46	
116	70	64	31	
117	61	43	31	
118	60	40	50	
119	61	48	16	
120	43	50	18	
121	55	50	40	
122	80	52	43	
123	65	35	26	
Mittel	62	48	36	

Tabelle 9.

No.	A	B	C	Bemerkung
221	87	67	40	0,242 M.-K. 29 Sekunden
222	58	54	29	
223	56	46	29	
Mittel	67	56	33	7,02 M.-K.-S.

Tabelle 10.

No.	A	B	C	Bemerkung
224	77	55	48	0,605 M.-K. 12 Sekunden
225	67	58	28	
226	58	41	48	
Mittel	67	51	41	7,3 M.-K.-S.

Lichteinfall unter 30° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 9,5 M.-K.-S.

Tabelle 11.

No.	A	B	C	Bemerkung
132	72	77	59	0,408 M.-K.-S. (Bei B) 29 Sekunden
133	63	73	58	
134	74	80	72	
135	77	72	82	
136	80	78	72	
137	83	69	73	
Mittel	75	75	69	

Tabelle 12.

No.	A	B	C	Bemerkung
138	63	50	52	0,408 M.-K. 24 Sekunden 9,8 M.-K.-S.
139	83	45	35	
140	52	41	31	
141	63	72	41	
142	61	65	48	
143	55	57	46	
144	58	46	44	
145	46	41	55	
146	46	54	24	
147	75	38	54	
148	65	54	60	
149	48	44	26	
150	76	41	42	
151	73	56	40	
152	60	40	30	
Mittel	62	50	42	

Tabelle 13.

No.	A	B	C	Bemerkung
153	72	80	77	0,168 M.-K. (Bei B)
154	81	82	63	
155	65	65	62	
Mittel	73	76	67	69 Sekunden

Tabelle 14.

No.	A	B	C	Bemerkung
156	67	45	36	0,168 M.-K.
157	52	56	42	
158	40	35	33	
159	59	55	43	57 Sekunden
160	71	58	41	
161	62	54	50	
162	62	56	42	9,6 M.-K.-S.
163	78	82	48	
164	64	50	33	
165	72	54	31	
166	70	37	31	
167	71	52	42	
Mittel	64	53	39	

Tabelle 15.

No.	A	B	C	Bemerkung
168	79	59	61	0,905 M.-K. (Bei B)
169	83	43	60	
170	78	76	68	
Mittel	80	59	63	13 Sekunden

Tabelle 16.

No.	A	B	C	Bemerkung
171	50	52	35	0,905 M.-K.
172	70	67	43	
173	64	58	50	
174	57	40	37	10 Sekunden
175	74	63	45	
176	66	64	44	
177	96	73	52	9,1 M.-K.-S.
178	77	63	45	
179	68	64	50	
180	70	59	45	
181	68	52	40	
182	56	43	41	
Mittel	68	58	34	

Lichteinfall unter 45° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 11,9 M.-K.-S.

Tabelle 17.

No.	A	B	C	Bemerkung
29	80	63	30	0,597 M.-K.
30	73	55	65	
31	56	41	29	
32	77	37	27	21 Sekunden
33	42	31	15	
34	42	30	46	12,5 M.-K.-S.
35	59	52	35	
36	71	59	46	
37	57	26	7	
38	56	71	30	
Mittel	61	47	36	

Tabelle 18.

No.	A	B	C	Bemerkung
39	52	40	46	1,36 M.-K.
40	66	48	36	
41	36	39	13	
42	52	39	20	8 Sekunden
43	38	48	25	
44	82	46	44	10,9 M.-K.-S.
45	58	33	48	
46	50	56	54	
Mittel	54	44	36	

Tabelle 19.

No.	A	B	C	Bemerkung
205	84	58	50	0,209 M.-K.
206	75	77	56	
207	52	44	29	60 Sekunden
208	54	48	29	
209	54	50	46	12,5 M.-K.-S.
210	63	43	45	
Mittel	64	53	43	

Lichteinfall unter 65° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 11,8 M.-K.-S.

Tabelle 20.

No.	A	B	C	Bemerkung
183	67	45	48	0,573 M.-K.
184	70	65	22	
185	57	48	41	
186	60	37	45	
187	61	39	42	
188	73	50	35	21 Sekunden
189	50	42	30	
190	60	46	33	12,0 M.-K.-S.
191	64	36	35	
192	58	26	25	
Mittel	62	43	46	

Tabelle 21.

No.	A	B	C	Bemerkung
193	75	84	35	1,28 M.-K.
194	77	50	60	
195	68	52	46	
196	57	41	32	
197	64	33	31	9 Sekunden
198	50	37	40	11,5 M.-K.-S.
Mittel	65	49	41	

Tabelle 22.

No.	A	B	C	Bemerkung
199	72	46	46	0,236 M.-K.
200	72	45	52	
201	75	46	27	
202	80	52	41	51 Sekunden
203	78	35	40	12,0 M.-K.-S.
204	55	50	46	
Mittel	72	46	42	

Lichteinfall unter 90° , horizontal.

Mittlere Reizschwelle 12,2 M.-K.-S.

Tabelle 23.

No.	A	B	C	Bemerkung
14	70	46	30	0,581 M.-K.
15	65	67	19	
16	50	52	40	
20	73	67	40	
21	73	50	64	20 Sekunden
22	42	38	38	
23	78	63	48	
24	78	78	61	11,6 M.-K.-S.
25	77	54	63	
Mittel	67	57	45	

Tabelle 24.

No.	A	B	C	Bemerkung
26	59	40	66	0,205 M.-K. 45 Sekunden
27	68	57	34	
28	33	40	44	
Mittel	53	46	48	13,3 M.-K.-S.

Tabelle 25.

No.	A	B	C	Bemerkung
124	56	61	43	0,487 M.-K. 22 Sekunden 10,7 M.-K.-S.
125	61	56	46	
126	59	55	30	
Mittel	59	57	40	

Tabelle 26.

No.	A	B	C	Bemerkung
127	65	33	39	0,232 M.-K. 55 Sekunden
128	55	50	35	
Mittel	60	42	37	12,8 M.-K.-S.

Tabelle 27.

No.	A	B	C	Bemerkung
129	60	41	21	1,24 M.-K. 10 Sekunden
130	72	50	26	
131	59	46	31	
Mittel	64	46	26	12,4 M.-K.-S.

Tabelle 28.

No.	A	B	C	Bemerkung
211	69	58	37	0,588 M.-K.
212	63	42	28	
213	67	42	36	
214	65	46	22	
215	60	45	21	21 Sekunden
216	50	36	30	
217	67	48	43	
218	68	42	30	12,4 M.-K.-S.
219	50	39	27	
220	77	39	32	
Mittel	64	44	31	

Tabelle 29.

No.	A	B	C	Bemerkung
292	58	46	45	0,613 M.-K. 20 Sekunden
293	62	50	50	
294	69	57	27	
Mittel	63	51	41	12,3 M.-K.-S.

Lichteinfall unter 105^0 , von unten.

Mittlere Reizschwelle 15,8.

Tabelle 30.

No.	A	B	C	Bemerkung
370	50	45	22	0,603 M.-K.
371	63	42	33	
372	54	42	25	
373	63	56	33	26 Sekunden
374	63	41	44	15,7 M.-K.-S.
375	50	56	47	
Mittel	57	47	34	

Tabelle 31.

No.	A	B	C	Bemerkung
376	56	35	21	1,44 M.-K.
377	42	42	25	
378	60	38	25	
379	61	44	33	11 Sekunden
380	82	57	50	15,8 M.-K.-S.
381	53	50	44	
Mittel	59	44	33	

Lichteinfall unter 120° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 20,3 M.-K.-S.

Tabelle 32.

No.	A	B	C	Bemerkung
355	60	50	40	1,04 M.-K.
356	70	40	40	
357	70	60	50	
358	67	64	38	19 Sekunden
359	70	40	19	19,8 M.-K.-S.
360	53	50	67	
Mittel	63	51	42	

Tabelle 33.

No.	A	B	C	Bemerkung
364	50	36	14	0,474 M.-K.
365	61	30	33	
366	73	60	45	
367	60	50	43	44 Sekunden
368	54	40	42	20,9 M.-K.-S.
369	70	44	38	
Mittel	61	43	36	

Lichteinfall unter 135° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 23,7 M.-K.-S.

Tabelle 34.

No.	A	B	C	Bemerkung
331	56	56	33	0,749 M.-K.
332	70	60	27	
333	42	20	50	
334	62	25	33	30 Sekunden
335	45	39	27	
336	73	44	43	
337	42	35	7	23,5 M.-K.-S.
338	31	29	22	
339	50	50	60	
340	54	88	40	
341	75	24	21	
342	67	68	50	
Mittel	56	44	34	

Tabelle 35.

No.	A	B	C	Bemerkung
343	60	40	17	
344	75	54	38	
345	78	54	45	0,342 M.-K.
349	56	42	22	
350	54	40	44	70 Sekunden
351	83	50	15	
352	60	29	20	
353	46	27	20	23,9 M.-K.-S.
354	83	79	11	
Mittel	66	49	26	

Lichteinfall unter 150° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 32,4 M.-K.-S.

Tabelle 36.

No.	A	B	C	Bemerkung
304	36	50	26	
305	46	13	8	
306	88	67	33	0,530 M.-K.
307	50	56	42	
308	64	60	20	
309	50	50	27	60 Sekunden
310	54	52	50	
311	65	38	15	
312	79	47	45	31,8 M.-K.-S.
313	58	50	66	
314	75	64	27	
315	60	50	44	
Mittel	60	50	34	

Tabelle 37.

No.	A	B	C	Bemerkung
316	60	64	44	
317	89	37	33	1,22 M.-K.
318	63	37	30	
319	60	45	29	26 Sekunden
320	50	60	38	
321	64	73	37	31,7 M.-K.-S.
Mittel	56	53	35	

Tabelle 38.

No.	A	B	C	Bemerkung
322	50	35	44	
323	50	39	24	0,240 M.-K.
324	64	33	35	
325	58	44	45	140 Sekunden
326	78	58	47	
327	50	40	37	33,6 M.-K.-S.
Mittel	58	42	39	

Lichteinfall unter 160° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 59,6 M.-K.-S.

Tabelle 39.

No.	A	B	C	Bemerkung
443	73	75	36	1,07 M.-K.
444	70	58	22	
445	70	46	45	
446	58	50	42	55 Sekunden
447	67	45	10	
448	67	46	42	
449	73	64	42	59 M.-K.-S.
450	67	53	43	
451	77	67	38	
452	79	78	30	
453	79	50	13	
454	58	40	36	
Mittel	70	56	33	

Tabelle 40.

No.	A	B	C	Bemerkung
455	91	58	40	0,470 M.-K.
456	58	36	33	
457	58	54	36	128 Sekunden 60,2 M.-K.-S.
458	54	64	46	
459	62	40	17	
Mittel	65	50	34	

Sinapis alba.

Lichteinfall unter 15° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 169 M.-K.-S.

Tabelle 41.

No.	A	B	C	Bemerkung
412	63	63	30	1,21 M.-K.
413	67	64	33	
414	75	54	33	
415	83	63	27	140 Sekunden
416	73	63	44	
417	75	54	25	
418	70	64	30	169 M.-K.-S.
419	78	70	44	
420	57	56	42	
421	71	64	30	
422	75	60	33	
423	57	50	25	
Mittel	70	60	33	

Lichteinfall unter 45° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 223 M.-K.-S.

Tabelle 42.

No.	A	B	C	Bemerkung
403	63	40	30	2,79 M.-K.
404	64	71	43	
405	75	50	36	
406	60	60	30	80 Sekunden
407	80	58	44	
408	80	56	40	
409	64	57	46	223 M.-K.-S.
410	83	58	31	
411	57	60	10	
Mittel	70	57	34	

Lichteinfall unter 90° , horizontal.

Mittlere Reizschwelle 239 M.-K.-S.

Tabelle 43.

No.	A	B	C	Bemerkung
382	69	54	30	2,90 M.-K.
383	75	33	20	
384	50	36	33	
385	58	44	43	85 Sekunden
386	55	44	40	
387	55	27	37	
394	86	50	38	246 M.-K.-S.
395	70	50	46	
396	78	46	18	
Mittel	66	43	34	

Tabelle 44.

No.	A	B	C	Bemerkung
397	66	50	20	1,16 M.-K.
398	86	38	44	
399	78	63	18	
400	70	50	40	200 Sekunden
401	57	50	45	232 M.-K.-S.
402	56	50	31	
Mittel	69	50	33	

Lichteinfall unter 120° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 259 M.-K.-S.

Tabelle 45.

No.	A	B	C	Bemerkung
424	70	50	33	
425	50	38	30	
426	70	67	40	2,35 M.-K.
427	69	60	36	
428	70	60	25	
429	75	54	15	110 Sekunden
430	70	50	33	
431	50	56	44	
432	83	60	37	259 M.-K.-S.
Mittel	67	55	33	

Lichteinfall unter 150° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 343 M.-K.-S.

Tabelle 46.

No.	A	B	C	Bemerkung
433	63	44	20	
434	63	36	40	1,32 M.-K.
435	63	40	33	
436	63	40	27	
437	63	45	30	260 Sekunden
438	45	40	33	
439	63	22	18	
440	50	44	18	343 M.-K.-S.
441	57	36	21	
442	57	36	27	
Mittel	59	38	27	

Phycomyces nitens.

Lichteinfall unter 30° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 248 M.-K.-S.

Tabelle 47.

No.	A	B	C	Bemerkung
484	60	40	30	
485	80	70	40	
486	80	50	30	2,07 M.-K.
487	60	40	40	
488	60	70	50	
489	60	50	40	120 Sekunden
490	70	60	40	
491	60	50	40	
492	50	40	40	
493	60	50	50	248 M.-K.-S.
494	70	60	60	
495	60	40	40	
Mittel	63	52	42	

Lichteinfall unter 45° , von oben.

Mittlere Reizschwelle 84 M.-K.-S.

Tabelle 48.

No.	A	B	C	Bemerkung
496	70	50	40	1,67 M.-K.
497	50	50	30	
498	80	60	30	
499	50	50	40	
500	60	60	40	50 Sekunden
501	50	40	30	
502	80	60	30	84 M.-K.-S.
503	90	60	40	
Mittel	65	54	35	

Lichteinfall unter 90° , horizontal.

Mittlere Reizschwelle 60,5 M.-K.-S.

Tabelle 49.

No.	A	B	C	Bemerkung
461	80	50	50	2,44 M.-K.
462	50	80	50	
463	50	50	35	
464	60	40	20	
465	80	50	50	25 Sekunden
466	40	50	30	
467	70	60	50	61 M.-K.-S.
468	60	50	20	
469	50	40	35	
470	50	50	30	
Mittel	59	52	37	

Tabelle 50.

No.	A	B	C	Bemerkung
471	60	50	40	1,04 M.-K.
472	50	50	30	
473	50	50	30	
474	70	50	50	
475	60	50	50	58 Sekunden
476	70	60	40	
477	60	50	30	60 M.-K.-S.
478	60	60	40	
479	50	40	40	
Mittel	59	51	39	

Lichteinfall unter 135° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 57 M.-K.-S.

Tabelle 51.

No.	A	B	C	Bemerkung
506	50	60	30	1,55 M.-K.
507	70	60	50	
508	80	50	50	
509	50	40	30	37 Sekunden
510	10	60	50	
511	60	50	60	57 M.-K.-S.
512	60	50	40	
513	50	50	60	
514	70	60	40	
Mittel	56	53	46	

Lichteinfall unter 150° , von unten.

Mittlere Reizschwelle 48 M.-K.-S.

Tabelle 52.

No.	A	B	C	Bemerkung
516	60	50	40	1,06 M.-K.
517	60	60	40	
518	80	50	30	45 Sekunden
519	50	70	40	
520	70	60	40	
521	90	50	50	48 M.-K.-S.
522	60	60	50	
523	60	50	40	
Mittel	65	56	41	



Besprechungen.

Minot, C. S., Die Methode der Wissenschaft und andere Reden.

Übers. von J. Kaufmann. Jena. 1913. 205 S.

—, Moderne Probleme der Biologie.

6 Vorträge, gehalten an der Universität Jena im Dezember 1912. Jena. 1913. 111 S.

Das erste der vorliegenden Werke ist eine Sammlung ziemlich verschiedenartiger Vorträge, welche der Verf. größtenteils auf Kongressen in Amerika gehalten hat. Der letzte, betitelt »Die Lage der Naturforschung in Amerika«, ist die Antrittsrede in Berlin, wo Verf. im Jahre 1912 als Austauschprofessor war. Die Vorträge datieren bis 1894 zurück und sind unverändert übernommen. Das hat den Übelstand, daß manche darin vertretenen Anschauungen heute veraltet sind, andererseits Vorschläge für Reformen gemacht werden, die (wenigstens in Deutschland) seit längerer Zeit durchgeführt sind. Das gilt z. B. für den zweiten Vortrag (»Wissen und Praxis«), der die Ausbildung des Arztes behandelt, davon abgesehen aber ebenso wie der erste (»Die Aufgabe des Naturforschers in der Welt«) manche beherzigenswerten Worte enthält (z. B. über die Publikation vorläufiger Mitteilungen, über die Darstellungsweise wissenschaftlicher Abhandlungen usw.). Die übrigen Vorträge sind folgendermaßen betitelt: 3. Die embryologische Basis der Pathologie. 4. Das Problem des Bewußtseins in seinen biologischen Beziehungen. 5. Genetische Interpretationen auf dem Gebiete der Anatomie. 6. Die Beziehungen der Embryologie zu den Fortschritten der Medizin. 7. Gewisse Ideale der ärztlichen Ausbildung. 8. Die Methode der Wissenschaft. — Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, behandeln die meisten Vorträge Fragen anatomischer und medizinischer Natur, die die Botanik nicht direkt berühren und auf die deshalb hier nicht näher eingegangen werden soll. Manche Erörterungen sind allerdings auch hier für alle Biologen von Interesse, z. B. die über den vom Verf. aufgestellten Begriff der Cytomorphose, worunter sämtliche strukturellen Veränderungen, die Zellen oder Zellgenerationen erfahren (also Differenzierung, Degeneration, Nekrobiose,

Tod), zusammengefaßt werden. Namentlich für die Beurteilung der auch heute noch vielfach durchgeführten scharfen Trennung zwischen »pathologischen« und »normalen« Vorgängen trägt der Begriff zur Klärung bei. Der Cytomorphose ist übrigens in der zweiten Publikation (s. u.) ein ganzer Vortrag gewidmet. Probleme von allgemeiner Bedeutung behandeln die Vorträge 4 und 8. Das Bewußtsein ist nach dem Verf. ein Etwas, das innig mit dem Protoplasma verknüpft ist und das Vermögen besitzt, »die Form der Energie zu ändern«. Es ist weder selbst eine Form der Energie, noch ein Zustand des Protoplasmas. Im Universum gibt es nur zweierlei »Dinge«: Energie und Bewußtsein. Für die Existenz eines dritten, der Materie, liegt kein Beweis vor. Ref. muß gestehen, daß er die Gründe, die für diese Erkenntnistheorie vorgebracht werden, nicht recht einsieht. Kann man nicht mit demselben Argument die Existenz der Energie und überhaupt von allem, was »außerhalb« des Bewußtseins liegt, leugnen? Vielfach wird vom Verf. Bewußtsein begrifflich mit Willen gleichgesetzt. Den letzteren hält Verf. (ohne es zu beweisen) für frei. Die natürliche Konsequenz hieraus würde ein Vitalismus sein, der in völligem Gegensatz steht zu den Anschauungen des Darwinismus. Im letzten Vortrag der zweiten Sammlung kommt der Verf. auf das gleiche Problem zurück und sagt (S. 105): »Die Auffassung des Bewußtseins, die ich Ihnen vorgelegt habe, ist nicht eine philosophische Spekulation, sondern eine wissenschaftliche Hypothese, die vorgeführt wird, weil durch sie die Lebenserscheinungen in ihrer Gesamtheit uns verständlicher gemacht werden.« Ref. möchte stark bezweifeln, daß das der Fall ist. — Vortrag 8 sollte besser heißen: die Methode des wissenschaftlichen Forschens, denn er handelt von den Wegen, die zu gesicherten Resultaten führen und den Klippen, die dabei zu überwinden sind. Als Hauptquellen von Irrtümern werden angesehen »die inadäquate Bestimmung der Vordersätze« und das »übermäßige Vertrauen auf Schlüsse«. Die Art des Forschens und der Berichterstattung über Forschungen wird an lehrreichen Beispielen erläutert und man wird dem Verf. völlig beistimmen, wenn er von einer wissenschaftlichen Arbeit verlangt, daß sie eingehende Angaben über die Methodik enthält, so daß es leicht möglich ist, die Ergebnisse nachzuprüfen.

Die zweite Vortragsserie bildet mehr ein geschlossenes Ganze. Sie behandelt einige Probleme der allgemeinen Morphologie und Physiologie der Zelle. In der ersten Vorlesung (»Die neue Zellenlehre«), die eine Art Einleitung ist, werden die Grundbegriffe erörtert (Zellbestandteile, Plasmastruktur, Karyokinese usw.), die zweite behandelt die Cytomorphose, wovon schon oben die Rede war. In den beiden folgenden werden

die Fragen der Unsterblichkeit und der Entwicklung des Todes von biologischen Gesichtspunkten betrachtet. Dabei handelt es sich natürlich nur um die Unsterblichkeit des Protoplasmas und der Verf. berichtet über die Untersuchungen, welche die Kontinuität der propagatorischen Elemente beweisen, erläutert kurz die Fortpflanzungsprozesse und einige Vererbungstheorien, um dann auf die physiologischen Ursachen des Todes einzugehen. Die recht ansprechende Theorie des Verf.s geht davon aus, daß die Ursachen des Alterns im wesentlichen auf zunehmender Differenzierung beruhen, und daß mit der Differenzierung eine Abnahme der Wachstums- und Teilungsfähigkeit der Zellen parallel geht. Die Ansichten anderer Autoren werden mehr oder weniger ausführlich kritisiert, Calkins, Metschnikoffs u. a. Anschauungen werden mit Recht zurückgewiesen; ganz unberechtigterweise wird dagegen Weismann mit wenigen kurzen, abfälligen Bemerkungen abgetan, obwohl der Verf. doch selbst auf dem Standpunkt steht, daß die Einzelligen potentiell unsterblich sind. Wenn der Verf. betont, daß er nicht geneigt ist, den Tod als vorteilhaft zu betrachten, sondern eher als eine Folge der Differenzierung anzusehen, so liegt hier der prinzipielle Irrtum vor, daß sich die finale und kausale Betrachtungsweise ausschließen. Es ist doch sehr wohl möglich, daß die Weismannsche Auffassung neben derjenigen Minots zu Recht besteht. Der 5. Vortrag handelt von der Bestimmung des Geschlechts. An der Hand instruktiver Abbildungen wird hier die Bedeutung des akzessorischen Chromosoms erläutert. Im letzten Vortrag schließlich (»Der Begriff des Lebens«) ist die Rede von der Urzeugung, der Tätigkeit und Organisation des Plasmas, dem Bewußtsein usw.

Es lag in der Absicht des Verf., seine Hörer vornehmlich mit den Ergebnissen der amerikanischen Forscher bekannt zu machen. Das dem Bande beigefügte Literaturverzeichnis gibt eine wertvolle Zusammenstellung dieser Arbeiten.

H. Kniep.

Nathansohn, A., Allgemeine Botanik.

Mit 4 farbigen, 5 schwarzen Taf. u. 394 Abbdg. i. Text. Quelle u. Meyer, Leipzig. 1912. 8°, 471 S.

Die Nathansohnsche »Allgemeine Botanik« ist ein vorzüglich geschriebenes eigenartiges Werk voller Anregung und neuer zusammenfassender Gesichtspunkte. Das Buch hat insofern eine prinzipielle Bedeutung und erheischt daher etwas eingehendere Besprechung, als es in unserer wissenschaftlichen Lehrbuchliteratur den ersten Versuch darstellt abzugehen, von »dem seit lange festgehaltenen Gebrauch, den Stoff in Anatomie, Morphologie und Physiologie einzuteilen und die

Ökologie . . . abzutrennen«. N.s Ziel ist, statt der vier gesonderten Teile ein »einheitliches Gesamtbild von Bau und Lebenserscheinungen der Pflanze« zu geben. Am besten kommt dieses Prinzip in dem ersten Abschnitt »Die Ernährung als Grundfunktion des vegetativen Lebens« zum Ausdruck. Hier werden stillschweigend die selbstverständlichen morphologischen Grundbegriffe der Pflanzengliederung benutzt und in geschickter Weise eine Übersicht über Assimilation, Atmung, Aufnahme von Wasser und Mineralsalzen als Nährstoffe entwickelt. Die so gewonnenen Vorstellungen von den Funktionen des Blattes, des Stengels und der Wurzel machen dann ohne weiteres die Gestalt und den Bau dieser Glieder begreiflich.

Eine ähnliche Behandlungsweise ist in den folgenden Abschnitten angestrebt: »Die Vegetationsorgane der Algen. — Der Bauplan der Vegetationsorgane höherer Pflanzen. — Der Lebenslauf der Vegetationsorgane höherer Pflanzen. — Die Orientierung der Vegetationsorgane im Raum. — Der Bau der Vegetationsorgane unter besonderen Ernährungsbedingungen.« — Die Zusammenfassung aller Ernährungsmetamorphosen in dem letzten dieser Abschnitte unter dem Gesichtspunkt der »besonderen Ernährungsbedingungen« erweist sich als ein glücklicher Griff. Es ist auch durchaus folgerichtig, wenn die Pilze unter den oben genannten Hauptabschnitten fehlen und nur als Unterabteilung des Abschnittes über die besonderen Ernährungsbedingungen neben Wasserpflanzen, Epiphyten, heterotrophen Blütenpflanzen usw. erscheinen. Es hätten freilich dann die »ungewöhnlichen Orientierungsweisen« (Transversal-Geotropismus, Regulierung der Tiefenlage, Kletterpflanzen usw.) und die »besonderen Bewegungserscheinungen« (Schlafbewegung, Stoßreizbarkeit usw.) von der normalen Orientierung der Vegetationsorgane im Raume ebenfalls als selbständige Abschnitte abgetrennt werden sollen.

Die soeben besprochenen Hauptabschnitte enthalten einige interessante Zusammenfassungen. Unter anderen gehören hierher: »Die Mittel zur Steigerung der Organisationshöhe«, Kapitel, welche Wachstum, Zellteilung, Verzweigung und innere Gliederung der Algen behandeln. Später ist leider der Gedanke, daß der Übergang der Pflanzen zum Landleben, d. h. zur Erhebung über den Boden, bestimmend für den Bau der höheren Pflanzen sei, nur angedeutet. Bei strengerer Durchführung desselben hätte die Behandlung der normalen höheren Pflanzen ein einheitlicheres Gepräge erhalten können.

Überhaupt leidet die Einheitlichkeit der Darstellung trotz des Zieles eines einheitlichen Gesamtbildes, weil manche Allgemeinbegriffe (wie Assimilation, Wachstum usw.) an verschiedenen Stellen und schrittweise

entwickelt werden. Es erscheint fraglich, ob es überhaupt möglich ist, die Physiologie, Anatomie usw., die zu selbständigen Teilwissenschaften geworden sind, ohne zu arge Zerstückelung und Verstümmelung in einer Darstellung unterzubringen, die wesentlich die Beziehungen zwischen Form und Funktion der Vegetationsorgane entwickeln will.

Derartige prinzipielle Schwierigkeiten fallen beim zweiten Teil des Buches, der Fortpflanzung, von selbst weg. Hier ist naturgemäß ein biologischer Gesichtspunkt maßgebend und durch die systematische Anordnung die natürliche Gliederung des Stoffes gegeben. Immerhin finden sich hier einzelne Abschnitte rein morphologischen Charakters (Blütenstände, Bau der Angiospermenblüte), die aus dem Grundplan morphologisch-biologischer Behandlung herausfallen. Dafür entschädigen dann wieder besonders lesenswerte Zusammenfassungen, wie »Die Rhythmik des Pflanzenlebens« (der Ausdruck Rhythmik ist hier übrigens nicht eindeutig) und »Die vegetative Fortpflanzung« unter dem Gesichtspunkt der Beziehungen zwischen vegetativem Leben und Fortpflanzung.

Als Lehrbuch im gewöhnlichen Sinne kann man N.s Arbeit nicht bezeichnen, wohl aber als sehr anregende Lektüre auch für Studierende. Außerdem werden alle Universitätslehrer, die sich praktisch mit der Frage einer moderneren Gliederung der »Allgemeinen Botanik« befassen, den Nathansohnschen »Versuch« als wertvollen Beitrag zu diesem Problem begrüßen.

Hannig.

Fitting, H., Jost, L., Schenck, H., Karsten, G., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen.

12. umgearbeitete Aufl., Jena. 1913.

Das bekannte Bonner Lehrbuch erscheint nunmehr in 12. Auflage und zum erstenmal nach Ed. Strasburgers Tode. An seine Stelle ist Hans Fitting getreten. Er bearbeitete die erste Abteilung, die Morphologie. Die Physiologie behielt Jost, die sog. Kryptogamen Schenck, die Spermatophyten Karsten.

Die umfassendste Veränderung ist naturgemäß in der ersten Abteilung des Buches vor sich gegangen. Der Verf. derselben behandelt im ersten Abschnitt die Zellenlehre, im zweiten die Gewebelehre, im dritten die Organographie. Die Zellenlehre wird im wesentlichen in der üblichen Weise dargestellt. Die Gewebelehre behandelt nur die Gewebeanlagen und Gewebesysteme nach ihrer äußeren Form; diese beiden Abschnitte bilden nur die Einleitung zu der Organographie, in welcher die äußere Gliederung der Pflanzen im Zusammenhang mit dem anatomischen Aufbau der einzelnen Gruppen dargestellt wird.

Es wird zuerst der Thallus (der Algen, Pilze und Moose) dann der Kormus behandelt. Dieser wird, wie ich meine, abweichend vom üblichen — als die in Wurzel und beblätterten Sprosse gegliederte Pflanze definiert. In dem Kapitel Kormus kommt zuerst die Wurzel mit Vegetationspunkt, Wurzelhaube, Wurzelhaaren, dann der innere Bau der Wurzel wie auch deren Verzweigung und endlich einige Metamorphosen des Wurzelsystems zur Erörterung. Nun folgt der Sproß und zwar auch hier wieder erst Vegetationspunkt, dann die Sproßachse mit der Blattstellung, endlich der innere Bau. An diesen Teil schließen sich die Blätter nach morphologischen und anatomischen Gesichtspunkten an. Weiter wird behandelt die Verzweigung der Sprosse und dann das sekundäre Dickenwachstum des Kormus. Und nach Behandlung des typischen Kormus werden vorgeführt besondere Anpassungen der Vegetationsorgane an die Lebensweise (die Mangroven, Hygrophyten, Xerophyten, Knollen, Zwiebeln, Rhizome, Lianen, Epiphyten, Insektenfresser, Parasiten).

Ein letzter Abschnitt bespricht endlich die Fortpflanzungsorgane. Hier erscheinen die Reduktionsteilung, die geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung und die Infloreszenzen.

Beginnen wir mit dem letzten Kapitel, so dürfte dasselbe an der ihm zugewiesenen Stelle nicht ganz berechtigt sein. Die Blütenstände hätten wohl unter Verzweigung, die Reduktionsteilung in dem von Karsten behandelten Abschnitt über die Fortpflanzung erwähnt werden können.

Was die übrigen Kapitel des Buches betrifft, so ist der Gedanke: inneren und äußeren Bau der Pflanzen im Zusammenhang zu behandeln und dabei auf die Funktionen hinzuweisen, zweifellos ein guter, ob aber auch die gewählte Disposition an allen Stellen zu einer richtigen Übersicht führt, das mag dahingestellt sein. Zum Beispiel will es dem Ref. nicht ganz einleuchten, daß erst die Wurzel, dann der Sproß behandelt wird. Er würde das Umgekehrte vorziehen und würde auch gerne eine etwas übersichtlichere Darstellung der metamorphen Organe wünschen.

Die gesamte Darstellung des Fittingschen Teiles ist in vieler Beziehung einfacher geworden, und die vielen Termini, an denen Strasburgers Darstellung häufig krankte, sind hier vermieden, resp. durch einfachere ersetzt worden. Das ist zu begrüßen. Freilich geht mit dieser Vereinfachung, das ist nicht zu leugnen, auch eine gewisse Senkung des Niveaus Hand in Hand, und es will dem Ref. scheinen, als ob dieses für ein Lehrbuch der Hochschulen fast ein wenig zu weit gegangen sei.

Die Darstellung Fittings ist im allgemeinen gefällig, aber bezüglich der äußeren Morphologie könnte sie doch manchmal etwas klarer sein. Zum Beispiel der Satz: »Die Anordnung der Blätter am Stengel heißt Blattstellung« besagt nicht übermäßig viel, und präziser wäre es gewesen, die Divergenz nicht zu erklären als »den Winkel, den benachbarte Blätter miteinander einschließen«, sondern als den Winkel, den die Medianen zweier Blätter miteinander bilden. Das wird ja aber bei einer Neuauflage leicht zu beseitigen sein.

Auf Grund vielfacher Verbesserungen in den aufeinander folgenden Auflagen sind die drei folgenden Abschnitte, die schon länger in den Händen der gleichen Verff. sind, natürlich abgerundeter als der erste.

Die Physiologie von Jost ist in bekannter Präzision dargestellt; sie erscheint aber fast zu knapp gehalten, weil der allgemeine Teil des Buches gegen den speziellen zu stark zurücktritt, und ich möchte glauben, es sei allmählich in dieses Lehrbuch zu viel hineingepreßt. So wie heute die Dinge liegen, kann ein Lehrbuch für Hochschulen kaum noch für zukünftige Lehrer, für Mediziner und für Pharmazeuten gleichzeitig brauchbar gestaltet werden. Die Aufnahme der vielen offizinellen Pflanzen und deren Abbildung mag ja für die letztgenannte Klasse von Studenten bequem sein, ist aber doch eine Belastung für das Buch, denn in einem solchen Walnuß, Erle, Birke, Hainbuche, Hasel, Eiche, Weide, Pappel, Ulme auszubilden, ist wohl des Guten etwas zu viel; ebenso *Caltha palustris* farbig darzustellen.

Im übrigen ist der Schencksche Teil in bekannter Übersichtlichkeit dargestellt. Der Karstensche hat erheblich gewonnen durch die Einleitung zu den Spermatophyten, in welcher die Entwicklung der Geschlechtsgeneration bei den Samenpflanzen recht hübsch dargestellt wird. Nur hätte Ref. gewünscht, daß die Morphologie und Ökologie der Blüte für Gymnospermen und Angiospermen getrennt behandelt wäre, das hätte die Übersicht erhöht. Oltmanns.

Warburg, O., Die Pflanzenwelt. Erster Band: Proto- phyten, Thallophyten, Archegoniophyten, Gymnospermen und Dikotyledonen.

Mit 9 farbigen Taf., 22 meist doppelseitigen schwarzen Taf. u. 216 Textfig.
von H. Busse, H. Eichhorn, M. Gürke u. a. Bibliograph. Inst. Leipzig
u. Wien. 1913. 8^o, 12 + 619 S.

Die auf drei Bände veranschlagte »Pflanzenwelt« erscheint im Rahmen des großen populären Sammelwerks, welches durch das weltbekannte

Brehmsche Tierleben eröffnet wurde. Letzterem zugleich systematischen und biologischen Werke gegenüber hat das vorliegende insofern einen schweren Stand, als Kerners Pflanzenleben schon die Ökologie behandelt und nun die Pflanzenwelt ohne die für den Laien vor allem reizvollen Lebensbeziehungen dargestellt werden muß. Es blieb nur übrig, die systematische Aufzählung der Pflanzen dadurch zu beleben, daß die Bedeutung der einzelnen Gewächse für den Menschen, d. h. deren Verwendung in Technik, Industrie, Medizin usw. besonders betont wurde. Denn um die Verwandtschaftsbeziehungen an sich in einer für den Nichtfachmann wirklich fesselnden Weise darzustellen, wäre ein zu tiefes Eingehen auf morphologische und phylogenetische Theorien nötig gewesen. So hat Verf. mit Recht auf diesen Weg verzichtet, obwohl er im Vorwort davon spricht.

Das Buch bringt genaue Einzelbeschreibungen, denen stets besonders anziehend geschriebene allgemeine Charakterisierungen vorausgehen und beantwortet dabei, wie gesagt, die jedem Laien am meisten am Herzen liegende Frage, was die betreffende Pflanze für den Menschen bedeute. In diesem Sinne ist das Buch in der Tat ein praktisches und populäres Nachschlagewerk großen Stils, das in jeder Beziehung auf der Höhe der Zeit steht.

Auf die Herstellung guter Abbildungen ist große Mühe und Sorgfalt verwendet worden. Die farbigen Tafeln — mit Ausnahme der botanisch überflüssigen »deutschen Eiche im Winter« sowie des weniger gut gelungenen Hausschwamms — ebenso die reproduzierten photographischen Aufnahmen sind interessant und gut ausgeführt. Eine besonders beachtenswerte Leistung stellen die zahlreichen Textabbildungen dar, auf denen in plastischer Schattierung Blüten und Blütenteile dargestellt sind. Nur die ersten dieser Sammelbilder (z. B. Rotalgen, Abbdg. 13, 14, 15 u. a.) sind etwas zu dicht gedrängt und zu stark verkleinert und außerdem darin oft Makroskopisches und Mikroskopisches verfänglich miteinander vermischt.

Eine der Hauptschwierigkeiten bei Abfassung des Werkes lag auf philologischem Gebiet: die Frage der deutschen Bezeichnung. Die Praxis der populären und Schulliteratur hat in den letzten Jahrzehnten trotz aller wissenschaftlichen Einwände die Einführung deutscher Namen mehr und mehr durchgesetzt. Verf. hat dem Rechnung getragen und mit wenigen Ausnahmen überall deutsche Namen angeführt. Bei den niederen Pflanzen mußte er diese zum größten Teil selbst neu schaffen. Sein Prinzip der Namenbildung ist einfach. So heißen z. B. die Zygothyceen: Jochalgen, die zugehörigen Familien werden in binärer Nomenklatur folgendermaßen bezeichnet: Zygnemaceen: Faden-Jochalgen,

Desmidiaceen: Schnür-Jochalgen usw., entsprechend wieder die Gattungen: Spirogyra: Spiralband-Jochalgen, Zygnema: Stern-Jochalgen, Mougeotia: Plattenband-Jochalgen usw. Diese kühne Namengebung wird zweifellos viel Widerspruch herausfordern, sie verdient aber ebenso gewiß ernsthafte Beachtung. Jedenfalls charakterisieren derartige Namen die Pflanze gut und machen sie dadurch auch für den Fachmann ohne weiteres kenntlich, wenn auch dabei, was in der Natur der Sache liegt, mitunter merkwürdige Zusammensetzungen auftreten. Bei den meisten höheren Pflanzen hat Verf. sich aber an irgendwelche überlieferte Namen gehalten, die oft sinnlos und lächerlich sind (wie Hühnerbiß [Cucubalus], Hühnerdarm, Mäuseschwarm [Stellaria media]). Unter diesen schlechten, oft in jedem Gebiet wieder ändernden deutschen Namen, sollte ein so einflußreiches Werk wie das vorliegende gründlich aufräumen.

E. Hannig.

Neue Literatur.

Allgemeines.

- Handwörterbuch** der Naturwissenschaften. IX. Bd. Selenologie bis Transformatoren. Fischer, Jena. 1913. gr. 8^o, 1292 S.
- Winterstein, H.**, Handbuch der vergleichenden Physiologie. 37. Lief. Bd. III. Physiologie des Energiewechsels. Physiologie des Formwechsels. 1. Hälfte, S. 1133—1294. Fischer, Jena. 1913.

Bakterien.

- Bargagli-Petrucci, G.**, Studi sulla flora microscopica della regione boracifera toscana. III. Il Bacillus ferrigenus n. sp. — IV. L'origine biologica della Lagonite. (Nuov. giorn. bot. ital. 1913. 20, 497—530.)
- Franzen, H.**, Beiträge zur Biochemie der Mikroorganismen. VIII. Über die Vergärung der Ameisensäure durch Bacillus Plymouthensis in konstant zusammengesetzten Nährböden. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 88, 73—102.)
- Linde, P.**, Zur Kenntnis von Cladothrix dichotoma Cohn. (Centralbl. f. Bakt. II. 39, 369—394.)
- Meyer K.**, Über das Verhalten einiger Bakterien gegenüber d-Glukosamin. (Biochem. Zeitschr. 1913. 56, 297—300.)
- Mumford, E. M.**, The higher Bacteria (Sphaerotilus). (Journ. r. microsc. soc. 1913. pt. 5. 462—465.)
- Münter, F.**, u. **Robson, W. P.**, Über den Einfluß der Böden und des Wassergehaltes auf die Stickstoffumsetzungen. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 419—440.)
- Revis, C.**, Further studies on variation in physiological activity in B. coli. (Ebenda. 394—410.)
- Sawjalow, W.**, Über die Schwefelwasserstoffgärung im schwarzen Heilschlamm. (Ebenda. 440—447.)
- Shimidsu, K.**, Über die Morphologie des Bact. coli, B. typhi abdominalis und der anderen gramnegativen Bacillen. (Ebenda. I. 1913. 71, 338—343.)

- Sumbal, J.**, Über das Volutin, Chromatin und Nukleïn. (Zeitschr. f. allg. Physiol. 1913. 15, 456—467.)
- Tamura, S.**, Zur Chemie der Bakterien. II. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 88, 190—198.)
- Trillat, A.**, et **Fouassier, M.**, Sur les conditions de transport des microbes par l'air. (Compt. rend. 1913. 157, 873—876.)
- Viehoever, A.**, Botanische Untersuchung harnstoffspaltender Bakterien mit besonderer Berücksichtigung der spezies-diagnostisch verwertbaren Merkmale und des Vermögens der Harnstoffspaltung. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 209—360.)
- Waelsch, L.**, Über einen säurefeste Substanz bildenden Bacillus der Subtilis-Gruppe. (Ebenda. I. 1913. 71, 503—511.)
- Wolff, A.**, Zur Frage nach den Beziehungen zwischen Bakterienflora der Milch und der Weide. (Ebenda. II. 1913. 39, 411—440.)

Pilze.

- Bondarzew, A.**, Ein neuer Parasit *Gloeosporium polystigmaticum* auf *Polystigma rubrum*. (Russ. m. deutsch. Résumé.) (Bull. jard. imp. bot. St. Pétersbourg. 1913. 13, 59—64.)
- Carlson, T.**, Die Geschwindigkeit und Größe der Hefevermehrung in Würze. (Biochem. Zeitschr. 1913. 56, 313—335.)
- Falck, R.**, Die Fruchtkörperbildung der im Hause vorkommenden holzerstörenden Pilze in Reinkulturen und ihre Bedingungen. (Mykol. Unters. u. Ber. Heft 1. 1913. 47—66.)
- , Kritische Bemerkungen zu den Hausschwammstudien Wehmers. (Ebenda. 67—76.)
- , Örtliche Krankheitsbilder des echten Hausschwamms. (Ebenda. 1—20.)
- Fuchs, J.**, Beitrag zur Kenntnis der *Pleonectria Berlinensis* Sacc. (Arb. Kais. biol. Anst. f. Land- und Forstwirtschaft. 1913. 9, 324—332.)
- Goddard, H. N.**, Can Fungi living in agricultural soil assimilate free nitrogen? (The bot. gaz. 1913. 56, 249—305.)
- Grove, W. B.**, The british rust Fungi (Uredinales) their biology and classification. Cambridge Univers. Press. 1913. 16^o, XII + 412.
- Höhnel, Fr. v.**, Fragmente zur Mykologie. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 1913. 555.)
- Lepierre, Ch.**, Inutilité du zinc pour la culture de l'*Aspergillus niger*. (Compt. rend. 1913. 157, 876—879.)
- Lintner, C. J.**, und **Lüers, H.**, Über die Reduktion des Chloralhydrats durch Hefe bei der alkoholischen Gärung. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 88, 122—124.)
- Obermeyer, W.**, *Geopora graveolens* n. sp. und *Guttularia Geopora* n. sp., zwei neue Ascomyceten. (Mycol. Centralbl. 1913. 3, 2—10.)
- Oberstein, O.**, *Cicinnobolus* als Schmarotzerpilz auch des Apfelmeltaues. (*Oidium farinosum* Cooke.) (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1913. 23, 394—396.)
- Price, S. R.**, On *Polyporus squamosus* Huds. (The new phytolog. 1913. 12, 269—281.)

Algen.

- Børgesen, F.**, The marine Algae of the Danish West Indies. I. Chlorophyceae. (Dansk bot. Ark. 1913. 1. No. 4. 1—160.)
- Chodat, R.**, Monographies d'Algues en culture pure. (Matériaux p. l. flore cryptogamique Suisse. 1913. 4. fasc. 2. 1—266.)
- Conrad, W.**, Observations sur *Eudorina elegans* Ehrenbg. (Rec. inst. Errera. 1913. 9, 321—343.)
- Langer, L.**, *Spirogyra proavita* n. sp. (Bot. Közlemén. 1913. Heft 4. 7 S.)

- Lobik, A. J.**, Desmidiaceae im Gouv. Pskow, Kreis Cholm, im Jahre 1912 gesammelt. (Russ. m. deutsch. Résumé.) (Bull. jard. imp. bot. St. Pétersbourg. 1913. **13**, 65—86.)
- McAllister, F.**, Nuclear division in *Tetraspora lubrica*. (Ann. of bot. 1913. **27**, 681—696.)
- Merriman, M. L.**, Nuclear division in *Spirogyra crassa*. (The bot. gaz. 1913. **56**, 319—330.)
- Meyer, K.**, Über die *Microspora amoena* (Kütz.) Rab. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 441—448.)
- Okamura, K.**, Icones of Japanese Algae. Vol. III. No. 3. *Dictyota dichotoma*, *Cystoseira articulata*, *Pterocladia capillacea*, root of *Chordaria abietina*. Tokyo. 1913.
- Østrup, E.**, Diatomaceae ex insulis Danicis Indiae occidentalis imprimis a F. Børgesen lectae. (Dansk bot. Ark. 1913. **1**. No. 1. 1—39.)
- Rouppert, K.**, Über zwei Plankton Diatomeen (*Chaetoceros Zachariasii* and *Attheya Zachariasii*). (Bull. ac. sc. Cracoviae. Cl. mat. nat. B. 1913. 298—308.)
- Thomas, N.**, Notes on Cephaleuros. (Ann. of bot. 1913. **27**, 781—792.)
- Toni, G. B. de**, Annotazioni di floristica marina. I—III. (R. comit. talassografico ital. 1913. mem. **30**, 1—14.)

Flechten.

- Galloe, O.**, Forberedende Undersøgelser til en almindelig Likenøkologie. (Dansk bot. Ark. 1913. **1**. No. 3. 1—119.)

Moose.

- Camus, F.**, et **Charrier, J.**, Étude préliminaire sur les Muscinées du département de la Vendée. (Bull. soc. bot. France. 1911 [1913]. **55**, CXLIII—CLXXXVI.)
- Graham, M.**, Studies in nuclear division of *Preissia commutata*. (Ann. of bot. 1913. **27**, 661—680.)
- Scherrer, A.**, Die Chromatophoren und Chondriosomen von *Anthoceros*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 493—500.)

Farnpflanzen.

- Beer, R.**, Studies in spore development. III. The premeiotic and meiotic nuclear divisions of *Equisetum arvense*. (Ann. of bot. 1913. **27**, 643—660.)
- Christensen, C.**, Filices Purdomianae. (The bot. gaz. 1913. **56**, 331—338.)
- Kamerling, Z.**, s. unter Technik.

Gymnospermen.

- Clinton-Baker, H.**, Illustrations of Conifers. Quaritch, London. 1913. **3**. 4^o.
- Groom, P.**, and **Rushton, W.**, The structure of the wood of East Indian species of *Pinus*. (Journ. Linn. soc. Bot. 1913. **41**, 457—490.)
- Harper, A. G.**, Defoliation: its effects upon the growth and structure of the wood of *Larix*. (Ann. of bot. 1913. **27**, 621—642.)
- Pilger, R.**, Juniperi species antillanae. (Symb. Antillanae. 1913. **7**, 478—481.)
- Saxton, W. T.**, Contributions to the life-history of *Tetraclinis articulata*, Masters, with some notes on the phylogeny of the Cupressoideae and Callitroideae. (Ann. of bot. 1913. **27**, 577—606.)

Morphologie.

- Glück, H.**, s. unter Systematik und Pflanzengeographie.
- Hildebrand, F.**, Über eine ungewöhnliche Blütenbildung bei *Lilium giganteum*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 500—503.)

- Hildebrand, F.**, Über einen ungewöhnlichen Blütenstand von *Eremurus robustus*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 503—507.)
- Holm, Th.**, *Phryma leptostachya* L., a morphological study. (The bot. gaz. 1913. **56**, 306—318.)
- Schloss, H.**, Zur Morphologie u. Anatomie v. *Hydrostachys natalensis* Wedd. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 1913. 21 S.)

Zelle.

- Mottier, D. M.**, and **Nothnagel, M.**, The development and behavior of the chromosomes in the first or heterotypic mitosis of the pollen mother cells of *Allium cernuum*. (Bull. Torrey bot. club. 1913. **40**, 555—566.)
- Picard, M.**, A bibliography of works on meiosis and somatic mitosis in the Angiosperms. (Ebenda. 575—590.)
- Scherrer, A.**, s. unter Moose.
- Schustow, L. von**, Über Kernteilungen in der Wurzelspitze von *Allium* sp. (Arch. f. Zellforschg. 1913. **11**, 340—388.)
- Sheppard, E. J.**, The structure of the nucleus. (Journ. r. microsc. soc. 1913. pt. 5. 465—468.)
- Sumbal, J.**, s. unter Bakterien.

Gewebe.

- Baar, H.**, Zur Anatomie u. Keimungsphysiologie heteromorpher Samen von *Chenopodium album* und *Atriplex nitens*. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 1913. 20 S.)
- Brick, E.**, Die Anatomie der Knospenschuppen in ihrer Beziehung zur Anatomie der Laubblätter. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 384—388.)
- Colozza, A.**, Studio anatomico sulle Turneraceae. (Nuov. giorn. bot. ital. 1913. **20**, 559—602.)
- Compton, R. H.**, An anatomical study of syncotyly and schizocotyly. (Ann. of bot. 1913. **27**, 793—820.)
- Cordemoy, J. de**, Recherches anatomiques sur les *Medinilla* de Madagascar. (Ann. sc. nat. Bot. 1913. [9] **18**, 67 ff.)
- Kamerling, Z.**, s. unter Technik.
- Peklo, J.**, Über die Zusammensetzung der sogenannten Aleuronschicht. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 370—384.)

Physiologie.

- Atkins, W. R. G.**, Oxydases and their inhibitors in plant tissues. (Notes bot. school Trinity coll. Dublin. 1913. **2**, 185—197.)
- Baar, H.**, s. unter Gewebe.
- Barthelat, G.**, Sur le fruit des *Mesembryanthemum* et sur sa déhiscence. (Compt. rend. 1913. **157**, 860—862.)
- Bondoï, G.**, Contribution à l'étude de l'influence du milieu aquatique sur les racines des arbres. (Ann. sc. nat. Bot. 1913. [9] **18**, 1—24.)
- Bose, J. C.**, On diurnal variation of moto-excitability in *Mimosa*. (Ann. of bot. 1913. **27**, 759—780.)
- Carlson, T.**, s. unter Pilze.
- Chodat, R.**, et **Schweizer, K.**, Nouvelles recherches sur les ferments oxydants. VI. La tyrosinase est aussi une désamidase. (Arch. sc. phys. et nat. 1913. **35**, 1—8.)
- Dixon, H. H.**, et **Atkins, W. R. S.**, Osmotic pressures in plants. I. Methods of extracting sap from plant organs. (Notes bot. school Trinity coll. Dublin. 1913. **2**, 154—165.)

- Dixon, H. H.**, Osmotic pressures in plants. II. Cryoscopic and conductivity measurements on some vegetable saps. (Notes bot. school Trinity coll. Dublin. 1913. 2, 166—172.)
- , Osmotic pressures in plants. III. The osmotic pressure and electrical conductivity of yeast, beer, and wort. (Ebenda. 173—177.)
- , The extraction of zymase by means of liquid air. (Ebenda. 177—184.)
- Fischer, E.**, Synthese von Depsiden, Flechtenstoffen und Gerbstoffen. (Ber. d. d. chem. Ges. 1913. 46, 3253—3289.)
- Franzen H.**, s. unter Bakterien.
- Garino, M.**, Sul significato biologico della Rutina, ramnoside della Capparis spinosa L. (Arch. farmacogn. 1913. 2, 273—277.)
- Gaßner, G.**, und **Grimme, C.**, Beiträge zur Frage der Frosthärte der Getreidepflanzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 507—516.)
- Guggenheim, M.**, Dioxyphenylalanin, eine neue Aminosäure aus *Vicia faba*. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 88, 276—284.)
- Hiley, W. E.**, On the value of different degrees of centrifugal force as geotropic stimuli. (Ann. of bot. 1913. 27, 719—758.)
- Hiltner, L.**, Untersuchungen über die Ernährungsverhältnisse unserer Kulturpflanzen. 1. Hiltner, L., Gentner, G., und Maisch, K., Versuche über das Wachstum der Pflanzen in Nährlösungen. 2. Hiltner, L., und Gentner, G., Über den Einfluß des Humus (und der Kieselsäure) auf die Pflanzenernährung. (Landw. Jahrb. f. Bayern. 1913. Nr. 10. 100 S.)
- Klimowicz, T.**, Über die Anwendbarkeit des Weberschen Gesetzes auf die phototropischen Krümmungen der Koleoptile von *Avena sativa*. (Bull. acad. sc. Cracovie. Cl. sc. mat. et nat. B. 1913. 464—506.)
- Körösy, K. v.**, Über die Chlorophyllassimilation. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 88, 368—382.)
- Kostytschew, S.**, und **Scheloumoff, A.**, Über Alkoholbildung durch Weizenkeime. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 422—432.)
- , **Brilliant, W.**, und **Scheloumoff, A.**, Über die Atmung lebender und getöteter Weizenkeime. (Ebenda. 432—441.)
- Kratzmann, E.**, Der mikrochemische Nachweis und die Verbreitung des Aluminiums im Pflanzenreich. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. 1913. 26 S.)
- Lepierre, Ch.**, s. unter Pilze.
- Lesage, P.**, Contribution à la critique des expériences sur l'action de l'électricité atmosphérique sur les plantes. (Compt. rend. 1913. 157, 784—787.)
- Lintner, C. J.**, und **Lüers, H.**, s. unter Pilze.
- Löffler, B.**, Über den Entwicklungsgang einer *Banisteria chrysophylla* Lam. und Regeneration des Gipfels bei Windepflanzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 472—483.)
- Marchlewski, L.**, Studien in der Chlorophyllgruppe. XVIII. (Biochem. Zeitschr. 1913. 56, 112—125.)
- Mirande, M.**, Sur l'existence d'un composé cyanique dans une Papavéracée (*Papaver nudicaule* L.). (Compt. rend. 1913. 157, 727—729.)
- Meyer, K.**, s. unter Bakterien.
- Peche, K.**, Mikrochemischer Nachweis des Myrosins. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 458—462.)
- , Über eine neue Gerbstoffreaktion und ihre Beziehung zu den Anthokyanen. (Ebenda. 462—472.)
- Royole, V.**, Remarques sur la projection des graines d'*Oxalis*. (Ann. sc. nat. Bot. 1913. [9] 18, 25—34.)
- Salisbury, E. J.**, The determining factors in petiolar structure. (The new phytolog. 1913. 12, 281—290.)
- Sawjalow, W.**, s. unter Bakterien.
- Spoehr, H. A.**, Photochemische Vorgänge bei der diurnalen Entsäuerung der Succulenten. (Biochem. Zeitschr. 1913. 56, 95—112)

- Steinbrinck, O.**, Bemerkungen zu Schips Veröffentlichung: »Zur Öffnungsmechanik der Antheren.« (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 448—458.)
- Stutzer, A.**, und **Goy, G.**, Der Einfluß der Beschattung des Tabaks auf verschiedene Bestandteile der Blätter. (Biochem. Zeitschr. 1913. 56, 220—230.)
- Tacke, Br., Deusch, A.**, und **Arnd, Th.**, Über Humussäuren. Erwiderung auf die Ausführungen Gullys in seiner Arbeit »Untersuchungen über die Humussäuren IV. usw. (Landw. Jahrb. 1913. 45, 195—266.)
- Thoday, D.**, On the effect of chloroform on the respiratory exchanges of leaves. (Ann. of bot. 1913. 27, 697—718.)
- Traetta-Mosca, F.**, Il levulosio nelle foglie di tabacco Kentucky coltivato in Italia. (Gazz. chim. ital. 1913. 43, 428—431.)
- , I fermenti nelle piante di tabacco Kentucky coltivato in Italia. (Ebenda. 431—437.)
- , Il titanio ed i metalli rari nelle ceneri delle foglie di tabacco Kentucky coltivato in Italia. (Ebenda. 437—440.)
- , Alcune ricerche sull' estratto etereo delle foglie di tabacco Kentucky coltivato in Italia. (Ebenda. 440—445.)
- , Proteolisi dei germogli di tabacco Kentucky. (Ebenda. 445—452.)
- Tröndle, A.**, Über die geotropische Reaktionszeit. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 413—422.)
- Ursprung, A.**, Zur Demonstration der Flüssigkeits-Kohäsion. (Ebenda. 388—401.)
- , Über die Bedeutung der Kohäsion für das Saftsteigen. (Ebenda. 401—413.)
- Viehöver, A.**, s. unter Bakterien.
- Wierzchowski, Z.**, Über das Auftreten der Maltase in Getreidearten. (Biochem. Zeitschr. 1913. 56, 125—132.)
- Willstätter, R.**, Untersuchungen über die Anthocyane. I. Willstätter, R., und Everest, A. E., Über den Farbstoff der Kornblume. (J. Liebig's Ann. d. Chem. 1913. 401, 189—232.)
- Winterstein, H.**, s. unter Allgemeines.

Fortpflanzung und Vererbung.

- Chodat, R.**, s. unter Systematik und Pflanzengeographie.
- Gates, R. R.**, Recent papers on *Oenothera* mutations. (The new phytolog. 1913. 12, 291—302.)
- Osawa, J.**, On the development of the pollen-grain and embryosac of *Daphne*, with special reference to the sterility of *Daphne odora*. (Journ. coll. agric. Tokyo. 1913. 4, 237—264.)

Ökologie.

- Fritsch, K.**, Untersuchungen über die Bestäubungsverhältnisse südeuropäischer Pflanzenarten, insbesondere solcher aus dem österreichischen Küstenlande. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. 1913. 42 S.)
- Kanngießner, F.**, Über Lebensdauer von Zwergsträuchern aus hohen Höhen des Himalaya. (Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich. 1913. 58, 198—202.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Bartlett, H. H.**, Sex forms in *Plantago lanceolata*. (Rhodora. 1913. 15, 173—178.)
- Berry, E. W.**, Contributions to the mesozoic flora of the atlantic coastal plain. IX. Alabama. (Bull. Torrey bot. club. 1913. 40, 567—574.)
- Braun, J.**, Zur Kenntnis der schweizerischen *Adenostyles*-Arten. (Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich. 1913. 58, 92—97.)
- Brunnthaler, J.**, Ergebnisse einer botanischen Forschungsreise nach Deutsch-Ostafrika und Südafrika (Kapland, Natal und Rhodesien). I. Tl. Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1913. 34 S.
- Candolle, C. de**, The Hawaiian *Peperomias*. (College Hawaii publ. 1913. Bull. Nr. 2. 1—38.)

- Chodat, R.**, Voyage d'études géobotaniques au Portugal. (Le globe. 1913. 52, 1—87.)
- , L'Ophrys Botteroni Chod. est—il une espèce en voie de formation? (Bull. soc. bot. Genève. 1913. [2] 5, 13—28.)
- Dalla Torre, K. W. v.**, und **Sarnthein, L. Graf v.**, Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstentums Liechtenstein. Nach eigenen und fremden Beobachtungen, Sammlungen und den Literaturquellen. VI. Bd. Die Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Siphonogama) von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. 4. Tl. (Schluß): Geschichte der Erforschung der Pteridophyten- und Siphonogamenflora, die Literatur über die Pteridophyten und Siphonogamen aus den Jahren 1899 bis einschließlich 1907, Abkürzungen der Gewährsmänner für die Standorte im VI. Bd., Verbesserungen zu Bd. VI und Gesamtregister zum VI. Bd., 1.—3. Tl. Wagner, Innsbruck. 1913. gr. 8°, X, 495 S.
- DuRoi, G.**, et **Charrier, J.**, Rapport sur les excursions de la Société botanique de France en Vendée (juin 1911). (Bull. soc. bot. France. 1911 [1913]. 58, XCV—CXLI.)
- Durin, E.**, Contribution à l'étude des Moringées. (Rev. gén. bot. 1913. 25, 449—471.)
- Fernald, M. L.**, Indigenous varieties of *Prunella vulgaris*. (Rhodora. 1913. 15, 179—183.)
- Glück, H.**, Contributions to our knowledge of the species of *Utricularia* of Great Britain with special regard to the morphology and geographical distribution of *Utricularia ochroleuca*. (Ann. of bot. 1913. 27, 607—620.)
- Himmelbaur, W.**, Die Berberidaceen und ihre Stellung im System. Eine phylogenetische Studie. (Denkschr. math. naturw. Kl. Kais. Ak. Wiss. Wien. 1913. 89, 733—792.)
- Huber, J.**, Novas contribuições para o conhecimento do genero *Hevea*. (Bol. museo Goeldi. 1910 [1913]. 7, 199—281.)
- , Sobre uma collecção de plantas da região do Cupaty (rio Japurá-Caquetá). (Ebenda. 283—307.)
- Ißler, E.**, Der Pflanzenbestand der Wiesen und Weiden des hinteren Münster- und Kaysersbergertals. Straßburger Druckerei, Colmar. 1913. 8°, 174 S.
- Jumelle, H.**, et **Perrier de la Bathie**, Les *Medinilla* de Madagascar. (Ann. sc. nat. Bot. 1913. [8] 18, 35—66.)
- Keller, R.**, Die Rosenflora des Kantons Zürich. (Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich. 1913. 58, 97—160.)
- Koorders, S. H.**, Exkursionsflora von Java, umfassend die Blütenpflanzen. IV. Bd.: Atlas. 1. Abtlg.: Familie 1—19. Fischer, Jena. 1913. 8°, III, 81 S.
- Krause, E. H. L.**, Die Gräser Elsaß-Lothringens. (Mitt. d. philom. Ges. Elsaß-Lothr. 1913. 5, 1—161.)
- Kusnizow, N.**, **Busch, N.**, und **Famin, A.**, Flora caucasica critica. Materialien zur Flora des Kaukasus. (Russisch.) Bd. X, Heft 2. Jurjew. 1913. 129—160.
- Mackenzie, K. K.**, Notes on *Carex*. VII. (Bull. Torrey bot. club. 1913. 40, 529—554.)
- Moggridge, J. T.**, Contributions to the flora of Mentone and to a winter flora of the Riviera. Including the coast from Marseilles to Genua. 3d. ed. Quaritch, London. 1913. 8°.
- Noelli, A.**, La vegetazione del terrazzo diluviale di Rondissoue (Torino). (Nuov. giorn. bot. ital. 1913. 20, 531—545.)
- , Flora rudérale torinese. (Ebenda. 546—558.)
- Ostenfeld, C. H.**, Nogle Bemaerkninger om *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Oe. fluviatilis* (Bab.) Coleman og *Oe. conioides* (Nolte ms.) Lange. (Bot. Tidsskr. 1913. 33, 117—133.)
- , Smaa Bidrag til den danske Flora. VI. *Mimulus Langsdorffii*. (Ebenda. 169—172.)
- Raunkiaer, C.**, Formationsstatistische Undersøgelser paa Skagens Odde. (Ebenda. 197 ff.)

- Rock, J. F.**, The indigenous trees of the Hawaiian Islands. (215 photo-engr.) Rock, Coll. Hawaii. Honolulu. 1913. 8^o.
- , Description of new species of Hawaiian plants. (College Hawaii publ. 1913. Bull. Nr. 2. 39—49.)
- , List of Hawaiian names of plants. (Territory of Hawaii.) Board of agric. & forestry. 1913. Bull. Nr. 2. 1—16.
- Schellenberg, G.**, Pflanzenliste aus Oberburma, speziell aus den nördlichen Shanstaaten. (Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich. 1913. 58, 160—188.)
- Schinz, H.**, und **Thellung, A.**, Weitere Beiträge zur Nomenklatur der Schweizerflora. IV. (Ebenda. 35—92.)
- Smith, R. R.**, The alpine and sub-alpine vegetation of South-East Sikkim. (Rec. bot. surv. India. 1913. 4, 323—431.)
- Swingle, W. T.**, Citrus ichangensis, a promising, hardy, new species from South-western China and Assam. (Journ. agric. research. 1913. 1, 1—15.)
- Urban, J.**, Ad cognitionem generis Psychotriae additamenta. (Symb. Antillanar. 1913. 7, 433—477.)
- , Nova genera et species VI. (Ebenda. 482—559.)
- Vahl, M.**, The growth-forms of some plant formations of Swedish Lapland. (Dansk bot. Ark. 1913. 1. No. 2. 18 S.)
- Vaupel, F.**, Verzeichnis der seit dem Jahre 1903 neu beschriebenen und umbenannten Gattungen und Arten aus der Familie der Cactaceae, soweit sie noch nicht in dem 1. Nachtrag zu K. Schumanns »Gesamtbeschreibungen der Kakteen« enthalten sind. J. Neumann, Neudamm. 1913. 8^o, 40 S.
- Warming, E.**, Fra det braendte Himmelbjerg. (Bot. Tidsskr. 1913. 33, 105—116.)

Palaeophytologie.

- Breitenbach, W.**, Die Stammesgeschichte der höheren Pflanzen. (Humboldt-Bibliothek N. 11.) Breitenbach, Brackwede i. W. 1913. 16^o, 77 S.
- Depape, G.**, Sur la présence du Ginkgo biloba L. (Salisburya adiantifolia Sm.) dans le pliocène inférieur de Saint-Marcel-d'Ardèche. (Compt. rend. 1913. 157, 957—958.)
- Mathiassen, M. J.**, Lidt om Nutids- og Fortids-Plantedaekket i Maglemose ved Mullerup. (Bot. Tidsskr. 1913. 33, 175—196.)

Angewandte Botanik.

- Falk, R.**, s. unter Pilze.
- Helten, W. M. van**, De resultaten, verkregen in den culturtuin met verschillende groenbemesters. (Meded. culturtuin No. 1. Buitenzorg. 1913. 1—19.)
- Hill, G. R.**, Respiration of fruits and growing plant tissues in certain gases, with reference to ventilation and fruit storage. (Cornell univers. Agric. exp. stat. Bull. 330. Ithaca, N. Y. 1913. 377—408.)
- Leidner, R.**, Die neuen Saatmethoden und ihre Anwendbarkeit im Betriebe der Pflanzenzüchtung. (Landw. Jahrb. 1913. 45, 179—194.)
- Lock, R. H.**, Rubber and rubber planting. Cambridge, Univers, press. 1913. 8^o, 14 + 246 S.
- Möller, A.**, Hausschwammforschungen. Heft VII. Merkblatt zur Hausschwammfrage. Fischer, Jena. 1913. 20 S.
- Motter, M. G.**, Digest of comments on the pharmacopeia of the United States of America (eighth decenn. revision) and on the national formulary (third edition) for the calendar year ending december 31 1911. Gov. print off. Washington. 1913. 8^o, 683.
- Schmidt, O.**, Über den Entwicklungsverlauf beim Getreide. Ein Beitrag zur Sortenkennntnis. (Landw. Jahrb. 1913. 45, 267—324.)
- Wester, D. H.**, Anleitung zur Darstellung phytochemischer Übungspräparate für Pharmazeuten, Chemiker, Technologen u. a. Springer, Berlin. 1913. 8^o, 129 S.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Beauverie, J.**, Fréquence des germes de rouille dans l'intérieur des semences de Graminées. (Compt. rend. 1913. 157, 787—790.)
- Himmelbaur, W.**, Weitere Beiträge zum Studium der Fusariumblattrollkrankheit der Kartoffel. (Österr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 1913. 42. Heft 5. S. 1—28.)
- Hintikka, P. J.**, Zur Kenntnis der Emergenzen auf den Blättern von Aristolochia Siphon L'Hérit. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1913. 23, 375—393.)
- Istvánffi, G. de, et Pálincás, G.**, Études sur le mildiou de la vigne. (Ann. inst. central ampélog. r. hongrois. 1913. 4, 1—125.)
- Morgenthaler, O.**, Die Pilze als Erreger von Pflanzenkrankheiten. (Mykolog. Unters. u. Berichte. 1913. Heft 1. 21—46.)
- Oberstein, O.**, s. unter Pilze.
- Wiese, J.**, Über den Zusammenhang von Fusarium nivale, dem Erreger der Schneeschimmelkrankheit der Getreidearten und Wiesengräser, mit Nectria graminicola Berk. et Br. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. 1913. 2, 290—302.)

Technik.

- Joly, J.**, A method of microscopic measurement. (Notes bot. school Trinity coll. Dublin. 1913. 2, 152—153.)
- Kamerling, Z.**, Kleine Notizen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 483—493.)
- Knudson, L.**, Imbedding and warming stand. (2 fig.) (The bot. gaz. 1913. 56, 339—340.)

Verschiedenes.

- Hiltner, L.**, Bericht über die Tätigkeit der K. agrikulturbotanischen Anstalt München im Jahre 1912. Gerber, München. 1913. 8^o, 24 S.

Notiz.

Der vierte internationale Botaniker-Kongreß findet im Jahre 1915 in London statt und zwar vom 22. bis 29. Mai.

Personal-Nachricht.

F. L. Stevens wurde zum Professor der Pflanzenpathologie an der Universität von Illinois ernannt; seine Adresse wird vom 1. Februar 1914 lauten: Urbana, Illinois.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Hausschwammforschungen

Im amtlichen Auftrage herausgegeben

von

Prof. Dr. A. Möller,

Oberforstmeister, Direktor der Forstakademie

und der mit ihr verbundenen Hauptstation des forstlichen Versuchswesens zu Eberswalde

Sieben erschienen:

Siebentes Heft:

Merkblatt zur Hausschwammfrage

V, 20 S. 4^o. 1913. Preis: 40 Pf.

Die amtliche Kommission für Forschungen auf dem Gebiete der Hausschwammfrage, die im Jahre 1905 ihre Arbeiten begonnen hat, hielt den Zeitpunkt für gekommen, ein Hausschwamm-Merkblatt herauszugeben, in dem die wichtigsten Ergebnisse der langjährigen wissenschaftlichen Erforschungen und Untersuchungen des Hausschwammes, die geeigneten Maßnahmen zu seiner Bekämpfung, sowie die für die Praxis sich hieraus ergebenden Anregungen in möglichster Kürze dargelegt sind.

Das Merkblatt gibt nicht nur den auf diesem Gebiete weniger Bewanderten, sondern auch den Sachkundigen und Gutachtern Aufklärung über die wissenschaftlich festgestellten botanischen Eigenschaften und die einwandfreien Erkennungsmerkmale des Hausschwammes; es enthält auch die nötigen Hinweise auf die zur Verhütung, Bekämpfung und Beseitigung dieses schlimmen Holzfeindes zu treffenden Maßnahmen und behandelt schließlich in einem Anhang die juristische Seite der Hausschwammfrage.

Früher ist erschienen:

I. Heft: **Denkschrift, die Ergebnisse der bisherigen Hausschwammforschung und ihre zukünftigen Ziele betreffend.** Von Dr. Richard Falck. — **Bedingen Hausschwammwucherungen Gefahren für die Gesundheit der Bewohner des Hauses?** Von Prof. Dr. C. Flügge in Breslau. — **Hausschwammuntersuchungen.** Von Prof. Dr. Alfred Möller in Eberswalde. Mit Tafel 1—5. — **Wachstumsgesetze, Wachstumsfaktoren und Temperaturwerte holzerstörender Mycelien.** Von Dr. Richard Falck. Mit 6 Kurven. 1907. Preis: 7 Mark 20 Pf.

II. Heft: **Die Hausschwammfrage vom juristischen Standpunkte.** (Erster Beitrag.) Von Prof. Dr. K. Dickel. 1910. Preis: 3 Mark.

III. Heft: **Die Lenzites-Fäule des Coniferenholzes, eine auf kultureller Grundlage bearbeitete Monographie der Coniferenholz bewohnenden Lenzites-Arten.** Von Dr. Richard Falck. Mit Zeichnungen von Olga Theomin. Mit 7 Tafeln und 24 Abbildungen im Text. 1910. Preis: 12 Mark.

IV. Heft. **Die bisher bekannten Mittel zur Verhütung von Pilzschäden an Bauhölzern vor dem Einbau.** Vom Kgl. Baurat Brüstlein. — **Die Sicherung des Holzwerkes der Neubauten gegen Pilzbildung.** Von Prof. Dr. Chr. Nussbaum. — **Die Bedeutung der Kondenswasserbildung für die Zerstörung der Balkenköpfe in Außenwänden durch holzerstörende Pilze.** Von Dr.-Ing. E. Niemann, Königsberg i. Pr. 1911. Preis: 2 Mark 50 Pf.

V. Heft: **Die Hausschwammfrage vom juristischen Standpunkte.** (Zweiter Beitrag.) Von Prof. Dr. Karl Dickel. 1911. Preis: 2 Mark.

VI. Heft: **Die Merulius-Fäule des Bauholzes.** Von Dr. Richard Falck. Mit Zeichnungen und farbigen Darstellungen von Olga Falck. Mit 17 Tafeln und 73 Abbildungen im Text. 1912. Preis: 24 Mark.

Neue Veröffentlichungen.

Handbuch der technischen Mykologie

für technische Chemiker, Nahrungsmittelchemiker, Gärungstechniker, Agrikulturchemiker, Landwirte, Kulturingenieure, Forstwirte und Pharmazenten

Herausgegeben von

Dr. Franz Lafar,

o. ö. Prof. der Gärungsphysiologie u. Bakteriologie an der k. k. Techn. Hochschule zu Wien

Zweite Auflage.

20. Lieferung (Bogen 27—40 des 5. Bandes). Mit 4 Figuren im Text.

Preis: 6 Mark.

Die nächste (Schluß-)Lieferung, enthaltend den Schluß (14 S.) des 20. Kapitels, das Sachregister, das Titelblatt und das Inhaltsverzeichnis zum fünften Band, wird bald nachfolgen.

Im gemeinsamen Interesse werden alle Abnehmer und Leser hierdurch gebeten, die in den bisher erschienenen zwanzig Lieferungen bemerkten und noch nicht verbesserten Druckfehler angeben zu wollen, und zwar entweder an die Verlagsbuchhandlung oder an den Herausgeber (Prof. Dr. Lafar, Wien 4/1, Karlsplatz 13).

Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais

publié par la

Société Botanique Néerlandaise

sous la Rédaction de M.M.

**M. W. Beyernick, J. W. Moll, Ed. Verschaffelt,
Hugo de Vries, Th. Weevers et F. A. F. C. Went**

Band X, Lieferung 2. Mit 1 Tafel und 12 Textabbildungen. Preis: 3 Mark.

Inhalt: Über die Identität des *Bacillus nicotianae* Uyeda mit dem *Bacillus solanacearum* Smith. Mit 3 Textabbildgn. von J. A. Honing in Medan (Sumatra). — Maserbildung bei *Hevea brasiliensis*. Von J. Kuiper. Mit 1 Tafel und 7 Textabbildgn. — Über den Einfluß des Standortes auf die Blattgestalt von *Ipomoea pes caprae* Roth. Von Z. Kamerling. Mit 2 Textabbildgn.

Der Preis für den ganzen Band ist 12 Mark 50 Pf.

Exkursionsflora von Java

Umfassend die **Blütenpflanzen**

Von **Dr. S. H. Koorders**

Vierter Band: Atlas.

I. Abteilung: Familie 1—19.

Preis: 2 Mark 50 Pf.

Als eine wünschenswerte Ergänzung der in 3 Textbänden vorliegenden Exkursionsflora erschien es, einen Atlas der Arten in einfachen Abbildungen hinzuzufügen. Die hier vorliegende erste Lieferung bildet den Anfang dieses Bandes, der die Benutzung der Exkursionsflora außerordentlich erleichtern wird, denn bisher konnten von den fast 5000 javanischen Arten, die in der Flora kurz beschrieben werden, erst gegen 150 in den ersten drei Bänden abgebildet werden. Die in dieser Lieferung herausgegebenen Originalabbildungen sind meist nach Zeichnungen reproduziert worden, die nach dem zum Herbar Koorders gehörenden oder nach lebendem, von Koorders in Java gesammeltem Material angefertigt worden sind. Der Atlas erscheint in zwanglosen Lieferungen. Eine oder mehrere Lieferungen bilden eine Abteilung. Im ganzen wird der Atlas aus etwa 15 Abteilungen bestehen.

Diesem Hefte liegen 2 Prospekte bei: 1) vom Verlag Gustav Fischer in Jena betr.: „Naturwissenschaftliche Wochenschrift“, 2) vom Verlag R. Friedländer & Sohn in Berlin NW. betr.: „Die Blütenpflanzen Afrikas“ von Franz Thonner, und „A Manual Flora of Egypt“ von Dr. Reno Muschler.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN'S
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · ZWEITES HEFT

MIT 1 TAFEL



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des zweiten Heftes.

I. Originalarbeit.		Seite
Karl Boreseh, Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei Funaria. Mit Tafel I		
II. Besprechungen.		
Armstrong, E. Frankland, Die einfachen Zuckerarten und die Glukoside		167
Bornet, E., et Gard, Med., Recherches sur les hybrides artificiels de Cistes.		
2. Mém. Les espèces et les hybrides binaires		177
Bose, Jagadis Chunder, Researches on irritability of plants		160
Correns, C., Eine mendelnde kälteempfindliche Sippe (f. delicata) der Mirabilis Jalapa		176
—, Selbststerilität und Individualstoffe		185
Correns-Goldschmidt, Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes		173
Davis, B. M., Was Lamarcks evening primrose (<i>Oenothera Lamarckiana</i> Seringe) a form of <i>Oenothera grandiflora</i> Solander?		182
Goldschmidt, R., Der Vererbungsmodus der gefüllten Levkoijenrassen als Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung?		174
Haas, Paul, and Hill, T. G., An Introduction to the Chemistry of Plant Products		165
Hayes, H. K., The Inheritance of certain quantitative characters in Tobacco		176
Ikeno, S., Studien über die Bastarde von Paprika (<i>Capsicum annuum</i>)		174
Karczyński, Anton Ritter von, Die Methoden der exakten quantitativen Bestimmung der Alkaloide		166
Klebs, G., Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung		169
Klein, L., Forstbotanik		159
Knudson, Lewis, Tannic Acid Fermentation. I. and II. Effect of Nutrition on the Production of the Enzyme Tannase		195
Koch, A., Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen und Enzymen		193
Lindner und Glaubitz, Verlust der Zygosporienbildung bei anhaltender Kultur, des +- und —-Stammes von <i>Phycomyces nitens</i>		187
Marchand, M. H., La conjugaison chez les Levures		190
Meyer, Arthur, Beiträge zur Kenntnis der Gallerten, besonders der Stärkegallerten		198
Molisch, Hans, Mikrochemie der Pflanze		168
Namyslawski, B., Über unbekannte halophile Mikroorganismen aus dem Inneren des Salzbergwerkes Wieliczka		194
Neger, Fr. W., Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie)		157
Nilsson-Ehle, H., Einige Beobachtungen über erbliche Variationen der Chlorophylleigenschaft bei den Getreiden		180
Osterhout, W. J. V., Some quantitative researches on the permeability of plant cells		196
—, Protoplasmic contractions resembling plasmolysis which are caused by pure distilled water		197
Pringsheim, E., Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen.		
I. Die Kultur von Algen in Agar		188
—, II. Zur Physiologie der <i>Euglena gracilis</i>		188
—, III. Zur Physiologie der Schizophyceen		188
Rothert, W., Über Chromoplasten in vegetativen Organen		199
Schüpp, Otto, Variationsstatistische Untersuchungen an <i>Aconitum Napellus</i>		183
Schulow, Iw., Versuche mit sterilen Kulturen höherer Pflanzen		200
Seghetti, G., Osservazioni morfologiche e biometriche sulla <i>Urtica membranacea</i> Poir		181
Sierp, Hermann, Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellengröße, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses		179
Thoday, D., On the Capillary Endiometric Apparatus of Bonnier and Mangin for the Analysis of Air in investigating the Gaseous Exchanges of Plants		196
Wichler, G., Untersuchungen über den Bastard <i>Dianthus armeria</i> × <i>D. deltoides</i> nebst Bemerkungen über einige andere Artkreuzungen der Gattung <i>Dianthus</i>		186
Wohlgemuth, Julius, Grundriß der Fermentmethoden		166
Zettnow, E., Über die abgeschwächte Zygosporienbildung der Lindnerschen <i>Phycomyces</i> stämme		187
III. Neue Literatur.		202
IV. Notizen.		207
V. Personal-Nachrichten.		208

Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei *Funaria*.

Von

Karl Boresch.

Mit Tafel I.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Über faden- oder netzförmige Protoplasmadifferenzierungen in den Blättern von Moosen finden sich in der Literatur einige verstreute Angaben. Besonderes Interesse erregten derartige Strukturen, als einige Forscher, ausgehend von der Untersuchung der zu solchen Beobachtungen sehr geeigneten *Funaria*blätter, sie in einen ursächlichen Zusammenhang mit der Chloroplastenbewegung brachten.

In vorliegender Arbeit wird nun eine recht beträchtliche Verbreitung ähnlicher Netz- und Fadenbildungen, die schon während des Lebens ohne jede weitere Präparation und bereits bei mittleren Vergrößerungen sichtbar sind, besonders in den Blattzellen der Moose nachgewiesen; eingehender wurden sie bei *Fontinalis antipyretica* und *Funaria hygrometrica* studiert, im besonderen ihr Verhalten gegen verschiedene in die Zelle permeierende Mittel und ihre auffälligen Veränderungen bei Belichtung. An diese merkwürdigen Erscheinungen, über deren mögliches Zustandekommen einige Vorstellungen entwickelt werden, knüpfen sich Bemerkungen über die Placierung dieser Gebilde in der Zelle, endlich wird die Frage nach ihrer Bedeutung für die Chloroplastenverlagerung einer experimentellen Kritik unterzogen. — Anhangsweise werden dann noch einige Untersuchungen an Vertretern anderer Pflanzengruppen, die zur Orientierung und Vergleichung mit den bei Moosen beschriebenen Strukturen herangezogen wurden, mitgeteilt.

Filarbildungen bei *Fontinalis antipyretica*.

Besonders in den größeren und älteren Blättern, in den zum Unterschied vom übrigen Blattgewebe stark aufgetriebenen Zellen, welche die beiderseits am Blattgrunde gelegenen Öhrchen¹ bilden, finden sich höchst auffällige Gebilde, die meines Wissens noch nicht beschrieben worden sind. Sie stellen meist ziemlich kompakte Knäuel von kompliziert ineinander geschlungenen, stark lichtbrechenden Fäden dar, die entweder ganz unregelmäßig nach den verschiedensten Richtungen das Knäuel durchziehen, oder durch parallele Aneinanderlagerung erst zu Strähnen zusammenschließen, die dann in einigen einfacheren Windungen das Knäuel bilden. In der Regel liegt mitten in jeder Zelle des Blattöhrchens nur ein einziges solcher Art aus verknäuelten Fäden bestehendes Gebilde, das meist einer Längswand anliegend tief in das Zellumen vorragt (Fig. 1, Taf. I) oder der Quere nach den ganzen Safttraum durchzieht, indem es sich auch an der gegenüberliegenden Längswand anheftet (Fig. 2, Taf. I); manchmal erscheint das Fadenknäuel wie eine Spinne im Netz an langen zur Wand ziehenden Strängen aufgehängt. Selten befinden sich zwei Knäuel in einer Zelle; da sie dann gewöhnlich einander gegenüber gelagert sind, indem ein jedes der Mitte der zueinander parallelen Längswände aufrucht, hat man den Eindruck, als ob sie ursprünglich miteinander verbunden gewesen wären (Fig. 1, Taf. I). Häufig spinnen sich aus den dann meist lockerer gefügten Knäueln einzelne Fäden heraus, die sich der Innenseite einer Längswand anlegen und hier ein Stück fortlaufen, wobei sie auch als Verbindungsstränge der länglichen Chloroplasten angesehen werden können (Fig. 3, Taf. I); doch gerade diese Fälle, wo man die Verbindungsstränge der Chloroplasten bis in die Knäuel zurückverfolgen kann, machen einen nicht der Annahme geneigt, daß es sich hier um strangartige Differenzierungen des wandständigen Protoplasmas handle. Die letzterwähnte losere Ausbildung der Knäuel führt durch alle Übergänge (Fig. 4, Taf. I) zu typischen Netzstrukturen, die besonders in den Öhrchenzellen jüngerer Blätter zu beobachten sind und ihre Flächenwände ganz oder zum Teil überspannen.

¹) Cardot, J., Monographie des Fontinalacées. Mém. Soc. nat. de Cherbourg. 1892. 28.

Nicht selten streichen die Balken dieses Netzes vorzugsweise in der Querrichtung der Zelle (Fig. 5, Taf. I); an geeigneten Stellen kann man sehen, daß sie die Chloroplasten untersetzen und daß letztere sich in die Längsrichtung der Fäden einstellen. In den ältesten Blättern sind diese Inhaltskörper am reichlichsten ausgebildet, die Fadenknäuel der Öhrchenzellen ganz besonders groß und fallen hier durch ihre graubraune Färbung auf; an ihrer Statt finden sich in solchen Blättern auch große schwärzliche Massen, die aus zahlreichen dicht gedrängten Körnchen bestehen und eine den Saftraum quer durchziehende Brücke bilden; in manchen dieser Körnchenhaufen kann man mit verschiedener Deutlichkeit noch ein fädiges Maschenwerk erkennen. Aus all diesen Angaben ist zu ersehen, daß mit fortschreitendem Alter der Blätter die Filarbildungen an Masse immer mehr zunehmen. Aber auch die Zellen ein und desselben Blattes ergeben in dieser Beziehung Unterschiede; die stärkste Ausbildung weisen sie in den Öhrchenzellen auf, die sich deshalb für die Untersuchung am meisten eignen. In den jüngsten Blättern findet man nur in diesen Zellen die Netz- oder Maschenwerke, in Blättern höheren Alters kann man nur in dieser Blattpartie die Knäuelbildungen am besten beobachten, akropetal zu erfahren sie eine rasche Abnahme; sie erscheinen bei diesem Alter der Blätter z. B. in Zellen aus der Blattmitte nur mehr als einfache Schleifen, Ringe und dgl., die möglicherweise die Anfangsstadien der später so komplizierten Gebilde darstellen (Fig. 6, 7, Taf. I). In den ältesten Blättern führen sie alle Zellen, aber ebenfalls in abnehmender Quantität gegen die Blattspitze zu.

An sehr zahlreichen Präparaten konnte durch Behandlung mit Jodjodkali oder Methylgrünessigsäure fast für alle Zellen festgestellt werden, daß der Kern, ganz wenige Fälle ausgenommen, stets an oder in den Knäueln gelagert ist. In Zellen nahe der Spitze älterer Blätter liegen die Körner, Fäden und Schleifen dem Kern dicht an (Fig. 8, Taf. I). Dies kann keine zufällige Beziehung sein, sie erinnert an die Stellung der Leukoplasten um den Kern, doch sind hier noch weitere Untersuchungen nötig.

Die Fäden, welche all diese Gebilde aufbauen, besitzen eine

ziemlich gleichmäßige Dicke, oder es wechseln Stücke größeren Querschnittes mit dünneren Unterbrechungsstellen ab; sie erscheinen entweder homogen und gleichförmig oder mehr minder dicht mit kleinen stärker lichtbrechenden Körnchen besetzt, die manchmal, wie man bei stärkerer Vergrößerung erkennt, unabhängig von der Richtung der Balken, denen sie aufsitzen, lebhaft oscillieren, letztere sind in zitternder Bewegung begriffen. Offenbar handelt es sich hier um Brownsche Molekularbewegung, eine einseitig gerichtete Strömungsbewegung in der Richtung der Balken, etwa wie die von Mikrosomen in zarten Protoplasmasträngen, ließ sich nie konstatieren. .

Erwähnt seien noch, mehr an die zarten Filarstrukturen der Funariablattzellen erinnernde, sehr dünne, farblose, ganz homogene Fäden, die in manchen Zellen aus dem von dickeren, bräunlich erscheinenden Fäden gebildeten Knäuel heraustreten, meist in der Längsrichtung der Zelle den Saftraum durchsetzen, um an den Schmalseiten der Zelle anzusetzen; sie sind oft ausgebogen, bilden auch zuweilen Schleifen und lassen manchmal eine wallende Bewegung erkennen.

Besonders aber fällt eine Eigenschaft dieser Fadenstrukturen auf, die sich bei Funaria in noch verstärktem Maße vorfindet, die unaufhörliche Veränderlichkeit ihrer Form, Gestalt und deutlichen Sichtbarkeit, die es auch unmöglich macht, eine genaue Abbildung derselben herzustellen.

Über die stoffliche Natur der Strukturen gab bei diesem Moos die mikrochemische Untersuchung halbwegs Auskunft. Mit Osmiumsäure tritt eine tiefschwarze Färbung der Knäuel ein; auf Zusatz von Alkohol oder Aceton bilden sich aus der Knäuelsubstanz ein großer oder mehrere kleine Tropfen, die das in Lösung gehende Chlorophyll intensiv speichern; mit Sudan in alkoholischer Lösung färben sich die entstehenden Tropfen lebhaft rot, mit Jodlösung werden Knäuel und Netze dunkelbraun viel intensiver als das Plasma tingiert. Methylenblau und Neutralrot dringen rasch in die lebenden Fontinaliszellen ein, werden aber nicht von der Substanz der Knäuel und Fäden gespeichert. Die Einwirkung von Ammoniak, Ammoniumkarbonat usw., Koffein und anderen Alkaloiden kann im folgenden S. 109ff. eingesehen werden. Behandlung mit Ferrosulfat, mit

Phloroglucin-Salzsäure auch beim Erwärmen, mit Fehlingscher Lösung, mit Phenylhydracin gab keine positiven Befunde. Von den üblichen Reaktionen auf Eiweiß gelang nur die Pettenkofersche Probe mit braunrotem Farbenton, der besonders nach längerem Liegen in verdünnter Salzsäure sehr intensiv wurde und auch bei alleiniger Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure sich einstellte. — Die Knäuel sind fast zur Gänze nach mehr minder langer Zeit in Methyl-, Äthylalkohol, Äther, Aceton, vollständig in Essigsäure löslich. Im Rückstand des Ätherextraktes aus einer größeren Menge von *Fontinalis* ließ sich reichlich Glycerin durch die Acroleinprobe nachweisen. — Nach all diesen Befunden wird man wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten können, daß die Substanz der Fadenstrukturen von *Fontinalis* in der Hauptsache fettartiger Natur ist; der positive Ausfall der Pettenkoferschen Probe besonders nach Behandlung mit verd. HCl scheint auf die Gegenwart ungesättigter Fettsäuren zu deuten, ein Verhalten, wie es auch manchen Lecithinen zukommt. Eine andere Frage ist die, ob nicht auch andere Stoffe, wenngleich in geringerem Grade, am Aufbau dieser Strukturen beteiligt sind. Dies erscheint mir, abgesehen von anderen Gründen, aus folgenden Befunden wahrscheinlich. Selbst nach mehrtägiger Einwirkung von absolutem Alkohol und darauffolgender Behandlung mit Äther oder Aceton waren wenigstens in manchen Zellen sehr geringe, gerinnselartige, manchmal auch schaumige Reste von der aufgelösten Knäuelsubstanz übrig geblieben, die mit Osmiumsäure keine Schwärzung, mit Sudan keine Rotfärbung mehr gaben, mit Jodjodkali sich aber intensiv bräunten; von den Eiweißreaktionen gelang nur Millons Probe mit schwach braunrosa Färbung. Daß es sich bei diesem in den organischen Solventien unlöslichen Rückstande um Eiweißstoffe handelt, ist nicht ausgeschlossen.

Da die Untersuchungen an *Fontinalis* im Herbst und Winter angestellt wurden, war es möglich, daß diese Fettmassen etwa als Reservestoff nur zu jener Jahreszeit in den Blättern vorhanden sind. Es wurde daher aufgeweichtes Exsikkatenmaterial der von verschiedenen Standorten und zu verschiedenen Jahreszeiten eingebrachten *Fontinalis antipyretica* auf das Vorhandensein

der in Frage kommenden Inhaltskörper geprüft, und in allen Präparaten erhielt ich besonders in den basalen Zellen tiefe Schwärzung des Zellinnern.

Fadenstrukturen bei *Funaria hygrometrica*.

Der eingehenden morphologischen Beschreibung der Faden- und Netzstrukturen in den Blattzellen von *Funaria* durch Senn, Knoll, Linsbauer und Abranovicz¹ vermag ich nur mehr wenig hinzuzufügen. Die zuerst von Klebs² bei *Funaria* aufgefundenen Plasmastränge will Senn nicht ohne weiteres mit den von ihm als Peristromialfortsätze bezeichneten Strukturen identifizieren, wenn auch eine Unterscheidung besonders in älteren Zellen sehr schwierig sei. Die späteren Untersucher erwähnen derartige Differenzen nicht und auch ich fand keine Anhaltspunkte, welche diese Unterscheidung nötig machen würden. Denn alle von mir beobachteten Fäden, Stränge, Netze und dgl. Strukturen, so verschieden auch ihr Aussehen war, zeigten ein völlig gleichartiges Verhalten gegen in die lebende Zelle eindringende Agentien, wie es auf S. 112ff. näher ausgeführt wird. Immerhin wäre es möglich, daß auch bei *Funaria* ähnliche Längsstränge vorkommen, wie solche für *Mnium* angegeben worden sind, wofür mir auch die von Klebs gelieferte Beschreibung zu sprechen scheint.

Am geeignetsten zum Studium der bei *Funaria* vorkommenden Faden- und Netzbildungen sind, wie auch Knoll hervorhebt, die langgestreckten Zellen des Blattgrundes, weil sie meist nicht so dicht wie die höher gelegenen mit Chloroplasten erfüllt sind, und wo nicht ausdrücklich anders erwähnt, beziehen sich die Angaben auf derartige Zellen.

¹) Senn, G., Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzenchromatophoren. Leipzig 1908, 295.

Knoll, F., Über netzartige Protoplasmaidifferenzierungen und Chloroplastenbewegung. Sitzber. Wien. Akad. I. 1908. **117**, 1227.

Linsbauer, K. u. Abranovicz, E., Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen. Ebenda. 1909. **118**, 137.

Ferner Erwähnung auch bei

Küster, E., Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Pflanzenzelle. Zeitschr. f. allg. Physiol. 1904. **4**, 221.

²) Klebs, G., Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Tübinger Untersuch. 1888. **2**, 558.

Am häufigsten treten die Filarbildungen in Form eines mehr weniger regelmäßigen Netzwerkes auf, welches zwischen den Chloroplasten an den Flächenwänden sich ausspannt oder mehr den schmalen Fugenwänden an den polaren Enden der langen Zelle anliegt. Seine Maschenweite ist großen Schwankungen unterworfen, manchmal wird sie so gering, daß dadurch die betreffende Partie ein granuliertes Aussehen erhält. In anderen Fällen kann man an Stelle der Netze Anordnungen der Fäden beobachten, die dadurch ausgezeichnet sind, daß benachbarte Fäden längs eines verschieden langen meist gebogenen Stückes einen parallelen Verlauf nehmen, wodurch ein Bild zustande kommt, welches lebhaft an das Aussehen des Hymenophors von *Daedalea* mit seinen labyrinthartig gewundenen Aushöhlungen erinnert, oder ein schlierenartiges Aussehen aufweist (Fig. 9, Taf. I). Nicht minder häufig erscheinen die Fäden als Verbindungsstränge zwischen zwei oder mehreren Chloroplasten, die durch reichliche Anastomosen zu den eben erwähnten Netzstrukturen hinüberführen. Weiter kommen kurze Stränge, die mit einem Ende an einem Chloroplasten haften, mit dem anderen frei endigen, endlich von den Chloroplasten völlig separierte Fadenstücke verschiedenster Form vor. In jungen Zellen fand ich die Beobachtung Senns bestätigt, daß die Stränge oft mit verbreitertem Ende an die Chloroplasten herantreten, das freie Ende schien sich manchmal in eine fächerartige Fläche zu verbreitern. In den basalen Zellen junger Blätter finden sich manchmal Längsfäden in so reichlicher Ausbildung, daß die Zellen dadurch eine längsstreifige Struktur bekommen.

Die bisher erwähnten Fadenbildungen scheinen im wandständigen, sehr dünnen Protoplasmaschlauch zu liegen, und fast überall, wo ich darnach suchte, konnte ich mich von der Richtigkeit der Angaben Knolls überzeugen, daß die Filarstrukturen unterhalb der an der Außenfläche der Zelle befindlichen Chloroplasten dahinziehen, daß sie also in bezug auf diese rückenständig sind. Die Fäden setzen, wie Linsbauer angibt, nicht nur den Chloroplasten, sondern auch dem Zellkern an, was an der Außenwand liegende Kerne mit großer Deutlichkeit zeigen.

Außer diesen wandständigen Fäden finden sich aber auch

solche, welche den Zellsaftraum in verschiedener Richtung durchziehen; unter diesen fällt besonders ein von Linsbauer und Abranowicz beschriebener dickerer Querstrang auf, der in den langgestreckten Zellen der Blattbasis meist in der Anzahl anzutreffen ist und von einer kegelförmigen den Kern enthaltenden Vorstülpung des Plasmas in der Mitte der Längsfugenwand ausgeht und den Zellsaftraum durchsetzend sich mitten an der gegenüberliegenden Wand anheftet; gelegentlich liegt er mit einem Teile der Flächenwand an, an der er dann ein Stück fortläuft.

Alle diese Strukturen stellen durchaus nicht Gebilde von stabilisierter Form und fixer Lagerung in der Zelle dar, sondern ändern sie, wenn man von den eben erwähnten dickeren Quersträngen absieht, unaufhörlich in überraschender Weise, so zwar, daß alle aufgezählten Formen derselben ineinander übergehen können; auf diese steten Veränderungen weisen alle genannten Forscher hin mit einer teilweisen Einschränkung bei Senn, welcher für die von Klebs beschriebenen Stränge völlige Bewegungslosigkeit, aber auch für die »Peristromialpseudopodien« in älteren Zellen eine Abnahme ihrer Bewegungsfähigkeit angibt. Die Stränge gehen unaufhörlich in Anastomosen miteinander ein, die sich wieder lösen können, um neuerdings zu verschmelzen, oft verschwinden sie plötzlich und tauchen wieder auf, sie ändern ihre Länge, Richtung, Lage und Sichtbarkeit ohne Unterlaß.

Die Stränge erscheinen meistens homogen gleichförmig, seltener lassen sie verstreute Granula erkennen. Eine ausgesprochene Protoplasmaströmung, wie sie in sehr zarten protoplasmatischen Strängen vieler Pflanzen, z. B. den kinoplasmatischen Fäden, sehr schön zu sehen ist, konnte ich trotz eifrigen Suchens in ihnen niemals wahrnehmen. Vielleicht erklärt sich die von Linsbauer und Abranowicz gemachte Angabe einer Plasmabewegung in den Strängen durch die eben geschilderte sehr rege Bewegung und Veränderung der Fäden, an der auch an oder in ihnen befindliche Granulationen teilnehmen müssen.

Die Fadengebilde von *Funaria* werden als protoplasmatische Differenzierungen angesehen, ein Punkt, der noch später kurz erwähnt werden soll. Die mikrochemischen Methoden versagten

durchweg; abgesehen von einem ausgesprochenen Jodspeichervermögen (Senn, l. c.) erhielt ich sonst lauter negative oder unsichere Ergebnisse, viele der angewandten Reagentien bewirkten ein Körnigwerden der Stränge, so z. B. absoluter Alkohol; viele der Stränge blieben bei Behandlung mit Alkohol oder Aceton erhalten, was wohl auf keinen so hohen Fettgehalt wie bei *Fontinalis* schließen läßt. Auch verschiedene Färbungsversuche mit den üblichen zur Tinktion von Fettmassen in der Zelle verwendeten Farbstoffen, wie auch Vitalfärbungen, lieferten keine oder nur sehr unsichere Resultate.

Betont sei noch die oft außerordentliche Ähnlichkeit der Netze und Fadenbildungen von *Funaria* und der bei *Fontinalis* beobachteten Retikula, sowohl hinsichtlich der Lage, Gestalt und ihres Anschlusses an die Chloroplasten, ihrer gegen die Blattspitze zu abnehmenden Ausbildung, als auch im Hinblick auf die große Veränderlichkeit, worüber noch später, besonders über die Beziehung der Netze zu der Chloroplastenbewegung, abgehandelt werden soll. Bei *Fontinalis* finden sich in basalen Zellen, dem Zellkern anliegende Fadenknäuel, bei *Funaria* die oben genannten dickeren Querstränge. Ja Klebs (l. c.) erwähnt, daß die Plasmastränge bei *Funaria* manchmal ein verwickeltes Knäuel bilden können. Leider konnte ich an meinem Material derartige Vorkommnisse nicht feststellen.

Fadenstrukturen bei anderen Bryophyten¹.

Riccia fluitans. In den Zellen des thallusartigen Laubes findet man ähnliche fädige Bildungen wie bei *Funaria*, in Form von Netzen, Verbindungsfäden zwischen den Chloroplasten, von dickeren vom Kern ausgehenden, den Zellsaft durchsetzenden Strängen.

Marchantia polymorpha. Untersucht wurden ganz junge, noch sehr dünne Thallusstücke. Nach längerem Suchen fand ich in einzelnen Zellen Verbindungsstränge zwischen den Chloroplasten. Auch vom Kern gehen öfters ähnliche Filargebilde ab. Offenbar sind das dieselben Strukturen, welche Senn (l. c.) bei *Marchantia* als „Peristromialpseudopodien“ angibt.

Pellia calycina besitzt fast in allen Zellen deutliche Fadenbildungen, die sich meist als Verbindungsstränge zwischen den Chloroplasten re-präsentieren.

Lophozia barbata. Besonders in den basalen Blattzellen ge-

¹) Für die gütige Bestimmung einiger Moose sage ich den Herren W. M ö n k e m e y e r und V. S c h i f f n e r herzlichsten Dank.

langen ebenfalls derartige Chloroplastenverbindungen zur Beobachtung, aber auch zu Schleifen gebogene Fäden.

Lophocolea bidentata. Zum Teil körnige, den Zellsaftraum durchziehende Stränge, die sich manchmal auch der Flächenwand anlegen.

Blyttia Lyttii. In vereinzelt Zellen gewahrt man teils als Verbindungen zwischen den Chloroplasten, teils als undeutlich sichtbare Netze anzusprechende Strukturen.

Tortula subulata. In den langgestreckten chlorophyllarmen bis -freien Zellen des Blattgrundes verlaufen meist in der Längsrichtung der Zelle ziemlich robuste, auch miteinander anastomosierende Stränge; sie zeigen selbst bei längerer Beobachtung fast keine Änderung ihrer Form. Derartige Stränge kommen auch in den Rhizoidzellen vor. Sonst erinnert das Bild sehr an die für *Funaria* beschriebenen Verhältnisse.

Mnium rostratum (?). Schwarz¹ beschrieb für *Mnium undulatum* eigentümliche strangartige Differenzierungen des Plasmas. Auch in der von mir untersuchten Art, besonders in den basalwärts gelegenen Blattzellen, sind Fadengebilde zum Teil an der Flächenwand, zum Teil tiefer im Saftraum liegend, anzutreffen. Auch hier finden sich solche, welche Chloroplasten zu verbinden scheinen, manchmal jedoch selten, wenigstens andeutungsweise zu netzigen Bildungen zusammentreten.

Andere im Winter zur Untersuchung herangezogene *Mnium*-arten, deren Zellen wahrscheinlich gerade in dieser Jahreszeit, nach der bräunlichen Trübung des Protoplasmas und dem reichlichen Auftreten von chlorophyllspeichernden Tröpfchen bei Behandlung mit Aceton zu schließen, viel Fett enthalten, bieten wohl ähnliche Verhältnisse. Die Gegenwart von hauptsächlich in der Längsrichtung der Zelle streichenden Fäden verrät sich eigentlich erst durch zahlreiche kleine, reihenförmig angeordnete, stark lichtbrechende Tröpfchen, die ihnen offenbar aufsitzen. Dadurch erscheint die bei etwas tieferer Einstellung unterhalb der Flächenwand erkennbare längsstreifige Struktur verständlich.

Catharinaea undulata. Besonders in den basalen chlorophyllärmeren Zellen der Blätter oft zahlreiche Stränge und Fäden, welche die Chloroplasten untereinander verbinden, oder vom Kern ausgehen, miteinander häufig anastomosieren und auch an den Flächenwänden deutlich unter den Chloroplasten gelegene Netze bilden können.

Hookeria lucens (L.) Sm. stellt ein sehr geeignetes Objekt zur Untersuchung der fraglichen Filarstrukturen dar (Fig. 10, Taf. I). Zarte homogene Stränge ziehen gerade oder im Bogen, oft mannigfach gewunden vom Kern zu den Chloroplasten und unter diesen weiter, bilden vorzüglich in den Basalzellen deutlich unter den Chloroplasten liegende Maschen, Netze oder an *Daedalea* erinnernde Strukturen, oder sie durchziehen nach verschiedenen Richtungen manchmal unter Bevorzugung der Längsrichtung den Zellsaft-

¹) Schwarz, Fr., Die morph. u. chem. Zusammensetzung des Protopl. Cohns Beitr. 1892. 5 134.

raum, gerade oder bogig verlaufend, um sich auch oft an dem dünnen Plasma-schlauch anzuheften, in vielen Zellen ist ein in der Regel in der Einzahl auftretender dickerer Querstrang ausgespannt; diese ganzen Fadengebilde befinden sich in unaufhörlicher Bewegung und Formveränderung — kurz, sie bieten eine weitgehende Ähnlichkeit zu jenen bei *Funaria* geschilderten Verhältnissen. Ein instruktives Bild gewährten Zellen, deren Chloroplasten sich in Systrophe befanden; von den um den Zellkern gescharten Chlorophyllkörnern strahlen nach allen Seiten sehr zarte Fäden zum wandständigen Plasma aus, welches seiner geringeren Dicke wegen nicht sichtbar war; doch ließ sich ihr Ansatz an diesen an plasmolysierten Zellen unschwer feststellen.

Cyathophorum pennatum. In sämtlichen Zellen des Blattes verlaufen sehr feine Längsfäden; sie werden eigentlich erst durch ihnen auf-sitzende kleine, stark lichtbrechende Körnchen, die sich in *Brown*scher Molekularbewegung von geringer Amplitude befinden, sichtbar und erlangen durch diese ein perlschnurartiges Aussehen. Oft sind sie in solcher Masse vorhanden, daß die Zelle in der Durchsicht grau erscheint. Besonders in den Basalzellen des Blattes treten diese Fadenstrukturen so reichlich auf, daß sie an die Knäuelbildungen bei *Fontinalis* erinnern. Für eine fettartige Natur der genannten Körnchen oder Tröpfchen spricht ihr Verhalten bei Behandlung mit Alkohol oder Aceton; dabei fließen sie nämlich zu größeren Tropfen zusammen, die sich von dem in Lösung gehenden Chlorophyll grün färben, während die zarten Längsfäden selbst bei mehrstündiger Einwirkung dieser Solventien erhalten bleiben.

Hypnum cuspidatum. Der Blattgrund besteht im Gegensatz zu den übrigen, schmalen, dicht mit Chlorophyllkörnern erfüllten Zellen aus breiten aufgetriebenen Zellen, die nur wenig Chloroplasten enthalten. Zwischen letzteren ist ein sehr verschieden geformtes Netzwerk, dessen Fäden meist körnig erscheinen, ausgespannt; einzelne Maschen dieses Retikulums sind oft noch von einem feineren Netzwerk erfüllt; es ändert unaufhörlich seine Gestalt, und zeigt überhaupt große Verwandtschaft mit den *Funaria*strukturen.

Aus den hier mitgeteilten Angaben ergibt sich eine große Verbreitung der in Frage stehenden Fadenstrukturen, sowohl unter den Leber- wie auch unter den Laubmoosen, und bei systematischem Durchsuchen der Bryophyten ließen sich zweifellos noch viele andere Fälle hinzufügen. Die meisten der hier mitgeteilten Fadenbildungen weisen schon hinsichtlich ihrer Morphologie weitgehende Ähnlichkeiten auf, die auch in dem nun folgenden Kapitel zum Ausdruck gelangen.

Verhalten der Fadenstrukturen beim Eintritt verschiedener Stoffe in die lebende Zelle.

Die im vorangehenden beschriebenen Fadengebilde sämtlicher angeführter Moose erfahren beim Eintritt bestimmter

Agentien in die lebende Zelle merkwürdige Veränderungen, die an *Fontinalis* und *Funaria* besonders eingehend untersucht wurden. Sie können in Kürze dahin zusammengefaßt werden, daß all die geschilderten Filarstrukturen mannigfachster Gestalt unter der Einwirkung gewisser mehr weniger rasch in die Zelle diosmierender Mittel in Tröpfchen oder Körnchen zerfallen und bei Entfernung dieser Stoffe sich wieder bilden, ohne daß das Leben der Zelle — eine nicht allzu lange Einwirkung vorausgesetzt — irgendwie geschädigt worden wäre. Diese auffälligen Vorgänge spielen sich also *intra vitam* ab und sind reversibel.

Da zu diesen Beobachtungen eine unausgesetzte mikroskopische Kontrolle nötig war, wurden diese Versuche derart vorgenommen, daß dem von einem längere Zeit in destilliertem Wasser gelegenen Moosstämmchen abgetrennten, im Wasser präparierten und ins Mikroskop eingestellten Moosblatt die Lösung des zu prüfenden Stoffes in bestimmter Konzentration zugesetzt wurde und vermittels eines angelegten Filterpapierstreifens für eine rasche Verdrängung des Wassers und konstante Durchspülung der Lösung Sorge getragen wurde. In gleicher Weise wurde dann durch rasches und andauerndes Durchströmen von reinem Wasser der wirksame Stoff aus der Zelle entfernt. Für die Beobachtung dieser Veränderungen fand ich meist schon mit einer mittleren Vergrößerung (ca. 500 \times) mein Auslangen.

Schon aus äußeren Gründen konnte nicht jeder Stoff in allen Konzentrationen und auf alle Details seiner Wirksamkeit hin untersucht werden. Trotz der großen Gleichartigkeit der erzielten Erfolge durch die verschiedenen Stoffe sollen ihre Wirkungen im einzelnen und bei den untersuchten Moosen getrennt vorgebracht werden, da es immerhin möglich ist, daß gewisse Besonderheiten nur einem bestimmten Stoffe und nur bei einem bestimmten Moos auftreten. Die im folgenden mitgeteilten Zeitangaben erheben keinen Anspruch auf strenge Gültigkeit — dies schließt ja schon die angewandte Methodik aus —, dennoch sind sie für die Beurteilung des Grades der Wirksamkeit eines Agens genügend brauchbar. Zunächst folgen die genauer in dieser Hinsicht studierten Erscheinungen an *Fontinalis* und *Funaria*, daran schließen sich die Beobachtungen an den übrigen Moosen.

Fontinalis antipyretica.

Chininbase (bei Zimmertemp. gesättigte (0,00185 Mol.) oder noch besser eine verdünntere Lösung). Die Fadenknäuel in den aufgetriebenen Zellen des Blattgrundes zerfallen fast momentan in eine Unzahl verschieden großer, in lebhafter Brown'scher Molekularbewegung tanzender Tröpfchen; durch diese Bewegung erfolgt eine Auflockerung der Körnchenmasse, in der dann große dickwandige Ringe oder vakuolenartige Gebilde, auch große Tropfen als nicht dispergierte Reste der Fadenknäuel sichtbar werden. — Die in denselben Zellen, aber meist jüngerer Blätter oft die ganze Flächenwand bespannenden Netze werden sofort bei Zusatz der Chininlösung durch Bersten der ursprünglichen kleineren Maschen großmaschig, gleichzeitig tritt schon der Zerfall der Balken dieses Netzes in eine Unzahl feiner in Molekularbewegung schwingender Tröpfchen ein, der nach ca. 5 Min. ein vollständiger ist. Sodann wurde ein konstanter starker Wasserstrom durchgeleitet. Die allmähliche Entfernung der Chininlösung äußert sich zunächst in einem Nachlassen der Brown'schen Molekularbewegung durch Verkleinerung der Amplituden; die vordem regellos durcheinander wimmelnden Körnchen scheinen sich in ihrer Bewegung zu beeinflussen, oft so, als ob eine Art unsichtbarer Fadenverbindung zwischen ihnen hergestellt worden wäre. Ungefähr nach $\frac{1}{2}$ stündigem Auswaschen sieht man zunächst nur an ihren schattenhaften Umrissen erkennbar fadenförmige Gebilde auftreten, die Anfänge der sich wiederbildenden Filarstrukturen. Häufig kann man noch in der wimmelnden Tröpfchenmasse das Auftauchen von verschiedenen großen, in zitternd-tanzender Bewegung begriffener Ringe manchmal in großer Zahl beobachten, auch hufeisenartige Gebilde und Schleifen in wallender Bewegung, die, wie sich manchmal feststellen läßt, durch Anheftung eines Ringes an die Vakuolenhaut entstehen. Nach einer Stunde des Durchwaschens werden der Tröpfchen immer weniger, dafür haben sich die Fadenstrukturen wiederum in großer Zahl rückgebildet, stellenweise auch schon zu Netzen zusammenschließend; doch befinden sie sich noch sämtlich in wallender Bewegung und erst nach längerer Zeit kommen sie zur Ruhe und bilden Netze von demselben Aussehen, wie vordem in den intakten Zellen; selbstverständlich ist die Form des regenerierten Netzes eine andere. — Ein völlig gleiches Verhalten nehmen auch die meisten als Chloroplastenverbindungen imponierenden Stränge ein (Fig. 12, a, b, c, Taf. I); sie zerfallen bei Chininbehandlung momentan in lebhaft tanzende Körnchen, die beim Auswaschen wieder zu Ringen und Schleifen zusammentreten. Bei genauem Zusehen konnte beobachtet werden, wie Tröpfchen an die entstandenen homogen aussehenden, rückgebildeten Fäden ansetzen, um alsbald zu verschwinden; offenbar sind sie mit ihnen verschmolzen. Die noch in wallender Bewegung begriffenen Fäden legen sich zum Teil auch den Chloroplasten wieder an und kommen zur Ruhe. — Auch die ganz zarten langen, aus den Knäueln hervorkommenden Fäden zerfallen in gleicher Weise in feine Tröpfchen in lebhaftester Bewegung, die wenigstens im Anfang noch die ursprüngliche Richtung des Fadens erkennen lassen.

Chininhydrochlorid wirkt genau so wie die Base. 0,05 und 0,01

Mol bewirken momentanen Zerfall in lebhaft tanzende Körnchen, die nach kurzer Zeit zur Ruhe kommen, sowie der Protoplast abstirbt. Bei 0,001 Mol sind dagegen diese nach ca. 4 Min. eingetretenen Vorgänge völlig reversibel. 0,0001 Mol. ist nur mehr sehr wenig wirksam. Mit

Chininbisulfat war keiner der für das Chinin charakteristischen Erfolge zu erzielen.

Cinchonamin. Trotz der sehr geringen Löslichkeit nach ca. 5 Min. Zerfall in Tröpfchen.

Strychninnitrat 0,01 Mol. Momentane Auflösung der Knäuel, Netze und Verbindungsfäden des Chloroplasten in Tröpfchen wie durch Chininbehandlung. Beim Auswaschen bilden manchmal die den Knäueln entstammenden Körnchen ein zierliches Netzwerk, was ich auch manchmal bei Entfernung der Chininlösung beobachten konnte.

Brucinnitrat 0,01 Mol. Dieselbe Wirkung wie Strychninnitrat.

Cocainhydrochlorid 0,01 Mol. Sofortiger Zerfall in Tröpfchen. Noch während der Einwirkung der Cocainlösung bildeten sich wiederum Fäden und unregelmäßiges Schaumwerk, das beim Auswaschen durch 10 Min. unverändert blieb; erneuter Zusatz der Lösung hatte nur geringe Bewegungen der in diesem Schaumwerk befindlichen Körnchen zur Folge, ohne jedoch zu einer vollständigen Auflösung in Tröpfchen zu führen. Eine solche konnte aber nach mehrstündigem Wässern wieder erzielt werden.

Morphin (nur sehr wenig wasserlöslich). Kein tropfiger Zerfall der Knäuel.

Codeinhydrochlorid 0,01 Mol. Nach 2—5 Min. in einzelnen Zellen allmähliche Auflösung der Knäuel in Tröpfchen. Wirkt ähnlich, aber viel weniger energisch wie Chinin.

Koffeinbase 0,02 Mol. Ohne Wirkung.

Natriumhydroxyd 0,027 Mol. Nach 5 Min. wiesen die Fadenstrukturen, abgesehen davon, daß sie deutlicher wurden, keine weiteren Veränderungen auf. — 0,0138 Mol. Auch nach 1 Stunde keine Veränderung. — 0,0014 Mol. auch nach 24 Stunden wirkungslos.

Ammoniak 0,12 norm. Nach wenigen Minuten Bewegung in den sich auflockernden Knäueln, Fäden geraten in wallende Bewegung und erhalten ein körniges Aussehen. Dasselbe Bild, abgesehen von wenigen in Molekularbewegung schwingenden Tröpfchen bot sich nach 1 Stunde Einwirkung. Schließlich starben die Zellen ab, wobei die Bewegung sistierte. — 0,024 n. und 0,012 n. Formveränderung der Knäuel, Netze werden deutlicher, die Netzbalken körnig. Bewegung der Fäden nur in vereinzelt Zellen. Auftreten von Ringen. — 0,0012 n. selbst nach ½stündigem Durchleiten wirkungslos. — Darnach steht das NH_3 dem Chinin an Wirksamkeit bedeutend nach.

Äthylamin 0,174 Mol. Sofortiger Zerfall der Knäuel in tanzende Körner, die beim Auswaschen wieder zur Ruhe kommen. Das Netz zerfiel nicht restlos in Tröpfchen, sondern einzelne Teile der Balken blieben bestehen und gerieten auch nicht in Bewegung. Zelle starb schließlich ab. — 0,0174 Mol. Die mit stark lichtbrechenden Körnchen besetzten Netze traten fast sofort

in Bewegung und zerfielen in zahlreiche Tröpfchen, unter denen man auch die vordem sichtbaren, etwas größeren Körnchen noch verfolgen konnte. Beim Auswaschen Wiederbildung des Retikulums. Auch diese Konzentration schädigt noch die Zelle. — 0,00174 und 0,00017 Mol rufen die gleichen Veränderungen hervor, aber erst nach längerer Zeit.

Ammoniumcarbonat 0,87 Mol. Zerfall der Knäuel in Tröpfchen, Zellen sterben bald ab. — 0,1 Mol. Knäuel, Netze und Verbindungsstränge der Chloroplasten geraten in Bewegung und lösen sich schließlich in tanzende Tröpfchen auf. Bei nicht allzu langer Einwirkung sind diese Vorgänge reversibel.

Ammoniumchlorid 0,1 Mol. Nur Formveränderung der Knäuel.

Ammoniumoxalat 0,1 Mol. Einige Fäden traten in wallende Bewegung, bildeten sich auch zu Schleifen um, tanzende Körnchen wurden nicht sichtbar.

p-Phenylendiamin 0,05 und 0,01 Mol. In einigen Fällen begann nach 5 Min. der Zerfall der Knäuel und einzelner Stränge in Tröpfchen, der nach 10 Min. vollendet war, beim Auswaschen wieder zurückging. In anderen Fällen übten die Lösungen keine Wirkung aus.

m-Phenylendiamin 0,01 Mol. In dem einzigen untersuchten Blatte ließ sich auch nach ½stündiger Einwirkung, wie auch nach 24 Stunden keine Veränderung konstatieren.

124-Toluyldiamin 0,1 Mol. Auch hier erzielte ich ähnlich wie beim *p-Phenylendiamin* ungleichmäßige Resultate, meist beschränkte sich die Wirkung bei den Knäueln auf die Annahme einer deutlichen Netzstruktur, sehr selten erst nach mehrstündiger Einwirkung sah ich Fäden oder gar Tröpfchen in Bewegung.

134-Toluyldiamin 0,01 Mol. In einem Falle beobachtete ich nach längerer Einwirkungszeit ein Netzigwerden der Knäuel, Auftreten tanzender Ringe, die ihre Gestalt immerfort änderten und ein körniges Aussehen erlangten, nur spärliche Tröpfchen, in einem anderen Falle waren die Knäuel nach 20 Min. in lebhaft tanzende Tröpfchen aufgelöst.

Phenylhydrazin, *Diphenylamin*, *Naphtylamin* (alle in bei Zimmertemperatur gesättigten Lösungen) gaben keine Reaktion. Dergleichen

Pyridin und *Chinolin*, wie auch

Benzamid und *Salicylamid* in gesättigten Lösungen ohne Wirkung.

Buttersäure 0,0096 n. und 0,00096 n. Nach 5 Min. wurden die Knäulfäden in manchen Zellen körnig, Körner aber in Ruhe. Die erste Konzentration schädigt, dem Aussehen der Chloroplasten nach zu schließen, schon nach 10 Min.

Capronsäure 0,0076 n. Nach 10 Min. keine Veränderung, dann Schädigung der Zellen. Manche Knäuel flossen dabei zu einer größeren Zahl von Tröpfchen zusammen.

Valeriansäure 0,0093 n. Knäuel schmolzen zu einer größeren Zahl von in Ruhe bleibenden Tropfen zusammen, die Zellen starben bald darauf ab.

Kaliumvalerianat (0,093 norm., Titer der verwendeten Valeriansäure¹⁾). Nach 15 Min. keine Veränderung.

Aceton bewirkte in 5, 10, 15proz. Lösung rasche Umformung der Knäuel in Schaumwerke, die sich nicht weiter veränderten. Konzentrationen von 20 % aufwärts lösen bereits die Fadensubstanz partiell auf, wodurch das Knäuel in Fadenstücke zerfällt, die aber in Ruhe bleiben.

Alkohol wirkt ähnlich.

Äthylurethan 0,1 Mol. und Harnstoff 0,1 Mol., beide ohne Wirkung.

Saponin 1 %. Nach ca. 5 Min. in einzelnen Zellen Auflösung der Knäuel in tanzende Tröpfchen, während in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Zellen dieselben auch nach 24 Stunden Einwirkung intakt blieben.

Funaria hygrometrica.

Chininbase (bei Zimmertemperatur gesättigte Lösung, 0,00185 Mol). Die Netze und Verbindungsfäden der Chloroplasten geraten fast gleich nach Zusatz in wallende Bewegung, nebenher oft ein körniges Aussehen erhaltend; sie bilden sich zu Schleifen oder Ringen um oder zerfallen zum Teil in kurze, spirillenartig sich schlängelnde Fadenstücke, zum Teil in feine Tröpfchen in sehr lebhafter Brownscher Molekularbewegung. Schließlich verschwinden die Fäden und es sind nur mehr derartige Tröpfchen zu sehen. Der ganze Vorgang hatte sich in wenigen Minuten vollzogen. Schon während der Chininwirkung traten manchmal wieder Fadenbildungen auf. Auswaschen durch längere Zeit (30—45 Min.) ermöglichte wieder vollständige Rückbildung der Strukturen in anderer Form nach Durchlaufen all der Zwischenstufen, die dem tropfigen Zerfall vorangingen, in umgekehrter Reihenfolge.

Chininhydrochlorid 0,01 Mol. Momentanes Eintreten mancher Fäden in wallende Bewegung. Nach 5 Min. bereits Schädigung der Zellen. — 0,005 erzeugt dieselben Veränderungen und schädigt ebenfalls. — 0,001 wirkt nicht mehr so giftig, noch nach 10 Min. sind Ringe und körnig gewordene Verbindungsstränge sichtbar. — Dieses Chininsalz scheint etwas weniger energisch als die reine Base einzuwirken.

Chininbisulfat 1 %. Abgesehen von einer nach längerer Einwirkung sich einstellenden Schädigung der Zellen fanden die für Chinin charakteristischen Veränderungen nicht statt. Die Strukturen wurden nur undeutlich und verschwanden zum Teil.

Cinchonamin (gesättigte Lösung) hatte selbst nach ½stündiger Einwirkung nur geringfügige Bewegung der Fäden zur Folge, Netzstrukturen wurden undeutlich.

¹⁾ Die fettsauren Kaliumsalze (siehe auch S. 115) wurden durch Absättigung der entsprechenden Fettsäuren in der 10fachen Konzentration, als diese zur Verwendung gelangten, mit KOH bis zur bleibenden Rotfärbung mit Phenolphthalein hergestellt. Diese Lösungen enthalten somit weniger Alkali als die hydrolytisch dissoziierten Salze derselben Konzentration.

Strychninnitrat 0,01 Mol. Die Querstränge gerieten nach 10 Min. in wallende Bewegung, nach 25 Min. zerfielen sie in tanzende Tröpfchen. In anderen Zellen waren die Fadenstrukturen noch nach 30 Min. erhalten.

Brucinnitrat 0,01 Mol. Querstränge nach 1 Min. in wallender Bewegung. Nach 5 Min. in manchen Zellen Ringe in vibrierender Bewegung, in anderen nur ein Undeutlichwerden der Stränge nach 30 Min.

Cocainhydrochlorid 0,01 Mol. Nach ca. 5 Min. Querstränge in zitternder und sodann wallender Bewegung; sie biegen häufig zu Schleifen aus. Nach 18 Min. in den meisten Zellen wallende Schleifen und vibrierende Ringe an Stelle der früheren Netzwerke und Stränge. Nach 30 Min. keine weiteren Veränderungen.

Morphin (kalt gesättigt). Nach 3 Min. Querstränge in Bewegung. Später werden die Netzstrukturen undeutlich, ohne daß sich das Bild nach 30 Min. wesentlich änderte.

Codeinhydrochlorid 0,01 Mol. Nach 2 Min. Querstränge in wallender Bewegung; diese bildeten sich in einzelnen Zellen nach weiteren 5 Min. zu schwingenden Schleifen und tanzenden Ringen restlos um, während sie sich in anderen Zellen nicht weiter veränderten, höchstens undeutlich wurden. Auch nach 30 Min. schritten die Veränderungen nicht bis zum tropfigen Zerfall vor, eher hatten sie einen Rückgang aufzuweisen.

Koffein 0,02 Mol. Als bald nach Zusatz Querstränge in wallender Bewegung, nach 10 Min. einzelne tanzende Ringe, nach 18 Min. in einigen Zellen Fadenstücke und Körnchen in *Brown* scher Bewegung. Nach 20 Min. beobachtete ich in einer Zelle zwei Chloroplasten in zitternder Bewegung. Nach 45 Min. zahlreiche lebhaft tanzende Ringe, Fadenstücke und Tröpfchen.

Kaliumhydroxyd 0,0072, 0,0143, 0,0286 norm. Netze wurden nach verschieden langer Zeit engmaschiger, oft so, daß sie dann den Eindruck eines körneligen Gerinnsels machten. Von den für die Chininwirkung bezeichnenden Vorgängen war nichts zu bemerken.

Natriumbicarbonat 0,1 Mol. wirkte ebenso wie KOH.

Ammoniak 0,12 Mol. Bildung von Schleifen, Ringen, Körnchen. Schließlich stirbt die Zelle ab.

Ammoniumcarbonat 0,1 Mol. Nach wenigen Minuten Auftreten von Ringen, Zerfall der Netze und Querstränge in Tröpfchen. In einer unausgesetzt beobachteten Zelle war bei scharfem Zusehen auch nach 30 Min. der Einwirkung noch ein sehr dünner sich heftig bewegender Faden in der wimmelnden Körnchenmasse als Rest des ursprünglich dicken Querstranges zu sehen; die zarten Netzwerke zerfielen restlos in Tröpfchen. Beim Auswaschen traten nach 15 Min. zahlreiche Ringe und spirillenartige Fadenstücke auf; neben dem der Auflösung in Tröpfchen trotzens Rest des Querstranges bildeten sich aus der ihn umgebenden Körnchenmasse noch mehrere andere dünnere Querfäden. Netzbildung völlig reversibel.

Ammoniumchlorid 0,1 Mol. Nach ca. 10 Min. Schleifen und Ringe in Bewegung, die vordem straff gespannten Querstränge legen sich in Windungen. Nach 20 Min. war ein großer Teil der Fadengebilde undeutlich

oder unsichtbar. Nach 30 bis 45 Min. kein Fortschreiten der bereits eingetretenen Veränderungen, eher ein Nachlassen der Bewegung.

A m m o n i u m n i t r a t 0,1 Mol. Nach ca. 5 Min. Bildung von Ringen, Querstränge geraten in wallende Bewegung, zum Teil körnig werdend. Nach 10 Min. auch tanzende Tröpfchen.

A m m o n i u m p h o s p h a t 0,1016 Mol. Nach ca. 10 Min. viele Stränge, besonders die dickeren Querstränge in wallender Bewegung; sich windende Fadenstücke und Körnchen in lebhaftester Molekularbewegung werden sichtbar. Beim Durchspülen von Wasser Wiederbildung oft sehr zierlicher Netze mit vorhergehendem Auftreten von Ringen.

A m m o n i u m o x a l a t 0,1 Mol. Nach ungefähr 1stündiger Einwirkung Bildung von Ringen und Zerfall in zahlreiche tanzende Körnchen.

A m m o n i u m t a r t r a t 0,102 Mol. Nach 5 Min. bekamen besonders die Querstränge, aber auch manche Netzbalken ein körniges Aussehen. Nach 15 Min. bildeten sich die bestehenden Fadenstrukturen zu ausgesprochenen Netzen um, nach 20 Min. hatte sich ein vordem solider Querstrang in ein schmales Netzwerk umgewandelt. Auch nach 30 und 45 Min. ist das Bild dasselbe; von den uns interessierenden Vorgängen war nichts zu sehen.

Ä t h y l a m i n wirkt ebenso wie NH^3 .

p - P h e n y l e n d i a m i n 0,05 Mol. Die als Verbindungen der Chloroplasten anzusprechenden Fäden wurden zunächst körnig, gerieten dann in wallende Bewegung, zerfielen nach ca. 10 Min. in tanzende Tröpfchen. Auch sehr vereinzelt Chloroplasten in zitternder Bewegung. Nach ca. 15 Min. Auswaschen Wiederbildung der Ringe, Fäden usw. In einem anderen Falle erzielte ich auch nach 1½stündiger Einwirkung keine Veränderung. Bei

m - P h e n y l e n d i a m i n, **124 - T o l u y l e n d i a m i n**, **134 - T o l u y l e n d i a m i n**, sämtlich in 0,01 Mol., ließen sich selbst nach mehr als einstündiger Beobachtung keine Veränderungen erkennen.

P h e n y l h y d r a z i n ohne Wirkung.

N a p h t y l a m i n. Nach ½ Stunde keine Veränderung.

D i p h e n y l a m i n (bei Zimmertemperatur gesättigt). Nach 2 Min. bildeten sich aus den fädigen Gebilden große Tropfen, nach 3 Min. waren kleine, lebhaft tanzende und sich schlängelnde Fadenstücke sichtbar. Nach 20 Min. noch während der Einwirkung Wiederbildung von Schleifen und Ringen.

C h i n o l i n (sehr verd.). Netze wurden nur feinmaschiger, ohne weitere Veränderungen zu zeigen.

B e n z a m i d (gesättigt). Nach 2 Stunden keine Veränderung.

S a l i c y l a m i d (gesättigt). Nach 10 Min. Auflösung der in Bewegung geratenen Querstränge in kurze, spirillenartig sich schlängelnde Fadenstücke. Nach 15 Min. Bildung von tanzenden Ringen und Schleifen, Tropfen verschiedener Größe in Molekularbewegung. Nach 20 Min. wiesen die Veränderungen keine wesentlichen Fortschritte auf.

S a l z s ä u r e 0,00846 n. Nach 15 Min. wurden die Netze undeutlich und verschwanden mit Eintritt des Todes.

Ameisensäure 0,0079 n. Nach 15 Min. keine der charakteristischen Veränderungen. Später Schädigung.

Kaliumformiat (0,079 n., Titer der verwendeten Ameisensäure). Keine Veränderung.

Essigsäure 0,01 n. Nach kurzer Zeit begannen einige Strukturen undeutlich zu werden, nach 20 Min. keine weitere Veränderung.

Kaliumacetat (0,1 n., Titer der verwendeten Essigsäure) wirkungslos.

Propionsäure 0,0086 n. Nach 5 Min. der Einwirkung Ringe in zitternder Bewegung, sonst erfolgte weiter keine Veränderung.

Kaliumpropionat (0,086 n., Titer der verwendeten Propionsäure). Nach 15 Min., abgesehen von dem Undeutlichwerden einzelner Strukturen, keine weiteren Veränderungen.

Buttersäure 0,0096 n. Sofort nach Zusatz gerieten die Querstränge in wallende Bewegung; reichliches Auftreten von vibrierenden Ringen und lebhaft sich windenden Schleifen. Schließlich kam alles wieder zur Ruhe bei Eintritt der Schädigung der Zellen.

Kaliumbutyrat (0,096 n., Titer der verwendeten Buttersäure). Gleich nach Zusatz wurden manche Strukturen undeutlich, nach 3 Min. waren in einigen Zellen Fadenstücke und Ringe in lebhafter Bewegung sichtbar. Veränderungen schreiten nicht weiter vor.

Capronsäure 0,0076 n. Fast momentan bildeten sich die den Saft-raum durchsetzenden Stränge in größere Tropfen um, nach 3 Min. einzelne Fäden in Bewegung. Nach 10 Min. feine Tröpfchen in Brown'scher Molekularbewegung. Die zarten Netze der Flächenwände wurden engmaschiger, es bildeten sich in ihnen kleine Tröpfchen. Alsbald trat Schädigung der Zellen ein.

Kaliumcapronat (0,076 n., Titer der verwendeten Capronsäure). Nach längerer Einwirkung bildeten sich Ringe und Schleifen in wallender Bewegung, welche Veränderungen auch nach $\frac{3}{4}$ Stunden keinen Fortschritt aufwiesen.

Valeriansäure 0,0093 n. Sehr rasche Auflösung der Fadenstrukturen in schwingende Fäden und Ringe in zitternder Bewegung. Nach 5 Min. tanzende Tröpfchen. Beim Auswaschen bildeten sich nach 10 Min. Ringe und undeutliche Streifen, schließlich wieder zwischen den Chloroplasten gespannte Stränge.

Kaliumvalerianat (0,093 n., Titer der verwendeten Valeriansäure).

Nach 5 Min. Ringe in manchen Zellen. Nach 15 Min. breite, schwer sichtbare Bänder, vereinzelt Fadenstücke in Bewegung, welche durch Zerfall mancher Stränge entstanden sind. Auch größere Tropfen und myelinartige Formen sichtbar. Bild änderte sich nicht mehr wesentlich.

Methylalkohol 5%. Nach 2—3 Min. Stränge und Fäden in wallender Bewegung, Bildung von Schleifen und Ringen, auch schon Auftreten von Tröpfchen in Brown'scher Molekularbewegung.

Äthylalkohol 1%. Nach wenigen Minuten wurden die Fadenbildungen zum größten Teil undeutlich und verschwanden. An ihrer Stelle

tauchten verschwommene, ziemlich breite, bandartige, oft sich überkreuzende Streifen oder Balken auf. Nach ca. 10 Min. traten auch große, meist solide, aber auch vakuolisiert erscheinende Tropfen derselben Lichtbrechung wie die Netze und Fäden auf, die ihre Form in mannigfaltiger Weise — sie wurden z. B. oval, zeigten auch kolbenartige Auswüchse — änderten; auch breite Fäden, kolbenartige Gebilde und überhaupt Formen, die an die bekannten Myelinbildungen sehr erinnerten, wurden sichtbar, während die eben erwähnten breiten Streifen verschwanden. Schließlich auch die aus den früheren Versuchen her vertrauten Fäden, Ringe und Körnchen in Bewegung. — 5 %. Nach ca. 10 Min. Bewegung und teilweises Körnigwerden der Fadenstrukturen, schließlich Zerfall derselben in feine Tröpfchen in lebhafter Bewegung, die hier häufig im Vergleich zu den mit Chinin erzielbaren auch etwas größer zu sein scheinen. Beim Auswaschen Wiederbildung der ursprünglichen Netze. — 10 % wirkte ebenso, nur schon nach kürzerer Zeit (3 Min.). Vor der Auflösung in Tröpfchen und nachher beim Durchziehen des Wassers oft schon nach 10 Min. Auftreten von sich lebhaft bewegenden Ringen und Schleifen. Die Verdrängung des Alkohols erfolgt offenbar viel rascher als die des Chinins in der noch wirksamen Konzentration. — 20 % wirkt ebenso, nur schädigt es bald. Manche der Stränge und Fäden lösten sich nicht völlig in Tröpfchen auf, sondern wurden nur körnig und boten dann manchmal das Aussehen von Perlschnüren mit schütter voneinander abstehenden Körnchen, die bisweilen eine geringe Molekularbewegung erkennen ließen.

I s o p r o p y l a l k o h o l 2 %. Nach 1 Min. Schleifen und Ringe, nach 5 Min. Zerfall in tanzende Tröpfchen.

I s o b u t y l a l k o h o l 1 %. Nach ca. 2 Min. Schleifen und Ringe, nach 5 Min. Auflösung in Körnchen in *B r o w n* scher Molekularbewegung. Eine Zeitlang war ein Ring zu sehen, der einen Teil dieser Tröpfchen umschloß und den Eindruck einer Vakuole hervorrief.

S e k. A m y l a l k o h o l 1 %. Nach ca. 2 Min. Ringe und tanzende Tröpfchen.

A l l y l a l k o h o l 1 %. Nach 3 Min. in einigen Zellen Ringe und Schleifen, nach 5 Min. spirillenähnlich sich windende Fadenstücke und tanzende Körnchen.

G l y z e r i n 0,1 Mol. Auch nach 1 Stunde keine dieser Veränderungen.

Ä t h y l ä t h e r (die bei Zimmertemperatur gesättigte Lösung wurde mit Wasser in dem Verhältnis 2 : 1, 1 : 1, 1 : 2, 1 : 5, 1 : 9 verdünnt). Besonders die letzten zwei Konzentrationen glichen in der Art ihrer Wirkung der des Alkohols.

C h l o r a l h y d r a t 0,1 Mol. Nach 2 Min. bereits Zerfall in lebhaft tanzende Tröpfchen, der nach 5 Min. vollständig ist. Dann allmähliche Rückbildung der Netzstrukturen trotz der Einwirkung der Lösung.

A c e t o n 5 %, 10 %, 15 % bewirkte in ganz gleicher Weise wie Alkohol eine beim Auswässern völlig reversible Auflösung in Körnchen, die auch alle Zwischenstadien der Bildung von Ringen, Schleifen usw. erkennen ließ.

M e t h y l a c e t a t 5 %. Schon nach 1 Min. Schleifen, Ringe und Tröpfchen in lebhaftester Molekularbewegung.

Äthylacetat wirkt ähnlich, besonders in niedrigen Konzentrationen. In einer 5proz. Lösung trat der Zerfall in Tröpfchen erst beim Durchspülen mit Wasser ein.

Äthylurethan 0,1 Mol. Nach 2 Min. wallende Bewegung der Stränge, nach 5 Min. Ringe und Schleifen, nach 15 Min. kurze, lebhaft tanzende Fadenstücke.

Harnstoff 0,1 Mol. Nach 15 Min. keine Veränderung.

Saponin 1%. Abgesehen davon, daß die Querstränge in manchen Zellen in wallende Bewegung gerieten, stellten sich auch nach mehrstündiger Einwirkung keine Veränderungen der Netzstrukturen ein.

Die übrigen Moose.

Bei den meisten der im folgenden angeführten Moose wurde nur das Verhalten der Fadenbildungen zu Chinin und Alkohol untersucht.

Riccia fluitans.

Chininbase. Auf Zusatz fast momentaner Zerfall der Fadenstrukturen in lebhaft tanzende Tröpfchen. Nach ca. 5 Min. Wasserdurchspülung Neubildung von Schleifen und Ringen, die durch Aneinanderlagerung der Tröpfchen entstanden, anfangs ein körniges Aussehen hatten, später aber meist wieder homogen wurden und nach 15—30 Min. des Auswaschens wieder zur Ruhe, natürlich in veränderter Form, kamen.

Äthylalkohol (5 und 10%) bewirkte ebenfalls eine Auflösung der Fäden in Tröpfchen von lebhafter Brownscher Molekularbewegung, die schon nach 2 Min. des Auswaschens wieder zu spirillenartig sich windenden Fadenstücken und wallenden Schleifen zusammentraten; es entstanden schließlich (30 Min.) Netzstrukturen oder dickere Stränge, wie sie vordem in den Zellen zu sehen waren.

Marchantia polymorpha.

Chininbase wie auch Äthylalkohol (10%) führten die Auflösung der Chloroplastenverbindungsstränge in tanzende Tröpfchen herbei. Beim Auswaschen Auftreten von Ringen; nach 20 Min. ist die Neubildung der Strukturen beendet.

Pellia calycina.

Chininbase. Die Stränge zerfielen alsbald in tanzende Körnchen, noch bevor der im Zellsaft gelöste Gerbstoff auszufallen begann. Dann wurde sofort Wasser durchgespült; in Zellen, in denen noch kein Gerbstoffniederschlag aufgetreten war, ließ sich die Neubildung der Fäden aus den tanzenden Tröpfchen mit dem Zwischenstadium der spirillenartig sich bewegenden Fadenstücke erkennen. Einwirkung von

Äthylalkohol (10%) hatte die gleichen reversiblen Veränderungen der Stränge zur Folge.

Lophozia barbata.

Auf Zusatz von

Chinin wie auch 10% Alkohol verschwanden die Strukturen nach wenigen Minuten; in manchen Zellen gelangten Ringe zur Beobachtung, die immer undeutlicher wurden, ohne ein körniges Aussehen zu erlangen. Beim Auswaschen treten fast in allen Zellen diese in zitternder Bewegung befindlichen Ringe auf. Wahrscheinlich sind die Körnchen deshalb nicht zur Beobachtung gelangt, weil ihre Größe unterhalb der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit lag. Das Chinin hat hier auch eine Gerbstoffausfällung zur Folge; doch backen die anfangs tanzenden Teilchen des Niederschlages zu größeren ruhenden Massen zusammen oder sinken in die Tiefe des Zellsaftes, ohne der Beobachtung weiter hinderlich zu sein.

Lophocolea bidentata.

Nach ca. 5 Min. der Einwirkung von 10% Alkohol Auftreten tanzender Tröpfchen auf Kosten der vordem in wallende Bewegung geratenen Stränge. Beim Auswaschen Bildung von Ringen.

Blyttia Lyttii.

Auf Chininzusatz gerieten die Fadenstrukturen in wallende Bewegung und lösten sich schließlich in lebhaft tanzende Körnchen auf, die nur bei sehr starken Vergrößerungen sichtbar waren. Diese Auflösung erfolgt früher, bevor noch der Gerbstoff ausfällt. 10% Alkohol wirkte ebenso wie Chinin.

Tortula subulata.

Chininhydrochlorid 0,001 Mol bewirkte Zerfall in feine, kaum sichtbare, lebhaft tanzende Tröpfchen; beim Auswaschen mit Wasser bildeten sich Ringe, Schleifen und Fadenstücke mit spirillenähnlicher Bewegung, schließlich entstanden wieder die ursprünglichen Stränge. Auf Zusatz von

Äthylalkohol 10% bildeten sich ca. erst nach 15 Min. aus den Strängen in den Blattzellen, wie auch in den Rhizoiden, Ringe und Schleifen; die langen Stränge zerfielen in kürzere, mannigfach sich windende Fadenstücke, nach 30 Min. zerfielen sie in manchen Zellen in Massen von sehr kleinen Tröpfchen, deren Gegenwart sich oft nur durch ein Flimmern verriet.

Mnium rostratum (?).

Nach ungefähr halbstündigem Durchleiten von Chininlösung oder 10% Alkohol gerieten viele Fäden in Bewegung, es treten Ringe, spirillenartig sich windende Fadenstücke und schließlich lebhaft tanzende Tröpfchen auf.

Catharinaea undulata.

10% Äthylalkohol verursachte schon nach ca. 5 Min. den Zerfall der Fäden in zahlreiche, feine Tröpfchen in lebhafter Bewegung; nach ¼stündigem Durchleiten von Wasser Bildung von Schleifen, Ringen usw. Dagegen

vermochte 0,001 Mol. Chininhydrochlorid einen derartigen Erfolg an frisch eingebrachtem Material selbst nach 30 Min. Einwirkungszeit nicht herbeizuführen; mit Blättern aber, die ca. 3 Wochen in feuchter Luft in einem Glase sich befanden und nach dem Aussehen der Chloroplasten zu schließen, wohl nicht mehr ganz normal waren, gelang mir die Auflösung der Stränge in tanzende Körnchen schon binnen 5 Min. Einzelne Chloroplastenverbindungsstränge blieben erhalten.

Hookeria lucens.

Chininbase: Zerfall der Stränge in sehr feine, in lebhaftester Molekularbewegung befindliche Tröpfchen, die im gewöhnlichen Mikroskop nur mit den stärksten Vergrößerungen, besser im Ultramikroskop sichtbar waren. Dagegen hatte

Äthylalkohol (5 und 10 %) selbst nach einstündiger Einwirkung keine derartigen Vorgänge im Gefolge. Nach ca. 6stündiger Einwirkung von *p*-Phenylendiamin 0,05 Mol. waren in den Zellen zahlreiche kurze Fadenstücke und Körnchen in lebhafter Brownscher Molekularbewegung.

Osmiumsäure hat interessante Vorgänge bei der Fixierung der Zellen gezeigt. Auf Zusatz dieser Säure erstarren nämlich die Fadenstrukturen in den Blattzellen der *Hookeria*, so verschieden sie auch gestaltet sein mögen, momentan zu einem auffallend regelmäßigen Netzwerk, eine Erscheinung, die mir sonst bei keinem der untersuchten Moose begegnet ist (Fig. 10, 11, Taf. I).

Cyathophorum pennatum.

Chininbase, Chininhydrochlorid 0,01 und 0,001 Mol. Nach wenigen Minuten gerieten die in den intakten Zellen in Ruhe oder nur in geringer gleitender Bewegung befindlichen, zu Perlschnüren angeordneten Körnchen in stärkere Molekularbewegung, wobei sie so durcheinander kamen, daß ihre reihenförmige Anordnung nicht mehr zu erkennen war. Diese Beobachtung spricht dafür, daß die Fadensubstanz, der die Körnchen aufsitzen, in irgendeiner Weise alteriert wird, und tatsächlich läßt sich in günstigen Fällen ihr Zerfall in winzige, kaum sichtbare, lebhaft tanzende Tröpfchen konstatieren. Beim Auswaschen traten die bekannten spirillenartigen Fadenstücke und Ringe auf, bis sich schließlich wieder die Strukturen vom ursprünglichen Aussehen gebildet hatten.

Aceton (5, 10, 15 %) bewirkte nicht derartige Veränderungen, bei 20 % backen die aufsitzenden stark lichtbrechenden Körnchen zusammen.

Hypnum cuspidatum.

Chininbase. Gleich nach Zusatz Auftreten vibrierender Ringe, tanzender Fadenstücke und sehr feiner Tröpfchen, darunter sind auch die stark lichtbrechenden Körnchen, die vordem den Netzbalken aufsaßen, noch erkennbar.

Weder 5 oder 10 % Äthylalkohol, noch 5 % Aceton hatte diese mit Chinin erzielbaren Veränderungen der Fadenstrukturen zur Folge.

Überblickt man all diese Beobachtungen, so ergibt sich sowohl für die verschiedenen Moose, wie auch für die angewandten Agentien, sofern sie überhaupt wirksam waren, eine große Gleichartigkeit der in den Filargebilden sich abspielenden Vorgänge, so mannigfach diese Strukturen auch gestaltet sein mögen. Eine Zusammenfassung der soeben mitgeteilten Einzelbeobachtungen läßt ohne weiteres erkennen, daß der schließlichen Auflösung der Strukturen in Tröpfchen als dem Endstadium der durch den Eintritt eines Stoffes in die lebende Zelle bedingten Veränderungen einige charakteristische Vorstufen vorangehen, wodurch eine genügende Kontinuität dieser Umwandlungen geschaffen ist, so daß es nicht schwer fällt, gewisse nicht in diese Gruppe gehörige Veränderungen durch bestimmte Agentien zu sondern. Diese zur endgültigen Auflösung der Fadenbildungen in Tröpfchen führenden Zwischenstufen werden von den energischer wirkenden Stoffen oft übersprungen, lassen sich aber auch bei diesen, wenn man sie durch Auswaschen entfernt — dann natürlich in verkehrter Aufeinanderfolge — erkennen.

Der ganze Vorgang des Zerfalles und der Neubildung der Faden- und Netzstrukturen läßt sich etwa durch folgende Stadien, jedoch nicht mit strenger zeitlicher Folge, charakterisieren. Zeigen die Fäden in den intakten Zellen die eingangs beschriebenen, relativ langsamen Gestalts- und Lageveränderungen, so vollführen sie und ihre Zerfallsprodukte bei Gegenwart eines wirksamen Stoffes lebhaftere Bewegungen, die eigentlich erst an der schließlich entstehenden wimmelnden Tröpfchenmasse als Brownsche Molekularbewegungen sich zu erkennen geben und nur infolge der Länge und Biogsamkeit der Fäden ein abweichendes Aussehen bieten. Nicht selten kann man ein Körnigwerden einzelner Fäden beobachten, doch scheint dieses für die hier in Betracht kommenden Vorgänge nicht charakteristisch zu sein, da es auch durch andere sonst unwirksame Stoffe erzielt werden kann, und weil beim Auswaschen meist von vornherein homogene gleichförmig aussehende Fadengebilde entstehen. Daß vordem ruhende Stränge nun in Bewegung treten können, wird später noch besprochen. Der allmähliche Zerfall der Strukturen bedingt das Bersten von Netzmaschen,

das Auftreten von Ringen oft in großer Zahl, die in merkwürdig zitternd-tanzender Bewegung sich befinden. In der ringförmigen Form der Zerfallsprodukte gelangen die in den Netzen, die man sich durch Aneinanderlagerung von Ringen entstanden denken kann, herrschenden Spannungszustände zum Ausdruck, und tatsächlich läßt sich manchmal der Übergang einer Netzmasche in einen Ring oder der umgekehrte Vorgang direkt verfolgen. Dieselbe Entstehungsweise gilt für die vielleicht noch häufigeren Schlingen und Schleifen in wallender Bewegung, die hufeisenförmigen Gebilde, endlich die spirillenartig sich schlängelnden kurzen Fadenstücke; einige dieser Formen bedeuten zweifellos einen Fortschritt gegenüber dem Ringstadium, da man manchmal ihre Bildung aus den Ringen beobachten kann. Als Abschluß des Zerfalles fügt sich schließlich das Tröpfchenstadium an, welches den Höhepunkt der Dispergierung bedeutet; die Tröpfchen, die durch die lebhaftere Molekularbewegung alsbald den Ort ihrer Entstehung verlassen, weisen sehr verschiedene Größe auf, manchmal stehen sie an der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit.

Manche der sonst recht gleichartig aussehenden Stränge trotzen der Auflösung in Tröpfchen aus mir unbekanntem Gründen; häufig werden sie dabei körnig. Die meisten der Fäden und Stränge aber fallen einer restlosen Auflösung in Tröpfchen anheim. So kann man z. B. an den vorher straff gespannten Quersträngen in den basalen Zellen von *Funaria* auf Zusatz eines wirksamen Agens ein Ausbiegen derselben zu Schleifen beobachten, die sich auch als Ringe abschnüren können, auf jeden Fall aber zur Gänze in Tröpfchen sich auflösen. In anderen Fällen zerfielen diese Querstränge nur zum größten Teil in Körnchen, in der wimmelnden Tröpfchenmasse war bei genauer Beobachtung trotz langer Einwirkung des betreffenden Mittels ein feiner Faden, der sehr stark hin und her bewegt wurde, übrig geblieben. Die den Kern enthaltende von dem Querstrang vorgezogene Plasmakuppe flachte sich fast ganz ab, ein Zeichen dafür, daß die Spannung des ursprünglichen Querstranges nachgelassen hat. Diese Differenzen im Verhalten des Querstranges bei der Auflösung in Körnchen lassen dann auch die Unterschiede beim umgekehrten Vorgang verstehen; aus

den Tröpfchen kann nämlich nach Beseitigung des dispergierenden Stoffes entweder wiederum ein Querstrang desselben Aussehens und derselben Lage wie vordem oder ein schmales Band von Netzmaschen an der Flächenwand entstehen.

Hervorgehoben seien noch die Veränderungen der Fadenstrukturen von *Funaria* auf Zusatz von langsam wirkenden Mitteln z. B. 1% Alkohol: rasches Undeutlichwerden und Verschwinden der Fadenbildungen, ein an ihrerstatt auftretendes System von breiten, verschwommenen, oft sich überkreuzenden bandartigen Streifen; Bildung von größeren Tropfen und myelinartigen Formen, während das Streifensystem immer mehr schwindet; schließlich Fäden, Ringe und Tröpfchen in lebhafter Molekularbewegung.

Bei Entfernung des wirksamen Stoffes durch Auswaschen, vorausgesetzt, daß die Zelle nicht allzu sehr geschädigt worden ist, bilden sich nun die zerfallenen Strukturen allmählich wieder aus der an Menge immer mehr abnehmenden Tröpfchenmasse; in ihr sieht man die Fadenbildungen, vorerst nur an ihren schattenhaften Umrissen erkennbar, auftauchen, es treten wieder deutlich sichtbare Fadenstücke, Schleifen in Brownscher Molekularbewegung auf, desgleichen die besonders auffälligen Ringe, die gewissermaßen als Gleichgewichtsfiguren der in ihrer Substanz herrschenden Spannungen aufgefaßt werden können. In seltenen Fällen kann man sogar das Aneinanderreihen von Tröpfchen und das Verschmelzen von solchen mit bereits entstandenen Fäden beobachten. Nebenher geht ein Nachlassen der Brownschen Molekularbewegung; die Tröpfchen, die vordem regellos durcheinander schwangen, scheinen sich nun in ihrer Bewegung zu beeinflussen, als ob eine unsichtbare Verbindung zwischen ihnen geschaffen worden wäre. Schließlich treten wieder die ursprünglichen Faden- und Netzstrukturen auf, welche, nachdem sie noch eine Zeitlang lebhafte Bewegungserscheinungen gezeigt hatten, allmählich zur Ruhe kommen, d. h. sie ändern dann nur mehr relativ langsam ihre Gestalt und Lage, wie es oben für intakte Zellen beschrieben worden ist. Die Form und Lage der rückgebildeten Strukturen kann natürlich nicht dieselbe sein wie vor der Auflösung, da ja die Brownsche Molekularbewegung der Zerfallsprodukte eine ausreichende Dislozierung derselben bewirkt hat.

Die Entfernung des wirksamen Stoffes durch Auswaschen bedingt also die Rückkehr aller vom allmählichen Zerfall der Fäden und Netze in Tröpfchen her bekannten Stadien jedoch in umgekehrter Reihenfolge. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß diese Rückbildung oft schon bei Gegenwart des die Dispergierung bewirkenden Agens eintritt.

Gewisse andere nebenher beobachtete Veränderungen an den Fadenstrukturen stehen wohl außerhalb dieser Erscheinungsfolge, so z. B. die Annahme ausgesprochener Netz- oder Schaumstrukturen, das Undeutlichwerden und Verschwinden der Filargebilde bei langer Einwirkung eines Stoffes; letzteres ist wohl mit der sich allmählich einstellenden Schädigung der Zellen verknüpft, da es auch an anderweitig geschädigten Zellen beobachtet wurde. An solchen oder gar an toten Zellen konnte ich Auflösung der noch sichtbaren Strukturen in Tröpfchen nicht erzielen, was ich aber nicht verallgemeinern möchte.

Die Auflösbarkeit der Stränge, Fäden, Netze in Tröpfchen oder das Auftreten von charakteristischen Vorstufen derselben, verbunden mit der Reversibilität dieses Prozesses, bildete neben der oft weitgehenden morphologischen Ähnlichkeit stets das Kriterium zur Erkennung der in vorliegender Arbeit beschriebenen Strukturen. Diese *intra vitam* mögliche Reversibilität von Vorgängen, die durch den Eintritt gewisser Stoffe hervorgerufen, durch auffällige morphologische Veränderungen innerhalb der Zelle sinnfällig werden, verdient besonders deshalb Beachtung, weil derartige Vorgänge bisher nur in geringerer Zahl bekannt geworden sind; am bekanntesten sind wohl die Aggregationen im Zellsaft gerbstoffreicher Pflanzen durch verschiedene basische Stoffe. Daß es sich in unserem Falle nicht um diese überaus häufigen Erscheinungen handeln kann, unter die zweifellos auch die von Eisler und Porthem¹ beobachtete Körnchenbildung in mit Chinin behandelten Elodeazellen einzureihen ist, folgt schon aus dem Verlauf derselben, ihrem Eintritt

¹) v. Eisler u. Porthem, Über die Beeinflussung der Giftwirkung des Chinins auf *Elodea canadensis* durch Salze. *Bioch. Zeitschr.* 1909. **21**, 59.

Moldowan, J., Untersuchungen über die Wirkungsweise des Chinins. *Ebenda.* 1912. **47**, 421.

auch in Pflanzen, die offenkundig keinen Gerbstoff in ihrem Zellsaft gelöst enthalten, aus der Wirksamkeit von Stoffen, die nicht gerbstofffällend wirken können, endlich aus der Möglichkeit, diese Vorgänge von einer nebenher erfolgenden Niederschlagsbildung zu trennen.

Weist nun das Gesamtbild der Erscheinungen bei den verschiedenen Moosen und wirksamen Stoffen unzweifelhaft eine weitgehende Übereinstimmung auf, die sogar für die meisten hier angeführten Moose Gleichheit der Vorgänge vermuten läßt, so gibt es doch zwischen den einzelnen Moosen hinsichtlich der wirksamen Stoffe sowohl wie auch zwischen letzteren nach dem Grade ihrer Wirksamkeit Unterschiede, die am besten aus folgenden Tabellen ersehen werden können. Manche der geprüften Agentien (++) bewirken momentan den Zerfall in Tröpfchen, während bei anderen (+), weniger energisch sich äußernden Agentien, die auf dieses Endstadium hinarbeitenden Prozesse einen größeren Zeitraum erfordern, ohne daß es auch immer zu jener tropfigen Auflösung kommen braucht; endlich gibt es nur manchmal (+, —) oder gänzlich unwirksame Stoffe (—). Will man daher die zum tropfigen Zerfall führenden Vorgänge kennen lernen, muß man weniger energisch wirksame Mittel oder die rasch wirkenden in größerer Verdünnung verwenden.

Tabelle I.

	Fontinalis	Funaria
Chininbase	° ++	++
Chininhydrochlorid . . .	++	+
Chininbisulfat	—	—
Cinchonamin	++	+
Strychninnitrat	++	+
Brucinnitrat	++	+
Cocaïnhydrochlorid . . .	++	+
Morphin	—	—
Koffeinbase	—	+
Codeinhydrochlorid . . .	+	+
NaOH oder KOH	—	—
Na ₂ CO ₃ und NaHCO ₃ . .	—	—
Ammoniak	+	+
Ammoniumcarbonat . . .	+	++
Ammoniumchlorid		+

Tabelle I (Fortsetzung).

	Fontinalis	Funaria
Ammoniumnitrat		+
Ammoniumphosphat		+
Ammoniumoxalat	+	+
Ammoniumtartrat		—
Äthylamin	++	+
p-Phenylendiamin	+, —	+, —
m-Phenylendiamin	—	—
124-Toluylendiamin	+, —	—
134-Toluylendiamin	+	—
Phenylhydrazin	—	—
Naphtylamin	—	—
Diphenylamin	—	+
Pyridin	—	—
Chinolin	—	—
Benzamid	—	—
Salicylamid	—	+
Salzsäure		—
Ameisensäure		—
Kaliumformiat		—
Essigsäure		—
Kaliumacetat		—
Propionsäure		+
Kaliumpropionat		—
Buttersäure	—	+
Kaliumbutyrat		+
Capronsäure	—	+++
Kaliumcapronat		+
Valeriansäure	—	+++
Kaliumvalerianat	—	+
Methylalkohol		+++
Äthylalkohol	—	+++
Isopropylalkohol		+++
Isobutylalkohol		+++
sek. Amylalkohol		+++
Allylalkohol		+++
Glyzerin		—
Äthyläther		+++
Chloroform		+++
Chloralhydrat		+++
Aceton	—	+++
Methylacetat		+++
Äthylacetat		+++
Äthylurethan		+
Harnstoff	—	—
Saponin	—	—

Tabelle II.

	Chinin	Alkohol
<i>Riccia fluitans</i>	++	++
<i>Marchantia polymorpha</i> .	++	++
<i>Pellia calycina</i>	++	++
<i>Lophozia barbata</i>	++	++
<i>Mnium rostratum</i> (?) . . .	+	+
<i>Catharinaea undulata</i> . .	—, + ¹	++
<i>Hookeria lucens</i>	++	—
<i>Lophocolea bidentata</i> . .		++
<i>Blyttia Lyttii</i>	++	++
<i>Tortula subulata</i>	++	+
<i>Cyathophorum pennatum</i>	++	—
<i>Hypnum cuspi atum</i> . . .	++	—

Aus dieser Übersicht ersieht man besonders, wenn man die Verhältnisse bei *Funaria* ins Auge faßt, daß eine große Zahl recht verschiedener Verbindungen der Zelle appliziert, den tropfigen Zerfall der Fäden herbeiführt. Besonders fällt die fast auf alle untersuchten Moose sich erstreckende Wirksamkeit des Chinins und seiner Salze auf, deren Raschheit wohl auf die bekannte große Permeabilität der Plasmahaut für Alkaloide zurückzuführen ist. Die völlige Unwirksamkeit des Chininbisulfats dürfte neben seiner geringeren Lipoidlöslichkeit, welche die Salze der meisten Alkaloide gegenüber ihren freien Basen aufzuweisen haben, hauptsächlich durch die sauren Eigenschaften dieser Verbindung zu erklären sein; die Chininbase andererseits schien noch energischer den Zerfall der Fäden in Tröpfchen herbeizuführen als das Chininhydrochlorid; während 0,001 Mol Chininhydrochlorid bereits wirkungslos war, bewirkte Chinin purum in derselben Konzentration schon nach 5 bis 10 Min. tropfigen Zerfall der Fadenknäuel von *Fontinalis*. Dies wäre in analoger Weise zum Teil auf die größere Lipoidlöslichkeit der Base, vor allem aber auf die Gegenwart der OH'-Ionen zu setzen². Diese Angaben stehen im Einklang mit den sonstigen Erfahrungen, die man bei kombinierter Wirkung von Alkaloiden mit H⁺- und OH'-Ionen gemacht hat.

Daß aber eine eventuelle saure Reaktion des Zellsaftes selbst nicht allein das Hindernis darstellen kann, durch dessen bloße

¹) Siehe S. 119.

²) Traube, J., Über Oberflächenspannung und Flockung kolloider Systeme. Kolloidchem. Beih. III. 1912.

Entfernung der Zerfall in Tröpfchen erfolgen würde, zeigt die Einführung von NaOH oder Na_2CO_3 . Ammoniak dagegen entfaltet starke dispergierende Wirkungen; dieselben, wenn auch im Vergleich zum NH_3 bedeutend abgeschwächten Erfolge kann man mit den neutralen Ammoniumsalzen erzielen, was am besten vom Standpunkte einer stärkeren Adsorption des Ammoniumions verständlich erscheint. Während das Äthylamin in seiner Wirkung völlig dem NH_3 gleicht, erhielt ich mit den aromatischen Aminen sehr ungleiche Resultate.

Zu den am besten die tropfige Auflösung bewirkenden Mitteln können die Alkohole, ferner Aceton, Äther, auch Chloroform gerechnet werden. Aber auch die höheren Glieder der Fettsäuren stehen in dieser Beziehung den soeben genannten Stoffen nicht nach. Daß gerade diesen Mitteln ausgezeichnete Wirkung zukommt, darauf will ich noch später (S. 133) zurückkommen.

Daß mit Saponin keine Wirkung zu erzielen ist, könnte darin begründet sein, daß es nicht bis zu den Fadenstrukturen vordringen kann. Doch darf man selbstverständlich die Unwirksamkeit eines Stoffes nicht stets auf Rechnung dieses Faktors setzen, denn auch ein sonst in unserem Sinne unwirksamer Stoff verrät oft seine Gegenwart in der Zelle durch andere in ihr hervorgerufene Veränderungen.

Die Tabellen verweisen ferner auch auf die Unterschiede zwischen den verschiedenen untersuchten Moosen hinsichtlich des Verhaltens der Filarstrukturen eindringenden Stoffen gegenüber. Manche dieser Differenzen dürften sich wohl ebenfalls auf Unterschiede in der Diosmierbarkeit zurückführen lassen und fraglos könnten solche schon durch gewisse Eigentümlichkeiten der Membran gegeben sein. Doch ist auch hier das oben Gesagte zu beachten.

Während bei *Funaria* eine große Zahl der verschiedensten Stoffe die ganz gleichartigen Vorgänge der Auflösung in Körnchen herbeiführt, sind sie für *Fontinalis* nur auf Alkaloide und Ammoniakderivate beschränkt; die organischen Fettsolventien versagen bei *Fontinalis* völlig und zwar wohl deshalb, weil sie schon in geringen Konzentrationen Lösungerscheinungen in dem fettreichen Substrate der Fadenknäuel hervorrufen. In

diesem Sinne ist auch die Hemmung der Auflösung der Knäuel in Tröpfchen durch Chinin bei gleichzeitiger Darreichung von Alkohol — bei 15% Äthylalkohol tritt überhaupt kein Zerfall in Tröpfchen mehr ein — begreiflich, während eine Verhinderung der tropfigen Auflösung der Funariastrukturen durch diese Stoffkombination, deren Komponenten, einzeln dargereicht, für dieses Moos wirksam sind, nicht zu erzielen war. Vielleicht spielen da stoffliche Unterschiede in der Fadensubstanz bei diesen und anderen Moosen mit hinein; auf die Existenz solcher scheint auch — abgesehen von der großen Wahrscheinlichkeit derselben — die von mir sonst nirgends als an *Hookeria* beobachtete auffällige Formveränderung der Netze bei Fixierung mit Osmiumsäure hinzudeuten. (Siehe Fig. 10, 11 auf Taf. I und S. 119.)

An dieser Stelle sei endlich auch auf die Möglichkeit hingewiesen, daß es in den Zellen der Moose Fadenstrukturen von anderen Eigenschaften als den hier geschilderten geben kann, dafür sprechen meine Erfahrungen an einigen in dieser Arbeit nicht angeführten Moosen, wo mir eine Auflösung der Fadenstrukturen in Tröpfchen weder mit Chinin, noch mit Alkohol gelingen wollte. Vielleicht könnte auch in ähnlicher Weise eine differente Zusammensetzung einzelner Fadenteile in ein und derselben Zelle der Grund sein, daß solche dem Zerfall in Tröpfchen selbst bei langer Einwirkung des die Strukturen sonst dispergierenden Stoffes trotzen und meist nur ein körniges Aussehen annehmen. Die wiederholt beobachtete Rückbildung der aufgelösten Strukturen noch bei Gegenwart des wirksamen Agens entzieht sich vorläufig einer plausibeln Deutung.

Alle Autoren, die sich bisher mit den auffälligen Differenzierungen in den Zellen von *Funaria* beschäftigt haben, sprechen sich dahin aus, daß diese Strukturen im Plasma gelegen sind. Senn (l. c. S. 302) sagt nur mit Beziehung auf die unbeweglichen Längsstränge: »Wie Schwarz (1892. S. 134) an *Mnium*, so konnte ich an *Funaria* immerhin feststellen, daß die Längsstränge unter-, resp. innerhalb der Chloroplasten, also wohl an oder in der inneren Plasmahautschicht verlaufen, vielleicht als Differenzierungen derselben, deren Bedeutung allerdings noch

unbekannt ist«. Nach Knolls (l. c. S. 1234) Beobachtungen »bilden die als Verbindungsfäden zwischen den Chloroplasten erscheinenden Plasmadifferenzierungen ein vollständiges Netz, welches sich im Cytoplasma zwischen den Chloroplasten und der inneren Plasmahaut befindet und dieser letzteren vielleicht unmittelbar anliegt«. Auch Linsbauer und Abranowicz (l. c. S. 170) geben an, daß die Fadennetze im wandständigen Plasma gelagert sind.

Knolls Mitteilung, daß man auch schon durch scharfe Einstellung einmal auf die Chloroplasten, das andere Mal auf die Netzstrukturen, imstande ist zu entscheiden, daß letztere unter den Chloroplasten liegen, kann ich voll bestätigen.

Aus den oben zitierten Angaben ergibt sich die Annahme einer großen Annäherung der in Frage kommenden Strukturen an die Vakuolenhaut. Nach meinen Beobachtungen muß ich die Placierung derselben noch etwas weiter gegen das Zentrum der Zelle zu verlegen, und wenigstens für die weitaus häufigsten Fadenbildungen, die dispergierbar sind, den Schluß ziehen, daß sie der Zellsaftseite der Vakuolenhaut anliegen. Deshalb wurde im Vorausgehenden stets vermieden, etwas über die örtliche Anordnung dieser Fadenbildungen in der Zelle auszusagen. Denn nur mit dieser Annahme lassen sich folgende Beobachtungen bei dem Zerfall der Fäden und Netze verstehen. In manchen Fällen gelingt es, das Abheben einer Netzmasche als Ring, der dann in vibrierende Bewegungen gerät, direkt zu verfolgen; manchmal ist er noch an einem im wandständigen Plasma haftenden Faden aufgehängt. Die Fadenstücke und Tröpfchen, in welche die an einer Wandfläche sichtbaren Strukturen zerfallen, bewegen sich oft deutlich ein kleines Stück von dieser in den Zellsaft hinein. Die lebhafte Brownsche Molekularbewegung der Fäden und ihrer Zerfallsprodukte ist unvereinbar mit der im Plasma herrschenden und im Vergleich zu der des Zellsaftes bedeutend höheren Viskosität, zu der ja die Amplitude der in Molekularbewegung schwingenden Teilchen im verkehrten Verhältnis steht. Wollte man trotzdem mit einer Viskositätsänderung des Plasmas auf Zusatz der wirksamen Mittel den plötzlichen Übertritt vordem ruhender Fäden in den Zustand der Bewegung erklären, dann könnte man nicht verstehen,

warum die übrigen Plasmakontenta nicht ebenfalls in Molekularbewegung geraten (siehe auch unten). Auch das völlig unveränderte Aussehen des Plasmaschlauches spricht nicht für eine Viskositätsänderung, auch wenn man eine solche nur für die innern Plasmaschichten annehmen wollte.

Die somit für die meisten Fadenbildungen mir nicht annehmbar erscheinende Annahme ihrer Lagerung im wandständigen Plasma im Verein mit der ihnen für die Chloroplastenbewegung zugeteilten und im folgenden noch zu erörternden Bedeutung für die Chloroplastenbewegung hat wohl am meisten dazu beigetragen, sie als plasmatische Differenzierungen anzusehen, nicht so sehr die von Senn (l. c. S. 303) angegebene intensive Speicherung von Jod und die im Dreifarbengemisch erzielbare grauviolette Färbung derselben. Da der Begriff des Protoplasmas seiner Genese nach im wesentlichen doch ein morphologischer, im chemischen Sinne aber nicht scharf faßbar ist, steht man von vornherein vor der Schwierigkeit, die sich bei Zuerkennung der plasmatischen Natur an eine Differenzierung im Zellinnern einstellt. Doch weist die Lokalisation wie auch die reversible Auflösung in Tröpfchen durch verschiedene Agentien darauf hin, daß die Strukturen nicht die Eigenschaften des wandständigen Protoplasmas haben können; eine Viskositätsänderung des letzteren zur Erklärung des Eintrittes der Bewegungserscheinungen heranzuziehen, geht nicht an, weil dann auch die übrigen Protoplasmaeinschlüsse, z. B. die Chloroplasten, an dieser Bewegung sich beteiligen müßten, wie dies für die im Anhang beschriebenen Veränderungen an *Vauduria* zutrifft. Bei *Funaria* aber bleiben die Chloroplasten in Ruhe, eine vibrierende Bewegung derselben ließ sich während der ganzen, überaus zahlreichen Untersuchungen nur äußerst selten (S. 114) sicherstellen und dürfte, wie in einem Falle zweifellos festgestellt wurde, darauf zurückzuführen sein, daß ein durch den beginnenden Zerfall entstandenes, mit einem Ende noch am Chloroplasten festhaftendes Fadenstück durch seine lebhafteste Bewegung denselben in Mitschwingung versetzt. Jedenfalls ist die Annahme einer plasmatischen Natur der *Funaria*fäden durchaus nicht zwingend und ihre mannigfachen Bewegungen und Formveränderungen in intakten Zellen könnten auch, wie

gleich im folgenden besprochen werden soll, aus der Analogie mit gewissen leblosen Gebilden heraus gedeutet werden. Deshalb wurde auch überall im Vorhergegangenen der Ausdruck »plasmatische« Differenzierungen umgangen.

An die bei *Funaria* und *Fontinalis* eingehend studierten Vorgänge der Auflösung der Fäden und Netze in mikroskopisch sichtbare Tröpfchen seien noch einige Betrachtungen angeknüpft, wie eine solche »Emulgierung« zustande kommen könnte. Verschiedene Möglichkeiten sind selbst für die Wirkungsweise eines Stoffes denkbar, die sich gegenseitig durchaus nicht ausschließen brauchen, und den mit verschiedenen Stoffen erzielbaren, mikroskopisch recht gleichartig aussehenden Vorgängen können verschiedene Mechanismen zugrunde liegen.

Zunächst tritt die Frage auf, ob die Substanz der Tröpfchen mit der der Fäden chemisch identisch ist oder nicht. Chemische Vorgänge können bei der großen Affinität verbreiteter Zellstoffe wie der Proteine und Lezithine zu sehr verschiedenen Stoffen wohl kaum ausgeschlossen werden, und an solche Vorgänge wäre besonders bei den für beide Moose als Emulgierungsmittel geeigneten Alkaloiden, sowie dem Ammoniak und seinen Derivaten zu denken. Mit den übrigen untersuchten Stoffen (siehe Tabelle I, S. 124) ließ sich bei *Fontinalis* keine Auflösung in Tröpfchen erzielen, wohl aber bei *Funaria* mit den meisten von ihnen. Dieses unterschiedliche Verhalten weist entweder auf eine chemisch differente Zusammensetzung dieser Zellkontenta, oder auf Unterschiede im Mengenverhältnis sonst gleicher an dem Aufbau dieser Strukturen beteiligter Stoffe hin. Den Fadenknäueln von *Fontinalis* scheint ein höherer Lipoidgehalt eigen zu sein, während die *Funarianetze* als wasserreichere Gebilde anzusprechen sein dürften. — Doch lassen sich mit einiger Wahrscheinlichkeit tiefgreifende chemische Veränderungen wegen der leichten und völligen Wiederherstellbarkeit der ursprünglichen Strukturen aus den Tröpfchen wohl ausscheiden. Andererseits müssen auch die physikalischen Eigenschaften der applizierten Agentien entsprechende Beachtung finden. Die meisten der wirksam befundenen Stoffe sind gut lipoidlöslich, und unter der nicht unwahrscheinlichen Voraus-

setzung, daß auch Lipoide an der Zusammensetzung der in Frage stehenden Zellkontenta von *Funaria* teilnehmen, könnte es durch Verschiedenheiten in der Löslichkeit der diese Gebilde aufbauenden Phasen zu einer Trennung derselben kommen. Die überaus zahlreichen mikroskopischen Beobachtungen lassen mich der Anschauung zuneigen, daß die Fäden restlos in der Bildung von Tröpfchen aufgehen, und falls diese Beobachtung richtig ist, hätten solche Entmischungserscheinungen eine Verschiedenheit der Tröpfchen hinsichtlich ihrer stofflichen Eigenschaften zur Folge, wofür die mikroskopische Beobachtung allerdings keinen Anhaltspunkt bot. Auch möchte man erwarten, daß solche zu einer Entmischung führenden Änderungen der Struktur der Fäden zunächst in einem dem Zerfall in Tröpfchen vorangehenden Körnigwerden der vordem homogenen Fäden sich äußern müßte. Die gelegentlich beobachtete Annahme einer körnigen Struktur möchte ich, wie schon oben bemerkt wurde, nicht als ein wichtiges Zwischenglied in der Folge der zur Emulgierung führenden Veränderungen betrachten. v. Prowazek¹ und Moldowan² schlossen aus ihren Untersuchungen über die Wirkung von Chininsalzen auf den Protistenleib auf eine tropfige Entmischung des Protoplasmas; den auftretenden stark lichtbrechenden Tröpfchen dürfte nach den Färbungsergebnissen Lipoidnatur zukommen; doch sind diese Eingriffe irreversibel. In meinem Falle spricht wiederum die rasch und vollständig eintretende Regenerierung der Fadenbildungen nach Entfernung des wirksamen Agens dafür, daß eine tiefgreifende Zerstörung der kolloidalen Struktur dieser Gebilde nicht stattgefunden haben kann³. Diese leicht bewirkbare Reversibilität

¹) Giemsa, G., u. v. Prowazek, S., Wirkung des Chinins auf die Protistenzelle. Verh. d. deutsch. tropenmediz. Ges. 1. Tagung. 1908. 88.

v. Prowazek, S., Giftwirkung und Protozoënplasma. Arch. f. Protistenkunde. 1910. 18, 221.

v. Prowazek, S., Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoën). Berlin 1910.

²) Moldowan, J., Untersuchungen über die Wirkungsweise des Chinins. Biochem. Zeitschr. 1912. 47, 421.

³) In geschädigten und in toten Zellen gelang mir die Emulgierung mit den sonst rasch wirkenden Mitteln nicht; in solchen Zellen sind oft starke Veränderungen der Fadensubstanz hinsichtlich ihrer für den Zerfall in Tröpfchen in Betracht kommenden Eigenschaften anzunehmen.

legt aber noch weiterhin die Möglichkeit nahe, daß hier in besonderem Grade Adsorptionsphänomene im Spiel sein könnten. So wie Unterschiede in der Löslichkeit der die Strukturen zusammensetzenden Stoffe gegenüber lipoidlöslichen Agentien zu Entmischungerscheinungen führen könnten, so wären solche auch durch ein verschiedenes Verhalten derselben hinsichtlich ihrer Quellbarkeit wohl denkbar; vielleicht könnten manche Beobachtungen (Bildung breiter bandartiger Streifen, Ausbiegen vordem gerader Fäden durch 1% Äthylalkohol S. 115) auf solche Vorgänge hindeuten. Noch ein anderer Umstand weist auf die große Rolle der kapillar-chemischen Erscheinungen hin. Die meisten der den Zerfall der Funariastrukturen in Tröpfchen am stärksten fördernden Stoffe erniedrigen bedeutend die Oberflächenspannung des Wassers. Leider konnten bei der angewandten Methode nicht genaue Konzentrationswerte für die einzelnen Stoffe eruiert werden. Doch muß bei den stark kapillaraktiven Alkoholen, sowie bei Aceton u. a. der hohe Wirkungsgrad auffallen, und besonders deutlich erscheint mir eine Beziehung zwischen Oberflächenaktivität und Wirksamkeit bei den Fettsäuren zu bestehen, bei denen beide Eigenschaften in den höheren Gliedern zunehmen; daß die Zerfallsprozesse nur bei den höchsten untersuchten Gliedern bis zum Endstadium, dem Zerfall in tanzende Tröpfchen, fortschreiten, dürfte an der schließlich sich in einer Schädigung der Zellen bemerkbar machenden Wirkung des H-Ions liegen. Auch die im Mikroskop beobachtete Auflösung der Fäden in Tröpfchen, also eine Oberflächenvergrößerung, deutet auf die Herabsetzung der Grenzflächenspannung dieser Gebilde; aber nicht nur der Zerfall in Tröpfchen, auch die zu ihm führenden Zwischenstufen, und das Auftreten anderer im Vorangehenden geschilderten Formen (breite, bandartige Streifen, myelinartige Bildungen), die sämtlich eine größere Oberfläche im Vergleich zu den ursprünglichen Gebilden aufweisen, fallen unter diesen letzterwähnten Gesichtspunkt. Hierdurch bewirkte Veränderungen der Kolloide könnten die Oberfläche dieser Strukturen so alterieren, daß es zu einem Abheben der an der Vakuolenhaut haftenden Fäden kommt; bei *Cyathophorum* könnten so die den Fäden aufsitzenden Fettröpfchen abgesetzt werden.

Danach hätten wir in der Auflösung der Fäden in Tröpf-

chen, einer Erhöhung des »Dispersitätsgrades«, eine Erscheinung zu erblicken, die sich gut mit dem Aufflocken oder Emulgieren gefällter Kolloide vergleichen ließe; bei Entfernung des suspendierenden Stoffes käme es wieder zu einer Ausfällung des »Kolloids«, welches sich an der Vakuolenhaut absetzt. Das ausgeflockte »Kolloid« nimmt Netzform an, ein Vorgang, der ebenfalls nicht ohne Analogie in der Kolloidchemie ist; A. Mayer¹ verfolgte mit Hilfe des Ultramikroskops den Übergang von Hydrosolen in Hydrogele an organischen Kolloiden, die verschiedenen Phasen der Koagulation im Blutplasma durch CaCl_2 und beobachtete, daß die auftretenden ultramikroskopischen Körnchen zu Ketten und unter Abnahme ihrer Beweglichkeit zu Netzwerken zusammentreten, welche Vorgänge in manchen Fällen reversibel sind. Die Bildung eines Netzes deutet eben nur auf die Existenz gewisser Spannungserscheinungen hin, und daß sich solche in der Fadensubstanz beobachten lassen, wurde schon früher S. 121 ff. mitgeteilt. Vielleicht steht zu solchen auch die nicht selten bemerkbare Einstellung der Chloroplasten in die Richtung der Fäden in irgendeiner Beziehung, jedenfalls läßt sich die nach dem Vorhergegangenen unhaltbare Vorstellung, daß die Chloroplasten durch die Fäden wie auf einer Kette aufgefädelt sind, durch andere ersetzen. Hier sei ferner darauf hingewiesen, daß die Fäden auch unabhängig von den spitzen Enden der Chloroplasten an einer beliebigen Stelle ihres Körpers ansetzen können.

Aber noch weitere Tatsachen der Kolloidchemie lassen sich zur Beschreibung unseres Falles vergleichsweise heranziehen. Bekanntlich gelingt die Emulgierung eines freie Fettsäure enthaltenden Öles, wie Gad² gezeigt hat, durch bloßen Zusatz von Alkali, ohne Anwendung mechanischer Kräfte. Diese kommt nach Brücke³ durch die Bewegungen der auf Alkalizusatz sich bildenden Myelinformen zustande; an den Enden

¹) Mayer, A., Etudes ultramicroscopiques. Compt. rend. soc. biol. 1907. **2**, 44, 184, 553, 658.

²) Gad, J o h., Zur Lehre von der Fettresorption. E. du Bois-Reymond's Archiv f. Physiol. 1878. 181.

³) Brücke, E., Über den Zusammenhang zwischen der freiwilligen Emulgierung der Öle und dem Entstehen sogen. Myelinformen. Sitzber. Wien. Akad. III. 1879. **79**, 267.

dieser Bildungen läßt sich die Abschnürung von Tropfen beobachten, die Myelinformen erscheinen gewissermaßen als das Vorstadium der Emulgierung. Ist auch das Zustandekommen der Myelinformen noch nicht ganz geklärt, soviel ist sicher, daß die auf den Alkalizusatz aus den im Fett enthaltenen freien Fettsäuren gebildete Seife hauptsächlich durch ihre Oberflächenaktivität wirkt, wozu noch Lösungsvorgänge u. a. treten¹, Ähnliche an derartige Myelinformen lebhaft erinnernde, in mannigfacher Bewegung begriffene Bildungen entstehen aber auch aus den Funariafäden z. B. auf Zusatz von 1% Äthylalkohol (siehe S. 116), der auch schon in dieser Verdünnung das Schleifen- und Ringstadium hervorruft, aber erst in höheren Konzentrationen (5,10%) das Endglied dieser Veränderungen die Auflösung in Tröpfchen herbeiführt; also auch hier läßt sich durch niedrige Konzentrationen eines wirksamen Stoffes ein der weiteren »Emulgierung« vorangehendes Stadium von myelinartigen Bildungen feststellen.

Für die nun folgende Betrachtung ist der Umstand von großer Bedeutung, daß manchmal, wenn auch selten, schon in den intakten Zellen von Funaria, aber auch bei Fontinalis, Hookeria, vermutlich auch bei anderen Moosen, die von den Emulgierungsvorgängen her bekannten Zwischenstadien anzutreffen sind, so die eben erwähnten, ihre Form unaufhörlich ändernden Myelinformen, ferner Ringe und Schleifen in Bewegung, die sonst nur auf Zusatz gewisser vordem (S. 124) aufgezählter Stoffe entstehen. Man muß daher annehmen, daß solche in der gleichen Weise wirksamen Stoffe auch während des normalen Lebens der Zelle im Zellsaft gegenwärtig sind und dieses verhältnismäßig schon vorgeschrittene Stadium bewirken. Das Vorkommen derartiger Stoffe im Zellsaft läßt sich nur durch Sekretionsvorgänge aus dem Plasma verstehen; am einfachsten ist die Vorstellung, daß der wirksame Stoff schon im Plasma gebildet und durch die Vakuolenhaut an den Zellsaft abgegeben wurde. Sind nun derartige diosmotische Vorgänge ausschließlich nur auf seltene Ausnahmefälle unter den gleichartigen Zellen eines Funariablattes beschränkt? Am wahrscheinlichsten ist es, daß es sich hier um ganz allgemeine

¹) Freundlich, M., Kapillarchemie. Leipzig 1909. 473.

Vorgänge handelt, die für die verschiedenen Zellen eines Blattes nur quantitative Unterschiede aufweisen, indem sich diese Stoffe nur in gewissen extremen Fällen eben in solcher Konzentration anhäufen, daß es zur Bildung von Ringen und Schleifen kommen kann. Dann aber würden auch die mannigfachen unaufhörlichen Veränderungen der Form, Lage und Sichtbarkeit der Netzstrukturen in intakten Zellen mit einemmal verständlich, da sie der Innenseite der Vakuolenhaut anliegend, am meisten den Alterationen eines wirksamen, eventuell oberflächenaktiven, diese Membran passierenden Stoffes unterworfen sein müßten, zumal für diese Diosmose lokale Unterschiede in der Menge des durchgetretenen Stoffes wahrscheinlich sind¹.

Verhalten der Fadenstrukturen von *Funaria* bei Belichtung.

Merkwürdig sind auch die Veränderungen, welche die Filargebilde in *Funaria*zellen erfahren, wenn man längere Zeit im Dunkeln gehaltene Blätter in das Licht einer Auerlampe oder in diffuses Tageslicht bringt. Im folgenden Versuche wurde das 24 Stunden im Dunkeln befindliche Präparat eines *Funaria*-blattes in das von einer Auerlampe beleuchtete Mikroskop eingestellt, sofort beobachtet und die hier beschriebenen, rasch sich abspielenden Veränderungen der Fadenstrukturen in einer der Blattmitte angehörigen Zelle — so gut es ging — mit der Zeichenkamera skizziert.

Beim Herausnehmen aus dem Dunkeln waren sämtliche Chloroplasten in Apostrophe, die freie Flächenwand war von einem ziemlich regelmäßigen Netzwerk überspannt, welches durch einige Minuten seine Gestalt fast gar nicht änderte. Dann aber beginnt es stellenweise undeutlich zu werden und verschwindet plötzlich fast ganz; an seinerstatt gewahrt man, wie allmählich schwer sichtbare, bandartige, gerade, nicht selten sich überkreuzende Streifen mit verschwommenen Konturen auftreten; daneben erscheinen größere Tropfen in Brownscher Molekularbewegung, die immer mehr an Zahl und auch an Größe zunehmen, während das Streifensystem allmählich ver-

¹) Im Anschluß an dieses Kapitel sei auch an die Analogien zwischen Myelinformen und Chondriosomen erinnert, auf welche jüngst A. M. Löw sch in (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 203) hingewiesen hat.

schwindet. Die Tropfen ändern oft ihre Gestalt, werden oval, erhalten kolbenartige Auswüchse, es treten Gebilde auf, die an Myelinformen lebhaft erinnern. Manche von diesen Tropfen erscheinen wie vakuolisiert; an einem derartigen Tropfen konnte ich direkt den Übergang in einen Ring feststellen. Letztere, wie auch Schleifen- und Hufeisenformen in Bewegung bilden sich dann aus diesem allmählich schwindenden »Tropfenstadium« heraus, es treten wieder scharf konturierte, deutlich sichtbare Fäden und Netze auf, die anfänglich noch in Bewegung, allmählich wieder zur Ruhe kommen und dann nur mehr die S. 104 beschriebenen lebhaften Formveränderungen aufweisen. Diese ganzen Veränderungen beanspruchten den Zeitraum ca. einer Stunde, ihr erster Teil bis zum Wiederauftreten deutlicher Fäden ungefähr eine halbe Stunde. Sie haben eine verblüffende Ähnlichkeit mit jenen, die mit 1% Alkohol (S. 115) erzielt wurden; in anderen Fällen erfolgte ein Zerfall der Strukturen in spirillenartig sich bewegendes Fadenstücke, ja manchmal zerfielen die Strukturen bei Belichtung sogar in wimmelnde Körnchenmassen, die neben den Ringen und Schleifen zu sehen waren.

Linsbauer und Abranowicz (l. c. S. 34) beschreiben für *Funaria* lebhaft, im Plasma vor sich gehende Veränderungen, wenn man ein im Wasser liegendes Blättchen, welches einer im Dunkeln oder in sehr schwachem Lichte kultivierten Pflanze entstammt, in hellem, diffusen Tageslicht untersucht. »In günstigen Fällen sieht man namentlich in den großen Zellen der basalen Blatthälfte in manchen Zellen schon nach 5 bis 10 Minuten ein plasmatisches, ungemein zartes Netzwerk an den Außenwänden der Zellen auftreten, das in kontinuierlicher Bewegung begriffen ist.« Diese Angabe fügt sich sehr gut zum zweiten Teil meiner eben geschilderten Beobachtungen, der Wiederbildung des Netzes.

Die bei Belichtung eintretenden Veränderungen gleichen also in ihrem Verlaufe völlig den durch das Eindringen chemischer Agentien in die lebende Zelle erzielbaren Vorgängen, und die bei längerer Belichtung sich einstellende Wiederbildung eines normalen Netzes findet ihr Gegenstück in der öfter beobachteten beginnenden Rückbildung der durch chemische Mittel zerfallenen Fäden noch in Gegenwart des wirksamen Stoffes.

In Fortsetzung der auf S. 135 entwickelten Vorstellungen können wir die hier mitgeteilten Beobachtungen so deuten, daß bei Belichtung der so wirksame Stoff im Zellsaft in größerer Menge vorhanden ist, was wieder auf Steigerung der Sekretionsvorgänge im Lichte hinweisen würde; und daß die innere Plasmahaut im Lichte eine Permeabilitätssteigerung erfahren könnte, wäre nichts Ungewöhnliches, nachdem die Untersuchungen Tröndles¹ gezeigt haben, daß bei Belichtung die Plasmahaut für gewisse Stoffe permeabler wird. Bei *Funaria* würde also der angenommene wirksame Stoff im Lichte reichlicher aus dem Plasma in den Zellsaft ausgeschieden werden. Da aber im weiteren Verlaufe die Netzstrukturen trotz andauernder Belichtung wiedergebildet werden, so muß auch auf irgendeine Art das Verschwinden oder Unwirksamwerden dieses im Zellsaft angehäuften Stoffes erzielt werden.

Bedeutung der Fadenstrukturen in den Blattzellen von *Funaria* für die Chloroplastenverlagerung.

Bezüglich des Mechanismus der Chloroplastenbewegung sind drei Möglichkeiten denkbar, entweder bewegen sich die Chloroplasten aktiv oder sie werden passiv durch das Plasma fortbewegt, endlich könnten beide Motionsarten an der Lageveränderung der Chloroplasten teilhaben. Alle drei Annahmen fanden ihre Vertreter, doch sollen nur jene besprochen werden, die gleichzeitig die Fadenbildungen in den *Funaria*-zellen in irgendeine Beziehung zur Chloroplastenverschiebung bringen. Den ersten Standpunkt nahm Senn (l. c. S. 294 ff.) ein, er faßte die fädigen Gebilde von *Funaria* als den Chloroplasten zugehörige »Peristromialpseudopodien« auf, mit Hilfe derer sie auf der äußeren Hautschicht als ruhender Unterlage kriechen sollten. Dadurch lenkte er als erster die Aufmerksamkeit auf ihre eventuelle Bedeutung für die Fortbewegung der Chloroplasten. Knoll (l. c. S. 1236) gelangte zu der Ansicht, »daß die plasmatischen Netze als Bildungen eigener Art im Cytoplasma auftreten, welche zum Zwecke der Chloroplastenverlagerung mit der Rückenfläche der Chloroplasten in feste Verbindung treten«

¹) Tröndle, A., Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Jahrb. f. wiss. Bot. 1910. 48, 171.

und nähert sich dadurch der zweitgenannten Möglichkeit; die Chloroplasten könnten höchstens den Reiz perzipieren und dem nach Art der kinoplasmatischen Stränge wirkenden Plasmanetz zuführen, welches dann die motorische Phase einleiten würde. Die dritte gewissermaßen vermittelnde Stellung nehmen Linsbauer¹ und Abranowicz (l. c. S. 156 ff.) ein, sie fassen die Verlagerungen der Hauptsache nach als passiv hervorgerufen durch das Plasma als bewegungstätiges Agens auf, während auch geringfügige amöboide Gestaltsveränderungen der Chloroplasten für die Verschiebung nicht völlig bedeutungslos sein dürften; die Plasmastränge sollen die Bahnen sein, in denen die Chloroplasten durch die Bewegungstätigkeit des Plasmas langsam dahingleiten. — Trotz der verschiedenen Vorstellungen bezüglich der Art der Mechanik der Chloroplastenverlagerung halten alle genannten Autoren an einem ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Verhalten der Plasmanetze und der Chloroplastenbewegung fest.

Auf Grund der nun folgenden Versuche erscheint mir ein solcher nicht annehmbar; damit wird aber keine der drei oben genannten möglichen Vorstellungen über den Mechanismus der Chloroplastenverlagerung in ihrer allgemeinen Fassung tangiert, weil er ja durchaus nicht in einer morphologischen Differenzierung sinnfällig werden braucht. Andererseits gibt es viele Pflanzen, deren Chloroplasten ebenfalls verlagern, ohne daß derartige Strukturen in den Zellen sichtbar wären.

Schon im Vorangegangenen sind einige Momente angeführt, die nicht zugunsten der herrschenden Auffassung von der Bedeutung der Funariafäden sprechen. Es konnte mit großer Wahrscheinlichkeit gezeigt werden, daß sie außerhalb des wandständigen Plasmas der Zellsaftseite der Vakuolenhaut anliegen; auch ist die plasmatische Natur dieser Strukturen nicht streng erwiesen. Auch ich kann nach meinen Beobachtungen der Meinung Senns, es handle sich um pseudopodiale Fortsätze des Peristromiums, nicht beipflichten, gegen welche sich die späteren Autoren² bereits ausgesprochen haben; sehr häufig kann man beob-

¹) Linsbauer, K., auch in dieser Zeitschrift. 1910. 2, 129.

²) Hinsichtlich der Systrophe kommt auch E. Küster (Flora. 1910. 100, 267) zu einer gegensätzlichen Anschauung.

achten, daß die fädigen Stränge nicht vom Rande des Chloroplasten ausgehen, sondern die Chloroplasten untersetzen, um auf ihrer Rückenseite zu endigen oder häufiger, um hier mit andern Strängen durch einfache Anastomosen oder durch Vermittlung einiger Maschen in Verbindung zu treten. Weiteres kann ich in völliger Übereinstimmung mit Knoll, die Beobachtung Senns, daß die von Chloroplasten freien Flächenwände (bei Apostrophe) auch stets frei von Netzstrukturen sind, nicht bestätigen; nicht gerade selten werden die Flächenwände bei Apostrophe der Chloroplasten ganz oder teilweise von Netzstrukturen überspannt, wie es Fig. 13, Taf. I zeigt. In der Regel aber erscheinen die Flächenwände fast oder ganz frei von Fäden und Netzen; manchmal gelingt es, sie an den von den apostrophierten Chloroplasten bedeckten Fugenwänden sicherzustellen, wie Senn und Knoll ebenfalls angeben. — Aber auch den abweichenden Auffassungen Knolls und Linsbauers vermag ich mich nicht anzuschließen; wenn Knoll in den Strängen kinoplasmatische Zugorgane, Linsbauer die Bahnen erblickt, in denen die Chloroplasten gleiten, so verträgt sich damit, wie ich glaube, nicht die überaus große Labilität der Form, Lage und Sichtbarkeit dieser Stränge (S. 104) im Verhältnis zu der weit geringeren Ortsveränderung der Chloroplasten. Auch vermag ich nicht einen ursächlichen Zusammenhang der unaufhörlichen Veränderungen der Filarstrukturen mit der Chloroplastenverlagerung aus meinen zahlreichen Beobachtungen über diesen Punkt herauszulesen. Während die Bahnen der verlagernden Chloroplasten mehr weniger gerade von der Flächen- zur Fugenwand oder umgekehrt verlaufen, läßt die unaufhörliche lebhaftete Umformung der Netze keine solche Gesetzmäßigkeit erkennen, daß man aus ihr die relativ viel einfachere Bewegung der Chloroplasten ableiten könnte. Wenn eine derartige Beziehung, die sich aus der morphologischen Gestaltung der Stränge ersehen ließe, bestände, dann müßte es möglich sein, in den meisten Fällen aus dem jeweiligen Bild der Strukturen die sich ergebende Bewegung der Chloroplasten vorauszubestimmen; dies gelang mir aber in zu wenigen Fällen, als daß nicht das Spiel des Zufalls ausgeschlossen wäre. Im speziellen kann man verlagernde Chloroplasten verfolgen, ohne daß in ihrer Um-

gebung Fäden zur Beobachtung gelangen würden. Da nun die Sichtbarkeit und Deutlichkeit der Stränge sehr variiert, könnte man einwenden, daß die Strukturen in diesen Fällen unsichtbar blieben; damit ist aber ein neues Moment gegeben, durch welches die ursprüngliche Auffassung, die *intra vitam* sichtbare Strukturen als Bewegungsorgane anspricht, auf ein Gebiet übertritt, wo die morphologische Betrachtung, aus der sie herausgewachsen ist, nicht mehr zur Kontrolle ausreicht. Andererseits kann man Chloroplasten auffinden, die bei nicht allzulanger Beobachtungszeit ihre Stellung zueinander gar nicht wahrnehmbar ändern, während die zwischen ihnen ausgebreiteten Netzstrukturen lebhaftere Umgestaltungen erfahren haben. Endlich trifft man besonders in den basalen Blattzellen nicht selten gerade in jenem Teil der Zelle die Strukturen am reichlichsten ausgebildet, wo nur spärliche Chloroplasten vorhanden sind, und umgekehrt.

Wie im vorletzten Abschnitt S. 112 ff. mitgeteilt wurde, können die Fäden durch verschiedene Mittel zum Zerfall in Tröpfchen in lebhafter Brownscher Molekularbewegung gebracht und bei Beseitigung dieses Mittels durch Auswaschen wieder in anderer Form rückgebildet werden. Dadurch ist eine Möglichkeit gegeben, ihre Bedeutung für die Chloroplastenbewegung experimentell zu prüfen. Zunächst bildete folgende Überlegung den Ausgangspunkt eines Versuches. Sei es, daß die fraglichen Strukturen ein Bewegungsorgan der Chloroplasten darstellen, sei es, daß sie die Bahnen für ihre Fortbewegung bilden, in jedem Falle muß man zu der Vorstellung gelangen, daß sie durch gewisse richtende Kräfte in ihrem Aufbau in gesetzmäßiger Weise eben zur Ausführung der ihnen zugeordneten Rolle befähigt werden, daß also ihre Funktion eine gewisse Komplikation ihrer Struktur zur Folge hat. Bringt man nun die Netze durch irgendein Mittel zur Auflösung in Tröpfchen, die durch die Brownsche Molekularbewegung sicherlich gut durcheinandergerührt werden, und durch Entfernung dieses Mittels Netze, jedoch anderer Form, zur Wiederausbildung, so ist es sehr unwahrscheinlich, daß die durcheinander gewirbelten Elemente wieder zu einem funktionstüchtigen Organ zusammen-treten, daß ferner die rückgebildeten Stränge wieder in richtiger

Weise an die Chloroplasten herantreten, so daß diese in normaler Weise verlagern. Daß sich die Chloroplastenbewegung aber trotz vorangegangener Umbildung der Netze normal vollzieht, zeigt der Verlauf folgenden Versuchs, die Zählungen der an der Flächenwand jeweilig befindlichen Chloroplasten wurden an der Hand von Zeichnungen durchgeführt. Die mir zur Verfügung stehende *Funaria* war sehr üppig entwickelt und reagierte auf Lichtänderungen, wenigstens zu der in den Versuchen mitgeteilten Jahreszeit, in ausgezeichneter Weise.

Versuch vom 18. XII. 1912.

Ein Blatt, dessen Chloroplasten nahezu in Epistrophe sich befanden, wurde um 12 Uhr mittags mit 10 % Aceton durch 5 Min. behandelt, was den Zerfall der Fadenstrukturen in tanzende Tröpfchen zur Folge hatte; sodann wurde gründlich ausgewaschen, das Präparat bis 2 Uhr im Lichte belassen; an der Flächenwand einer Zelle lagen 42 Chloroplasten. Die bis 5 Uhr währende Verdunklung bewirkte fast vollständige Apostrophe, nur 5 Chloroplasten befanden sich noch am Rande der Flächenwand, an der nicht wenige Fäden sichtbar waren. Während der zur Zeichnung nötigen Zeit von 20 Min. bewegten sich die Chloroplasten bereits deutlich wieder zur Flächenwand.

Das nicht vorbehandelte Kontrollblatt wies in einer Zelle vor der um 2 Uhr erfolgten Verdunklung 50 der Flächenwand anliegende Chloroplasten auf, die um 5 Uhr fast sämtlich die Fugenwandstellung innehatten. Nach 20 Min. Beleuchtung traten sie schon wieder die Rückbewegung an.

Vorhergegangene Auflösung der Filarstrukturen in Tröpfchen mit Brownscher Molekularbewegung ändert nichts an der normalen Verlagerung der Chloroplasten auf Lichtreize hin.

Weiter wurden Versuche gemacht, ob sich Chloroplastenverlagerungen auf Beleuchtungswechsel hin auch dann feststellen lassen, wenn die tröpfchenförmige Auflösung der Fäden dauernd erhalten wird. Da nun auch unter diesen Umständen die Chloroplasten entsprechend den Lichtverhältnissen umlagern, erscheinen mir besonders diese Versuche ein schwerwiegender Beweis dafür zu sein, daß die Chloroplastenbewegung an das nach der bisherigen Auffassung mit ihr ursächlich verknüpfte Vorhandensein der Fadenstrukturen nicht gebunden ist. Aus mehreren über diesen Gegenstand angestellten Versuchen seien folgende herausgegriffen.

Ständige Beobachtung von etwa wieder auftretenden Fäden

war nur an den aus dem Dunkeln ans Licht gebrachten Präparaten leicht möglich, aber auch die im verdunkelten Blatt sich wiederbildenden Fadenstrukturen blieben infolge der ununterbrochenen Durchleitung einer niederen und der zeitweiligen Durchspülung einer höheren Konzentration des betreffenden wirksamen Stoffes in ständiger Bewegung und konnten demnach in diesem Zustande die ihnen zugesprochene Funktion nicht ausüben.

Versuch vom 19. XII. 1912.

Ein längere Zeit verdunkeltes Blatt, dessen Chloroplasten aus der anfänglichen völligen Apostrophe zum Teil wiederum an die Flächenwände sich begeben hatten, wurde 5³⁰ belichtet; schon nach 2 Min. Einwirkung von 10 % Aceton waren die Fäden vollständig in tanzende Tröpfchen zerfallen; sodann wurde ständig 2 % Aceton durchgeleitet, ohne jedoch die von Zeit zu Zeit auftretende Fadenbildung verhindern zu können; sobald solche zum Vorschein kam, wurden sofort einige Tropfen 10 % Aceton bis zum neuerlichen völligen Zerfalle durchgeleitet (ungefähr alle 10—20 Min.). An den oberen Flächenwänden zweier einander benachbarter Zellen wurden

nach der Verdunklung 37 bzw. 18 Chloroplasten
 nach 2¼ständiger Beleuchtung . . 52 bzw. 33 „

gezählt.

1. Versuch vom 2. I. 1913.

Die um 11⁵⁹ beendete Zeichnung einer Funariazelle, in welcher die Fäden unter der seit 11⁵² eingeleiteten Behandlung mit 10 % Alkohol sich in Tröpfchen aufgelöst hatten, ergab 48 Chloroplasten an der Flächenwand. Um 12 Uhr mittags wurde verdunkelt und für eine konstante Durchspülung des Präparates mit 5 % Alkohol gesorgt. Um 3³⁰ wurde das Blatt ans Licht gebracht, die Zelle gezeichnet; zum Teil waren noch Tröpfchen in Brown'scher Molekularbewegung sichtbar, meist hatten sich aber schon Ringe und Schleifen in Bewegung gebildet; die Zahl der an der Flächenwand liegenden Chloroplasten betrug nur mehr 34.

2. Versuch vom 2. I. 1913.

Ein vordem verdunkeltes Blatt wurde 5³⁰ ans Licht gebracht; nur 2 Chloroplasten waren mitten auf der Fläche, 8 am Rande derselben, alle übrigen an den Fugenwänden. Von 5³⁰ ab wurde konstant 5 %, zeitweilig 10 % Alkohol durchgeleitet. Die tropfige Auflösung trat in wenigen Minuten ein, nur ein dickerer Querstrang trotzte dem vollständigen Zerfalle; während des Versuches traten auch von Zeit zu Zeit wieder Ringe und Schleifen in zitternder bzw. wallender Bewegung auf.

Um 7¹⁰ 20 Chloroplasten an der oberen Flächenwand,
 „ 10 Uhr 29 „ „ „ „ „

In sämtlichen Versuchen verlagerten demnach die Chloroplasten im Sinne der Reizänderung, ohne jedoch

die angestrebte Endstellung, vollkommene Apostrophe bzw. Epistrophe, zu erreichen, was jedoch bei den Versuchsbedingungen (Gegenwart von Narkoticis) nicht zu erwarten ist.

Nachdem die bisherigen Hypothesen über den Mechanismus der Chloroplastenverlagerung abgelehnt werden mußten, möchte ich hier noch meine diesbezüglichen Vorstellungen, die sich auf den S. 135 ff. und S. 138 erörterten aufbauen, anschließen.

Nach den dort mitgeteilten Vorstellungen, die auf der großen Analogie der an den Funariafäden mit verschiedenen Mitteln erzielbaren Veränderungen mit Tatsachen der Kolloidchemie, sowie auf der völligen Übereinstimmung der ersteren mit dem Verhalten bei Belichtung beruhen, hätten wir in den Änderungen der Netzstrukturen gewissermaßen ein empfindliches Reagens auf einen durch die Vakuolenhaut permeierenden, all diese Veränderungen bewirkenden Stoff zu erblicken. Daß es sich dabei um einen oberflächenaktiven Stoff handeln könnte, ist im Hinblick auf das S. 133 ff. Gesagte möglich, und diese Annahme liegt der nunmehr folgenden Betrachtung zugrunde. Die Sekretion dieses Stoffes in die Zellsaftvakuole soll bei Belichtung eine Steigerung erfahren in Analogie mit den Ergebnissen Tröndles, der eine Erhöhung der Permeabilität der Plasmahaut für gewisse Stoffe durch das Licht fand. Im Anschluß an seine Resultate hätte man auch in unserem Falle eine gesetzmäßige Abhängigkeit der die Sekretion unseres hypothetischen Stoffes beeinflussenden Permeabilitätsänderung von der Lichtintensität zu erwarten; so hätte die Permeabilitäts-erhöhung für eine bestimmte Lichtmenge ein Optimum, um bei weiterer Zunahme derselben wieder abzunehmen, während unterhalb des optimalen Punktes Lichtintensitäts- und Permeabilitäts-erhöhung symbat gehen. Die Sekretion des angenommenen oberflächenaktiven Stoffes in den Zellsaft muß zu einer Verarmung an diesem in der Vakuolenhaut führen; dann müßte aber die Grenzflächenspannung derselben zunehmen.

Das Zustandekommen der im diffusen Lichte erfolgenden Epistrophe der Chloroplasten könnte man sich nun in folgender Weise denken. Die geforderte Zunahme der Grenzflächenspannung wird verschiedene Werte aufweisen, je nach der

Größe der auffallenden Lichtmenge, denn diese regelt ja nach unserer Annahme die Quantität des ausgeschiedenen Stoffes. Unterhalb des Optimums gilt die Beziehung, daß die Grenzflächenspannung an der Stelle des größten Lichtgenusses am größten ist. Da nun die Flächenwände eines von unten beleuchteten Funariablattes von einer größeren Lichtmenge getroffen werden als die Fugenwände, so erhalten die den Flächenwänden parallelen, an den Safttraum grenzenden Plasmaschichten eine höhere Grenzflächenspannung als die mit den Fugenwänden gleichgerichteten Seitenwände der Vakuole. Infolge dieser differenten Grenzflächenspannungen kommt es zu langsamen Strömungen in den dem Zellsaft angrenzenden Plasmaschichten; in diesen Plasmaverschiebungen, die mit den sonst unter »Plasmaströmung« gemeinten Vorgängen nicht zusammenhängen brauchen, möchte ich das hauptsächlichste Vehikel für die Chloroplastenverlagerung erblicken. Die apostrophierten Chloroplasten eines aus dem Dunkeln in senkrecht zur Blattfläche auffallendes diffuses Licht gebrachten Blattes werden infolgedessen durch die von Orten geringerer zu solchen höherer Grenzflächenspannung gerichteten Plasmaströmungen, also gegen die Flächenwände fortgeführt. Das Eintreten der Epistrophe wäre in dieser Weise, aber auch ähnlich das der Antistrophe und Escharostrophe, an der Hand des Gesagten ohne weiteres vorstellbar. Auch die durch direktes Sonnenlicht bewirkbare Apostrophe läßt sich mit den gemachten Annahmen verstehen. An den direkt getroffenen Flächenwänden würde die bei intensiver Sonnenbestrahlung auffallende Lichtmenge, weil über dem Optimum gelegen, keine Permeabilitätserhöhung bewirken, wohl aber würde eine solche an den viel schwächer beleuchteten Fugenwänden erfolgen können; die Chloroplasten müßten sich dann an die letzteren als Orte höherer Grenzflächenspannung begeben.

Für die tatsächliche Existenz allmäliger Protoplasmaumlagerungen sprechen die Angaben von Frank, Noll und Senn, daß an den Stellen der Chloroplastenanhäufung auch das Protoplasma dicker sein kann; daß der Kern und tote Zellbestandteile an diesen Verlagerungen nicht teilnehmen, erscheint mir nicht als Gegenargument, weil die Plasmabewegung doch nur

eine partielle sein kann, während andere Plasmaschichten in Ruhe bleiben; zugunsten unserer Auffassung könnte auch der Umstand herangezogen werden, daß die bei *Funaria* der Vakuolenhaut anliegenden Fäden bei Apostrophe meist nicht mehr an der Flächenwand, wohl aber unter günstigen Verhältnissen an den Fugenwänden beobachtet werden können.

Der Einfluß der Vorbehandlung, die gegen den Sommer zu eintretende Stimmungsänderung (Abnahme der Lichtempfindlichkeit für die Permeabilitätserhöhung), das pendelartige Ausschlagen der Reaktionskurve, die Hemmung durch Narkose u. a., wie es die Untersuchungen von Tröndle ergaben, ließen sich mit Erfolg in ähnlicher Weise ebenfalls für die entsprechenden, aus den dargelegten Vorstellungen ableitbaren Verhältnisse bei der Chloroplastenverlagerung heranziehen. Leider sind die Untersuchungen über Beeinflussung der Permeabilität durch das Licht erst in ihren Anfängen und auch eine exakte quantitative Prüfung der Lichtwirkung, sowie chemischer Mittel auf die Chloroplastenverlagerung, wodurch vielleicht eine experimentelle Überprüfung unserer Hypothese noch am ehesten möglich wäre, ist noch nicht vorgenommen, als daß jetzt schon ein abgerundetes Bild des ganzen großen Tatsachenmaterials in der Frage der Chloroplastenbewegung, dessen Umfang aus Senns verdienstvollem Werke abgeschätzt werden kann, sich ergeben könnte. Dies gilt vor allem von der im Dunkeln eintretenden Apostrophe, die durch den lebenden Zellverband bedingt, sich einer vereinfachenden Vorstellung im Sinne unserer Hypothese, ohne weitere Annahmen machen zu müssen, vorläufig noch entzieht.

Anhang.

In diesem Abschnitte mögen die Untersuchungen Aufnahme finden, die an Vertretern anderer Pflanzengruppen ausschließlich der Moose, zum Zwecke der Vergleichung und Orientierung angestellt wurden, ob sich ähnliche Fadenbildungen, wie sie bei Laub- und Lebermoosen in großer Verbreitung nachgewiesen wurden, auch anderwärts finden, inwieweit für andere Pflanzengruppen angegebene Filarstrukturen mit den hier behandelten verwandt sind. Zur Erkennung und Charakterisierung derselben

diente die Behandlung mit Alkohol und Chinin. Die folgende Besprechung beschränkt sich nur auf jene Pflanzen, deren Untersuchung nach irgendeiner Richtung hin interessante Ergebnisse lieferte, die vielen andern Pflanzen, wo es mir nicht gelang, Fadenstrukturen aufzufinden, oder solche, bei denen keine positiven Befunde aufzuweisen waren, sind weggelassen.

Algen.

Vaucheria hamata.

In intakten Fäden der hauptsächlich untersuchten *Vaucheria hamata*, die nicht allzudicht mit Chloroplasten erfüllt sind, sieht man in den von ihnen frei gelassenen Zwischenräumen im plasmatischen Wandbeleg farblose Körnchen oder Tröpfchen verschiedener Größe, auch kurze Fäden, die manchmal die bipolar zugespitzten Chloroplasten verbinden oder von deren Spitzen auszulaufen scheinen, aber oft auch beiderseits frei im Protoplasma liegen und mannigfache Gestalt aufweisen; seltener sieht man deutliche Netzwerke, die zwischen den Chloroplasten ausgespannt sind, auch in den Zellsaftraum übersetzende Fäden kommen gelegentlich zur Beobachtung. Sämtliche Inhaltsbestandteile des Plasmas befinden sich in einer langsamen, meist unschwer erkennbaren unregelmäßigen Protoplasmaströmung. Alle diese Gebilde ändern unablässig ihre Form und es sind zweifellos dieselben, welche Berthold¹ erwähnt und abbildet.

Die Einwirkung verschiedener Stoffe studierte ich an intakten Fäden, besonders aber an den Plasmaballen, welche die aus zerschnittenen Fäden heraustretenden Plasmapartien bilden und die schon oft nach verschiedenen Richtungen hin untersucht wurden. In reinem Wasser platzen jedoch die meisten dieser Ballen infolge ihres hohen Turgordruckes und der im Anfang noch nicht gefestigten Oberfläche. Um dies zu vermeiden, wurden die *Vaucheria*fäden in einen Tropfen einer physiologisch ausbalancierten Lösung — ich benutzte hierzu das van 't Hoff'sche Salzgemisch in 0,1 Mol (bezogen auf NaCl) Verdünnung, die dem Druck des Zellinnern nahezu isotonisch ist — zerschnitten und präpariert; in dieser Lösung waren nach 12 oder

¹) Berthold, G., Studien zur Protoplasma-mechanik. Leipzig 1886. 60.

24 Stunden noch fast sämtliche Ballen erhalten. Weil die Ballen gegen Druckschwankungen überaus empfindlich sind, müssen die auf ihre Wirkung zu prüfenden Stoffe gleichfalls der 0,1 Mol van 't Hoff'schen Lösung zugesetzt werden.

Im Wandbeleg dieser Ballen sieht man die schon für die intakten Fäden beschriebenen farblosen Tröpfchen und die fädigen, des öfteren die Chloroplasten verbindenden Gebilde. Der Wandbeleg hat meist eine körnige, oft auch vakuolig-schaumige Struktur, nicht selten liegt der Wand ein gröberes, aus homogen erscheinenden farblosen Lamellen bestehendes Schaumwerk veränderlicher Form an, das verschieden tief gegen das Innere zu sich ausdehnt, ja den Ballen auch ganz erfüllen kann.

Setzt man intakten Vaucheria-Fäden eine Lösung der Chininbase oder Chininhydrochlorid in starker Verdünnung zu, so spielen sich fast momentan folgende Vorgänge im Fadeninnern ab. Die oben erwähnten Körnchen oder Tröpfchen treten in lebhaft Brownsche Molekularbewegung, die Fäden verschwinden und an ihrerstatt sieht man gleichfalls tanzende Tröpfchen, alsbald lassen aber auch die Chloroplasten und andere Plasmakontenta eine zitternde Bewegung erkennen, die man zweifellos ebenfalls als Molekularbewegung mit kleiner Amplitude ansprechen muß. Die Chloroplasten ändern oft dabei ihre Form, sie werden zunächst eckig, und viele von ihnen wenden dann infolge einer Drehung von 90° um ihre Längsachse ihre Schmalseite der Membran zu und man kann dann eine starke Einkrümmung an ihnen wahrnehmen. — Wäscht man rasch mit Wasser gründlich durch, gehen die eben geschilderten, rasch vollzogenen Veränderungen allmählich wieder zurück. Zunächst verlangsamt sich die Brownsche Molekularbewegung, die Körner, Chloroplasten und übrigen Plasmaeinschlüsse kommen langsam zur Ruhe, fädige Gebilde treten wieder auf, die eingekrümmten Chloroplasten strecken sich und drehen ihre Flächen-seiten der Membran zu, und schließlich tritt wieder die eingangs erwähnte Protoplasmaströmung auf. Unter den gewählten Bedingungen sind diese Veränderungen also auch hier völlig reversibel. Bei längerer Einwirkung oder höherer Konzentration der Chininlösungen reißt die Vakuolenhaut, was man an dem plötzlichen Durcheinanderstürzen des ganzen Inhaltes erkennt.

Diese Veränderungen sind natürlich irreversibel. Chininbisulfat ist auch hier unwirksam.

Mit 5, 10, 15 % Alkohol und Äther in den verschiedensten Konzentrationen gelang es mir nicht, ähnliche Vorgänge wie die eben beschriebenen zu erzielen. Nur in einem Versuche traten auf Zusatz von 5 oder 10 % Aceton die Körner zu Netzen zusammen, die zwischen den Chloroplasten ausgespannt erschienen; bei nicht zu lang wählender Einwirkung, die völlige Desorganisation nach sich zieht, zerfielen diese Netze auf Zusatz von Wasser momentan in tanzende Tröpfchen, die Chloroplasten traten in eine vibrierende Bewegung und es wurden auch mächtigere strömende Bewegungen im Protoplasma sichtbar. Nach kurzem Auswaschen kam alles wieder zur Ruhe, die Fäden boten das gleiche Aussehen wie zu Anfang dieses Versuches und die Netzbildung auf Zusatz von Aceton konnte neuerdings erzielt werden.

Die in größerer Zahl an den aus zerschnittenen Vaucheriafäden heraustretenden Protoplasmaballen angestellten Versuche lieferten ähnliche Resultate. Chinin bewirkt einen raschen Zerfall des körnigen oder vakuolig schaumigen Wandbelegs in zahlreiche feine Tröpfchen, die in lebhafter Brownscher Molekularbewegung das Innere des Ballens erfüllen; schließlich geraten auch die Chloroplasten und Fetttropfen in Vibrationen. Beim Wegspülen des Chinins mit 0,1 Mol. van 't Hoff kommen zuerst die Chloroplasten zur Ruhe, die Körnchen setzen sich allmählich zu einem körnigen oder schaumigen Belag zusammen-tretend, wieder an der Wand ab. Diese weitgehenden Veränderungen lassen sich vollständig rückgängig machen, bei zu langer Einwirkung dagegen platzen schließlich die Ballen. — Ähnlich wie Chinin purum oder Chininhydrochlorid wirkt Brucinnitrat, ferner Ammoniak, Trimethyl- und Triaethylamin; auch die aromatischen Amine wie p- und m-Phenylendiamin, sowie 124- und 134-Toluyldiamin, endlich Benzamid brachten, wenn auch meist nicht so rasch, die gleichen Veränderungen hervor. Unter der Einwirkung mancher dieser Stoffe hoben sich die Chloroplasten von der Ballenwand ab und in dem so entstandenen Zwischenraume traten nicht selten ein Schaumwerk bildende Vakuolen auf oder wurde der Wandbeleg selbst schaumig. Bei weiterer Einwirkung zerfielen die Schaum-

lamellen in eine Unzahl feiner lebhaft tanzender Tröpfchen, um sich nach Beseitigung des wirksamen Mittels unter stetiger Abnahme der schwingenden Tröpfchen wieder auszubilden.

Diese Vakuolenbildung, das Entstehen einer Schaumstruktur dürfte als jene Erscheinung anzusprechen sein, die Klemm¹ am Protoplasma durch Behandlung mit verschiedenen basischen Stoffen erzielte. Der reversible Zerfall der Schaumlamellen und des Wandbelegs überhaupt, der an *Vaucheria hamata* eingehender untersucht, aber auch an anderen *Vaucheria*-arten beobachtet wurde, hat unleugbar eine gewisse Ähnlichkeit mit den im Vorangehenden für die Moose beschriebenen Veränderungen der Netzstrukturen bei Applikation verschiedener chemischer Mittel; während aber dort die Chloroplasten stets in vollständiger Ruhe — ganz vereinzelt Fälle ausgenommen — blieben, traten hier auch die Chloroplasten sowie andere Protoplasmabestandteile in Vibrationen ein, die ohne Zweifel ebenfalls als Brownsche Molekularbewegung jedoch von kleinerer Amplitude entsprechend der größeren Masse zu deuten sind. Dies spricht für eine allgemeine Alteration des Protoplasmas von *Vaucheria*, man gewinnt den Eindruck, als ob die Viskosität desselben durch die eingedrungenen Stoffe herabgesetzt worden wäre; vielleicht finden in dem Auftreten der Tröpfchen Entmischungsvorgänge von Protoplaststoffen verschiedener Quellbarkeit ihren Ausdruck. Wie dem auch sei, es handelt sich hier um eine reversible Desorganisation des gesamten wandständigen Protoplasten im Gegensatz zu den bei Moosen bestehenden Verhältnissen, wo nur die der Vakuolenwand anliegenden Fadenbildungen der Auflösung in tanzende Tröpfchen anheimfallen. Selbstverständlich kann auch hier keine Verwechslung dieser Tröpfchen mit einer etwaigen Gerbstofffällung vorliegen, schon darum, weil sich eine solche bei *Vaucheria* nicht nachweisen läßt².

Spirogyra spec.

In den Bereich der Untersuchung wurden ferner die besonders in größeren Arten unschwer zu beobachtenden sehr

¹) Klemm, P., Desorganisationserscheinungen der Zelle. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 1895. **28**, 664.

²) Wildeman zit. nach Czapeks *Biochemie.* **2**, 579.

zarten Protoplasmastränge gezogen, die unter dem Chloroplastenband liegen und eine schon in der intakten Zelle recht lebhaft Protostromaströmung aufweisen, ferner auch die vom wandständigen Plasma zum Kern ziehenden Aufhängefäden. Weder bei Behandlung mit Chinin noch mit Alkohol traten die für die Moose beschriebenen charakteristischen Veränderungen ein; im ersten Fall hoben sich schließlich die Schraubenbänder in der bekannten Weise von der Membran ab, im letzteren Falle erfolgte zunächst eine Förderung der Plasmaströmung, die dann wieder nachließ, in den Plasmasträngen traten Stauungen des Plasmas ein, wie sie wiederholt für geschädigte Zellen angegeben wurden. Sehr niedrige Chininkonzentrationen bewirkten keine Gerbstofffällungen in den Zellen, waren aber noch in der angegebenen Weise wirksam. Nach dem morphologischen Bild und nach dem geschilderten Verhalten können diese Stränge nicht mit den bei Moosen vorkommenden Strukturen identifiziert werden.

Pteridophyten.

Senn (l. c. S. 83 und Fig. 35) beobachtete »Peristromialpseudopodien« in Aneimiaprophallien. Ich untersuchte solche von *Pteris cretica*; in einzelnen Zellen finden sich fädige Gebilde, die mannigfach miteinander anastomosieren, auch vom Kern und den Chloroplasten ausgehen und letztere untereinander verbinden. Chininbase bewirkte zunächst eine lebhaft bewegte Bewegung in den Fäden, die zum Teil körnig wurden, in lebhaft tanzende kurze Fadenstücke und Körnchen zerfielen. Bei Entfernung der Chininlösung traten Ringe in einzelnen Zellen auf. In 10% Alkohol entstand nur eine Umformung der netzartigen Strukturen, die erst beim Auswaschen in lebhaft tanzende Tröpfchen zerfielen.

Auch in den Zellen des Sporophyten kommen derartige Fäden vor; ich fand sie in den Blattepidermiszellen eines noch durchsichtigen ganz jungen Pflänzchens von *Pteris cretica*, aber nur in wenigen Zellen. Mit Chinin gaben sie eine reversible Auflösung in Körnchen, mit Alkohol war, abgesehen von Umformungen, diese Wirkung nicht zu erzielen.

Daß diese Strukturen den an Moosen studierten, völlig übereinstimmenden an die Seite zu setzen sind, kann wohl nicht

bezweifelt werden. Die feinen Verbindungsfäden zwischen den Chloroplasten von *Selaginella* hingegen, die von Haberlandt¹ beschrieben wurden und durch unvollständige Teilungen der Chlorophyllkörner zustande kommen, sind im Einklang mit dieser Deutung anderer Natur; es gelang mir weder mit Chininbase, noch mit Alkohol sie zu einem Zerfall in tanzende Tröpfchen zu bringen.

Phanerogamen.

Auch für solche existieren einige Angaben über das Vorkommen von »Peristromialpseudopodien«, die sich bei Senn (l. c. S. 300) zusammengestellt finden. Leider konnte ich diese Bildungen in den Schnitten — alle bisher angeführten Pflanzen wurden im intakten Zustande untersucht — nicht in entsprechender Form sicherstellen, um an ihnen die Wirkung von Chinin und Alkohol zu studieren.

Nach Linsbauer und Abranowicz (l. c.) kommen ähnliche protoplasmatische Strukturen wie bei *Funaria* auch in den Zellen von *Lemna trisulca* vor. Trotz eifrigen Suchens konnte ich sie aber an meinem im Frühjahr untersuchten Material nicht auffinden; manchmal ist man geneigt, die welligen Membranen der darüber gelegenen Zelllage für solche zu halten.

Endlich untersuchte ich noch die von Lidforss² studierten kinoplasmatischen Stränge, die er bei verschiedenen Pflanzen schon während des Lebens beobachten konnte. Hier findet sich auch die übrige Literatur über diesen Gegenstand. Seine Abbildungen weisen eine große Ähnlichkeit mit den mir von den Moosen her bekannten Bildern auf, während sich in ihrer Beschreibung einige abweichende Punkte ergeben.

Als sehr günstiges Objekt stand mir zunächst die Gartenform von *Bellis perennis* zur Verfügung. Zahlreiche, oft sehr feine, ihre Form unaufhörlich ändernde Stränge gehen vom Kern zum Hyaloplasma oder zu den Chloroplasten. In allen kann man bei aufmerksamer Beobachtung eine recht lebhafte Plasmaströmung konstatieren, was bereits ein wesentliches

¹) Haberlandt, G., Die Chlorophyllkörper der Selaginellen. *Flora*, Jg. 71. 1888. 291.

²) Lidforss, B., Über kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren. *Lunds Univers. Arsskrift*. N. F. 2, 4, 1.

Unterscheidungsmerkmal von den Fäden der Moose darstellt. Mit Alkohol war, abgesehen von der schließlichen Sistierung der Plasmaströmung, keine sonst uns interessierende Veränderung herbeizuführen. Bei Einwirkung der Chininbase kam es häufig zu Stauungen und Knotenbildung in diesen Fäden, die immer feiner wurden und schließlich wahrscheinlich zerrissen. Die Plasmaballungen gerieten in lebhafte Brownsche Molekularbewegung, wurden eine Zeit lang noch von der Strömung mitgeführt, schließlich an einer Stelle anscheinend abgesetzt. Bei rechtzeitigem Auswaschen bildeten sich wieder Fäden, und boten, nachdem auch die Plasmaströmung wieder aufgenommen worden war, dasselbe Aussehen dar, wie früher.

In Epidermiszellen von *Haemanthus coccineus*, welcher nach Lidforss ebenfalls ein sehr geeignetes Objekt zur Untersuchung darstellt, sind sehr zarte Fäden anzutreffen, die zwischen Kern, Membran und Elaioplasten ausgespannt sind und Protoplasmaströmung erkennen lassen. Mit 10% Alkohol konnte ich keine charakteristische Veränderung feststellen, abgesehen davon, daß die Strömung anfangs stimuliert, dann verlangsamt wurde; die Fäden blieben lange Zeit erhalten, einen Zerfall vermochte ich nicht zu beobachten. Auf Zusatz von 0,001 Mol. Chininhydrochlorid wurden die Stränge immer dünner, es traten in ihnen Knoten- und Ballenbildungen auf, die von der immer mehr und mehr abnehmenden Strömung herumgeführt wurden; schließlich erreichten sie eine so geringe Dicke, daß sie kaum mehr sichtbar waren; eine Auflösung in Tröpfchen konnte nicht konstatiert werden.

Es handelt sich hier offenbar um ähnliche Gebilde wie bei *Spirogyra*, besonders die Protoplasmaströmung bildet für die kinoplasmatischen Stränge, soweit ich mich überzeugen konnte, ein wichtiges Kennzeichen im Gegensatz zu den Fadengebilden der Moose, wo eine solche in keinem Falle zur Beobachtung gelangte. Alkoholbehandlung hatte niemals einen tropfigen Zerfall der Fäden zur Folge, aber auch die Chininwirkung unterscheidet sich in ihrem Verlaufe von den bei Moosen mit diesem Stoff erzielbaren charakteristischen Vorgängen, wenn man von gewissen, wie ich glaube, nur äußerlichen Analogien absieht.

Zusammenfassung.

Für eine größere Zahl von Laub- und Lebermoosen wird das Vorkommen von faden- und netzförmigen Bildungen mannigfachster Gestalt, vor allem in den Blattzellen beschrieben, wie solche hauptsächlich von *Funaria* her bekannt geworden sind.

Besonders auffällig sind die vorzüglich in den Öhrchenzellen älterer Blätter von *Fontinalis antipyretica* beobachteten Fadknäuel, welche alle Übergänge zu netzartiger Gestaltung aufweisen, die häufiger in jüngeren Blättern anzutreffen ist; nicht nur mit abnehmendem Alter der Blätter, auch gegen die Blattspitze zu erfahren diese Strukturen eine geringer werdende Ausbildung. Besonders die Basalzellen eignen sich bei *Fontinalis* wie auch bei den übrigen Moosen zur Untersuchung. Die Knäuel, desgleichen die in geringer Zahl vorkommenden Fadenstücke, in den höher gelegenen Zellen der Blattfläche liegen dem Kern an. Die Fadenbildungen von *Fontinalis* bestehen wahrscheinlich zum größten Teil aus Fett und wurden in Pflanzen, die von verschiedenen Standorten zu verschiedenen Jahreszeiten gesammelt wurden, aufgefunden. Neben *Fontinalis* wurde vor allem *Funaria hygrometrica* eingehender studiert. Die Filarstrukturen von *Hookeria lucens* bilden auf Zusatz von Osmiumsäure momentan ein sehr regelmäßiges Netzwerk.

Die Fäden sämtlicher untersuchten Moose erscheinen gleichförmig homogen oder mit kleinen, stark lichtbrechenden Tröpfchen besetzt. Sie ändern unaufhörlich ihre Form, Lage und Sichtbarkeit; Protoplasmaströmung konnte in ihnen nicht festgestellt werden.

Sämtliche Filarbildungen mannigfachster Gestalt zerfallen unter der Einwirkung gewisser in die lebende Zelle diosmierender Mittel nach Durchlaufen charakteristischer Zwischenstufen (myelinartige Bildungen, Fadenstücke, Schleifen, Ringe usw.) schließlich in feine, meist mikroskopisch sichtbare Tröpfchen mit lebhafter Brownscher Molekularbewegung und bilden sich bei Beseitigung des in dieser Weise wirksamen Stoffes durch Auswässern, wiederum zurück auf Kosten der immer mehr schwindenden Tröpfchen durch Wiedervereinigung derselben, wobei die erwähnten Zwischenstadien dieser Veränderungen nunmehr in umgekehrter Reihenfolge zur

Beobachtung gelangen. Diese völlig reversiblen, ohne jede anhaltende Schädigung des Zellenlebens erzielbaren Vorgänge, die für die verschiedenen Moose ein sehr gleichartiges Bild ihres Verlaufes aufweisen, hinsichtlich der sie verursachenden Agentien sich unterscheiden können, wurden bei *Funaria* am eingehendsten untersucht; es erwiesen sich die verschiedensten Stoffe (Alkaloide, Alkohole, Fettsäuren usw.) in diesem Sinne, wenn auch verschieden energisch, wirksam; über das mögliche Zustandekommen dieser »Emulgierung« werden einige Betrachtungen angestellt.

Die zur völligen tropfigen Emulgierung führenden Vorstufen kommen gelegentlich auch in intakten Zellen vor. Dieselben Veränderungen wie die durch den Eintritt gewisser Stoffe in die lebende Zelle erzielbaren lassen sich auch durch Belichtung eines vordem verdunkelten Blattes bei *Funaria* herbeiführen.

Es wird sehr wahrscheinlich gemacht, daß die meisten Strukturen von *Funaria* der Zellsaftseite der inneren Plasma-haut anliegen; die plasmatische Natur der Fäden ist nicht bewiesen, jedenfalls unterscheiden sie sich in ihren Eigenschaften von dem wandständigen Plasma.

Es wird eine hypothetische Vorstellung in Erwägung gezogen, durch die sowohl die unaufhörliche, mannigfaltige Umgestaltung der Fadengebilde bei *Funaria*, wie auch die weiteren Stadien der Emulgierung in intakten Zellen und bei Belichtung auf eine einheitliche Ursache zurückgeführt werden könnten.

Endlich wird dieses merkwürdige Verhalten der Fäden auf Zusatz gewisser Agentien zur experimentellen Überprüfung der Frage, ob die Filarbildungen in einem ursächlichen Zusammenhang zur Chloroplastenbewegung stehen, herangezogen. Die angestellten Versuche sprechen zu ungunsten der auf einem solchen sich aufbauenden Theorien über den Mechanismus der Chloroplastenverlagerung; von letzterer wird eine neue Vorstellung gegeben, welche die in dieser Arbeit mitgeteilten Befunde und Annahmen zur Grundlage hat.

Im Anhang werden Vertreter anderer Pflanzengruppen auf derartige Strukturen hin untersucht; bei Farnen finden sich in den Zellen des Sporophyten wie des Gametophyten mit den bei Moosen beschriebenen Strukturen zweifellos zu identifizierende Fäden; *Vaucheria* bietet zum Teil ähnliche Verhältnisse, doch

wird bei dieser im Gegensatz zu den bei Moosen auf Zusatz verschiedener Stoffe erhaltenen Veränderungen wahrscheinlich das ganze Plasma alteriert. Die kinoplasmatischen Fäden in Zellen von Phanerogamen und die wohl ähnlichen Plasmafäden in *Spirogyra* dürften dagegen nach meiner Meinung nicht als gleichartige Bildungen aufzufassen sein.

Prag, im Juli 1913.

Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität.

Figurenerklärung.

Fig. 1 und 2. *Fontinalis antipyretica*. Ohrchenzellen eines älteren Blattes mit kompakten Fadenknäueln.

Fig. 3. *Fontinalis antipyretica*. Fadenknäuel in loserer Ausbildung; einzelne Fäden treten aus ihm heraus und erscheinen als Verbindungsstränge der Chloroplasten.

Fig. 4. *Fontinalis antipyretica*. Ähnliche Verhältnisse wie in Fig. 3; Ohrchenzelle eines jüngeren Blattes.

Fig. 5. *Fontinalis antipyretica*. Zelle vom Grunde eines jüngeren Blattes. Netzwerk mit vorherrschend in der Querrichtung der Zelle verlaufenden Fäden.

Fig. 6 und 7. *Fontinalis antipyretica*. Zellen aus der Blattmitte älterer Blätter mit einfacheren Schleifenbildungen.

Fig. 8. *Fontinalis antipyretica*. Kerne mit anliegenden Körnern, kurzen Fadenstücken und Schleifen aus Zellen nahe der Spitze älterer Blätter nach mit Jodjodkali oder Essigsäure-Methylgrün behandelten Präparaten. In manchen Figuren wurde ein Stück der angrenzenden Zellwand mitgezeichnet.

Fig. 9. *Funaria hygrometrica*. Stück aus einer langgestreckten Zelle von der Blattbasis mit Fadenstrukturen.

Fig. 10. *Hookeria lucens*. Intakte Zelle von der Blattbasis mit Fadenbildungen.

Fig. 11. Dieselbe Zelle nach Behandlung mit Osmiumsäure. (Siehe S. 119.)

Fig. 12. *Fontinalis antipyretica*. Chloroplastengruppe mit Fäden a) in der intakten Zelle. b) Zerfall der Fäden in Tröpfchen mit Brown'scher Molekularbewegung auf Einwirkung von Chinin. c) Wiedergebildete Fäden bei Beseitigung der Chininlösung durch längeres Auswaschen.

Fig. 13. *Funaria hygrometrica*. Zelle aus einem durch 24 Stunden verdunkelten Blatt. Chloroplasten vorwiegend in Apostrophe. An der von ihnen entblößten Flächenwand ein Netzwerk.

Vergrößerung in sämtlichen Figuren ungefähr 700. Jene Bilder, die von lebenden Zellen abgenommen wurden, sind infolge der steten Veränderung der Fadenbildungen, die sich schon während des Zeichnens bemerkbar machten, nicht absolut genau.



Besprechungen.

Neger, Fr. W., Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage (Bionomie).

Enke, Stuttgart. 1913. 8^o, 29 + 775 S. 315 Textabbdgn.

Aus der Einleitung zu vorliegendem Werke geht hervor, daß Verf. unter Biologie die Lehre von den Anpassungserscheinungen versteht. Diese umfaßt naturgemäß erstens die Beschreibung der Anpassungserscheinungen (die Verf. mit Recht sowohl unter morphologischen als auch unter anatomischen und physiologischen Einrichtungen sucht) und zweitens die Deutung derselben. Es wird besonders betont, was nur zu billigen ist, daß die biologischen Deutungen auf experimenteller Grundlage ruhen müssen. Bis jetzt fehlt es freilich noch sehr an exakten Versuchen, so daß der Titel des Buches streng genommen nur ein Programm bedeuten kann.

Neben den experimentellen Grundlagen für die biologische Deutung der Anpassungserscheinungen hält Verf. auch die entwicklungsphysiologische Untersuchung der Anpassungseinrichtungen, also deren Abhängigkeit von äußeren Faktoren, für notwendig und bezeichnet eine Ökologie, welche diese Untersuchungen mit einbegreift, als Bionomie. In das Gebiet dieser Untersuchungen gehört z. B. die Feststellung, daß die Kniebildung bei Sprossen, welche den Erdboden durchbrechen müssen, durch Lichtmangel und nicht, wie man erwarten sollte, durch den Druck der Bodendecke bedingt wird. Auf derartige Tatsachen muß nun gewiß in der Einleitung zu einer Ökologie hingewiesen werden. Sie sind aber physiologischer Natur, erklären auch nicht die Entstehung der Anpassungserscheinungen, durften also in den speziellen Ausführungen nicht so betont werden, wie dies hier geschehen ist. — Dasselbe gilt von vielen anderen Mitteilungen aus der Physiologie, der Geographie und der ökologischen Pflanzengeographie, die zwar an sich einen allgemeinen Leserkreis interessieren, aber in einem solchen Buche den Begriff der Ökologie zu verwirren geeignet sind.

In der Disposition hält sich Verf. anfangs der Hauptsache nach an Schimpers Einteilung nach Faktoren (Wärme, Licht, Wasser, Boden).

Dann wechselt das Einteilungsprinzip und es folgen Anpassungen an Funktionen: Anpassungen zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit, soziale Anpassungen (Kommensalismus, Lianen und Epiphyten, Symbiose, Altruismus [!]), Parasitismus, Antagonismus, Anpassungen zur Erhaltung der Art und schließlich ein Kapitel über das Reizempfindungsvermögen der Pflanzen. Dies letztere Kapitel hat gar nichts mit Ökologie zu tun, hätte also aus diesem Buche ganz wegbleiben sollen.

Bei den Faktoren unterscheidet N. Wasser als Lebensfaktor und Wasser als umgebendes Medium, führt aber diese Unterscheidung nur beim Wasser, nicht beim Boden oder der Luft, durch. Unter den Hauptabschnitten vermißt man die gesonderte Behandlung der Tropophyten, die als Anpassungstypus aufgefaßt werden müssen, wenn die Xerophyten und Hygrophyten als die beiden Extreme einer Anpassungsreihe bezeichnet sind. — Eine streng gruppierende Disposition wird in einer Ökologie der Natur der Sache nach vielleicht überhaupt nicht möglich sein, aber es hätte sich doch wohl vermeiden lassen, den winterlichen Laubfall unter den Anpassungen zur Ausnutzung der Wärme, die Vorläuferspitze bei der zeitlichen Ausnutzung des Lichtes, die Kauliflorie bei den »Anpassungen zur Trockenlegung der Blattoberfläche« unterzubringen.

Im ganzen hat Verf. durch die Berücksichtigung der umfangreichen neueren biologischen Literatur eine Arbeit geleistet, in der auch der Fachmann mancherlei nützliche Hinweise findet. Es kann aber leider nicht verschwiegen werden, daß bei Verwendung der Literatur häufig nicht mit genügender Sorgfalt verfahren wurde. So wurde, um nur einige Beispiele anzuführen, bei Besprechung der Selektionstheorie nicht darauf hingewiesen, daß Darwins Annahme der Summation kleiner Variationen in aufeinanderfolgenden Generationen durch die neueren Untersuchungen über die reinen Linien sehr in Frage gestellt ist. S. 145 heißt es, »bei den Wurzeln ist es nicht die Epidermis, welche den Schutz gegen Austrocknung übernimmt, sondern eine tieferliegende Schicht, die sog. Endodermis«, S. 158 wird von gewissen Bäumen (*Salix*, *Populus* etc.) gesagt: »Die Assimilate finden sich in den Blättern in Form von Stärke, der Zellsaft ist dementsprechend fast reines Wasser«. S. 376 werden die längst wiederlegten Angaben Heglers über die Verstärkung der mechanischen Elemente bei Steigerung der Belastung als typisches Beispiel funktioneller Anpassung mitgeteilt. S. 737 wird die Krümmung der Rhododendronblätter bei Frost unter den Nastieen sogar unter den Nyktinastieen angeführt und von einem Feuchtigkeitsreiz gesprochen, während dieselben Erscheinungen früher S. 71 zuerst auf Turgorschwankungen und einige Zeilen weiter unten auf Hygroskopizität

zurückgeführt worden waren. Es überrascht ferner, daß S. 417 ff. als zweifelhaft hingestellt wird, daß die Rankenkrümmung auf Wachstumsänderungen beruhe. Schließlich, auch in einem für weitere Kreise berechneten Buche dürfte nicht geschrieben werden, daß Beggiatoen »den Schwefelwasserstoff einfach dadurch unschädlich machen (!), daß sie ihn zu Schwefel oxydieren, wobei sie sogar noch als Nebengewinn (!) Verbrennungswärme erzeugen« oder »die Eisenbakterien wissen die ihre Existenz bedrohenden Wirkungen konzentrierter Eisensalzlösungen von sich abzuwenden, indem sie diese Salze durch Oxydation in unlösliches Eisenoxydhydrat verwandeln.«

Die Schreibweise des Verf. wird wohl kaum allgemeinen Beifall finden. Die Schilderung ist oft zu anthropomorph [»einige Pflanzen spotten der glühenden Sonnenhitze — halten es nicht einmal der Mühe wert, sich dagegen zu schützen (S. 187) — feige Taktik der Pflanzen gegenüber der Winterkälte« (S. 65) usw.] und die Darstellung zu teleologisch. Als eine Konzession an einen schlechten populären Geschmack müssen wir es auch bezeichnen, wenn in allgemeinen Kapiteln allerhand entlegene poetische, philosophische oder mythologische Zitate eingeflochten werden.

Durch die kritisierten Einzelheiten soll übrigens der Wert dieser Ökologie als Ganzes, die uns eine modernere, reichhaltige Zusammenfassung bietet, nicht beeinträchtigt werden. Hannig.

Klein, L., Forstbotanik.

S.-A. aus Loreys Handbuch d. Forstwissenschaft. 3. Aufl. Laupp, Tübingen. 1913. 8^o, S. 299—584.

Die neue Auflage des Kleinschen Buches hat die Vorzüge der früheren, die Reichhaltigkeit, die klare und knappe Schreibweise und die gleichmäßige Darstellung nach forstlichen Gesichtspunkten beibehalten, hat aber im übrigen wesentliche Erweiterungen und Veränderungen erfahren. Im allgemeinen Teil ist ein, allerdings notwendiges Kapitel über den Laubfall eingeschoben und im speziellen Teil ist zu den zwei Hauptabschnitten — »Die einzelnen Holzarten« und »Morphologie und Biologie der baumbeschädigenden Pilze« — ein dritter hinzugefügt: »Die nichtparasitären Baumkrankheiten und Beschädigungen und die Reaktionen des Baumes auf Verletzungen aller Art.« Eine wesentliche und nützliche Neuerung gegenüber den bisherigen Auflagen ist ferner die Aufnahme von Illustrationen. Unter diesen befinden sich freilich einzelne (z. B. Abbdg. 17, 23, 24 usw.), die zu wünschen übrig lassen. — Eine Erweiterung hätte der Abschnitt über die Baumgestalt und ihre Ursachen erfahren können. Die Probleme der normalen Baumgestalt sind dort

viel zu wenig berücksichtigt. Auch sollte bei Besprechung des Sekundärzuwachsens auseinandergesetzt werden, an welcher Stelle der jungen Zweige und zu welcher Zeit der primäre Bau aufhört und der sekundäre einsetzt.

Einige wenige Stellen im Text erscheinen verbesserungsbedürftig: S. 349 heißt es: spezielle Schutzvorrichtungen gegen Kälte gibt es nicht. Das ist insofern nicht richtig, als Knospenschuppen, Rinde usw. jedenfalls eine Schädigung durch plötzliche starke Abkühlung verhindern. S. 307 gibt Verf. an, daß auch tote Wurzelhaare bei der Wasseraufnahme noch energisch mitwirken. Ein Beweis für diese Behauptung wird sich schwerlich beibringen lassen. —

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß Verf. vergessen hat, die zu Beginn des Buches stehende »benützte Literatur« zu korrigieren. Es ist dort noch von der früheren Auflage her zu lesen: Pfeffer, Pflanzenphysiologie. »Schluß steht noch aus.« Wiesner, Rohstoffe »2. Bd. im Erscheinen« usf.

Hannig.

Bose, Jagadis Chunder, Researches on irritability of plants.

New York, Bombay and Calcutta. 1913. 376 S. 190 Abbdg.

Bose hat es unternommen, mit Hilfe verfeinerter mechanischer Registrierung die schnellen Bewegungen der Gelenkpflanzen zu untersuchen, wobei er zu teilweise neuen und interessanten Ergebnissen gekommen ist. Leider werden die Befunde anderer Forscher fast gänzlich unbeachtet gelassen. Andererseits hat das Buch den Reiz einer gewissen Originalität. Während der Anschluß an die pflanzenphysiologische Forschung erst gewonnen werden muß, tritt der an die Muskelphysiologie stark in den Vordergrund. Wie schon früher¹ führt der Verf. nämlich alle Bewegungserscheinungen bei Pflanzen auf Kontraktionen zurück und geht auch sonst in seinen Vergleichen mit tierphysiologischen Erscheinungen etwas weit. Doch ist das nicht der Hauptinhalt des Buches.

Sehr wesentlich ist die Technik der Registrierung. Es gelang, selbst einzelne Blättchen von Mimosa und Biophytum ihre Bewegungen aufzeichnen zu lassen! Durch elektromagnetische Oscillation wurde die Berührung zwischen Schreibspitze und berußter Glasfläche intermittierend gemacht und so die Reibung stark vermindert. Die Zahl der erzielten Punkte diente zugleich als Zeitmaß.

Zunächst wurde die Bewegung des durch Induktionsschläge gereizten Hauptgelenkes am Mimosablatt untersucht. Die Verbindung mit der

¹) J. Ch. Bose, Plant response: as a means of physiolog. invest., 1906. Ref. Botan. Ztg. 1906.

Pflanze geschah durch Drähte und nasse Fäden ohne Verwundung. Mit einem in der Sekunde 10 Punkte machenden Schreibhebel konnte die von Pfeffer¹ und Brunn² zu weniger als 1 Sekunde angegebene Latenzzeit auf etwa 0,1 Sekunde festgelegt werden, wie das schon Linsbauer³ gefunden hat. Vermehrung der Vibrationen auf 100 in der Sekunde ermöglichte genauere Messungen, nach denen die Latenzzeit von 0,08 bis 0,12 Sekunden schwankt. Die Umstände, welche die Latenzzeit beeinflussen, sind dieselben, die auch sonst auf die Reaktion einwirken, nämlich Temperatur, Alter des Blattes, Jahreszeit und vorausgegangene Reizungen. Aber auch die Stärke des als Reiz dienenden elektrischen Schlages beeinflußt sowohl die Latenzzeit wie die Geschwindigkeit der Senkung. Während man bisher annahm, daß Mimosa nur im subtonischen Zustand submaximaler Reizauslösungen fähig sei⁴, findet Bose innerhalb eines engen Gebietes über der Reizschwelle auch für gut reizbare Exemplare eine Abhängigkeit des Ausschlages von der Reizstärke. Bei maximaler Reizauslösung werden für solche folgende Zeitwerte gefunden:

Spezies	Latenzzeit	Senkung	Hebung
Biophyt. sens.	0,4 "	1 "	3 '
Mimosa pud.	0,1 "	3 "	16 '
Neptunia oler.	0,6 "	180 "	60 '

Zum Vergleich der Empfindlichkeit für elektrische Reize mit der des Menschen wurden die Reizschwellen bestimmt, und die der Pflanze $\frac{1}{10}$ so tief gefunden als die des Menschen.

Brunn⁵ hat festgestellt, daß unterschwellige elektrische Reize sich summieren können. Bose gelingt es nachzuweisen, daß für den Schwellenwert intermittierender Reize das Reizmengengesetz gilt, d. h. das Produkt aus Reizstärke und Zahl der Einzelreize konstant ist.

Sind die Umstände konstant, so sind die Anschläge bei ein und demselben Blatte und periodischer Reizung sehr gleichförmig. Dazu ist aber nötig, daß zwischen zwei einzelnen Reizen genügend Zeit verstreicht. 15 Minuten genügen dazu bei Mimosa. Beträgt die Pause aber nur 10 Minuten, so tritt Ermüdung ein, d. h. die Ausschläge werden geringer. Ist die Pflanze stark geschwächt, so kann es vor-

¹) Pfeffer, W., Pflanzenphysiol. 2. Bd. 1904. S. 441.

²) Brunn, J., Unters. über Stoßreizbark. Cohns Beitr. z. Biol. d. Pfl. Bd. IX. S. 318.

³) Linsbauer, K., Über Reizleitungsgeschwindigk. und Latenzzeit bei Mimosa pud. Wiesnerfestschr. Wien 1908. S. 409.

⁴) Vgl. Brunn, a. a. O. S. 331 ff.

⁵) Brunn. A. a. O. S. 318.

kommen, daß sie auf einen Reiz nicht reagiert. Doch wird nach dem Verf. durch den Reiz selbst der Tonus gehoben, so daß sie wieder reagiert und die Ausschläge allmählich stärker werden. Brunn¹ gibt schon an, daß wiederholte Reize die Schwelle erniedrigen können.

Plötzliche Verdunkelung wirkt vernichtend auf die Empfindlichkeit. Ebenso auf das Gelenk gebrachte Wassertropfen. Durch Glycerin kann die Reaktionsfähigkeit dann wiedererweckt werden. Ozon verbessert die Reizbarkeit bei Ermüdung, Kohlensäure vermindert die Empfindlichkeit und das Erholungsvermögen. Alkoholdampf kann die Reizbarkeit vorübergehend erhöhen, Äther, Schwefelkohlenstoff und Kohlenoxyd verhalten sich ähnlich. Chloroform hat Unempfindlichkeit mit langer Nachwirkung zur Folge². Ammoniak bewirkt eine Senkung und darauffolgende Unempfindlichkeit. Schwefelwasserstoff, Stickdioxyd, schwefelige Säure sind stark giftig. Allerdings sind die gewählten Konzentrationen willkürlich.

Die Temperatur hat folgende Bedeutung: Bei etwa 60° tritt der Tod ein. Unterhalb dieser Temperatur bewirkt langsame Erwärmung oder Abkühlung langsame Erhebung oder Senkung. Wird die Temperatur des Gelenkes plötzlich verändert, so erfolgt die Senkung wie auf mechanischen Reiz. Bei Erhöhung der Temperatur bis zu 33° wird die Latenz nach anderen Reizen immer mehr verkürzt.

Sehr interessant sind die Versuche über Reizleitung. Die Methode der Geschwindigkeitsmessung entspricht der von Helmholtz für das Nervmuskelpreparat erdachten. Daß schon Bert und besonders Linsbauer³ ähnlich gearbeitet haben, ist dem Verf. wiederum entgangen. Die den Ort der Reizung darstellende Kathode wurde in einiger Entfernung vom Gelenk am Stengel oder Blattstiel angebracht. Die Reaktionszeit setzt sich dann aus Latenzzeit und der für die Leitung nötigen Frist zusammen. Wird die erstere durch direkte Reizung des Gelenkes ermittelt, so ergibt sich die Reizleitungszeit. Besser ist der andere, schon von Linsbauer beschrittene Weg. Wird nämlich in zwei verschiedenen Entfernungen vom Gelenk gereizt, so wird die kürzere Strecke mit genau derselben relativen Geschwindigkeit zurückgelegt wie die längere. Es war z. B. einmal der längere Weg 30 mm, der kürzere 15 mm lang. Im ersten Falle wurden 1,9, im zweiten 1 Sekunde bis zur Reaktion abgelesen. Bei direkter Reizung war die Latenzzeit 0,08 Sekunde. Es wurde also der erste ebenso wie der zweite Teil des Weges in etwa 0,9 Sekunde zurückgelegt. Je nach

¹) Brunn. A. a. O. S. 354.

²) Brunn (a. a. O. S. 324) fand ähnliche Wirkung wie Bose für Alkohol.

³) Linsbauer, a. a. O. S. 398.

dem Zustande der Pflanze wechselt die Geschwindigkeit von 4,3 bis 30 mm in der Sekunde, was mit den Angaben von Linsbauer gut übereinstimmt. Letzterer findet dagegen beim Durchschneiden des Blattstieles eine Reizleitungsgeschwindigkeit von mehr als 100 mm in der Sekunde.

Versuche über die Abhängigkeit der Geschwindigkeit von äußeren Umständen ergaben folgendes: An derselben Planze ist sie konstant, bei verschiedenen wechselnd. Alter des Blattes, vorgeschrittene Jahreszeit, ungünstige Einflüsse verzögern die Leitung. Sind die Bedingungen optimal, so hat die Reizintensität keinen Einfluß auf die Schnelligkeit der Übertragung. Im subtonischen Zustande beschleunigt eine Verstärkung des Reizanlasses die Leitung. Nachher aber werden auch schwächere Reize ebenso schnell befördert. Nach zu kurzer Ruhezeit wird die Reizleitung verzögert, z. B. von 30 auf 19 mm pro Sekunde. Sehr beträchtlich ist der Einfluß der Temperatur. Bei 31° war der in der Zeiteinheit zurückgelegte Weg $2\frac{1}{2}$ mal so groß als bei 22°. Im Blattstiel von *Averrhoa* legte der Reiz nur 0,5 bis 1 mm, in dem von *Biophytum* etwa 2 mm pro Sekunde zurück. Hier zeigte sich zudem eine schnellere Leitung in zentrifugaler als in zentripetaler Richtung.

Bose unterzieht nun die Theorie Dutrochets, nach der nicht die Erregung geleitet werden soll, sondern eine Druckwelle sich im Gefäßbündel fortpflanzt, einer Kritik. Die Flüssigkeitsräume in der Pflanze leisteten wegen ihrer Enge einer ausgiebigeren Bewegung zu großen Widerstand, als daß winzige Deformationen, wie sie zur Reizung genühten, ausreichende Wasserbewegung verursachen könnten. Zudem bewirkten auch nichtmechanische Reize eine Reaktion. Pfeffer¹ gegenüber, der eine Reizleitung durch chloroformierte Teile fand, nimmt Bose an, daß zu wenig von dem Narkotikum eingedrungen sei. Haberlandt², der die Stengel durch Verbrühen abzutöten suchte, habe wohl nicht alle Zellen getötet. Jedoch haben verschiedene, Bose unbekannt gebliebene Autoren H.s Befund bestätigt³.

Bose spricht sich, wie auch Fitting (a. a. O. S. 130ff.) für eine Fortpflanzung der Erregung aus, die der Nervenleitung ähnele. Schon der Einfluß der Temperatur auf die Geschwindigkeit der Reizung

1) Pfeffer, W., Über Fortpflanzung des Reizes bei *Mimosa pudica*. Jahrb. f. wissenschaft. Bot. Bd. 9. 1873.

2) Haberlandt, G., Das reizleitende Gewebssystem der Sinnpflanze. Leipzig 1890. S. 35 ff.

3) Vgl. Fitting, H., Die Reizleitungsvorgänge bei den Pflanzen. Ergebn. d. Physiol. IX. und V. Jahrg. Auch sep. Wiesb. 1907.

spreche in diesem Sinne. Ferner wurden folgende Methoden angewendet um eine physikalische Ausbreitung des Reizes auszuschließen:

1. Reizströme können so schwach sein, daß keine hydrodynamischen Störungen auftreten können.

2. Wird der Blattstiel zwischen Gelenk und Elektrode mit Wasser gekühlt, so wird die Leitung verzögert. Durch Eis wird sie ganz unterbrochen, obgleich direkte Reizung des Polsters Reaktion bewirkt.

3. Ein zwischen Gelenk und Reizstelle durch einen Teil des Blattstieles gehender elektrischer Strom sistiert augenblicklich, aber ohne Nachwirkung die Ausbreitung sowohl thermischer wie elektrischer Reize.

4. Werden mit Giften getränkte Stoffstreifen zwischen Reizstelle und Gelenk um den Blattstiel gewickelt, so hemmt z. B. Cu SO_4 beim allmählichen Eindringen erst die Ausbreitung schwacher, dann auch die starker Reize, obgleich das Gelenk reaktionsfähig bleibt.

Aus diesen Ergebnissen wird auf plasmatische Leitung der Erregung geschlossen, die ja jedenfalls auch neben der hydrodynamischen Reizfortpflanzung angenommen werden müßte. Dem Ref. scheint aber die Leitung über tote Strecken und die so viel schnellere Fortpflanzung von Verwundungsreizen zu zeigen, daß auch Flüssigkeitswellen wirksam sein können.

Weiter wird gezeigt, daß neben der normalen, »negativen« Reaktion, die aus Turgorsenkung in der unteren Gelenkhälfte und negativem Erregungsstrom besteht, auch noch ein schwächerer, umgekehrter Effekt existiert. Die »positive« Erregung geht der negativen voraus und pflanzt sich schneller als diese fort. Ganz schwache oder durch lange Leitung geschwächte Reize bewirken nur den positiven Effekt. Bei stärkeren tritt der negative auf und rückt dem positiven immer näher um ihn schließlich zu verdecken. Hier scheint eine Analogie mit dem Verhältnis von positivem und negativem Chemo- und Phototropismus vorzuliegen¹.

Die folgenden Kapitel sind dem Studium der polaren Wirkungen des Stromes gewidmet und können hier nicht wiedergegeben werden. Der Rest des Buches enthält Versuche über die Bewegungen von *Desmodium*. Die Schwingungen dauern 3 Minuten, wovon auf die Senkung 1 Minute 10 Sekunden, auf die Hebung 1 Minute 50 Sekunden kommen sollen. Elektrische Reizung bewirkt an der Kathode Kontraktion, an der Anode Expansion der unteren Gelenkhälfte, so daß die erstere die Hebung, die letztere die Senkung vermindert. Wird

¹) Vgl. Polowzow, W., Exper. Unters. über die Reizerschein. d. Pfl., Jena 1909, und Linsbauer und Vouk, Zur Kenntnis des Heliotrop. d. Wurzeln. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. XXVII. 1909.

Wasser eingepreßt, so nimmt eine sich gerade vollziehende Hebung des Blättchens zu, eine Senkung ab. Im Dunkeln hören die Bewegungen allmählich auf, können aber durch 2 Sekunden lange Belichtung vorübergehend wieder erweckt werden. Bei 17° tritt Kältestarre ein, bei 38° meist Wärmestarre. Durch Gewöhnung kann aber das Maximum verschoben werden.

Das Buch enthält noch mancherlei, dessen Bedeutung erst durch Aufdeckung von Parallelerscheinungen geklärt werden wird, wie das hier teilweise versucht wurde. Jedenfalls wird man es bei Gelegenheit zu berücksichtigen haben.

Pringsheim.

Haas, Paul, and Hill, T. G., An Introduction to the Chemistry of Plant Products.

Longmans, Green and Co., London. 1913. 401 pp.

Ein Chemiker und ein Pflanzenphysiologe haben sich zu dem äußerst nützlichen Unternehmen zusammengetan, den Botanikern ein handliches Buch zu liefern, welches die wissenswerten chemischen und biologischen Eigentümlichkeiten der Pflanzenstoffe schildert. Mehrere Kapitel zeigen eine erfreuliche Gewandtheit in der Art, chemische und physiologische Kenntnisse bei dem Leser vorzubereiten. Das Buch zeigt an vielen Stellen deutlich ein praktisches Gepräge und legt Wert darauf, industriell wichtige Pflanzenprodukte in der Darstellung besonders zu berücksichtigen. Am meisten treten physiko-chemische Gesichtspunkte zurück, die nur in den Kapiteln »Kolloide« und »Enzyme« dominieren mußten. Jedoch erschien dem Ref. die Darstellung der Kolloide nicht ganz ausreichend. Kann man dem in dem Werke Gebotenen größtenteils nur volles Lob zollen, so wächst das Befremden desto mehr darüber, daß große Gebiete wichtiger Pflanzenstoffe, wie die Terpene, Harze, Milchsaftstoffe gänzlich fehlen, die Mineralstoffe der Pflanzen in dem Buche nicht behandelt sind, und daß man über Stickstoffixierung, Nitrifikation usw. nichts erfährt! Dies dämpft die Freude über das Gelingen des Planes, die Pflanzenstoffe auf 400 Seiten zu behandeln, bedeutend, und es bleibt bedauerlich, daß man das vorliegende Buch nur als unvollendetes Werk ansehen kann. Da die Verff. sich in ihrer Darstellung rein referierend verhalten und selbständige Ansichten kaum an einer Stelle geäußert werden, so wäre es doppelt wertvoll gewesen, ein abgerundetes Bild des gesamten Pflanzenstoffwechsels zu liefern. So aber muß die schwer verständliche Einengung des Gebotenen auf ein willkürlich abgegrenztes Teilgebiet den Erfolg der mühsamen Arbeit, die mit der Zusammenstellung eines derartigen Lehrbuches verbunden ist, sehr schwer beeinträchtigen.

Czapek.

Karczyński, Anton Ritter von, Die Methoden der exakten quantitativen Bestimmung der Alkaloide.

Bornträger, Berlin. 1913. 80 pp.

Obwohl die vorliegende Schrift sich in erster Linie an die pharmazeutischen und gerichtlichen Chemiker wendet, wird dieselbe für viele Pflanzenphysiologen, zumal die in Tropenlaboratorien tätigen, Interesse darbieten. An guten Büchern über Alkaloidchemie herrscht kein Mangel, doch erfährt man aus denselben über die analytische Methodik der Alkaloiduntersuchung nur kümmerliche Daten. Dies hat Verf. durch sein empfehlenswertes Buch gut zu machen gesucht, und man darf hoffen, daß die Schrift weitere Kreise für den Ausbau der Alkaloidanalytik interessieren wird, so daß in absehbarer Zeit eine wesentlich erweiterte neue Ausgabe ermöglicht sein dürfte. Jetzt fällt noch das Überwiegen rein empirischer und konventioneller Arbeitsweisen und der Mangel an theoretischer Durcharbeitung derselben auf. Obwohl es außer Bereich der Möglichkeit lag, sämtliche aufgezüchtete Methoden experimentell nachzuprüfen, so macht die ganze Darstellung doch den Eindruck abwägender Kritik und weitgehender Verlässlichkeit. Die benutzte Literatur ist teilweise nur schwer zu beschaffen, und man wird schon aus diesem Grunde öfters in die Lage kommen, nach diesem Büchlein zu greifen. Czapek.

Wohlgemuth, Julius, Grundriß der Fermentmethoden.

Ein Lehrbuch für Mediziner, Chemiker und Botaniker. Berlin, J. Springer, 1913. 355 pp.

Die maßgebenden Handbücher über Enzymologie, wie jene von Euler und von Oppenheimer, können nach dem Plane ihrer Abfassung auf die Details der Laboratoriumsmethodik in der Enzymforschung nicht eingehen. Auch ist es in dem großen Sammelwerke Abderhaldens über biochemische Arbeitsmethoden für den Ungeübten nicht leicht bestimmte enzymologische Methoden rasch aufzufinden. Deswegen war es ein glücklicher Gedanke, ein handliches Buch, wie das vorliegende, zu schaffen, welches in seiner guten Durchführung dazu geeignet ist, in weiten Kreisen Nutzen zu bringen. Da das Werk aus der Feder eines medizinischen Chemikers stammt und in erster Reihe den medizinischen Laboratorien dienen soll, treten die botanischen Kapitel meist stark zurück. Doch wird man das meiste wichtige pflanzenbiochemische Material auffinden können. Die Pflanzenphysiologen werden aber selbst in dem allgemeinen Teil wichtige in ihren Kreisen weniger bekannte und ausgeübte methodische Ratschläge finden, z. B. bezüglich der von Ehrlich eingeführten Reihenversuchsmethodik. In den zu erwartenden

weiteren Auflagen des Buches wäre es wohl angebracht, die Methoden der Reaktionsgeschwindigkeitsbestimmung, die Apparate zur genauen Konstanthaltung der Versuchstemperatur usw. eingehend zu berücksichtigen. Die landläufigen analytisch-chemischen Erfahrungen genügen auf diesem Gebiete nicht. Beim Invertin wäre ein Hinweis auf die Michaelissche Kaolinmethode am Platze, die man in dem Kapitel über Glykolyse weniger leicht suchen wird. Die vom Verf. herrührende bekannte Methode zur Diastasebestimmung ist sehr ausführlich dargestellt. Nach unseren Erfahrungen leistet diese Methode bei reinen Enzymlösungen gewiß gute Dienste, wird aber bei Gegenwart jodabsorbierender Bestandteile mehr oder weniger unverläßlich. Von den neuesten Methoden, die sich auf proteolytische Enzyme beziehen, sind auch die Abderhaldenschen eingehend behandelt, auf welche die botanischen Physiologen besonders hinzuweisen sind. Die auf wenig verbreitete Pflanzenstoffe wirksamen Enzyme dürfte man zum größten Teile in Wohlgemuths Buche vermissen.

Inkorrektheiten sind dem Ref. bei der Durchsicht des Buches nirgends aufgefallen. Das Werk wird gewiß nicht verfehlen, dem so interessanten Gebiete der Enzymlehre neue Arbeitskräfte zuzuführen. Czapek.

Armstrong, E. Frankland, Die einfachen Zuckerarten und die Glukoside.

Autorisierte Übersetzung der 2. englischen Auflage von Eugen Unna. Mit einem Vorworte von Emil Fischer. Berlin, Verlag von J. Springer. 1913. 190pp. *

Das hiermit nun in guter deutscher Übersetzung vorliegende bekannte Werk Armstrongs, welches uns nicht nur die Chemie der Zuckerarten und ihrer wichtigsten Verbindungen schildert, sondern auch einen gedankenreichen knappen Abriß der Physiologie dieser so bedeutungsvollen Stoffe enthält, darf des hohen Interesses der Pflanzenphysiologen sicher sein. Die englischen Originalarbeiten des Verf.s über seine grundlegenden Forschungen auf dem Gebiete der enzymatischen Glukosidspaltungen und über die Konfiguration der Glukoside und zusammengesetzten Zuckerarten sind nicht eben eine leichte Lektüre, und auch einem großen Teile der deutschen Botaniker nicht gut zugänglich, so daß dieselben weit weniger studiert worden sind, als es ihrer Bedeutung entspricht. So darf man die vorliegende leicht verständliche deutsche Bearbeitung als eine wichtige Bereicherung unserer wissenschaftlichen Literatur ansehen.

In Kapitel VII, welches eine sehr gute Übersicht über die wichtigsten natürlichen Glukoside der Pflanzen liefert, wird man die Darstellung

der dem Amygdalin nahestehenden Nitrilglukoside von besonderem Interesse finden, da sich Armstrong im Vereine mit einer Anzahl seiner Schüler um die Kenntnis der Konstitution dieser Stoffe große Verdienste erworben hat, und man hier einen kurzen Abriß dieser Forschungen findet.

Kapitel VIII behandelt die Funktion der Kohlenhydrate und Glukoside in den Pflanzen. Bei der Besprechung der physiologischen Bedeutung der natürlichen Glukoside ist die Vorstellung des Verf.s entwickelt, daß der Zuckerpaarling in vielen Fällen eine Bedeutung als physiologischer Reizstoff besitzt, und zu den Hormonen gezählt werden muß. Im Zusammenhang mit einigen neueren Arbeiten Armstrongs wird auch die Lipoidlöslichkeit und die rasche Diffusion solcher Substanzen in ihrer Bedeutung für die Funktion als Hormone gewürdigt. Damit steht es im Zusammenhange, wenn angedeutet wird, daß selbst die stimulierende Wirkung kleiner Dosen von Chloroform, Äther und anderen Anästheticis als Hormonwirkung betrachtet werden könnte, wenn diese Stoffe durch eine gewisse zerstörende Wirkung auf Plasmastrukturen Enzyme frei machen, so daß letztere zu großer Aktivität unter dem Einflusse des narkotischen Agens gelangen. Auch für die von Vinson beschriebene Erscheinung an Datteln, welche im unreifen Zustande trotz Invertingegenwart nur Rohrzucker enthalten, im reifen Zustande jedoch Invertzucker führen, möchte Armstrong durch eine Befreiung des ursprünglich als Endoenzym in unwirksamer Form vorhandenen Invertins durch Hormone verstehen, welche gewisse Plasmastrukturen zerstören. Durch derartige Gedanken, die noch nicht hinreichend der Forschung zugängliche Fragen betreffen, wird dem Werk auch der Reiz der subjektiven Darstellung verliehen und die anregende Wirkung erhöht.

Czapek.

Molisch, Hans, Mikrochemie der Pflanze.

Jena, Gustav Fischer. 1913. 394 ff. 116 Abbdg. i. Text.

Fast gleichzeitig wurden die Botaniker durch zwei ausgezeichnete Lehrbücher der Mikrochemie erfreut, welche im großen und ganzen dasselbe Ziel verfolgen, doch jedes für sich so viele Besonderheiten besitzen, daß sie einander kaum ersetzen können, und so nebeneinander ihren wohlverdienten Platz in den botanischen und pharmazeutischen Laboratorien beanspruchen dürfen. Das in dieser Zeitschrift bereits angezeigte Buch von Tunmann stammt aus der Feder eines in der Pharmakognosie und pharmazeutischen Chemie wohlgeschulten Forschers, während das vorliegende Werk den Stempel der Arbeit eines hervorragenden Pflanzenanatomien trägt, der vor allem die Absicht verfolgt,

den Schülern eines botanischen Universitätslaboratoriums ein bisher entbehrtes Hilfsmittel bei ihren anatomischen und physiologischen Arbeiten in die Hand zu geben. Das didaktische Moment prägt sich auf jeder Seite scharf aus, und damit hängt auch der geringere Umfang des Buches von Molisch zusammen, welcher vor allem Übersichtlichkeit und Auswahl des besten bezweckt, ohne auf möglichste Vollständigkeit besonderes Gewicht zu legen. Die bekannte Kunst des Verf.s höchst anschaulich und klar zu schreiben, wird das Buch mehr als das Tunmannsche Werk zu dem Hilfsmittel des Anfängers machen, während bei Spezialstudien in der pharmazeutischen Botanik das Tunmannsche Buch an die erste Stelle rücken wird. Molisch, der auf den meisten Gebieten der mikroskopischen Chemie der Zelle wertvolle Arbeiten und neue Methoden geschaffen hat, bemüht sich, wofür man ihm besonderen Dank wissen wird, vor allem seine eigenen Erfahrungen kritisch gesichtet vorzubringen. Der Kundige bemerkt auf Schritt und Tritt, daß womöglich nur vom Verf. selbst überprüfte Angaben vorliegen. Mit Recht sind einige Abschnitte, in denen der Verf. sich nicht in der Lage fühlte auf Grund eigener Forschungen zu berichten, ganz weggelassen oder nur verhältnismäßig kurz behandelt worden. Das reiche schöne Bildermaterial wird nicht verfehlen, bei der Erreichung des Lehrzweckes sehr wirksam beizutragen. Czapek.

Klebs, G., Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung.

Sitzgsber. Heidelberger Akad. d. Wiss. 1913. 5 Abhdlg.

Die Abhandlung bringt keine prinzipiell neuen Resultate; vielmehr werden die bekannten Anschauungen des Verf. neu begründet. Dabei geht Verf. von dem »Liesegangschen System« aus, dem kürzlich von Küster eine so große Rolle bei der Formbildung der Organismen zugeschrieben worden ist. Bei Diffusion von Silbernitrat in einer Kaliumbichromat enthaltenden Gelatine entsteht die Ausfällung von Silberchromat nicht homogen, sondern in Zonen, die von silberchromatfreien Zonen getrennt werden. Küster hat darauf hingewiesen, daß in diesem Fall der Rhythmus der Ausfällung keineswegs von rhythmischen Einwirkungen der Außenwelt bedingt sei, so daß man die Differenzierung, die in der Gelatine während des Versuchs erfolgt, mit Roux eine »Selbstdifferenzierung« nennen könne. Entsprechend könnten auch periodische Vorgänge im Organismus »autonom« Natur, d. h. unabhängig von Außenrhythmen sein.

Gegen diese Auffassung erhebt Klebs Protest und stellt ihr seine eigene entgegen. Er führt etwa folgendes aus: die Form, in der Silber-

chromat beim Zusammentreffen von Kaliumbichromat und Sibernitrat ausfällt, ist verschieden; welche von den möglichen Formen auftritt, darüber entscheidet einzig und allein die Außenwelt. Auch die Ausfällung in Zonen tritt nur unter ganz bestimmten Außenbedingungen ein, nämlich 1. wenn Gelatine in kolloidalem Zustand gegeben ist, 2. wenn das Kaliumbichromat gleichmäßig verteilt, 3. das Nitrat einseitig angehäuft ist. Ohne diese bestimmten Außenbedingungen fehlt der Rhythmus. — Man kann auch mit Küster das ganze Gebilde als ein einheitliches System auffassen mit bestimmten inneren Bedingungen. Es ist aber klar, daß diese inneren Bedingungen das Resultat »der Wirkung der Außenwelt auf die Molekularstruktur der drei Substanzen« ist. Da aber die Außenwelt die für das Gelingen des Versuches entscheidenden Bedingungen geliefert hat, darf man sie nicht als gänzlich unwirksam hinstellen, wie Küster das tut.

An der Hand eines solchen Liesegangschen Systems erläutert nun Klebs seine schon früher entwickelten Anschauungen, wonach zu jedem Geschehen im Organismus wie in der unbelebten Natur stets dreierlei Arten von Bedingungen erfüllt sein müssen: 1. die spezifische Struktur, 2. die inneren, 3. die äußeren Bedingungen. — Für eine bestimmte Spezies umfaßt die »spezifische Struktur« die Gesamtheit aller Potenzen, die durch die Molekularstruktur der wesentlichen Zellsubstanzen gegeben ist; im Liesegangschen System ist die spezifische Struktur ebenfalls durch die Molekularstruktur der drei beteiligten Substanzen gegeben. — Die inneren Bedingungen des Liesegangschen Systems sind die oben aufgezählten: der kolloidale Zustand der Gelatine und die Verteilung der Salze. Diese Bedingungen sind durch Außenfaktoren veränderlich, mit ihrer Änderung ändert sich auch die Struktur des Niederschlages. Im Prinzip das gleiche gilt von den inneren Bedingungen der Zelle; ihr wesentliches Kennzeichen ist ihre von der Außenwelt abhängige Veränderlichkeit innerhalb des durch die spezifische Struktur gegebenen Rahmens. Nur enthält der Organismus infolge der komplizierten spezifischen Struktur eine größere Anzahl von Potenzen, und dementsprechend sind auch seine inneren Bedingungen viel mannigfaltiger. Auch besitzt jede Zelle schon von der Mutterzelle her eine bestimmte Beschaffenheit der inneren Bedingungen, die event. Außeninflüssen Widerstand entgegensetzen können. — So einfach im Prinzip die Definition der dritten Bedingungsgruppe, der äußeren Bedingungen ist, so schwierig gestaltet sie sich beim komplizierteren Organismus, wo ja bekanntlich Teile des Ganzen für andere Teile »Außenwelt« sein können. Trotz solcher Komplikationen besteht an dem jeweiligen Zusammenwirken der dreierlei Bedingungen kein Zweifel.

Nach Darlegung dieser Grundbegriffe erläutert dann der Verf. folgende Probleme der Entwicklung etwas näher: 1. Potentielle Variationsbreite, 2. Hexenringe der Pilze, 3. der Entwicklungsgang der Pilze und Algen, 4. Entwicklung der Blütenpflanzen, 5. Ruheperiode, 6. Polarität, 7. die inneren Bedingungen, die zur Realisierung der Potenzen führen. Da es sich hier wie gesagt im allgemeinen weder um neue Tatsachen, noch um neue Vorstellungen handelt, kann auf die Details dieser Abschnitte nicht eingegangen werden. Nur kurz erwähnt sei, daß es dem Verf. gelungen ist, durch elektrische Bestrahlung die Buche zum Treiben im Januar und Sempervivum zum Blühen im Winter zu zwingen.

Ref. möchte sich zu dieser Abhandlung einige Bemerkungen gestatten. Zunächst möchte er hervorheben, daß er einen prinzipiellen Gegensatz zwischen den Auffassungen von Klebs und Küster nicht zu erkennen vermag. Wenn Küster die Differenzierung in der Gelatine »von selbst« vor sich gehen läßt, so wollte er doch ganz gewiß kein Wunder statuieren; er steht zweifellos genau so wie Klebs auf dem kausalen Standpunkt, er wird gewiß nicht leugnen, daß zur Bedingung des Liesegangschen Systems gewisse Außenbedingungen gehören. Aber ich denke, was Küster hervorheben will, ist, daß es eine Periodizität gibt, die nicht durch die Periodizität der Außenfaktoren geschaffen wird. Wenn das aber der Fall ist, dann kann man auch mit vollem Recht diese Periodizität eine autonome nennen.

In der Einleitung konstatiert Klebs, daß seine Versuche, die Entwicklungsphysiologie zu fördern, mehr Widerspruch als Anerkennung gefunden hätten. Ref. ist anderer Meinung. Die großen Fortschritte, die durch Klebs angebahnt wurden, werden allgemein anerkannt, und insbesondere seine kausale Fragestellung, also die physiologische Erforschung der früher nur deskriptiv behandelten Entwicklungsgeschichte, findet durchweg Beifall. Wenn sich da und dort Widerspruch zeigt, so gilt der immer der Erklärung im einzelnen. Wenn der Einfluß eines lebhaften Temperamentes den Verf. oft zu weitgehenden Deutungen führt, so wird er auch verstehen, daß andere Temperamente, denen nun einmal die Skepsis anhaftet, widersprechen. Ref. möchte jetzt nicht noch einmal auf die Ruheperiode zu sprechen kommen, wo Verf. und er sich nicht ganz verstehen. Er möchte an einem anderen Beispiel aus der vorliegenden Abhandlung zeigen, an welchen Punkten der Widerspruch gegen Klebs' Auffassung einsetzt. Küster hat die Hexenringe der Pilze mit dem Liesegangschen System verglichen¹;

¹) Offenbar liegen tiefgreifende Ähnlichkeiten zwischen dem Liesegangschen Prinzip und der Hexenringbildung vor, während in zahllosen anderen Fällen, die Küster erwähnt, die Ähnlichkeit zwischen Organismus und Liesegangschem System rein formaler Natur sein dürfte.

ihm war es interessant, daß derselbe Rhythmus manchmal offenkundig in Abhängigkeit von rhythmischen Außenfaktoren, manchmal bei ganz konstanten Außenbedingungen sich einstellt, und er unterscheidet den »Rhythmus aus äußeren Ursachen« von dem »aus inneren Ursachen«. Klebs bekämpft diesen »Dualismus«; für ihn ist in allen Fällen die Ursache des Rhythmus die gleiche. Nach Munk kommt Hexenringbildung zustande:

1. Bei Wechsel von Tag und Nacht, von hoher und niederer Temperatur, von trockner und feuchter Luft.

2. Unter konstanten Außenbedingungen bei Kultur in dünnen Agarschichten oder bei Zusatz einer kleinen Menge von Alkali oder Glycerin.

Klebs stellt nun die Hypothese auf, daß Sporenbildung in Luft-hyphen dann eintritt, wenn in ihnen organische Stoffe bis zu einer gewissen Konzentration angehäuft werden. Diese bestimmte Konzentration kann durch Erhöhung der Transpiration bewirkt werden, letztere aber durch Beleuchtung, hohe Temperatur oder trockne Luft, also die sub 1. genannten Faktoren bedingt sein. An der Möglichkeit dieser gleichen Wirkung der 3 verschiedenen Faktoren ist nicht zu zweifeln — es fehlt nur der Nachweis der Tatsache, und dieser ist durchaus nicht überflüssig; denn wer sagt uns denn, daß eine »Potenz« nur dann realisiert wird, wenn eine einzige bestimmte Innenbedingung gegeben ist — kann nicht die gleiche Potenz vielleicht durch verschiedene Innenbedingungen ausgelöst werden? Einen Mechanismus können wir doch zweifellos so einrichten, daß eine bestimmte Leistung durch ungleiche innere Bedingungen und dann event. auch auf verschiedene Außenfaktoren hin erfolgt. Ein Glockensignal kann z. B. durch Anschlagen eines Hammers an eine Glocke zustande kommen; dabei kann der Hammer, wenn er von Eisen ist, sowohl durch Magnetismus, wie durch mechanische Einwirkung in Schwingung versetzt werden. Außerdem wissen wir doch nicht, ob eine Temperatur von 28° gegenüber 18° wirklich die Transpiration so steigert, daß die Konzentration zunimmt, obwohl die Atmung jetzt reichlich den doppelten Wert hat. Endlich ist uns bekannt, daß auf jede Wasserabgabe eine Aufnahme folgt, daß der Organismus stets Regulationen eintreten läßt, von denen bei der Klebsschen Hypothese nicht die Rede ist. Kurz, man hat eben bei solchen Erklärungen immer wieder den Eindruck, daß Klebs auf die außerordentlichen Komplikationen des Organismus, die von der physiologischen Forschung aufgeweckt sind, nicht genügend Rücksicht nimmt. Er gibt Erklärungsmöglichkeiten, keine wirklichen Erklärungen. — Und nun vollends die Hexenringbildung bei konstanten

Außenbedingungen! In dünner Agarschicht kommt es nach Klebs aus folgenden Gründen zur Sporenbildung in den Lufthyphen: »dort ist der Nahrungsgehalt des Substrates quantitativ herabgesetzt, das Wachstum nimmt daher ab, und es staut sich die vorhandene organische Nahrung bis zu der Konzentration an, die Sporenbildung veranlaßt usw.« Ob diese Kette von Zusammenhängen wirklich besteht, weiß doch niemand. Und wenn sie besteht, wenn hier eine Verminderung der Nahrung erst das Wachstum sistiert und so indirekt die Konzentration erhöht, warum wirkt denn in den erst angeführten Fällen, die z. B. durch Transpiration konzentrierte Nahrung, nicht auf eine Verstärkung des Wachstums hin? — Ich verzichte darauf, die Kritik weiter auf die Einzelheiten auszudehnen — man kann tatsächlich bei jeder Erklärung der Klebs'schen Formphysiologie ähnlichen Bedenken nicht entgehen. Wahrscheinlich wird Klebs diese Bedenken wohl zugeben, er wird nur sagen: eine wirklich exakte Begründung ist eben zurzeit nicht möglich. Bei dieser Lage unseres Wissens ist es eben dann wieder reip Sache des Temperaments, ob man recht hypothesenreiche Erklärungen oder ein offenes Ignoramus vorzieht. Es besteht nicht der leiseste Zweifel, daß jede solche Deutung einen heuristischen Wert hat und deshalb ist sie auch berechtigt. Unberechtigt erscheint es mir nur, daß Klebs bei seinen Gegnern das Kausalitätsprinzip verletzt findet.

Jost.

Correns-Goldschmidt, Die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes.

Bornträger. 1913. 149 S. 55 Abbdg.

Das Buch enthält in erweiterter Form zwei Vorträge, gehalten bei der 84. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Münster i. W. 1912. Der erste Teil des Buches gibt auf 84 Seiten den Vortrag von Correns: »Experimentelle Untersuchungen über die Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes«, und im zweiten Teil kommt auf 71 Seiten der Vortrag Goldschmidts: »Cytologische Untersuchungen über Vererbung und Bestimmung des Geschlechtes«.

Correns behandelt hauptsächlich die wichtigsten Versuche, die mit Pflanzen ausgeführt worden sind. Zuerst werden die sekundären Geschlechtscharaktere, der Prozeß der Geschlechtsbestimmung und der Zeitpunkt, wo er stattfindet, diskutiert. Dann folgt eine eingehende Behandlung der Tendenz der Keimzellen und zuletzt der geschlechtsbegrenzten Vererbung vieler Eigenschaften. Verf. resumiert seine Auffassung dahin, daß schon die Keimzellen eine bestimmte Geschlechtstendenz besitzen. Ferner muß das eine Geschlecht homogametisch,

das andere heterogametisch sein. Das erstere gibt nur Keimzellen mit Tendenz für dasselbe Geschlecht. Das andere gibt dagegen zweierlei Keimzellen und zwar zur Hälfte mit Tendenz für dasselbe, zur Hälfte mit Tendenz für das andere Geschlecht. Es kommt also bei der Befruchtung wieder zur Bildung sowohl des homogametischen, wie des heterogametischen Geschlechtes und zwar auf eine Weise, die in Übereinstimmung mit den Vorgängen bei der Mendelschen Vererbung ist.

In der zweiten Hälfte des Buches gibt Goldschmidt eine interessante und für Botaniker besonders wertvolle Übersicht über die auf zoologischem Gebiete vorliegenden cytologischen Untersuchungen betreffs der Geschlechtschromosomen. Die wichtigsten Typen derselben (Lygäustypus, Protenortypus, Ascaristypus usw.) werden klar und übersichtlich behandelt. Obwohl sich die einzelnen Tiergruppen recht verschieden verhalten, muß doch als festgestellt betrachtet werden, daß in bezug auf Chromosomen das eine Geschlecht heterogametisch, das andere homogametisch ist. Verf. gibt eine neue Mendelistische Formulierung der Geschlechtsvererbung. Es gibt einen Faktor — M — für Männlichkeit und einen Faktor — F — für Weiblichkeit. Bei weiblicher Heterogamie sind dann die Geschlechtsformeln $FFMM = \text{♂}$ und $FFMm = \text{♀}$, bei männlicher Heterogamie aber $MMFf = \text{♂}$ und $FFMM = \text{♀}$. Im Anschluß an diese Formulierung wird die geschlechtsbegrenzte Vererbung eingehend behandelt.

Verf. ist überzeugt, daß die Ergebnisse der Chromosomenforschung und der Mendelschen Vererbungslehre völlig in Harmonie sind, und daß sie nur zwei verschiedene Anschauungsweisen desselben Tatsachenkomplexes sind.

Hagem.

Ikeno, S., Studien über die Bastarde von Paprika (*Capsicum annum*).

Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 10, 99.

Verf. hat bei der Kreuzung verschiedener Paprikasippen das Verhalten einiger Merkmale, wie Blütenfarbe, Fruchtfarbe usw., studiert. Deutliche monohybride Aufspaltung gaben die Kreuzungen in F_2 für Blütenfarbe, Fruchtfarbe und Fruchtstellung. Für Behaarung dagegen wurde eine dihybride Spaltung gefunden. Die Fruchtlänge schien von mehreren Faktoren abhängig zu sein.

Hagem.

Goldschmidt, R., Der Vererbungsmodus der gefüllten Levkoijenrassen als Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung?

Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 10, 73.

Verf. behandelt die eigentümlichen Vererbungsverhältnisse der gefülltblühenden Levkoijen, die Miß Saunders genau untersucht und in

ziemlich komplizierter Weise interpretiert hat. Die Hauptresultate dieser Untersuchungen waren wie bekannt, daß es zwei verschiedene Levkoijenrassen gibt und zwar: 1. solche, die bei Reinzucht immer nur einfachblühende Pflanzen geben und 2. solche, die bei Reinzucht stets einen bestimmten Prozentsatz gefülltblühende Pflanzen geben. Kreuzungen zwischen diesen zwei Rassen liefern ein verschiedenes Resultat, je nachdem die eine oder die andere die Mutterpflanze ist. Wird eine nur einfache mit Pollen einer einfachgefüllten bestäubt, bekommt man eine F_1 von lauter einfachblühenden, die alle von einerlei Art sind, und alle in F_2 in einfache : gefüllte = 3 : 1 spalten. Die reziproke Kreuzung dagegen gibt eine F_1 , deren Pflanzen in F_2 teils konstant einfachblühende Nachkommen geben, teils in oben erwähntes Verhältnis 3 : 1 aufspalten. Die Erklärung hierzu findet Miß Saunders in einer Hypothese, wonach die einfachgefüllten nur eine Art Pollenkörner — alle mit Anlagen für gefüllte Blüten — aber zwei Arten Eizellen bilden — teils solche mit, teils solche ohne Anlage für gefüllte Blüten.

Goldschmidt sucht nun zu beweisen, daß die komplizierten Vererbungsverhältnisse dieser Levkoijenrassen als geschlechtsbegrenzte Vererbung aufzufassen sind. Dabei meint er auch umgekehrt den Beweis zu liefern, daß die Geschlechtsvererbung der zwitterigen Pflanzen in derselben Weise wie bei den zwitterigen Tieren stattfindet. Er knüpft dabei an denen tierischen Zwittern, die in ihrer Chromosomenkonstitution als weiblich aufzufassen sind, also bei männlicher Heterogamie zwei X-Chromosome besitzen. Bei Bildung der männlichen Geschlechtszellen wird ein Chromosom eliminiert, so daß zwei Sorten von Gameten entstehen — solche mit und solche ohne X-Chromosom. Die ♂-bestimmenden Gameten degenerieren, und nur die ♀-bestimmenden kommen zur Befruchtung und bilden wieder Zwitter.

Was nun die Vererbungsweise der Levkoijen angeht, so wissen wir hier folgendes: Die einfachen Blüten beruhen auf einem Faktor S. Die einfachgefülltblühenden haben die Konstitution Ss und bilden ihre Eizellen teils mit S, teils ohne — als s. Die Pollenkörner sollen eigentlich in derselben Weise gebildet werden. Das kann aber nicht der Fall sein. Wir müssen nämlich annehmen, daß alle Befruchtung ausführenden ♂-Gameten nur s enthalten. Das läßt sich auf folgende Weise erklären. Bei Bildung der Gameten wird in der Hälfte der Zellen sowie bei den tierischen Zwittern das X-Chromosom eliminiert, und nur die mit X-Chromosom versehenen Gameten gelangen zur Befruchtung. Ferner muß der S- resp. s-Faktor in diesem Chromosom lokalisiert sein und zwar derart, daß S in allen Zellen sind, die ihr X-Chromosom eliminieren und nicht zur Befruchtung gelangen. Ist dies der Fall, dann

läßt sich die Vererbung des Gefülltblühens als geschlechtsbegrenzte Vererbung auffassen und umgekehrt: Die Vererbung des Geschlechts bei diesen Zwitterpflanzen geht vor sich genau wie bei den tierischen Zwittern. Hagem.

Correns, C., Eine mendelnde kälteempfindliche Sippe (f. *delicata*) der *Mirabilis Jalapa*.

Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 10, 130.

Verf. hat bei seinen ausgedehnten Kulturversuchen mit *Mirabilis* mehrmals beobachtet, daß einzelne Individuen oder ganze Sätze von Pflanzen mehr kälteempfindlich waren und bei den in der Mitte September gewöhnlich eintreffenden Temperaturerniedrigungen schnell gelitten haben. Bei einigen Versuchen wurden die Pflanzen aufgezählt und es hat sich dabei herausgestellt, daß die vom Frost geschädigten Pflanzen ziemlich genau 25% der Individuen des ganzen Satzes ausmachten. So waren z. B. unter 56 Individuen, alle von einer Pflanze durch Selbstbestäubung gewonnen, 14 oder genau 25% empfindlich und hatten Mitte September bei einer Minimumtemperatur von 4,8—4,7° C. schon deutlich gelitten. Von den 56 Individuen dieses Satzes waren 7 gesäckt worden, davon eine empfindliche und 6 resistente Pflanzen. Die Nachkommen der empfindlichen Pflanze waren alle empfindlich. Von den resistenten Pflanzen gaben die 4 ca. 25% kälteempfindliche Nachkommen, während die zwei nur resistente Pflanzen gaben. Es ist daher unzweifelhaft, daß die Stammpflanze für diesen Satz eine in bezug auf Kälteempfindlichkeit heterozygotische Pflanze gewesen ist, die unter ihren Nachkommen eine regelrechte monohybride Aufspaltung zeigt. Hagem.

Hayes, H. K., The Inheritance of certain quantitative characters in Tobacco.

Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 10, 115.

Verf. hat gezeigt, daß bei der Tabakspflanze die Blattanzahl pro Pflanze ein relativ konstantes und von äußeren Faktoren wenig abhängiges Merkmal ist. In der vorliegenden Ahandlung wird das Verhalten dieses Merkmals in zwei bis in die F_3 -Generation geführten Kreuzungen studiert. Die benutzten Pflanzen sind längere Zeit durch Inzucht vermehrt und daher »of a uniform type«. Es hat sich herausgestellt, daß F_1 in Blattanzahl gewöhnlich intermediär ist, und keine erhöhte Variation zeigt. F_2 ist vielmehr variabel, und besonders F_3 zeigt mit Rücksicht auf Variabilität sehr verschiedene Typen, einige viel variabel, andere weniger variabel. Erwähnt kann hier sein, daß

eine Kreuzung von zwei Elternsippen, die beide gleichgroße mittlere Blattanzahl (ca. 20) hatten, in F_3 eine Sippe mit der sehr erhöhten mittleren Anzahl von 28 Blättern gegeben haben.

Im ganzen scheint die Blattanzahl eine Eigenschaft zu sein, die auf mehreren selbständigen kumulativen Anlagen beruht. Hagem.

Bornet, E., et Gard, Med., Recherches sur les hybrides artificiels de Cistes. 2. Mém. Les espèces et les hybrides binaires.

Beih. bot. Centralbl. II. 1912. 29, 306—394.

Gard setzt seine Studien der Cistus-Kreuzungen Bornets fort (vgl. Ref. dieser Zeitschr. 1911. 3, 508). Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit den anatomischen Charakteren in den reinen Arten und den Bastarden. Es werden zuerst die für die Klassifizierung der Cistusarten wichtigsten anatomischen Merkmale aufgeführt und dann für die einzelnen Cistusarten Diagnosen auf anatomischer Grundlage gegeben. Es folgt auf derselben Grundlage ein Bestimmungsschlüssel der Arten.

Weiter werden die ausgeführten Bastarde anatomisch analysiert. Es ergibt sich eine sehr verschiedentliche Gruppierung der anatomischen Charakteristika in den Bastarden. Die Merkmale treten in denselben nebeneinander, durchdringen sich und bringen so Mittelbildungen hervor oder verstärken sich. Es wird das alles für die Einzelfälle genau dargestellt und muß der Leser dafür aufs Original verwiesen werden. Von allgemeinerem Interesse ist, daß die reziproken Kombinationen zu verschiedenen Erfolgen führen können. Verf. hatte schon in einem besonderen Aufsätze in den Comptes rendus 1911, S. 120 darauf hingewiesen, daß die F_1 der Cistusbastarde keineswegs immer einförmig sei. Vielmehr kämen alle Grade von Gleichförmigkeit bis zu ausgesprochener Ungleichförmigkeit vor. Dieselbe kann zwischen Individuen ein und derselben Kreuzung bestehen, kann aber auch auf wichtigen Unterschieden zwischen reziproken Bastarden oder endlich auf der Bildung wahrer Bastarde und faux hybrides in derselben Kombination beruhen. Dabei seien die Verschiedenheiten in der ersten Generation noch bei weitem nicht so tiefe, wie diejenigen in der zweiten Generation. Gard meint, daß die Unterschiede in der ersten Generation ungefähr den Differenzen zwischen Jordanschen Arten, diejenigen in der zweiten Generation den Differenzen zwischen Linnéschen Arten entsprächen. — Bei all diesen Auseinandersetzungen müssen wir aber immer bedenken, daß es sich hier um Kreuzungen handelt, welche Bornet vor einem halben Jahrhundert ausgeführt hat, also zu einer Zeit, wo unser reines

Linienprinzip noch lange nicht geboren war. Auch bei der sorgfältigsten Ausführung der Kreuzungen, die ja bei Bornet nicht im mindesten anzuzweifeln ist, fehlt eben die Berücksichtigung der Ascendenz, um mit Sicherheit den Schlüssen des Verf.s folgen zu können. Ich habe die Methoden der Kreuzungen in der früher publizierten Arbeit noch einmal mit besonderer Sorgfalt durchgesehen und begreiflicherweise nichts darüber gefunden, daß die Samenträger oder die zur Kreuzung benützten Individuen erst in mehreren Generationen rein gezogen und beobachtet worden seien. Da es sich bei den Cistusarten zudem in weitaus der Mehrzahl der Fälle um selbststerile Arten handelt, so wird natürlich weitgehende Bastardierung auch innerhalb verschiedener reiner Linien derselben Spezies vorliegen und es wird uns dadurch noch schwerer, die Schlußfolgerungen Gards mitzumachen oder sie wenigstens als durchaus bewiesen anzusehen. Wenn demnach auch die Arbeit für die Zwecke der exakten Vererbungslehre nicht in vollem Maße herangezogen werden kann, so bietet sie doch des Interessanten genug und zeigt vor allen Dingen, wie weitgehende Umkombinationen anatomischer Art durch die Bastardierung zustande kommen können. Sie liefert auch Anknüpfungspunkte der verschiedensten Art für zukünftige Untersuchungen, welche sicher in dieser Gattung zu glänzenden Resultaten führen können.

Ich möchte diese Arbeit zusammen mit der früher referierten schließlich noch durch einen Vergleich einigermaßen charakterisieren. In Jahrgang 2, 1910 dieser Zeitschrift besprach ich die Arbeit von Körnicke über die Entstehung und das Verhalten neuer Getreidevarietäten und gleichzeitig die erste der Arbeiten Nilsson-Ehles über Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Wie ich damals die Arbeit von Körnicke gleichsam als den höchsten Gipfelpunkt der alten beschreibenden Schule in der Betrachtung der Getreidevarietäten bezeichnete, so möchte ich heute auch den Bornetschen Kreuzungsuntersuchungen an Cistus eine besonders hohe Stellung anweisen, was Methode und Vielseitigkeit des Interesses anbelangt, aber sie mutet uns auch oft an und muß uns so anmuten als eine Arbeit aus längstvergangener Zeit, an die natürlich Gard unsere modernen Prinzipien auch nicht mehr nachträglich mit großem Erfolge anzulegen imstande ist. Dennoch weiß er aus diesen Untersuchungen, wie auch die vorliegende Arbeit zeigt, noch viel des Interessanten herauszuholen. Vielleicht gelingt es ihm, wie Nilsson-Ehle für Hafer und Weizen, seinerseits für die Gattung Cistus durch eigene Bastardierungsuntersuchungen, zu denen sich ja dann die Bornetschen als Vergleich ausgezeichnet heranziehen ließen, den Boden der modernen Vererbungslehre sicher zu gewinnen.

E. Lehmann.

Sierp, Hermann, Über die Beziehungen zwischen Individuengröße, Organgröße und Zellengröße, mit besonderer Berücksichtigung des erblichen Zwergwuchses.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1913. 53, 55—124.

Die Hauptfrage, welche durch die hier zur Ausführung gekommenen, mühsamen Versuche gelöst werden sollte, ist die: Geht mit dem Unterschiede in der Größe von Pflanzenindividuen bzw. Organen ein und derselben Pflanzenart eine gleichsinnige Differenz in der Größe der diese Pflanzen bzw. Organe aufbauenden Zellen Hand in Hand? Sachs, Amelung, Strasburger waren in der Hauptsache zu dem Ergebnis gekommen, daß nicht die Zellengröße, sondern nur die Zellenzahl durch die verschieden kräftige Ausbildung eines Individuums und einer seiner Glieder beeinflußt wird. Auch Schnegg kam für *Gunnera* zu annähernd demselben Resultate. Andere Autoren, wie Sorauer, Frank und vor allem Gauchery schreiben aber auch der Zellgröße eine Bedeutung für die Verzweigung der Pflanzen bzw. ihrer Organe zu.

Verf. geht nun diesen Verhältnissen einmal an einigen Kümmerlingen normaler Pflanzensippen, weiter an nebeneinander erzogenen Zwerg- und Normalformen verschiedener Pflanzenarten und schließlich an verschieden großen Organen einiger Pflanzen nach. Es zeigt sich da vor allem, daß sich der Vergleichung in den einzelnen Fällen ganz erhebliche Hindernisse in den Weg stellen, indem die Zellengrößen an den verschiedenen Teilen derselben Pflanze, z. B. an den aufeinander folgenden Internodien oder in den verschiedenen Höhen der einzelnen Internodien außerordentlich verschieden und schwankend sind. Es ist also, wie aus allen den Zahlenreihen hervorgeht, eine sehr subtile Beachtung dieser Differenzen unter allen Umständen geboten, wenn man nicht Fehlschlüssen anheim fallen will, wie das einem Teil der bisherigen Beobachter ohne allen Zweifel ergangen ist.

Verf. bediente sich für die Messung der Epidermiszellen der Methode, die Zellenkomplexe auf einen Pappkarton bestimmter Dicke mittels der Kamera herauszuzeichnen und dann die so gewonnenen Umrisse auszuschneiden und hierauf zu wägen. Er bekam so gute Vergleichsresultate. Bei anderen Geweben benützte er den Okularmikrometer und maß eine größere Anzahl von Zellen, von denen das Mittel die gesuchte Größe ergab.

Was nun die Hauptfrage der erblichen Unterschiede in der Zellgröße zwischen zwei verschieden großen Pflanzensippen oder Organen angeht, so wurde festgestellt, daß sich eine Regel für alle Pflanzen

nicht geben läßt. Was z. B. die Zellen der untersuchten Zwergsippen anbetrifft, so ließen sich folgende 3 Gruppen unterscheiden:

1. Die Zwergsippe hat kleinere Zellen wie die große Sippe (*Solanum*, *Pisum*, *Zea*, *Clarkia*).

2. Die Zwergsippe hat etwas kleinere oder gleich große Zellen wie die Normalsorte (*Mirabilis*, *Lathyrus*).

3. Die Zwergsippe hat größere Zellen als die Normalsippe (*Nigella*). Hier beruht die Kleinheit der Pflanze also sogar auf einer Verminderung der Zellenzahl und einer entsprechenden Vergrößerung der Zellen.

Die Pflanzen, welche nur eine Reduktion einzelner Organe zeigten, hatten ähnliche Verhältnisse aufzuweisen. Die Zellen können gleich groß oder bei dem kleineren Organ kleiner sein, wobei die Zellen bald mehr, bald weniger auffällig kleiner sein können. Die Kümmerzweige zeigen immer kleinere Zellen als die Normalzweige.

Äußere Ursachen haben auf die Zellgröße einen großen Einfluß, trotzdem ist für die Zellgröße eines Gewebes einer Spezies ein Mittelwert charakteristisch und erblich festgelegt.

Neben den Zellengrößen wurden dann auch noch die Differenzen in der Größe verschiedener Zellorgane festgestellt. Z. B. wurde gezeigt, daß die Stärke in großknolligen Kartoffelrassen etwas größer ist, als in kleinknolligen Rassen. Ganz das entsprechende zeigte sich bei groß- und kleinsamigen Linsen. Differenzen in der Größe wurden auch bei Pollenkörnern hoher und niedriger Rassen, wenn auch nur in geringem Maße, festgestellt.

Weiter auf die Einzelheiten dieser sehr sorgfältigen Arbeit einzugehen, ist an dieser Stelle nicht möglich. E. Lehmann.

Nilsson-Ehle, H., Einige Beobachtungen über erbliche Variationen der Chlorophylleigenschaft bei den Getreiden.

Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 9, 289.

Verf. hat das Auftreten von weißen, chlorophyllfehlenden Individuen bei den gewöhnlichen Getreidesorten untersucht. Sowohl bei Gerste wie besonders bei Roggen sind solche Individuen nicht selten zu finden. Bei Hafer dagegen hat Verf. nur dreimal und bei Weizen nie weiße Pflanzen gefunden.

Das untersuchte Gerstenmaterial stammt teils von der dänischen Versuchsstation Abed, teils von Svalöf. Die grünen Gerstenpflanzen, die weiße Individuen geben, sind Heterozygoten und geben 75% grüne und 25% weiße Nachkommen. Von diesen grünen sind wiederum $\frac{1}{3}$ homozygotisch und $\frac{2}{3}$ heterozygotisch. Bei Roggen werden andere Zahlenverhältnisse gefunden, was mit der hier stattfindenden Fremd-

bestäubung zusammenhängt. Der Verf. glaubt aber, daß auch hier eine einfache Mendelspaltung vorliegt.

Den weißen Pflanzen fehlt ein Faktor für Chlorophyllbildung. Der Faktor für Chlorophyllfarbstoff ist absolut dominierend, und die heterozygotischen Individuen, wo ja der Faktor nur einmal vorkommt, sind von den homozygotisch grünen Individuen absolut nicht zu unterscheiden. Sowohl Farbe wie Wuchs und Ertragsfähigkeit dieser genetisch verschiedenen Pflanzen sind gleich. Bei Roggen sind die nicht grünen Keimlinge meistens rosarot aber auch weiß. Der Faktor für roten Farbstoff in den Blättern ist vom Chlorophyllfaktor unabhängig.

Das Auftreten von weißen Individuen beruht nach dem Verf. auch bei Getreide auf dem Wegfallen des Faktors für Chlorophyllfarbstoff. Das Wegfallen ist ein Phänomen, das fortwährend stattfinden muß, denn erstens sind die weißen Individuen in reinen Gerstenlinien aufgetreten, die bei mehrjähriger Kultur früher immer grün gewesen sind. Zweitens müssen, wenn einmal gebildet, die heterozygotisch grünen Individuen der Abspaltung homozygotischer Individuen wegen immer in Anzahl abnehmen und auf begrenztes Areal wieder verschwinden. Es ist also ein wiederholtes Wegfallen des Chlorophyllfaktors notwendig, um das recht häufige Auftreten von weißen Individuen zu erklären. Hagem.

Seghetti, G., Osservazioni morfologiche e biometriche sulla *Urtica membranacea* Poir.

Ann. di botanica. 1912. 10, 339—339—378.

Der Verf. hat *Urtica membranacea* eingehend auf ihre morphologischen Charaktere, ihre Variabilität usw. untersucht und hat weiterhin eine Reihe von Merkmalen mit Hilfe der statistischen Methode einer Betrachtung unterzogen.

Es hat sich gezeigt, daß diese Pflanzenart sich aus einer Anzahl von Typen und Untertypen zusammensetzt. Dieselben werden in allen Einzelheiten untersucht und beschrieben. Die folgenden 6 Merkmale werden dann zur biometrischen Untersuchung, welche an 1000 Exemplaren durchgeführt wird, herangezogen: Höhe und Knotenzahl des Stengels, Anzahl der Blättzähne, Zahl der Blattquirle, Zahl der Blütenquirle und Verteilung der Blüten über die Infloreszenz unter dem Gesichtspunkte ihrer Sexualität. Hieraus ergeben sich 6000 Beobachtungen. Die untersuchten Exemplare werden zu je 100 den einzelnen Typen entnommen und es wird in Aussicht gestellt, später solche Untersuchungen für 2 isolierte Typen auch in größerer Anzahl durchzuführen.

Verf. findet nun eine außerordentlich enge Beziehung der Variabilität der einzelnen Charaktere. Er findet auf Grund seiner Zählungen

daß die mittleren gefundenen Werte in einer sehr bestimmten Proportion zueinander stehen. Die Entwicklung der einzelnen Teile dieser Pflanze ist gemäß einem bestimmten Gesetze so geregelt, daß z. B. bei einer bestimmten Größe die Zahl der Knoten, der Blätter, der Blättzähne, der Blütenquirle usw. immer die entsprechende ist. Verf. stellt Proportionalitätskonstanten auf und bringt eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse. Da sich aber verschiedene Proportionalitätskonstanten bei wirklich verschiedenen Arten finden werden, so hält Verf. es für möglich, in ihnen die Begrenzung des Artbegriffes zu finden, welche nicht mehr individuell, sondern objektiv mathematisch ist. Ref. möchte bei aller Würdigung der Bedeutung solcher Proportionalitätskonstanten für die Unterscheidung erblicher Sippen nur darauf hinweisen, daß es sich selbstverständlich nur um solche, nicht um Artunterscheidungen dabei handeln kann, da eben die Arten wieder aus beliebig vielen verschiedenen Typen zusammengesetzt werden können, welche dann die Proportionalitätskonstanten zusammen liefern, wie das ja auch im vorliegenden Falle zutreffen würde.

E. Lehmann.

Davis, B. M., Was Lamarcks evening primrose (*Oenothera Lamarckiana* Seringe) a form of *Oenothera grandiflora* Solander?

Bull. Torrey bot. club. 1912. **39**, 519—533.

Davis hat die Originalpflanzen der *Oenothera Lamarckiana* Seringe im Herbar Paris auf Grund von Photographien der Herbarblätter, welche er auf Tafeln reproduziert wiedergibt und von Informationen, die er sich durch Gagnepain und Miß Eastwood beschafft hat, studiert. Er kommt zu dem Ergebnis, daß es sich bei den 3 Herbarblättern, welche dort vorliegen, um sehr verschiedenes handelt, in keinem Falle aber um die Pflanze, welche de Vries als *Oe. Lamarckiana* bezeichnet hat. Das erste Blatt enthält nach Verf. ein sehr charakteristisches Individuum von *Oe. grandiflora* Solander. Das zweite Blatt wird von ihm als nahe verwandt mit gewissen biennis-Formen erklärt. Das dritte Blatt endlich, welches 2 Pflanzen enthält, ist so unvollkommen, daß es nur auf Vermutung beruhen kann, wohin die betreffenden Proben gehören. De Vries hatte nun die ersten beiden Blätter als *Lamarckiana* Seringe betrachtet und mit seinen Pflanzen identifiziert. Das dritte Blatt hatte er zu *Oe. grandiflora* Sol. gezogen. Dadurch aber, daß Davis nun das erste Blatt mit *Oe. grandiflora* Solander identifiziert und *Oe. Lamarckiana* Seringe als Form zu *grandiflora* zieht, werden die de Vriesschen Pflanzen, welche sich nach Verf. sehr deutlich von *grandiflora* Solander und dem ersten Blatt im Pariser Herbar unter-

scheiden, namenlos oder können wenigstens nicht mehr Lamarckiana Seringe genannt werden; Verf. schlägt vor, sie als Lamarckiana de Vries zu bezeichnen. Die Bedeutung seiner Identifikation sieht Verf. aber darin, daß das Problem der Herkunft der Lamarckiana de Vries nun anfaßbarer geworden ist. Grandiflora ist ja eine Pflanze, welche schon in den siebziger Jahren des 18. Jahrhunderts in Texas aufgefunden worden war. Solange es sich bei den de Vriesschen Pflanzen um diese handelte, verlor sich die historische Forschung also weit zurück. Nun wird aber vom Verf. ein Zusammenhang der de Vriesschen Pflanzen mit der grandiflora Sol. oder Lamarckiana Seringe völlig gelehnet und Verf. kommt auf eins der ersten Daten der sicheren Kenntnis der Oe. Lamarckiana de Vries in den Gärten der Firma Carter and Company in London um das Jahr 1860. Mit diesen soll eine Pflanze nahe Beziehungen haben, welche von Asa Gray 1862 in Cambridge Mass. eingelegt war. Dieselbe soll aber gleichzeitig auch Charaktere der grandiflora besitzen. Diese Form bringt Verf. vor allem in Beziehung zu seiner Annahme, daß die de Vriesschen Pflanzen Bastarde zwischen biennis und grandiflora seien. Möglich hält es dann Verf. auch noch, daß die Kulturen von Carter and Co. nicht auf amerikanische Pflanzen zurückgehen, sondern auf englische, da ja schon in der englischen Flora von Sowerby and Smith von Liverpool eine Lamarckianaartige Pflanze beschrieben und abgebildet wurde, die noch heute mit Varianten daselbst verbreitet ist.

Blicken wir in kurzem auf diese Darlegungen des Verf.s zurück, so finden wir hier doch wieder ganz neue Gesichtspunkte vertreten in der Auffassung der Lamarckianafrage. Ein Blick über die unendlich angeschwollene Literatur hierüber scheint Ref. für die Zukunft unbedingt eine durchaus exakte, möglichst statistische Grundlage für diese Vergleichen notwendig zu machen. Denken wir an all die verschiedenen Auffassungen von Autoren wie de Vries, Gates, Davis, um nur diejenigen zu nennen, welche sich am allermeisten mit den hierhergehörigen Dingen beschäftigt haben, so wird doch die Benützung solcher durchaus scharfen Kriterien immer erwünschter. Hierzu hatte ja schon längst Vail einen beherzigenswerten Anlauf genommen und auch in neuerer Zeit ist teilweise in dieser Weise gearbeitet worden. Hoffen wir, daß es allgemein wird.

E. Lehmann.

Schüepf, Otto, Variationsstatistische Untersuchungen an Aconitum Napellus.

Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 10, 242—268.

Auf Grund von Material von Aconitum Napellus, welches im Engadin und Graubünden gesammelt wurde, hat Verf. variations-

statistische Untersuchungen der dort häufig auftretenden Anomalien angestellt. Er kommt einmal zu dem Ergebnis, daß die Anomalien sich ohne Zwang in die Variabilität des Gesamtbildes der Art einfügen, ein Befund, welchen ja früher schon Vöchting für *Linaria spuria* gehabt hat. Es wird dann weiter für den vorliegenden Fall gezeigt, daß der Unterschied der relativen Variabilität von Merkmalen mit großer Gliederzahl, wie etwa die Staubblätter, welche ca. 38 an der Zahl sind und von solchen mit geringer Gliederzahl (Honigblätter vorwiegend 6) keineswegs so erheblich ist, wie es die Aufstellung einfacher Kurven nach der Zahlenvariation der Population erscheinen läßt. Ja es ist die Variabilität sogar bei den zahlreichen Staubblättern eine geringere, als bei den wenig zahlreichen Honigblättern. Ref. fragt sich nur, warum dazu die etwas weitschweifige Rechnung nötig war, wo doch die vergleichende Betrachtung des Variationskoeffizienten schon zu demselben Resultate führte. Denn im Grunde genommen kommt diese Rechnung auf die Formulierung der Variationskoeffizienten hinaus.

Weiterhin dürften die Mittelwerte ebensowenig wie die Variationskoeffizienten als Werte für die ganze Population bei der Vergleichung der verschiedenen Standorte in Frage kommen. Verf. sagt doch, daß bei der Auswahl der Individuen solche bevorzugt wurden, welche viele Abweichungen aufwiesen und daß die berechneten Mittelwerte deshalb also nicht den Gesamtdurchschnitt des Gebietes wiedergeben. Das ist ja natürlich bei jedweder bewußten Auslese. Man hat ja dann ganz und gar keine Kontrolle, wieviel normale Individuen zurückblieben. Dennoch werden sie dann bei der vergleichenden Betrachtung der Variabilität der Populationen von verschiedenen Standorten herangezogen.

Aus den Korrelationstabellen geht hervor, daß die Zahlenvariation der verschiedenen Organe in hohem Maße voneinander unabhängig ist. Nur in einzelnen Fällen finden sich festere Korrelationen. Weiter wird gezeigt, daß bei den dorsiventralen Blüten die Zahlenvariation aller Organe geringer ist, als bei den unregelmäßigen.

Bei der Betrachtung der Variation innerhalb des Individuums und der Ausbildung der Teile kommt Verf. zu dem Ergebnis, daß die Ausbildung einer jungen Anlage eine Funktion ihrer Stellung am Vegetationspunkte und an der ganzen Pflanze ist. Dabei werden abnorme Organe als ungewöhnliche oder seltene Kombinationen normaler Einzelmerkmale aufgefaßt. Alle Variationen innerhalb der Art, sowohl der Zahl, als auch der Stellung und Ausbildung der Teile, lassen sich nach Verf. darstellen als Erscheinungen der fluktuierenden Variation. Er legt ihnen deshalb keine besondere Bedeutung als Atavismen bei.

E. L e h m a n n.

Correns, C., Selbststerilität und Individualstoffe.

Biol. Centralbl. 1913. **33**, 389.

In der vorliegenden Abhandlung hat der Verf. durch Untersuchungen über die Selbststerilität einen sehr interessanten Beitrag zur Lösung nicht nur dieses Problems, sondern auch zur Beantwortung der Frage nach den sogenannten Individualstoffen geliefert. Zur Entscheidung, ob bei den selbststerilen Pflanzen das Pollen von jedem anderen Individuum derselben Art Befruchtung ausführen kann, liegen nach dem Verf. nur wenige Beobachtungen vor. Darwin berichtet über einige Versuche mit *Reseda odorata*, wobei er fast alle möglichen Bestäubungskombinationen zwischen 5 selbststerilen Individuen ausführte und sämtliche mit gutem Erfolg. Von zoologischer Seite hat Morgan durch seine Versuche mit der Ascidie *Ciona* zur Lösung der ähnlichen zoologischen Fragen beigetragen. Er untersuchte, ob die Spermien eines einzigen Individuums imstande waren die Eier aller anderen Individuen zu befruchten. Dies war nicht der Fall. Im Gegenteil, recht viele Kombinationen waren erfolglos.

Correns hat hauptsächlich mit der gemeinen Pflanze *Cardamine pratensis* gearbeitet. Den Ausgangspunkt für seine Versuche bilden zwei selbststerile Pflanzen, als B und G bezeichnet. Die beiden reziproken Kreuzungen wurden 1910 ausgeführt, und von jeder 30 Pflanzen gezogen. Mit diesem Material wurde durch Bestäubungsversuche in drei Richtungen gearbeitet. (I) Zuerst wurden sämtliche F_1 und die zwei Elternpflanzen mit Pollen zweier verschiedener und fremder *Cardamine*-Pflanzen bestäubt. Sämtliche setzten mit beiden diesen gut an. Es konnte also das Pollen eines einzigen Individuums alle diese 62 Individuen erfolgreich bestäuben. (II) Dann wurde das Verhalten sämtlicher 60 Kinder zu den beiden Eltern geprüft. Hierbei zeigte sich, daß die Kinder sich in zwei Klassen teilen ließen, je nachdem sie mit einem bestimmten Elter fertil oder steril waren. Da ferner das Verhalten eines Kindes dem einen Elter gegenüber völlig unabhängig war von seinem Verhalten zum anderen Elter, so ließen sie sich schließlich in 4 gleichgroße Klassen teilen. Erste Klasse war mit beiden Eltern, zweite nur mit dem Elter B, dritte nur mit dem Elter G fertil, und vierte endlich war mit beiden Eltern steril.

(III) Endlich wurde das Verhalten der Kinder unter sich untersucht. Dabei hat sich gezeigt, daß sie miteinander bestäubt nicht alle fertil sind, sondern je nachdem sie sich den Eltern gegenüber verhalten, auch untereinander ein verschiedenes Resultat zeigen.

Verf. meint, daß die Sterilität durch Ausbildung wirklicher Hemmungsstoffe bewirkt wird, Stoffe, die das richtige Auswachsen der Pollen-

schläuche verhindern. Aus seinen Versuchen zieht er folgende Schlüsse: Die Hemmungsstoffe sind keine Individualstoffe in dem Sinne, daß sie jedem Individuum eigen sind. Sie sind dagegen Stoffe, die den niedrigsten systematischen Einheiten, den Linien, eigen sind. Sie sind Linienstoffe und beruhen als andere Linieneigenschaften auf wirklichen vererbaren Anlagen, deren Vererbung dem Mendelschen Spaltungsgesetz folgt. Von der Art dieser Vererbung kommt er zu folgenden Resultaten: Von jedem der Elter wird ein Hemmungsfaktor, nennen wir sie den Elter-n nach B und G, in aktivem Zustand ausgebildet. Außerdem besitzt jedes Elter mindestens eine Anlage für einen anderen Hemmungsstoff, der in inaktivem Zustande vorhanden ist, sie werden b und g genannt. Bei der Keimzellenbildung tritt eine Spaltung ein. Der eine Elter bildet Keimzellen teils mit B und teils mit b, der andere solche mit G oder g. Die möglichen Befruchtungsalternative geben hier vier gleich große Individuenklassen: BG — Bg — bG — bg. Klasse BG muß mit beiden Eltern steril sein, da sie dieselben Hemmungsstoffe wie diese besitzt. Klasse Bg ist mit dem Elter B und Klasse bG mit dem Elter G steril. Klasse bg dagegen mit beiden Eltern fertil. Diese Hypothese stimmt mit den bei den Versuchen gefundenen Resultaten ganz gut. Nur die Bestäubung der Kinder unter sich hat einige abweichende Resultate gegeben, die wohl zeigen, daß die Individuenklassen Bg und bG, aber vor allem bg, nicht absolut einheitlich sind. Hier müssen weitere Versuche die Erklärung bringen. Hagem.

Wichler, G., Untersuchungen über den Bastard *Dianthus armeria* × *D. deltoides* nebst Bemerkungen über einige andere Artkreuzungen der Gattung *Dianthus*.

Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. **10**, 177.

Die Abhandlung bringt einen Beitrag zur Frage nach der Konstanz oder Spaltung der Artbastarde. Wie zu erwarten war, hat auch dieser altbekannte und immer als konstant und intermediär aufgeführte Bastard nicht den exakten Züchtungsversuchen stand gehalten. Das Heranziehen der F_1 -, F_2 -, F_3 - und F_4 -Generation hat gezeigt, daß er vielmehr in recht komplizierter Weise spaltet.

Die zwei Arten sind in fast allen Merkmalen verschieden. Verf. hat nicht weniger als 15 bei den zwei Elternarten verschieden ausgebildete Merkmale untersucht. F_1 ist immer intermediär und zeigt eine Variabilität, die nicht größer als die der Eltern ist. F_2 dagegen ist sehr variabel und hat eine Variationsbreite, die sich über die ganzen Variationsbezirke der Eltern und F_1 erstreckt. Die F_2 -Generation zeigt

eine sehr komplizierte Spaltung, die sich allerdings noch nicht in die gewöhnlichen Spaltungsverhältnisse einreihen läßt, jedoch ohne Zweifel nur komplizierte Mendelspaltung ist. F_3 und F_4 zeigen auch Spaltungen, sie sind aber im ganzen nicht so variabel wie F_2 , indem sie für einzelne Merkmale Konstanz aufweisen. Die 15 untersuchten Merkmale scheinen vorläufig fast alle voneinander unabhängig zu sein. Nur für Blattlänge und Blattbreite wird eine Korrelation gefunden.

Verf. hat auch 4 andere Speziesbastarde aus der Gattung *Dianthus* hergestellt und untersucht. Es waren diese:

Dianthus atrorubens \times *D. carthusianorum*, *D. atrorubens* \times *D. caesius*, *D. plumarius* \times *D. carthusianorum*, *D. plumarius* \times *D. alpestris*.

Sämtliche diese Bastarde zeigen in F_2 zweifellose Spaltung.

Hagem.

Lindner und Glaubitz, Verlust der Zygosporienbildung bei anhaltender Kultur, des +- und -- Stammes von *Phycomyces nitens*.

Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 316.

Zettnow, E., Über die abgeschwächte Zygosporienbildung der Lindnerschen *Phycomyces*stämme.

Ebenda. 362.

Seit längerer Zeit auf Würzegeleatine im Laboratorium kultivierte, 1912 noch kopulierende Mycelien von *Phycomyces nitens* haben 1913 die Fähigkeit der Zygotenbildung verloren. Die Verwendung anderer Zuckerarten brachte sie nicht wieder.

Verf. kann die Feststellungen von Glaubitz nicht vollständig bestätigen. Der Lindnersche -- Stamm kopuliert, wenn auch nicht besonders stark mit dem -- Stamm von Claußen (ist also eigentlich ein +- Stamm).

Die Abschwächung der sexuellen Fähigkeiten des *Phycomyces nitens* hat Ref. häufig, besonders bei, durch Selektion einzelner Sporen gewonnenen, Varianten beobachtet. Die heterocaryotische Natur der in den Laboratorien seit längerer Zeit kultivierten Mycelien bringt es mit sich, daß sich wohl aus jedem Stamm durch Selektion asexuelle Mycelien gewinnen lassen; auf der anderen Seite dürfte es sicher gelingen durch einen ebensolchen Selektionsprozeß in umgekehrter Richtung in Verbindung mit entsprechender Kultur (Agarplatte absteigender Konzentration nach Claußen) den Lindnerschen Stämmen ihre Sexualität wiederzugeben. Auch aus den Sporen des Keimsporangiums einer einzigen

evtl. auf der Claußenschen Platte entstandenen Zygote wären sexuell aktive Mycelien wohl ohne Schwierigkeit zu erhalten.

Die von Zettnow beobachtete und abgebildete Verzweigung der Phycomycessporangien kommt auch bei anderen Mycelien vor, ist aber bei dem Claußenschen Mycel ganz besonders ausgeprägt. Letzteres enthält noch eine Anzahl anderer Varianten (Ber. d. d. bot. Ges. **30**, 680ff.).

Burgeff.

Pringsheim, E., Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. I. Die Kultur von Algen in Agar.

Beitr. z. Biol. d. Pflanz. (Cohn). 1912. **11**, 305—332. (2 Taf.)

—, II. Zur Physiologie der *Euglena gracilis*.

Ebenda. 1913. **12**, 1—47. (1 Taf.)

—, III. Zur Physiologie der Schizophyceen.

Ebenda. 49—108. (1 Taf.)

Jeder, der einmal mit niederen Algen physiologisch gearbeitet hat, weiß, daß präzise Versuche auf große Schwierigkeiten stoßen, weil es beim größten Teil dieser Formen nicht gelungen ist, sie in absoluter Reinkultur zu züchten. Die Stoffwechselprodukte von im Kulturmedium befindlichen Bakterien, Pilzen usw. können oft die Erzielung klarer Versuchsergebnisse völlig verhindern. Es ist deshalb verdienstvoll, daß sich der Verf. die Aufgabe gestellt hat, Methoden zur Reinkultur verschiedener dieser Organismen ausfindig zu machen.

In der ersten Studie werden hauptsächlich Desmidiaceen behandelt. Sie enthält manche interessante Einzelbeobachtung, wiewohl das Hauptziel, die völlige Reinkultur, nicht erreicht wurde. Immerhin konnten einige Formen (kleine Closterien und Cosmarien) auf Agarplatten, letztere auch in flüssigen Nährlösungen und auf Gipsblöcken (merkwürdigerweise aber nicht auf Torfstücken) zu sehr üppiger Entwicklung gebracht werden. Dabei zeigte sich im allgemeinen eine fördernde Wirkung organischer Substanzen, doch gedieh *Cosmarium* auch auf rein anorganischem Nährsubstrat. Stickstoff in Nitratform ließ keine Entwicklung zu. Als günstige Zugabe zum Agar erwiesen sich stark verdünnte Lösungen von $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, MgSO_4 , K_2HPO_4 . Der Agar muß gut gewässert sein, da er anscheinend lösliche, giftige Bestandteile enthält. Auch das käufliche, in Metallgefäßen destillierte Wasser ist giftig. Plattengüsse wurden von den Organismen gut überstanden.

Auffallend ist, daß die Desmidiaceen alkalisches Substrat beanspruchten, während in der Natur doch Torfmoore, deren Wasser sauer reagiert,

ihr Hauptverbreitungsgebiet sind. Es bleibt daher abzuwarten, inwieweit sich die Resultate des Verf. auf die anderen Gattungen und Arten dieser Pflanzengruppe verallgemeinern lassen.

Die in der zweiten Arbeit untersuchte *Euglena gracilis* war schon von Zumstein in Erbsendekokt, dem bis zu 2% Zitronensäure zugesetzt war, isoliert worden. Verf. erzielte auf diesem Wege nur negative Resultate. Vielleicht hat ihm eine sich physiologisch von der Zumsteinschen Form unterscheidende Varietät derselben Art vorgelegen. — Schon die Rohkulturen ließen erkennen, daß *Euglena gracilis* ein mixotropher Organismus ist, der organische Stoffe bevorzugt. Sehr starke Entwicklung ließ sich in Dekokten von Maiskörnern, Erbsen, Impatienssamen erzielen, ferner in Asparaginlösungen mit Glykose usw. Die Reinkultur gelang durch Plattengüsse mit Asparaginagar. Mit den so isolierten Euglenen wurden nun zahlreiche Versuche über die Ernährungsbedingungen gemacht, die im wesentlichen folgendes ergaben: alkalische und stark saure Reaktion des Substrats ist schädlich. Zitronensäure läßt schon in 0,5proz. Lösung kein Wachstum mehr zu (entgegen Zumsteins Befunden). Am günstigsten wirken neutrale und schwach saure Nährböden. Die Euglenen können sich autotroph ernähren; als N-Quelle können dabei etwa gleich gut Ammonsalze und Nitrate verwendet werden¹. In organischen Lösungen, namentlich denen von Fleischextrakt und Pepton, ist die Vermehrung begünstigt und auch im Dunkeln möglich. Während Asparagin ein guter Nährstoff ist, erwies sich Leucin als ungünstig; ohne Wirkung war in Reinkulturen auch Glykose, obwohl dieser Stoff in Rohkulturen zweifellos die Entwicklung förderte. Beachtenswert ist ferner, daß die Euglenen auf ungewässertem Agar, dem nur $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ zugegeben war, auch im Dunkeln gut gediehen. Mit gewässertem Agar gelingt der Versuch nicht, woraus hervorgeht, daß beim Wässern dem Agar organische Stoffe, die die Euglenen verwerten, entzogen werden.

Farblose Euglenen konnte der Verf. ebenso wie Zumstein im Licht bei sehr reichlicher organischer Ernährung und im Dunkeln erziehen. Außerdem erhielt Verf. in stickstoffarmen Nährlösungen starke Reduktion des Chlorophyllgehalts unter gleichzeitiger Bildung von Hämatochrom.

In der dritten Mitteilung werden Methoden angegeben, die zur Reinkultur von Cyanophyceen geführt haben. Schon von verschiedenen Seiten ist das versucht worden, immer ohne Erfolg. Auch der Verf.

¹) Das stimmt nicht überein mit den Angaben von Ch. Ternetz (Jahrb. f. wiss. Bot. 1912. 51), die anscheinend mit der Zumsteinschen Rasse gearbeitet hat und eine entschiedene Bevorzugung von Ammoniumsalzen gegenüber Nitraten fand.

ist manchen Irrweg gegangen, bis er das Ziel erreicht hat. Um zunächst einmal speziesreine Kulturen zu erhalten, erwiesen sich Platten-güsse mit Salpeteragar als geeignet. Die Befreiung von Bakterien, die sich u. a. in der Schleimhülle der Fäden befinden und sich auf organischem Substrat meist stark vermehren, gelang erst, als die Oscillarien auf Kieselgallerte, der eine anorganische Nährlösung (0,1% KNO_2 , 0,02% MgSO_4 , 0,02% K_2HPO_4) zugesetzt war, übertragen wurden. Die Prüfung auf Bakterienfreiheit geschah durch Überimpfen auf Agar mit organischen Stickstoffverbindungen. So gelang die Isolierung zweier Oscillariaarten (*O. tenuis* und *brevis*) und eines Nostoc (*N. cuticulare?*).

Die mit diesen Reinkulturen angestellten ernährungsphysiologischen Versuche ergaben manches Interessante. Nach dem häufigen Vorkommen der Oscillarien in schmutzigen, fauligen Tümpeln sollte man erwarten, daß organische Stoffe ihre Entwicklung fördern. Das ist indessen nicht der Fall. Zwar können verschiedene organische Stoffe im Lichte verarbeitet werden, doch gedeihen solche Kulturen niemals besser als die auf rein anorganischem Substrat gezüchteten. Im Dunkeln war auch bei reichlicher organischer Ernährung keine Entwicklung zu erzielen. Die drei untersuchten Formen sind also wohl sicher autotroph. Außerordentlich empfindlich sind die Blaualgen gegen Metallspuren, die in dem gewöhnlichen destillierten Wasser enthalten sind. Nährlösungen, die mit diesem Wasser hergestellt sind, gestatten kein Wachstum, auch wenn die Salzkombination an sich recht günstig ist und mit Agar oder Kieselgallerte sehr starke Vermehrung herbeiführt. Vermutlich adsorbieren die kolloidalen Medien die Metallgifte und machen sie dadurch unschädlich.

Die Gaidukovschen Angaben über die chromatische Adaptation der Oscillarien hat Verf. ebensowenig wie Magnus und Schindler und Boresch bestätigen können, vielmehr fand auch er in Übereinstimmung mit letzteren Autoren, daß die Verfärbung infolge von Nährstoffarmut des Substrats eintritt. H. Kniep.

Marchand, M. H., La conjugaison chez les Levures.

Rev. gén. bot. 1913. No. 293.

Die zahlreichen Pilzarbeiten der letzten Jahre zeigen deutlich, wie rege das Interesse augenblicklich für diese bisher sehr dunkle Pflanzen-gruppe ist. Wenn wir infolgedessen über die verwandtschaftlichen Beziehungen im Reich der Pilze ein klareres Bild haben als vor 10 Jahren, so können wir doch noch nicht von einem Stammbaum der Pilze sprechen, vorausgesetzt, daß es sich bei ihnen überhaupt um eine monophyletische Entwicklungsreihe handelt.

Daß man in den Saccharomyceten die einfachsten Askomyceten zu erblicken hat, wird heute nach den Untersuchungen von Schiöningg und Guilliermond wohl niemand mehr bezweifeln. Jedoch ist es noch eine offene Frage, ob wir die Hefen als eine primitive oder rückgebildete Form anzusprechen haben.

Wir können bei den Hefen zunächst drei Hauptgruppen unterscheiden: In der ersten findet stets Verschmelzung zweier Zellen vor der Ascusbildung statt. Wir sehen Fälle von Isogamie (Schizosaccharom. Zygosaccharom.) wie auch von Heterogamie (Zygosaccharom. Chevalieri und bisweilen *Debaryomyces globosus*). Sogar die ersten Anfänge eines ascogenen Fadens zeigen sich bei *Guilliermondia fulvescens*, wo der Ascus erst durch Knospung aus der Kopulationszelle hervorgeht.

In die zweite Gruppe wären Saccharomyceten mit rein apogamer Entwicklung des Ascus zu stellen. Jede Ascusspore ist alsdann imstande, direkt durch Knospung vegetative Hefezellen zu erzeugen.

Außerdem ist dann aber noch ein dritter Fall bekannt, zuerst von Guilliermond bei *Saccharomycodes Ludwigii* beschrieben. Der Ascus entwickelt sich auch parthenogenetisch, es entstehen in demselben dann meist vier Sporen, und ehe noch die Ascusmembran sich auflöst, kopulieren je zwei dieser Sporen. Die beiden Kerne wandern in den Verbindungskanal, verschmelzen dort und von dem Kanal aus sproßt die erste vegetative Zelle. Dieselbe Erscheinung wurde noch beobachtet bei der Hefe *Johannisberg II* und bei *Willia Saturnus*. Bei Hefe *Johannisberg II* wird die Sache dadurch noch komplizierter und interessanter, weil Fälle beobachtet wurden, wo die beiden Kerne der kopulierenden Ascussporen sich nicht gleich vereinigten, sondern erst eine konjugierte Teilung ausführten, so daß die erste vegetative Zelle noch zweikernig war. Weiter jedoch ließ sich ein zweikerniges Stadium nicht verfolgen.

Wir sehen, daß die vegetativen Hefezellen bei dem Entwicklungsgang der Gruppe 3 die Sporophytengeneration darstellt, der Gametophyt wäre nur in der Ascusspore zu suchen. — Bei den in Gruppe 1 geschilderten Hefen wäre hingegen der Gametophyt die vegetative Hefezelle und der Sporophyt beschränkte sich auf den jungen Ascus, oder wie bei *Guilliermondia* auf die Kopulationszelle und den aus ihr hervorsprossenden Ascus.

Die Kopulation der Ascussporen (*Saccharomycodes Ludwigii*) bezeichnet Guilliermond nach Hartmann als Parthenogamie, d. h. als einen neuen Geschlechtsakt, der an Stelle des ursprünglichen, verloren gegangenen getreten ist. Nadson hingegen sieht in der Kopulation der Sporen einen primitiveren Vorgang. Der Verf. der vorliegenden Arbeit hatte

sich nun die Aufgabe gestellt, durch systematische Untersuchung der Sporenkeimung verschiedener Hefen Klarheit in diese mannigfaltigen Erscheinungen zu bringen. Cytologische Untersuchungen liegen jedoch leider nicht vor.

Eine Kopulation von Ascussporen wie bei Gruppe 3 ist nach diesen Untersuchungen nunmehr festgestellt bei 11 Hefen: *Saccharomyces Ludwigi*, *Johannisberger Hefe I und II*, *Saccharomyces intermedius*, *validus*, *elipsoideus*, *vini Muntzii*, *turbidans*, *Willianus*, *Baryanus* und bei *Willia Saturnus*. Rein apogame Entwicklung fand der Verf. nur bei *Saccharomyces cerevisiae*, *Pastorianus*, bei *Pichia membranaefaciens*, *Pichia farinosa* und *Willia anomala*. — Bei der Gattung *Saccharomyces* zeigten von den 10 untersuchten Hefen 8 eine Kopulation der Sporen. Demnach wäre diese Art der Entwicklung nichts Außergewöhnliches, sondern eine sehr häufige Erscheinung, nur muß erwähnt werden, daß die Kopulation meist nur bei ca. 50% der Sporen eintrat.

Die Verf. macht darauf aufmerksam, daß bei künftig zu beschreibenden Arten die Sporenkeimung möglichst untersucht werden muß, um eine genaue Diagnose der Spezies zu erhalten, da sonst nah verwandte Formen sich gerade in dieser Hinsicht unterscheiden können, wie *Saccharom. Pastorianus* und *intermedius* (nach Hansen *Sacch. Pastor. I und II*). Auf Karotten bilden die Hefen leicht Asci. Kratzt man sie dann von dem Substrat ab, streicht sie auf dem Objektträger aus und trocknet sie 5—6 Stunden bei 60—65°, so werden alle vegetativen Zellen getötet und nur die Ascussporen bleiben entwicklungs-fähig. Auf diese Weise ist ihre Keimung leicht zu verfolgen.

Stellen wir die Resultate der bisherigen Untersuchungen nochmals zusammen, so ergibt sich:

Gruppe 1: Kopulation vor der Ascusbildung. Vegetative Zellen Gametophyt.

Gruppe 2: Entwicklung vollkommen parthenogenetisch.

Gruppe 3: Kopulation der Ascussporen. Vegetative Zellen Sporophyt.

Gruppe 1 steht den Ascomyceten fraglos am nächsten. Gruppe 3 scheint der Ref. dagegen möglicherweise zu dem Formenkreis der Basidiomyceten hinüber zu weisen. Die auf Kosten des Gametophyten stark verlängerte Sporophytengeneration findet sich bei den Basidiomyceten, Ustilagineen und Uredineen wieder, wenn auch nicht bei allen Vertretern in gleichem Maß. Bei den Basidiomyceten besteht die Gametophytengeneration nach Kniep bisweilen nur aus der jungen Basidiospore, in anderen Fällen geht aus ihr noch ein einkerniges Mycel hervor, das erst nach kürzerer oder längerer Zeit vor der Fruchtkörper-

bildung zweikernig wird. — Die Entwicklung der Ustilagineen ist nach Rawitscher auch nicht einheitlich. Bei *Ustilago Carbo* ist nur das aus der Chlamydospore sich entwickelnde Promycel resp. die Sporidien als Gametophyt zu betrachten, während bei *Ustil. Maydes* diese Generation sich erstreckt bis kurz vor der Chlamydosporenbildung. — Bei den Uredineen beginnt die Sporophytengeneration meist bei der Bildung der Äcidiosporen und endigt bei der Keimung der Teleutosporen. — Im ganzen zeigen diese drei Gruppen eine Neigung zur Verlängerung des Sporophytenstadiums, während es bei den Ascomyceten rel. schnell durchlaufen wird. Vielleicht würden weitere, besonders auch cytologische Untersuchungen uns einen Hinweis geben dafür, ob wir eine Abzweigung der Basidiomyceten von den Ascomyceten schon bei den Hefen zu suchen, und sie damit nicht als reduzierte, sondern als primitive Formen anzusehen hätten.

Außerdem drängt sich der Ref. ein anderer Unterschied zwischen Asco- und Basidiomyceten auf, der noch schärfer hervortritt zwischen Moosen und Farnen und für den sich auch Belege bei den Algen finden. Bei einem Vergleich der Gewächse, die ihre Hauptentwicklung als Sporophyt durchmachen, mit denjenigen, bei denen die Gametophyten-generation im Vordergrund steht, sehen wir, daß die Sporophyten im allgemeinen absolut genommen zu einer größeren und feiner differenzierten Gestaltung befähigt sind, als die Gametophyten. Unter den Basidiomyceten finden wir zahlreiche Formen, die die Ascomyceten an Größe weit übertreffen, die Farne sind durchschnittlich sehr viel massiger als die Moose, und denken wir an die großen Algenformen, die Laminarien, so haben wir auch einen Sporophyten vor uns. An die größten Lebewesen im Pflanzen- und Tierreich braucht nicht erst erinnert zu werden. Ob die größere Entwicklung des Sporophyten Hand in Hand geht mit einem Rückgang des Gametophyten, soll hier nicht weiter diskutiert werden.

Die Ref. ist sich wohl bewußt, daß die erörterten Gedanken noch ungenügend gestützt sind, dennoch sollten sie ausgesprochen werden, da sie vielleicht anregend wirken und weiter entwicklungsfähig sind.

R. Stoppel.

Koch, A., Jahresbericht über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen und Enzymen.

21. Jahrgang. 1910. S. Hirzel. Leipzig, 1913.

Wir verzeichnen das Erscheinen des 21. Bandes vom Kochschen Jahresbericht, der jedem auf dem Gebiete der Gärungsphysiologie arbeitenden Fachgenossen längst lieb und vertraut geworden ist. Der Um-

fang ist gegenüber dem Bericht für 1909¹ wieder gewachsen: Auf 712 Seiten werden 1621 Arbeiten besprochen oder doch genannt. Leider ist der Herausgeber von einem Mitarbeiter im Stich gelassen, wodurch sich erklärt, daß einige Arbeiten nicht referiert worden sind, die man ungern vermißt.

Behrens.

Namyslowski, B., Über unbekannte halophile Mikroorganismen aus dem Inneren des Salzbergwerkes Wieliczka.

Extrait du Bull. de L'académie des sciences de Cracovie. 1913.

Der Verf. untersuchte die bisher noch nicht erforschten Salzwässer im Inneren des Salzbergwerkes Wieliczka auf lebende Organismen. Obwohl das Wasser an verschiedenen Stellen mit Kochsalz vollständig gesättigt ist, findet sich in ihm eine große Menge von Lebewesen, die vom Verf. eingehend beschrieben werden.

Zunächst werden eine Reihe zur Klasse der Protomastigineen gehörige Flagellaten beschrieben. Sie haben alle weder Vakuolen noch Chromatophoren, auch fehlt bei ihnen die Membran. Obwohl sie an konzentrierte Kochsalzlösung angepaßt sind, vertragen einige Arten eine allmähliche Verminderung der Konzentration bis auf die Hälfte. — Weiter beobachtete Verf. eine Amöbe, die wahrscheinlich mit der in den Salinen von Cagliari gefundenen *Amoeba salina* Hamburger identisch ist. Sie hatte einen Durchmesser von 8—20 μ und ließ sich leicht in gesättigter Kochsalzlösung kultivieren.

Aus dem Salinenwasser wurden ferner 4 verschiedene Bakterienarten und ein Pilz isoliert. Die Kultur dieser Organismen gelang in mit Kochsalz gesättigten Nährlösungen, leider aber nicht auf festen Substraten.

Die Lebewesen der Salinenwässer sind physiologisch außerordentlich interessant dadurch, daß sie so hohe osmotische Drucke vertragen. Die meisten Bakterien und Pilze sterben bekanntlich schon in einer Kochsalzlösung von verhältnismäßig geringer Konzentration ab, während die beschriebenen Organismen sich normalerweise in gesättigter Kochsalzlösung (ungefähr 213 Atmosphären) entwickeln. In vergleich zu anderen Bakterien ist das Wachstum der halophilen Arten allerdings sehr langsam.

Die Frage, ob die in den unterirdischen Wässern des Salzbergwerkes aufgefundenen Organismen ursprünglich durch Anpassung aus Süßwasserorganismen entstanden sind, oder ob es Formen sind, die auch in oberirdischen Salzwässern vorkommen, und gelegentlich in die Tiefe gedrungen sind, läßt der Verf. unbeantwortet und stellt hierüber weitere Untersuchungen in Aussicht.

Lieske.

¹) Vgl. Zeitschr. f. Bot. 1912. 4, 168.

Knudson, Lewis, Tannic Acid Fermentation. I. and II.
Effect of Nutrition on the Production of the Enzyme
Tannase. From the Laboratory of Plant Physiology,
Cornell University, Ithaca, New York.

Journ. of Biological Chemistry. 1913. 14. No. 3.

Gerade jetzt, wo durch die bedeutungsvollen Arbeiten Emil Fischers über die Depside und das Tannin die allgemeine Aufmerksamkeit auf das letztere gelenkt ist, wird die vorliegende Untersuchung zeitgemäß erscheinen. Sie darf auch als ein Mitargument für die Ansicht von der glukosidischen Natur des Tannins betrachtet werden. Die Arbeit enthält Angaben über die Giftigkeit des Tannins für verschiedene Pilze, sodann einen Vergleich von *Aspergillus niger* und einer nicht näher bestimmten *Penicillium*art hinsichtlich deren Gärwirkung auf Tanninlösungen, ferner befaßt sich unser Autor mit den Ernährungseinflüssen auf die Tannaseproduktion und den Bedingungen dieses Stoffwechselprozesses.

Von allen untersuchten Pilzen war *Aspergillus niger*, wie schon vor langer Zeit van Tieghem gefunden hatte, weitaus der gegen Tannin resistensteste Pilz, und nur *Penicillium*arten können sich ihm einigermaßen zur Seite stellen. Während in 0,25proz. Lösung von Tannin eine große Zahl von Pilzen gedieh, kamen in 10% Tannin überhaupt nur *Penicillium*, *Aspergillus niger* und *flavus* fort. In Galläpfelinfus war die Vergärung lebhafter als in reiner Tanninlösung, was augenscheinlich auf die günstige Wirkung anderweitiger Extraktstoffe zu beziehen ist. Schutzwirkung durch Rohrzucker konnte erst bei 10% Zuckerzusatz erreicht werden, und 5% Zucker hemmte den Verbrauch der Gallussäure nicht nur nicht, sondern vermehrte denselben. Aus der 10proz. Zuckerlösung wird nur der Rohrzucker verbraucht und die Gallussäure zurückgelassen. Weiter konnte der Nachweis geliefert werden, daß die Tanningärung auch anaërob möglich ist. Doch begünstigt Sauerstoffzutritt entschieden, und die Gärung war am lebhaftesten, wenn Tannin allein als Kohlenstoffquelle bei Luftzutritt dargereicht wurde. Alle Erscheinungen sprechen dafür, daß das Tannin erst in Gallussäure gespalten wird (ob daneben Zucker abgespalten wird, läßt der Verf. unerörtert) und die Gallussäure schließlich ausgenutzt wird.

Wenn man in einer 10% Zucker enthaltenden Nährlösung die Tanninkonzentration steigert, so findet auch eine zunehmende Produktion des spaltenden Enzyms, der Tannase, statt. Ebenso bildet *Aspergillus* zunehmende Tannasemengen, wenn der zuckerhaltigen Nährlösung steigende Mengen von Gallussäure zugefügt werden. Die Tannase-

bildung bei *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. und *Pen. rugulosum* findet ausschließlich bei Gegenwart von Tannin oder Gallussäure statt, und ist somit durch die Zusammensetzung der Nährlösung regulatorisch beeinflusst. Andere mehrwertige Phenole konnten die Tannasebildung nicht hervorrufen. Czapek.

Thoday, D., On the Capillary Endiometric Apparatus of Bonnier and Mangin for the Analysis of Aie in investigating the Gaseous Exchanges of Plants.

Ann. of bot. 1913. 27, 565—573.

Da über die Brauchbarkeit des bekannten Bonnier-Manginschen Apparates für die exakte Analyse kleiner Luftmengen geteilte Ansichten herrschen und die verschiedenen Autoren, die den Apparat bei Untersuchungen über den Gasaustausch der Pflanzen benutzt haben in bezug auf die Fehlergrenzen zu verschiedenen Ergebnissen gelangt sind, so hat sich der Verf. eine kritische Prüfung des Apparats auf seine Brauchbarkeit hin zur Aufgabe gemacht. Das Resultat ist, daß sich bei genauer Beachtung bestimmter Vorsichtsmaßregeln sehr exakte Werte gewinnen lassen. Folgende Luftanalysen, die in der Tat recht gut miteinander übereinstimmen, beweisen das:

CO ₂	0,04%	0,03%	0,07%	0,03%
O ₂	20,89%	20,89%	20,86%	20,88%
CO ₂ + O ₂	20,93%	20,92%	20,93%	20,93%

Hinsichtlich der Vorschriften, die im einzelnen befolgt werden müssen, muß auf das Original verwiesen werden. H. Kniep.

Osterhout, W. J. V., Some quantitative researches on the permeability of plant cells.

The plant world. 1913. 16, 129—144.

Ein Vortrag, in welchem der Verf. eine Übersicht über eigene Versuche gibt, die zumeist schon anderweitig (*Science*. 1911—1912) veröffentlicht wurden. Zunächst wendet sich der Verf. gegen die »Lipoidtheorie« der Plasmahaut, der seine Erfahrungen mit den ziemlich leicht in den Protoplasten eindringenden, aber lipoidunlöslichen Salzen von NH₄, Cs, Rb, Na, K, Li, Mg, Ca, Sr und Al schroff widersprechen. Es werden dann interessante Angaben über die gegenseitige Beeinflussung von NaCl und CaCl₂ gemacht, von denen dieses z. B. die giftige Wirkung jenes fast ganz aufzuheben vermag. Wie man aus dem Zurückgehen der anfänglichen Plasmolyse in NaCl-Lösung schließen kann, dringt es schneller ein als CaCl₂. *Spirogyra* wird z. B. schon

in 0,2 gm CaCl_2 , in NaCl dagegen erst bei 0,38 gm plasmolysiert; 0,195 gm CaCl_2 oder 0,375 gm NaCl sind noch unwirksam. Mischt man dagegen 100 ccm 0,375 g NaCl und 10 cm 0,195 g CaCl_2 , so ergibt sich starke Plasmolyse. Aus diesen und anderen Beobachtungen folgert der Verf., daß die beiden Salze sich gegenseitig am Eintritt in die Zelle hindern.

Sodann werden elektrische Leitfähigkeitsmessungen an lebenden Laminariazellen mitgeteilt. Lösungen von Chloriden des Na, K, Mg, Cs, Rb, Li, NH_4 , ferner solche von NaBr, NaJ, NaNO_3 und Na_2SO_4 ergeben rasch eine anfänglich reversible, später stärkere und irreversible Erhöhung der Leitfähigkeit der Zellen, während die Chloride von Ba, Sr und Ca sowie Alaun zunächst den Widerstand des Gewebes wesentlich erhöhen, bis dieser, mit dem allmählichen Absterben der Zellen, auf das Niveau des Seewassers sinkt. Damit gehen sichtbare Veränderungen der Plasmahaut einher, die bei NaCl usw. anders sind als bei CaCl_2 usw. Mischt man beide, so bleibt die Leitfähigkeit der Zellen dieselbe wie im normalen Zustand. Der Verf. führt näher aus, daß die erste Gruppe von Salzen die Permeabilität erhöht, die zweite sie zunächst vermindert, und daß in der Mischung beider die Salze der zweiten Gruppe die der ersten praktisch am Permeieren hindern. Mit Recht hält es der Verf. für sehr wahrscheinlich, daß hier spezifische Kolloidwirkungen vorliegen. Ruhland.

Osterhout, W. J. V., Protoplasmic contractions resembling plasmolysis which are caused by pure distilled water.

Bot. Gaz. 1913. 55, 446—451.

Der Verf. beobachtete, daß in Zellen von Meerespflanzen, so in Wurzelhaaren von *Zostera marina*, Haaren von *Polysiphonia violacea* usw. eine als »falsche Plasmolyse« bezeichnete Zusammenziehung des Protoplasten sogleich oder nach etwa einer halben Stunde eintritt, wenn die Objekte in destilliertes Wasser übertragen werden. Wie Versuche mit empfindlichen Spirogyren in demselben Wasser lehrten, kam eine Giftwirkung desselben nicht in Frage. Zudem riefen auch Teich-, Brunnen- und Flußwasser, auch isotonische Zuckerlösung, diese Erscheinung hervor. Die Ursache derselben besteht in einer Permeabilitätsvergrößerung der Plasmahaut, die ihrerseits den Austritt aller oder einiger osmotisch wirksamer Stoffe des Zellsaftes zur Folge hat. (Oft kommt es übrigens anscheinend auch noch zu einer Art Koagulation des Protoplasmas.) Mit Recht führt der Verf. diese Erscheinung auf den Verlust derjenigen Stoffe, und zwar der anorganischen Salze zurück, die die Aufrechterhaltung der normalen Permeabilität bedingen. Dazu

stimmen auch die von demselben Verf. früher mit den sog. »balanced solutions« an denselben Objekten gewonnenen interessanten Ergebnisse. Auch kann Ref. dem Verf. nur beipflichten, wenn er den Widerspruch betont, in welchem diese Beobachtungen zu gewissen neueren, von ihm nicht näher bezeichneten kolloidchemischen Theorien stehen, die ohne die Annahme einer semipermeablen Plasmahaut auszukommen suchen. Gemeint sind offenbar die von Moore und Roaf begründeten Anschauungen. Ruhland.

Meyer, Arthur, Beiträge zur Kenntnis der Gallerten, besonders der Stärkegallerten.

Kolloidchemische Beihefte. 1913. 5, 1—48.

In dieser Arbeit stellt der Verf. die Resultate seiner bekannten früheren Studien über die Stärke sowie seiner neueren Untersuchungen, bei denen moderne Hilfsmittel, wie der Ultrakondensator und der konzentrische Spiegelkondensator von Leitz benutzt wurden, nach kolloidchemischen Gesichtspunkten zusammen. Die Stärkekörner sind nach Meyer »geschichtete Sphärite der Amylose, bestehend aus meist amikroskopischen oder submikroskopischen Kriställchen der α - und β -Amylose«. Bei der Entstehung einer kolloiden Lösung aus Stärkekörnern unterscheidet der Verf. zwei Stadien. Im ersten erfolgt — schon bei Temperaturen unter 100° — der vom Verf. bereits früher als »Lösungsquellung« bezeichnete Vorgang, wobei die Kriställchen der β -Amylose in »Tröpfchen einer zähflüssigen Lösung von Wasser in Amylose umwandeln«. Bezeichnet man mit Meyer die flüssige disperse Phase von Emulsoiden als Hyle, so würden also die Tröpfchen dieser »amylosigen Wasserlösung« »Hydrohyle« darstellen. Diese adhären stark aneinander und bilden so eine »Tröpfchengallerte«, aus der das blasig aufgequollene Stärkekorn besteht. Die zwischen den Tröpfchen liegenden ultramikroskopisch nachweisbaren Trichite der α -Amylose wandeln sich — zweites Stadium — erst bei etwa 138° , nachdem die Blasen zerstäubt sind, in Tröpfchen um. Die Tröpfchen sind je nach der Größe der Kriställchen, aus denen sie entstanden sind, sehr verschieden groß, außerdem fließen sie während der Erwärmung und Abkühlung der Lösung halb oder ganz zusammen, so daß sich in einer solchen »heterodispersen« Lösung Teilchen von amikroskopischer Größe bis zur Größenordnung der dispersen Phase feiner Emulsionen befinden. Sie sind um so schwieriger sichtbar zu machen, je heißer die Lösung ist, da sie beim Erkalten Wasser abgeben und dichter werden. Der höchste Dispersionsgrad wird bei etwa 138 — 140° erreicht, beim Abkühlen vermindert er sich, und zwar um so mehr, je langsamer es erfolgt, je

länger die Lösung auf einer mittleren Temperatur zwischen 0 und 140⁰ gehalten wird und je konzentrierter sie ist.

Der Verf. beschreibt nun, wie die erhaltenen Gallerten, je nach dem Ausmaß dieser Bedingungen, im einzelnen ausfallen. Die Tröpfchen werden übrigens selbst unter 0⁰ nicht fest, sondern behalten eine gewisse Zähigkeit. Die Gallerten sind also stets porös, ihr Dispersionsmittel ist — im Gegensatz zu dem in der Amylose gelösten Wasser; das deshalb auch nur einen geringen Dampfdruck haben kann — in den Hohlräumen leicht beweglich. Beim Eintrocknen bei gewöhnlicher Temperatur verdampft es deshalb leicht und die Gallerten fallen zusammen, behalten aber ihre charakteristische Struktur, obwohl sie schwerer erkennbar wird. Nach Einlegen in Wasser wird die der betr. Temperatur entsprechende (also um so mehr, je höher sie ist) Wassermenge wieder vollständig in die Kapillarräume aufgenommen. Beim Erwärmen von frischer Gallerte mit Wasser wird diese weicher und durchscheinender, indem die Tröpfchen mehr Wasser aufnehmen und abnehmende Lichtbrechung zeigen. Schließlich, bei über 100⁰, »zerfällt sie ganz in ihre Strukturelemente, die in ihrer Gesamtheit immer eine kleinere Oberfläche haben als sie der Gesamtheit der dispersen Phase der kolloiden, frisch bereiteten Lösung zukam, aus der die Gallerte entstand«. Ruhland.

Rothert, W., Über Chromoplasten in vegetativen Organen.

Extrait du Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie. Mars 1911.

Die Arbeit handelt über die in vegetativen Organen vorkommenden Chromoplasten, die man bisher nur in wenigen Fällen untersucht hatte. Der Autor fand in 200 Spezies aus 42 Familien Chromoplasten in vegetativen Organen. Er rechnet dabei zu den Chromoplasten alle Chromatophoren, welche farbige Grana enthalten, auch die, welche dabei noch reich an Chlorophyll sind.

Die Verbreitung dieser Chromoplasten im System hat einen »sozusagen zufälligen Charakter«. Dabei gibt es von einigen Pflanzen bunte und grüne Rassen. Sehr häufig sind die Fälle, wo ein Objekt nur in der Jugend oder nur im ausgewachsenen oder sogar erst in einem gewissen Alter Chromoplasten führen. Diese können in »allen lebenden Zellen vorkommen, selbst die engen Elemente der Leitstränge und die dickwandigen Sklerenchymfasern nicht ausgenommen«. Die in einer Zelle vorkommenden Chromoplasten waren stets gleich gefärbt und stets gleich groß.

Die Chromoplasten der vegetativen Organe besaßen meist die Form der Chloroplasten, nur bei der saprophytischen Orchidee Galeola fanden sich spindelförmige Chromoplasten. Die Struktur der Chromoplasten und die Farbe der Grana glichen denen der Chromoplasten der Blüten:

Rothert betont besonders, daß allerhand Übergänge zwischen ausgebildeten Leukoplasten und Chromoplasten und Chloroplasten und Chromoplasten vorkommen, wobei er »leukoplastenähnliche Gebilde, welche in ganz farblosem Stroma spärliche farbige Grana führen« als Übergänge zwischen Leukoplasten und Chromoplasten betrachtet.

Bei einigen Reaktionen, welche der Autor anstellte, verhielten sich die Farbstoffe der Chromatophoren der vegetativen Organe genau so wie die der Chromatophoren floraler Organe. Er hebt dabei hervor, daß er zum ersten Male die konzentrierte Schwefelsäure bei der bekannten Karotinreaktion habe auf die lebenden Chromoplasten einwirken lassen. Das ist nicht richtig; ich habe z. B. in meinem »Erstes mikroskopisches Praktikum (Jena, 1907)« auf S. 156 die Anweisung für diese Reaktion gegeben.

Rothert meint dann auch, daß ein wichtiges neues Resultat seiner Untersuchung der Nachweis sei, daß sich die Chromoplasten in Chloroplasten und Leukoplasten umzuwandeln vermöchten (S. 239). Die Umwandlung von Chromoplasten in Chloroplasten war aber bekannt; Rothert weist selbst darauf hin, daß die im Frühling stattfindende Rückverwandlung der Chromoplasten der im Winter verfärbten Koniferenblätter in Chloroplasten ein schon bekanntes Beispiel für den in Rede stehenden Vorgang ist. Ich füge diesem als zweites das Ergrünen der Chromoplasten der Möhre (Erstes mikroskopisches Praktikum. 1907. S. 154) hinzu. Für die Umwandlung der Chromoplasten in Leukoplasten führt Rothert nur das Beispiel von *Gnetum* an. Bei *Gnetum funiculare* (S. 164) ist die Lamina der noch nicht völlig ausgewachsenen Laubblätter rötlichbraun bis braunrot. Von ihr sagt der Autor: »Die Lamina fängt bald an stellenweise zu ergrünen und wird schließlich rein grün; am längsten braun bleibt die Mittelrippe, die aber zuletzt schwach gelblich, beinahe farblos wird«. Er schließt daraus, daß hier die Umwandlung von Chromoplasten in Leukoplasten (schwach gelbliche) stattfinden müsse (S. 226). Ob da wirklich typische Leukoplasten vorlagen, wie eventuell die Umwandlung der Chromoplasten in Leukoplasten verläuft, ob unter Lösung der Farbstoffe, unter starkem Heranwachsen des Stromas oder unter Teilung und Heranwachsen, weiß man nicht.

Arthur Meyer.

Schulow, Iw., Versuche mit sterilen Kulturen höherer Pflanzen.

Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31. Heft 3.

Verf. veröffentlicht eine Reihe von Versuchen mit sterilen Kulturen höherer Pflanzen. Die Methode, nach der er 90—100% der angesetzten

Kulturen wirklich bakterienfrei erhielt, ist leider nicht beschrieben. Die bakterienfreien Wasserkulturen von Mais und Erbsen werden vom Verf. zur Ausführung verschiedener Versuche verwendet.

I. Assimilation des Phosphors organischer Verbindungen.

Es wurde versucht, die Frage zu entscheiden, ob der Phosphor aus organischen Verbindungen von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und assimiliert wird. Die bisher in der Literatur über diese Frage beschriebenen Versuche können nach Ansicht des Verf.s nicht als entscheidend angesehen werden, da es nicht erwiesen ist, daß diese Kulturen wirklich bakterienfrei durchgeführt wurden. Verf. prüfte alle seine Kulturen vor der Ernte auf Anwesenheit von Bakterien und gelangte zu folgenden Resultaten.

Der Phosphor des Lecithins wird von Mais und Erbsen in bakterienfreien Kulturen nicht assimiliert, sondern erst dann, wenn das Lecithin durch die Tätigkeit von Bakterien zersetzt wurde. Von Erbsen wurde nachgewiesen, daß sie den organischen Teil des Phytinphosphors verarbeiten. Höhere Pflanzen können demnach organisch gebundenen Phosphor in gewisser Form assimilieren.

II. Zur Frage nach den organischen Wurzelausscheidungen.

Eine zweite Frage, die naturgemäß nur mit Hilfe bakterienfreier Kulturen entschieden werden kann, ist die, ob die Wurzeln höherer Pflanzen organische Substanzen ausscheiden. Verf. stellte mit Sicherheit fest, daß in den Wasserkulturen von den Wurzeln von Mais und Erbsen beträchtliche Mengen von reduzierenden Zuckerarten ausgeschieden werden (bereits früher von Mazé festgestellt). Außerdem wurde aber eine Ausscheidung von nicht reduzierendem Zucker festgestellt. Ferner wurde unter den Ausscheidungsprodukten Apfelsäure nachgewiesen.

III. Erklärung des lösenden Einflusses von Ammoniumnitrat auf in Wasser unlösliche Phosphate.

Verf. stellte fest, daß die Assimilation von Ammoniak- und Nitratstickstoff durch die Pflanze nicht in allen Entwicklungsstadien gleich ist. Die jungen Pflanzen assimilieren besser Ammonstickstoff, die alten besser Nitratstickstoff. Das in der Nährlösung enthaltene Ammonnitrat reagiert also in den ersten Entwicklungsstadien physiologisch sauer, später alkalisch. Da bei Ammonnitrat außerdem eine beträchtlichere Ausscheidung von Apfelsäure beobachtet wurde als mit Calciumnitrat als Stickstoffquelle, so ist eine Lösung der wasserunlöslichen Phosphate in ammonnitrathaltiger Nährlösung leicht erklärlich. Lieske.



Neue Literatur.

Allgemeines.

Dekker, J., s. unter Physiologie.

Johannsen, W., Elemente der exakten Erblchkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik. 2. deutsche, neubearbeitete und sehr erweiterte Ausgabe in 30 Vorlesungen. G. Fischer, Jena. 1913. 8^o. XI, 724 S.

Winterstein, H., Handbuch der vergleichenden Physiologie. 38. Lief. Bd. III. Physiologie des Energiewechsels. Physiologie des Formwechsels. I. Hälfte. 1295, 1446. Fischer, Jena. 1913.

Bakterien.

Aumann, s. unter Technik.

Bassalik, K., Über die Verarbeitung der Oxalsäure durch *Bacillus extorquens* n. sp. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1913. 53, 255—304.)

Brandt, R., Beitrag zur Kenntnis der Morphologie oxydierender Bakterienfermente. (Centralbl. f. Bakt. I. 1913. 72, 1—23.)

Brown, P. E., Bacteriological studies of field soils. III. (Ebenda. II. 1913. 39, 523—542.)

Cano, U., Über die Wanderung des Cholera vibrios im Körper des befallenen Tieres. (Ebenda. I. 1913. 72, 124 ff.)

Duchacek, F., Sur une soi-disant variation biochimique du ferment lactique bulgare. (Compt. rend. 1913. 157, 1095—1097.)

Engeland, O., Über Säurebildung der Staphylokokken aus Kohlenhydraten und hochwertigen Alkoholen. Staphylokokkenmutation auf Brechweinsteinagar. (Centralbl. f. Bakt. I. 1913. 72, 260—270.)

Fred, E. B., A study of the formation of nitrates in various types of virginia soil. (Ebenda. II. 1913. 39, 455—468.)

Greaves, J. E., Some factors influencing ammonification and nitrification in soils. (Ebenda. 542 ff.)

Hata, S., A contribution to our knowledge of the cultivation of *Spirochaeta recurrentis*. (Ebenda. I. 1913. 72, 107—123.)

Kellermann, K. F., McBeth, I. G., Scales, F. M., and Smith, N. R., Identification and classification of cellulose-dissolving Bacteria. (Ebenda. II. 1913. 39, 502—523.)

Kofler, L., Die Myxobakterien der Umgebung von Wien. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. 1913. 32 S.)

Kossowicz, A., Einführung in die Mykologie der Gebrauchs- und Abwässer. Bornträger, Berlin. 1913. 8^o, 214 S.

Löhnis, F., Vorlesungen über landwirtschaftliche Bakteriologie. Bornträger, Berlin. 1913. 8^o, 378 S.

Lucet, A., De l'influence de l'agitation des bouillons de culture sur le développement du *Bacillus anthracis* et de quelques autres microbes. (Compt. rend. 1913. 157, 1473—1475.)

Meyer, K., Über das Verhalten einiger Bakterienarten gegenüber d-Glukosamin. (Biochem. Zeitschr. 1913. 57, 297—300.)

Peklo, J., s. unter Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Petschenko, B. de, Sur l'appareil locomoteur de *Chromacium okenii* (Ehrbg.) Perty. Contribution à l'étude de la structure des Bactéries. III. (Arch. f. Protistenkunde. 1913. 32, 229—249.)

Swellengrebel, N. H., Zur Kenntnis der Sporenbildung bei den Bakterien. (Ebenda. 31, 277—286.)

Woloschin, A. D., Zur Morphologie und Biologie des Milzbrandbacillus im tierischen Organismus. (Centralbl. f. Bakt. I. 1913. 72, 312—335.)

Pilze.

- Blochwitz, A.**, Vergleichende Physiologie der Gattung *Aspergillus*. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 497—502.)
- Bornand, M.**, Influence des métaux sur le développement de l'*Aspergillus niger* cultivé sur liquide de Raulin. (Ebenda. 488ff.)
- Carlson, T.**, Über Geschwindigkeit und Größe der Hefevermehrung in Würze. (Biochem. Zeitschr. 1913. 57, 313—335.)
- Coupin, H.**, Zinc et *Sterigmatocystis nigra*. (Compt. rend. 1913. 157, 1475—1476.)
- Dufour, L.**, Quelques Champignons de Madagascar. (Rev. gén. bot. 1913. 25, 497—502.)
- Fernbach, A.**, et **Schoen, M.**, L'acide pyruvique, produit de la vie de la levure. (Compt. rend. 1913. 157, 1478—1480.)
- Grafe, V.**, und **Vouk, V.**, Das Verhalten einiger Saccharomyten (Hefen) zu Inulin. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. 1913. 3, 327—333.)
- Herter, W.**, Zur Kritik neuerer Speziesbeschreibungen in der Mycologie. (Mycolog. Centralbl. 1913. 3, 286—290.)
- Iwanoff, N.**, Die flüchtigen Basen der Hefeautolyse. (Biochem. Zeitschr. 1913. 58, 217—225.)
- Kossowitz, A.**, s. unter Bakterien.
- Lewitsky, G.**, Die Chondriosomen als Sekretbildner bei den Pilzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 517—529.)
- Matheny, W. A.**, A comparison of the American brown-rot Fungus with *Sclerotinia fructigena* and *S. cinerea* of Europe. (The bot. gaz. 1913. 56, 418—432.)
- Melhus, I. E.**, The perennial mycelium of *Phytophthora infestans*. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 482—488.)
- Neuberg, C.**, und **Kerb, J.**, Über zuckerfreie Hefegärungen. XIII. (Biochem. Zeitschr. 1913. 58, 158—171.)
- Nottin, P.**, Influence du mercure sur la fermentation alcoolique. (Compt. rend. 1913. 157, 1005—1008.)
- Owen, W. L.**, The occurrence of *Saccharomyces Zopfii* in cane syrups and variation in its resistance to high temperatures when grown in solutions of varying densities. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 468—482.)
- Theißen, F.**, Über Membranstrukturen bei den Mycrothyriaceen als Grundlage für den Ausbau der Hemisphaeriales. (Mycolog. Centralbl. 1913. 3, 273—286.)
- Vill, Beiträge zur Pilzflora Bayerns.** (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1913. 11, 491—494.)
- Wehmer, C.**, Über Variabilität und Spezies-Bestimmung bei *Penicillium*. (Mycolog. Centralbl. 1913. 3, 195—203.)
- , Hausschwammstudien. III. Ansteckungsversuche mit verschiedenen Holzarten durch *Merulius-Mycel*. (Ebenda. 2, 331—340.)
- , Wirkung einiger Gifte auf das Wachstum des echten Hausschwamms (*Merulius lacrimans*) I. »Raco« und Sublimat. (Apotheker-Zeitung. 1913. No. 98. 1—8.)
- , Versuche über Umbildung von Alkohol und Milchzucker in Zitronensäure durch Pilze. (Chemiker-Zeitung. 1913. 1393—1396.)
- Wolk, P. C. van der**, *Protascus colorans*, a new genus and a new species of the Protoascineaegroup; the source of »Yellow-grains« in rice. (Mycolog. Centralbl. 1913. 3, 153—157.)
- Woronichin, N.**, Mycoflorae caucasicae novitates. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Moniteur jard. bot. Tiflis. 1913. No. 28. 16—27.)

Algen.

- Blanchard, F. N.**, Two new species of *Stigonema*. (Rhodora. 1913. 15, 192—200.)
- Conrad, W.**, Observations sur *Eudorina elegans* Ehrenbg. (Rec. inst. bot. Brux. 1913. 9, 321—346.)
- Iltis, H.**, Über eine Symbiose zwischen *Planorbis* und *Batrachospermum*. (Biol. Centralbl. 1913. 33, 685—700.)

- Kufferath, H.**, Contribution à la physiologie d'une Protococcacée nouvelle, *Chlorella luteo-viridis* Chodat, nov. sp. var. *lutescens* Chodat, nov. var. (Rec. inst. bot. Brux. 1913. 9, 113—320.)
- Segers-Laureys, A.**, Recherches sur la composition et la structure de quelques Algues officinales. (Ebenda. 81—112.)

Moose.

- Schiffner, V.**, Über einige kritische Arten der Gattung *Radula*. (Österr. bot. Zeitschr. 1913. 63, 441—445.)
- , Bryologische Fragmente LXXXIV—LXXVII. (Ebenda. 453—456.)
- Ubisch, G. v.**, Sterile Mooskulturen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 543—553.)

Gymnospermen.

- Groom, P.**, and **Rushton, W.**, The structure of the wood of East Indian species of *Pinus*. (The Journ. of Linnean Soc. 1913. 41, 457—490.)

Morphologie.

- Chibber, H. M.**, The morphology and histology of *Piper Betle*, Linn. (the Betelvine). (The Journ. of Linnean Soc. 1913. 56, 357—384.)
- Harvey-Gibson, R. J.**, Observations on the morphology and anatomy of the genus *Mystropetalon*, Harv. (Transact. Linn. Soc. Bot. 1913. [2] 8, 143—154.)

Zelle.

- Ruhland, W.**, Weitere Untersuchungen zur chemischen Organisation der Zelle. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 553—556.)

Gewebe.

- Blaringhem, L.**, et **Miège, E.**, Études sur les pailles de blé. (Compt. rend. 1913. 157, 1457—1460.)
- Delassus, M.**, Influence de la grosseur des graines sur le développement général et l'anatomie des plantes. (Ebenda. 1452—1454.)
- Fucskó, M.**, Studien über den Bau der Fruchtwand der Papilionaceen und die hygroskopische Bewegung der Hülsenklappen. (Flora. 1913. 106, 160—215.)
- Groom, R.**, and **Rushton, W.**, s. unter Gymnospermen.
- Harvey-Gibson, R. J.**, s. unter Morphologie.
- Moreau, L.**, Étude anatomique des Orchidées à pseudobulbes des pays chauds et de quelques autres espèces tropicales de plantes à tubercules. (Rev. gén. bot. 1913. 25, 503—549.)

Physiologie.

- Bauer, H.**, Der heutige Stand der Synthese von Pflanzenalkaloïden. Vieweg, Braunschweig. 1913. VIII + 144 S.
- Blochwitz, A.**, s. unter Pilze.
- Brannon, M. A.**, Osmotic pressure in potatoes. (The bot. gaz. 1913. 56, 433—439.)
- Briggs, L. J.**, and **Shantz, H. L.**, The water requirement of plants. I. Investigations in the great plains in 1910 and 1911. (U. S. dep. of agric. Bur. plant ind. 1913. Bull. 284. 1—48.)
- , Dasselbe. II. A review of the literature. (Ebenda. Bull. 285. 1—91.)
- Combes, R.**, Passage d'un pigment anthocyannique extrait des feuilles rouges d'automne au pigment jaune contenu dans les feuilles vertes de la même plante. (Compt. rend. 1913. 157, 1454—1457.)
- Dekker, J.**, Die Gerbstoffe. Botanisch-chemische Monographie der Tannide. Berlin. 1913. 8^o, 636 S.
- Delassus, M.**, s. unter Gewebe.
- Doposcheg-Uhlár, J.**, Studien zur Verlaubung und Verknollung von Sproßanlagen bei Wasserkultur. (Flora. 1913. 106, 216—236.)

- Engeland, O., s. unter Bakterien.
- Gohlke, K., Die Brauchbarkeit der Serumiagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreiche. F. Grub, Stuttgart. 8^o, 190 S.
- Harvey, E. M., The Castor bean plant and laboratory air. (The bot. gaz. 1913. 56, 439—443.)
- Hauman-Merk, L., Sur un cas de géotropisme hydrocarpique chez *Pontederia rotundifolia* L. (Rec. inst. bot. Bruxelles. 1913. 9, 28—33.)
- Iwanoff, N., s. unter Pilze.
- Liesegang, R. E., Prinzipielle Bemerkungen über das Eindringen kolloider Farbstoffe in Pflanzenzellen. (Biochem. Zeitschr. 1913. 58, 213—217.)
- Marchlewski, L., Studien in der Chlorophyllgruppe XIX. (Ebenda. 57, 423—430.)
- Mc Cool, M. M., The action of certain nutrient and non nutrient bases on plant growth. (Cornell univers. agric. exper. station. 1913. 118—216.)
- Meyer, K., s. unter Bakterien.
- Michaelis, A., Neuere Untersuchungen über das Chlorophyll. (Sitzgsber. u. Abhandlgn. d. naturforsch. Gesellsch. zu Rostock. 1913. 26 S.)
- Noack, K., Die Bedeutung der schiefen Lichtrichtung für die Helioperzeption parallelotroper Organe. (Zeitschr. f. Bot. 1913. 6, 1—83.)
- Oppawsky, G., Quellung und Keimung von Samen in verschiedenen Medien. (Diss. Kiel.) Lüdtko u. Martens, Kiel. 1913. 8^o, 69 S.
- Puriewitsch, K., Untersuchungen über Photosynthese. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1913. 53, 210—254.)
- Riß, M. M., Über den Einfluß allseitig und in der Längsrichtung wirkender Schwerkraft auf Wurzeln. (Ebenda. 157—209.)
- Ruhland, W., s. unter Zelle.
- Steinbrinck, C., Der Öffnungsapparat von Papilionaceen-Hülsen im Lichte der »Strukturtheorie« der Schrumpfungsmechanismen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 529—536.)
- Stone, G. E., The power of growth in plants. (Popul. sc. monthly. 1913. 231—239.)
- , The relation of light to greenhouse culture. (Mass. agric. exp. stat. 1913. Bull. 144. 1—40.)
- Tswett, M., Beiträge zur Kenntnis der Anthocyane. Über künstliches Anthocyan. (Biochem. Zeitschr. 1913. 58, 225—236.)
- Winterstein, H., s. unter Allgemeines.
- Wolff, J., De l'influence du fer dans le développement de l'orge et sur la spécificité de son action. (Compt. rend. 1913. 157, 1022—1024.)
- , Sur l'action catalytique du fer dans le développement de l'orge. (Ebenda. 1476—1478.)

Fortpflanzung und Vererbung.

- Ernst, A., Embryobildung bei *Balanophora*. (Flora. 1913. 106, 129—159.)
- Johannsen, W., s. unter Allgemeines.
- Pace, L., Apogamy in *Atamosco*. (The bot. gaz. 1913. 56, 376—394.)
- Wehmer, C., s. unter Pilze.

Ökologie.

- Drude, O., Die Ökologie der Pflanzen. Vieweg, Braunschweig. 1913. X + 308 S.
- Fritsch, K. von, Zur Frage nach dem Farbensinn der Tiere. (Ges. d. Naturf. u. Ärzte. 1913. II. 6 S.)
- Hauman-Merck, L., Observations d'éthologie florale sur quelques espèces argentines et chiliennes. (Rec. inst. bot. Bruxelles. 1913. 9, 3—20.)
- , Observations sur la pollination d'une Malpighiacée du genre *Stigmatophyllum*. (Ebenda. 21—27.)
- , Observations éthologiques et systématiques sur deux espèces argentines du genre *Elodea*. (Ebenda. 33—39.)
- Iltis, H., s. unter Algen.

Kufferath, H., s. unter Algen.

Peklo, J., Neue Beiträge zur Lösung des Micorrhizaproblems. (Zeitschr. f. Gärungsphys. 1913. 2, 246—289.)

Tubeuf, v., Regenfall und Blitzgefahr. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1913. 11, 503—513.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Andres, H., Studien zur speziellen Systematik der Pirolaceae. (Österr. bot. Zeitschr. 1913. 63, 445 ff.)

Bornmüller, J., Neue Arten aus der Flora von Artvin im westlichen Transkaukasien. II. (Moniteur jard. bot. Tiflis. 1913. No. 29. 28—30.)

—, Generis Cousinia species in Caucaso nec non in Transcaucasia crescentes. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Ebenda. No. 30. 15—26.)

Fries, T. C. E., Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Ein Beitrag zur Kenntnis der alpinen und subalpinen Vegetation in Torne Lappmark. Vetensk. och praktiska undersökn. i Lappland. Akademische Abhandlg. Stockholm. 1913. 361 S.

Haeckel, E., Bemerkungen über einige kaukasische Gräser. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Moniteur jard. bot. Tiflis. 1913. No. 29. 25—28.)

Hauman-Merck, L., La forêt valdivienne et ses limites. Notes de géographie botanique. (Rec. inst. bot. Brux. 1913. 9, 347—408.)

Hegi, G., Flora von Mitteleuropa. Bd. VI. 2. u. 3. Lief. J. F. Lehmann, München. 1913.

Koidzumi, G., Conspectus Rosacearum Japonicarum. (Journ. coll. sc. univ. Tokyo. 1913. 34, 2, 1—312.)

Lämmermayr, L., Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. I. Teil. Materialien zur Systematik, Morphologie und Physiologie der grünen Höhlenvegetation unter besonderer Berücksichtigung ihres Lichtgenusses. Fortsetzung. (Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. 1913. 29 S.)

Livingston, B. E., and **Livingston, G. J.**, Temperature coefficients in plant geography and climatology. (3 fig.) (The bot. gaz. 1913. 56, 349—375.)

Lonačewsky, A., Die Wildrosen des Batumschen Gebietes. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Moniteur jard. bot. Tiflis. 1913. No. 30. 1—15.)

Palla, E., Zwei neue Cyperaceen-Arten aus dem Kaukasus. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Ebenda. 26—30.)

Price, M. P., and **Simpson, N. D.**, An account of the plants collected by Mr. M. P. Price on the Carruthers-Miller-Price expedition through North-West Mongolia and Chinese Dzungaria in 1910. (The Journ. of Linnean Soc. 1913. 41, 385—456.)

Reichenbach, Deutschlands Flora. Bd. XXV. 20. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1913.

—, Icones florae germanicae et helveticae. t. XXV. 20. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1913.

Scholz, J. B., Zur Geschichte der Flora Westpreußens. (Zeitschr. d. histor. Ver. f. d. Reg.-Bez. Marienwerder. 1913. 42—59.)

Thomé, Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. Vff. von Migula. 209—213. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1913.

Vaupel, Blühende Kakteen. 39 Lief. Neumann, Neud. 1913.

Wulf, E., Clef analytique préliminaire pour la détermination des espèces du genre Veronica de la flore tauricocaucasiennne. (Moniteur jard. bot. Tiflis. 1913. No. 28. 1—16.)

Zahn, C. H., Hieracia caucasica nouveaux on moins connus de l'herbier du jardin botanique de Tiflis IV. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Ebenda. No. 29. 1—25.)

Angewandte Botanik.

Busse, W., Über die Festlegung von Wanderdünen in Buchara und Transkaspien. (Deutsch. Kolonialbl. 1913. No. 19. 13 S.)

- Freeman, G. F.**, The Tepary, a new cultivated legume from the Southwest. (The bot. gaz. 1913. 56, 395—417.)
- Hébert, A.**, Composition des graines grasses de deux espèces de *Symphonia* de l'Est de Madagascar. (Bull. soc. chim. France. 1913. [4] 13/14, 1039—1043.)
- Köhler**, Medizinalpflanzen. 2. Ergänzungsbd. v. Schellenberg u. Brandt. Bd. IV. 4. u. 5. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1913.
- Seeger**, Ein Beitrag zur Samenproduktion der Waldbäume im Großherzogtum Baden. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1913. 11, 529—555.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Ludwigs, K.**, Über die Kroepoek-Krankheit des Tabaks in Kamerun. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 536—543.)
- Münch**, Hitzeschäden an Waldpflanzen. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1913. 11, 557—561.)
- Neger, F. W.**, und **Lakon, G.**, Studien über den Einfluß von Abgasen auf die Lebensfunktionen der Bäume. (Mitt. kgl. sächs. forstl. Versuchsanst. Tharandt. 1913. 1, 177—233.)
- Peklo, J.**, Die pflanzlichen Bakteriosen. (D. Naturwiss. 1913. 480—484.)
- Stone, G. E.**, Shade-tree troubles. (Rep. of the botanist. 25. ann. rep. Massach. agricult. exper. stat. 1913. 41—51.)
- , Effects of illuminating gas on vegetation. (Ebenda. 13—28.)
- , The influence of various light intensities and soil moisture on the growth of cucumbers, and their susceptibility to burning from hydrocyanic acid gas. (Ebenda. 29—40.)
- Wislicenus, H.**, Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase und saurer Nebel auf die Pflanze. (Experimentelle Rauchschäden.) (Mitt. kgl. sächs. forstl. Versuchsanst. Tharandt. 1913. 1, 85—175.)

Technik.

- Aumann**, Über die Brauchbarkeit der porösen Tondeckel für Bakterienkulturschalen. (Centralbl. f. Bakt. I. 1913. 72, 398—400.)
- Stone, G. E.**, Cement aquaria. (The plant world. 1913. 16, 281—285.)

Verschiedenes.

- Massart, J.**, La création de réserves naturelles. (Rec. inst. bot. Bruxelles. 1913. 9, 40—67.)
- Zimmermann, W.**, Badische Volksnamen von Pflanzen. (Mitt. d. bad. Landesver. f. Naturk. 1913. 285—300.)

Notizen.

Die Stiftung von Schnyder von Wartensee schreibt für das Jahr 1916 folgende Preisaufgabe aus dem Gebiet der Naturwissenschaft aus.

»Neue Untersuchungen über das Dickenwachstum der Bäume«.

Dabei gelten folgende Bestimmungen:

An der Preisbewerbung können sich Angehörige aller Nationen beteiligen.

Die einzureichenden Konkurrenz-Arbeiten von Bewerbern um den Preis sind in deutscher, französischer oder italienischer Sprache abzufassen und spätestens am 30. September 1916 einzusenden:

»An das Präsidium der Kommission für die Stiftung von Schnyder von Wartensee« (Adresse: Stadtbibliothek Zürich), welches auch weitere Auskunft erteilt.

Für die Prämiiierung der eingegangenen Arbeiten stehen 3000 Francs zur Verfügung.

Die Kgl. Landesanstalt für Wasserhygiene in Berlin-Dahlem versendet eine Mitteilung bezügl. Herstellung und Abgabe von Nährgelatine zu Wasseruntersuchungen durch diese. Näheres durch die Geschäftsstelle Berlin-Lichterfelde 3, Ebrenbergstr. 38/42. Oder in der »Hygienischen Rundschau«. 1913. No. 20.

Personal-Nachrichten.

Prof. Erwin Baur-Berlin, Landwirtschaftliche Hochschule, gibt zum 1. April 1914 die etatmäßige Professur für Botanik und die Direktion des botanischen Institutes ab und übernimmt eine neue Professur für Vererbungslehre, sowie die Direktion eines neu zu begründeten Instituts für Vererbungsforschung, das der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin angegliedert wird.

Prof. Wilh. Benecke erhielt einen Ruf als Professor der Botanik und Direktor des botanischen Instituts und wird diesem Rufe zum 1. April 1914 Folge leisten.

Prof. Hans Kniep in Straßburg i. E. hat einen Ruf als Nachfolger von Prof. Gregor Kraus nach Würzburg angenommen.



R. Boresch gez.

Ed. u. Lith. G. Fischer

Sobald erschienen:

Elemente der exakten Erblchkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik

Von

Dr. W. Johannsen

Prof. ord. der Pflanzenphysiologie an der Universität Kopenhagen

Zweite deutsche, neubearbeitete und sehr erweiterte Ausgabe
in dreißig Vorlesungen

Mit 33 Abbildungen im Text. (XI, 723 S. gr. 8°.)

1913. Preis: 13 Mark, geb. 14 Mark.

Dieses Werk war schon fast zwei Jahre nicht mehr im Buchhandel. Durch einen längeren Aufenthalt des Verf. an nordamerikanischen Universitäten wurde die Neubearbeitung wesentlich verzögert, er hat aber auf dieser Studienreise viele fruchtbare Anregungen geschöpft, die der vorliegenden zweiten Auflage zugute gekommen sind. Die Neubearbeitung ist für die meisten Vorlesungen eine völlige gewesen; das Buch ist insofern ein neues und umfassenderes geworden. Die Gesichtspunkte, welche der ersten Auflage ihren Charakter gaben, sind in der Zwischenzeit von vielen Forschern und von dem Verf. selbst vertieft und erweitert worden, und sie haben dabei die Prüfung ihrer Berechtigung bestanden. Das Buch, das man als ein Lehrbuch der modernen variationsstatistischen Untersuchungsmethoden bezeichnen kann, ist nicht nur für die Spezialforscher der Vererbungs- und Abstammungslehre, sondern ebenso sehr für Physiologen und Biologen, ja auch für Psychologen von größtem Wert.

Zentralblatt für Physiologie. Bd. 26, Nr. 1

In seiner umfangreichen Arbeit gibt der Verf. eine klare Darstellung der exakten experimentellen Erblchkeitslehre, d. i. Erblchkeitslehre mit Mathematik. Dabei aber muß bemerkt werden, daß der Autor alle Berechnungsmethoden ganz allmählich und ohne besondere Voraussetzungen behandelt, so daß sogar die mathematisch ungeschulten Leser das Buch leicht lesen können. Als Material zu seinen Erörterungen benutzt Johannsen alles, was von anderen Autoren auf diesem Gebiete gegeben wurde, und die Resultate seiner eigenen vieljährigen Forschungen. Die eingehende Besprechung aller Fragen der Erblchkeitslehre, die kritische Bearbeitung, reiches Material und detailliertes Literaturverzeichnis machen aus dem Buche einen unentbehrlichen Führer für jeden, welcher sich näher mit den Erblchkeitsproblemen beschäftigen will.
J. Morawski (Warschau).

Archiv für Rassen- und Gesellsch.-Biologie, 1909, Heft 1:

Zweck des Werkes ist, die Elemente einer nach Exaktheit strebenden Erblchkeitsforschung kritisch darzustellen. Dies ist nur möglich, indem die Methoden ganz besonders berücksichtigt werden. Es findet daher die Anwendung der Mathematik eine eingehende, mustergültige Darstellung unter Vermeidung aller höheren Mathematik und zwar in einer Weise, die geeignet ist, auch den weniger vertrauten in die Anwendung dieses Hilfsmittels auf die Probleme der Biologie einführen. Johannsen betont, daß das Vertrautsein mit ihrer Anwendung eine notwendige Voraussetzung eines wirklichen Verständnisses vieler Erblchkeitsfragen ist, warnt aber gleichzeitig vor Überschätzung der Bedeutung der Mathematik auf diesem Gebiete. Sie darf nicht Selbstzweck sein, man muß die Erblchkeitslehre mit Mathematik, nicht aber als Mathematik treiben. Das auch zahlreiche neue Einzelergebnisse enthaltende Werk ist geeignet, jedem Arbeiter auf dem Gebiet der Erblchkeitslehre Belehrung und Anregung zu geben.
Weinberg (Stuttgart).

Von demselben Verfasser ist ferner erschienen:

Über Erblchkeit in Populationen und in reinen Linien

Ein Beitrag zur Beleuchtung schwebender Selektionsfragen

1903. Preis: 1 Mark 50 Pf.

Das Ätherverfahren beim Frühtrieb

mit besonderer Berücksichtigung der Flidertreiberei

Zweite, wesentlich erweiterte Auflage. Mit 13 Abbildungen im Text

1906. Preis: 1 Mark 50 Pf.

Soeben erschienen:

Über die Korrelationsmethode

Nach einem im naturwissenschaftlich-medizinischen Verein in Innsbruck
am 26. November 1912 gehaltenen Vortrage

Von

Felix M. Exner

Aus der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift gesondert abgedruckt
und mit einem Anhang versehen

Mit 3 Figuren. 1913. Preis: 1 Mark.

Die vorliegende Schrift bezweckt, Vertreter verschiedener Wissenschaften auf eine Methode aufmerksam zu machen, die, von englischen Gelehrten ausgearbeitet, in der heutigen englischen Literatur schon recht häufig, in der deutschen noch selten zu finden ist. Sie ist eine wertvolle Methode der Statistik und dient dazu, den vermuteten Zusammenhang zwischen irgendwelchen veränderlichen Dingen, die sich durch Zahlen ausdrücken lassen, in mathematischer Fassung darzustellen. Die Schrift wird daher für alle Mediziner und Naturwissenschaftler, aber auch für Forscher anderer Wissenszweige von Wichtigkeit sein.

Soeben erschienen:

Pflanzenphysiologie

Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen
einschließlich Bakteriologie und Hydrobiologie mit Planktonkunde

Von

R. Kolkwitz

Mit 12 zum Teil farbigen Tafeln und 116 Abbildungen im Text
(V, 258 S. gr. 8°)

1914. Preis: 9 Mark, geb. 10 Mark

Das vorliegende Buch ist aus Versuchen und Übungen entstanden, die bezweckten, die Studierenden an der Berliner Universität und landwirtschaftlichen Hochschule in die physiologische Botanik einzuführen. Es wurde deshalb stets dasjenige herausgesucht, was im Vergleich zu der aufgewendeten Zeit die beste Belehrung bot. Die in 14 Jahren bei mehr als 25maligem Durcharbeiten bewährten Gesichtspunkte geben daher dem vorliegenden Buch besonderen Wert. Das ganze Gewächsreich ist hier in besonders übersichtlicher Disposition behandelt und namentlich der Planktonkunde große Aufmerksamkeit gewidmet worden. Das Buch wird für alle Kreise der Naturwissenschaftler, für Lehrer der Naturwissenschaften, Chemiker, Apotheker, für Mediziner, für Industrielle, deren Betriebe mit Wasser zu tun haben, und für Gärtner von besonderer Wichtigkeit sein.

In Vorbereitung ist die **Schluß-Lieferung** zum

Handbuch der technischen Mykologie

Herausgegeben von

Prof. Dr. Franz Lafar, Wien

Im gemeinsamen Interesse werden alle Abnehmer und Leser hierdurch gebeten, die in den bisher erschienenen zwanzig Lieferungen bemerkten und noch nicht verbesserten **Druckfehler** angeben zu wollen, und zwar entweder an die Verlagshandlung oder an den Herausgeber (Prof. Dr. LAFAR, Wien 4/1, Karlsplatz 13).

Diesem Hefte liegen 2 Prospekte bei: 1) vom Verlag Gustav Fischer in Jena betr.: „**Der Manihot-Kautschuk**“ von Prof. Dr. A. Zimmermann; 2) vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig und Berlin betr.: „**Die Kultur der Gegenwart**“, hrsg. von Prof. Paul Hinneberg. (Teil III, Abteilg. IV, Band 2: Zellen- und Gewebelehre. Morphologie und Entwicklungsgeschichte.)

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · DRITTES HEFT

MIT 18 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des dritten Heftes.

I. Originalarbeit.		Seite
Karl Killian, Über die Entwicklung einiger Florideen. Mit 18 Textfiguren		209
II. Besprechungen.		
Baar, Henryk, Zur Anatomie und Keimungsphysiologie heteromorpher Samen von <i>Chenopodium album</i> und <i>Atriplex nitens</i>		291
Børgesen, F., The Marine Algae of the Danish West Indies. I. Chlorophyceae		297
Combes, Raoul, Influence de l'éclaircissement sur la formation des graines et sur leur pouvoir germinatif		292
Crump, W. B., The coefficient of humidity: a new method of expressing the soil moisture		281
Hawkins, Lon A., The Effect of Certain Chlorides Singly and Combined in Pairs on the Activity of Malt Diastase		280
Hoyt, W. D., Some toxic and antitoxic effects in cultures of <i>Spirogyra</i>		286
Janse, J. M., Der aufsteigende Saftstrom in der Pflanze. II.		284
—, Die Wirkung des Protoplasten in den Zellen, welche bei der Wasserbewegung beteiligt sind		284
Knight, J., and Crocker, Wm., Toxicity of Smoke		288
Lipman, Chas. B. and Wilson, Frank H., Toxic Inorganic Salts and Acids as affecting Plant Growth		287
Magnus, W., Über zellenförmige Selbstdifferenzierung aus flüssiger Materie		279
Peklo, J., Neue Beiträge zur Lösung des Mycorrhizenproblems		293
Reinders, E., Das Manometer in der Saftsteigungsfrage		283
Winkler, Albert, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse		286
Yamanouchi, Sh., The Life History of <i>Zanardinia</i>		295
III. Neue Literatur.		298
IV. Personal-Nachricht.		304

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Über die Entwicklung einiger Florideen.

Von

Karl Killian.

Mit 18 Figuren im Text.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

A. Einleitung.

Die Entwicklungsgeschichte der Florideen gehört zu den am wenigsten bearbeiteten Gebieten der botanischen Wissenschaft. Die meisten Forscher, die es sich vornahmen, Rotalgen von der Spore bis zu den geschlechtsreifen Pflanzen zu beobachten, kamen über die ersten Stadien nicht hinaus; andere, die es weiter brachten, mußten ihre Untersuchungen auf eine oder wenige Formen beschränken, so daß irgendeine Vergleichung oder gar Verallgemeinerung unmöglich wurde. An dieser Dürftigkeit der Resultate ist vor allem die Schwierigkeit des Kultivierens schuld, das für ein exaktes Studium unerläßlich ist, zumal Beobachtungen im Freien allein nur in den seltensten Fällen ein vollständiges und einwandfreies Material liefern können.

Wieder andere Forscher glaubten diese Schwierigkeiten zu umgehen, dadurch, daß sie aus Untersuchungen embryonale Teile von älteren Pflanzen deren Entwicklungsgeschichte ableiteten. Wenn auch derartige Beobachtungen oft recht nützliche Ergänzungen liefern, so würde man sich doch schweren Täuschungen hingeben, wenn man aus ihnen ein einigermaßen ganzes Bild des Entwicklungsganges zu gewinnen hoffte. Der richtige Weg ist vielmehr allein in der Kombination von Kulturen, Beobachtung im Freien und an der älteren Pflanze geboten.

Methodischer Teil.

Über Kulturen von Meeresalgen im allgemeinen ist schon viel geschrieben worden. Eine gute Zusammenfassung gibt Oltmanns in seinem Algenbuch (1906). Was speziell die Kultur

von Rotalgen anbetrifft, so liegen darüber zwar schon viele Versuche vor, die jedoch kaum Resultate von größerer Tragweite lieferten. Es ist ja leicht, sich solche Kulturen zu verschaffen. Man braucht bloß frisches, reifes Material, das vorher unter dem Mikroskop sortiert wurde, über Nacht in ein Aquarium mit stehendem Seewasser zu legen und die Sporen auf den daruntergelegten Objektträgern aufzufangen. In einem Zeitraume von 24—36 Stunden kleben sich dieselben durch Schleimabsonderung am Glase fest. Allerdings können manche Sporen nur schwer an der glatten Glasoberfläche haften. Es ist daher von vielen Autoren die Verwendung von mattgeätzten Objektträgern empfohlen worden; der Vorteil dieser Methode wiegt jedoch den Nachteil der verringerten Durchsichtigkeit nicht auf. Die Schwierigkeit der Florideenkultur liegt hauptsächlich darin, dieselbe längere Zeit entwicklungsfähig zu halten. Bei dem enorm langsamen Wachstum dieser Pflanzen muß sich die Beobachtung nämlich auf $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Jahr erstrecken, ehe man Stadien findet, die den Erwachsenen ähnlich werden. Nur wenigen Autoren ist das bisher gelungen. Am weitesten kam Darbishire (1, 1895), der die Entwicklung von *Phyllophora* 11 Monate lang beobachten konnte. Das ist, wie gesagt, eine Ausnahme; meist erstreckt sich die Beobachtungszeit nur auf Wochen. Bekannt ist außerdem, daß gerade Rotalgen in Kulturen sehr dazu neigen, abnorme Formen zu bilden. Es ging daher das Bestreben der meisten Florideenforscher in erster Linie darauf hinaus, ihren Kulturen möglichst natürliche Bedingungen zu bieten. Versuche mit stagnierendem Seewasser will ich gar nicht erst anführen, da ich sie für prinzipiell verfehlt halte. Denn bei der Aussaat der Keime gelingt es nie, Diatomeen gänzlich fernzuhalten. Diese entwickeln sich aber in ruhigem Wasser meist viel schneller wie die träge wachsenden Florideenkeimlinge und überwuchern dieselben.

Von weiteren Versuchen möchte ich vor allem die von Nienburg (1908 und 1912) erwähnen, der mit fließendem Wasser arbeitete. Der Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch der, daß im Laufe der Monate sich trotzdem so viele Sinkstoffe, Diatomeen und Bakterien auf den Kulturen festheften, daß sie dieselben zum Absterben bringen, mag das Wasser auch noch so sauber

sein. Zum Unglück koinzidiert nun die Hauptfruktifikationszeit der Florideen mit der Blütezeit der Diatomeen. Weit bessere Resultate erzielte Nienburg (1912), als er seine Kulturen in größere Aquarien setzte. Auch ich machte diese Erfahrungen. Nachdem ich anfangs in kleineren Aquarien (34:33:21 cm) mit stark fließendem Seewasser recht viele Kulturen eingeübt hatte, benutzte ich ein großes Zementbecken, das eine Wassermenge von 84:96:115 cm faßte. In dieses wurde Tag und Nacht ununterbrochen frisches Seewasser gepumpt, das vorher ein Klärbecken passiert hatte. Die Leitung war mittels einer Glasröhre bis auf den Boden des Aquariums verlängert; von hier aus passierte ein Strahl ungebrauchten Seewassers das Becken, um auf der entgegengesetzten Seite durch eine Abflußöffnung dicht unter dem Rand wieder abzufließen. Das Becken stand in einem Raum mit Oberlicht, ohne daß die Sonnenstrahlen direkten Zutritt hatten. Mit Absicht wurde das Aquarium mit Crustaceen, Echinodermen und fleischfressenden Fischen besetzt, die einmal die nötige CO₂ lieferten und durch ihre Bewegung auch als Ventilatoren fungierten. Die Objektträger, auf denen die keimenden Sporen sich festgesetzt hatten, wurden mit kleinen numerierten Korken versehen. Ich versenkte dieselben schräg geneigt, oder ich ließ sie an der Oberfläche schwimmen. Durch die schräge Lage wurde am besten vermieden, daß sich Sinkstoffe auf den Gläsern absetzten. Natürlich wurden die Kulturen nicht regellos im Becken verteilt, sondern Bewohner flachen Wassers wurden an helleren Stellen, Formen größerer Tiefen hinter Felsen versenkt. Es zeigte sich nun, daß nicht alle Algen mit dem relativ schwachen Wasserwechsel am Boden des Aquariums vorlieb nahmen. *Corallina* z. B. gedieh überhaupt nicht, und *Gelidium capillaceum*, eine Form der Hochregion, die in kleineren Glasaquarien mit starkem Wasserwechsel gut fortkommt, verschwand spurlos. Andere Algen wiederum — es waren meistens solche, die nicht als Epiphyten, sondern auf Muscheln und an mehr schlammigen Stellen wachsen (z. B. *Halymenia*) — gingen im großen Becken mit der schwächeren Strömung durch Diatomeenüberwucherung schneller zugrunde als in kleinen Aquarien. Ganz besonders empfindlich gegen Diatomeen und Bakterien waren die fädigen Formen (wie die

Ceramiaceen). Es gelang dieselben nur in solchen Kulturen zu halten, die von vornherein nicht mit Diatomeen infiziert waren. Um diese Störenfriede auch weiterhin fernzuhalten, wurde das Seewasser unter dem Druck der Leitung erst durch ein Berkefield-Filter) verbesserte Methode Allen-Nelson) durchgepreßt, so daß ein langsamer, aber ständiger Einfluß von keimfreien Wasser stattfand. Kurz: Es handelt sich bei Algenkulturen darum, nicht nach einem gewissen Schema zu arbeiten, sondern es müssen für jede einzelne Art die vorteilhaftesten Bedingungen ausprobiert werden.

Daß die günstigsten Bedingungen am natürlichen Standort der Alge, im freien Meer realisiert sind, steht fest. Daher auch die anregenden Versuche Kuckucks (2, 1900), Kulturen im freien Meer anzusetzen. Das geht, wenn man ein oder zwei Formen untersucht und Kulturen¹ im Überfluß hat. Das war jedoch nicht mein Fall; auch hatte ich bei den Versuchen, die ich nach der Richtung hin anstellte, kein Glück.

Was nun die Untersuchung der Kulturen betrifft, so wurden diese in kürzeren oder längeren Intervallen in flache Glasschalen gebracht. Dabei waren die Objektträger eben mit Wasser bedeckt, so daß noch mit Trockensystemen gearbeitet werden konnte. Wasserimmersion wurde nicht verwandt, da das Metall die Kulturen leicht hätte schädigen können. Wurde bei der Beobachtung das Wasser häufiger gewechselt, um eine Erwärmung im geheizten Zimmer zu vermeiden, so ertrugen die Keimlinge stundenlangen Aufenthalt in der flachen Wasserschicht ohne Schädigung. — Deckgläser durften selbstverständlich nicht verwendet werden. — Zur Untersuchung wurde nur lebendes Material verwandt, wo nicht durch die Undurchsichtigkeit Mikrotomarbeit notwendig wurde. In diesem Falle erfolgte die Fixierung mit Flemming, weniger mit Chromessigsäure und Jod in Seewasser. Als Färbemittel wurde in der Hauptsache Delafields Hämatoxylin verwandt. Was die Abbildungen betrifft, so stellen sie Phasen aus dem Entwicklungsgang verschiedener Individuen dar, da so die individuellen Schwankungen am besten eliminiert werden. Es sind die Zeichnungen, soweit sie nicht Schnitte darstellen, alle nach lebenden Material gemacht. Die

¹) Die Zahl der Kulturen, die angesetzt wurden, betrug ca. 500. Die Beobachtung derselben erstreckte sich auf 14 Monate.

Vergrößerung ist bei allen dieselbe (Zeiß, Objektiv C., Comp. Okular 8). Der Platzersparnis halber wurden bei der Reproduktion die Fig. 6 und 13 auf die Hälfte, die Fig. 5, 7 und 8 auf $\frac{2}{3}$, 5, 9 und 18 auf $\frac{3}{4}$ der ursprünglichen Größe reduziert.

Spezieller Teil.

Ceramiaceen.

Zu den am einfachsten organisierten Florideen gehören die Ceramiaceen. Sie bestehen meistens aus einer zunächst monosiphonen Achse mit seitlichen Verzweigungen, deren Anordnung im einzelnen sehr mannigfaltig ist. Während bei einfach gebauten Formen sich alle Sproßanlagen zu aufrechten Ästen ausbilden, finden bei höher entwickelten Arten manche Reduktionen statt. Aufgabe der vergleichenden Entwicklungsgeschichte ist es, festzustellen, in welchen Beziehungen die komplizierten Formen zu den einfachen stehen.

Über die Entwicklung der Ceramiaceen war bisher nur wenig bekannt, und eine lückenlose Untersuchung von der Spore bis zur erwachsenen Form liegt überhaupt nicht vor.

Von den Autoren, welche die Entwicklung von der Spore an teils nach Beobachtungen in der Natur, teils nach Kulturen beschreiben, erwähne ich Thuret (1878), Pringsheim (1861), Derick (1892) und Tobler (4, 1903). Wir kommen auf diese Arbeiten noch des öfteren zu sprechen.

Callithamnium scopulorum.

C. s. ist eine einfach gebaute Ceramiacee mit monosiphoner unberindeter Achse. Sie wurde reichlich auf *Corallina* wachsend gefunden. Es konnten die meisten Entwicklungsstadien meiner Kulturen mit freiwachsenden Keimlingen verglichen werden (Abbg. s. Oltmanns I, S. 581). Die keimende Tetraspore¹ ist zunächst dicht mit Reservestoffen gefüllt. Sie heftet sich durch eine Schleimschicht an die Unterlage, und in kurzer Zeit sind die Reservestoffe verbraucht. Es treten schon in diesem Stadium diffus in der Zelle zerstreute Farbstoffkörnchen auf.

¹) Sind in einer Zelle gleichzeitig Reservestoffe und Chromatophoren enthalten, so ist dies in den folgenden und allen späteren Abbildungen dadurch angedeutet, daß die Reservestoffe punktiert, die Chromatophoren schraffiert sind.

Über deren Entstehung konnte in diesem Falle nichts Genaueres ermittelt werden, da zur Zeit ihrer Bildung die Spore noch undurchsichtig war. Der Sporenkörper streckt sich hierauf in die Länge und sondert sich in einem oberen Teil mit reichlicher Chromatophorenanhäufung und einem unteren helleren Teil. Es treten jetzt horizontale Wände auf. Die Basis wächst in ein Rhizoid aus, die Spitze verlängert sich spindelförmig. Nun tritt eine starke Streckung aller Zellen unter gleichzeitiger Verschmälerung ein. Die Umrisse der Chromatophoren sind im Innern des Zellraumes vorläufig noch undeutlich. Weiterhin wachsen die Chromatophoren zu kleinen Plättchen mit deutlichen Konturen aus, die sich mosaikartig aneinanderschmiegen. Neue Zellteilungen erfolgen hauptsächlich im oberen Teil des Fadens; besonders intensiv teilt sich die Spitzenzelle. In meinen Kulturen wurden die folgenden Stadien insofern etwas abnorm, als die Zellen und die Chromatophoren sich übermäßig verlängerten. Deshalb wurde die Untersuchung an Keimlingen fortgesetzt, die im Freien gewachsen waren. Übereinstimmend mit den Beobachtungen in meinen Kulturen degeneriert auch hier das primäre Rhizoid, und an seine Stelle treten mehrere sekundäre kleine Rhizoiden.

Ist so die Befestigung der Keimpflanze verstärkt, so beginnt die Verzweigung. Die Äste treten in alternierender Reihenfolge an den Gliedern der Hauptachse auf. Bei noch älteren Keimpflanzen verzweigen sie sich ihrerseits. Was den Zellinhalt betrifft, so ist in diesem Stadium die intensive Vermehrung und Streckung der Chromatophoren charakteristisch.

Vergleicht man nunmehr mit solchen Entwicklungsstufen die Sproßspitzen erwachsener Pflanzen, so findet man genaue Übereinstimmung. Die weitere Entwicklung läßt sich daher ebensogut hier verfolgen. Etwas prinzipiell Neues ist nicht mehr zu sagen; ich möchte nur hervorheben, daß einer der oberen Seitensprosse (meistens der drittoberste) besonders erstarkt und die Hauptachse beiseite drängt. Diese gibt ihre ursprüngliche Wachstumsrichtung auf und ist schließlich weder durch die Gestalt noch durch die Stellung von ihrem Seitensproß zu unterscheiden (Subdichotomie Bornets). Dasselbe wiederholt sich an den folgenden Ästen, und es ist schließlich die Hauptachse zickzackförmig hin und her gebogen — Von der weiteren Entwicklung

der Chromatophoren ist etwas besonderes nicht zu bemerken. Die einzelnen Körner vermehren und vergrößern sich; Verzweigungen der Farbstoffträger, wie sie bei höher entwickelten Ceramiaceen vorkommen, sind hier nicht wahrzunehmen.

Über die Berindung der Hauptachse durch Hyphen, die bei *C. scopulorum* schwach ist und erst in späteren Entwicklungsstadien eintritt, ist bereits von früheren Autoren das nötige gesagt.

Ähnlich verläuft die Entwicklung von *Callithamnium corymbosum*; der einzige Unterschied in der Keimungsgeschichte ist der, daß die Chromatophoren zunächst in größere Stücke zerfallen und ihre definitive Gestalt in viel späteren Stadien erreichen. — Aus der Entwicklungsgeschichte von *Callithamnium granulosum* gibt Tobler (4, 1903) einige Abbildungen, die nach Keimlingen angefertigt wurden, die er draußen fand. Auch diese Art bildet zunächst Primärrhizoiden, mit denen die Keimpflanze das Substrat umklammert. Sonst stimmen seine Beobachtungen ganz mit den meinigen überein.

Etwas anders scheinen die Verhältnisse bei *Callithamnium Borreri* zu liegen, deren Entwicklung Derick (1892) beschreibt. Hier wird das Primärrhizoid frühzeitig durch sekundäre ersetzt; diese schließen gleich zu einer Art von Haftscheibe zusammen, die ihrerseits später durch Hyphen verstärkt wird. Wir kommen jetzt zur Besprechung von

Antithamnium plumula.

Diese Alge kommt an Molen und Felsen recht häufig vor. Im Aussehen ist sie von *Callithamnium* nicht sehr verschieden, nur die Verzweigung ist etwas komplizierter (Abbg. s. Oltmanns I, S. 583). Bei meinen Kulturen ging ich von Tetrasporen aus, die nur in filtriertem Seewasser zu einer normalen Entwicklung gelangten. Bei der Sporenkeimung schwinden wiederum die Reservestoffe, und die Chromatophoren wandern vom Zentrum der Zelle nach der Peripherie (Fig. 1, 1). Hierauf streckt sich der Sporenkörper und teilt sich durch Horizontalwände, genau wie bei *Callithamnium* (1, 2). Das basale Ende wächst zu einem Wurzelschlauch aus, der sich erheblich verlängert. Die Chromatophoren, die in den anderen Zellen zu einzelnen Plätt-

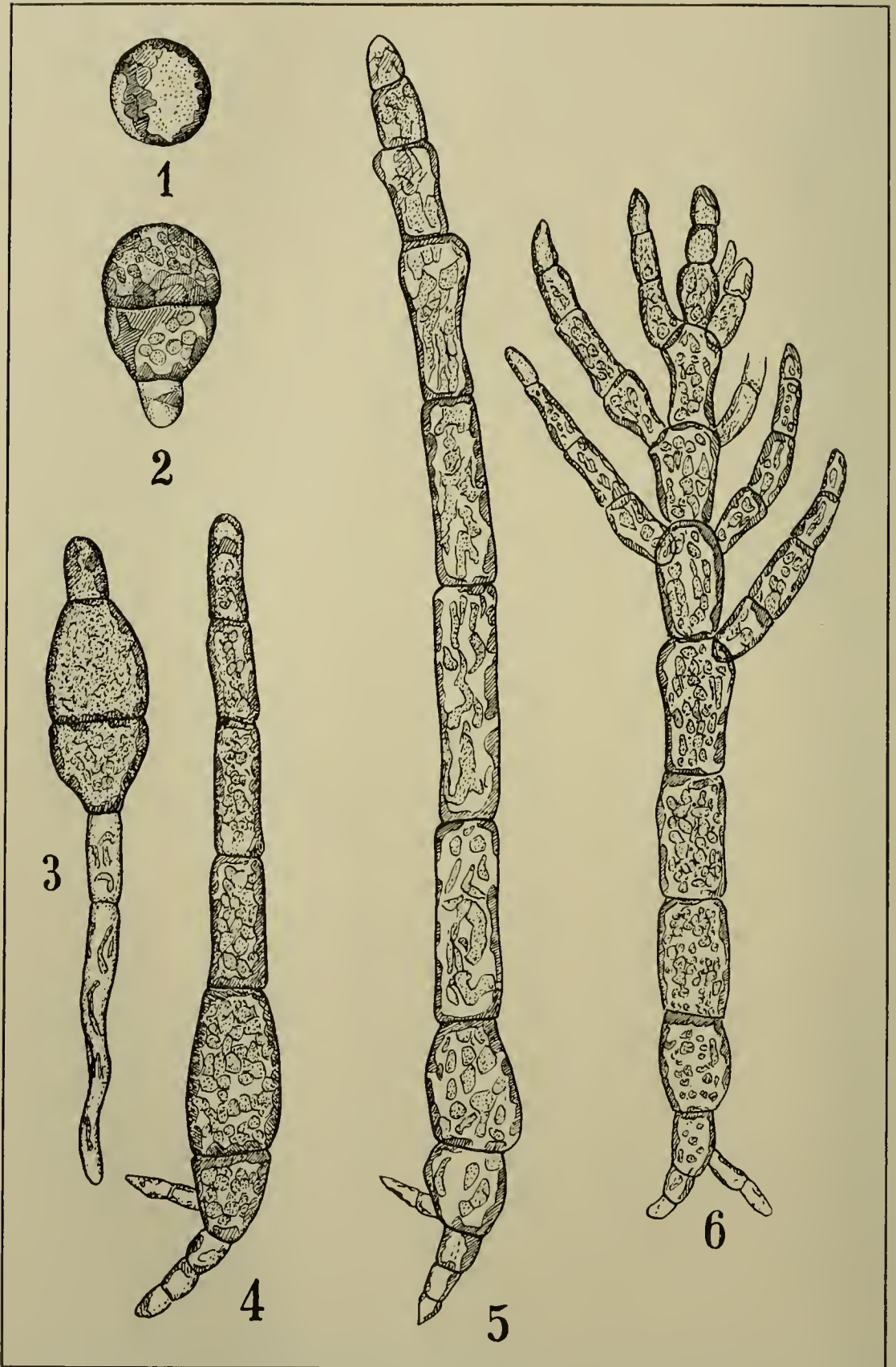


Fig. 1. Die Entwicklung von *Antithamnium plumula*.

chen zerlegt wurden, haben in den Rhizoiden fädige Gestalt angenommen. Inzwischen hat sich auch die Spitzenzelle vergrößert und hat einen Fortsatz entwickelt, der dicht mit Chromatophoren erfüllt ist. Dieser Fortsatz wächst zu einer normalen Zelle aus, die ihrerseits geteilt wird (1, 3). — Während die Spitze in lebhaftem Wachstum begriffen ist, ist die Wachstumsfähigkeit der ursprünglichen Sporenzelle weit geringer, genau wie bei *Callithamnium*. Auch darin besteht Übereinstimmung, daß das Primär-rhizoid degeneriert und durch sekundäre Rhizoiden ersetzt wird. Abweichend dagegen bilden sich die Chromatophoren zu Körpern von unregelmäßigem Umriß um, wie in Fig. 1, 5 zu sehen ist. Diese stellt einen Keimling dar, der etwa vier Wochen alt und bei dem in den oberen Zellen die Astanlagen aufzutreten beginnen. Diese sind ausgewachsen bei dem Keimling, den Fig. 1, 6 wiedergibt. Mit Ausnahme der untersten Etage ist hier die Verzweigung gegenseitig, nicht wechselseitig wie bei *Callithamnium*.

Was nun die folgenden Stadien anbetrifft, so bildeten sie sich in meinen Kulturen weniger regelmäßig aus. Damit ist keineswegs gesagt, daß pathologische Formen vorliegen. Ist doch gerade bei *Anthamnium cruciatum* durch Bertholds (1, 1882) klassische Arbeiten bekannt, wie sehr das Licht modifizierend auf die Entwicklung der Thallome eingreift. Es können die Astanlagen auf einer Seite der Hauptachse ganz unterdrückt werden oder einzelne Glieder von Ästen ganz freibleiben. Eben das kam in meinen Kulturen zur Beobachtung und auch draußen an solchen Stellen, wo das Licht zu einer normalen Entwicklung nicht ausreichte; so z. B. auf der Unterseite von dicken *Cystosira*-stämmen. Natürlich wurden nur solche Stadien abgebildet, die in gleichmäßigem Licht gewachsen waren. — Es ist noch nachzutragen, daß bei wildwachsenden Keimlingen sowohl wie bei kultivierten sich immer mehr Stärke anhäuft, je älter die Pflanze wird. Besonders reich sind die Basalzellen; die Spitzenzellen dagegen verarmen nach oben hin. Während die unteren Zellen große und kleine Körner aufweisen, findet sich nach oben nur noch feinkörnige Stärke; eine bedeutendere Ansammlung findet jeweilig um den Kern herum statt. —

Was die weitere Entwicklung anbetrifft, so verdrängt bald

einer der Äste den Hauptfaden; dieser verzweigt sich nun seinerseits ebenso, wie vorher der Hauptfaden. Außerdem bilden die primären Seitenäste auf der oberen Kante sekundäre; diese verzweigen sich nach demselben Schema weiter. Sie entstehen hauptsächlich in einer Ebene, und so werden schließlich alle Lücken durch das Geäst erfüllt. Es ist das genau derselbe Vorgang, wie er sich an der Sproßspitze der erwachsenen Pflanze abspielt und da er schon von Nägeli bis in alle Einzelheiten verfolgt wurde, brauche ich nicht darauf einzugehen.

Crouania attenuata.

Crouania attenuata ist eine Ceramiacee, die habituell von den bisher betrachteten Formen stark abweicht. Die erwachsene Pflanze besitzt eine Hauptachse, der dichtgedrängt quirlförmige Seitenäste entspringen; so nimmt die Alge ganz die Gestalt eines *Batrachospermum* an (Abbg. siehe Oltmanns I, S. 586). Von um so größerem Interesse ist es, zu beobachten, wie gerade die jüngsten Stadien an den beschriebenen Ceramiaceentyp außerordentlich anklingen.

Kulturen dieser Alge waren recht schwer, denn gerade *Crouania* scheint, wie die Beobachtung lehrt und auch aus der Verbreitung hervorgeht, gegen Verunreinigungen des Wassers äußerst empfindlich zu sein. Nur in einem einzigen Falle glückte es mir, Kulturen bis zum dreizelligen Stadium normal zu halten. Denn haben sich einmal Seitenäste entwickelt, so wachsen dieselben meistens zu Rhizoiden aus. Es scheint mir in diesem Falle ziemlich sicher, daß die abweichende Gestaltung durch den außergewöhnlichen Kontakt der Äste mit dem Substrat hervorgerufen ist. Dieselben Lazarethformen kommen nämlich auch bei solchen Keimlingen vor, die sich in dem dichten Astgewirr der Mutterpflanze entwickelt haben.

Betrachten wir also normale Individuen. Tetrasporenkeimlinge sind bis zum dreizelligen Stadium von gleichaltrigen *Callithamnien* kaum zu unterscheiden. Eine gewisse Differenz besteht darin, daß bei *Antithamnium* und *Callithamnium* der Chromatophorenhalt kurz vor oder nach der Streckung der Spore bereits in Teilstücke zerfallen ist, während dies bei dem Stadium Fig. 2, 1

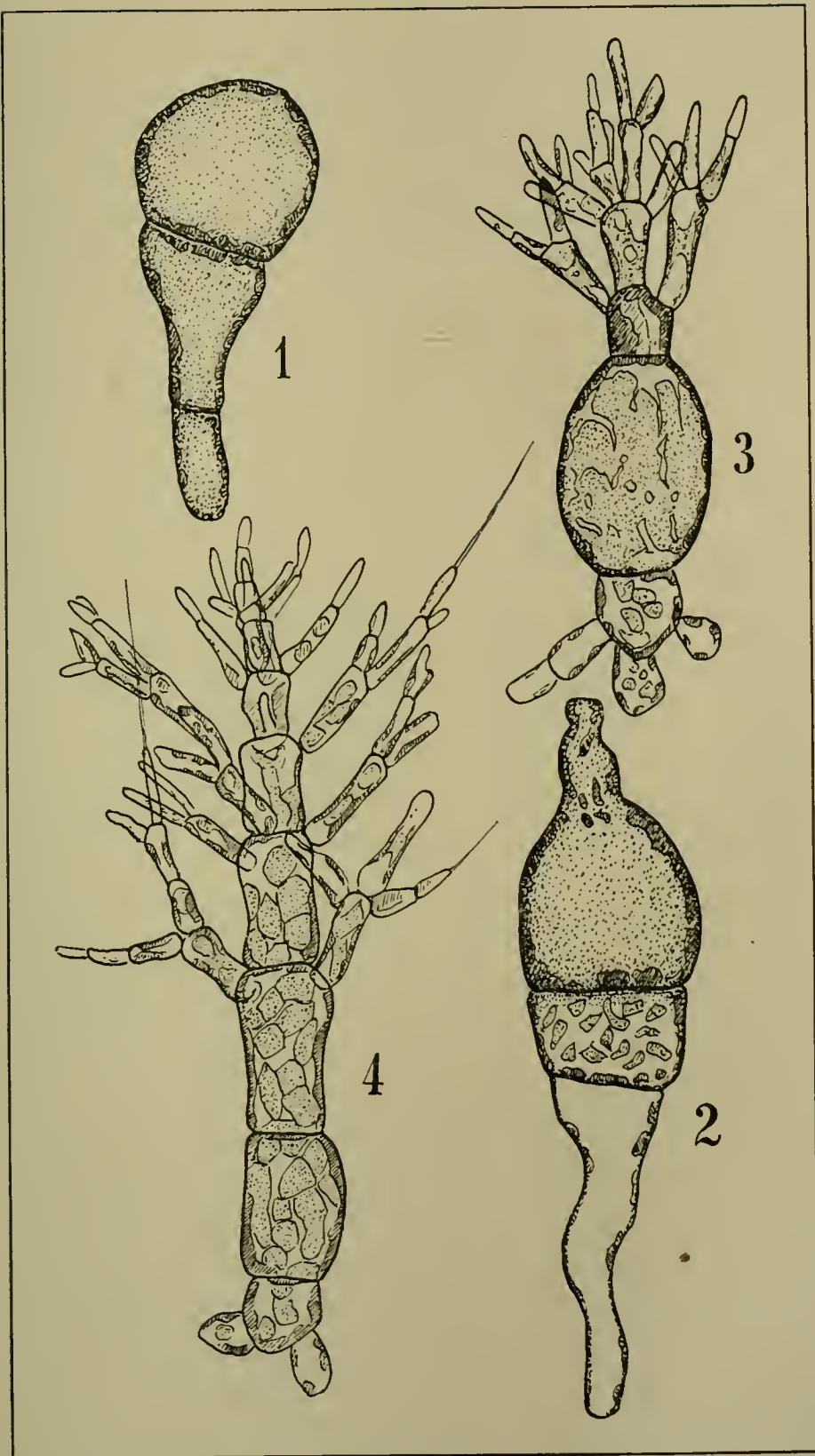


Fig. 2. Die Entwicklung von *Crouania attenuata*.

nicht stattgefunden hat. Wie bei jenem ist auch hier die rhizogene Zelle in ihrer Entwicklung weiter voran.

Der spätere Entwicklungsgang wurde an Keimlingen verfolgt, die in der Nähe älterer fruktifizierender Pflanzen aufgefunden wurden. Übereinstimmend mit den anderen Ceramiaceen degeneriert das Primärrhizoid und wird durch sekundäre ersetzt; dagegen weicht das Verhalten des oberen Endes unserer Keimpflanze vom besprochenen Ceramiaceentyp ab. Die Spitze verlängert sich hier nicht fadenförmig, sondern bleibt kurz und gedrungen (Fig. 2, 2). Schon im Entwicklungsstadium Fig. 2, 3 bilden sich in der unteren Zelle zwei, in den höheren Gliedern drei Seitenäste. Als Übereinstimmung mit *Antithamnium* möchte ich hervorheben, daß niemals zwei Äste in einer Zelle gleichzeitig, sondern stets nacheinander angelegt werden. Das geht auch noch aus der Fig. 2, 4 hervor, wo der eine Ast dem anderen in der Entwicklung voraneilt. Die Äste gliedern nun ihrerseits einen Quirl von Ästchen ab, wodurch die Pflanze das eigentümliche Aussehen des Keimlings Fig. 2, 3 erhält. Für die Entstehungsfolge der Ästchen gilt dasselbe wie für die Hauptäste. Erst in diesem Stadium scheinen die Chromatophoren in kleinere Stücke zu zerfallen, wenigstens durchziehen hier deutliche Risse die gleichmäßig rosenrote Platte. Dieser Zerfall ist beendet bei dem nächstfolgenden Stadium, das Fig. 2, 4 darstellt.

Von der weiteren Entwicklung ist hervorzuheben, daß sich die Verzweigung der primären Äste auch an den sekundären und den darauffolgenden wiederholt. Es wird so das Gefüge der Alge dichter, und die Zentralachse ist bald verdeckt. — Eigenartig ist die Umwandlung der Chromatophoren in den Achsenzellen. Aus den ursprünglich polygonalen Plättchen bilden sich verzweigte und mannigfach gelappte Gebilde, die miteinander anastomosieren und dadurch an das Chromatophorennetz von *Hydrodictyon* erinnern.

Was die weitere Ausbildung von *Crouania* anbetrifft, so ist darüber nicht mehr viel zu sagen. Es kommt nur noch hinzu, daß die Achse von Hyphen berindet wird; diese erscheinen relativ spät, nachdem die Alge schon eine beträchtliche Größe erreicht hat. Eine gute Abbildung ist in den algologischen Notizen von Thuret und Bornet zu finden.

Crouania können wir als eine reduzierte Ceramiacee auffassen,

bei der die Hauptachse und die Seitenglieder gedrunken bleiben und sich bald verzweigen. Noch weiter geht diese Reduktion bei *Ceramium*, zu dessen Beschreibung wir jetzt übergehen.

Ceramium.

Ceramium gehört zu den häufigsten Rotalgen (Abbg. s. Oltmanns I, S. 589). Es machte daher die Materialbeschaffung keinerlei Schwierigkeiten. Um so undankbarer war die Kultur, die auch im Zementbecken nur langsam vonstatten ging. Über den Entwicklungsgang ist uns schon einiges von Derick (1892) bekannt geworden, welche diese Alge kultivierte und einige Stadien zeichnete; etwas ältere Pflanzen beschreibt Pringsheim (1861). Es

soll daher die Entwicklung dieser Alge hier nur des Vergleichs wegen gestreift werden. Die Tetraspore fällt durch die lebhaft gefärbte sternförmig angeordneten Chromatophoren besonders auf.

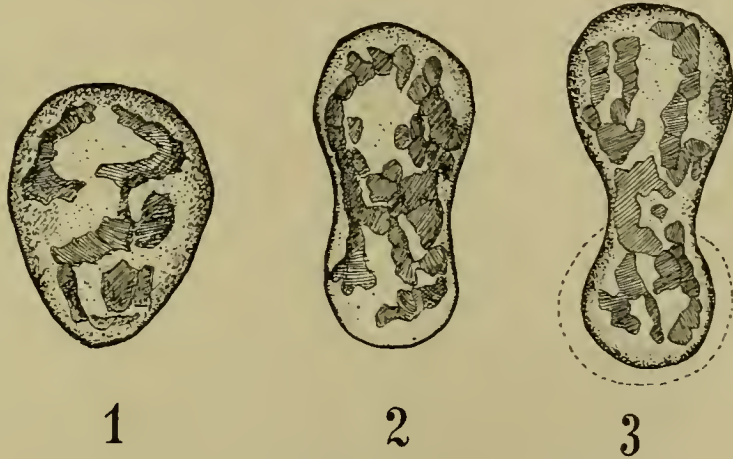


Fig. 3. Die Keimung von *Ceramium*.

Fig. 3, 1 stellt eine solche Spore dar, die sich eben streckt und bei der sich das Rhodoplastenband aufzurollen beginnt. Eigenartig entwickelt sich das basale Ende des Keimlings, wie schon Derick (1892) konstatiert. Dasselbe wächst nicht, wie bei anderen Ceramiaceen, in einen schlauchförmigen Faden aus, sondern plattet sich am Substrat ab und heftet sich mittels eines Schleimpolsters an demselben fest (Fig. 3, 2 u. 3). Die enorme Verbreitung von Ceramiaceenkeimlingen im Meere scheint darauf hinzudeuten, daß diese Art von Befestigung besonders vorteilhaft ist. Hat sich der Keimling derart verankert, so entwickelt er nachträglich noch das übliche Primärrhizoid, das durch das Schleimpolster hindurchwächst. — Was die Entwicklung des Chromatophorenapparates betrifft, so sei auf das Zerfallen des Bandes hinge-

wiesen, was in den Figg. 3, 2 und 3, 3 besonders deutlich zu sehen ist. Ist das geschehen, so bildet die Keimpflanze, wie üblich, zwei Querwände aus. Unmittelbar darauf entsteht in der Ecke der zweitobersten Zelle eine schräge Wand; dasselbe findet in der darüberliegenden Zelle statt. Es liegt nahe, die so entstandenen Dreieckszellchen als rudimentäre Äste aufzufassen. Dafür spricht einmal die Entstehungsfolge dieser Zellen, die genau dieselbe ist wie bei *Antithamnium* und *Crouania*. Denn auch hier entsprossen die Astanlagen der Hauptachse nie gleichzeitig, sondern stets nacheinander. Sodann spricht dafür der Umstand, daß in abnormen Fällen die Zellen wirklich zu Ästen auswachsen. — Was das Rhizoid anbetrifft, so fallen hier besonders die fädigen Chromatophoren auf, die schon Derick (1892) beschreibt; ähnlich wie bei *Callithamnium* scheint das Rhizoid samt seinen Farbstoffkörpern in der Kultur besonders lang zu werden. — Die spätere Entwicklung der Keimlinge bietet zunächst prinzipiell nichts Neues. Es werden auch weiterhin acropetal durch schräge Wände Zellchen abgeschnitten. Zwischen diese Tetraeder schieben sich nun durch wiederholte Teilungen neue Elemente ein und schließen sich mit jenen zu einem Ring zusammen. So besteht schließlich der Keimling aus einem langgestreckten Faden, der abwechselnd aus kleinzelligen Elementen und ungeteilten Zwischenzellen zusammengesetzt ist. Alles das kann auch an alten Pflanzen verfolgt werden und ist bereits von früheren Autoren dargestellt worden. Nur über das Haftorgan möchte ich noch ein paar Worte hinzufügen. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß die Befestigung des Keimlings sich verstärken muß, je größer derselbe wird. Es vermehren sich daher (nach Derick) die Zellen der Basis durch Ausbildung von vertikalen Wänden. Die neugebildeten Zellen wachsen aus und entwickeln eine Haftscheibe. Auch Tobler (4, 1903) zeichnet eine solche Haftscheibe, deren Ausbildung von der Konfiguration des Substrats abhängt.

Griffithsia setacea.

Eine besonders bemerkenswerte Form unter den Ceramiaceen ist *Griffithsia*. Schon älteren Algologen fiel diese zierliche Alge durch die Größe ihrer Zellen auf. Sie kommt an Felsen sowohl

wie epiphytisch in geringen Tiefen vor (Abbg. Oltmanns I, S. 587). Kulturen derselben gehören zu den schwierigsten und sind schon wiederholt ohne Erfolg versucht worden. Tobler (5, 1907) bildet durchaus pathologische Formen ab, Derick (1892) hatte zwar ähnliche Formen wie ich, ohne sie jedoch genauer zu verfolgen. Ich beobachtete die Entwicklung von *Gr. phylamphora*, *opunlioides* und *setacea*. An Hand der Abbildungen sei auf die Entwicklung von *Griffithsia setacea* näher eingegangen. — Die Tetraspore, die sich erst nach Tagen an den Objektträgern festheftet, zeichnet sich durch die lebhafte Farbe der Chromatophoren aus (4, 1). Diese zerfallen in Teilstücke, noch ehe die Spore sich gestreckt hat (4, 2). Die Spore stellt sich nun als dunkler Körper von ovaler Gestalt mit zwei hellen Polen dar (4, 3). Das untere Ende wächst zu dem üblichen Rhizoid aus; dann wird die Keimpflanze durch horizontale Wände zerlegt (4, 4). Jetzt erfolgt eine intensive Streckung der Zellen. Ein solches Stadium, das etwa drei Wochen alt ist, soll die Fig. 4, 5 darstellen. Wir sehen, wie hier der Zerfall der Chromatophoren in größere Teilstücke beendet ist. Wiederholt war es mir möglich, solche Keimpflanzen draußen zu finden; dieselben wuchsen auf *Cladophoren* in der Nähe ihrer fruktifizierenden Eltern. Ältere Stadien konnte ich jedoch daselbst trotz monatelangen Suchens nicht auftreiben. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß auch im freien Meere die *Griffithsia*-Keimlinge sich nicht wesentlich rascher entwickeln wie in Kulturen. Ein einziges Mal glückte es mir, eine Keimpflanze von *Griffithsia setacea* 2¹/₂ Monate lang in meinen Kulturen zu beobachten. Fig. 4, 6 soll dieselbe darstellen. Abweichend von *Ceramium* haben sich hier die Zellen ganz erheblich vergrößert, ohne daß Teilung eingetreten ist. Die Chromatophorenentwicklung dagegen entspricht bei *Griffithsia* dem gewöhnlichen *Ceramiaceen*-typus. Auch hier ist die Ausbildungsstufe der Farbstoffträger in der Spitzenzelle noch dieselbe wie bei jüngeren Keimlingen (z. B. bei 4, 5); in der darunterliegenden älteren Zelle dagegen ist die Entwicklung weiter fortgeschritten, und die Chromatophoren sind in zahlreiche kleinere Teilstücke zerfallen. Diese stimmen in ihrer Anordnung sowohl wie in ihrer Größe durchaus mit dem überein, was wir an der erwachsenen Pflanze sehen.

Wir erkennen hier ebendieselben Lücken in der Ansammlung der Chromatophoren und zwar (nach Lewis 1909) überall da,

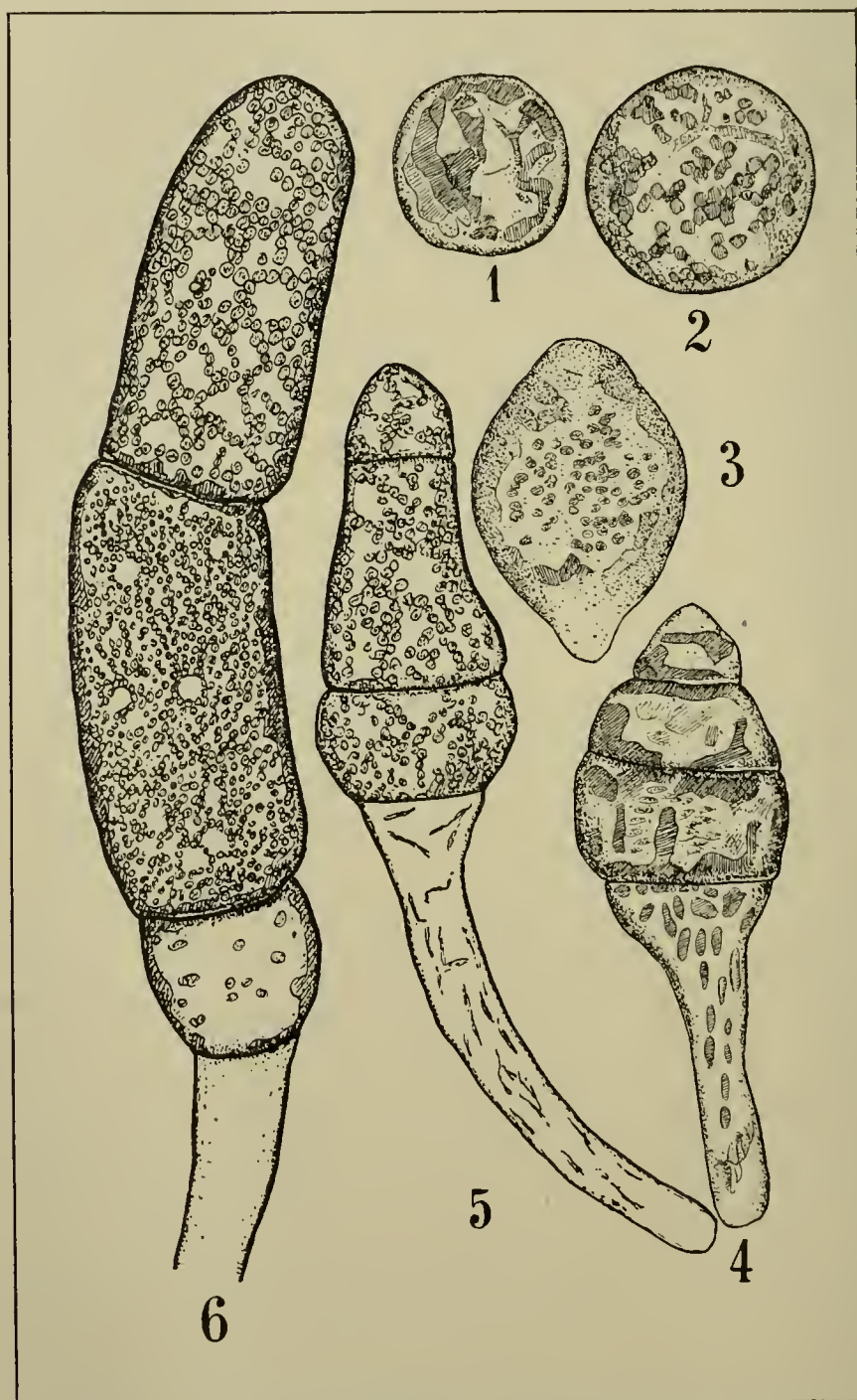


Fig. 4. Die Entwicklung von *Griffithsia setacea*.

wo die Kerne liegen. Diese Lücken werden späterhin wieder undeutlich, dadurch daß die Chromatophoren zusammenrücken.

Neue Lücken entstehen anderwärts, dadurch, daß die Chromatophoren sich dort wieder trennen (Schmitz 6, 1882).

Weitere Stadien von *Griffithsia setacea* standen mir leider nicht zur Verfügung. Etwas besser unterrichtet sind wir dagegen über die Entwicklung von *Griffithsia opuntoides*. Nach den Untersuchungen Toblers (5, 1907), die ich nachkontrollierte, besteht kein wesentlicher Unterschied in der Ausbildung beider Arten¹. Allerdings erfolgt bei *Gr. opuntoides* die Streckung der Zellen etwas früher. Schon in den jüngsten Stadien weist die Rundung des Scheitels auf die Konfiguration der erwachsenen Pflanze hin². Beim vierzelligen Keimling ist ein Unterschied der ursprünglichen Sporenzelle zu den anderen Zellen der Achse nicht mehr zu erkennen. Erst wenn der Faden zehn Zellen gebildet hat, tritt Verzweigung ein.

Mit Toblers und meinen Befunden stimmen auch die Resultate überein, die Lewis bei *Griffithsia Bornetiana* erhielt. Insbesondere fand auch dieser Autor, daß in seinen Kulturen ein Stillstand in der Entwicklung erfolgte, als das dreizellige Stadium erreicht war. Dann trat zunächst Zellvergrößerung ein, und die Teilung setzte erst dann wieder ein, als der Keimling mit einer weichen Unterlage in Berührung kam. Aus der Basalzelle bildete sich jetzt eine Haftscheibe, und auch die Spitzenzelle sproßte weiter. Erst im fünfzelligen Stadium bildeten sich aus der Hauptachse gerundete Seitentriebe. Bezüglich cytologischer Einzelheiten muß ich auf die zitierte Arbeit verweisen.

Es verläuft somit die Entwicklung der Griffithsien direkt, genau wie bei den übrigen Ceramiaceen. Nur geht der Zellteilung eine starke Vergrößerung voran, bis ungefähr die Zellproportion der erwachsenen Alge erreicht ist.

Rhodomeleen.

Dasya arbuscula.

Von den Rhodomeleen soll zunächst *Dasya* besprochen werden, da deren Jugendstadien die meiste Ähnlichkeit mit den Cera-

¹) Die jüngsten Stadien, die Tobler abbildet, sind sicher nicht normal entwickelt.

²) Dasselbe beobachten wir bei *Griffithsia phyllamphora*. Hier verbreiten sich schon beim dreizelligen Keimling die Zellenden keulig, wie es für diese Art besonders charakteristisch ist.

miaceen-Keimlingen aufweisen. Die Beschaffung des Materials war leicht, da die Alge unter dem Niveau sehr häufig an *Cystosira* vorkommt. Die Kulturen wurden jedoch meistens von Diatomeen und Bakterien überwuchert. Nur wenige konnten sechs Monate lang beobachtet werden. Die Tetraspore, die reichlich mit Reservestoffen gefüllt ist, weist in ihrem Inneren eine helle Zone auf. Die Keimung beginnt damit, daß die Reservestoffe ihre zentrale Lage verlassen und sich über den ganzen Körper verteilen. Dann streckt sich der Keimling in die Länge; der untere helle Teil entwickelt sich zum Rhizoid, der obere spitzt sich spindelförmig zu (Fig. 5, 1). Die Chromatophoren sind vorläufig noch von undeutlichem Umriß. Während man bei den Ceramiaceen die Zellen, die sich aus dem zugespitzten Oberteil entwickelten, stark in die Länge und Breite wachsen, ist dies bei *Dasya* nicht der Fall. Hier bildet sich ein Zellfaden, der aus kubischen Gliedern besteht, und der ganze Keimling nimmt dadurch eine typische Spindelform an. Übereinstimmend mit dem Ceramiaceentyp können die Zellteilungen an allen Gliedern stattfinden, besonders intensiv sind sie an der Spitze des Keimlings; eine weitere Ähnlichkeit ist die, daß das Primär-rhizoid durch einen Kranz von sekundären ersetzt wird (Fig. 5, 2) Ich bemerke ausdrücklich, daß wir es mit einer durchaus normalen Entwicklung zu tun haben. Denn genau die gleichen Stadien wurden von mir in der Nähe fruktifizierender Thallome aufgefunden, und Ähnliches beobachtete auch Derick (1892) in ihren Kulturen. —

Erst nachdem der Keimfaden 12 bis 14 Zellen gebildet hat, beginnt die Verzweigung. Bei freiwachsenden Exemplaren scheint dies noch etwas später einzutreten. Die Astanlagen sind an kein bestimmtes Glied des Hauptfadens gebunden, meist verzweigt sich die zweite oder dritte Zelle oberhalb des ursprünglichen Sporenkörpers. Der neue Seitentrieb entwickelt sich kräftig und drängt dadurch die ursprüngliche Hauptachse zur Seite. So würde man die Verzweigung des Keimlings 5, 3 für eine dichotomische halten, wenn uns nicht die Entwicklungsgeschichte eines anderen belehrte. Ältere Stadien wie das, in 5, 3 abgebildete — das übrigens bereits vier Monate alt war! — wurden aus meinen Kulturen nicht abgebildet, da sie im Prinzip

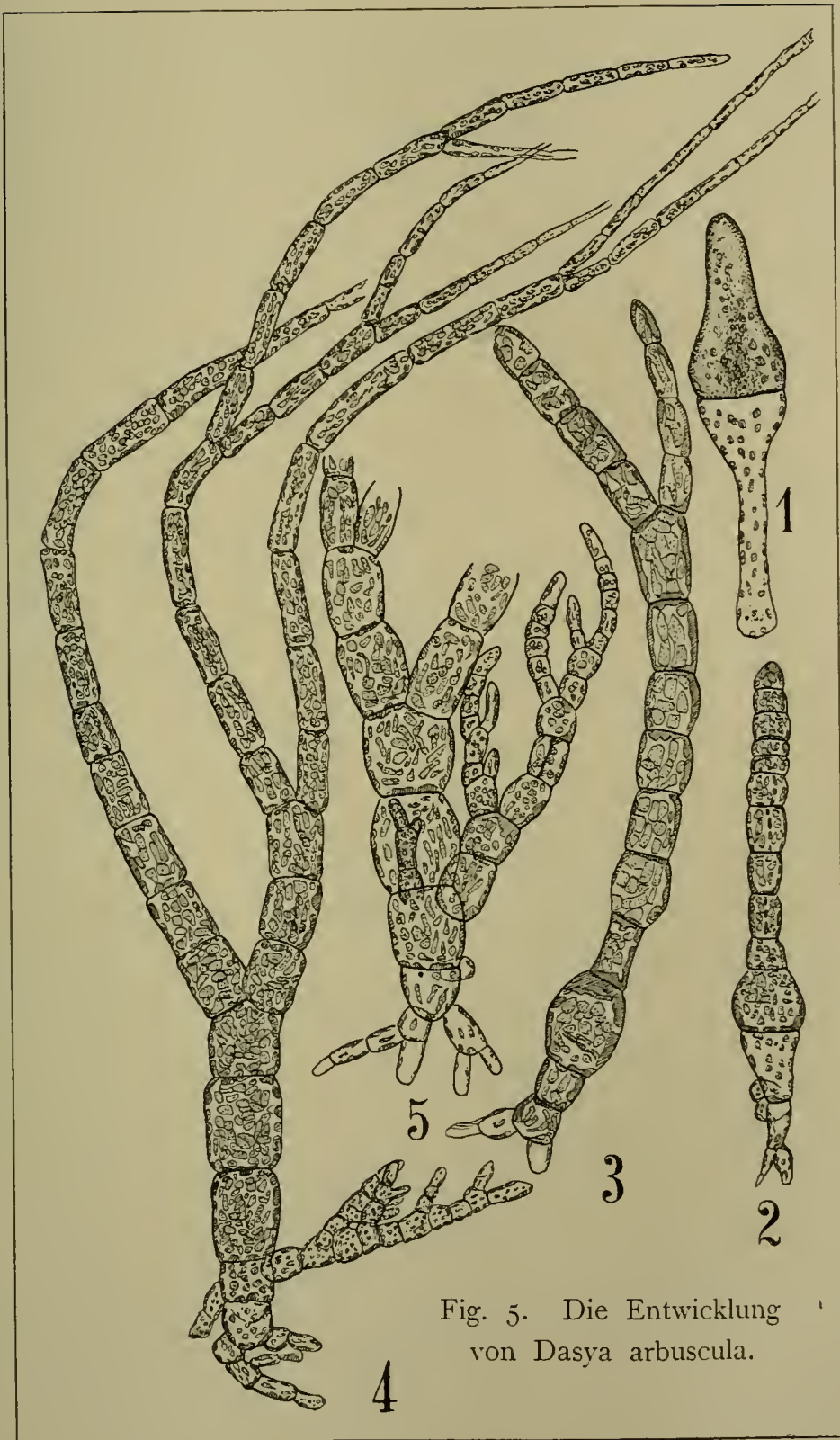


Fig. 5. Die Entwicklung von *Dasya arbuscula*.

nichts Neues boten. Wichtiger sind dagegen solche, die draußen identifiziert werden konnten und hier zur Darstellung gelangten.

So möchte ich besonders auf die nächste Abbg. (5, 4) aufmerksam machen. Es entspricht der am meisten links gelegene Faden der ursprünglichen Hauptachse, die noch bedeutend länger war als in der Zeichnung wiedergegeben wurde. Weiterhin erkennen wir seitlich am fünften Glied des Hauptfadens den kräftigen primären Seitentrieb, der sich seinerseits wiederholt verzweigt hat. Vergleichen wir nun dieses Gebilde mit der erwachsenen *Dasya*-Pflanze, so fällt vor allen Dingen auf, daß die Zellteilungen, wie sie für die *Rhodomeleen* typisch sind, hier überhaupt nicht auftreten. Zwar haben sich vielfach, wie von früheren Stadien nachgetragen sei, die Chromatophoren in einer Längsreihe mit Profilstellung angeordnet, als ob nun eine Längswand gebildet würde (z. B. in 5, 2 in der 6. bis 7. Zelle von oben). Doch zu einer Wandbildung war es nie gekommen. Irgend-eine Ähnlichkeit mit dem *Dasya*-Scheitel wäre also an diesem langen fädigen Gebilde nicht zu konstatieren. Nun aber sehen wir in unserer Abbildung, wie die unsprüngliche Sporenzelle, die längst ausgewachsen zu sein scheint, an ihrer Basis einen kleinen Seitensproß bildet. Mit dem Hauptfaden verglichen, fällt an demselben zunächst die reichlichere Teilung und Verzweigung auf; wenn man auch zunächst geneigt wäre, dieses Gebilde für einen zufälligen Adventivsproß zu halten, so wird dieser Zweifel durch die Fig. 5, 5 beseitigt. Diese stellt die Basis des eben besprochenen Keimfadens bei einem etwas älteren Stadium dar. Derselbe stimmt mit dem in Fig. 5, 4 gezeichneten vollständig überein, abgesehen von der etwas stärkeren Verzweigung. Auch hier entsproßt der ursprünglichen Sporenzelle rechts ein junger Seitentrieb, der sich etwas weiter entwickelt hat und von einem typischen *Dasya*-Scheitel nicht mehr zu unterscheiden ist. Dieses ist also der Teil, der die typische *Rhodomeleen*struktur annimmt.

Weitere Stadien konnte ich nicht finden. Zwar treten in der Nähe von fruktifizierenden *Dasya*-Pflanzen häufig polysiphone Pflänzchen auf, die monosiphonen Ästen entsprossen; doch konnte in den meisten Fällen nachgewiesen werden, daß es sich hier um angewurzelte *Dasya*-Zweige handelt, die ja Tobler (2, 1902) in seinen Kulturen zur Regeneration bringen konnte. Somit kann ich nach eigenen Befunden die Frage nicht entscheiden, wie die

Keimlinge sich weiter entwickeln; ich werde daher auf die Resultate früherer Autoren zu sprechen kommen.

Derick (1892) kultivierte *Dasya elegans*. Die Resultate stimmen gut zu meinen Befunden an *Dasya arbuscula*. Auch hier ist noch der zwölfcellige Faden unverzweigt. Dagegen will Tobler schon am sechsgliedrigen Faden Astbildung konstatiert haben. Er bildet ein reich verzweigtes, jedoch durchaus monosiphones Gebilde ab; dieses hat, ebenso wie unsere Keimpflanzen, zunächst keinerlei Ähnlichkeit mit dem sympodialen *Dasyascheitel*. Leider ging auch dieser Keimling später ein.

Wenn somit etwas sicheres über die Entwicklung der polysiphonen Pflanze aus dem monosiphonen Primärtrieb nicht ermittelt werden kann, so läßt sich doch das Eine mit Gewißheit behaupten, daß der *Dasyakeimling* sich längere Zeit monosiphon entwickelt. Ob nun die eigentliche *Dasyapflanze* als Seitentrieb auf diesem monosiphonen Stadium entsteht, wie meine Befunde es anzudeuten scheinen, oder ob der monosiphone Primärtrieb selber nachträglich polysiphon wird, müssen weitere Kulturen entscheiden.

Ricardia Montagnei.

Im Anschluß an die Ceramiaceen und Rhodomeleen sei *Ricardia Montagnei* besprochen. Ich führe diese Alge aus dem Grund hier auf, weil sie anfangs eine ähnliche Entwicklung wie die vorbesprochenen durchmacht; damit soll über verwandtschaftliche Beziehungen vorläufig noch nichts ausgesagt sein.

Ricardia ist eine Floridee, die parasitär in der Scheitelgrube von *Laurencia obtusa* vorkommt. Eine gute Abbildung derselben gibt Oltmanns (II, S. 326). Ausgewachsen ragt sie als kleine gestielte Blase über den *Larenciascheitel*, während das dicke Rhizoid im Gewebe des Wirtes versenkt ist; die Blase ist mit einer kleinen *Chrysymenia* (cf. S. 244) leicht zu verwechseln. Wie gezeigt werden soll, ist jedoch die Entwicklung beider Algen total verschieden.

Ich stellte mit der Alge, die im Winter reichlich fruktifizierte, Kulturversuche an, die zunächst besprochen seien. Die reifen Tetrasporen heften sich an dem Objektträger fest,

genau wie alle anderen Rotalgen (Fig. 6, 1). Durch den Verbrauch der Reservestoffe wird die Spore heller, und sie streckt sich nunmehr in die Länge. Jetzt schimmern auch die Chromato-

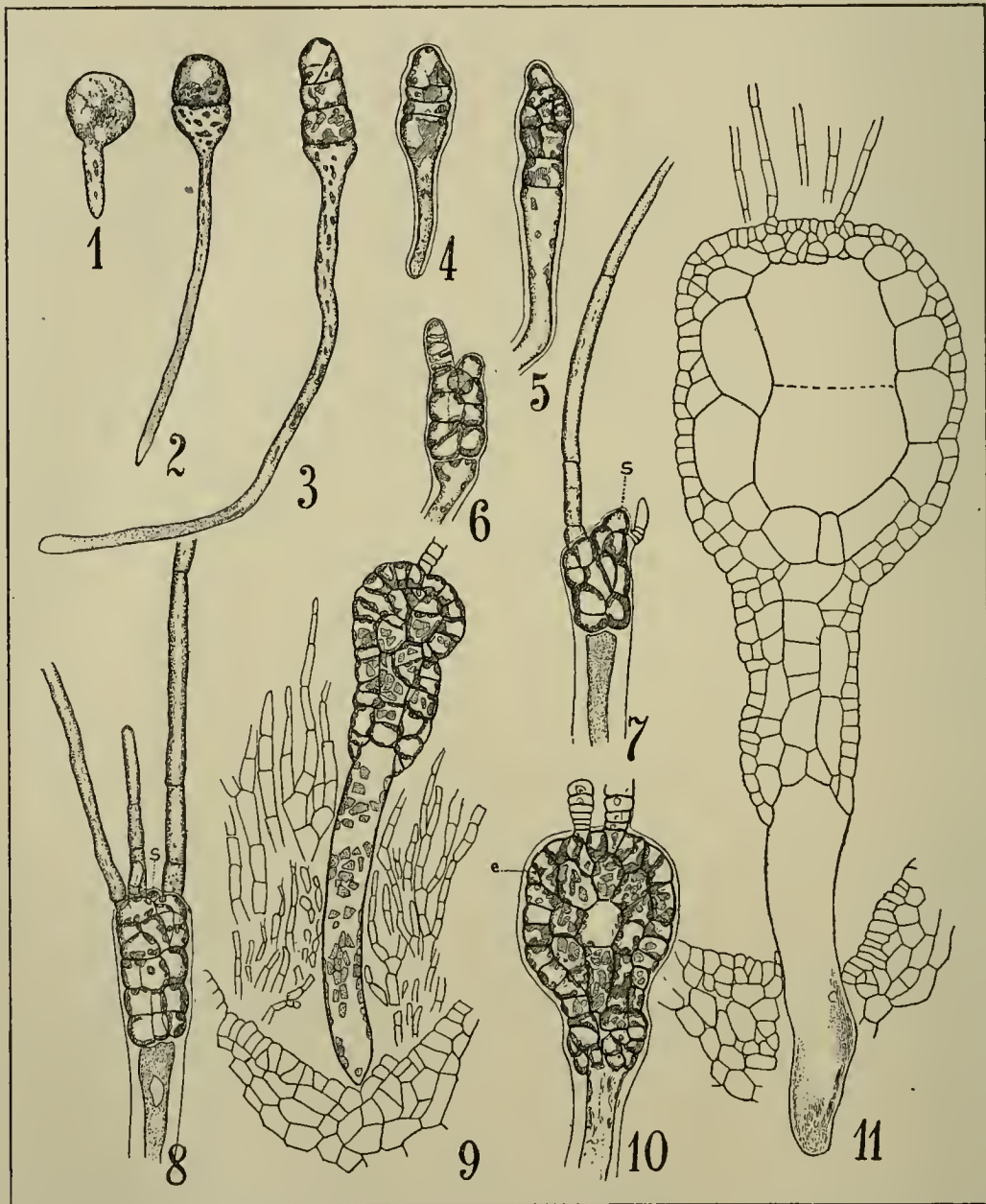


Fig. 6. Die Entwicklung von *Ricardia Montagnei*. 1—8 Keimlinge total. 9—11 mediane Längsschnitte. s = Scheitelzelle.

phoren hervor (6, 2). Das untere Ende des Keimlings wächst zu einem Rhizoid aus; dieses verlängert sich, mit anderen Florideen verglichen, ganz außerordentlich. Die Chromatophoren, deren Umrisse deutlicher geworden sind, legen sich

nunmehr an die Stelle, wo später eine Wand gebildet wird und zerfallen in kleine Teilstücke. Es werden sodann in den oberen Zellen die Reservesubstanzen aufgebraucht, während im Rhizoid immer noch Nahrung gespeichert ist. Dafür ist die Rhizoidzelle auch arm an Chromatophoren. Auf die erste Horizontalwand folgen im oberen Teil des Keimlings rasch zwei weitere, und nun wird an der Spitze eine neue Zelle durch eine schräge Wand abgegliedert (6, 3). Nur bis zu diesem Stadium, das übrigens schon in 36 Stunden erreicht werden kann, gelang es mir, *Ricardia* zu kultivieren. Hernach verlängerte sich das Rhizoid abnorm, gleich als ob es nach einem Wirt suche; in Ermangelung eines solchen gingen die Kulturen in kurzer Zeit samt und sonders zugrunde. — Das Resultat ist also aus den Versuchen gewonnen, daß die Alge sich bis zum fünfzelligen Stadium autotroph ernähren kann. Eine Bestätigung findet diese Annahme in dem Umstand, daß derartige Stadien bisweilen frei an *Laurenciaparaphysen* hängend gefunden werden konnten. — Es wirft sich nun weiter die Frage auf: Wie gelingt es dem Parasiten, in die Wirtspflanze einzudringen? Die Antwort darauf geben Beobachtungen, die ich an einer meiner Kulturen anstellen konnte. Links und rechts von einer *Laurenciaparaphyse*, die am Objektträger haftete, hatten sich sechs Keimlinge entwickelt, von denen die einen mit ihrer Achse der Paraphyse parallel, die anderen schräg zu derselben orientiert waren. Drei von den Keimlingen, die durch einen Zwischenraum von der 13fachen Breite der Paraphyse von derselben getrennt waren, wuchsen mit den Rhizoiden zunächst in ihrer Achsenrichtung weiter, um hernach in einem stumpfen oder rechten Winkel umzubiegen und senkrecht auf die Paraphyse zu wachsen. Eines der Rhizoiden hatte die Paraphyse erreicht, bog nochmals um und wuchs an derselben entlang. Zwei andere, unmittelbar an der Paraphyse liegende Keimpflanzen bogen ebenfalls zu derselben ab, um auf derselben weiterzuwachsen. Leider gelang es mir nicht mehr, ein zweites Mal so günstige Versuchsbedingungen zu realisieren, da Kulturen schwer zu gewinnen waren und in Bälde eingingen. Wenn ich infolgedessen auch den Chemotropismus der *Ricardiarhizoiden* noch nicht für nachgewiesen halte, so spricht doch diese Beob-

achtung und ähnliche, die an Laurenciascheiteln selbst angestellt werden konnten, sehr dafür.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Entwicklungsgeschichte zurück. Nachdem schon jüngere vierzellige Stadien aus Laurencia-Scheiteln mit kultivierten identifiziert worden waren, wurde auch das nächstfolgende Glied (6, 4) an einer Paraphyse hängend aufgefunden. Wir sehen, wie hier an der Spitze eine kleine dreieckige Zelle schon abgegrenzt und symmetrisch zu dieser eine ähnliche angedeutet ist. Ein Unterschied zwischen diesen und den kultivierten Keimlingen ist nicht vorhanden, abgesehen davon, daß das Rhizoid etwas kürzer erscheint.

Es halbiert sich nun bei der weiteren Entwicklung die Scheitelzelle durch eine Horizontale, wie das in Figur 6, 5 zu sehen ist, und es beginnt sich die neu entstandene Spitzenzelle papillenartig auszustülpen (Abbg. 6, 6). Auch in dem basalen Teile der Keimpflanze machen sich Teilungen bemerkbar. Besonders auffallend ist die starke Verdickung des Rhizoids. Das deutet an, daß *Ricardia* jetzt in den Wirt eingedrungen ist¹.—

Ein späteres Entwicklungsstadium ist in Figur (6, 7) dargestellt. Die Basis des Keimlings ist in drei Zellen zerfallen; neben vertikalen werden nunmehr auch schräge Wände angelegt. — Es ist nicht ohne Interesse, daß genau dieselben Zellteilungen auch bei den Langtrieben von *Bonnemaissonnia* zu verfolgen sind. Nach Nägeli (1, 1847), der diese Dinge mit gewohnter Gründlichkeit studierte, »entwickelt auch hier die Scheitelzelle der Langtriebe nur im ersten Anfang horizontale Querwände, später werden stark nach rechts und links geneigte Wände angelegt. Am Basilarglied setzen dann weitere Teilungen ein in eine größere und zwei kleinere Zellen (analog unserer Fig. 6, 7). Die größere Zelle teilt sich hierauf weiter. Es resultieren vier charakteristische Zellen, von denen drei die mittlere umschließen. Diese letztere teilt sich nicht mehr weiter, sondern streckt sich in die Länge. Was die drei äußere

¹) Durch das Herauspräparieren des Keimlings aus dem Laurenciascheitel und das Verbringen in gewöhnliches Seewasser scheinen die osmotischen Verhältnisse des Rhizoids gestört worden zu sein, da binnen kurzem Plasmolyse eintrat. An den sonst habituell ähnlichen Primärrhizoiden anderer Keimlinge trat das nie ein.

ren Zellen betrifft, so fungiert die kleinere dreieckige als Scheitelzelle einer Astanlage. Die weiteren Teilungen der Rindenzellen verlaufen nunmehr auf beiden Flanken nicht gleichmäßig, und der ursprüngliche regelmäßige Aufbau in Etagen geht verloren.«

Kehren wir nach dieser Abschweifung zurück zu Ricardia, so finden wir hier, wie gesagt, Ähnliches. Nun geht aber die Entwicklung von *Bonnemaissonia* und Ricardia insofern auseinander, als bei Ricardia der Scheitel sich zu einer Blase umgestaltet. Durch schräg nach rechts und links geneigte Teilungen der Apikalzelle ist hier eine starke Verbreiterung eingetreten (6, 8); einzelne Zellen sind zu Haaren ausgewachsen. Deutlicher als an Oberflächenansichten läßt sich dieser Vorgang an medianen Längsschnitten durch die Keimpflanze verfolgen (Fig. 6, 9). Weiterhin läßt diese Abbildung erkennen, daß in unserem Keimling bereits eine gewisse Gewebedifferenzierung eingetreten ist; Deutlich hebt sich im unteren Teil desselben die zentrale Achse vom Rindengewebe ab, während im erweiterten oberen Teil die Zellwände etwas unregelmäßiger verlaufen. Der Keimling hängt im Paraphysengewirr des Laurenciascheitels, in den er sich eben einkeilt. Das geschieht mittels des starken zugespitzten Rhizoids.— Ein älteres Entwicklungsstadium stellt Fig. 6, 9 dar. Der obere Teil der Alge hat sich durch die Tätigkeit der Scheitelzelle stark verbreitet. Das Wachstum beschränkt sich auf die äußere Zellschicht, während die Zellen der Zentralachse sich lediglich stark erweitern. Noch auffälliger ist diese Erweiterung bei dem in Fig. 6, 10 abgebildeten Stadium. Die Membranen haben sich so stark gedehnt, daß sie an manchen Stellen bereits gerissen sind und sich aufzulösen beginnen. Die Außenschicht dagegen hat sich intensiv geteilt, und durch diese Teilungen ist eine kleinzellige Epidermis gebildet worden. Die erste Anlage dieses Gewebes ist bereits in dem Stadium zu sehen, das Fig. 6, 10 wiedergibt. Hier haben sich (bei e) an der zu äußerst liegenden Schicht kleine dreieckige Zellen gebildet. Diese wölben sich über die großen Zellen vor und platten sich gegeneinander ab. In Oberflächenansichten stellen sie sich als kleinere Zellen dar, welche größere von polygonalen Umrissen umsäumen.— Genau ebenso bildet sich auch bei *Bonnemaissonia* die Epidermis (cf. Wille 2, 1887). Wir hatten ja schon früher Gelegenheit, auf

die Ähnlichkeiten im Entwicklungsgange beider Algen hinzuweisen. Erst später treten Unterschiede auf, indem nämlich *Bonnemaissonia* in der Gewebedifferenzierung weiter geht wie *Ricardia*. Es isolieren sich hier im zentralen Gewebe einzelne Stränge; unter diesen fungiert einer als Zentralachse und gliedert Seitenzweige ab. Sodann wird das Gewebe durch Ausbildung von Hyphen kompliziert. Alles das ist bei *Ricardia* nur in den Anfängen geblieben. — Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß *Bonnemaissonia* sich verzweigt, während *Ricardia* unverzweigt bleibt. Nur bisweilen entwickelt sich hier aus der Zelle, die der Astinitiale von *Bonnemaissonia* entspricht (cf. S. 233), eine Auszweigung, die sich dann zu einer neuen Blase weiterbildet. Diese bleibt zunächst mit der Mutterpflanze verwachsen, kann sich jedoch später wahrscheinlich von derselben abgliedern. Das würde uns erklären, warum wir im *Laurenciascheitel* oft eine Menge von Keimlingen der verschiedensten Entwicklungsstufen dicht nebeneinander antreffen.

Es erübrigt, noch einiges über das Verhältnis von *Ricardia* zu ihrem Wirt zu sagen. Wie aus dem Geschilderten hervorgeht, kann *Ricardia* einen großen Teil ihrer Existenz außerhalb des eigentlichen Gewebes der *Laurencia* verbringen. Es sind ja alle ihre Zellen und sogar das Rhizoid reichlich mit Chromatophoren versehen und können sich somit autotroph ernähren. Stößt nun das Rhizoid auf den *Laurenciascheitel* auf, so zwingt sich die Spitze nach Art eines Keiles zwischen zwei Zellen in das zarte Gewebe ein. Zunächst werden die Zellreihen lediglich auseinander gedrängt und scheinen noch nicht geschädigt zu sein. Ist das Rhizoid aber bis zu einer gewissen Tiefe eingedrungen, so erweitert es sich und drückt auf die umliegenden Zellen, die dadurch abgetötet werden. Zwar wehrt sich der Wirt gegen den Eindringling und sucht ihn durch zahlreiche Wandbildungen abzukapseln; aber die Rhizoidenspitze windet sich um alle Hindernisse, die ihr entgegengestellt werden, herum und preßt sich wie ein plastischer Körper jeder Unebenheit fest an. Irgendeine intimere Verbindung zwischen den Zellen des Parasiten und des Wirtes, durch die etwa eine Stoffübertragung stattgefunden hätte, konnte nicht konstatiert werden. Auch sprechen die zahlreichen Chromatophoren, die nach wie vor das

Rhizoid auszeichnen, für eine autotrophe Ernährung. Es würde somit das Eindringen der *Ricardia* in den *Laurenciascheitel* lediglich eine bessere Befestigung bewirken. —

Wir kommen nun zu einer entwicklungsgeschichtlich ganz anderen Gruppe von Florideen, die mit den früher besprochenen kaum etwas zu tun hat; dieselbe ist dadurch charakterisiert, daß die Entwicklung nicht direkt mit einem aufrechten Sproß, sondern mit einer Haftscheibe beginnt. Es sei zunächst

Halymenia dichotoma

besprochen. Es ist dies eine seltene Rotalge, die in größerer Tiefe auf Schalen der Muschel *Arca*, aber niemals epiphytisch auf anderen Algen vorkommt. Die Materialbeschaffung war daher mit den größten Schwierigkeiten verbunden. Trotzdem gelang es mir, zu Anfang Oktober reife Tetrasporen zu erhalten, die sich reichlich entwickelten. Im direkten Gegensatz zu den Ceramiaceen sind sie gegen Verunreinigungen der Kultur, Temperatur- und Salzgehaltsschwankungen äußerst unempfindlich. Um so erstaunlicher ist es, daß *Berthold*, der die Alge zum Keimen brachte, keine nennenswerten Resultate erzielte.

Zunächst ist die Tetraspore reichlich mit Reservestoffe gefüllt. Nach 24 Stunden teilt sie sich durch eine Wand. Die Reservestoffe schwinden, die Chromatophoren treten schärfer hervor. Sie stellen sich als einfache einzelne Platten dar, die der Zelle eine rosenrote Farbe verleihen. Die Spore wächst hinauf zu 1 oder 2 horizontalen kriechenden Fäden aus (Fig. 7, 1 und 2). Früh oder spät treibt der Hauptfaden seitliche Verzweigungen (Fig. 7, 3), die sich ihrerseits verästeln. Für diese Zweige ist charakteristisch, daß sie den älteren parallel wachsen und sich ihnen anschmiegen. Durch dieses mosaikartige Ineinanderwachsen resultiert schließlich eine kleine kompakte Scheibe (Fig. 7, 4).

Auch mehrere Sporen können mit ihren Verzweigungen zusammen eine Scheibe scheinbar einheitlicher Natur bilden. — Ist nun ein gewisses Entwicklungsstadium erreicht (Fig. 7, 4), so degeneriert der ursprüngliche Sporenkörper und es werden die inneren Partien der Haftscheibe mehrschichtig. In der Aufsicht zeigt sich das an der dunklen Farbe dieser Teile (Fig. 7, 5).

Instruktiver sind Seitenansichten. Hier sehen wir, wie einzelne Zellen sich vertikal nach oben ausstülpfen. Diese Fädchen legen sich nun knospenartig zusammen, wie in Fig. 7, 6 und 7 dar-

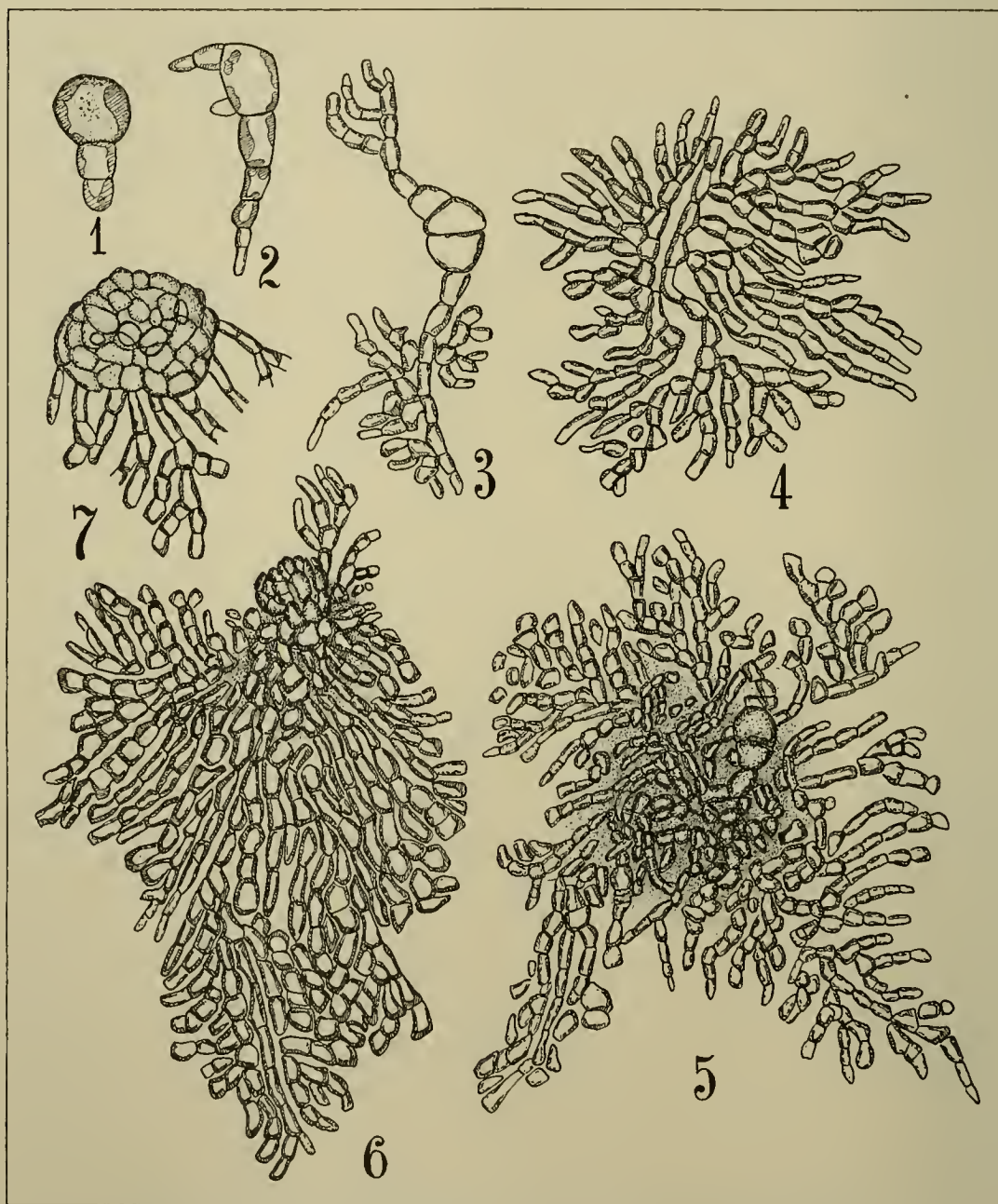


Fig. 7. Die Entwicklung von *Halymenia dichotoma*.

gestellt ist. Fig. 7, 6 wurde nach einer sechs Monate, Fig. 7, 7 nach einer acht Monate alten Keimpflanze angefertigt. Es wächst dieses Gebilde nun in die Länge und erscheint zugespitzt, dadurch, daß die mittleren Zellfäden die Führung über-

nehmen. Diesen entspringen dichtgedrängt bogenförmig nach oben wachsende Seitenäste, deren Enden zu einer lockeren Rinde zusammenschließen, ganz ähnlich wie bei Kuckucks Platoma. Das ist deswegen bemerkenswert, weil bekanntlich später die Außenschicht zu einem parenchymatischen Gewebe zusammenschließt und auch die inneren Fäden durch nachträgliche Deformation ihr ursprüngliches Aussehen einbüßen. Leider erlaubte es die Dürftigkeit des Materials nicht, Einzelheiten dieses Vorganges zu studieren.

Dudresnaya.

Zu derselben Familie wie *Halymenia dichotoma* gehört *Dudresnaya*. Habituell haben beide Algen nicht die geringste Ähnlichkeit. *Dudresnaya* erinnert vielmehr durch ihren batrachospermoiden Thallus eher an *Crouania attenuata*¹. Eine gute Abbildung gibt Oltmanns (I, S. 571). Die Entwicklung von *Dudresnaya* wurde teils an Kulturen, teils an solchen Stadien untersucht, die sich auf Bryozoen in der Nähe von fruktifizierenden älteren Pflanzen angesiedelt hatten. Die glasartig durchsichtige Chitinsubstanz der Bryozoen erlaubte es, alle Einzelheiten ebensogut zu beobachten wie auf Objektträgern. — Die Carposporen zeichnen sich durch ihren dichten Inhalt an körnigen Reservestoffen aus. Bei der Keimung wandern die Chromatophoren an eine bestimmte Stelle der Sporenwand und dort bildet sich ein Schlauch (Fig. 8, 1). Es zeigte sich, daß dessen Anlage von der Richtung des Lichtes unabhängig ist. Es wandern nun die roten Farbstoffträger in den Schlauch ein und legen sich dem Vorderende an (Fig. 8, 2). Die Reservestoffe, die zum Teil in den ausgebildeten Fäden eingewandert sind, verschwinden bald. Nun zerfallen die Chromatophoren in kleinere Stücke, und es tritt Zellteilung ein (Fig. 8, 3). Verglichen mit *Halymenia* verzweigt sich dieser Faden viel früher (Fig. 8, 4); auch ist die Verzweigung viel regelmäßiger: der erste Seitenzweig

¹) Es ist von Interesse, daß *Dudresnaya* an dem gleichen Standort vorkommt wie *Crouania* und mit ihr vereint auf *Cystosirastämmen* wächst. Das spricht sehr für die Ansicht von Oltmanns, daß alle diese habituellen Eigentümlichkeiten, die ja in den verschiedensten Verwandtschaftskreisen wiederkehren, als Anpassungen an bestimmte Lebensbedingungen betrachtet werden können. Wie diese Anpassungen nun im einzelnen aufzufassen sind, läßt sich natürlich nur durch das Experiment entscheiden.

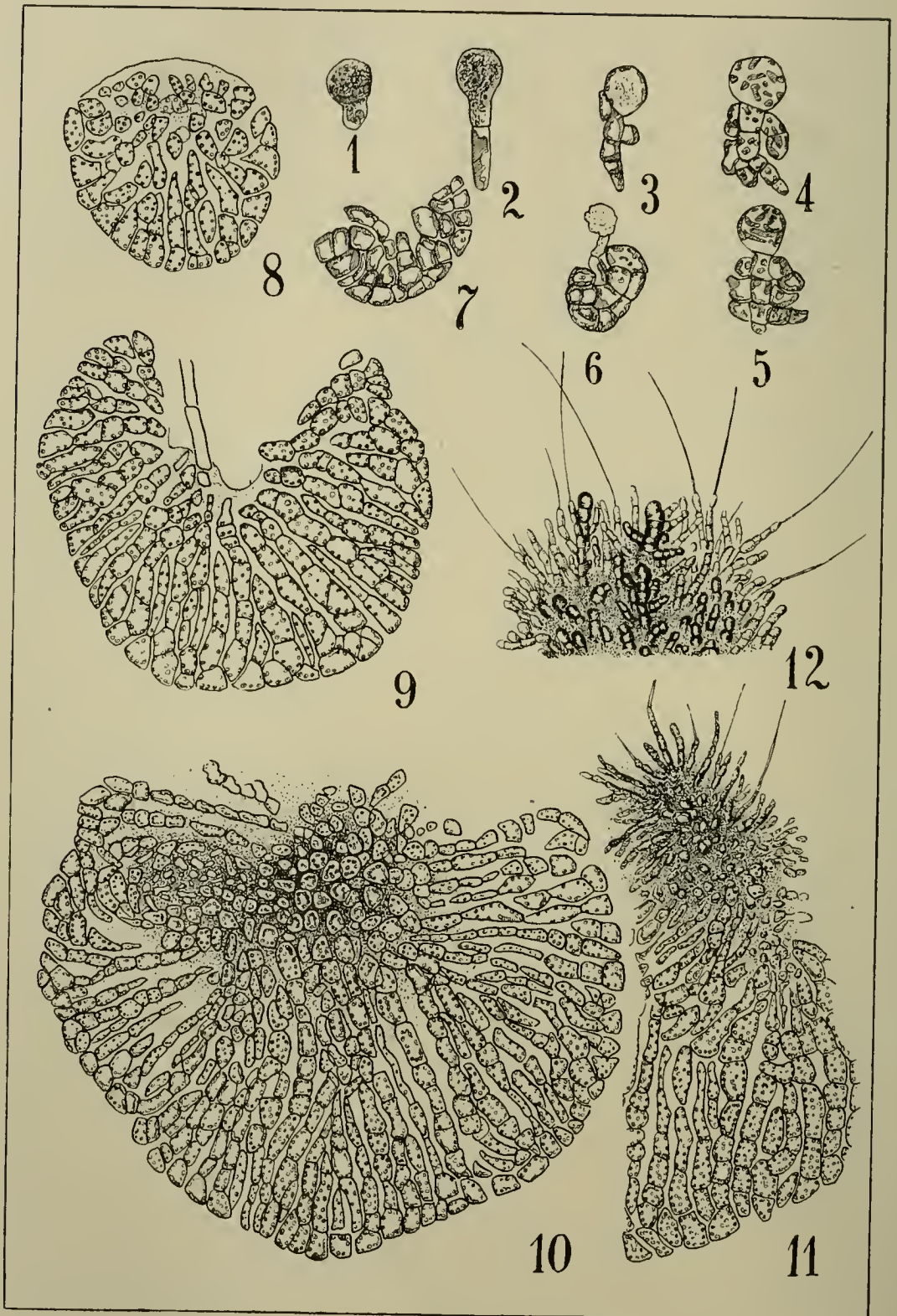


Fig. 8. Die Entwicklung von Dudresnaya.

entspringt stets der untersten Fadenzelle. Derselbe teilt sich seinerseits, und nun entsteht ihm gegenüber eine zweite Zelle

und bald darauf eine dritte. Der Hauptfaden wächst jetzt nicht mehr in der ursprünglichen Richtung weiter, sondern biegt um (Fig. 8, 4) und preßt sich den Seitenzweigen an (Fig. 8, 5). Es platten sich nunmehr die Zellkörper gegeneinander ab, und auf diese eigentümliche Weise ist aus ursprünglich getrennten Fäden eine geschlossene Haftscheibe entstanden (Fig. 8, 6). Der Sporenkörper und die ältesten Zellen des primären Hauptfadens degenerieren hierauf. Durch diese Degeneration wird die Entstehungsart der Scheibe vollends verwischt. Antikline und perikline Wände, die allenthalben auftreten, tragen dazu das Ihrige bei. Kurz, die anfangs selbständig wachsenden Fäden haben durch ihre Verschmelzung ganz ihre Individualität aufgegeben. Besonders intensiv ist das Wachstum der Scheibe am vorderen Rande; hinten (in der Fig. oben) endet sie mit unregelmäßigem Umriß in eine Schleimmasse. Wie die Teilungen im einzelnen verlaufen, das erläutern die Figg. 8, 5 bis 8, 8 besser als viele Worte. Hier ist außerdem zu verfolgen, wie die Chromatophoren in immer kleinere Stücke zerfallen. Aber erst im Stadium, das Fig. 8, 8 wiedergibt, erreichen sie ihre definitive Gestalt. Weiterhin zeigt diese Figur, wie sich einige Zellen des hinteren Randes vertikal ausgestülpt haben, ganz ähnlich wie bei *Halymania*. In der Fig. 8, 9 ist das weniger deutlich zu sehen, um so besser dagegen in Fig. 8, 10. Durch das Deckglas sind einige dieser aufrechten Fädchen niedergedrückt; sie besitzen einen bedeutend geringeren Durchmesser wie die gewöhnlichen Scheibenzellen. Von diesen letzteren ist noch zu bemerken, daß ihre Wachstumsfähigkeit nach einer Anzahl von Teilungen erlischt. Schließlich werden sie auseinandergezerrt und rein mechanisch gedehnt.

Was die aufrechten Fädchen anbetrifft, so strecken sich dieselben nunmehr stark in die Länge. Das zeigt die Fig. 8, 11, die einen Ausschnitt aus einer älteren Haftscheibe darstellt. Besonders sei an dieser Abbildung auf den allmählichen Übergang der Scheibenzellen zu den aufrechten Fäden hingewiesen. Einige derselben sind zu Haaren ausgewachsen. Eine Seitenansicht eines solchen Fadengewirrs (die Haftscheibe ist nicht dargestellt) gibt Abbg. 8, 12 wieder. Hier ist nun etwas Neues dazugekommen. Unter den Fädchen zeichnen sich drei durch

ihre Dicke aus. Sie entstehen als Seitentriebe der ursprünglichen schmälere Zellreihen, wie besonders an dem linken oberen zu erkennen ist. Einer dieser ausgezeichneten Triebe entwickelt sich nun weiterhin durch intensives Scheitelwachstum zur eigentlichen aufrechten Alge. Die Teilungen verlaufen genau so, wie sie am Scheitel jeder erwachsenen *Dudresnaya*-pflanze zu verfolgen sind. Das ist schon wiederholt Gegenstand der Darstellung gewesen, und ich brauche deshalb darauf nicht näher einzugehen. Die Haftscheibe selber stellt in späteren Stadien ihr Wachstum ein.

Peyssonellia squamaria.

Wir kommen nunmehr zur Besprechung von *Peyssonellia squamaria*. Es ist dies eine Floridee, die mit ihren lederigen Krusten die Stämme von *Cystosira* überzieht; aufrechte Triebe werden hier überhaupt nicht mehr angelegt. Die Alge ist abgebildet in Oltmanns I, S. 559. Die Kultur der Sporen, die Anfangs Dezember zur Reife kamen, bot im großen Zementbecken keine Schwierigkeiten, während dieselben in kleineren Glaströgen stets eingingen. Die Tetraspore, die mit den üblichen Reservestoffen gefüllt ist, heftet sich mit einer dicken Schleimschicht an. Die Reservestoffe nehmen ab, sobald eine Wand gebildet ist, und die Chromatophoren treten hervor. Schräg zu der primären Wand entstehen zwei sekundäre (Fig. 9, 1). Es offenbart sich jetzt ein gewisser polarer Gegensatz darin, daß die (in der Fig. 9, 2) oberen Zellen sich vorläufig nicht verändern und mit Reservestoffen gefüllt bleiben, während die zwei unteren mit deutlichen Chromatophoren versehen sind und sich vorwölben. Auf sie beschränken sich die Teilungen (Fig. 9, 3.4), und es hat vorläufig den Anschein, als würden sie getrennt zu je einem Faden auswachsen (Fig. 9, 5). Dieser Vorgang erinnert uns an das Verhalten der *Cryptonemieensporen*, wo die Spore ebenfalls zunächst getrennte Fäden bildet. Als Unterschied muß hervorgehoben werden, daß die fraglichen Zellen bei *Peyssonellia* nicht zu Fäden auswachsen, sondern kurz bleiben. Für die Auffassung dieser Zellen als rudimentärer Fäden spricht weiterhin die Tatsache, daß sich ausnahmsweise auch richtige Fäden aus der Spore bilden können, aus denen

sich dann auf ganz ähnliche Weise wie bei *Dudresnaya* durch kurze Seitenästchen eine kleine Scheibe bildet (Fig. 9, 9 und 10).

Bei dem gewöhnlichen Entwicklungsgang jedoch geben die Derivate der beiden Zellen bald ihre selbständige Existenz auf und verschmelzen zu einer Haftscheibe; diese vergrößert sich durch Randwachstum, wie bei *Dudresnaya* (Fig. 9, 6). Was die Chromatophoren anbelangt, so sei noch erwähnt, daß deren Umrisse nunmehr deutlicher geworden sind. Die ursprünglich einheitlichen Stücke sind in wenige polygonale Plättchen zerfallen. Das ist besonders in der Fig. 9, 7 zu sehen. Auch der hintere Rand der Scheibe, der vorher ungeteilt blieb, hat sich hier durch Wände geteilt. Allerdings ist dort die Wachstumsenergie weit geringer wie am Vorderrand. Dieser Zustand scheint mir durch das einseitige Licht mit verursacht; denn er trat viel schwächer ein bei solchen Kulturen, die sich auf horizontalen Objektträgern entwickelt hatten. — Eine weitere Übereinstimmung mit den Entwicklungsvorgängen, wie sie uns bei den *Cryptonemiceen* bekannt geworden sind, besteht darin, daß auch bei *Peyssonellia* zwei anfangs getrennte Scheiben zu einem einheitlichen Gebilde verschmelzen können. — Sonst ist über die spätere Ausgestaltung der Haftscheibe kaum etwas prinzipiell Neues zu sagen. Die Teilungen erstrecken sich bald auf sämtliche Zellen, und so wird auch der ursprüngliche Sporenkörper in Zellen zerlegt, die durch Gestalt und Färbung von den jüngeren nicht mehr zu unterscheiden sind. Weiterhin ist zu erwähnen, daß einige Zellen des hinteren Randes etwa vier Monate nach der Keimung zu farblosen Rhizoiden auswachsen. Erst jetzt erreichen die Chromatophoren ihre definitive Gestalt. Fig. 9, 8 gibt dieses Stadium wieder, das wildwachsend auf einer *Cystosira* gefunden wurde. Noch ältere Keimlinge, wie sie in meinen Kulturen beobachtet und abgebildet wurden, hatten ihren regelmäßigen ovalen Umriß aufgegeben. An verschiedenen Stellen des hinteren Randes hatten sich sekundäre Blättchen ausgebildet, die einander zum Teil überdeckten. Auch hier machte sich der Einfluß des Lichtes dadurch bemerkbar, daß die Rhizoiden nur an der Schattenseite hervorsproßten; die neuen Scheiben orientierten sich dagegen senkrecht zum Licht-

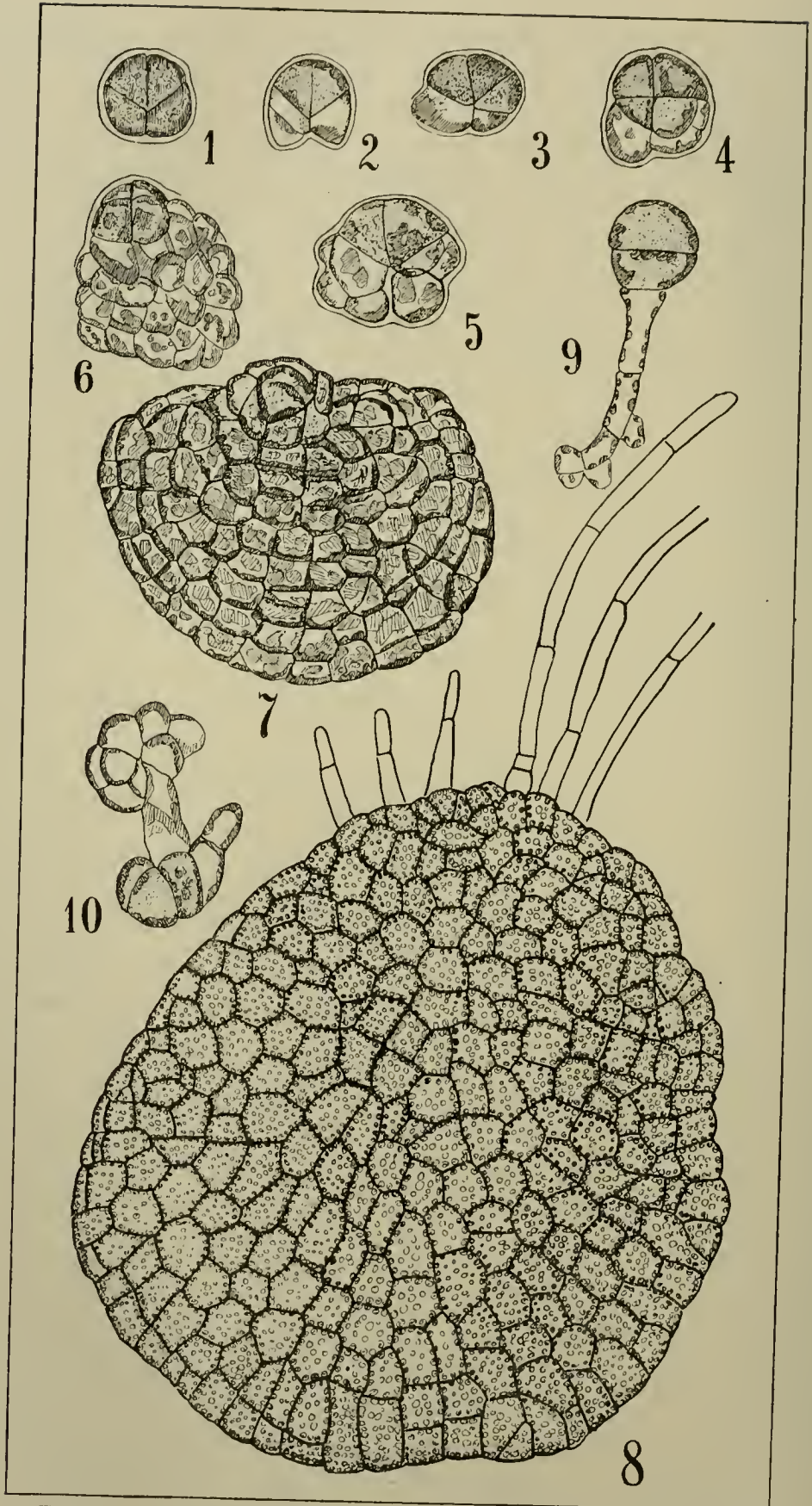


Fig. 9. Die Entwicklung von *Peyssonellia squamaria*.

einfall in direktem Gegensatz zu den primären, die sich der Unterlage angepreßt hatten.

Was nun die Anatomie der Scheiben betrifft, so verweise ich auf die Arbeit von Nägeli (1). Dieser Autor untersuchte zwar erwachsene Pflanzen, aber die Beschreibung paßt ebensogut auch auf die Entwicklung der Keimpflanzen. Nur daß hier dieselben Entwicklungsstufen sukzessive an verschiedenen Stadien getroffen werden, die beim erwachsenen Individuum an ein und demselben Individuum auftreten.

Chrysymenia microphysa.

Wir gehen nun über zu der Beschreibung von *Chrysymenia*. Es wurden zwei Arten untersucht, *Chrysymenia microphysa* und *ventricosa*. Beide hat Kuckuck in jüngster Zeit eingehend behandelt, ohne jedoch auf deren Entwicklungsgeschichte einzugehen. An der Hand der Abbildungen sei *Chrysymenia microphysa* besprochen. Diese bläschenförmige Alge (Abbildungen Oltmanns I, S. 552) kommt auf Geröll und Muschelschalen in etwa 10 m Tiefe vor, im Gegensatz zu *ventricosa*, die epiphytisch wächst. Kulturen, die von Tetrasporen gewonnen wurden, waren nicht ergiebig. Die Keimung beginnt damit, daß die Reservestoffe, die anfangs als graue Klumpen in der Spore auftreten, verschwinden. Einen solchen Keimling, der bereits vierzellig geworden ist, stellt Fig. 10, 1 dar. Es muß betont werden, daß derselbe bei einseitig einfallendem Oberlicht kultiviert wurde, denn wie bei *Peyssonellia* wird auch hier der Keimungsverlauf stark vom Licht beeinflusst. Weiter ist die Gestaltung der Haftscheibe bei dem Stadium 10, 2 vorgeschritten. Dieses erinnert durch die ganze Verzweigung und auch durch die Ausbildung der Chromatophoren an eine junge Keimscheibe von *Halymenia*. Als Unterschied muß betont werden, daß hier die Zellfäden kurz bleiben und der ursprüngliche Sporenkörper nicht degeneriert, sondern an der Entwicklung kräftigen Anteil nimmt. Weiterhin sehen wir in Abbg. 10, 3, wie die Verzweigung an der Peripherie immer lebhafter wird. Gerade durch die schmalen Fädchen, die sich dort entwickeln, wird die Ähnlichkeit mit *Halymenia dichotoma* noch größer. Doch möchte ich darauf keinen allzugroßen Wert legen, wird doch die Ausgestaltung

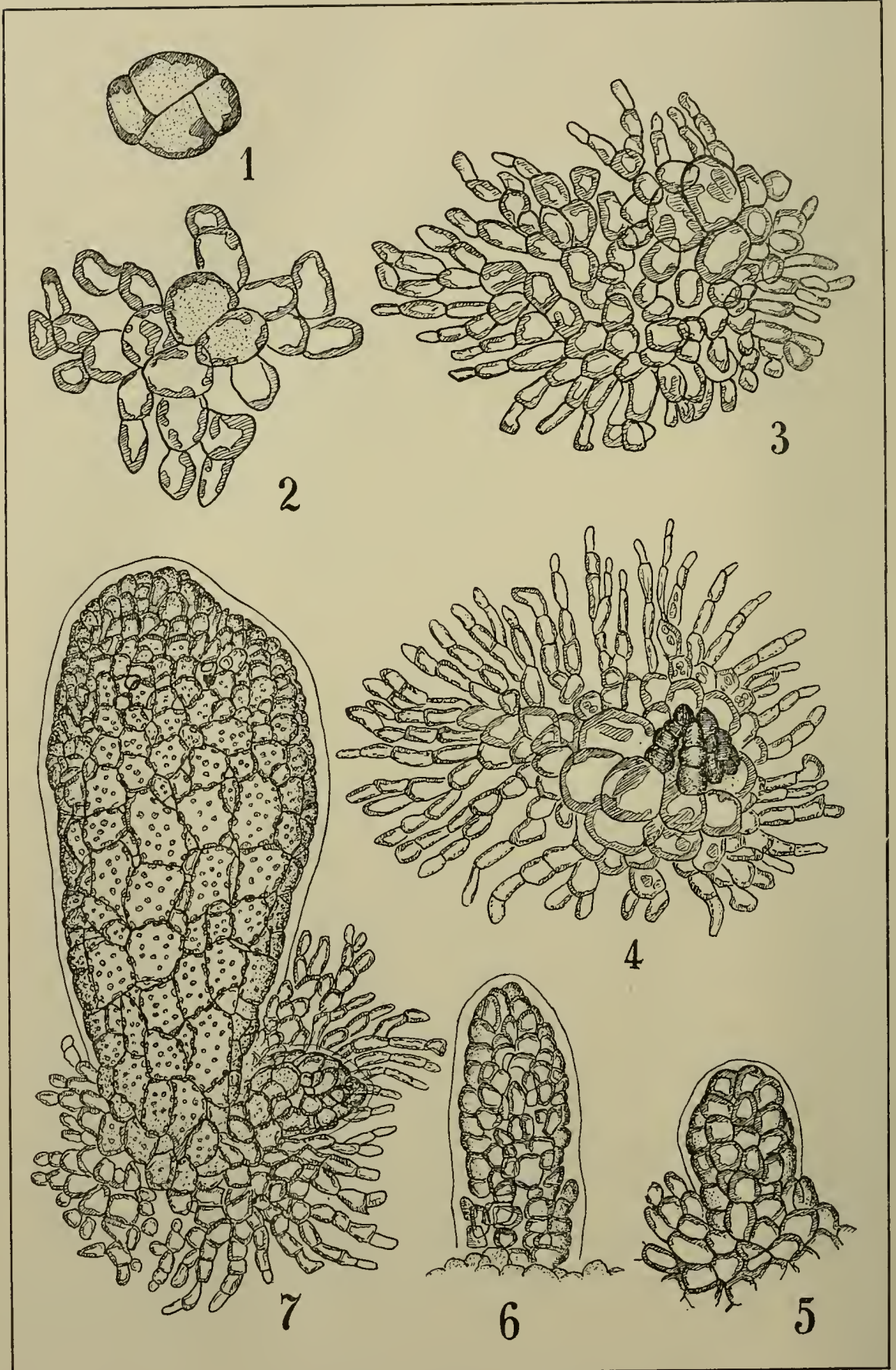


Fig. 10. Die Entwicklung von *Chrysymenia microphysa*.

der Scheibe, wie wir schon wiederholt sahen, durch Lichtverhältnisse stark beeinflußt. — Ist der Keimling etwa fünf Wochen alt, so sprossen plötzlich aus den älteren Zellen, die unmittelbar aus dem Sporenkörper hervorgingen und ausgewachsen zu sein schienen, fünf bis sechs aufrechte Fädchen; diese legen sich mit ihren Spitzen zusammen (Fig. 10, 4) und wachsen vertikal nach oben. Zunächst entwickeln sie sich getrennt und unabhängig voneinander. Doch dauert es nicht lange und sie geben ihre Selbstständigkeit auf, um zu einer kleinen Blase zu verschmelzen (Fig. 10, 5). Zwar geht aus der Fig. 10, 6 hervor, daß auch nachträglich noch Fädchen aus der Haftscheibe entstehen und sich dem aufrechten Trieb anschmiegen können; jedoch vergrößert sich später, wie ein Vergleich von Fig. 10, 6 und 7 ergibt, die Blase hauptsächlich durch interkalare Teilungen der schon vorhandenen Elemente. Es bildet sich so ein einheitlicher Gewebekörper, der aus größeren und kleineren Zellen besteht. Damit ist schon im wesentlichen das Aussehen der erwachsene Pflanze erreicht, und das Stadium, das in Fig. 10, 7 wiedergegeben ist und einen $2\frac{1}{2}$ Monate alten Keimling darstellt, wäre schon eine *Chrysymenia* im kleinen. Der Zuwachs der Blase erfolge ausschließlich an der Spitze. Die Anordnung der Zellen erinnert hier noch ganz an die Entstehung aus Fäden. Weiter unten differenzieren sich die größeren und kleineren Zellen, und besonders auffallend wird dieser Unterschied an der Basis. Die Haftscheibe hat sich, mit der in Fig. 10, 4 abgebildeten verglichen, nicht mehr weiter entwickelt; doch ist ihre Wachstumsfähigkeit damit nicht abgeschlossen; denn sie kann auch späterhin noch Blasen entwickeln, wie Fig. 10, 7 zeigt.

Von der weiteren Entwicklung ist etwas prinzipiell Neues nicht zu sagen. Es wurde daher auf die Reproduktion weiterer Figuren verzichtet, besonders da Kuckuck in seiner jüngst erschienenen Arbeit (1913) eine gute Abbildung gibt, die einen Längsschnitt durch eine Keimpflanze darstellt. Es ist aus derselben ersichtlich, daß der blasenförmige Hohlraum durch Auseinanderweichen der Zellen entsteht, im Gegensatz zu *Ricardia*, wo die Blase lysigenen Ursprungs ist. Das ist ja auch ohne weiteres einleuchtend, wenn man bedenkt, daß eine feste Zentralachse bei *Chrysymenia* nicht differenzial ist. — Von älteren

Stadien ist noch zu erwähnen, daß sich das blasenförmige Oberende erheblich erweitert; bei sechs Monate alten Keimlingen, die 3 bis 5 mm lang sind, erscheint schon makroskopisch der Stiel deutlich von der Blase abgesetzt. Oberflächenansichten zeigen, daß in der äußeren Schicht die kleinen Zellen sich stark vermehrt haben und die größeren zum Teil überdecken — genau derselbe Vorgang wie bei *Ricardia*. — Die Chromatophoren verlängern sich besonders in den älteren Zellen bandartig. Die Haftscheibe vergrößert sich noch weiterhin und erscheint in der Mitte mehrschichtig.

Über die weitere Differenzierung der Gewebe ist nichts mehr zu bemerken; ich verweise dafür auf die schon erwähnte Arbeit Kuckucks. Für den Physiologen wird von Interesse sein, daß auch bei *Chrysomenia* die Keimpflanze eine ganz bestimmte Orientierung zum Licht hat. Stets richtet sich die etwas abgeflachte Blase nach dem Lichte hin, senkrecht zu den einfallenden Strahlen.

Was *Chrysomenia ventricosa* anbetrifft, so haben wir hier dieselben Verhältnisse wie bei *microphysa*. Insbesondere sind die Haftscheiben nur durch ihre Größe voneinander zu unterscheiden. Was für diese gilt, stimmt auch für den aufrechten Sproß, der in seiner Anlage sowohl wie in seiner Ausgestaltung bis auf alle Einzelheiten der *Chr. microphysa* gleicht. Das ist deswegen von Interesse, weil bekanntlich später *Chrysomenia ventricosa* stark von *microphysa* abweicht, indem sie sich zu einer großen, handförmigen, kurz gestielten Blase ausbildet. — Auf der anderen Seite wird die Ähnlichkeit mit der Haftscheibe von *Halymenia* dadurch vermehrt, daß sie der *Chrysym. microph.*-Scheibe gegenüber vergrößert erscheint.

Zusammenfassend stellen wir fest, daß der Entwicklungsgang der untersuchten *Chrysomenia* und von *Halymenia* manche Parallelen aufweist. Derselbe erscheint bei *Chrysomenia* bestimmter und regelmäßiger wie bei *Halymenia*.

Chylocladia clavellosa.

Lückenhafter sind meine Untersuchungen an *Chylocladien*. Daran ist die Schwierigkeit der Kultur schuld. Wenn trotzdem der Versuch gemacht werden soll, ihre Entwicklung zube-

schreiben, so ist dies einerseits dadurch ermöglicht, daß sich schon früher Autoren mit dem Gegenstand beschäftigt haben. Andererseits gelang es mir, gerade die noch fehlenden Stadien teils in den Kulturen, teils durch Beobachtungen im Freien zu finden.

Zunächst einige Worte über die Resultate früherer Autoren. Besonders sorgfältig untersuchte Davis (1892) die Entwicklung von *Champia parvula*. Nachdem die Spore sich in Quadranten zerlegt hat, werden Wände parallel zum Substrat gebildet. Weiterhin werden die horizontalen Segmente durch vertikale Wände aufgeteilt und so entsteht eine Hohlkugel, die mit vier schmalen Rhizoiden am Untergrund haftet. Die Kugel erweitert sich durch die Teilungen der vier Scheitelzellen, die aus den primären Quadrantenteilungen entstanden, zu einem birnförmigen Körper, der sich dann sukzessive zur erwachsenen Pflanze differenziert. Bezüglich aller Einzelheiten muß ich auf die Arbeit von Davis selber verweisen. Lückenhafter sind die Untersuchungen Dericks (1892) an *Lomentaria* und *Champia*. Nach dieser Arbeit würde die Aufteilung weniger regelmäßig vor sich gehen; doch scheint Derick mit zu wenig Material gearbeitet zu haben. Immerhin besteht im Prinzip Übereinstimmung zwischen den Resultaten von Davis und Derick. — Ich selber kultivierte *Chylocladia clavellosa* und kam bis zu dem in Fig. 11, 1 gezeichneten Stadium, das eine von oben betrachtete Keimscheibe repräsentiert. Die voraufgehenden Teilungen fielen ähnlich aus wie bei *Champia*. Auch dieses Stadium zeigt dieselben vier Apikalen, wie sie von *Champia* bekannt sind. Als Unterschied ist zu betonen, daß hier das Rhizoidensystem kräftiger entwickelt und das Gebilde mehr abgeflacht ist. Eine Seitenansicht einer etwas älteren Keimpflanze, die draußen identifiziert werden konnte, stellt die Fig. 11, 2 dar. Hier ist deutlich zu sehen, wie die Mitte der Scheibe etwas vorspringt und von vier Apikalen (in der Seitenansicht sind natürlich nur zwei zu sehen) gekrönt wird. Diese teilen sich nun genau so auf, wie es am Scheitel jeder älteren *Chylocladia*-pflanze verfolgt werden kann. Dadurch wölbt sich ein zylindrischer Körper empor, der zunächst aus einfachen Zellreihen besteht. In diese Zellreihen schieben sich durch interkalare Teilungen neue Elemente ein, und der Körper wird blasen-

förmig. Das erläutert Fig. 11, 3. Wir identifizieren am Scheitel die zwei Apikalen der Fig. 11, 2; diese setzen sich nach unten eine kurze Strecke weit regelrecht in Zellfäden fort. Diese Regelmäßigkeit geht jedoch bald verloren, dadurch, daß sich interkalar neue Zellen einschieben. Es schließt sich nun dieses Stadium unmittelbar an das an, was durch die Arbeiten von Debray (1 und 2), Bigelow (1887) und Wille (2, 1887) be-

kannt geworden ist. Auch bezüglich der Differenzierung der Gewebe muß ich auf diese verweisen, ferner auf das Resümee in Oltmanns Algenbuch.

Von der Entwicklung der Chylocladien halten wir fest, daß die Haftscheibe sich durch regelmäßige Teilung der Spore bildet und daß sich die vier mittleren Zellreihen der Scheibe selber zum aufrechten Sproß

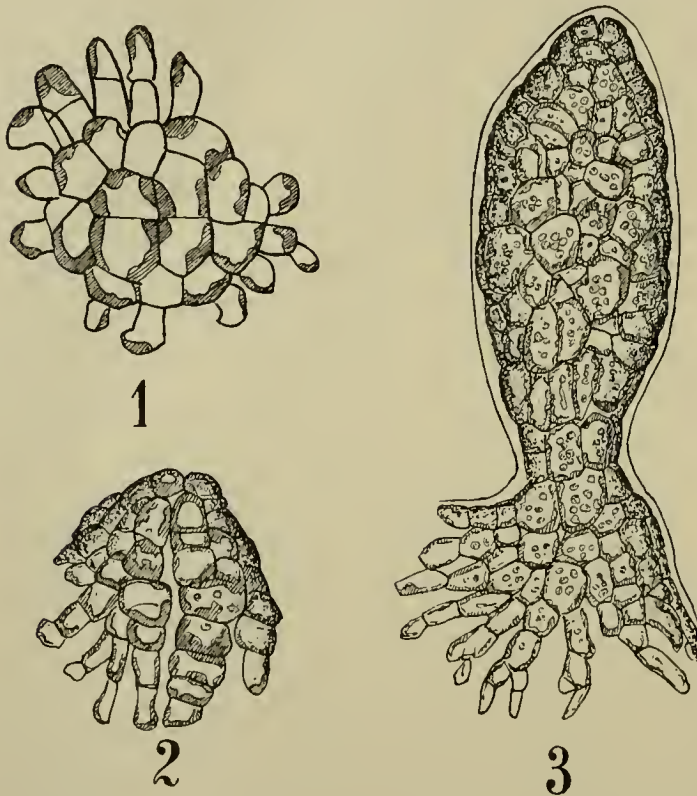


Fig. 11. Die Entwicklung von Chylocladia.

emporwölben. Durch nachträgliche interkalare Teilungen bildet sich sodann die eigentliche Blase. Wir gehen nun über zur Beschreibung einer anderen Rhodophyllidee, der

Rhodophyllis bifida,

da die Entwicklung dieser Alge bemerkenswerte Anklänge an Chylocladia zeigt. Rh. ist eine blattförmige Floridee von sehr verschiedenem Äußern und ganz unregelmäßigem Umriß (Abbg. Hauck S. 166). Sie bewohnt die Flutregion und kommt zusammen mit Nitophyllum als Epiphyt auf *Gelidium capillaceum* vor. Ich war in der Lage, die Carposporen- und Tetrasporen-

entwicklung in meinen Kulturen, letztere auch im Freien, zu beobachten. Die Carpospore erinnert sehr an die Chrysymenia-spore. Sie wird bei der Keimung durch eine Wand halbiert (Fig. 12, 1) und durch drei weitere dazu senkrecht stehende Octanten zerlegt (12, 2). Hierauf werden neue Periklinen gebildet. Jetzt beginnen die Reservestoffe zu schwinden, und es werden die Chromatophoren sichtbar. Sodann wachsen die Randzellen stärker aus, und neue Verzweigungen treten in die so entstandenen Lücken. Dadurch bewahrt die Scheibe ihren ovalen Umriß (12, 3). — Ganz ähnlich verläuft die Keimung der Tetrasporen, die in Kulturen verfolgt werden konnte. Es zeigte sich, daß die Keimungsfähigkeit derselben sehr verschieden war; nur solche gelangten überhaupt zur Entwicklung, die sich festheften konnten. Wir müssen daher annehmen, daß die Anheftung an das Substrat als Reiz auf die Zellteilung einwirkt. Die Entwicklung stimmt im übrigen ganz mit dem überein, was wir bei der Carpospore kennen lernten, nur daß der ganze Keimling sowohl wie seine Zellen kleiner ausfällt. Dafür wird hier die Haftscheibe größer wie bei der Carpospore. Bezüglich des Zellinhalts ist bei *Rhodophyllis* hervorzuheben, daß die Chromatophoren schon in diesem Entwicklungsstadium ihre definitive Größe erreicht haben. Diese Umbildung ist, wenn man z. B. die Fig. 12, 4 mit Fig. 10, 2 vergleicht, bei *Rhodophyllis* früher beendet wie bei *Chrysymenia*. — Im übrigen fällt die Ähnlichkeit der jungen Haftscheibe von *Chrysymenia* und *Rhodophyllis* ebenso in die Augen wie bei *Rhodophyllis* und *Chylocladia*. Das wurde schon früher hervorgehoben. Bei der Ausbildung des aufrechten Sprosses geht jedoch *Rhodophyllis* ihre eigenen Wege. Das soll im Folgenden gezeigt werden.

In der Abbg. 12, 5 sehen wir, wie eine der ursprünglichen Octantenzellen sich stärker vergrößert und ihre Nachbarn zur Seite drängt. Diese selbe Zelle wächst nun senkrecht empor und entwickelt sich weiterhin zu dem eigentlichen *Rhodophyllis*-blättchen¹. Die Entstehung derselben möge noch etwas näher an den Tetrasporenkeimlingen verfolgt werden. Die abgebildeten Stadien entstammen teils meinen Kulturen, teils wurden sie draußen gefunden. Ein Unterschied zwischen beiden bestand

¹) In der Abbildung in Kantenansicht gesehen.

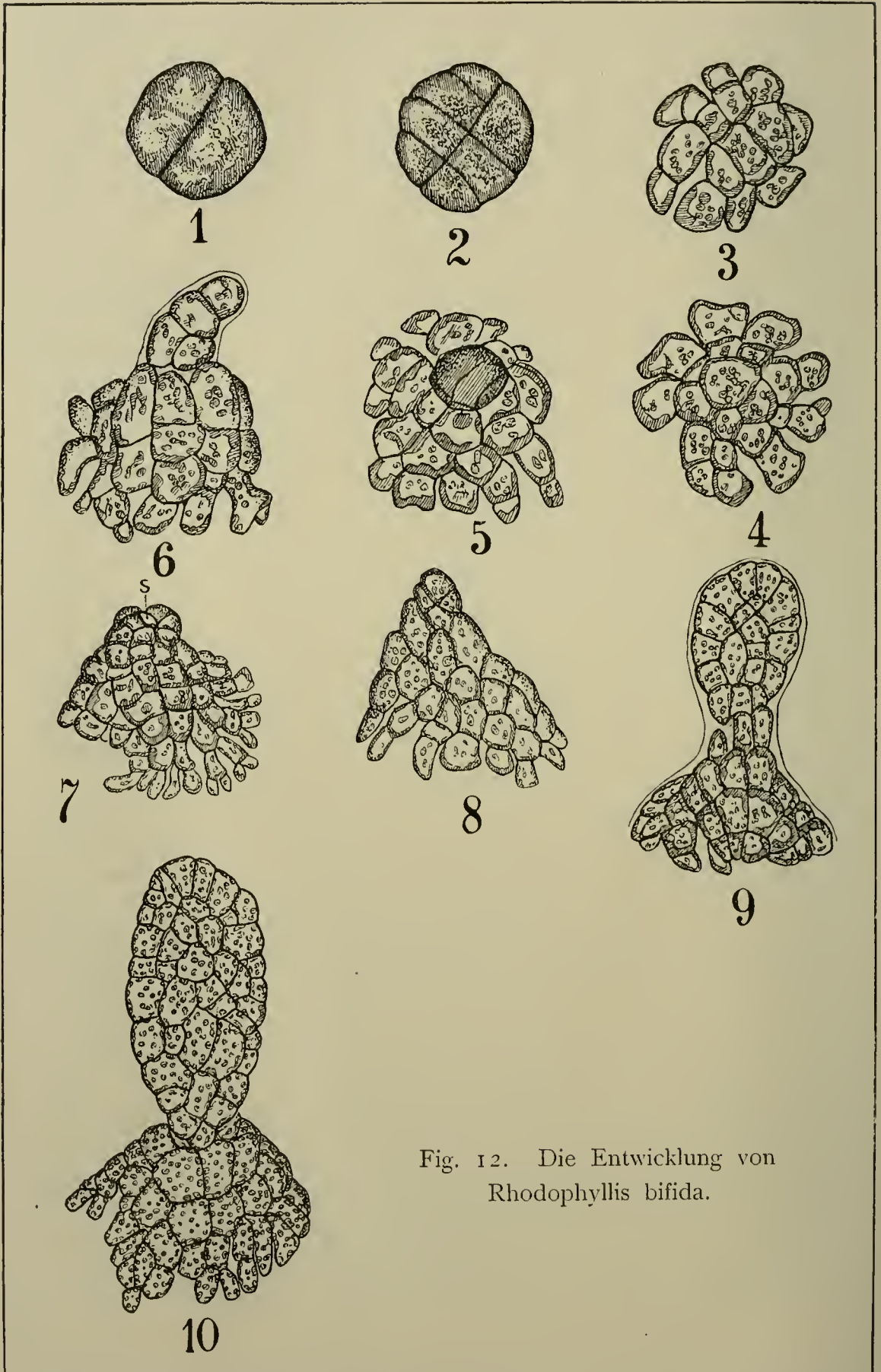


Fig. 12. Die Entwicklung von Rhodophyllis bifida.

nicht. Wir erkennen zunächst bei der Scheibe Fig. 12, 5, ebenso bei 12, 7, die beide eine Seitenansicht darstellen, mit Leichtigkeit die drei Hauptwände der Octantenteilung. Die Haftscheibe hat sich in ihrer Mitte stark empor gewölbt und gleicht ganz dem Haftorgan von *Chylocladia* (Fig. 11, 2). Als Unterschied muß hervorgehoben werden, daß sie von einer einzigen Scheitelzelle (s) gekrönt ist. Von dieser Zelle allein geht die Bildung des Rhodophyllisblättchens aus. Zwar verlängern sich auch die darunterliegenden Zellen, ohne jedoch wesentlich an der weiteren Entwicklung beteiligt zu sein. Das muß als Gegensatz zu *Chylocladia* betont werden, da hier der aufrechte Sproß gerade von diesen gebildet wurde. — Die Fig. 12, 8 zeigt weiter, wie diese Zelle regelrecht als zweischneidige Scheitelzelle fungiert, die durch anti- und perikline Teilungen ein Blättchen erzeugt. Der Rand dieses Gebildes besteht aus einer Lage von Zellen, während die Mitte mehrschichtig ist. — Was nun die Keimscheibe betrifft, so entwickelt sie sich nach Bildung des aufrechten Triebes nicht mehr weiter; höchstens wölben sich die mittleren Zellen derselben etwas empor, ähnlich wie bei *Chylocladia*. Dagegen muß noch auf die Ausbildung des Blättchens eingegangen werden. Die Teilungen der Scheitelzelle kann ich übergehen, zumal sie ganz ebenso verlaufen wie am Scheitel der erwachsenen Pflanze (cf. Nägeli). Das zeigt uns die Fig. 13, 1. Es konnte weiterhin verfolgt werden, wie das Scheitelzellenwachstum durch Randzellenwachstum ersetzt wird. Ein solches Stadium mit Randmeristem, wie es ja schon durch Nienburg¹ bekannt geworden ist, gibt Fig. 13, 2 wieder.

Von größerem Interesse ist es, noch einiges über die Anatomie des Rhodophyllisblättchens zu sagen. Nach Wille besteht dasselbe aus drei Schichten, von denen die beiden äußeren aus isodiametrischen, die inneren aus langgestreckten Zellen bestehen, die sich nach Art eines Milchröhrensystems verzweigen. Leider spricht sich Wille nicht darüber aus, in welchem Zusammenhang beide Gewebearten stehen. — Da junge Blattauswüchse an älteren Pflanzen (cf. S. 253) sich genau so

¹) Es liegt demnach kein Grund vor, ein solches Blättchen mit Randwachstum als besonderen Vorkeim aufzufassen, wie Nienburg (1912) will. Dieselbe Erscheinung haben wir ja auch bei *Nitophyllum* (Nienburg, 1908).

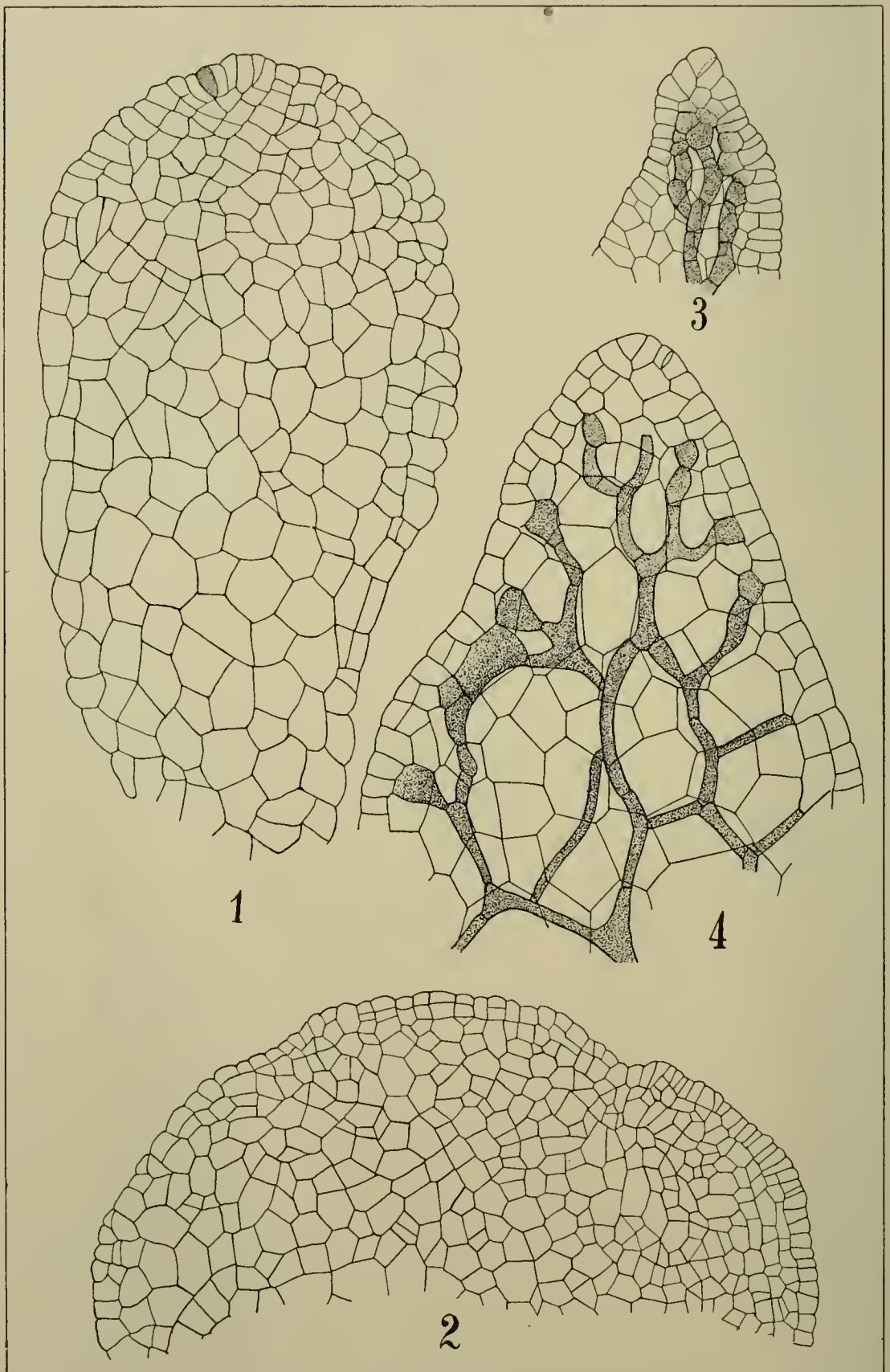


Fig. 13. Die Entwicklung des Blättchens von *Rhodophyllis bifida*.
1, 2 Oberflächenansichten; 3, 4 optische Längsschnitte.

weiter entwickeln wie die primären Keimlingsblätter, so kann die Untersuchung ebenso gut an diesen vorgenommen werden. Dafür eignet sich nun lebendes Material weniger, da hier die Epidermiszellen mit Chromatophoren so angefüllt sind, daß die mittlere Schicht verdeckt wird. Günstiger ist fixiertes Material und speziell nach Flemming behandeltes. Durch die Einwirkung der Osmiumsäure hebt sich die dunkel gefärbte Mittelschicht deutlich hervor und kann bis zur Scheitelzelle verfolgt werden. Diese mittlere Schicht ist schon in solchen Stadien vorhanden, wie sie z. B. in Fig. 12, 10 zur Darstellung gelangten. Sie wurde ursprünglich als zusammenhängendes Zellgewebe angelegt. Wächst nun das Blatt in die Breite, so erweitern sich die äußeren Schichten durch entsprechende Teilungen. Die Zellen der Mittelschicht jedoch, die sich nicht in derselben Weise zu teilen vermögen wie die äußeren, werden auseinandergezogen und gedehnt. In Abbg. 13, 3 sieht man noch deutlich den Zusammenhang der inneren (punktierten) Zellschicht mit der peripheren. Erstere ist an der Spitze noch zusammenhängend, weiter unten weichen die Zellreihen auseinander. Der Faden in der Verlängerung der Scheitelzelle muß als Zentralachse angesprochen werden, wie aus dem Vergleich mit anderen Rhodophyllideen hervorgeht (vgl. d. allgem. Teil).

Je breiter nun das Blättchen wird, desto mehr weichen die Zellreihen der mittleren Schicht auseinander, wie aus der Fig. 13, 4 hervorgeht. Hier sind die röhrenförmig ausgezogenen Glieder der Mittelschicht weiter auseinandergezerrt und unregelmäßig gedehnt. Je älter das Blatt wird, desto länger werden die Röhren und desto unregelmäßiger verzweigt sich das Maschenwerk. Am Randmeristem dagegen, wo die Zellen der Mittelschicht eben erst gebildet worden sind, erscheinen sie weniger ausgezogen; ebenso an der Spitze, wo die Schläuche den unterliegenden Zellen noch parallel verlaufen. Der Unterschied zwischen der Zentralachse und ihren Seitenzweigen erscheint nunmehr ganz verwischt. — Wie schon erwähnt, konnte die Entwicklung an wildwachsenden sowohl wie an kultivierten Pflanzen verfolgt werden. Was die letzteren betrifft, so wäre noch nachzutragen, daß sich hier die Blättchen wenig verbreiterten, vielmehr stark in die Länge wuchsen und sich auffallend

häufig gabelten; und zwar bildeten sich diese Gabeläste aus beliebigen Randzellen, die sich sekundär zu Scheitelzellen umbildeten. Ebenso konnte auch bei der Haftscheibe jede Zelle zur Scheitelzelle eines neuen Blättchens werden.

Gracilaria confervoides.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit *Rhodophyllis* weist die Entwicklung von *Gracilaria confervoides* auf, weshalb sie an dieser Stelle besprochen sein möge.

Gracilaria confervoides wächst in ruhigen Buchten, wo sie sich in großen Mengen entwickelt und eine Länge von 2 m erreichen kann. Abbildungen findet man in dem Algenwerk von Thuret und Bornet. Schon diese Autoren beobachteten und zeichneten die Keimung derselben. Doch ist aus den Abbildungen nicht recht ersichtlich, in welchem Verhältnis diese jungen Entwicklungsstadien zu den erwachsenen stehen. Eine Beschreibung fehlt überhaupt. — Die Carpospore von *Gracilaria* (Fig. 14, 1) zeigt zunächst den üblichen Reservestoffgehalt, der bis zum achtzelligen Stadium nachgewiesen werden kann. Die dunkel gefärbte Sporenkugel zerfällt in Quadranten; dann werden Wände gebildet, die senkrecht zu der primären (in der Figur) horizontalen Wand verlaufen. Nunmehr werden auch perikline Wände angelegt (14, 2 u. 3). Durch sekundäres Wachstum und durch Verschiebung der Zellelemente stimmen alle diese Stadien wenig miteinander überein. Trotzdem ich recht viele Kulturen beobachtete, konnte ich nur selten bei zwei Individuen die gleichen Teilungen konstatieren. Hat sich nun die Spore durch perikline Wände zu einer Scheibe mit zwei konzentrischen Zellagen ausgebildet (Fig. 14, 4), so treten mehr Antiklinen auf. Auffallend ist, daß in den Quadranten die Ausbildung verschieden schnell erfolgt. Wie weit in diesem Fall das Licht dafür verantwortlich zu machen ist, kann ohne speziell darauf gerichtete Experimente nicht entschieden werden. Jedenfalls fiel die Entwicklung in den verschiedenen Lichtverhältnissen, die ich meinen Kulturen geben konnte, ähnlich aus. — Nach demselben Schema entwickelt sich nun die Scheibe weiter. Es bildet sich an der Peripherie ein neuer Kreis von Zellen, während die Mitte sich stärker emporwölbt und infolgedessen

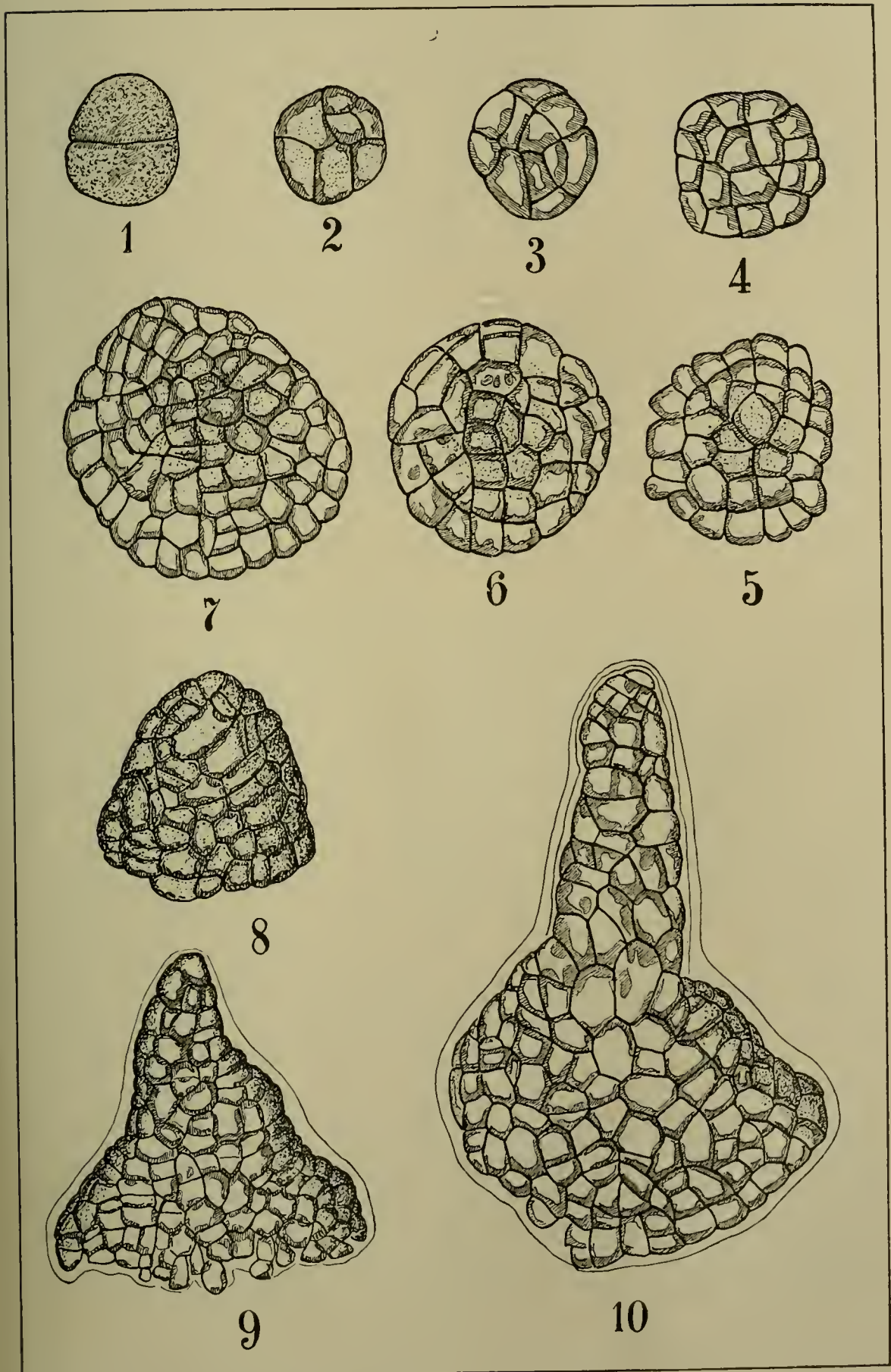
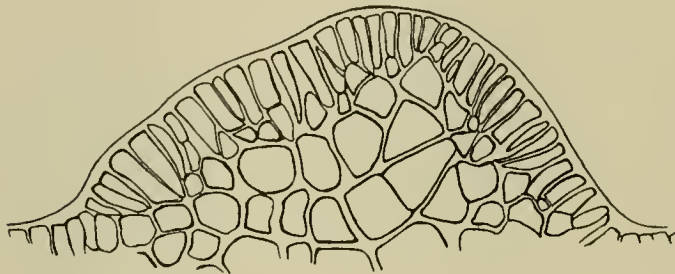
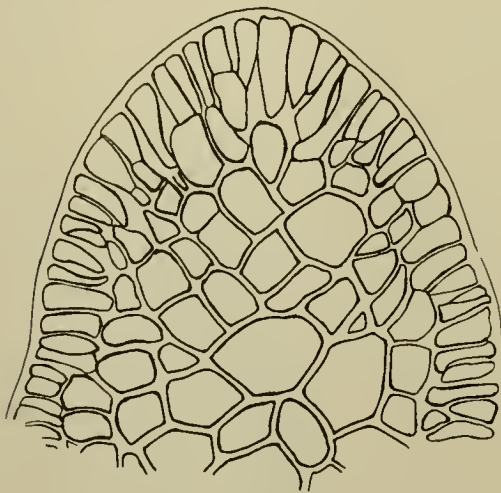


Fig. 14. Die Entwicklung von *Gracilaria confervoides*.

in der Aufsicht dunkler erscheint. Nun beobachten wir weiter, wie besonders eine der zentralen Zellen sich stärker ausbildet (Fig. 14, 5, 6 und 7). Es würde dies ganz dem Entwicklungsgange entsprechen, wie wir ihn bei *Rhodophyllis* kennen lernen. Tatsächlich zeigt auch die seitliche Ansicht eines solchen Stadiums (Fig. 14, 8), wie die gewölbte Keimscheibe von einer Scheitelzelle gekrönt ist. Dieselbe ist dreischneidig. Durch ihre Tätigkeit bildet sich der aufrechte *Gracilariasproß* (Fig.



1



2

Fig. 15. Mediane Längsschnitte durch zwei Entwicklungsstadien von Seitenästen bei *Gracilaria confervoides*.

14, 9). Besonders die oberen Zelletagen erweisen sich deutlich als Derivate der Scheitelzelle, während weiter unten die Anordnung unregelmäßiger wird. Dasselbe gilt von dem folgenden Stadium (Fig. 14, 10). Hier hebt sich der junge Trieb deutlicher von der Scheibe ab, die sich bedeutend verbreitert hat. Damit steht *Gracilaria* in einem gewissen Gegensatz zu den früher beschriebenen Algen, wo die Entwicklung des aufrechten Sprosses eine Hemmung im Wachstum des Haftorgans bedingte. —

Wenden wir uns nunmehr zur Besprechung der Gewebe. Diese gehen auch bei älteren Keimpflanzen aus der Scheitelzelle hervor. Zu einer ausgesprochenen Differenzierung in Mark und Rinde wie bei *Rhodophyllis* kommt es hier nicht. Optische Längsschnitte zeigen, daß die inneren Zellen größer sind als die äußeren. Eine besondere, als Zentralachse ausgebildete Zellreihe

konnte nicht beobachtet werden. Dasselbe Resultat erhielt ich an Längsschnitten durch junge Astanlagen, die ich mangels genügenden Keimlingsmaterials zur weiteren Untersuchung benutzte. Fig. 15, 1 stellt einen solchen Längsschnitt dar. Hier kommt nun etwas Neues dazu. Zwar kreuzen sich besonders die äußeren Zellreihen unter spitzem Winkel, aber von einem eigentlichen Scheitelzellenwachstum kann nicht mehr die Rede sein. Dasselbe gilt für das nächstältere Stadium (15, 2). Die äußeren Zellen vermehren sich durch zahlreiche Antiklinen und gliedern durch Periklinen nach innen neue Elemente ab, die sich lediglich durch Dehnung vergrößern. Zwar deutet die Anordnung der Zellen auch hier noch die frühere Tätigkeit einer Scheitelzelle an; aber im Laufe der Entwicklung geht auch das verloren. Eine solche ältere Sproßachse, die ihr Scheitelwachstum ganz eingestellt hat, bildet Oltmanns in seinem Algenbuch ab (Morphologie und Biologie der Algen I, S. 549, Fig. 334). Somit hätten wir den Anschluß an Bekanntes erreicht.

Plocamum coccineum.

Eine andere, mit Haftscheibe versehene Floridee ist *Plocamum coccineum*. Diese Alge wächst recht häufig an Molen und Felsen dicht unter dem Niveau; sie ist abgebildet in Oltmanns I, S. 598. Über die Entwicklungsgeschichte derselben macht Tobler einige Angaben, ohne jedoch zu genügender Klarheit durchzudringen. Die Ausbildung von *Plocamum* unterscheidet sich insofern von *Gracilaria*, der sie sonst am nächsten kommt, als hier gleich bei den ersten Teilungen eine Scheitelzelle angelegt wird. Es empfiehlt sich daher, den Entwicklungsgang vorwiegend an Seitenansichten und nicht, wie Tobler (5, 1907) es tat, in der Aufsicht zu verfolgen. — Die mit feinkörnigen Reservestoffen gefüllte Spore heftet sich durch Absonderung von Schleim an, worauf sich ihre Membran verdickt. Nunmehr tritt die schöne purpurrote Farbe der Chromatophoren deutlicher hervor; letztere legen sich an die Stellen, wo hernach Wände auftreten. In Fig. 16, 1 hat sich eine schräg nach unten verlaufende Wand gebildet, die im unteren Teile etwas abgebogen ist. Abbildung 16, 2 stellt ein Stadium dar, das eine zweite Wand gebildet hat, diese trifft die primäre unter rechtem Winkel. Diese Keilzelle

fungiert als Scheitelzelle, denn nach ihr sind sämtliche späteren Wände orientiert. Unmittelbar nach ihrer Bildung zerfallen die Chromatophoren in größere Stücke.

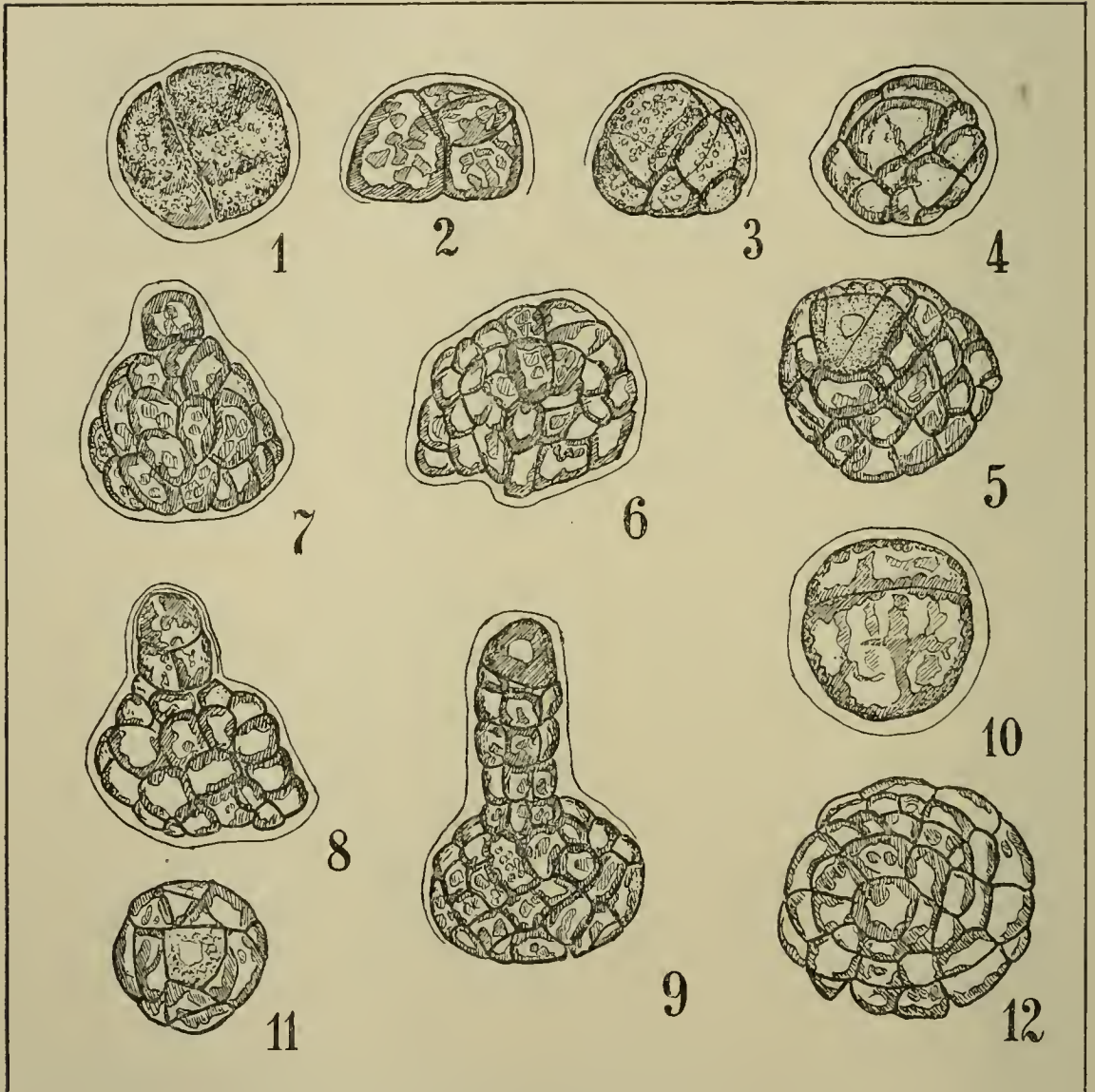


Fig. 16. Die Entwicklung von *Plocamium coccineum*.

Es zeigten nun weiterhin die Figg. 16, 3 und 16, 4, wie der Sporenkörper nach zwei sich kreuzenden Ebenen zerlegt wird. Dasselbe läßt sich auch in der Aufsicht verfolgen (Abbg. 16, 10, 11 und 12).

Im Gegensatz zu *Gracilaria* fällt gleich bei den ersten Stadien der Sporenteilung die große zentrale Scheitelzelle auf.

Übereinstimmend beobachten wir dagegen auch hier, daß stets die eine (hier linke) Hälfte des Keimlings in ihrer Ausbildung der anderen voraneilt. Da ich die Serien regellos aus meinen Kulturen und Beobachtungen im Freien kombiniert habe, so können Kultureinflüsse, so da besonders sind einseitiges Licht, diese einseitige Ausbildung nicht verursacht haben. In diesem Falle haben wir es offenbar mit einer konstanten Eigenschaft zu tun.

Betrachten wir nach dieser Abschweifung wiederum Seitenansichten von Plocamiumkeimlingen. Aus der Fig. 16, 6 geht hervor, daß nicht nur die Randzellen, sondern auch die zentralen Zellen sich regelmäßig aufgeteilt haben. Ein solcher Haftkörper, etwas mehr von oben betrachtet, ist in Fig. 16, 5 dargestellt. Die Scheitelzelle, die hier besonders groß ist, hat sich etwas aufgewölbt. In Fig. 16, 7 ist sie durch eine Wand vom Haftkörper abgetrennt; etwas weiter voran ist die Entwicklung im Stadium Fig. 16, 8, wo die aufrechte Spitzenzelle durch eine uhrglasförmige Wand halbiert ist. Somit hätten wir jetzt an Stelle der dreischneidigen eine flache Scheitelzelle. Dieser Übergang ist ganz allmählig dadurch erfolgt, daß sich der Winkel, unter dem sich die Segmente der Scheitelzelle trafen, zunehmend verflachte. Jetzt, wo sich ein aufrechter Trieb bildet, ist er in einen gestreckten übergegangen, mit anderen Worten, es ist eine flache Scheitelzelle entstanden. Nur noch die uhrglasförmige Gestalt der Wand deutet auf die ursprüngliche Teilungsrichtung hin. Die von der Scheitelzelle neu abgeschnittenen Segmente werden nun weiterhin durch Vertikalwände geteilt. Auf die einzelnen Phasen dieses Entwicklungsganges brauche ich nicht einzugehen, da sie ganz mit dem übereinstimmen, was wir an jeder Astanlage einer erwachsenen Plocamiumpflanze beobachten. Alles das ist schon von früheren Autoren genau geschildert.

Gelidium capillaceum.

Unter den untersuchten Algen nimmt *Gelidium capillaceum* eine etwas isolierte Stellung ein, weshalb die Besprechung derselben erst an dieser Stelle erfolgt. Diese Floridee überzieht die Felsen der Flutregion mit ihren buschigen dunklen Thal-

lomen (Abbg. Hauck S. 191). Die Kulturen waren anfangs ergiebig, gingen jedoch nach einigen Monaten meistens ein. Nur solche, die in stark strömendem Seewasser gehalten wurden, erwiesen sich als entwicklungsfähig und konnten ein halbes Jahr lang beobachtet werden. Die Tetraspore, die sich wie gewöhnlich an der Unterlage festgeheftet hat, verbraucht bald ihre Reservestoffe. Hiernach treten im Innern der Zelle die zusammenhängenden Chromatophorenbänder auf, die bereits jetzt die charakteristische dunkelkarminrote Färbung aufweisen, die wir an der erwachsenen Pflanze beobachten. Eigentümlich ist das nächstfolgende Stadium. Das basale Sporende wächst zu einem breiten Schlauch aus, und der ganze Inhalt tritt in denselben ein. Ist die Einwanderung beendet, so trennt sich der Inhalt von dem leeren Sporengehäuse durch eine Wand ab. Dieses letztere bleibt noch lange am Scheitel des Keimlings haften, bis es der Zersetzung anheim fällt. Die Degeneration ist eingetreten bei dem Stadium, das Fig. 17, 3 wiedergibt. Hier sind nur noch die Ansatzstellen des ursprünglichen Sporenkörpers zu sehen. — In diesem sekundär gebildeten Sporenkörper beginnen nun die eigentlichen Entwicklungsteilungen, die bei anderen Algen sofort einsetzen. Parallel zu der eben erwähnten Trennungswand bildet sich eine zweite; darauf wächst das freie untere Ende der Keimzelle zu einem Rhizoid aus (Fig. 17, 1), das durch die ganze Entwicklung hindurch farblos bleibt. In der Abbg. 17, 2 sehen wir ein Stadium, bei dem sich das Rhizoid verlängert hat. Außerdem ist schräg zur primären Wand eine sekundäre entstanden, die genau ebenso wie bei *Plocamium* eine keilförmige Scheitelzelle (s) abtrennt. Daß wir es wirklich mit einer solchen zu tun haben, erhellt daraus, daß neue Wände nur parallel zu deren Segmenten angelegt werden (Fig. 17, 3). Nach demselben Schema verlaufen auch die späteren Teilungen. — Es kommt nun weiterhin dazu, daß im Innern des Keimlings neue Zellwände gebildet werden. Diese verlaufen parallel zur Zeichenebene und kamen infolgedessen in den Figuren nicht zur Darstellung. Durch diese Teilungen erklärt sich die geringe Durchsichtigkeit der betrachteten Keimlinge. Es war infolgedessen kaum möglich, die Veränderungen der Chromatophoren zu erkennen.

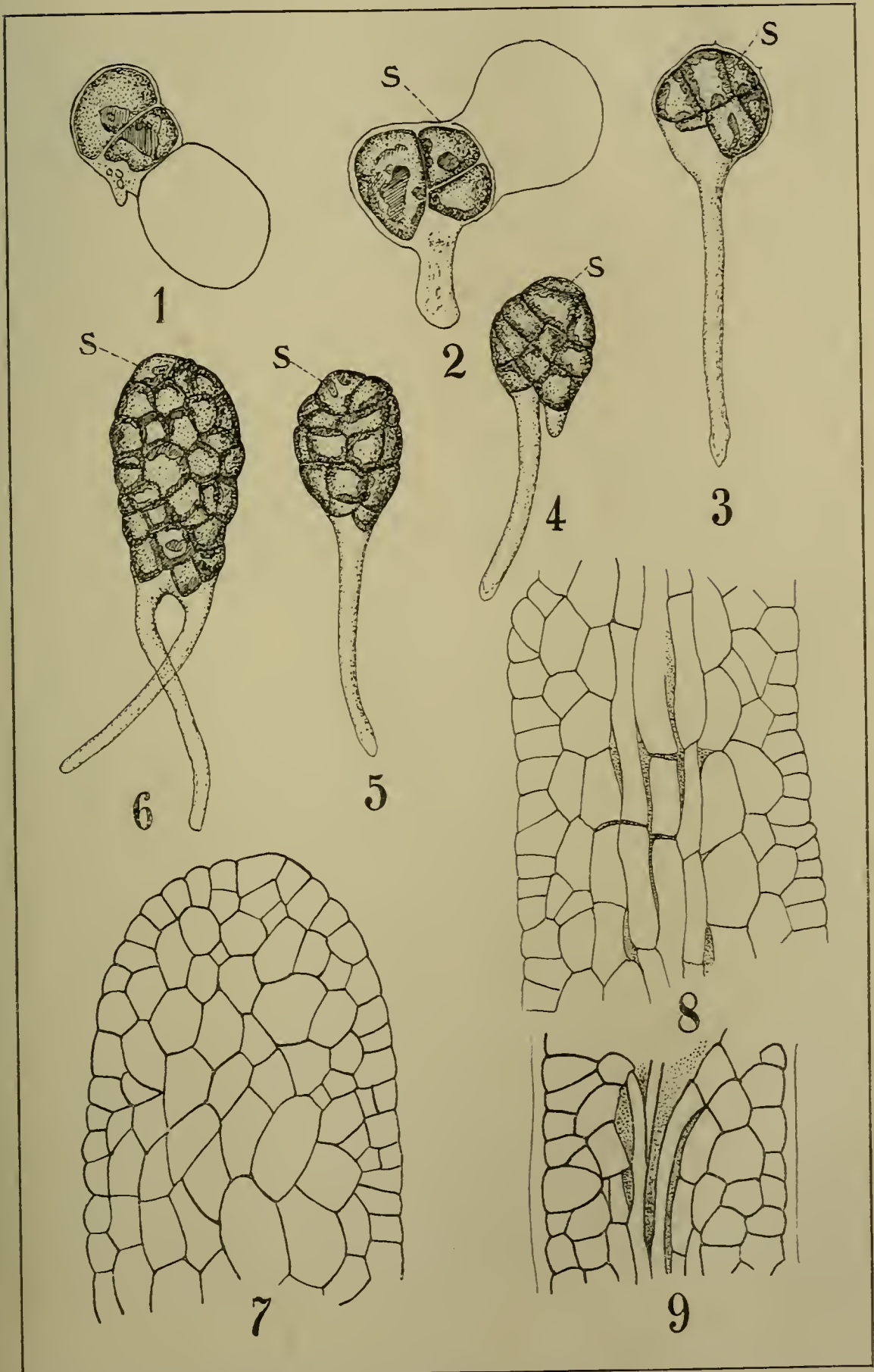


Fig. 17. Die Entwicklung von *Gelidium capillaceum*. 1—6 Keimlinge, 7—9 mediane Längsschnitte durch junge Achsen: 7 Spitze, 8 Basis eines jüngeren, 9 Basis eines älteren Entwicklungsstadiums. s = Scheitelzelle.

Was nun die folgenden Entwicklungsstadien betrifft (Fig. 17, 4, 5 und 6), so ist etwas prinzipiell Neues nicht hinzuzufügen. Der Sporenkörper wölbt sich mehr und mehr, und durch dieses Dickenwachstum geht die regelmäßige Anordnung der Zellen, wie sie aus der Scheitelzelle hervorgehen, verloren. Der ursprünglich spitz zulaufende Keimling wird stumpfer, und der Scheitel flacht sich zusehend ab. Ein ähnlicher Vorgang spielt sich ja auch bei *Plocamium* ab. Genau wie dort wandelt sich die dreischneidige Scheitelzelle in eine flache um, wie sie auch bei der erwachsenen Pflanze noch existiert. Es ist aus der letzt besprochenen Abbildung (17, 6) weiterhin zu ersehen, daß der Keimling sich stark verlängert und verbreitert und auch ein zweites Rhizoid bildet. —

Ältere Stadien konnten draußen identifiziert werden. Den kultivierten jüngeren gegenüber hatten sie sich stark verlängert. Die Scheitelregion zeigte genau dieselbe Konfiguration wie bei jenen, während die Basalregion durch die regellose Anordnung der Zellen charakterisiert war. — Wir gehen nun dazu über, die Anatomie von *Gelidium* zu besprechen. Keimlingsmaterial stand mir leider in genügender Menge nicht zur Verfügung. Daher erfolgte die Untersuchung an möglichst jungen Achsen von älteren Pflanzen, deren Apikalregion genau mit der älterer Keimlinge übereinstimmte. Es konnte zunächst beobachtet werden, daß der Scheitel sich mehr und mehr verbreitert. Schließlich wölbt sich derselbe kraterförmig empor, wodurch die Scheitelzelle in eine Vertiefung zu liegen kommt. Darauf brauche ich nicht einzugehen, da schon Nägeli den Vorgang beschrieben hat. — Wie die Gewebe des Keimlings beschaffen sind, zeigt Fig. 17, 7, welche einen Längsschnitt durch dessen Scheitelregion darstellt. Die Differenzierung der Gewebe ist hier noch nicht weit vorgeschritten. Dagegen erscheinen in tieferen Stammteilen die inneren Zellreihen den äußeren gegenüber deutlich gestreckt. Die Zellreihen des Markes haben sich außerdem voneinander losgelöst, ohne jedoch ihren Zusammenhang mit der Rindenregion aufzugeben (Fig. 17, 9). Zunächst sind es drei Zellreihen, die sich besonders verlängern. Später, wenn die Streckung weiter gegangen ist, kommen noch mehr dazu.

Besser als *Gelidium capillaceum* ließ *Gelidium latifolium*¹ var. *hystrix* erkennen, in welchem Zusammenhang die Scheitelzelle mit den einzelnen Gewebearten steht. *Gelidium latifolium* besitzt zahlreiche kurze Seitenachsen, die senkrecht vom Hauptstamm abstehen und ist somit ein günstigeres Objekt wie *Gelidium capillaceum*. Übereinstimmend beobachten wir auch bei *latifolium* eine allmähliche Verbreiterung des Scheitels. Zum Unterschiede scheint jedoch hier die Gewebedifferenzierung früher einzutreten, wie aus der Fig. 18, 1 hervorgeht. Diese

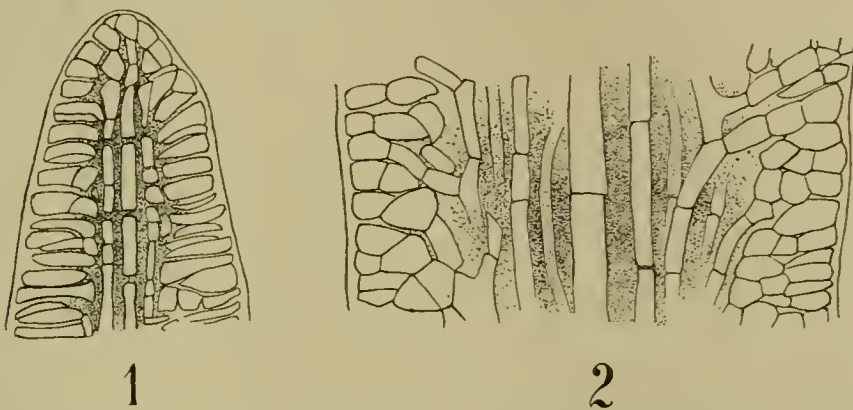


Fig. 18. Mediane Längsschnitte durch junge Seitenäste von *Gelidium latifolium* var. *hystrix*. 1 Spitze, 2 Basis.

stellt einen medianen Längsschnitt durch die Scheitelregion dar. Gleich bei den ersten Teilungen der Scheitelzelle differenziert sich eine zentrale und zwei seitliche Achsen von den zusammenhängenden Rindenschichten. Letztere teilen sich hauptsächlich durch uhrglasförmige Horizontalwände. Es bilden sich so in der Rinde schräge Zellreihen, deren Zusammenhang mit den Längsreihen des Inneren klar ersichtlich ist. Von dieser

¹) Die Kultur war mit den größten Schwierigkeiten verbunden und erstreckte sich nur auf wenige Wochen. Da die Entwicklung *capillaceum* gegenüber einige Abweichungen bietet, so will ich sie nicht unerwähnt lassen. Das charakteristische Überwandern des gesamten Sporeinhalts in eine neugebildete Keimzelle entspricht durchaus dem, was wir bei *capillaceum* sahen. Die erste Teilungswand der neuen Keimzelle verläuft auch hier schräg zur Längsachse des Keimlings. Die nächstfolgenden Teilungen sind jedoch viel weniger regelmäßig. Neben der eigentlichen Scheitelzelle befindet sich eine zweite von denselben Dimensionen. Diese wächst zuweilen schon beim jugendlichen Keimlinge zu einem Seitenzweig aus, der seinerseits Scheitelzellenwachstum zeigt. Mehr konnte ich von der Entwicklung leider nicht beobachten.

Figur aus ist die nächstfolgende durchaus verständlich (18, 2). Wir erkennen hier die zentrale Achse und auch die beiden seitlichen leicht wieder. Die Markzellen haben sich noch mehr verlängert und sind stärker auseinandergezerrt. Die Rindenzellen dagegen haben sich stark durch Teilung vermehrt, ganz ähnlich wie in Fig. 18, 1. Ist hier die Zentralachse noch deutlich von den seitlichen zu unterscheiden, so wird späterhin dieser Unterschied mehr und mehr verwischt; und zwar geschieht dies durch das Auftreten sekundärer Hyphen, die das innere Gewebe kreuz und quer durchziehen. Da das schon von früheren Autoren (insbesondere von Thuret und Bornet) beschrieben ist, brauche ich nicht weiter darauf einzugehen.

Zusammenfassender und allgemeiner Teil.

Nachdem wir so eine Reihe von Entwicklungstypen kennen gelernt haben, soll zunächst eine vergleichende Übersicht derselben gegeben werden. Es wird sich empfehlen, auch das, was von früheren Autoren über die Entwicklungsgeschichte der Florideen bekannt geworden ist, zum Vergleich heranzuziehen, um hernach auf Grund des gesamten Tatsachenmaterials eine Verallgemeinerung der Ergebnisse zu versuchen.

Wir haben zunächst die Gruppe der Ceramio-Rhodomeleen betrachtet, an die sich die von Nienburg (I, 1908) untersuchten Delesseriaceen anschließen. Das gemeinsame Merkmal derselben ist die direkte Entwicklung. Bei den Ceramiaceen weisen die einfacheren Formen (*Callithamnium*) alternierende Verzweigung auf, kompliziertere zeigen wirtelige und gegenseitige Verzweigung (*Antithamnium*). Bei den höher differenzierten verkürzen sich die Seitenzweige (*Crouania*) oder wachsen gar nicht mehr aus (*Ceramium* und *Spyridia* nach Derick). Bei diesen erfolgt die Berindung nicht mehr durch Hyphen, die beliebig mit der Zentralachse verwachsen, sondern durch regelmäßige Zellteilungen. — An die Ceramiaceen schließen sich unmittelbar die Rhodomeleen an. Denn schon bei den Ceramiaceen gibt es Gattungen, die an der Zentralzelle periphere Zellen in derselben Reihenfolge wie bei den Rhodomeleen abschneiden (Schmitz). Auch bezüglich der Ausbildung des Cystocarps entsprechen die Ceramiaceen den Rhodomeleen. So hat z. B. die

Ceramiacee *Lejolisia Procarpien*, die durch einen fädigen Quirl umhüllt sind, ganz ähnlich wie bei *Dasya*, nur daß diese Zellen nicht nach Art der Rhodomeleen-Pericentralen die Antiliarzellen vollständig bedecken, sondern etwas zu kurz geraten sind (Schmitz). Tatsächlich sind auch die Dasyeen nach Falkenberg die niedrigsten Rhodomeleen. Bei *Dasyopsis* und *Thuretia* fehlt die polysiphone Segmentation noch ganz; auch findet die Berindung nur in der primitivsten Form statt. Weitere primitive Merkmale der Dasyeen sind folgende: die unbegrenzte Wiederholung desselben Wachstumsmodus durch Sympodien und die Verstärkung durch Hyphen, die bei höher organisierten Formen durch gesetzmäßige Gewebedifferenzierung erfolgt. Sodann sind die Procarpien zunächst ganz unumwallt und die Sporangien und Geschlechtsorgane stehen an gleichen Gliedern, während bei den höheren Rhodomeleen nur die Kurztriebe damit ausgerüstet sind (Falkenberg). In diesen Argumenten kommen dann noch die Resultate von Toblers, Dericks und meinen eigenen Kulturen, nach denen die Keimpflanzen von *Dasya* lange Zeit monosiphon bleiben. Von noch niedrigeren Dasyeen kennen wir leider die genauere Entwicklungsgeschichte nicht. Doch ist aus deren späteren Entwicklung interessant, daß von der zunächst rein monosiphonen Achse noch keine regelrechte Perizentralen abgegliedert werden, sondern unregelmäßige Stücke sich abgliedern, die an ihren unteren Enden zu Hyphen auswachsen. Nimmt man die Dasyeen als einfache Formen an, so kann man sich nach Falkenberg die Entstehung höherer Formen so denken, daß der einzelne Sproß erstarkte und sein Vegetationspunkt zu länger dauerndem Wachstum befähigt wurde. Mit dieser Auffassung steht das in Einklang, was wir schon bei der Keimung solcher Rhodomeleen beobachten. Toblers (5, 1907) und Dericks (1892) Untersuchungen haben uns mit der Entwicklung einiger *Polysiphonia*-Arten bekannt gemacht. Zwar teilt sich auch hier die Spore zunächst lediglich durch Querwände, ohne sich jedoch zu einem Faden zu verlängern. Aber schon nach wenigen Teilungsschritten differenzieren sich die zentralen von den perizentralen Zellen. Die Rhizoiden entwickeln sich kräftiger wie bei *Dasya* und bilden sich bald zu einer Haftscheibe um. Genau dasselbe wie für *Polysiphonia* gilt für die

Keimung von *Chondria*, bezüglich der ich auf Dericks (1892) Arbeit verweise. Einen *Rhodomela*-Keimling bildet Falkenberg ab mit der Bemerkung, er unterscheide sich von anderen *Rhodomeleen* dadurch, daß die Perizentralen ebenso wie bei der erwachsenen Pflanze nicht genau superponiert seien. Ich beobachtete Ähnliches. — Von großem Interesse sind weiterhin diejenigen *Rhodomeleenkeimlinge*, die abgeleiteten dorsiventralen Formen angehören, z. B. *Placophora*, *Leveilla*, *Euzonellia*. Hier wird zunächst ein rudimentärer Vertikalsproß angelegt, dem die eigentlichen dorsiventralen Sprosse seitlich angeheftet sind.

An die *Rhodomeleen* schließen sich nach Falkenberg eng die *Delesseriaceen* an. Nebst dem Scheitelzellenwachstum ist bei beiden die Spermarien- und Protarprienbildung identisch. Auch finden sich in beiden Familien parallele Entwicklungsreihen. Zwar scheinen gerade bezüglich des vegetativen Aufbaues die blattartigen Formen den fädigen *Ceramio-Rhodomeleen* fern zu stehen. Besonders gilt das für diejenigen, deren Blatt sich durch unregelmäßiges Rand- und Flächenwachstum ausbildet (z. B. *Nitophyllum*). Doch gerade diese Formen bestehen, wie Nienburg nachwies, in den frühesten Entwicklungsstadien aus einem Faden mit Scheitelzellenwachstum¹. Auch später, wenn dieses aufgegeben ist, läßt sich nachweisen, daß wir das Blatt als einen Achsenfaden mit kongenital verwachsenen Seitenästen aufzufassen haben (vgl. Nienburgs Schemata).

An die *Rhodomeleen* wurde *Ricardia Montagnei* angeschlossen. Auch hier haben wir es zunächst mit einem Zellfaden zu tun, der Scheitelzellenwachstum aufweist. Erst später wird eine zentrale Achse von den Perizentralen abgegliedert. Bei näherer Betrachtung ergab sich allerdings, daß diese Ähnlichkeit mit den *Rhodomeleen* eine äußerliche ist. Größer ist die Übereinstimmung der *Ricardia* mit *Bonnemaisonia*, die ja auch derselben Familie angehört. Wir nahmen an, daß die *Bonnemaisonia* die ursprüngliche Form sei und faßten die Blase und das Rhizoid der *Ricardia* als sekundäre Anpassung auf. Denn gerade von *Bonnemaisonia* ist durch eine Notiz von Golenkin (1894) bekannt geworden, daß sie zunächst eine Haftscheibe entwickelt. Es zerfällt die keimende Spore in vier Quadranten,

¹) Ich kann Nienburgs Beobachtungen bestätigen.

worauf die weitere Ausbildung ohne Regelmäßigkeit von sich geht. Leider fehlt uns die Kenntnis der späteren Entwicklungsstadien. — Ich möchte nebenher bemerken, daß die Aufteilung der Spore in Quadranten und deren spätere unregelmäßige Ausbildung entfernt an die Keimung von *Gracilaria* erinnert. Es ist daher nicht ohne Interesse, daß es eine mit *Gracilaria* verwandte Form gibt, die bezüglich der Fruchtbildung der *Bonnemaisonia* nahekommt (Engler-Prantl). Es würden also die *Bonnemaisoniaceen*, bei denen Formen mit direkter Entwicklung neben solchen mit Haftscheibenbildung vorkommen, einen gewissen Übergang bieten zu der zweiten großen entwicklungsgeschichtlichen Gruppe von Florideen, die den *Ceramio-Rhodomeleen-Delesserieen* gegenübersteht, dem Haftscheibentyp.

Wir betrachteten zunächst als relativ einfache Form *Halymenia dichotoma*. Hier teilt die keimende Spore ihren Körper nicht weiter auf, sondern entwickelt sich zu einem kriechenden Faden; dieser verästelt sich regellos, und erst nachträglich schließen sich die Ästchen mosaikartig zu einer einheitlichen Haftscheibe zusammen. Der aufrechte Trieb entsteht in den ältesten Teilen aus einer Reihe von Fädchen, die miteinander zusammen emporwachsen. Die mittleren übernehmen die Führung. Ganz ebenso wie bei *Halymenia* fällt die Bildung der Haftscheibe bei *Halarachnion* aus, die Berthold beschrieb. —

In dieselbe Familie wie *Halymenia* (*Grateloupiaceen*) gehört auch *Grateloupia*. Diese Alge bildet zunächst eine Haftscheibe, deren Entwicklung Berthold untersucht hat. Als Unterschied zu *Halymenia* muß betont werden, daß die Scheibe hier nicht durch regellos miteinander verwachsene Fäden entsteht, sondern durch das Zusammenlegen einiger weniger Ästchen, ganz ähnlich wie bei der *Dumontiacee Dudresnaya*. Es wurde gezeigt, daß wir es hier mit einer Scheibe zu tun haben, die regelrechtes Randwachstum aufweist. Von dieser erheben sich zunächst auch dicht gedrängt aufrechte Fäden; als Seitentrieb einer dieser Fäden entsteht die eigentliche *Dudresnaya*-Pflanze. Zwar scheint auf den ersten Blick durch das Auftreten eines einzigen entwicklungsfähigen Fadens ein wesentlicher Unterschied gegenüber *Halymenia* gegeben zu sein. Doch gerade bei den *Dumontiaceen* »finden sich alle möglichen

Übergänge von aufrechten Sprossen mit deutlicher Zentralachse zu solchen, bei denen die Zentralachse von vorneherein vertreten ist durch ein Bündel aufwärts verzweigter Markfasern«. Ein intermediärer Typus, bei dem sich zahlreiche parallele Fasern von der Haftscheibe erheben, aber doch die Zentralachse noch deutlich sichtbar ist, wäre *Dumontia filiformis*, deren Entwicklung Brebner beschreibt. — Ein festerer Zusammenschluß der einzelnen Fäden in dem aufrechten Trieb kommt zustande bei den *Nemastomaceen*. Hierher gehört *Platoma Bardei* (Farl) Kck., deren Entwicklungsgeschichte Kuckuck durch eine Reihe trefflicher Bilder erläutert. Die Entwicklung der Haftscheibe können wir uns vielleicht ähnlich vorstellen wie bei *Gymnophloea* (*Nemastoma*), die Berthold genauer beschreibt. Bei dieser Art ist es schon zu einer ganz regelmäßigen Aufteilung der Spore gekommen; lange verzweigte Fäden scheinen hier nicht mehr gebildet zu werden.

Was dann die älteren Entwicklungsstadien der Haftscheibe von *Platoma* betrifft, so zeigt uns die schöne Abbildung Kuckucks (Oltmanns I, S. 541), wie die Mitte derselben mehrschichtig wird und dort einige geschlossen aufwachsende Fäden entsendet. Diese verzweigen sich oberwärts nach außen, und die Verzweigungen liefern die Rinde, die Achsen das Mark. — Ähnlich wie *Platoma* verhält sich nach Kuckuck die *Rhizophyllidee Polyides*, die sich auch sonst bezüglich der Fruchtentwicklung wie des vegetativen Baues unmittelbar den vorerwähnten Formen anschließt; die ersten Keimungsstadien dieser Alge bildet Thuret (1878) ab. — Breitete sich schon *Gymnophloea* weniger flach aus wie die anderen Formen, so bildet *Polyides* zunächst direkt halbkugelförmige Haftkörper. Daraus entwickelt sich später eine Kruste, die im Herbst das einzige Vegetationsorgan des *Polyides* darstellt und mit der diese Alge ihre Unterlage überzieht wie eine *Peyssonellia* (Kuckuck). Dieselbe Eigentümlichkeit findet sich wieder bei *Platoma*, die sogar Tetrasporen in der Kruste bildet. Solche Formen leiten hinüber zu den *Squamariaceen*, die überhaupt keine aufrechten Triebe, sondern nur noch Krusten ausbilden. Als Vertreter dieser Familie wählten wir *Peyssonellia*. Es wurde besonders betont, daß die Keimung der Spore sich direkt auf den *Cryptonemieentypus* zurückführen

läßt, wenn man annimmt, daß wir es hier mit verkürzten Fäden zu tun haben. Dasselbe gilt von der späteren Ausgestaltung der Scheibe, nur daß hier die Fäden nicht getrennt, sondern von vornherein zu einem Gewebe vereint emporwachsen. Es ist von Interesse, daß schon bei den Rhizophyllideen die Coenoblasten zu sorusartigen Bildungen zusammenschließen, ein unverkennbarer Übergang zu den Squamariaceen. Weiterhin weisen nun die Squamariaceen bezüglich der Fruchtbildung und des Thallusbaues manche Anklänge an die Corallineen auf. Auch hier entwickelt die Spore zunächst stets eine Haftscheibe. Die ersten Teilungen des Sporenkörpers sind streng gesetzmäßig, wie Solms-Laubach (1881) zeigt. Die Haftscheibe kann nun, wie es bei den Melobesien der Fall ist, an ihrem Rande kriechende Sprossen entsenden, die dicht geschlossen bleiben und sich dem Substrat flach anpressen; oder sie entwickeln aus ihrer Mitte aufrechte Triebe. Da über deren Entstehung nichts Genaueres bekannt ist, will ich nicht mehr länger bei dieser Gruppe verweilen. Ich erwähnte die Corallineen hauptsächlich deshalb, weil sie uns vielleicht eine Andeutung geben, wie wir die Cryptonemieen mit dem mehr oder weniger ausgesprochenen Fadenwachstum mit den nun zu besprechenden Typen verbinden können. Für diese ist gerade die regelmäßige Aufteilung des Sporenkörpers charakteristisch; bezüglich der Fruchtbildung stehen sie allerdings den Cryptonemieen ferner.

Es wurde schon im speziellen Teil die unverkennbare Ähnlichkeit in der Entwicklung der Haftscheibe bei *Halymenia* und *Chrysymenia* betont. Der einzige Unterschied ist der, daß bei *Chrysymenia* auch der Sporenkörper sich teilt und am Aufbau der Scheibe einen wesentlichen Anteil nimmt. Sonst haben wir, wie gesagt, bei *Chrysymenia* viele Anklänge an den *Halymenia*- und *Platomatypus*. Auch hier erheben sich mehrere Fäden vereint, um den aufrechten Trieb zu bilden; nur ist die Astbildung der aufrechten Fäden im Vergleich mit *Platoma* reduziert und wird nur noch durch die erwähnten kleinen Dreieckszellen angedeutet (S. 246). Daß nun die aufrechten Fäden später auseinanderweichen, um eine Blase zu bilden, scheint mir kein prinzipielles Bedenken gegen die hier vertretene Auffassung zu sein, zumal dieselbe Erscheinung

in ganz anderen Verwandtschaftskreisen, bei roten, grünen, wie braunen Algen wieder auftritt und wohl als Anpassungsmerkmal aufzufassen ist. — Ganz wie *Chrysymenia* verlaufen die ersten Teilungen der Spore bei *Sebdenia*, die Berthold unter den *Cryptonemieen* aufführt, während in den »natürlichen Pflanzenfamilien« diese Form zu den *Rhodymeniaceen* gerechnet wird.

An *Chrysymenia* schließt sich weiterhin *Chylocladia* an, die auch derselben Familie angehört. Die Aufteilung der Spore verläuft hier ganz regelmäßig, mit einer Quadrantenteilung beginnend. Jedoch bilden sich auf der Haftscheibe keine neue selbständige Triebe, sondern die im Scheitel der Scheibe zusammenstoßenden Fäden selber wölben sich empor und entwickeln die Blase, die sonst genau so aussieht wie der entsprechende *Chrysymenia*-Thallus.

Von der *Chylocladia* kommen wir dann weiter zu *Rhodophyllis bifida* (*Rhodophyllideen*); auch hier wölbt sich der mittlere Teil der durch regelmäßige Teilung gebildeten Haftscheibe auf. Nur bildet sich nachträglich eine Scheitelzelle, durch deren alleinige Tätigkeit der aufrechte Trieb, das *Rhodophyllis*-blättchen, entsteht. Die eigentümliche netzartige Ausbildung des Zentralgewebes des Blattes ist lediglich eine Folge des starken Flächenwachstums¹. Der Anlage nach besteht der Thallus ebenso aus einer Zentralachse mit seitlichen Verzweigungen wie die *Rhodophyllideen* kompakterer Struktur. Unter diesen kennen wir durch die Arbeiten von Derick (1892) und Osterhout (1896) die Entwicklungsgeschichte von *Rhabdonia tenera*. Hier teilt sich die keimende Spore zunächst durch Quadranten genau wie bei *Rhodophyllis*; aber es entwickelt sich keine flach ausgebreitete Scheibe, sondern der halbkugelförmige Körper, der entsteht, bildet farblose Rhizoiden. Der aufrechte Teil weist nach Osterhout eine deutliche Scheitelzelle auf. Die aus ihr entstandene zentrale Achse ist genau so durch Zellreihen mit den Rindenschichten verbunden wie *Rhodophyllis*; eine weitere Übereinstimmung ist fernerhin die, daß später das Mark zu einem Gewirr von unregelmäßig anastomosierenden Tuben auseinandegerzert wird.

¹) Dasselbe gilt übrigens für *Catenella*, deren Glieder blasenförmig aufgetrieben werden.

An die Rhodophyllideen schließen sich sowohl bezüglich der Fruchtbildung wie des vegetativen Baues die Sphaerococcaceen an. Die Spore teilt sich bei *Gracilaria confervoides*, die wir als Beispiel wählten, zunächst regelmäßig in Quadranten auf. Später wird allerdings die Teilung' unregelmäßiger. Auch hier entsteht, ähnlich wie bei *Rhodophyllis*, die Scheitelzelle nachträglich. Sie ist in diesem Falle dreischneidig und baut dementsprechend ein körperliches Gebilde auf. Dieses Scheitelzellenwachstum wird bei *Gracilaria* später aufgegeben und durch unregelmäßiges Randzellenwachstum ersetzt. Bei anderen Vertretern der Familie bleibt jedoch das Scheitelzellenwachstum auch noch an älteren Pflanzen erhalten. — Was die Gewebeausbildung betrifft, so tritt uns in dieser Familie etwas Ähnliches entgegen, wie wir es in ganz anderen Verwandtschaftskreisen, bei den Dumontiaceen, beobachteten. Bei *Gracilaria* ist ein eigentliches Markgewebe nicht einmal angedeutet, andere Spezies haben ein geschlossenes Bündel von Markzellen, wieder andere eine mehr oder weniger deutlich hervortretende einzelne Zentralachse.

Werfen wir nochmal einen Blick auf die Rhodymeniaceen, so finden wir ähnliche Verschiedenheiten, sogar bei nahe verwandten Gattungen, wie *Lomentaria* und die *Chylocladien* im weiteren Sinne. Erstere besitzen nach Wille eine deutlich gegliederte Zentralachse, die *Chylocladien* und *Champien* keine. Es darf daher nicht befremden, wenn wir an die vorbesprochenen Typen die Rhodymeniacee *Plocamium* anschließen, die mit einer Zentralachse wächst. Die Entwicklung der »Haftscheibe« geht hier mit der größten Regelmäßigkeit vor sich. Den früher besprochenen Typen gegenüber ist hier ein höherer Grad der Vollkommenheit dadurch erreicht, daß eine Scheitelzelle von vorneherein angelegt wird. Die Haftscheibe stellt sich als halbkugelförmiger Körper dar, der keine ausläuferartigen Zweige entwickelt und sich nicht flach ausbreitet. Eine ähnliche Reduktion des eigentlichen Haftorgans begegnete uns schon wiederholt, ich verweise bloß auf das über *Rhabdonia* (S. 270) und *Lomentaria* (S. 247) Gesagte.

Eine etwas isolierte Stellung bezüglich der Entwicklung nimmt *Gelidium* ein. Diese Alge entwickelt sich direkt. Eine

Haftscheibe wird nicht gebildet, sondern der Keimling ist mittels der verquellenden Spore und mittels Rhizoiden am Substrat befestigt. Es entwickelt sich gleich ein kompakter Gewebekörper, der von Anfang an mit einer dreischneidigen Scheitelzelle wächst.

Gelidium wird systematisch zu der niedrigsten Gruppe von Rotalgen, den Nemalionales gestellt, die es zu einer kompakten Gewebeausbildung meist nicht bringen. Doch läßt sich, wie gezeigt wurde, der Thallus von Gelidium auf den batrachospermoiden Typhus (cf. Oltmanns I, S. 578) zurückführen; denn auch hier ist eine deutliche Zentralachse mit wirtelförmig gestellten Zweigen vorhanden, deren Spitzen bei Gelidium zu einer dichten gewebeförmigen Rinde zusammenschließen.

Wir können also G. als Endglied einer Entwicklungsreihe von fädigen Rotalgen auffassen, deren Anfangsglied etwa durch Batrachospermum repräsentiert würde. Von Batrachospermum und den verwandten Formen ist ja die Entwicklung genau bekannt. Wir wissen, daß aus der keimenden Spore eine ästige Form, die Chantrausia, hervorgeht, der als heterogenes Gebilde die eigentliche Batrachospermumpflanze aufsitzt. Von den übrigen Nemalionales kennen wir leider nirgends vollständig die Entwicklung. Zwar konnte Chester für Nemalion zeigen, daß zunächst aus der Spore kriechende Fäden gebildet werden, die sich hernach aber stark verästeln; ob die aufrechten Triebe jedoch ähnlich wie bei Halymenia gebildet werden, ist nicht bekannt. Immerhin gehen wir kaum fehl, wenn wir mit Oltmanns die kriechenden Fäden von Nemalion mit der netzförmigen, niederliegenden Zelllage einer Chantrausia vergleichen. Diese »echten« Chantrausien würden dann hinüber leiten zu den Batrachospermen Chantrausien, die ganz aufrecht wachsen.

Den Gelidien nähern sich unter den übrigen Florideen am meisten die Gigartineen und stellen somit ein Bindeglied zwischen diesen und den höheren Rotalgen dar. Das gilt sowohl bezüglich der Fruchtbildung wie des vegetativen Baues.

Über die Entwicklung derselben ist recht wenig bekannt, weshalb sie auch nur anhangsweise besprochen seien. Darbishire schildert die Ausbildung der Phyllophorascheibe, die anfangs genau ebenso verläuft wie bei den Cryptonemieen. Es bildet sich hier zunächst ein kriechender Faden; derselbe ver-

ästelt sich und die Äste legen sich zu Scheiben und ganz unregelmäßigen Zellhaufen zusammen. Ich selber beobachtete die Entwicklung der Haftscheibe bei *Kallymenia*, die zunächst ganz ebenso verläuft wie bei *Phyllophora*. Späterhin legen sich die Verästelungen der kriechenden Fäden mosaikartig aneinander, so daß ein ganz ähnliches Gebilde entsteht wie bei *Halymenia*. Eine dritte Art, die auf ihre Keimung untersucht ist, ist *Gigartina Tediï* (Tobler 5, 1907). Hier entwickelt sich die keimende Spore direkt ohne eigentliche Fadenbildung zu einem unregelmäßigen Zellhaufen. Über die Bildung aufrechter Triebe ist bei den Gigartineen leider nichts bekannt. —

Allgemein zusammenfassend konstatieren wir, daß die bisher untersuchten Vertreter der Ceramio-Rhodomeleen-Delesseriaceen bezüglich der Entwicklungsgeschichte der vegetativen Organe unverkennbare Ähnlichkeiten aufweisen; und zwar lassen sich progressive Entwicklungsreihen aufstellen. Dasselbe gilt von den Vertretern des Haftscheibentypus. Primitivere Formen bilden ihre Scheibe in unregelmäßiger Weise aus, bei höheren geht das Haftorgan aus gesetzmäßigen Teilungen der Spore hervor. Was den aufrechten Trieb anbetrifft, so baut sich derselbe bei einem Teil der Formen aus einer unbestimmten Zahl von Fäden auf, bei anderen ist die Zahl der verwachsenden Fäden bestimmt. Am regelmäßigsten ist die Entwicklung da, wo die aufrechten Organe aus den Teilungen einer einzigen Scheitelzelle hervorgehen. — Dieser charakteristische Aufbau aus Einzelfäden ist auch in späteren Stadien noch mehr oder weniger deutlich zu erkennen. Nur wachsen erstere bald gleichmäßig, bald differenziert sich ein mittlerer Faden, der die Führung übernimmt. Wir sahen verschiedentlich, daß beide Typen in ein und derselben Familie vertreten sind, ebenso wie dorsiventrale und radiäre Vertreter miteinander abwechseln.

Es läge nahe, aus dem vorliegenden Tatsachenmaterial noch weitere Schlüsse zu ziehen und die einzelnen Formen nun auch in einem näheren, phylogenetischen Zusammenhang zu bringen. Doch dem stellen sich verschiedene Bedenken entgegen. Die Schwierigkeit ist vor allem die, mit objektiver Sicherheit festzustellen, welches primäre Organisationsmerkmale und welches sekundäre, durch Anpassung erworbene sind. Greifen wir als

Beispiel die Haftscheibe heraus. Diese weist ja bei den verschiedensten Keimlingen große Ähnlichkeit auf. Doch wäre es gerade hier ganz unangebracht, daraus etwa Schlüsse über deren Phylogenie zu ziehen. Denn es ist dieses Organ bei seiner Wichtigkeit der Selektion wenig entzogen; darauf deutet einmal dessen große Umwandlungsfähigkeit durch äußere Bedingungen. Schon aus diesem Grunde werden wir schwerlich den Aufbau der Haftscheibe als Organisationsmerkmal ansehen dürfen. Besonders der Umstand, daß bei den Bonnemaisonnien Formen mit Haftorgan und solche ohne Haftorgan vorkommen, zeigt, wie sehr Vorsicht am Platze ist. Daraus folgt, daß man eine Verbindung des Ceramio-Rhodomeleen-Delesseriaceen Typus mit dem Haftscheibentypus in der angedeuteten Weise mindestens dahingestellt lassen muß.

Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß sich überhaupt gegen unsere Spekulation der Einwand erheben läßt, es brauchten die verschiedenen Typen gar nicht phylogenetisch zusammenzuhängen, sondern sie könnten unabhängig voneinander entstanden sein. Dafür würde die Entwicklung der *Chrysymenia* sprechen, die besonders anfangs sehr an *Halymenia* erinnert, während bezüglich der Fruchtbildung, die wir als relativ stabiles Organisationsmerkmal auffassen müssen, beide Familien einander völlig fernstehen. Auch in anderen Fällen gilt dieser Einwand, wir brauchen uns nur an die Tatsache zu erinnern, daß der Zentralfaden- und Springbrunnentyp in Familien wiederkehrt, die bezüglich der Geschlechtsdifferenzierung nichts miteinander zu tun haben. Es zeigen gerade diese Beispiele, wie vorsichtig man bei Anwendung des »biogenetischen Grundgesetzes« sein muß, das ja auf botanischem Gebiet keineswegs allen Tatsachen gerecht wird.

Eine vergleichende Entwicklungsgeschichte der Florideen müßte demnach zur Ermittlung phylogenetischer Zusammenhänge auf Grund eines bedeutend erweiterten Tatsachenmaterials zunächst feststellen, welche Merkmale wesentlich und welche unwesentlich, welche primäre Organisationsmerkmale und welches sekundäre Anpassungsmerkmale sind. Bisher faßte man fast ausschließlich die Geschlechtsverhältnisse als wesentliche Merkmale auf, wo es galt, den Zusammenhang zwischen den

einzelnen Formen zu ermitteln. Doch ist ein solches Vorgehen ebenso einseitig, wie die überwiegende Berücksichtigung des Thalluswachstums seitens Nägeli und seiner Schüler. Ebensoviel dürfte die vergleichende Entwicklungsgeschichte der jugendlichen und älteren vegetativen Organe zur Aufklärung beitragen.

Vorliegende Arbeit wurde zum größten Teil an der zoologischen Meeresstation zu Rovigno (Istrien) ausgeführt; die Ausarbeitung erfolgte im botanischen Laboratorium der Universität Straßburg i. E. Großen Dank schulde ich einmal Herrn Direktor Dr. Th. Krumbach, der mir einen Arbeitsplatz an der Station zur Verfügung stellte und mir bei meinen oft anspruchsvollen Wünschen, die Materialbeschaffung betreffend, das größte Entgegenkommen bewies. Nicht minder bin ich Herrn Prof. L. Jost verpflichtet, der in zuvorkommendster Weise die Fortsetzung der Arbeit ermöglichte. Auch den Herren Prof. Kniep und Kuckuck sage ich an dieser Stelle für ihre nützlichen Ratschläge den besten Dank.

Straßburg i. E., im Juni 1913.

Verzeichnis der wichtigsten Literatur.

- Agardh, J. G. (1), Florideernes Morphologie. Kungl. svensk. akad. handl. 1880. **15**.
 —, (2), Om structuren hos *Champia* och *Lomentaria*. Svensk. vetensk. akad. öfv. 1888. **45**, 49.
 —, (3), Till Algenes Systematik Nya bidrag. Florideae Acta Univers. Lund. 1885. **21**.
 —, (4), *Analecta algologica*. Ebenda. 1892. **28**. 1896. **32**.
 Berthold, G. (1), Beitrag zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Pringsh. Jahrb. 1882. **13**, 569.
 —, (2), *Cryptomeniaceen des Golfs von Neapel*. Fauna und Flora des Golfs von Neapel. 1884. **12**.
 Bigelow, R. P., On the structure of the frond in *Champia parvula* Harv. Contributions from the cryptogamic laboratory of the museum of Harvard University. No. 7. Proc. amer. acad. 1887. **23**, 111.
 Bornet, E., Description d'un nouveau genre d. Floridées des côtes de France. Ann. sc. nat. 1859. 4. sér. **11**, 88. (*Lejolisia*.)
 Brannon, M. A., The structure and developement of *Grinellia americana*. Ann. of bot. 1897. **11**, 1.
 Brebner, G., On the origin of the filamentous Thallus of *Dumontia filiformis*. Journ. Linn. soc. 1899. **16**, 436.

- Bruns, E., Beitrag zur Anatomie einiger Florideen. Ber. d. d. bot. Ges. 1894. **12**, 178.
- Brunnthaler, J., Die Phylogenie der Algen. Biol. Centralbl. 1911. **31**.
- Chester, G. D., Notes concerning the development of *Nemalion multifidum*. Bot. Gaz. 1896. **21**, 340.
- Cramer, C. (1), Physiologische u. systematische Untersuchungen über die Ceramiaceen. Neue Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Naturwiss. 1865. **20**.
- , (2), Ceramieen. Pfl. physiol. Unters. v. Nägeli und Cramer. 1857. Heft 4.
- Darbishire, O. V. (1), Die Phyllophoraarten der westlichen Ostsee deutschen Anteils. Wiss. Meeresunter., herausg. v. d. Kommiss. z. Erf. d. deutschen Meere usw. 1895. Abt. Kiel. N. F. 1.
- , (2), Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Phyllophora. Bot. Centralbl. LVII. 1894. **12**.
- Davis, B. M., Development of the Frond of *Champia parvula* Harv. Ann. of bot. 1892. **6**, 339.
- Debray, F. (1), Sur la structure et le développement des Chylocladia, *Champia* et Lomentaria; 2. mèm. Bull. scientif de la France et de la Belgique. 1890. **22**, 399.
- , (2), Recherches sur la structure et le développement du Thalle des Chylocladia, *Champia* et Lomentaria. Bull. scient. du département du Nord. 2. sér. Année 9.
- Derbes, M., Description d'une nouvelle espèce de Floridée etc. Ann. sc. nat. Bot. 1856. 4. sér. **5**, 209.
- Denys, Anatomische Untersuchungen über Polyides und Furcellaria.
- Derick, C. M., Notes on the holdfasts of certain Florideae. Bot. Gaz. 1892. **22**, 246.
- Duggar, B. M., The relation of certain marine algae to various salt solut. Trans. ac. sc. St. Louis. XVI. **2**, 148—155.
- Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien. I. Teil. 2. Abt.
- Falkenberg, P., Die Rhodomeleen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. 26 Monogr. Berlin. 1901.
- Gibson-Harvey, J. R., On the development of *Catenella Opuntia* Grev. Journ. Linn. soc. Bot. 1892. **29**, 68.
- Goebel, K. (1), Organographie der Pflanzen. Jena. 1898.
- , (2), Über die Jugendzustände der Pflanzen. Flora. 1889. **72**, 1.
- Golenkin, M., Algologische Notizen. Bull. de la soc. Imper. des Natur. d. Moscou. N. S. 1894. **8**, 257—270.
- Griggs, Robert F., Juvenile Kelps and the Recapitulation Theory. American Natur. 1909. **44**, 5—30.
- Haufe, F. E., Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und teilweise auch der Morphologie einiger Florideen. Diss. Göttingen. 1879.
- Henckel, A., Über den Bau der vegetativen Organe von *Cystoclonium purpurascens* Kütz. Nyt. Magaz. f. Naturvidenskab. 1901. **39**, 355.
- Johnson, T., *Sphaerococcus coronopifolius* Stackh. Ann. of bot. 1888. **2**, 293.

- Ketel, K. T., Anatomische Untersuchungen über die Gattung Lemanea. Diss. Greifswald. 1887.
- Kny, L., Die Bedeutung der Florideen in morphologischer und histologischer Beziehung. Bot. Zeitg. 1873. **31**, 433.
- Kolkwitz, Beiträge zur Biologie der Florideen. Wissensch. Meeresunters. Helgoland. 1900.
- Kononow, Zur Anatomie von Phyllophora. Scripta bot. Horti Univ. Imp. Petropoli. Fasc. XXIII. 1905—1906.
- Kuckuck, P. (1), Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. 12. Über Platoma Bairdii (Tarl) Kck. 13. Untersuchungen über Chrysymenia. Wissensch. Meeresunters. Neue Folge. V. Band. Abt. Helgoland. Heft 3.
- , (2), Über Algenkulturen im freien Meere. Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland 1900. N. T. **4**, 83.
- Kützing, T. F. (1), Phycologia generalis.
- , (2), Tabulae phycologicae.
- Lewis, The life history of Griffithsia Bornetiana. Ann. of bot. 1909.
- Nägeli, C. (1), Neuere Algensysteme. Zürich. 1847.
- , (2), — u. Schwendener, Das Mikroskop.
- , (3), Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ceramiaceen. Sitzgsber. d. Akad. d. Wiss. in München 1861. (Bot. Mitt. 1.)
- , (4), Wachstumsgeschichte von Pterothamnion Plumula und floccosum Nägeli und Cramer. Pflanzenphysiol. Unters. 1855. Heft 1.
- Nienburg, W. (1), Keimungs- und Wachstumsgeschichte der Delesseriaceen. Bot. Zeitg. 1908.
- , (2), Zur Kenntnis der Florideenkeimlinge. Hewigia. 1912. **3**.
- Okamura, K., On the regeneration of Gelidium. Bot. Magaz. Tokyo. 1911. **25**, 297.
- Oltmanns, Fr. (1), Morphologie und Biologie der Algen. I. und II. 1904 und 1906.
- , (2), Über die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Pringsh. Jahrb. 1892. **23**.
- , (3), Notizen über die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Flora. 1895. **79**, 1.
- Osterhout, J. M., On the life history of Rhabdonia tenera J. Ag. Ann. of bot. 1896. **10**, 403.
- Pringsheim, N., Beiträge zur Morphologie der Meeresalgen. Abh. d. K. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1861. (Ges. Abh. 1.)
- Reincke, J., Lehrbuch der Botanik. 1880.
- Schmidle, W., Einiges über die Befruchtung, Keimung und Haarinsertion von Batrachospermen. Bot. Zeitg. 1899. **57**, 125.
- Schmitz, Tr. (1), Unters. über die Befruchtung der Florideen. Sitzgsber. der Ak. d. Wissensch. Berlin. 1883. 215.
- , (2),^s Kleine Beiträge zur Kenntnis der Florideen. Nuova Notarisa. 1892. **3**, 110.
- , (3), — II, III. Ebenda. 1893. **4**, 226 u. 244.
- , (4), — IV. Ebenda. 1894. **5**, 608. V. Ebenda. 705.
- , (5), — VI. Ebenda. 1896. **6**.

- Schmitz, Tr. (6), Die Chromatophoren der Algen. Bonn. 1892.
- , (7), Übersicht über die bisher bekannten Gattungen der Florideen. Flora. 1889.
- Solms-Laubach, H. Graf zu, Die Corallineen-Algen des Golfs von Neapel und d. angrenzenden Meeresabschn. Fauna u. Flora des Golfs v. Neapel. 1881. (4.)
- Strömfelt, Untersuchungen über die Haftorgane der Algen. Bot. Centralbl. 1888. **33, 34.**
- Svedelius, (1), Über Bau und Entwicklungsgeschichte der Florideengattung *Martensia*. K. Svenska Vet. Ak. Handl. 1908. **43, 7.**
- , (2), Rhodophyceen in Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien. Nachtrag 2, I. Teil, 2. Abt. 1911.
- Thuret, J., u. Bornet, E., Études phycologiques. 1878.
- Thwaites, On the early stages of development of *Lemanea fluviatilis*. Proc. Linn. soc. London. 1849. **1, 360.**
- Tobler, Fr., (1), Regeneration und Polarität bei *Polysiphonia* und anderen Algen.
- , (2), Zerfall und Reproduktionsvermögen des Thallus einer *Rhodomelacee*. Ber. d. d. bot. Ges. 1902. **20, 357.**
- , (3), Zur Morphologie und Entwicklung von Verwachsungen im Algenthallus. Flora XCVII. **3, 299—307.**
- , (4), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Biologie einiger Meeresalgen. Beih. bot. Centralbl. 1903. **14.**
- , (5), Weitere Beiträge zur Kenntnis der Florideenkeimlinge. Ebenda XXI. 1907. 148—155.
- Wartmann, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Algengattung *Lemanea*. St. Gallen. 1854.
- Wille, N., (1), Bidrag til algernes physiologiske anatomi. Kgl. Svensk. Vet. Ak. Handl. 1885. **21.**
- , (2), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der physiol. Gewebesysteme bei einigen Florideen. Nova acta Leop. car. 1887. **52, 51.**
- , (3), Morphologiske og physiologiske Studier over Alger. Nyt mag. f. Naturv. 1891. **32, 99.**
- , (4), Om Topzellväxten hos *Lomentaria kaliformis*. Bot. Notiser. 1887. 252.



Besprechungen

Magnus, W., Über zellenförmige Selbstdifferenzierung aus flüssiger Materie.

Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 290—303.

Läßt man geschmolzenes Paraffin (Schmelzpunkt 74°) langsam in Zimmertemperatur auf Quecksilber erstarren, so bilden sich zuerst feste polygonale Kammerwände, deren flüssiger Inhalt allmählich erstarrt. Am gänzlich festgewordenen Paraffin kann man aber diese Erstarrungsweise noch erkennen. Die Anordnung der erstgebildeten Kammerwände gleicht sehr der Zellanordnung in pflanzlichen Geweben. In ähnlicher Weise sah Verf. auch in einigen Flüssigkeitsgemischen zellenähnliche Differenzierungen auftreten.

Polyedrische Abgrenzungen in Flüssigkeiten waren schon von physikalischer Seite aufgefunden und mehr weniger erklärt. Die Deutung, die Verf. gibt, ist folgende: »Es müssen sich einseitig an einer dünnen Lamelle eines Flüssigkeitsgemisches durch irgendwelche Faktoren (Wärme, Verdunstung, chemische Umsetzungen) Differenzen der Oberflächenspannung zwischen den einzelnen Flüssigkeitsschichten bilden«; durch entstehende Strömungen »können feste Strukturen mannigfacher Art ausgeschieden werden«.

Verf. erörtert dann in sehr vorsichtiger Weise die Frage, ob die Ähnlichkeit zwischen diesen Strukturen und der Zellenstruktur eine rein formale sei, oder ob bei der Formbildung im Organismus gleiche Kräfte mitwirken. Die Möglichkeit, daß letzteres zutrifft, läßt sich nicht leugnen. Dadurch unterscheiden sich die Ausführungen des Verf.s wesentlich von denen Küsters (vgl. diese Zeitschrift **5**, 82); denn letzterer hat bei seinen entwicklungsmechanischen Studien zweifellos vielfach den springenden Punkt übersehen, der darin liegt, daß die Entstehung und nicht die fertige Form zweier Gebilde ähnlich sein muß, wenn man Schlußfolgerungen aus den Beobachtungen ziehen will.

Jost.

Hawkins, Lon A., The Effect of Certain Chlorides Singly and Combined in Pairs on the Activity of Malt Diastase.

The bot. gaz. 1913. 55, 265—285.

Verf. untersuchte die Einwirkung einiger Chloride auf die Geschwindigkeit der Hydrolyse einer 0,2proz. Lösung von gekochter Maisstärke durch 0,2proz. Malzdiastase. Die Versuche wurden bei 50° durchgeführt und als Endpunkt das Ausbleiben jeglicher Farbenreaktion mit Jodjodkalium angesehen.

Zunächst wurden die Salze einzeln studiert, wobei sich für die Beeinflussung durch steigende Gaben von CaCl_2 , MgCl_2 , Fe_2Cl_6 und CuCl_2 die Optimumkurve ergab, natürlich mit sehr verschiedener Lage der Kardinalpunkte. So war Fe_2Cl_6 unwirksam bei einer Konzentration von $m/65536$, ergab bei $m/8192$ eine Beschleunigung bis fast auf den vierfachen Wert der Norm und bei $m/1024$ eine Hemmung, während z. B. für CaCl_2 die korrespondierenden Werte $m/4096$, $m/64$ und 1 Mol. sind. KCl und NaCl wichen von diesem Schema insofern ab, als auf die indifferenten Dosen mit steigender Konzentration zunächst solche folgten, die eine Verlängerung der Reaktionszeit bewirkten, dann erst — also bei weiterer Zunahme der Konzentration — ergab sich Förderung usw. So waren für NaCl $m/2048$ unwirksam, $m/512$ und $m/128$ hemmten, während $m/32$ bis hinauf zu 2 M förderten, das Optimum lag bei $m/8$.

Des weiteren wurden KCl , NaCl , MgCl_2 und CaCl_2 sämtlich je paarweise miteinander kombiniert geprüft und ebenso Fe_2Cl_6 mit CuCl_2 . Doch sind die Versuche nicht umfassend genug, um allgemeinere quantitative Schlüsse daraus herzuleiten. Bezüglich gewisser Ausblicke, die sie ermöglichen, sei auf das Original verwiesen.

Ob in all den untersuchten Fällen eine reine Salzwirkung vorliegt, scheint zweifelhaft. Reagiert doch z. B. eine Lösung von Fe_2Cl_6 sauer, enthält also H-Ionen, und es bleibt offen, ob und welchen Anteil diese an der beobachteten Beschleunigung nehmen. Vielleicht könnte man die Anomalie der KCl - bzw. NaCl -Wirkung ähnlich erklären, mit der Annahme nämlich, daß die Hemmung bei geringen Konzentrationen durch die Herabsetzung der Acidität des Reaktionsgemisches verursacht sei, während das Salz in diesen Dosen noch völlig oder doch nahezu völlig unwirksam bleibe. Daß eine Verminderung des Säuregrades verzögernd wirkt, hat H. angegeben und ebenso, daß eine Lösung der benutzten Alkalisalze basisch reagiere. Trotzdem lehnt er die obige Annahme ab im Hinblick auf die Beschleunigung durch stärkere KCl - bzw. NaCl -Gaben. Aber bei diesen könnte der Einfluß des in konzentrierterer Lösung fördernden Salzes diese Hemmung, die vielleicht

gleichfalls, aber dann langsamer zugenommen haben könnte, überkompensieren. Die gefundene Kurve wäre demnach die Resultante aus zwei mehr minder autogonistischen ungleich steilen Kurven. Eine derartige Erklärung scheint Ref. immerhin im Bereich der Möglichkeit zu liegen.

Dankbar anerkennen möchte Ref. die präzise Mitteilung der Methodik, die bei unserer mangelhaften Kenntnis der Diastase und ihrer Wirkungsweise namentlich für einen Vergleich mit anderen Untersuchungen unerlässlich erscheint. Schroeder.

Crump, W. B., The coefficient of humidity: a new method of expressing the soil moisture.

The new phytolog. 1913. 12, 125—147. 1 Fig.

Der Verf. sucht die Standorte der einzelnen Pflanzengesellschaften nach ihrer spezifischen Feuchtigkeit zu charakterisieren. Wie andere exakte ökologische Studien aus neuerer Zeit, lassen auch seine Untersuchungen die Klärung wichtiger Fragen der Wurzelphysiologie erwarten.

Den absoluten Wassergehalt des Bodens bestimmt der Verf. als den Gewichtsverlust, den eine Probe erleidet, wenn sie bei etwa 15° bis zur Konstanz des Gewichts an der Luft austrocknet; das nimmt 1—3 Monate in Anspruch. Dann wird die Bodenprobe bei 100° weiter getrocknet und endlich wird sie geglüht. Der Gewichtsverlust bei dem letzten Prozeß entspricht dem Gehalt an organischer Substanz, an »Humus«. Wasser- und Humusgehalt werden in Prozenten des Trockengewichts bei 15° ausgedrückt, so daß der Wassergehalt mehrere hundert Prozent betragen kann.

Der absolute Wassergehalt ist in übereinander liegenden Schichten, die von den Wurzeln einer und derselben Pflanze durchdrungen werden, oft sehr verschieden. Das Beispiel eines Standortes von *Vaccinium myrtillus* und *Aira flexuosa* in einem Eichenwald mag das illustrieren:

	Wasser	Humus	$\frac{\text{Wasser}}{\text{Humus}}$
Humusboden bei 1—2,5 Zoll	170%	55,5%	3,06
Sandiger Boden darunter	30,4%	10,4%	2,92

Bei Betrachtung des absoluten Wassergehaltes hat es also den Anschein, als ob verschiedene Teile desselben Wurzelsystems unter ganz verschiedenen Bedingungen der Wasserversorgung lebten. Wie man aus der Tabelle sieht, ist aber auch der Humusgehalt verschieden, und zwar ist er ziemlich genau proportional dem Wassergehalt, denn das Verhältnis Wasser:Humus ist etwa gleich. Ebenso verhielten sich zahlreiche andere Standorte, die der Verf. geprüft hat, und auch dann

noch, wenn im Sommer bei stark vermindertem Wassergehalt die Pflanzen welkten.

Man darf wohl annehmen, daß dicht benachbarte Bodenschichten in ihrer Wasserführung im allgemeinen im Gleichgewicht sind. Sie haben dann gleiche relative Feuchtigkeit, d. h. sie sind der vollen Sättigung, der je nach der Bodenbeschaffenheit ein verschiedener absoluter Wassergehalt entspricht, prozentualiter gleich nahe bzw. sie sind gleich weit davon entfernt. Wenn nun, wie der Verf. findet, in solchen aneinander stoßenden Bodenschichten das Verhältnis Wassergehalt: Humusgehalt gleich ist, so folgt daraus, daß das Wasser sich einfach nach Maßgabe des Humusgehaltes auf die verschiedenen Bodenschichten verteilt. Man kann sich ja leicht vorstellen, daß selbst bei verhältnismäßig geringem Humusgehalt des Bodens das Wasser fast vollständig von den kolloïden Humussubstanzen gebunden wird und das Wasserhaltungsvermögen der kristallinen Mineralteilchen daneben ganz zurücktritt. Damit wird das Verhältnis Wasser: Humus, das der Verf. Feuchtigkeitskoeffizient nennt, zum Maßstab der relativen Feuchtigkeit. Der Koeffizient ändert sich natürlich an einem und demselben Standort mit der Jahreszeit und in kurzen Intervallen mit den Niederschlägen. Um vergleichbare Daten zu gewinnen, macht der Verf. deshalb seine Bestimmungen innerhalb der Hauptvegetationszeit (April—September) und in angemessener zeitlicher Entfernung von starken Regenfällen.

Nach diesen Gesichtspunkten hat der Verf. den Feuchtigkeitskoeffizienten und damit die spezifische Feuchtigkeit für die Standorte einer größeren Zahl von Pflanzengesellschaften ermittelt; bis jetzt hauptsächlich für solche Böden, die neben Humus nur Kieselgestein enthalten. In einem Eichenwald findet er z. B. für Standorte von *Scilla non scripta* den Koeffizienten 3,5, für *Holcus mollis* 2,4, für *Spiraea ulmaria* 4, für *Carex pendula* 9,3. Weiter für sandige Heide mit *Erica cinerea*, *Calluna*, *Molinia* 0,8, für nasses Moor mit *Eriophorum vaginatum* 11,4. Überall zeigt sich, daß bei weiten Schwankungen des absoluten Wassergehaltes der Feuchtigkeitskoeffizient für eine Pflanzengesellschaft verhältnismäßig konstant ist.

Am genauesten ist die *Calluna*-Heide untersucht. Aus zahlreichen Bestimmungen ergibt sich für die oberen 1—3 Zoll tiefen Heidetorfschichten mit im Mittel 41% Humus der mittlere Koeffizient 2,31, für die 2—5 Zoll tief liegenden Schichten mit im Mittel 6,9% Humus der durchschnittliche Koeffizient 3,17. Der bedeutende Unterschied zwischen den Koeffizienten so eng benachbarter Schichten rührt augenscheinlich von dem sehr verschiedenen Mineralgehalt her. Wenn der Humusgehalt unter 10—15% sinkt (also bei 90—85% Mineralgehalt),

darf die Wasseranziehung der Mineralteilchen nicht mehr vernachlässigt werden, das Verhältnis Wasser:Humus gibt also kein genaues Maß der relativen Feuchtigkeit mehr. Dasselbe gilt von tonigen Böden, in denen die mineralischen Kolloide mit den organischen sich in die Wasserbindung teilen. Die Analyse dieser komplizierteren Fälle ist von amerikanischen Forschern auf einem anderen Weg schon in Angriff genommen worden.

O. Renner.

Reinders, E., Das Manometer in der Saftsteigungsfrage. Druckmessungen an *Sorbus americana*.

Rec. trav. bot. Néerlandais. 1913. 10, 1--68. 3 Taf., 7 Fig.

Der Verf. bringt an zwei Versuchsbäumchen in verschiedenen Höhen Manometer an, die er an die frischen Schnittflächen von Aststümpfen ansetzt, und registriert die Drucke automatisch. Alles was er über das Ergebnis der Manometerbeobachtungen zusammenfassend auszusagen wagt, lautet: »Druckmessungen, in der beschriebenen Weise an Aststümpfen ausgeführt, ergeben während der ersten Tage nach dem Ansetzen mit relativ großer Genauigkeit den wahren Druck im Holze.« Man muß danach wohl annehmen, daß es dem Verf. nicht gelungen ist, in den beobachteten Druckwerten eine Regel zu finden, die für die Theorie der Wasserbewegung auszudeuten wäre.

Auch der Ref. hält das für unmöglich, denn er bestreitet, daß die Messungen auch nur annähernd »den wahren Druck im Holze ergeben«, wenn man darunter den Druck im unverletzten Holzkörper versteht. Ref. glaubt nachgewiesen zu haben, daß man mit Hilfe des Manometers diesen Druck nicht messen kann, und er hat einen Weg angegeben, wie das Manometer zu ersetzen ist. Dem Verf. sind diese Untersuchungen des Ref. unbekannt. Das Manometer mißt nichts anderes als den Unterdruck, bei dem so viel Luft aus dem Holz austritt als das Holz aus einem verschlossenen Gefäß Wasser aufnimmt. Es mißt natürlich auch den Druck, unter dem das Gefäßwasser an der Schnittfläche steht; ohne Manometer wäre hier der Druck gleich dem der Atmosphäre; aber wie es in den unverletzten Holzteilen mit dem Druck steht, darüber erfahren wir durch das Manometer nichts.

Die frühere sehr merkwürdige Angabe des Verf.¹⁾, daß die Druckverteilung im lebenden Holz eine andere ist als im abgetöteten, beruhte wie es scheint auf einem Zufallsresultat; die neue Versuchsreihe hat das nicht wieder ergeben.

O. Renner.

¹⁾ Vgl. diese Zeitschrift 1910, 2, 634.

Janse, J. M., Der aufsteigende Saftstrom in der Pflanze. II.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1913. 52, 509—602.

—, Die Wirkung des Protoplasten in den Zellen, welche bei der Wasserbewegung beteiligt sind.

Ebenda, 603—622.

Der Verf., der als einer der ersten für die Annahme einer aktiven Beteiligung lebender Zellen an der Hebung des Transpirationsstromes eingetreten ist, versucht nun die Art und Weise, wie diese Mitwirkung der Parenchymzellen innerhalb der Leitbahnen vor sich gehen könnte, genauer auszumalen. Zunächst gibt er eine Theorie des Wurzeldrucks. Die Annahme, daß die Vakuole mit ihren osmotischen Kräften beim Bluten tätig mitwirkt, hält er für unbegründet und überflüssig, und er erörtert deshalb die Möglichkeit, daß das Plasma allein die einseitige Beförderung von Wasser besorgt. Schon de Vries hat darauf aufmerksam gemacht, daß die in radialer Richtung kreisenden Plasmaströme in den Rinden- und Endodermiszellen der Wurzeln für den Stofftransport von außen nach innen ausgenützt werden könnten, und Janse greift den Gedanken auf und führt ihn weiter aus. In »Wabenträumen« des peripheren Plasmas soll ein hydrolytisches Enzym lokalisiert sein, das imstande ist, Wasser als Kolloidwasser an Plasmamoleküle zu binden und aus dieser Bindung auch wieder frei zu machen. Die Anlagerung von Wasser geschieht, wenn die »Wabe« an der Außenwand der Zelle vorbeigeleitet, die Abspaltung, wenn sie an der Innenwand angekommen ist; das Zeitintervall zwischen Bindung und Entbindung des Wassers müßte für alle Außenbedingungen, z. B. für alle Temperaturen, gleich der Zeit sein, die zu einem halben Umgang des rotierenden Plasmas nötig ist. Das Wasser wird so auf der einen Seite aus der Zellwand entnommen, auf der anderen in die Zellwand abgegeben, ohne daß es in die Vakuole eintritt. Die Aufnahme von Wasser in die schon voll turgeszente Zelle könnte nur unter Energieaufwand erfolgen, wofür die Atmung in Anspruch genommen wird, die Auspressung des frei gewordenen Wassers würde durch die Kontraktion der gespannten Zellhaut besorgt, ohne erneuten Energieaufwand.

In derselben Weise soll die Pumparbeit der Markstrahlzellen im Holz sich abspielen. Als eigentlich leitende Elemente des Holzes sieht Janse die Tracheiden und Librifasern an, die Gefäße sollen nur Wasserspeicher sein. In der Regel stehen Tracheiden, die tangential aneinanderstoßen, verschieden hoch, während die Tracheiden einer Radialreihe auf gleicher Höhe stehen. Wenn also Markstrahlzellen Wasser an der einen radialen Längswand aufnehmen und an der an-

deren abgeben, kann die seitliche Wasserverschiebung immer so eingerichtet werden, daß sie eine Hebung des Wassers aus einer tieferen Tracheide in eine höhere bedeutet. Der Wassertransport soll wieder durch Plasmaströmung besorgt werden, die der Verf. in den Markstrahlzellen von *Pinus* beobachtet hat; allerdings kreist das Plasma zur Hauptsache in radialer Richtung, wie in der Wurzel, nicht in tangentialer, was nach der Theorie zu verlangen wäre, und auch die Frage, ob die Plasmarotation nicht erst durch Verwundung verursacht wird, wird nicht erörtert. Der Filtrationswiderstand der Tracheidenmembranen soll verhindern, daß das Wasser, das in die obere Tracheide gepreßt wird, die Tracheide rasch genug auf einer beliebigen Seite wieder verläßt, und durch das Zusammenarbeiten aller Markstrahlen soll eine Summierung der Druckwirkung aller Tracheidenfüllungen verhindert werden, so daß auch in großen Bäumen in allen Höhen gleicher Druck herrscht und in jeder Markstrahlzelle nur mit ganz geringer Kraft gepumpt zu werden braucht.

Die Theorie ist nur anwendbar auf Leitbahnen mit typischen Markstrahlen. Sie paßt deshalb nicht für krautige Pflanzen, für die baumförmigen Monokotylen und für gewisse Lianen.

Die neue Hypothese von der Mechanik des Blutungsdrucks ist in wesentlichen Stücken der experimentellen Prüfung offenbar so gut wie unzugänglich und scheint dem Ref. vor anderen Hypothesen nichts voraus zu haben als größere Komplikation. Zudem steckt hinter der einfach aussehenden Annahme, die Plasmawabe schöpfe Wasser aus der Zellwand, ein hydrostatisches Problem, das notwendig hätte analysiert werden müssen.

Die in der Literatur zu findenden mittelbaren Belege für die Mitarbeit der lebenden Zellen stellt der Verf. ausführlich zusammen. Es ist interessant, zu sehen, wie dürftig diese Beweise auch in der Darstellung eines Anhängers der vitalistischen Theorie sich ausnehmen, wenn er sich wie der Verf. bemüht kritisch zu sein.

Ganz unglücklich sind die Angriffe, die der Verf. gegen die Dixon'sche Kohäsionstheorie unternimmt. Er wirft Dixon vor, er halte die Kohäsion zugleich für die Energiequelle, die dauernd die für die Wasserhebung nötige Zugkraft erzeuge, und belehrt Dixon darüber, daß diese Energiequelle vielmehr die Wärme der Atmosphäre sei. Weiter behauptet er, Dixon stelle sich vor, daß das Wasser auf seinem ganzen Weg in den Wänden, nicht in den Lumina der Gefäße sich bewege, und lasse die Widerstände, die der Filtrationsstrom zu überwinden hat, ganz außer acht. Auf Grund älterer Widerstandsmessungen, die durch neue kritische Untersuchungen Dixons überholt sind, berechnet er

dann, daß die Kohäsionstheorie, wie er sie sich denkt, in einem 100 m hohen Baum Saugkräfte von 150000 Atmosphären fordern müßte. Augenscheinlich ist der Inhalt von Dixons Hauptwerk in den Progressus dem Verf. völlig fremd; er muß die Kohäsionstheorie überhaupt nur vom Hörensagen kennen. Daß ihm neuere Versuche die Kohäsionswirkungen in den Leitbahnen experimentell darzutun unbekannt sind, ist dann nicht weiter zu verwundern. O. Renner.

Winkler, Albert, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse.

Pringh. Jahrb. 1913. 52, 467.

Die Untersuchungen des Verf.s hatten den Zweck, festzustellen, wo die Erfriertemperatur unserer Bäume ungefähr liegt, ob die Bäume instande sind, sich an Kälte und Wärme zu accomodieren, ob sich die Kälteresistenz im Laufe des Jahres ändert, und ob im Laufe des Jahres eine Änderung des osmotischen Druckes eintritt.

Die Objekte wurden in einem verschlossenen Messinggefäß mit Hilfe von Kältemischungen auf die gewünschte Temperatur gebracht, und jeweils 12 Stunden auf dieser Temperatur konstant erhalten.

Es zeigte sich, daß im Frühjahr die austreibenden Knospen fast aller unserer Laubbäume bei ungefähr — 4 Grad erfrieren. Die jungen Nadeln und Blätter unserer Immergrünen verhalten sich ungefähr ebenso. Die Todestemperatur für Rinde, Cambium und Holz derselben Objekte lag bei — 9 Grad, die von mehrjährigen Blättern und Nadeln unserer Immergrünen bei — 6 Grad. Bemerkenswert ist, daß ältere Blätter und Nadeln eher absterben als jüngere.

Während das Holz unserer Bäume im Sommer bei — 8 bis — 10 Grad erfriert, hält es im Winter Temperaturen bis — 30 Grad aus. Die Bäume besitzen also ein großes Accomodationsvermögen. Durch wiederholtes Abkühlen kann man die Todestemperatur der Zweige und Blätter stark herabsetzen. Gering dagegen ist im Frühjahr das Accomodationsvermögen austreibender Knospen.

Verf. stellt ferner fest, daß im Winter im Holz unserer Laubbäume und in den Blättern unserer Immergrünen eine Turgorsteigerung von durchschnittlich 2 % Kalisalpeter stattfindet, und daß die Turgorsteigerung abhängig von der Außentemperatur ist. Lieske.

Hoyt, W. D., Some toxic and antitoxic effects in cultures of Spirogyra.

Bull. Torrey bot. Club. 1913. 40, 333—360.

Verf. verwandte zu seinen Versuchen über die Giftigkeit und Entgiftung des Leitungs- und destillierten Wassers sowie verschiedener

Salzlösungen die *Spirogyra longata* (Vauch.) Kg., die er in einer größeren Kultur unter stets gleichen Bedingungen hielt.

Von den mit ungiftigem Wasser hergestellten Nährlösungen bewährte sich die von der Cronesche noch etwas besser als diejenige von Molisch. Weniger gut wirkte die Sachssche, am schlechtesten die Knopsche.

Die Giftigkeit von Leitungs- und destilliertem Wasser wurde durch Erhitzen auf 100° während 45 Minuten nicht aufgehoben, ebenso wenig durch erneute Destillation aus Glas in Glas. Dagegen verlor das Leitungswasser durch Erhitzung im Autoklaven auf 144° während 15 Minuten seine Giftigkeit, ebenso durch erneute Destillation aus Glas in Glas unter Zusatz von Tierkohle. Letztere Prozedur hatte auf die Giftigkeit des destillierten Wassers keinen Einfluß, wohl aber ein starker Zusatz von Kreide, Kalk, Agar, trockenem Sphagnum oder kolloidaler Platinlösung, ferner eine wiederholte Beschickung des destillierten Wassers mit *Spirogyra*. Offenbar wirken alle diese entgiftenden Stoffe durch ihr Adsorptionsvermögen.

Zum Schluß wird die Giftigkeit verschiedener Salze untersucht und zwar, wenn diese allein oder neben anderen vorhanden sind. Auch hier können adsorbierende Stoffe, CaCO_3 als Pulver oder kolloidale Platinlösung, die Giftigkeit einer Lösung herabsetzen. Außerdem stellt die Beimischung eines anderen Salzes, z. B. CaCl_2 , KCl oder MgSO_4 das physiologische Gleichgewicht der Lösung wieder so her, daß die Alge nicht mehr geschädigt wird.

Die offenbar sorgfältig ausgeführte Arbeit gibt für die Kultur autotropher Pflanzen sehr wertvolle Winke. Senn.

Lipman, Chas. B. and Wilson, Frank H., Toxic Inorganic Salts and Acids as affecting Plant Growth.

Bot. Gaz. 1913. 55, 409.

Auf Grund mehrerer Versuchsserien mit *Vicia sativa* und *Triticum*, deren Wurzelsubstrat leichter Sand mit reichlicher Humusbeimengung war, kommen die Verff. zu dem Ergebnis, daß Kupfersulfat, Zinksulfat, Mangansulfat und Schwefelsäure weit geringere Giftwirkungen ausüben, als die Literatur angibt. Zinkvitriol hatte überhaupt keinen praktischen Gifffekt, Manganvitriol ließ deutliche Wachstumstimulation erkennen. Es werden allerdings noch weitere Publikationen über diese Arbeiten versprochen. Doch fällt es auf, daß die Adsorption der Metallsalze an das Bodensubstrat mit keinem Worte berührt wird, obwohl es längst bekannt ist, daß Kupfersalze in wäßriger Nährlösung bedeutend ge-

ringere Grenzkonzentrationen für die Gifteffekte haben, als in Erde. Überhaupt wird auf die physikochemischen Fragen, die sich bei der Analyse derartiger Versuche ergeben, nicht eingegangen. Czapek.

Knight, J., and Crocker, Wm., Toxicity of Smoke.
(Giftigkeit des Rauchs.)

The bot. gaz. 1913. 55, 337—371.

Wie bekannt, hat Molisch¹ festgestellt, daß Tabakrauch ganz ähnlich wie Laboratoriumsluft, Leuchtgas, Acetylen und Äthylen Keimlinge der verschiedensten Pflanzen in sehr charakteristischer Weise beeinflußt. Das Längenwachstum wird gehemmt, das Dickenwachstum gefördert und, falls Erbsen und Wicken als Versuchsobjekte benutzt werden, tritt die von Neljubow² und mir³ studierte »horizontale Nutation« auf. Molisch untersuchte auch die von Pontag⁴ angegebenen Bestandteile des Tabakrauches auf ihre Wirkung auf Keimlinge hin und fand, daß weder Nikotin noch Pyridin noch SH₂, sondern bloß das CO die so charakteristischen Veränderungen an den Versuchspflanzen hervorrief. Da nun das CO im Rauche von einem Gramm Tabak mit 41 ccm, im Rauche einer Zigarette mit 18 ccm angegeben wurde (Pontag) und der Rauch von gewöhnlichem Schreibpapier oder Stroh die Pflanze nach seiner Erfahrung in ganz ähnlicher Weise beeinflußt wie Tabakrauch, nimmt Molisch an, »daß dem Kohlenoxyd ein bedeutender Anteil an der schädlichen Wirkung des Tabakrauches auf die Pflanze zukommt« (S. 17).

Hier setzen die Untersuchungen der beiden Autoren ein. Anlaß dazu bot ein kleines Unglück im Glashause, bei dem durch Räuchern mit Tabak eine ganze Anzahl von Pflanzen aus den verschiedensten Gruppen des Pflanzenreiches mehr minder stark, einige aber gar nicht geschädigt wurden (vgl. das Original S. 348).

Als Versuchspflanzen wurden wegen ihrer außerordentlichen Empfindlichkeit für gasförmige Verunreinigungen Erbsen gewählt, von denen Knight und Crocker nach Überprüfung von 20 Varietäten die

¹) Molisch, H., Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. Sitzsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. Abt. I. Januar 1911. 120, [3] 1.

—, Ebenda. II. T. Juli 1911. [813] 1.

²) Neljubow, D., Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderen Pflanzen. Beih. bot. Centralbl. 1901. 10, 128.

—, Geotropismus in der Laboratoriumsluft. Ber. d. d. bot. Ges. 1911. 29, 97.

³) Richter, Oswald, Die horizontale Nutation. Sitzsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 1910. 119, [1051] 1.

⁴) Pontag, J. J., Untersuchung des russischen Rauchtobaks und des Zigarettenrauches. Zeitschr. f. Unters. Nahrungs- u. Gen.-Mittel. 1903. 6. Jahrg. Berlin. S. 691.

»Erbsen Earl Cromer und Gladys Unwin (Vaughans Seed Store)« (S. 338) als empfindlichste und somit geeignetste Versuchspflanzen erkannten. Die ganze Arbeit ist ein schönes Beispiel der Anwendung der analytischen Methode in der Pflanzenphysiologie.

Nach der Bestätigung der Befunde von Molisch mit Rauch von Zigarren, Zigaretten, Papier und Stroh wird nun von den Raucharten ein Faktor nach dem anderen, der möglicherweise wirksam sein, d. h. die oben beschriebenen Veränderungen an den Erbsen hervorbringen konnte, ausgeschaltet, bis das übrig bleibt, was noch Hemmung des Längenwachstums, Schwellung (Förderung des Dickenwachstums), Neigung, endlich klare »horizontale Nutation«¹ der Erbsenepikotyle hervorruft. Wird endlich auch dieses etwas durch Absorption entfernt und bleibt dann die Schädigung ganz oder fast gänzlich aus, dann ist die volle Klarheit in der Frage nach dem wirksamen Faktor in den Raucharten von Papier (eines locker gedrehten Zigarettenpapiers) (S. 356) erreicht.

Der Rauch wurde bei den entscheidenden Versuchen mit Brom und 40% NaOH gewaschen. Dabei absorbiert das Brom Kohlenwasserstoffe wie Acetylen, Äthylen u. a. und deren Homologe, Natronlauge die etwa mitgerissenen Spuren von Brom, das CO₂ usw. Nach 3 Tagen waren die am Versuchsbeginne 2—3 cm langen Epikotyle im Kontrollversuch 5—11 cm lang, vertikal und schlank. Die in einem 10 l Raum untergebrachten Versuchsepikotyle, die mit 20 ccm in 40% NaOH gewaschenem, aber nicht durch Brom gegangenem Rauche versehen worden waren, hatten inzwischen bloß die Länge von 3—4,5 cm erreicht, zeigten eine angeschwollene Strecke von 1—1,5 cm Länge und eine »horizontale Nutation« von 75—90°. Weitere Versuchspflanzen, die 25 ccm gewaschenen und durch Brom gegangenen Rauch auf 10 l erhalten hatten, holten dagegen die Kontrollkeimlinge mit 6—12 cm in der Länge ein und waren wie sie vertikal und schlank.

Da nun Brom weder Methan noch CO absorbiert, ist es klar, daß in solchen und analog ausgefallenen Versuchen, die nach der

¹) Dabei scheinen die Autoren, da sie die horizontale Nutation wiederholt als Diageotropismus bezeichnen, der Ansicht Neljubows zu sein, daß die horizontale Nutation infolge Umwandlung von negativen in den transversalen Geotropismus durch die gasförmigen Verunreinigungen der Luft entstehe. Da sie aber bei allen Versuchen bloß Keimlinge in ruhig vertikal stehenden Blumentöpfen verwendeten und niemals Klinostaten in Anwendung brachten, bringt also auch ihre Arbeit über das Wesen der horizontalen Nutation nichts Neues. (Vgl. dazu Richter, O. [Wien], Über die Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit von Keimlingen durch Narkotika. Verh. d. Vers. deutsch. Naturf. u. Ärzte in Münster 1912. Abt. Botanik. S. 239, und Richter, O., Neue Untersuchungen über die horizontale Nutation. Vers. d. d. Naturf. u. Ärzte in Wien. 1913.)

Waschung mit Brom keine schädliche Wirkung des Papierrauches zeigen, weder das CO noch das Methan als die maßgebenden Vergiftungsfaktoren des Rauches in Betracht kommen. Andererseits beweisen solche Versuche, daß es die im Brom absorbierbaren Bestandteile des Rauches sind, die vergiftend auf die Keimlinge einwirken, das sind aber die Kohlenwasserstoffe wie Äthylen, Acethylen und ihre Homologe.

Experimente mit den einzelnen mit größter Exaktheit rein dargestellten Bestandteilen des Tabakrauches ergaben, daß (S. 362)

Verwendetes Gas	Teile auf 1 Million Teile Luft bedingen		
	Hemmung des Längen- wachstums	Neigung	Horizontale Nutation und Schwellung
Äthylen	0,1	0,2	0,4
Acethylen	100,0	250,0	500,0
Propylen	75,0	1 000,0	1 000,0
CO	5 000,0	3 000,0	10 000,0
Methan	60 000,0?	100 000,0?	500 000,0?
Pyridin	300,0	nicht	nicht
Schwefelwasserstoff . . .	500,0	„	„
Ammoniak	3 000,0	„	„
Vgl. dazu in 15 % H ₂ SO ₄ und 40 % Na OH vollständig gewaschenen Rauch	5 000,0	1 000,0	1 000,0

Dabei wurde das CO aus Ferrocyankalium, Oxalsäure und Natriumformiat gewonnen. Der Vergleich mit dem Verhalten der Epikotyle der Erbsen im Rauche¹ ergibt nun, daß dieser, also das Gasgemisch(!), 10mal so giftig ist als reines CO. Da nun der Rauch nach den exakten Analysen der Autoren etwa 15 % CO enthält, so sollte er eigentlich bloß $\frac{1}{60}$ von der Giftigkeit des CO haben. Vergleicht man dazu noch die Angaben der Tabelle, so kommt man zu der Anschauung, daß das CO entgegen der Ansicht von Molisch nicht die Giftigkeit des Tabakrauches und anderer Raucharten bedingen kann, sondern daß die in den geringsten Mengen schon wirksamen, gasanalytisch kaum nachweisbaren Mengen von Acethylen vornehmlich aber von Äthylen es sind, auf die das Verhalten der Erbsenepikotyle in der Tabakrauchatmosphäre zurückzuführen ist².

Im übrigen konnten beim reinen CO in den entsprechenden Kon-

1) Vgl. die Angaben in der Tabelle unter dem — — —-Strich.

2) Vielleicht wäre es aber doch vom Vorteil, die teerigen Produkte der Destillation einer weiteren eingehenden Bearbeitung zu unterziehen.

zentrationen, wie auch die Tabelle zeigt, sowie bei den anderen Bestandteilen des Tabakrauches, wie Nikotin, Pyridin usf., die Erfahrungen von Molisch durchaus bestätigt werden.

Auch der Ofenrauch wurde überprüft und merkwürdigerweise für die Epikotyle relativ unschädlich befunden, indem selbst 3 l Rauch, der 1,6% $\text{CO}_2 + \text{SH}_2$ zusammen enthielt, auf 6 l Luft wohl eine Hemmung des Längenwachstums der Epikotyle hervorriefen, sie aber weder zur horizontalen Nutation noch zur Schwellung zu bringen vermochten (S. 358). Nach der Verff. Meinung werden eben entsprechend der vorzüglichen Konstruktion der amerikanischen Öfen die gefährlichen Komponenten, wie die Kohlenwasserstoffe, Äthylen und Acetylen, vollkommen oxydiert und damit ihre Wirkung völlig ausgeschlossen.

Aus dem gleichen Grunde ist nach den Verff. der Rauch eines in ganzer Fläche verbrannten Zellulosepapiers 50mal weniger schädlich als der von einem gerollten Papier, weil infolge des leichten O-Zutritts die giftigen Kohlenwasserstoffe zu CO_2 und H_2O oxydiert werden.

Mit Ratschlägen über die Abschaffung des gefährlichen Räucherns der Pflanzen gegen Insekten, Warnungen vor Leuchtgasleitungen bei Glashäusern und der Empfehlung von Erbsenepikotylen als Indikatoren für Äthylen und Acetylen bei gasanalytischen Versuchen schließt die interessante und wertvolle Arbeit.

Oswald Richter.

Baar, Henryk, Zur Anatomie und Keimungsphysiologie heteromorpher Samen von *Chenopodium album* und *Atriplex nitens*.

Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. Abt. I. 1913. 122, 21—40.

In neuerer Zeit ist den Keimungsverhältnissen verschiedenartiger Samen derselben Pflanzenart mehrfach eingehende Aufmerksamkeit zugewandt worden (vgl. dazu die Arbeit von Becker im Sammelreferat des Ref. dieser Zeitschr. 1913. Heft 6, S. 370). Verf. macht einmal auf einen neuen Fall solcher Dimorphie bei Samen von *Chenopodium album* aufmerksam, wo die Dimorphie bisher übersehen worden war. Die einen Samen sind nämlich rund, von einer glänzend schwarzen und glatten Hülse umgeben, während die anderen sich durch eine flache, zugespitzte Gestalt und eine hellbraun gefärbte, mehr oder weniger matte Testa auszeichnen. Die letzteren besitzen auch durchschnittlich viel geringere Dimensionen, wenngleich die Samengröße sehr variiert. Bei genauer mikroskopischer Untersuchung zeigen sich bald noch eine Reihe weiterer Unterschiede, unter denen besonders die Dicke der Testa wichtig ist. Dieselbe beträgt nämlich bei den hellen Samen 15,6 μ , bei den schwarzen 60 μ . In Embryonen und Perispermen wurden

keine Differenzen festgestellt. Die verschiedene Dicke der Samenschale hat nun auf die Quellung der Samen einen ausschlaggebenden Einfluß. Bei einem Versuche zeigte sich, daß die hellen dünnen Samen in 24 Stunden 82,14%, die schwarzen, dickschaligen Samen in derselben Zeit nur 15,50% ihrer Substanz an Wasser aufgenommen hatten. Und so zeigen die dünnschaligen Samen auch eine viel größere Keimgeschwindigkeit, als die dickschaligen Samen. Hierzu kommt ein verschiedenes Verhalten beider Samensorten dem Lichte gegenüber.

Verf. sucht nun die Frage zu lösen, in welcher Weise die aufgefundenen Differenzen die Verschiedenheit der Keimungsverhältnisse beeinflussen. Seine Versuche führen ihn zu dem Ergebnisse, daß nicht der geringe Sauerstoffzutritt, sondern die schwächere Wasseraufnahme das Ausschlaggebende ist, und zwar ist dieselbe auf den Bau der Testa zurückzuführen.

Im Anschluß an *Chenopodium album* hat Verf. dann auch noch einige Versuche mit den verschiedenartigen Samen von *Atriplex nitens* ausgeführt. Auch hier sind starke Unterschiede in dem Samenaufbau, vor allem in der Dicke der Samenschale zu konstatieren. Verf. nimmt aber auf Grund eines vorläufigen Versuches an, daß hier der Keimverzug auf aus den Samen herausdiffundierenden, keimungshemmenden Stoffen beruht.

Weiter bringt die Arbeit noch einige durch Abbildung illustrierte Resultate von durch Molisch angestellten Kulturversuchen mit *Atriplex nitens*. Diese ergaben, daß aus verschiedenartigen Samen erzogene Pflanzen sowohl in den ersten Entwicklungsstadien, als auch in späterem Entwicklungszustande beträchtliche Größenunterschiede, aber ohne morphologische Verschiedenheiten, aufzuweisen haben. Die *Chenopodien*-kulturen brachten im Gegensatze dazu aus beiderlei Samen gleich kräftige Pflanzen. Jedenfalls beruht diese Differenz in dem Verhalten der beiden Arten darauf, daß die *Atriplex*-samen erhebliche Größenunterschiede erkennen lassen, während dieselben bei den *Chenopodiensamen* nur gering sind.

E. Lehmann.

Combes, Raoul, Influence de l'éclaircissement sur la formation des graines et sur leur pouvoir germinatif.

Rev. gén. bot. 1913. 25, 130—141.

Verf. hat seine früheren Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes verschiedener Intensität vom vollen Sonnenlicht bis zu $\frac{1}{9}$ seiner Stärke in 5 Abstufungen auf Frucht und Samenentwicklung weiter fortgesetzt. Im Gegensatze zu Lubimenkos Untersuchungen, welcher nur die Früchte der verschiedenen Belichtung aussetzte, die übrigen Teile

der Pflanzen aber unter voller Belichtung erzog, hat Verf. die verschiedenen Lichtintensitäten auf die ganzen Pflanzen einwirken lassen, wie er das auch bisher schon getan hatte. Bisher war in Übereinstimmung mit Curtel festgestellt worden, daß die Totalzahl der auf einem Individuum gebildeten Früchte und infolgedessen auch die Totalzahl der Samen mit verminderter Lichtintensität nach und nach abnimmt und daß gleicherweise die Zahl der in jeder Frucht enthaltenen Samen abnimmt, während die Zahl der abnormen Samen steigt. Im Gegensatz dazu findet Verf. nun das Trockengewicht nicht am höchsten bei in voller Sonnenbeleuchtung erzogenen Pflanzen, sondern erst bei unter einer geringeren Lichtintensität kultivierten. Die Gewichtsmenge erfährt also eine Vermehrung unter abgeschwächter Beleuchtung bis zu einem Optimum, worauf wieder eine Abnahme zu verzeichnen ist.

Weiter hat sich auch gezeigt, wirklich deutlich allerdings nur im Falle des *Chenopodium album*, daß die Keimfähigkeit der bei verschiedenen Lichtintensitäten erzogenen Samen nachher unter gleichen Bedingungen eine verschiedene sein kann. Doch sind hier sicher viel größere Zahlen nötig, ehe ein bindender Schluß zu ziehen ist.

E. Lehmann.

Peklo, J., Neue Beiträge zur Lösung des Mycorrhizenproblems.

Zeitschr. f. Gärungsphysiologie. II. Heft 4. 1913. 246—289.

Verf. schließt an seine Untersuchung Laubholz-Mycorrhizen die der Fichte und der Kiefer an. Nach einer Schilderung der Lokalisierung der Mycorrhizen, die sich bei der Fichte in tieferen Schichten des Humus befinden, als bei der Buche, beginnt er mit der Untersuchung der anatomischen Verhältnisse. Bei den koralloiden Mycorrhizen der Fichte und der Kiefer sind die Rindenschichten stark gerbstoffführend, auch Endodermiszellen und Vegetationskegel enthalten solchen, daneben Stärke. Das letztere wird verständlich, wenn man hört, daß Peklo bereits die meristematische großkernige Zone der Wurzelspitze infiziert fand. Die Hyphen verlaufen hier inter- oder intracellular, erstere entsenden Haustorien, die meist in Einzahl in den kleinen Zellen angetroffen werden; die Infektion scheint von den mit Mycel erfüllten Zellen der Wurzelhaube auszugehen. In der auf den Vegetationskegel folgenden Streckungsschicht finden sich die Zellen vielfach von feinen Hyphen durchwachsen; noch weiter von der Wurzelspitze entfernt verschwindet diese intracellulare Infektion bis auf einzelne von Hartigschem Flechtwerk ausgehende gröbere Haustorien und die Endodermis,

die mit ihren regelmäßig infizierten Zellen eine Pilzscheide um das Gefäßbündel bildet. Die Zellen führen normale aber stärker tingierbare Zellkerne und befinden sich in lebendem Zustand. Ihr Pilzinhalt unterliegt auf längere oder kürzere Strecken der Resorption seitens der Pflanze, deren Anfang sich an den Hyphen durch Färbbarkeitsänderungen bemerkbar macht. Schließlich zerfallen sie in kleine und kleiner werdende Stückchen, die ohne Rest zu verschwinden scheinen, so daß sich unverpilzte und verpilzt gewesene Zellen nicht mehr unterscheiden lassen. Dieselbe Form der Resorption findet auch in den hinter den meristematischen liegenden ebenfalls infizierten Rindenzellen statt.

Bei der Fichtenmycorrhiza kommen einige Modifikationen vor, so eine Form bei der sich der jährliche Zuwachs durch Einschnürungen dokumentiert und eine andere, die bis auf wenige Hyphen des epiphytischen Pilzmantels entbehrt; alle sind endophytisch in der beschriebenen ähnlicher Weise verpilzt.

Bei der Kiefer sind die meristematischen Partien der Wurzelspitze etwas reichlicher infiziert als bei der Fichte; die koralloide Verzweigung scheint damit in engem Zusammenhang zu stehen.

Auf Grund genannter Feststellungen glaubt der Verf. an sehr enge Beziehungen zwischen Baumwurzel und Pilz, er wendet sich sehr energisch und wie es scheint mit gutem Recht gegen die Skeptiker, die der epi- und endophytischen Mycorrhiza der Waldbäume nur eine allzu problematische oder gar keine Bedeutung zuerkennen (cf. J. Fuchs, *Biblioth. Bot.* [1911], der aus der Tatsache des Antagonismus von Pilz und Pflanze auf dessen Parasitismus schließt).

Im weiteren bespricht Verf. Versuche zur Isolierung der Fichtenwurzelpilze. Unter einer Anzahl von erhaltenen Mycelien scheinen ihm nur drei einwandfrei aus dem Wurzelmycel zu stammen, ein konidienloses Mycel und zwei *Penicillium*formen, die er für die spezifischen Symbionten der Waldbäume hält, da ihm die Infektion junger pilzfreier Buchenpflänzchen mit aus Buchenmycorrhiza isolierten *Penicillien* gelungen sei.

Peklo ist mit P. E. Müller und entgegen Möller der Ansicht, daß die Bedeutung der Verpilzung der Coniferen und besonders der Kiefer in der durch den Pilz verursachten Assimilation des atmosphärischen Stickstoffes gelegen ist. Diese von P. E. Müller biologisch gut für die Bergkiefer begründete Ansicht sucht der Verf. durch den Nachweis dieser Assimilation in den Kulturen der isolierten Wurzelpilze zu stützen. Er arbeitet nach bekannter Methode und einer nur N-armen Nährlösung (Flußwasser, Winogradskische Nährlösung, Dextrose), deren N-Gehalt

er am Ende des Versuchs in nach der Impfung sterilisierten Kolben bestimmt.

Die gefundenen Stickstoffgewinne liegen für den isolierten Fungus imperfectus unter einem mg (pro 100 ccm Nährlösung und 1,8 % Dextrosegehalt), bei den beiden Penicillien zwischen 1,1 und 1,8 mg, sind also ziemlich geringe.

Des weiteren diskutiert Peklo neben der Assimilation des N mögliche Funktionen der Mycorrhiza. Die Stahl'sche Hypothese des Nährsalzerwerbs scheint ihm besonders hinsichtlich der Struktur des epiphytischen Apparats acceptabel, wenn auch nicht in allen Fällen, so bei der mantelfreien Form der Fichte.

Die Peklosche Arbeit gewinnt jedenfalls der Frage der sogen. exotrophen Mycorrhiza gegenüber einen ganz neuen Standpunkt. Die unter Verwendung einer komplizierten Färbungstechnik gewonnenen anatomischen Resultate von der endophytischen Verpilzung des Meristems und der Endodermis tragen hierzu am meisten bei. Leider entbehren sie der Unterstützung durch Zeichnung oder Mikrophotogramm, ein Mangel, dem Verf. vielleicht geneigt ist, noch abzuwehren. Was die Identität der isolierten Mycelien und insbesondere der Penicillien mit den Hyphen des Mycorrhizenmantels anbetrifft, so kann man sie mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit annehmen, und das ist bei einer so außerordentlich schwierigen Frage schon viel, für eine absolut sichere Entscheidung ist die Zahl der Fälle noch zu klein.

Burgeff.

Yamanouchi, Sh., The Life History of Zanardinia.

Bot. Gaz. 1913. 56, 1—35. 24 Fig. und 4 Taf.

Diese Abhandlung bildet das Seitenstück zu den Untersuchungen desselben Verf.s über Cutleria (vgl. Ref. 5, 645). Bei Zanardinia sind ja die hier monözischen und Antheridien wie Oogonien im gleichen Sorus entwickelnden Geschlechtspflanzen von den sporangientragenden ungeschlechtlichen Pflanzen im vegetativen Zustande nicht zu unterscheiden, der Aglaozonia-Thallus ist also merkwürdiger Weise bei dieser mit Cutleria so nahe verwandten Gattung vollkommen ausgeschaltet. Aber die zytologische Untersuchung ergab trotzdem, daß die beiden Pflanzen nicht homolog sind, vielmehr zeigen die Kerne der Geschlechtspflanze und demgemäß auch die ♂ und ♀ Gameten 22 Chromosomen, das befruchtete Ei und die daraus entstehende ungeschlechtliche Pflanze die doppelte Chromosomenzahl. Die Reduktionsteilung erfolgt im jungen Sporangium bei der ersten Kernteilung, auch hier bilden sich die bivalenten Chromosomen im Synapsisstadium wie bei Cutleria durch

Metasynthese. Die jungen Keimpflänzchen aus befruchteten Eiern und aus Zoosporen gleichen einander vollkommen, hier wie dort entsteht zuerst ein langer unverzweigter Faden, der dann sein Wachstum einstellt, um an der schon mit Längswänden versehenen Basis durch seitlich aussprossende und mit einander verschmelzende Fäden den jungen Becher zu bilden. Bei unbefruchteten Eiern tritt die erste Kernteilung statt nach 24 erst nach 48 Stunden ein, verläuft aber sonst, von der halben Chromosomenzahl abgesehen, ganz normal. Auch der Keimling zeigt von jungen Keimlingen aus befruchteten Eiern keine Abweichungen, aber da sein Schicksal nicht weiter verfolgt wurde, bleibt es ungewiß, ob er es zur reifen Pflanze bringen kann. Gerade das wäre aber von besonderem Interesse gewesen. Denn des Verf.s Nachweis eines regelmäßigen Wechsels von Gametophyten und Sporophyten beruht ja in erster Linie auf der Feststellung der Chromosomenzahl und in zweiter Linie auf dem Vergleich der jungen im Laboratorium gezogenen Keimpflanzen mit denen in der freien Natur. Die Heranziehung der Laboratoriumskeimlinge zur reifen Pflanze gelang in keinem Falle. Es fragt sich nun nicht nur: Können es unbefruchtete Eier zu reifen Pflanzen bringen, sondern vor allem, wenn dies der Fall ist, geschieht bei den so entstandenen Pflanzen, die nur 22 Chromosomen haben, die Fortpflanzung ungeschlechtlich durch Zoosporen? — in diesem Falle müßte die Reduktion unterbleiben, aber der Generationswechsel würde festgehalten und wir ständen vor der Tatsache, daß vegetativ und bezüglich der Chromosomenzahl völlig gleiche Pflanzen das eine Mal Gametangien, das andere Mal Sporangien produzierten —, oder geschieht die Fortpflanzung durch Eier? — in diesem Falle würden sich zwei gleiche Generationen auf einander folgen.

Für die zytologischen Einzelheiten sei auf das Original verwiesen und nur hervorgehoben, daß sich weitgehende Übereinstimmungen mit den Verhältnissen bei *Cutleria* finden. Auch bei *Zanardinia* fiel bei den ruhenden Kernen sowohl der geschlechtlichen wie der ungeschlechtlichen Pflanzen die Menge sich stark färbender Körnchen auf, die der Kernmembran außen angelagert sind und mit dem Heranwachsen der Chromatinknoten allmählich verschwinden. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, daß sie in den Kern einwandern und aus einem Material bestehen, das dem Chromatin nahe verwandt sein muß. — Die Figuren verdienen wie bei der früheren Abhandlung alle Anerkennung, doch würde es sich empfehlen, bei späteren Publikationen zur größeren Bequemlichkeit des Lesers und des Nachuntersuchers die Vergrößerungen überall schon ausgerechnet beizufügen.

P. Kuckuck.

Børgesen, F., The Marine Algae of the Danish West Indies. I. Chlorophyceae.

1913. 1—160. 126 Fig. und 1 Karte.

Nachdem Verf. schon in einer Reihe von Abhandlungen die Ergebnisse seiner westindischen Algenuntersuchungen veröffentlicht hat, gibt er jetzt eine zusammenfassende, hier und da etwas gekürzte und veränderte, aber auch die Lücken ausfüllende Darstellung der Algenflora dieses Gebietes. Der erste Teil enthält die Chlorophyceen, und es genügt hier ein referierender Hinweis auf das, was in den früheren Abhandlungen noch nicht enthalten ist. In der Einleitung wird das auffallende Fehlen einer sonst so häufigen Gattung wie *Ulothrix* erwähnt und hervorgehoben, daß in diesem tropischen Gebiet die Chlorophyceen noch in einer Tiefe von 40 m prächtig gedeihen. Auch ein kurzer geschichtlicher Abriß der algologischen Erforschung von Dänisch-Westindien wird beigelegt. Zu der bisher allein behandelten Entero-morpha *Chaetomorpha* kommen vier weitere auch sonst verbreitete, sowie zwei *Ulva*-Arten hinzu. Neu für das Gebiet sind ferner *Uvella* *Lens*, *Gomontia* *polyrhiza*, *Pringsheimia* *scutata*, und eine neue Art, Pr. (?) *Udoteae*, die durch strahlig-konzentrische Anordnung der Zellen ausgezeichnet ist. Bei *Dictyosphaeria* *favulosa* wird anmerkungswise auf *Arnoldis* inzwischen erschienene Arbeit eingegangen, bei *Cladophoropsis* *membranacea* und ebenso bei der für das Gebiet neuen *Boodlea* *Siamensis* gelang nun auch die Feststellung von Zoosporangien, die bei beiden Pflanzen sehr ähnlich gebildet werden. Die fertilen Zellen, bald im Verlaufe des Fadens, bald am Ende desselben oder kurzer Seitenäste liegend, zeigen eine oder mehrere kegelförmige Membranausstülpungen, der Zellinhalt zerfällt in zahlreiche kleine Kugeln, ganz wie dies Ref. für *Valonia* *macrophysa* abbildete, und an der Spitze der Ausstülpung entsteht ein Loch, doch konnte die Entwicklung im einzelnen und der Austritt der Schwärmer nicht verfolgt werden. — Durch die Neubearbeitung des Stoffes gelangen wir zu einer handlichen Algenflora des Gebietes. Verständnis und Anschaulichkeit werden durch ein prächtiges Abbildungsmaterial, das an einigen Stellen eine Vermehrung erfuhr, in willkommener Weise unterstützt.

P. Kuckuck.

Neue Literatur.

Allgemeines.

- Kolkwitz, R.**, Pflanzenphysiologie. Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen einschließlich Bakteriologie und Hydrobiologie mit Planktonkunde. Fischer, Jena. 1914. 8^o, 258 S.
- Winterstein, H.**, Handbuch der vergleichenden Physiologie. 39. Lief. Bd. I. Physiologie der Körpersäfte und der Atmung. 2. Hälfte. S. 641—756. Bd. IV. Physiologie der Reizaufnahme, Reizleitung und Reizbeantwortung. S. 977 bis Schluß. Jena. 1913.

Bakterien.

- Gainey, L. P.**, Effect of CS₂ and toluol upon nitrification. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 584—596.)
- Hesse, E.**, Bakteriologische Untersuchungen auf einer Fahrt nach Island, Spitzbergen und Norwegen im Juli 1913. (Ebenda. I. 1913. 77, 454—478.)
- Lumière, A.**, et **Chevrotier, J.**, Sur la résistance du gonocoque aux basses températures. (Compt. rend. 1913. 157, 139—140.)
- Meyer, K.**, Zum bakteriellen Abbau des d-Glukosamins. (Biochem. Zeitschr. 1914. 58; 415—416.)
- Münter, F.**, Über Stickstoffumsetzungen einiger Aktinomyceten. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 561—584.)
- Omeliansky, W. L.**, und **Sieber, N. O.**, Zur Frage nach der chemischen Zusammensetzung der Bakterienkörper des Azotobakter chroococcum. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 88, 445—459.)
- Schulz, K.**, Die Verbreitung der Bakterien im Waldboden. (Diss. Jena.) 1913. 8^o, 37 S.
- Strzeszewski, B.**, Zur Phototaxis des Chromatium Weißii. (Bull. ac. sc. Cracovie. Sc. math. et nat. 1913. 416—431.)
- Trillat, A.**, Influence de la tension superficielle des liquides sur l'entraînement des microbes par un courant d'air (cas du B. prodigiosus). (Compt. rend. 1913. 157, 1547—1549.)
- Virieux, J.**, Recherches sur l'Achromatium oxaliferum. (Ann. sc. nat. Bot. 1913. [9] 18, 265 ff.)

Pilze.

- Blakeslee, A. F.**, and **Gortner, R. A.**, On the occurrence of a toxin in juice expressed from the bread mould, *Rhizopus nigricans* (*Mucor stolonifer*). (Biochem. bull. 1913. 2, 542—544.)
- , A possible means of identifying the sex of (+) and (—) races in the *Mucors* (Science. 1913. [2] 37, 880—881.)
- Boysen-Jensen, P.**, Die Zersetzung des Zuckers bei der alkoholischen Gärung. (Biochem. Zeitschr. 1914. 58, 451—466.)
- Euler, H.**, und **Cramér, H.**, Zur Kenntnis der Invertasebildung in Hefe. (Ebenda. 467—470.)
- Guillermond, A.**, Nouvelles observations sur le chondriome de l'asque de *Pustularia vesiculosa*. Evolution du chondriome pendant les mitoses et la formation des spores. (Compt. rend. soc. biol. 1913. 75, 646—649.)
- Istvánffi, G. von.**, Untersuchungen über den falschen Meltau (*Plasmopara viticola*) der Weinrebe. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1913. 23, 451—462.)
- Kunkel, O.**, The influence of starch, peptone, and sugars on the toxicity of various nitrates to *Monilia sitophila* (Mont.) Sacc. (Bull. Torrey bot. club. 1913. 40, 625—640.)
- Ito, S.**, Kleine Notizen über parasitische Pilze Japans. (The bot. mag. Tokyo. 1913. 27, 217—224.)

- Lepierre, Ch., Zinc et Aspergillus. Les expériences de M. Coupin et de M. Javillier. (Compt. rend. 1914. 157, 67—70.)
- Martini, M., et Déribéré-Desgardes, P., Sur quelques propriétés chromogènes d'un Penicillium. (Compt. rend. soc. biol. 1913. 75, 705—706.)
- Neuberg, C., und Steenbock, H., Über die Bildung höherer Alkohole aus Aldehyden durch Hefe. II. (Biochem. Zeitschr. 1914. 58, 188—193.)
- Ohta, K., Zur Kenntnis der biochemischen Reduktionsvorgänge in Hefezellen. (Ebenda. 183—188.)
- Oppenheimer, M., Über die Bildung von Milchsäure bei der alkoholischen Gärung. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 99, 45—62.)
- , Über die Bildung von Glycerin bei der alkoholischen Gärung. (Ebenda. 63—78.)
- Stevens, F. L., The Fungi which cause plant disease. Macmillan, New York. 1913. 80, 754 S.
- Theißen, F., Trichopeltaceae n. fam. Hemisphaerialium. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 39, 625—641.)
- Wehmer, C., Der Gang der Acidität in Kulturen von Aspergillus niger bei wechselnder Stickstoffquelle. (Biochem. Zeitschr. 1914. 58, 63—77.)
- Wollenweber, H. W., Ramularia, Mycosphaerella, Nectria, Calonectria. Eine morphologisch-pathologische Studie zur Abgrenzung von Pilzgruppen mit zylindrischen und sichelförmigen Konidienformen. (Phytopathol. 1913. 3, 198—242.)

Algen.

- Colling, F. S., Drifting Algae. (Rhodora. 1914. 16, 1—5.)
- Mirande, R., Recherches sur la composition chimique de la membrane et le morcellement du thalle chez les Siphonales. (Ann. sc. nat. Bot. 1913. [9] 18, 147—264.)
- Pieper, A., Die Diaphototaxis der Oscillarien. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. 31, 594—600.)
- Sauvageau, C., Sur les Fucacées du détroit de Gibraltar. (Compt. rend. 1913. 157, 1539—1540.)
- Smith, G. M., The cell structure and colony formation in Scenedesmus. (Arch. f. Protistenkunde. 1913. 32, 278—297.)
- Strzewszewski, B., Beitrag zur Kenntnis der Schwebeflora in der Umgebung von Krakau. (Bull. ac. sc. Cracovie. Sc. math. et nat. 1913. 309—334.)
- Yendo, K., Some new Algae from Japan. (Nyt mag. f. naturvidensk. 1913. 51, 275—288.)

Flechten.

- Bachmann, E., Beitrag zur Flechtenflora der Insel Rügen. (Verh. bot. Ver. Provinz Brandenburg. 1913. 55, 106—130.)
- Howe, R. H., Some Alaskan Lichens. (The bot. gaz. 1913. 56, 496—500.)
- Zschacke, H., Die mitteleuropäischen Verrucariaceen. I. (Hedwigia. 1913. 54, 183—198.)

Moose.

- Boresch, K., Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei Funaria. (Zeitschr. f. Bot. 1913. 6, 97—156.)
- Dixon, H. N., Studies in the bryology of New Zealand. I. (New Zealand inst. Bull. Nr. 3. 1913. 1—29.)
- Melin, E., Sphagnologische Studien in Tiveden. (Arkiv f. bot. 1913. 13, Nr. 9. 1—59.)
- Müller, K., Die Lebermoose (Musci hepatici). 6. Bd., Lief. 18 von L. Rabenhorsts Kryptogamenflora. Kummer, Leipzig. 1913. 80, 209—272.
- Negri, G., Contributo alla briologia dell'Isola di Rodi. (Ann. di botanica. 1913. 12, 69—78.)

Farnpflanzen.

- Anderwerelt van Rosenburgh, C. van**, New or interesting Malayan ferns. (Bull. jard. bot. Buitenzorg. 1913. [2] Nr. 11. 1—38.)
Bicknell, E. P., The ferns and flowering plants of Nantucket. XI. (Bull. Torrey bot. club. 1913. 40, 600—625.)
Brause, G., Neue Farne von Yunnan. (Hedwigia. 1913. 54, 199ff.)
Pickett, F. L., Resistance of the prothallia of *Camptosorus rhizophyllus* to desiccation. (Bull. Torrey bot. club. 1913. 40, 641—646.)

Morphologie.

- Kubart, B.**, Zur Frage der Perikaulomtheorie. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. 31, 567—570.)
Liebau, O., s. unter Gewebe.
Wilke, F., s. unter Systematik.

Zelle.

- Boresch, K.**, s. unter Algen.
Guillermond, A., s. unter Pilze.

Gewebe.

- Brockmann-Jerosch, H.**, Die Trichome der Blattscheiden bei Gräsern. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. 31, 590—594.)
Grimbach, P., Vergleichende Anatomie verschiedenartiger Früchte und Samen bei derselben Spezies. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1913. 51. Beibl. 113, 1—52.)
Liebau, O., Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Mangrove-Pflanzen, insbesondere ihres Wurzelsystems. (Diss. Halle.) 1913. 8^o, 33 S.

Physiologie.

- Blakeslee, A. F.**, und **Gortner, R. A.**, s. unter Pilze.
Boselli, E., Sulla interpretazione dell' esperienza del giacinto rovesciato. (Ann. di botanica. 1913. 12, 59—62.)
Boysen-Jensen, P., Über die Leitung des phototropischen Reizes in der Avenakoleoptile. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 559—567.)
 —, s. unter Pilze.
Combes, R., Untersuchungen über den chemischen Prozeß der Bildung der Anthokyanpigmente. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 570—578.)
Dewers, F., Untersuchungen über die Verteilung der geotropischen Sensibilität an Wurzeln und Keim sprossen. (Diss. Straßburg.) Dresden. 1913. 8^o, 53 S.
Dhéré, Ch., Détermination photographique des spectres de fluorescence des pigments chlorophylliens. (Compt. rend. 1913. 157, 64—67.)
Euler, H., und **Cramer, H.**, s. unter Pilze.
Gertz, O., Om rotkrökningars orienterande inflytande på anläggningen af sidorötter. Studier öfver morphaesthesi I. (Arkiv f. bot. 1913. 13, Nr. 12. 1—69.)
Graevenitz, L. von, Über Wurzelbildung an Steckholz. (Diss. Jena.) 1913. 8^o, 50 S.
Hedlund, F., Till frågan om växternas frosthårdighet. (Bot. not. 1913. 153—174.)
Hibino, S., Über die Anthocyanbildung in den Blättern durch die Ringelung. (The bot. mag. Tokyo. 1913. (489)—(493).) (Japanisch.)
Iwanowski, D., Über das Verhalten des lebenden Chlorophylls zum Lichte. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 600—613.)
 —, Über die Rolle der gelben Pigmente in den Chloroplasten. (Ebenda. 613—617.)
Kolkwitz, R., s. unter Allgemeines.
Kövessi, F., Sur l'assimilation de l'azote par les poils des plantes. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 22—47.)

- Lepeschkin, W. W.**, Über die kolloidchemische Beschaffenheit der lebenden Substanz und über einige Kolloidzustände, die für dieselbe eigentümlich sind. (Kolloid-Zeitschr. 1913. **13**, 181—192.)
- Lepierre, Ch.**, s. unter Pilze.
- Lundegårdh, H.**, Einige Bedingungen der Bildung und Auflösung der Stärke. Ein Beitrag zur Theorie des Kohlehydratstoffwechsels. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **53**, 421—463.)
- , Experimentelle Untersuchungen über die Wurzelbildung an oberirdischen Stammteilen von *Coleus hybridus*. (Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen. 1913. **37**, 509—580.)
- Maximow, N. A.**, Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **53**, 325—420.)
- Meyer, K.**, s. unter Bakterien.
- Miyake, K.**, Influence of the salts common in alkali soils upon the growth of rice plant. III. (The bot. mag. Tokyo. 1913. **27**, 224—234.)
- Neuberg, C.**, und **Steenbock, H.**, s. unter Pilze.
- Ohta, K.**, s. unter Pilze.
- Omeliansky, W. L.**, und **Sieber, N. A.**, s. unter Bakterien.
- Oppenheimer, M.**, s. unter Pilze.
- Pfeiffer, Th.**, und **Blanck, E.**, Beitrag zur Frage über die Wirkung des Mangans bzw. Aluminiums auf das Pflanzenwachstum. II. (Die Landw. Versuchsstat. 1913. **84**, 257—282.)
- Pickett, F. L.**, s. unter Moose.
- Pieper, A.**, s. unter Algen.
- Plate, F.**, Die neueren Studien zur Ionenwanderung im Pflanzenkörper. (Bios. 1913. **1**, 391—400.)
- Pozerski, E.**, Des ferments contenus dans le suc du fruit du *Carica papaya*. (Compt. rend. soc. biol. 1913. **75**, 507—509.)
- Ravenna, C.**, Sulla nutrizione delle piante verdi per mezzo di sostanze organiche. (Bios. 1913. **1**, 401—403.)
- Ruhland, W.**, Zur Kenntnis der Wirkung einiger Ammoniumbasen und von Spartein auf die Zelle. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 578—580.)
- Sartory, A.**, Localisation de la muscarine dans *Amanita muscaria* L. (*Fausse Orange*). (Compt. rend. soc. biol. 1913. **75**, 607—608.)
- Schips, M.**, Zur Öffnungsmechanik der Antheren. (Beih. bot. Centralbl. I. 1913. **31**, 119—208.)
- Schley, E. O.**, Chemical and physical changes in geotropic stimulation and response. (The bot. gaz. 1913. **56**, 480—498.)
- Schül, L.**, Über den Einfluß von Kali und Phosphorsäure auf die Qualität von Braugerste. (Landw. Jahrb. 1913. **45**, 641—712.)
- Späth, H.**, Einwirkung des Johannistriebes auf die Bildung von Jahresringen. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. 1913. 118—145.)
- Strzeszewski, B.**, s. unter Bakterien.
- Tobler, F.**, Zur Physiologie des Milchsaftes einiger Kautschukpflanzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 617—620.)
- Virieux, J.**, s. unter Bakterien.
- Wächter, W.**, Hydronastische Bewegungen der Blätter von *Callisia repens* L. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **53**, 305—325.)
- Wehmer, C.**, s. unter Pilze.
- Winterstein, H.**, s. unter Allgemeines.
- Yoshimura, K.**, Über die Verbreitung organischer Basen, insbesondere von Adenin und Cholin im Pflanzenreich. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. **88**, 334—345.)

Fortpflanzung und Vererbung.

- Auerbach, F.**, Die Variationskurve in der Biologie. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914. **11**, 18—38.)

- Blaringhem, L.**, Sur la transmission héréditaire de la Rouille chez la Rose trémière (*Althaea rosea*). (Compt. rend. 1913. **157**, 1536—1539.)
- Du Bois-Reymond, E.**, Über Neo-Vitalismus. (Rede vom 28. Juni 1894.) Herausgeg. von E. Metze. Breitenbach, Brackwede i. W. 1913. 8^o, 60 S.
- Ferguson, M. C.**, Included cytoplasm in fertilization. (The bot. gaz. 1913. **56**, 501—502.)
- Haecker, V.**, Vererbungsgeschichtliche Einzelfragen III. Über den Gang der Vererbung erworbener Eigenschaften. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914. **11**, 1—9.)
- Lehmann, E.**, Lotsys Anschauungen über die Entwicklung des Deszendenzgedankens seit Darwin und den jetzigen Standpunkt der Frage. (Ebenda. 105—117.)
- Winkler, H.**, Die Chimärenforschung als Methode der experimentellen Biologie. (Sitzgsber. phys. med. Ges. Würzburg. 1913 [1914]. 1—22.)
- Wolk, P. C. van der**, Further researches in the statistics of *Coffea*. II. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914. **11**, 118—127.)

Ökologie.

- Heß, C.**, Die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe. Bergmann, Wiesbaden. 1914. 8^o, 33 S.
- Liebmann, W.**, Die Schutzeinrichtungen der Samen und Früchte gegen unbefugten Vogelfraß. (Jenaische Zeitschr. 1913. **50**, 775—938.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Anonymus**, On some results of the botanical investigation of Java. (1911—1913.) (Bull. jard. bot. Buitenzorg. [2] Nr. 12, 1—40.)
- Ascherson, P.**, und **Graebner, P.**, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. 83. Lief. Bd. V. Chenopodiaceae, (Schluß) Amarantaceae. Engelmann, Leipzig u. Berlin. 1913. 8^o, 145—224.
- Beck v. Managetta, G.**, Vegetationsstudien in den Ostalpen. III. Die pontische Flora in Kärnten und ihre Bedeutung für die Erkenntnis des Bestandes und des Wesens einer postglazialen Wärmeperiode in den Ostalpen. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. I. 1913. **722**, 631—841.)
- Béguinot, A.**, et **Belosersky, N.**, Révision monographique du genre »Apocynum«. Etude biologique et systématique. Béguinot, Padova. 8^o, 144 p.
- , e **Vaccari, A.**, Terzo Contributo alla flora della Libia. (Ann. di botanica. 1913. **12**, 87—150.)
- Bucknell, C.**, A revision of the genus *Symphytum*, Tourn. (The Journ. of Linnean Soc. 1913. **41**, 491—585.)
- Carter, H. G.**, Genera of british plants. Arranged according to Englers Syllabus der Pflanzenfamilien (seventh edition 1912). With the addition of the characters of the genera. Cambridge Univers. Press. 1913. 8^o, xviii + 122 p.
- Chiovenda, E.**, Il *Phaseolus abyssinicus* G. Savi. (Ann. di botanica. 1913. **12**, 63—68.)
- Dykes, W. R.**, *Iris germanica* und ihre verwandten Gattungen. (Jahrb. d. Staudenkunde. 1913. 2—6.)
- Ekman, E. L.**, Die Gräser des brasilianischen Staates Paraná. (Arkiv f. bot. 1913. **13**, Nr. 11. 1—83.)
- Engler, A.**, Über die Vegetationsverhältnisse des Kaukasus auf Grund der Beobachtungen bei einer Durchquerung des westlichen Kaukasus. (Abh. bot. Ver. Brandenburg. 1913. **55**, 26 S.)
- Fernald, M. L.**, and **Long, B.**, Variations of *Potentilla palustris*. (Rhodora. 1914. **16**, 5—11.)
- Fritsch, K.**, Beitrag zur Kenntnis der Gesnerioideae. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1913. **50**, 392—439.)

- Hamet, R.**, Sur un Kalanchoe nouveau de l'Herbier de Stockholm. (Arkiv f. bot. 1913. 13, Nr. 11. -1—5.)
- , Über vier neue Sedum aus Sikkim und Peru. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1913. 50, 8—12.)
- Jaccard, P.**, Étude comparative de la distribution florale dans quelques formations terrestres et aquatiques. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 5—21.)
- Johnson, D. W.**, Botanical phenomena and the problem of recent coastal subsidence. (The bot. gaz. 1913. 56, 449—468.)
- Knowlton, C. H.**, Flora of the Sandy River Valley. (Rhodora. 1914. 16, 11—18.)
- Koehne, E.**, Eine neue Robinie. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. 1913. 1—3.)
- , Acanthopanax ricinifolius Seemann. (Ebenda. 145—151.)
- , Die Gattung Pygeum Gaertn. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1913. 51, 177—224.)
- Kränzlin, Fr.**, Amaryllidaceae quaedam novae v. criticae. (Ebenda. 50, 1—7.)
- Lauterbach, C.**, Beiträge zur Flora von Papuasien. Lauterbach, C., Die Ulmaeceen Papuasien nebst einer Revision der Trema-Arten des Monsun-Gebietes. —, Die Proteaceen Papuasien. Irmscher, E., Neue Begoniaceen Papuasien mit Einschluß von Celebes. (Ebenda. 315—383.)
- Malme, G. O.**, Die amerikanischen Spezies der Gattung Xyris L., Untergattung Euxyris (Endlicher). (Arkiv f. bot. 1913. 13, Nr. 8. 1—32.)
- Matsuda, S.**, A list of plants from Ning-po, Cheh-Kiang. (The bot. mag. Tokyo. 1913. 27, 234 ff.)
- Nakai, T.**, De nonnullis Asparagis et Alliis Japonicis et Coreanis. (Ebenda. 213—217.)
- Nakano, H.**, Beiträge zur Kenntnis der Variationen von Trapa in Japan. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1913. 50, 440—458.)
- Nelson, A.**, and **Macbride, J. F.**, Western plant studies. II. (The bot. gaz. 1913. 56, 469—479.)
- Oheimb, F. v.**, Japanische Anemonen. (Jahrb. d. Staudenkunde. 1913. 6—11.)
- , Die krautartigen Paeonien in ihren Gartenformen. (Ebenda. 43—51.)
- Porsch, O.**, Die Abstammung der Monokotylen und die Blütennektarien. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. 31, 580—590.)
- Safford, W. E.**, Annona sericea and its allies. (Contrib. U. S. nat. herbar. 1913. 16, 263—275.)
- Scherff, E. E.**, Studies in the genus Bidens. I. (The bot. gaz. 1913. 56, 490—495.)
- Schulz, A.**, Beiträge zur Kenntnis der Flora und Pflanzendecke des Saalebezirkes. II. (Zeitschr. f. Naturwiss. 1913. 85, 1—9.)
- Skottsberg, C.**, Bemerkungen zu einigen von M. Gandoger neuerdings von den Falkland-Inseln beschriebenen Pflanzen. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1913. 50, 13—17.)
- , Bemerkungen zur Systematik der Gattung Myzodendron. (Ebenda. 384—391.)
- Smith, J. J.**, Die Orchideen von Niederländisch-Neu-Guinea. (Nova Guinea. Rés. de l'exped. sc. néerland. 1912 et 1913. Leide, Brill. 1913. 12. Bot. gr. 4^o, 1—108.)
- Vaccari, L.**, Plantae italicae criticae. (Ann. di botanica. 1913. 12, 1—59.)
- Warming, E.**, Observations sur la valeur systématique de l'ovule. (S. A. Mindeskr. f. Japetus Steenstrup. København. 1913. 4^o, 1—44.)
- Wilke, F.**, Beiträge zur Kenntnis der Gattung Mesembryanthemum. (Diss. Halle.) 1913. 8^o, 47 S.
- Woodward, P. W.**, Variation in Arenaria laterifolia. (Rhodora. 1913. 15, 209—211.)

Palaeophytologie.

- Derby, O. A.**, Observations on the stem structure of Psaronius brasiliensis. (Amer. Journ. of sc. 1913. 36, 489—497.)
- Kräusel, R.**, Beiträge zur Kenntnis der Hölzer aus der schlesischen Braunkohle. I. (Diss. Breslau.) 1913. 8^o, 55 S.
- Möller, Hj.**, and **Halle, T. G.**, The fossil flora of the coalbearing deposits of South-Eastern Scania. (Arkiv f. bot. 1913. 13, Nr. 7. 1—45.)
- Prill, W.**, Beiträge zur Kenntnis schlesischer Brauhölzer. II. (Diss. Breslau.) 1913. 8^o, 66 S.

Angewandte Botanik.

- Engler, A.**, und **Peters**, Über Entwicklung und Neuerwerbungen des königlichen botanischen Gartens zu Dahlem im Jahre 1912. (Gartenflora. 1913. **62**, Heft 5.)
- Heyne, K.**, De nuttige planten van Nederlandsch-Indië. I. Kolff, Batavia. 1913. 8°, 250 + 27 S.
- Kondo, M.**, Untersuchungen an Weizen- und Dinkelähren als Beitrag zur genauen Charakterisierung der Sorten. (Landw. Jahrb. 1913. **45**, 713—817.)
- Neger, F. W.**, Der Stand der Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in den Staatswaldungen des Königreichs Sachsen. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1914. **12**, 1—11.)
- Labisi, C.**, Sul riconoscimento dello zafferano sofisticato. (Arch. di farmacogn. 1913. **2**, 305—308.)
- Rosenthaler, L.**, Über chinesischen Fenchel. (Ber. d. d. pharm. Ges. 1913. **23**, 570—577.)
- Seidel, R.**, Einiges über Rhododendronanzucht. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. 1913. 151—157.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Ewert, R.**, Erfolgreiche Bekämpfung des Cronartium-Rostes auf der schwarzen Johannisbeere. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1913. **23**, 463—475.)
- Fischer, E.**, Ein neuer Astragalus bewohnender Uromyces aus dem Wallis. (Bull. soc. Murithienne. 1914. **38**, 1—7.)
- Hedlund, T.**, Om kvalstersjuka och några andra sjukdomar och skador på Hafre i Sverige. (Tidskr. f. Landtmän. 1913. 511—517.)
- , Om de vanligaste sjukdomarne på potatis. (Ebenda. 609 ff.)
- Heinricher, E.**, Ein Hexenbesen auf Juniperus communis L. verursacht durch Arcenthobium Oxycedri (D. C.) M. Bieb. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1914. **12**, 36—39.)
- Müller, H. C.**, **Molz, E.**, und **Morgenthaler, O.**, Über Brandbekämpfung und den Einfluß der Bestellzeit beim Sommerweizen auf dessen Ertrag und Gesundheit. (Die Landw. Versuchsstat. 1913. **83**, 211—220.)
- Stevens, F. L.**, s. unter Pilze.
- Tubeuf, C. v.**, Biologische Bekämpfung von Pilzkrankheiten der Pflanzen. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1914. **12**, 11—18.)
- , Hitzetot und Einschnürungskrankheiten der Pflanzen. (Ebenda. 19—35.)
- Voges, E.**, Zur Geschichte und Entstehung des Obstbaumkrebses. (Centralbl. f. Bakt. II. 1913. **39**, 641—672.)

Technik.

- Faure, G.**, Ulviolfotomicrografia. (Ann. di botanica. 1913. **12**, 79—86.)

Verschiedenes.

- Rickli, M.**, Natur- und Kulturbilder aus den Kaukasusländern und Hocharmenien. Orell Füßli, Zürich. 1914. 8°, 317 S.

Personal-Nachricht.

Dr. Rud. Lieske habilitierte sich in Heidelberg für Botanik.

Neue Veröffentlichungen

Erregung und Lähmung. Eine allgemeine Physiologie der Reizwirkungen. Von Max Verworn, Professor der Physiologie an der Universität Bonn. Mit 113 Abbildungen im Text. (X, 304 S. gr. 8^o.) 1914. Preis: 10 Mark, geb. 11 Mark.

Inhalt: Einleitung. — 1. Die Geschichte der Irritabilitätslehre. — 2. Der Begriff des Reizes. — 3. Die spezielle Charakteristik der Reize. — 4. Die allgemeinen Reizwirkungen. — 5. Die Analyse des Erregungsvorganges. — 6. Die Erregungsleitung. — 7. Refraktärstadium und Ermüdung. — 8. Die Interferenz von Reizwirkungen. — 9. Rhythmische Entladungen. — 10. Die Lähmungsvorgänge. — 11. Die spezifischen Leistungen der lebendigen Systeme.

Die Analyse der Irritabilität der lebendigen Substanz und ihrer Reizreaktionen bietet einen der Wege zur Erforschung des Lebens, und darin liegt die Bedeutung des Studiums der Irritabilität, wie sie bereits seit Jahrhunderten von einzelnen Forschern richtig erkannt und immer wieder betont worden ist. Der Verfasser beschreitet hier diesen Weg zur Erkenntnis des Lebensvorganges und unternimmt es, zu zeigen, welche Aufschlüsse uns die Analyse der Erregbarkeit und der Reizwirkungen über das Getriebe der Vorgänge in der lebendigen Substanz zu geben vermag.

Vegetationsbilder. Herausgegeben von Dr. G. Karsten, Professor an der Univ. Halle, und Dr. H. Schenck, Professor an der Techn. Hochschule Darmstadt.

Elfte Reihe (8 Hefte). 48 Tafeln mit 58 Abbildungen und erläuterndem Text. (4^o Format.) Preis: in Mappe 20 Mark (einzelne Hefte je 4 Mark).

Heft 1/2: **Uruguay I.**) Dr. G. Gassner, Privatdozent a. d. Univ. Rostock, ehem.

Heft 3/4: **Uruguay II.**) Professor a. d. Univ. Montevideo.

Heft 5: **Vegetationsbilder aus Java**, vorwiegend aus den Urwäldern der west-javanischen Vulkane. Von K. Domin.

Heft 6/7: **Vegetationsbilder aus dem westlichen Kaukasus** (Urwälder, Hochstaudenfluren, Alpenmatten). Von Prof. Dr. M. Rikli und Dr. Eduard Rübel in Zürich.

Heft 8: **Vegetationsbilder aus Deutsch-Ostafrika: Regenwald von Usambara.** Von Josef Brunenthaler, k. k. Konservator in Wien.

Die „Vegetationsbilder“ sind eine Sammlung von Lichtdrucken, die nach sorgfältig ausgewählten photographischen Vegetationsaufnahmen hergestellt sind. Zehn Reihen liegen nunmehr abgeschlossen vor. Verschiedenartige Pflanzenformationen und -genossenschaften möglichst aller Teile der Erdoberfläche in ihrer Eigenart zu erfassen, charakteristische Gewächse, welche der Vegetation ihrer Heimat ein besonderes Gepräge verleihen, und wichtige ausländische Kulturpflanzen in guter Darstellung wiedergeben, ist die Aufgabe, welche die Herausgeber sich gestellt haben. Die Bilder sollen dem oft schmerzlich empfundenen Mangel an brauchbarem Demonstrationsmaterial für pflanzengeographische Vorlesungen jeder Art abhelfen: sie werden dem Geographen nicht minder willkommen sein als dem Botaniker und dürften auch in allen Kreisen, welche sich kolonialen Bestrebungen widmen, eine wohlwollende Aufnahme finden.

Die Ausgabe erfolgt in Reihen zu je 8 Heften in Quartformat. Jedes Heft enthält 6 Tafeln mit erläuterndem Text. Der Preis ist: für einzelne Hefte 4 Mark, für jede Reihe (= 8 Hefte) 20 Mark.

Vollständiges Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte kostenfrei. Die Sammlung wird fortgesetzt.

Sammelmappen für jede Reihe: Preis je 1 Mark.

Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde, 1912:

... Diesem Programm sind Herausgeber und Verlagsanstalt in dem schon weit vorgeschrittenen schönen Bilderwerk durchaus gerecht geworden. ... Indem wir noch anerkennen, daß die Bilder nicht nur vom wissenschaftlichen, sondern auch vom technischen Standpunkt aus vorzüglich sind, können wir jedem Naturfreund die Erwerbung dieses prächtigen Werkes empfehlen. A. Schlatterer.

Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik, Heft 6, 1912:

... Die Ausführung der Bilder ist mustergültig. Eigentlich ist es überflüssig, auch nur ein Wort der Empfehlung dieser Sammlung für Schulen und Institute zu sagen, denn sie steht einzig da. J. Stadlmann,

Vorträge über Deszendenztheorie

Gehalten an der Universität Freiburg i. Br.

Von

Professor **August Weismann**

Dritte, verbesserte Auflage

Mit 3 farbigen Tafeln und 141 Abbildungen im Text. (XXIV, 697 S.)

1913. Preis: 11 Mark, geb. 13 Mark.

Inhalt: 1.—2. Allgemeine und historische Einleitung. — 3. Das Prinzip der Naturzüchtung. — 4. Die Färbungen der Tiere und ihre Beziehung auf Selektionsvorgänge. — 5. Eigentliche Mimicry. — 6. Schutzvorrichtungen bei Pflanzen. — 7. Fleischfressende Pflanzen. — 8. Die Instinkte der Tiere. — 9. Lebensgemeinschaften bei Symbiosen. — 10. Die Entstehung der Blumen. — 11. Sexuelle Selektion. — 12. Intraselektion oder Histonalelektion. — 13. Die Fortpflanzung der Einzelligen. — 14. Die Fortpflanzung durch Keimzellen. — 15. Der Befruchtungsvorgang. — 16. Der Befruchtungsvorgang bei Pflanzen und Einzelligen. — 17.—19. Die Keimplasmatheorie. — 20.—21. Regeneration. — 22. Vererbungserscheinungen im engeren Sinne. — 23. Anteil der Eltern am Aufbau des Kindes. — 24. Prüfung der Hypothese einer Vererbung funktioneller Abänderungen. — 25. Einwürfe gegen die Nichtvererbung funktioneller Abänderungen. — 26.—27. Germinalelektion. — 28. Biogenetisches Gesetz. — 29.—30. Allgemeine Bedeutung der Amphimixis. — 31. Inzucht, Zwittertum, Parthenogenese und asexuelle Fortpflanzung und ihr Einfluß auf das Keimplasma. — 32. Mediumeinflüsse. — 33. Wirkungen der Isolierung. — 34.—35. Entstehung des Artbildes. — 36. Artenentstehung und Arten-tod. — 37. Urzeugung und Entwicklung. — Schluß.

Aus der Natur, 9. Jahrg., 9. Heft:

Die Weismannschen „Vorträge“ nehmen in der deszendenztheoretischen Literatur einen besonderen Platz ein. Nicht handelt es sich um eine Einführung in die Abstammungslehre im gewöhnlichen Sinne, in welcher die Argumente für und wider, sowie die verschiedenen Erklärungsversuche der Deszendenz zusammengestellt sind, sondern wir stehen hier vor einem Werke, in dem sich die Lebensarbeit eines unserer hervorragendsten deutschen Zoologen widerspiegelt. . . .

Mit erstaunlicher Elastizität des Geistes ist der Nestor deutscher Zoologie den zahllosen neuen Entdeckungen und Fragestellungen der Vererbungslehre gefolgt, und er zeigt, wie die von ihm entwickelte Vorstellung vom „Keimplasma“ auch den neuen Ergebnissen der Forschung gegenüber beibehalten werden kann. Gerade die diesen Darlegungen gewidmeten Kapitel des Werkes weisen vielfältige Veränderungen und Erweiterungen gegenüber der vorangegangenen Auflage auf.

Bewundernswert ist aber weiterhin die außerordentliche Fülle des in dem Buche entfalteten Tatsachenmaterials. Auf zoologischem und botanischem Gebiete in gleicher Weise bewandert, gibt der Verfasser eine äußerst anziehende und vielseitige Schilderung und Deutung der hauptsächlichsten Anpassungserscheinungen des Tier- und Pflanzenreiches, so daß sein Werk auch als eine ausgezeichnete Einführung in die Biologie und Oekologie empfohlen werden muß.

Kölnische Zeitung, 1913. Nr. 720:

Das hier in dritter, umgearbeiteter Auflage vorliegende Werk des auf diesem Gebiete hochverdienten Verfassers zeigt an vielen Stellen die verbessernde Hand des Meisters, der sein Buch auf der Höhe der modernen Forschung zu halten bemüht ist. Besondere Aufmerksamkeit schenkt Prof. Weismann mit Recht der Lehre von den Vererbungserscheinungen, nachdem diese durch die scharfsinnigen Untersuchungen des Augustinermönchs Mendel so mächtig gefördert worden sind. Überall bekennt sich der Verfasser als überzeugter Anhänger der Darwinschen Selektionslehre, und er fügt zu den alten neue Beweise für deren Allgemeingültigkeit in der Natur in seinen geistvollen Ausführungen über die sogenannte Germinalelektion. . . . Es ist hier nicht der Ort, auf alle Einzelheiten der in der neuen Auflage vorgekommenen Ergänzungen einzugehen; zeigt doch schon diese lückenhafte Übersicht, welche Fülle neuer anregender Gedanken wiederum in dem Buche niedergelegt sind. Nicht nur von dem echt deutschen Gelehrtenfleiß, sondern auch von dem tief eindringenden Forschergeist des Verfassers legt das groß angelegte Werk, eine der besten Arbeiten über die Deszendenztheorie, beredtes Zeugnis ab.

Diesem Hefte liegen 2 Prospekte bei vom Verlag Gustav Fischer in Jena betr.: 1. „Pflanzenphysiologie“ von Prof. Dr. R. Kolkwitz; 2. „Vegetationsbilder aus Uruguay“ von Dr. G. Gassner.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN'S

HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · VIERTES HEFT

MIT 3 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des vierten Heftes.

	Seite
I. Originalarbeit.	
Hans Molisch, Über die Selbsterwärmung von Pflanzen in Dewargefäßen. Mit 3 Textfiguren	305
II. Sammelreferat.	
Lehmann, E., Die Vererbung quantitativ differierender Merkmale	336
III. Besprechungen.	
Bower, F. O., Studies in the Phylogeny of the Filicales III. On Metaxya and certain others relatively primitive Ferns	354
Cohn, Fritz M., Beiträge zur Kenntnis der Chenopodiaceen	353
Dekker, J., Die Gerbstoffe. Botanisch-chemische Monographie der Tannide	347
Drude, O., Die Ökologie der Pflanzen	348
Hofmann, A., Aus den Waldungen des fernem Ostens. Forstliche Reisen und Studien in Japan, Formosa, Korea und den angrenzenden Gebieten Ostasiens	350
Holden, Ruth, Some fossil plants from Eastern Canada	356
Jost, Ludwig, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie	345
Icones Bogorienses vol. IV, fasc. 3	356
Livingston, B. E., and G. J., Temperature Coefficients in Plant Geography and Climatology	350
Marloth, Rudolf, The Flora of South Africa, with synoptical Tables of the Genera of the higher Plants	351
Pascher, A., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz	358
Schneider, Hans, Morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Thelygonum Cynocrambe L.	352
Strasburger, E.†, Das kleine botanische Praktikum für Anfänger	356
Weber-van Bosse, Mme Dr. A., Liste des Algues du Siboga. I. Myxophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae	360
IV. Neue Literatur.	
	362
V. Personal-Nachricht.	
	368

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Über die Selbsterwärmung von Pflanzen in Dewargefäßen.

Von

Hans Molisch.

Mit 3 Textfiguren.

I. Einleitung.

Vor einigen Jahren habe ich¹ den Beweis erbracht, daß sich die Laubblätter verschiedener Pflanzen in relativ kurzer Zeit hochgradig erwärmen, wenn man sie in großen Mengen in einem Korbe dichtgedrängt übereinander häuft und mit schlechten Wärmeleitern umgibt. Man war früher der Meinung, daß zwar Blüten und Keimlinge sich unter diesen Umständen stark erwärmen, den Blättern aber wurde diese Fähigkeit abgesprochen, wie sich aber herausgestellt hat, mit Unrecht. Es ist geradezu erstaunlich, wie rasch und wie bedeutend sich Laubblätter durch Wärmebildung zu erhitzen vermögen. So erwärmten sich in meinen damaligen Versuchen (S. 225) die Blätter folgender Pflanzen bis zur oberen Temperaturgrenze des Lebens und mitunter sogar darüber hinaus gewöhnlich innerhalb eines Tages.

Frisch gepflückte Blätter von	Luft- temperatur von etwa ° C	Temperatur- maximum der Blätter ° C	Innerhalb Stunden
<i>Pirus communis</i>	15	59	27
<i>Carpinus Betulus</i>	23	51,5	15
<i>Robinia Pseudacacia</i>	24	51	13
<i>Tilia</i> sp.	18	50,8	27,5
<i>Juglans regia</i>	15	49,7	43,5
<i>Salix Caprea</i>	15	47,1	22
<i>Cytisus Laburnum</i>	18	45,6	18,5
<i>Vitis vinifera</i>	17	43,3	28

¹) Molisch, H., Über die hochgradige Selbsterwärmung lebender Laubblätter. Bot. Zeitg. 1908. I. Abt. S. 211.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Bei diesen Versuchen sind, falls sie gelingen sollen, sehr viele Blätter notwendig, ich verwendete gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ —5 kg, was der Blattmasse eines ziemlich großen Bäumchens entspricht. Es wäre nun sicherlich von großem Vorteil, wenn man schon mit einer kleinen Blattmasse dasselbe zeigen könnte, denn oft sind so große frische Blattmassen, da die pflanzenphysiologischen Institute leider gewöhnlich nicht mit einem Garten verbunden sind, nicht leicht zu haben, ganz abgesehen davon, daß es sehr unbequem ist, mit einer so großen Blattmasse zu arbeiten. Ich habe daher gleich nach Veröffentlichung meiner zitierten Arbeit den Gedanken geprüft, ob die Wärmeentwicklung der Pflanze nicht mit Erfolg in den bekannten Dewargefäßen nachgewiesen werden könnte, die sich als Aufbewahrungsbehälter für flüssige Luft und auch als »Thermophors« für das Warm- bzw. Kalt-halten von Speisen so ausgezeichnet bewährt haben. Es hat sich nun gezeigt, daß diese Gefäße in der Tat für die Demonstration der Wärmeentwicklung der Pflanze geradezu ausgezeichnete Dienste leisten und von nun an wohl einen ständigen und wichtigen Bestandteil der pflanzenphysiologischen Apparatur abgeben werden. Schon seit 1908 pflege ich die Wärmeentwicklung von Keimlingen und Laubblättern in meinen Vorlesungen zu demonstrieren, und Peirce¹ hat das Verdienst, ihre ausgezeichnete Verwendbarkeit für das Studium der Wärmeentbindung von keimenden Erbsen, von gärender Hefe und verwundeten Zwiebeln als erster erprobt zu haben. Diese Arbeiten haben aber meines Wissens bisher wenig Beachtung gefunden. Außerdem hat auch Falck², wie noch später genauer angegeben werden wird, das Dewargefäß bei Studien über die Erwärmung von Hutpilzen benutzt.

Das Dewargefäß, so benannt nach dem bekannten englischen Chemiker Dewar, der es zuerst konstruierte, besteht, wie die nebenstehende Fig. 1 zeigt, aus einem zylindrischen, doppelmanteligen Glasgefäß, dessen äußerer Hohlraum a möglichst

¹) Peirce, G. J., A new respiration calorimeter. The bot. gaz. 1908. **46**, 193—202.

—, The liberation of heat in respiration. Ebenda. 1912. **53**. No. 2.

²) Falck, R., Die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten und der biologische Wert der Basidie. Beitr. z. Biol. d. Pflanz. (Cohn). 1909. **9**, 30.

luftleer ausgepumpt ist. Zur Verminderung der Wärmeausstrahlung wird die innere Oberfläche des Vakuummantels a versilbert. Wird nun der Hohlraum i eines solches Gefäßes mit irgendeiner heißen oder kalten Substanz gefüllt, so hält sich ihre Temperatur einige Zeit einigermaßen unverändert, da die Wärmeleitung durch den luftleeren Raum ungemein erschwert ist. Die von mir verwendeten Gefäße¹ ruhen mit ihrer Basis in einer Holzhülse. Es wird gewöhnlich empfohlen, wenn man den Wärmeausgleich möglichst vermeiden will, das Gefäß aus der Hülse herauszunehmen und mit Bindfäden aufzuhängen, so daß das Gefäß nur von Luft umgeben ist. Die meisten meiner Versuche wurden mit dem Dewargefäß im Holzfuß angestellt. Ich bemerke jedoch, daß nach meinen vergleichenden Versuchen bezüglich der Wärmeisolierung die besten Resultate erzielt wurden, wenn man das Dewargefäß nicht frei aufhängt oder im Holzfuß beläßt, sondern in trockene Baum- oder Schafwolle einpackt, wie ich dies am Ende meiner Arbeit (S. 327) auseinandersetzen werde.

Bei ganz exakten Versuchen soll das Versuchsgefäß in einem Raum mit konstanter Temperatur, am besten in einem Thermostaten stehen. Bei vielen lebenden Pflanzenobjekten kommt es aber in den Dewargefäßen zu einer so starken Erwärmung, daß diese durch etwaige Temperaturschwankungen des Versuchsraumes (Zimmers) nicht verschleiert wird. Ich habe daher die meisten meiner Experimente, wenn die Erwärmung der Pflanzenobjekte nicht unbedeutend war, in meinem Arbeitszimmer gemacht, dessen Temperaturschwankungen das Ergebnis im wesentlichen nicht beeinträchtigten.

¹) Meine Dewargefäße stammten aus der Spezialfabrik für doppelwandige Vakuummgläser von R. Burger & Comp. in Berlin N 4, Chausseestr. 8, waren von verschiedenen Dimensionen, zylindrisch und durchwegs versilbert. Von nicht versilberten ist abzuraten, da der Temperatúrausgleich zu rasch erfolgt. Ein doppelwandiges, hochevakuiertes zylindrisches Dewargefäß von 6 cm im Durchmesser und 20 cm Länge kostet versilbert 8 Mark, ein solches von 11 cm Durchmesser und 20 cm Länge 20,50 Mark.

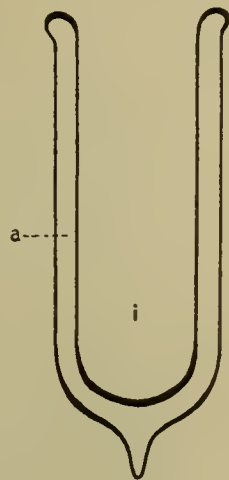


Fig. 1. Dewargefäß im Durchschnitt. Stark verkleinert. a = Vakuummantel, i = innerer Hohlraum.

Unmittelbar vor Beginn des Versuchs wurden die Pflanzen gesammelt und dann frisch, aber wenn möglich, nicht naß oder betaut in das Gefäß eingefüllt. Alle Pflanzen wurden ziemlich dicht eingelegt, so daß der ganze Inhalt eine ziemlich kompakte Masse bildete. Auf die Pflanzen kam eine kreisrunde, genau in das Gefäß passende Scheibe von Glimmer, um die Transpiration möglichst zu unterdrücken, und darauf eine 2—4 cm hohe Schicht Baumwolle. Da die Pflanzenobjekte dicht übereinander liegen, ist es zweckmäßig, mit

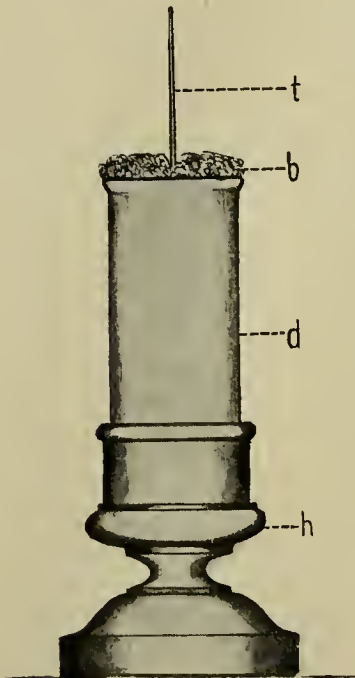


Fig. 2. Dewargefäß d, im Holzfuß h stehend. b = Baumwolle, t = Thermometer.

einem zugespitzten zylindrischen Holzstab einen Kanal für das Thermometer vorzubohren. Der Quecksilberbehälter des Thermometers muß ziemlich tief, am besten in der Mitte des Hohlraums liegen. Adjustiert sieht das Gefäß, wenn es nicht auf Fäden aufgehängt wird, sondern im Holzfuß ruht, so aus wie Fig. 2 zeigt. Die von mir verwendeten Gefäße waren verschieden groß. Ihr Inhalt schwankte zwischen 200—2000 ccm.

II. Experimente.

A. Mit Blüten.

Wie aus den in den folgenden Tabellen niedergelegten Aufzeichnungen hervorgeht, erwärmen sich die Blüten vieler Pflanzen in Dewargefäßen innerhalb relativ kurzer Zeit ganz bedeutend, sie erwärmen sich darin oft so stark¹, daß sie durch die von ihnen gebildete Wärme getötet werden, weil die Temperatur innerhalb der Blütenmasse im Dewargefäß über die obere Temperaturgrenze des Lebens ansteigt. Ist der Tod der Blüten eingetreten, dann sinkt zunächst die Blütentemperatur, steigt aber gewöhnlich nach einiger Zeit wieder an und zwar meist

¹) Bonnier hat bei seinen nach ganz anderer Methodik durchgeführten Versuchen bezüglich der Wärmeproduktion der Pflanze ein Maximum im Beginne der Keimungsperiode und ein anderes während der Blüte beobachtet. (Ann. sc. nat. Sér. VII. T. XVIII. No. 1 u. 2.) Zu dem letzteren werden wohl die Blüten wesentlich beitragen.

über das 1. Temperaturmaximum, um dann allmählich zu sinken und sich der Lufttemperatur zu nähern. Die Blüten verhalten sich demnach im wesentlichen so, wie ich es schon früher¹ für Laubblätter nach der Zusammenhäufungsmethode gefunden habe. Es treten zwei Erwärmungsmaxima auf: das eine wird wesentlich bedingt durch die mit der Atmung der Blüten verknüpften Oxydationsvorgänge, das andere durch die auf und in den abgestorbenen Blüten sich massenhaft entwickelnden Bakterien und Schimmelpilze². Man vergleiche die folgenden Tabellen.

Blütenstände von *Achillea millefolium*.

Sie wurden um 9 Uhr morgens gepflückt. Frischgewicht 150 g.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
29. VII. 9 ^{1/4} h a. m.	19,5	20,2
10 ^{1/4} h a. m.	21,5	22,1
1 h p. m.	23,2	27,8
3 h p. m.	22	31,4
4 h p. m.	21,5	33,4
5 h p. m.	22	34,8
7 ^{1/2} h p. m.	20,8	38
8 ^{3/4} h p. m.	20	39,6
10 ^{1/4} h p. m.	20,6	40,9
12 h	19,5	42,2
30. VII. 5 ^{3/4} h a. m.	18	43,6
8 h a. m.	20	43
10 h a. m.	22,5	42,6
1 h p. m.	25,5	42,4
4 h p. m.	23	42
9 h p. m.	20,5	40,1
10 h p. m.	21	40,1
31. VII. 7 h a. m.	20	43,4
9 h a. m.	20,5	45,2
10 h a. m.	21	45,5
1 h p. m.	24,2	48,6
4 h p. m.	22,7	50,6
8 h p. m.	20,2	51,8
9 h p. m.	19,4	52,1

¹) Molisch, H., l. c.

²) Es wäre meiner Meinung nach eine dankbare Aufgabe, diese Mikroorganismen auf ihre Temperaturbedürfnisse und auch sonst auf ihre Eigenschaften zu prüfen, ähnlich wie dies H. Miete in seiner interessanten Untersuchung, »Die Selbsterhitzung des Heues«, Jena, 1907, getan hat. Ich zweifle nicht, daß man hierbei neuen thermophilen Pilzen begegnen wird.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
1. VIII. 1 ¹ / ₄ h a. m.	19,1	52,8
8 h a. m.	19,3	52,7
10 ¹ / ₂ h a. m.	22,5	51,4
12 h a. m.	21,8	51,2
1 ¹ / ₂ h p. m.	21,2	51,1
5 ¹ / ₄ h p. m.	21,5	51,2
8 h p. m.	18,6	51,1
10 h p. m.	19,5	50,4
2. VIII. 2 ¹ / ₂ h a. m.	17,7	48,6
8 h a. m.	18,3	46,4
10 ³ / ₄ h a. m.	18,6	45,6
2 ¹ / ₄ h p. m.	21,7	43,5
8 h p. m.	20,3	43,5
10 h p. m.	19,5	42,8
3. VIII. 2 ¹ / ₄ h a. m.	18,8	41,2
8 h a. m.	19,4	38,7
10 ¹ / ₂ h a. m.	21,5	37,8
1 ¹ / ₄ h p. m.	22,3	37,2
4 h p. m.	21,5	36,6
7 ¹ / ₄ h p. m.	20,2	35,4
10 ¹ / ₂ h p. m.	20,4	34,6
4. VIII. 5 h a. m.	19,3	32,4
8 ¹ / ₂ h a. m.	20	31,3
1 h p. m.	22,6	31
3 ¹ / ₂ h p. m.	23,4	31
5 h p. m.	22,8	31
7 ¹ / ₂ h p. m.	21,5	31
9 ¹ / ₂ h p. m.	21,2	30,8
5. VIII. 5 ¹ / ₂ h a. m.	18,7	29,2
8 h a. m.	20,7	28,6
10 ¹ / ₂ h a. m.	22,8	28,6
1 h p. m.	25,6	29
5 ¹ / ₂ h p. m.	24,3	30
10 h p. m.	21	29,9
6. VIII. 2 h a. m.	20,9	29,2
8 h a. m.	21	28,5
11 h a. m.	20,6	28,4
4 h p. m.	21	28
8 h p. m.	20	27,8
7. VIII. 8 h a. m.	20	26,4
10 h a. m.	18,6	26,2

Blütenköpfchen von *Trifolium pratense*.

Die Köpfchen wurden um 4 Uhr nachmittags gepflückt. Frischgewicht 132 g.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
8. VIII. 4 ¹ / ₂ h p. m.	19,5	21,1
8 h p. m.	17,6	25,1
9 ¹ / ₄ h p. m.	17,4	26,7
9. VIII. 6 ¹ / ₂ h a. m.	17	43
8 h a. m.	17,6	43,3
10 h a. m.	19	45,3
1 ¹ / ₄ h p. m.	19	47
3 ¹ / ₂ h p. m.	18,6	46,6
8 h p. m.	17,2	44,3
10 h p. m.	17,6	42,9
10. VIII. 6 h a. m.	16,3	38,9
8 h a. m.	17,5	38,3
10 h a. m.	18	37,9
1 ¹ / ₂ h p. m.	20,8	38,3
3 h p. m.	19,4	39,5
7 h p. m.	17	41,8
10 h p. m.	17	44,2
11. VIII. 7 h a. m.	16	49,7
9 h a. m.	16	51
10 ¹ / ₂ h a. m.	18	51,5
1 ¹ / ₂ h p. m.	20,5	51,7
3 h p. m.	20	52
9 h p. m.	17	55
11 h p. m.	17,5	55
12. VIII. 5 ¹ / ₂ h a. m.	16,1	51,1
8 h a. m.	17,2	51,1
10 h a. m.	19,5	50,3
1 h p. m.	24	49
2 h p. m.	22	48,8
9 h p. m.	19,4	47
13. VIII. 7 ¹ / ₂ h a. m.	19	43,1
10 h a. m.	20,5	42,8
1 ¹ / ₂ h p. m.	21	41,2
3 h p. m.	20,3	40,4
5 h p. m.	19,6	39,6
7 ¹ / ₂ h p. m.	19	38,4
10 ¹ / ₄ h p. m.	18,7	37,2
14. VIII. 8 h a. m.	19,2	34,2
10 ¹ / ₂ h a. m.	18	33,5
1 ¹ / ₂ h p. m.	17,7	32,8
3 ¹ / ₂ h p. m.	17,7	32,4
5 h p. m.	17,5	32
9 h p. m.	15	30,8
15. VIII. 8 h a. m.	16,6	28,1
10 ¹ / ₂ h a. m.	21	27,6
1 ¹ / ₂ h p. m.	20	27,5
3 ¹ / ₂ h p. m.	19,7	27,5
9 h p. m.	15,7	27
16. VIII. 8 h a. m.	15,8	25,3

Blütenstände von *Daucus Carota*.

Sie wurden um 9 Uhr morgens frisch gepflückt. Frischgewicht 145 g.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
29. VII. 9 ^{1/4} h a. m.	19,5	20,4
10 ^{1/4} h a. m.	21,5	22,3
1 h p. m.	23,2	28,1
3 h p. m.	22	31,8
4 h p. m.	21,5	33,8
5 h p. m.	22	35,3
7 ^{1/2} h p. m.	20,8	39,2
8 ^{3/4} h p. m.	20	41
10 ^{1/4} h p. m.	20,6	43,1
12 h p. m.	19,5	45
30. VII. 5 ^{3/4} h a. m.	18	46,9
8 h a. m.	20	44,7
10 h a. m.	22,5	43,1
1 h p. m.	25,5	42,4
4 h p. m.	23	42,9
9 h p. m.	20,5	46
10 h p. m.	21	46,5
31. VII. 7 h a. m.	20	50
9 h a. m.	20,5	50,2
10 h a. m.	21	50,3
1 h p. m.	24,2	55
4 h p. m.	22,7	55,5
8 h p. m.	20,2	54,5
9 h p. m.	19,4	54,5
1. VIII. 1 ^{1/4} h a. m.	19,1	53,5
8 h a. m.	19,3	53,5
10 ^{1/2} h a. m.	22,5	52,5
12 h a. m.	21,2	52
1 ^{1/2} h p. m.	21,2	52
5 ^{1/4} h p. m.	21,5	51,2
8 h p. m.	18,6	51,2
10 h p. m.	19,5	50,5
2. VIII. 2 ^{1/2} h a. m.	17,7	48,1
8 h a. m.	18,3	46,1
10 ^{3/4} h a. m.	18,6	45,6
2 ^{1/4} h p. m.	21,7	43,7
8 h p. m.	20,3	41,6
10 h p. m.	19,5	40,7
3. VIII. 2 ^{1/4} h a. m.	18,8	38,8
8 h a. m.	19,4	36,6
10 ^{1/2} h a. m.	21,5	35,8
1 ^{1/4} h p. m.	22,3	35,3
4 h p. m.	21,5	34,8
7 ^{1/4} h p. m.	20,2	34
10 ^{1/2} h p. m.	20,4	33,5
4. VIII. 5 h a. m.	19,3	32
8 ^{1/2} h a. m.	20	31,4
3 ^{1/2} h p. m.	22,6	31,5
5 h p. m.	22,8	32
7 ^{1/2} h p. m.	21,5	31,9
9 ^{1/2} h p. m.	21,2	31,8

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
5. VIII. 5 ^{1/2} h a. m.	18,7	30,5
8h a. m.	20,7	30
10 ^{1/2} h a. m.	22,8	30
1h p. m.	25,6	31,5
5 ^{1/2} h p. m.	24,3	32,7
10h p. m.	21	32,5
6. VIII. 2h a. m.	20,9	31,7
8h a. m.	21	30,9
11h a. m.	20,6	30,6
4h p. m.	21	29
8h p. m.	20	27,7
7. VIII. 8h a. m.	20	25,5
10h a. m.	18,6	25,3

Blütenköpfchen von *Chrysanthemum leucanthemum*.

Vormittags frisch gepflückt. Frischgewicht 140 g.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
16. VIII. 10h a. m.	15,7	13,2
12h a. m.	16,4	14,8
2h p. m.	18	17,7
9h p. m.	14,5	24,4
17. VIII. 8h a. m.	17,1	34,9
10h a. m.	18,4	36,6
1 ^{1/2} h p. m.	22	40
3 ^{1/2} h p. m.	20,5	41,7
8h p. m.	18,8	45,5
10 ^{3/4} h p. m.	17,8	47,3
18. VIII. 5 ^{1/2} h a. m.	15,8	44,7
8h a. m.	18,5	43,3
9 ^{3/4} h a. m.	21	42,5
1 ^{1/2} h p. m.	24,7	41,2
3h p. m.	22,4	41
5h p. m.	21,4	40,7
7 ^{1/2} h p. m.	20,3	40,6
10h p. m.	19	40,7
19. VIII. 8h a. m.	19,3	43,4
10 ^{1/2} h a. m.	26	45
1h p. m.	27	47
2h p. m.	25	48
7h p. m.	22,7	51,5
9h p. m.	21,8	53
11h p. m.	21,8	53,5
20. VIII. 8h a. m.	21,3	54
10h a. m.	24,3	54
1h p. m.	27	54
3h p. m.	25	54
5h p. m.	24	54
9 ^{1/2} h p. m.	20,7	54

Datum	Temperatur in C ⁰	
	der Luft	der Blüten
21. VIII. 8h a. m.	20,6	54
11h a. m.	20,6	54
1h p. m.	19,7	55
3h p. m.	20	55
5h p. m.	19,4	55,5
8h p. m.	17,7	56,2
9 ¹ / ₂ h p. m.	17	56,6
22. VIII. 8h a. m.	18,2	56
10h a. m.	20,6	55

Ich begnüge mich, um nicht weitläufig zu werden, mit der Anführung dieser ausführlichen Tabellen und will nur noch meine Erfahrungen betreffend die Erwärmung der Blüten unter den angeführten Versuchsbedingungen übersichtlich zusammenstellen.

Name der Blüten	1. Temperatur- maximum, bedingt hauptsächlich durch die Atmung der Blüten C ⁰	Temperaturdifferenz zwischen Blüten und Zimmertemperatur zur Zeit des 1. Maximums C ⁰	2. Temperatur- maximum, bedingt hauptsächlich durch Mikroorganismen C ⁰	Temperaturdifferenz der Blüten und Zimmertemperatur zur Zeit des 2. Maximums C ⁰
Chrysanthemum leucanthemum	47,3	29,5	56,6	39,6
Daucus Carota	46,9	28,9	55	38,8
Trifolium pratense	47	28,0	55	38,0
Achillea millefolium	43,6	25,0	52,8	33,7
Anthemis arvensis	41,6	20,2	48	28,1
Funkia sp.	45	24,5		
Philadelphus coronarius	40,1	16,1	47	25,0
Rosa (Gartenhybride)	40,4	18,5	37,6	15,5
Clematis vitalba	45,4	23,4	50	29
Calendula officinalis	36,4	15,4	40	18,5
Nymphaea alba	27,4	8,3		

Ich bemerke hierzu, daß die meisten der von mir untersuchten Blüten sich schon innerhalb 1—2 Tagen sehr stark, oft bis zur oberen Temperaturgrenze des Lebens erwärmen, doch ist dies nicht immer der Fall. Die Blüten von Nymphaea alba (etwa 150 g) erwärmen sich viel weniger und viel langsamer. Das Maximum betrug bei einer Lufttemperatur von 19,1 nur 27,4⁰ und um dieses Maximum zu erreichen, bedurfte es

4 Tage. Wenn in einer Blüte oder in einem Blatt so bedeutende Temperaturen entstehen, so ist dies wohl auf die Leistung der einzelnen Zellen zurückzuführen. Erhitzt sich ein Organ bis auf 45, so müssen wir wohl annehmen, daß die einzelnen Zellen des Organs, wenn vielleicht auch nicht alle, die Fähigkeit haben, sich ebenso bedeutend zu erwärmen. Unter natürlichen Verhältnissen aber kommt es, abgesehen von Ausnahmen, nicht zu einer so hochgradigen Erwärmung, ja in der Regel überhaupt zu keiner Erwärmung, da die gebildete Wärme infolge der ausgezeichneten Oberflächenentwicklung, der Wärmestrahlung und Transpiration der Pflanze überaus rasch nach außen abgegeben wird¹.

B. Mit Laubblättern.

Aus meinen auf S. 305 erwähnten Experimenten geht schon hervor, daß sich auch Laubblätter verschiedener Pflanzen, wenn sie in größeren Mengen in einem Korbe zusammengehäuft werden, ganz auffallend erwärmen können. Diese Methode erfordert aber zur Feststellung einer bedeutenden Erwärmung 3—5 Kilo Blätter, also eine bedeutende Masse. Die Dewargefäße geben aber, wie ich mich überzeugte, denselben Effekt, unter Anwendung relativ geringer Blattmengen: 100—150 g Frischgewicht genügen. Bei Blättern, die sich hochgradig erwärmen (*Robinia Pseudacacia*, *Pirus cummunis*, *Trifolium pratense*, Gras), lassen sich wieder die zwei Maxima beobachten.

Ich habe schon seinerzeit² darauf aufmerksam gemacht, daß sich nicht alle Blätter gleich verhalten, sondern daß manche, wie z. B. die von *Tradescantia viridis*, *Hedera helix*, *Bergenia* sp., *Abies excelsa* und *Brassica* (Krautköpfe) sich nur schwach erwärmen. Ähnliche Ergebnisse erhielt ich auch bei Verwendung von Dewargefäßen. So erwärmten sich beblätterte Sprosse von *Pinus silvestris* bei einem Versuch am 6. IX. 1913 im Maximum nur auf 27,1 bei einer Lufttemperatur von etwa 21,3. Siehe die folgende Tabelle.

¹) Wiesner, J., Versuche über Wärmeverhältnisse kleiner, insbesondere linear geformter, von der Sonne bestrahlter Pflanzenorgane. Ber. d. d. bot. Ges. 1908. 26a, 702.

²) Molisch, H., l. c. S. 220.

Beblätterte Sprosse von *Pinus silvestris*.

Das Frischgewicht betrug 120 g.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Sprosse
6. IX. 5 ^{1/2} h p. m.	21,1	21
6 ^{1/2} h p. m.	20,9	21,8
9h p. m.	19,8	23,2
7. IX. 8h a. m.	20,2	26
10 ^{1/2} h a. m.	20,3	26,4
1 ^{1/2} h p. m.	21,5	26,8
4 ^{1/2} h p. m.	21,3	27,1
9h p. m.	19,6	27
8. IX. 8h a. m.	18,8	25,1
10h a. m.	18,3	24,4
12 ^{1/2} h a. m.	19,7	24
2 ^{1/2} h p. m.	20	23,8
9h p. m.	17,7	23,2
9. IX. 8h a. m.	18,1	22,8
11h a. m.	18,9	21,6
1h p. m.	20,3	21,6
3h p. m.	20,5	21,9
5h p. m.	20,5	22,1
8 ^{1/2} h p. m.	18,3	22,4
10. IX. 7 ^{1/2} h a. m.	18,5	21,9
10h a. m.	19,2	21,8
1 ^{1/2} h p. m.	19,6	22
3h p. m.	20	22
5h p. m.	18,5	22
9h p. m.	17,7	21,4
11. IX. 7 ^{1/2} h a. m.	16,6	19,6

Dieser Versuch lehrt, daß die Blätter von *Pinus* sich innerhalb 24 Stunden auf etwa 27° erwärmen und daß dann ihre Temperatur fast bis auf die Lufttemperatur sinkt. Die etwas höhere Blattemperatur hält also nur 1—2 Tage an, dann ändert sich der Zustand der Blätter, das Atmungsmaterial wird vielleicht teilweise erschöpft, der Enzymgehalt vielleicht vermindert und die Temperatur der Blätter sinkt. Am Schlusse des Versuchs waren die Blätter lebend und anscheinend unverändert. — Ähnlich verhalten sich beblätterte, frisch im September gepflückte Sprosse von *Abies pectinata*. Ihre Temperatur stieg im Laufe eines Tages auf 25,4 bei einer Lufttemperatur von 21,3 und sank dann allmählich im Laufe von 4 Tagen auf 19,5. Auch hier waren die Blätter am Schlusse des Versuchs lebend. —

Eine sehr geringe Erwärmung war auch bei den Blättern

von *Ligustrum ovalifolium* im Herbste zu beobachten. Bei einer Lufttemperatur von etwa 17,9 bis 18,4 stieg die Temperatur auf nur 22,4. —

Die Blätter gewisser Wasserpflanzen erwärmen sich zwar verhältnismäßig langsam, doch immerhin bedeutend. So fand ich es bei *Nymphaea* und *Trapa*.

Blätter von *Nymphaea alba*.

10 Blätter, frisch am Abend gepflückt. Die Blätter waren unterseits etwas naß.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
28. VII. 9 ^{3/4} h p. m.	18	14,2
10 ^{3/4} h p. m.	18	14,7
29. VII. 12 ^{1/4} h a. m.	17,3	17,4
6 ^{3/4} h a. m.	17	18
7 ^{1/2} h a. m.	17	18,7
8 ^{1/2} h a. m.	18	19,2
10 ^{1/4} h a. m.	21,5	20
4h p. m.	21,5	22,5
7 ^{1/2} h p. m.	20,8	24
10 ^{1/4} h p. m.	20,6	25,1
12h p. m.	19,5	25,7
30. VII. 5 ^{3/4} h a. m.	18	27,1
8h a. m.	20	27,5
10h a. m.	22,5	27,8
1h p. m.	25,5	28,6
4h p. m.	23	29,6
9h p. m.	20,5	31,1
10h p. m.	21	31,3
31. VII. 7h a. m.	20	32,4
10h a. m.	21	32,6
4h p. m.	22,7	33,3
9h p. m.	19,4	33,7
1. VIII. 1 ^{1/4} h a. m.	19,1	33,7
8h a. m.	19,3	33
12h a. m.	21,8	33
5 ^{1/4} h p. m.	21,5	33,3
10h p. m.	19,5	33,4
2. VIII. 2 ^{1/2} h a. m.	17,7	33,4
8h a. m.	18,3	33,4
10 ^{3/4} h a. m.	18,6	33,5
2 ^{1/4} h p. m.	21,7	33,9
8h p. m.	20,3	35
10h p. m.	19,5	35,3
3. VIII. 2 ^{1/4} h a. m.	18,8	36
8h a. m.	19,4	36,7
1 ^{1/4} h p. m.	22,3	37,5
4h p. m.	21,5	38
10 ^{1/2} h p. m.	20,4	38,4

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Blüten
4. VIII. 5 ^h a. m.	19,3	38,8
8 ^{1/2} ^h a. m.	20	38,8
1 ^h p. m.	20,6	39,1
5 ^h p. m.	22,8	39,6
9 ^{1/2} ^h p. m.	21,2	40
5. VIII. 5 ^{1/2} ^h a. m.	18,7	40,1
10 ^h p. m.	21	41,7
6. VIII. 2 ^h a. m.	20,9	41,9
8 ^h p. m.	20	42,4
7. VIII. 8 ^h a. m.	20	42,5
3 ^h p. m.	19	42,5
9 ^h p. m.	19	39
8. VIII. 8 ^h a. m.	18	32,4
2 ^h p. m.	19	30,3

Auch hier waren die zwei Maxima zu erkennen. Als ich die Blätter, sowie sie das 1. Maximum aufwiesen, ansah, waren sie zum Teil abgestorben, zum Teil lebend. Ob sie schon infolge einer Temperatur von 33,7 abzusterben begannen oder infolge der abnormen durch den Versuch gegebenen Verhältnisse (Lichtentzug, mangelhafter Luftzutritt) läßt sich nicht ohne weiteres sagen. Das 2. Maximum hat mit der Atmung der Blätter nichts zu tun, denn wenn sie es aufweisen, dann sind sie bereits tot, verschimmelt oder jauchig.

Bei *Trapa natans* stieg die Temperatur der beblätterten Sprosse am

1. Tage auf	26,9°
2. „ „	32
3. „ „	38
4. „ „	40,5
5. „ „	43,4

Dann starben die Blätter ab, ihre Temperatur sank allmählich und erreichte am 7. Tage 28,1. Die Lufttemperatur betrug während des Versuchs durchschnittlich 19° C. Am Ende des Versuchs waren die Blätter dicht mit *Aspergillus niger* besetzt. Ein 2. Maximum trat in diesem Versuche nicht auf, und dies

erklärt sich wahrscheinlich in der Weise, daß die Blätter nicht gleichzeitig absterben, daß ein Teil noch lebt, ein anderer aber schon abgestorben ist und Mikroorganismen aufkommen läßt. Die teilweise noch durch Atmung der Blätter erzeugte Temperatur interferiert mit der durch die Atmung der Mikroorganismen erzeugten, so daß das 2. Maximum verschleiert wird. Während sich die Blätter der beiden zuletzt genannten Wasserpflanzen, *Nymphaea* und *Trapa* relativ langsam erwärmen, geht dies bei *Ceratophyllum demersum* rasch vor sich.

Die Temperatur der Sprosse stieg bei einer durchschnittlichen Lufttemperatur von 20°

			nach dem 1. Tage auf	27,3 ^o C.
			„ „ 2. „ „	43,8
und fiel dann am	3.	„	„	40
„	„	„	4. „	35,3
„	„	„	5. „	31,5
„	„	„	6. „	28
„	„	„	7. „	27
„	„	„	8. „	24,6
„	„	„	9. „	23

Das Maximum war hier 43,8. Bei dieser Temperatur starben die Sprosse ab und ihre Temperatur sinkt dann kontinuierlich. Ein 2. Maximum war hier nicht zu bemerken.

Pteris aquilina-Blätter erwärmen sich — die Versuche wurden Anfang August gemacht — langsam und nicht bedeutend. Das erste Maximum betrug in einem Versuch 28,5, das zweite 34,5. Wenn hier nach der Erreichung von 28,5 schon ein Absinken der Temperatur eintritt, so ist dies nicht auf ein Absterben sondern wahrscheinlich auf die Verbrennung eines großen Teiles des Atmungsmaterials zurückzuführen. Der Tod tritt erst später und zwar infolge der für das Leben ungünstigen Versuchsbedingungen ein.

In Gegensatz zu *Pteris aquilina*-Wedeln erwärmen sich frisch gepflückte Sprosse von *Equisetum palustre* rasch und sehr bedeutend.

Beblätterte Sprosse von *Equisetum palustre*.

Datum	Temperatur in C °	
	der Luft	der Sprosse
24. VIII. 7h p. m.	21,2	18,8
9 ¹ / ₂ h p. m.	20	22,3
25. VIII. 6 ¹ / ₂ h a. m.	18,3	27,3
10 ¹ / ₄ h a. m.	20,9	30
1h p. m.	24	32,4
3 ¹ / ₂ h p. m.	22,2	34,4
9 ¹ / ₂ h p. m.	19,7	37,8
26. VIII. 5 ¹ / ₂ h a. m.	18,7	39
1 ¹ / ₂ h p. m.	23,7	39,4
7 ¹ / ₂ h p. m.	20,9	39,6
10 ¹ / ₄ h p. m.	20,3	39,5
27. VIII. 7 ¹ / ₂ h a. m.	17,5	38,3
1h p. m.	24,2	38,3
3h p. m.	22,7	38,6
5h p. m.	22,7	39
9 ¹ / ₂ h p. m.	19,4	40
28. VIII. 10 ¹ / ₄ h a. m.	21,6	40,2
3h p. m.	23,1	48
9h p. m.	19,5	50,7
29. VIII. 7 ¹ / ₂ h a. m.	19,1	52
9 ¹ / ₄ h p. m.	22	54
30. VIII. 8h a. m.	21	55
9h p. m.	21,4	55,6
31. VIII. 7 ¹ / ₂ h a. m.	21	54,6
3h p. m.	23,2	54,6
10h p. m.	20,6	54,6
1. IX. 7 ¹ / ₂ h a. m.	20,2	53,2
9 ¹ / ₂ h p. m.	21,7	52
2. IX. 8h a. m.	20,3	49
9 ¹ / ₂ h p. m.	21,6	45,8
3. IX. 8h a. m.	19,7	42
10h p. m.	20,5	37,8
4. IX. 7h a. m.	19,7	34
9h p. m.	21,5	30,3
5. IX. 7 ¹ / ₂ h a. m.	20,6	27,8

C. Mit Moosen.

Ich habe in den Monaten August und September Experimente mit frischem Rasen von *Sphagnum* sp., *Polytrichum* sp., *Leucobryum vulgare* und *Hypnum* sp. gemacht und übereinstimmend gefunden, daß die Erwärmung eine im Verhältnis zu anderen Pflanzen sehr geringe ist. Die exothermen Prozesse müssen also bei den untersuchten Moosen im allgemeinen träge verlaufen. Die Erwärmung betrug bei einer Lufttemperatur von durchschnittlich 19,5° nach etwa 3 Tagen

bei Sphagnum nur $1-2^{\circ}$ über der Lufttemperatur
 „ Leucobryum „ $1-1\frac{1}{2}^{\circ}$ „ „ „
 „ Polytrichum „ $2-5^{\circ}$ „ „ „
 „ Hypnum „ $1-5^{\circ}$ „ „ „

Als Beispiel diene die folgende Tabelle für Hypnum.

Hypnum sp.

Datum	Temperatur in C ⁰	
	der Luft	des Moooses
31. VIII. $10\frac{3}{4}$ h a. m.	20,6	20,7
3h p. m.	21	20,9
10h p. m.	20,6	21
1. IX. $7\frac{1}{2}$ h a. m.	20,2	22,6
1h p. m.	21,7	23
$9\frac{1}{2}$ h p. m.	21	25,2
2. IX. 8h a. m.	20,7	25,5
1h p. m.	21,6	26,4
$9\frac{1}{2}$ h p. m.	21,1	26,4
3. IX. 8h a. m.	20,7	26,2
10h p. m.	20,5	26,3
4. IX. 7h a. m.	20,4	26,1
9h p. m.	21	26,1

Die Moose waren am Ende des mehrere Tage oder bis zu einer Woche dauernden Versuches noch ganz frisch und lebend. Eine längere Zeit währende, dauernde Verdunkelung schadet ihnen nicht besonders. Das an den Sphagnum-Rasen haftende Wasser wurde vor dem Versuche durch den Druck mit der Hand abgepreßt und die alten, toten Teile wurden mit der Schere entfernt.

D. Mit Flechten.

Peltigera canina. Frisch im Walde gesammelte Rasen wurden von Erde möglichst befreit und dann etwa 70 g in ein Dewargefäß eingefüllt. Die Erwärmung war sehr schwach. Die Temperatur stieg im Laufe von 5 Tagen bei einer durchschnittlichen Lufttemperatur von etwa 20° auf $24,7^{\circ}$ und sank dann allmählich in den folgenden Tagen auf etwa 21° ab.

Evernia prunastri. Die Flechte wurde an einem trockenen, schönen Tag nachmittags gesammelt und ohne befeuchtet zu werden, in das Dewargefäß gefüllt. Ich beobachtete bei der lufttrockenen Flechte durch 3 Tage keine oder nur eine minimale Erwärmung um etwa 1° . Als ich die Flechte dann in Wasser von gleicher Temperatur tauchte, mit Wasser imbibieren

ließ, das anhaftende Wasser mit der Hand abpreßte und neuerdings prüfte, stieg die Temperatur innerhalb 24 Stunden bei einer Lufttemperatur von etwa 21° auf $32,2^{\circ}$, sank darauf bis 23° , erhob sich nach 2 Tagen wieder auf 40° , um dann allmählich wieder zu sinken.

Vergleicht man die beiden Flechten miteinander, so sieht man, daß sie sich nicht gleich verhalten. *Peltigera* erwärmt sich sehr wenig, *Evernia* ziemlich stark, aber erst dann, wenn die Flechte mit Wasser reichlich imbibierte war, und nicht im lufttrockenen Zustande. Wir werden wohl kaum mit der Annahme fehl gehen, daß die am Baume festsitzenden Flechten im lufttrockenen Zustande, also an schönen sonnigen Tagen einen nur sehr schwachen Stoffwechsel, besonders eine nur sehr geringe Atmung unterhalten, und daß der Stoffwechsel erst energisch anhebt, wenn die Flechte Gelegenheit hatte, sich mit Wasser genügend zu versorgen. Das ist offenbar der Grund, warum die lufttrockene Flechte fast keine Wärme produziert, wohl aber im imbibierten Zustande. Nachdem das 1. Maximum bei *Evernia* erreicht war, starb die Flechte ab, Mikroorganismen kamen auf und führten zu einem 2. Maximum. Ein solches unterblieb bei *Peltigera*, weil sie sich während einer längeren Versuchszeit am Leben erhält und eine Verpilzung nicht eintritt.

E. Mit Pilzen.

Daß niedere Pilze, insbesondere thermophile Bakterien- und Schimmelpilze oft kolossale Wärmemengen produzieren können, ist allgemein bekannt¹, es geht dies auch wieder aus den von mir seinerzeit² und jetzt hier mitgeteilten Versuchen hervor, denn das 2. Maximum, das sich vielfach bei Blättern, Blüten und anderen Pflanzenteilen bei der Erwärmung zeigte, ist ja hauptsächlich auf die Lebenstätigkeit der niederen Pilze, die sich auf den toten Pflanzen entwickeln, zurückzuführen. Auch für die Hefe hat Peirce³ die Selbsterwärmung mit Hilfe der Dewar-

¹) Lafar, F., Handbuch der technischen Mykologie. Jena. 1904—1907. 1, 601. Mische, H., l. c.

²) Molisch, H., l. c.

³) Peirce, G. J., l. c. S. 199.

gefäße nachgewiesen, doch war sie in seinen Versuchen nicht gerade bedeutend. Der Unterschied der Temperatur im Gefäß mit und ohne gärende Hefe betrug im Maximum 7°.

Mich interessierte das Verhalten von Hutpilzen.

Hydnum imbricatum. Abends frisch gesammelt. Etwa 120 g. Im Laufe von 24 Stunden stieg die Temperatur der Pilze im Dewargefäß bei einer Lufttemperatur von 20,3 auf 24,9, am 2. Tag auf 25,4. Nun sterben die Pilze ab, und in der faulen, übelriechenden Masse erhob sich die Temperatur auf 27,8 bei einer Lufttemperatur von 21°.

Lactarius piperatus.

Etwa 150 g junge, noch nicht ausgewachsene Exemplare. Die Fruchtkörper wurden in 2—3 Stücke zerteilt, um sie möglichst dicht zu lagern.

Datum	Temperatur in C°	
	der Luft	der Pilze
27. VIII. 7 ^h p. m.	18,3	15
7 ^{1/2} ^h p. m.	18,3	15,7
28. VIII. 12 ^{3/4} ^h p. m.	18,7	36,7
4 ^{1/4} ^h p. m.	18,5	37,1
5 ^{1/2} ^h p. m.	18,5	37,1
7 ^{1/2} ^h p. m.	18,1	36,8
29. VIII. 7 ^h a. m.	17,8	37,7
12 ^h a. m.	18	37,9
7 ^h p. m.	18,2	37,7
30. VIII. 7 ^h a. m.	17,9	37,9
11 ^h a. m.	18,6	38,1
7 ^{1/2} ^h p. m.	18,3	39,4
1. X. 6 ^{1/2} ^h a. m.	17,8	41,1
4 ^h p. m.	17,9	41,7
7 ^{1/2} ^h p. m.	18	41,6
2. X. 6 ^{1/2} ^h a. m.	17,7	40,5
12 ^h a. m.	18	40,2
7 ^{1/2} ^h p. m.	18,2	39,1
3. X. 9 ^{1/2} ^h a. m.	18,3	39
6 ^{1/2} ^h p. m.	18	40
4. X. 6 ^{1/2} ^h a. m.	17,8	40,4
4 ^h p. m.	17,7	40,7
7 ^h p. m.	17,8	40,7
5. X. 7 ^h a. m.	17,5	40,1
7 ^{1/2} ^h a. m.	17,9	39,1
6. X. 7 ^h a. m.	17,8	37,5
2 ^h p. m.	18,5	36,5
7 ^{1/2} ^h p. m.	18	35,7
7. X. 7 ^h a. m.	17,6	34,6
9 ^h a. m.	17,9	34,5

Die Pilze waren vollständig in Fäulnis und daher wurde der Versuch abgebrochen. Bis ungefähr zur Erreichung des 1. Maximums waren die Pilze am Leben.

Agaricus sp. Bei einer weißen *Agaricus*-art stieg die Temperatur bei einer Lufttemperatur von $17,5-19^{\circ}$ innerhalb von 24 Stunden auf 27, am 2. Tage auf 28,8 und am 3. auf 35,6, um dann langsam zu fallen. —

Agaricus (*Pleurotus*) *ostreatus* Jacqu. 109 g. Frisch gesammelt. Bei einer Lufttemperatur von etwa $18-19,5^{\circ}$ erhob sich die Temperatur des Pilzes im Dewargefäß nach 24 Stunden auf 24,6 und nach 48 Stunden auf 26° . Sie erhielt sich dann nach 6 Tagen auf $26-24,8$, ohne daß der Pilz in dieser Zeit abstarb.

Aus den eben mitgeteilten Versuchen geht hervor, daß auch Hutpilze sich ansehnlich erwärmen können, die einen mehr, die anderen weniger. Die in den ersten 2 Tagen erzeugte Wärme rührt wohl in der Hauptsache von der Atmung der Pilze her, dann sterben sie, wenn es sich um weiche Formen handelt, gewöhnlich ab, Fäulnispilze machen sich breit, und dann setzen sich die Temperatursummen aus 2 Komponenten zusammen, einerseits aus der Temperatur der noch zum Teil erhaltenen Hutpilze und andererseits aus den sich entwickelnden Fäulnispilzen. Nach dem vollständigen Absterben der Hutpilze produzieren die Fäulnispilze dann der Hauptsache nach allein die Wärme.

In historischer Beziehung sei noch folgendes erwähnt: Dutrochet¹ hat mit Hilfe der thermoelektrischen Methode die Temperatur lebender und toter Hutpilze miteinander verglichen. Er senkte die Lötstellen von Kupfer- und Eisendraht in Form von Nadeln in den Scheitelpunkt des Stieles der Pilze, die eine in den lebenden, die andere in den getöteten. Im Laufe eines Tages erreichte die Temperaturerhöhung bei dem lebenden Pilz (*Boletus aereus*) $0,45^{\circ}$ C, es war dies die höchste Wärmeanzeige, die Dutrochet, abgesehen von der Wärmeentwicklung der Aroideen bei seinen Versuchen erhalten hat.

Wertvolle Versuche über die Erwärmung verdanken wir auch

¹) Dutrochet. Ann. d. sc. nat. 1840. II. 13, 84.

Falck¹. Er verwendete auch schon Dewargefäße und konnte bei seinen Versuchen mit der Röhrenschicht von *Polyporus squamosus* eine Temperaturerhöhung im Maximum von etwa 10° erzielen. Bei der Markschicht war die Temperaturerhöhung nur eine sehr geringe. Auch quantitative Erwärmungsversuche wurden von Falck angestellt. Er fand, daß 1 g Röhrentrockensubstanz von *Polyporus squamosus* in 1 Stunde 36 Kalorien liefert. —

Falck hat in seiner Arbeit sehr interessante Angaben über die Verbreitung der Sporen bei Hymenomyceten durch Luftströmungen gemacht und ist der Meinung, daß die von den Pilzhüten gebildete Wärme den Zweck habe, die Luft in unmittelbarer Nähe zu erwärmen und hierdurch Luftströmungen zu erzeugen, um die von den Basidien abfallenden Sporen zu verbreiten. »Die sogenannten Hutpilze sind diejenigen Organe der Basidiomyceten, die lediglich die Funktionen haben: 1. möglichst vielen Basidien selbständig die für die Bildung von Fallsporen zweckmäßigste Anordnung und Lagerung im Raum zu erteilen und 2. Luftströmungen zu erzeugen, die eine selbsttätige Weiterverbreitung der Fallsporen in den umgebenden Luftraum herbeizuführen« (S. 65).

Obwohl sicher gar nicht daran zu zweifeln ist, daß bei der Verbreitung der Basidiosporen Luftströmungen² eine bedeutende, ja ausschlaggebende Rolle spielen, so glaube ich doch nicht, daß in der Natur die Erwärmung des Pilzes hierbei von Bedeutung ist. Die vom Pilze erzeugte Wärme wird so rasch an die Umgebung angegeben, daß mit Hilfe eines empfindlichen Thermometers gewöhnlich gar keine Eigenwärme des Pilzes nachgewiesen werden kann. Aber zugegeben, es werden durch den Pilz doch Luftströmungen erzeugt, so müssen diese in der

¹) Falck, R., l. c.

²) Bei manchen Hutpilzen sieht man in schwach bewegter Luft Wolken von Sporen wie rauchend aufsteigen oder den Sonnenstäubchen gleich seitlich dahin schweben. So sah es Hoffmann (Jahrb. f. wiss. Bot. 1860. 2, 315) bei *Polyporus destructor*. Ich selbst beobachtete es zu wiederholten Malen an den frisch gepflückten Fruchtkörpern von *Agaricus (Pleurotus) ostreatus* Jacqu., die im Zimmer auf einem schwarzen Tisch unbedeckt lagen. Die Erscheinung dauerte 4 Tage und war so auffallend, daß mein Gärtner, der zufällig vorüberging, sie bemerkte, und darauf eilig zu mir kam, um mir zu melden, daß die Pilze »rauchen«.

Natur so minimale sein, daß sie, verglichen mit den durch meteorologische Verhältnisse bedingten Luftströmungen, wohl kaum in Betracht kommen. Abgesehen von Sturm und Wind gibt es im Freien, wo Pilze gedeihen, selbst bei scheinbar stagnierender Luft immer Luftbewegungen, die die Verbreitung der Sporen unabhängig vom Pilze in mehr oder minder ausgiebigem Maße vermitteln.

E. Mit Algen.

Bei den untersuchten Algen war die Erwärmung eine schwache. Geprüft wurde eine Süßwasser-Cladophora und eine marine Alge, *Fucus virsoides*. *Cladophora* erwärmte sich im Maximum innerhalb 28 Stunden auf $26,1^{\circ}$, dann sank die Temperatur. Und *Fucus virsoides* erwärmte sich innerhalb 5 Tagen auf $21,9$ bei einer Lufttemperatur von etwa $18,5$. Dies deutet auf eine geringe Intensität der Atmung bei diesen Algen.

Cladophora sp.

Frisch gesammelte Rasen wurden durch sanftes Betupfen mit Filtrierpapier von anhaftendem Wasser befreit und dann in das Dewargefäß eingefüllt. Frischgewicht der Alge 120 g.

Datum	Temperatur in C ⁰	
	der Luft	der Alge
8. X. $12^3/4^h$ p. m.	17,8	18,7
1 ^h p. m.	17,9	19
4 ^h p. m.	17,5	20,9
$7^1/4^h$ p. m.	17,7	21,7
9. X. 7 ^h a. m.	17,0	25,1
$12^1/2^h$ p. m.	17,5	25,9
2 ^h p. m.	17,5	26
4 ^h p. m.	17,4	26,1
10. X. 7 ^h a. m.	17,0	24,9
1 ^h p. m.	17,7	24,4
$7^1/2^h$ p. m.	17,6	23,8
11. X. 7 ^h a. m.	17	22,5
1 ^h p. m.	17,8	22,3
5 ^h p. m.	17,2	22,2
12. X. 7 ^h a. m.	16,5	20,9
10 ^h a. m.	16,7	20,7
13. X. 7 ^h a. m.	16,5	19,7

Nun wurde der Versuch beendet. Die Algen waren noch feucht und intakt.

Fucus virsoides.

Die frische, gesunde, aus dem Rasen von Triest stammende Alge wurde im feucht-nassen Zustande in das Dewargefäß eingefüllt. Frischgewicht 161 g.

Datum	Temperatur in C ⁰	
	der Luft	der Alge
9. XI. 7 ^h a. m.	18	17,8
11 ^h a. m.	18,5	18,3
3 ^h p. m.	18,5	18,7
7 ^{1/2} ^h p. m.	18,2	19,1
10. XI. 7 ^h a. m.	17,7	19,6
10 ^{1/2} ^h a. m.	19,8	19,7
4 ^h p. m.	18,6	20,1
6 ^h p. m.	18,6	20,3
11. XI. 7 ^h a. m.	17,7	20,4
12 ^h a. m.	19	20,5
4 ^h p. m.	18,3	20,7
7 ^{1/2} ^h p. m.	18,3	20,8
12. XI. 7 ^h a. m.	18	20,9
9 ^h a. m.	18,7	21
7 ^h p. m.	18,8	21,4
13. XI. 7 ^h a. m.	18,2	21,7
	18,5	21,9

III. Über den Ersatz von Dewargefäßen.

In dem vorhergehenden Teil wurde unter anderem gezeigt, daß die Dewargefäße eine sehr weitgehende Wärmeisolierung gestatten und sich für die Demonstration der durch die Pflanze erzeugten Wärme in ausgezeichneter Weise eignen. Da diese Gefäße in größeren Dimensionen nicht gerade billig sind (vergl. S. 307), so hat Hempel¹ bei Versuchen mit niederen Temperaturen versucht, wie sich mit einfacheren Mitteln gute Isolierungen gegen Wärmeausstrahlungen und Wärmeableitungen erreichen lassen. Zu diesem Zwecke machte er eine Versuchsreihe, in der er Dewarsche Röhren in ihrem Isolierungsvermögen für Wärme mit einfachen ähnlichen Glasgefäßen verglich, die ungefähr denselben Inhalt und dieselbe innere Oberfläche hatten, wie die zum Vergleiche herangezogenen Dewargefäße und die dann in gutes Wärmeisolierungsmaterial, wie Wolle, Seide, Baumwolle usw., eingepackt wurden. Die mit den Dewargefäßen zu vergleichenden Glasgefäße wurden, in etwa 130 mm weiten Bechergläsern stehend, allseitig von den zu untersuchen-

¹) Hempel, W., Über das Arbeiten bei niederen Temperaturen. Ber. d. d. chem. Ges. 31. Jahrg. 1898. 3, 2993.

den schlechten Wärmeleitern umgeben und dann möglichst gleichzeitig mit den Dewargefäßen mit gleichen Mengen von fester Kohlensäure und Äther beschickt. Am Anfang des Versuchs waren also ziemlich gleich große Massen der Kältemischung von etwa 79° Temperatur vorhanden. Sie wurde mittels eines Elektropyrometers in den verschiedenen Gefäßen bestimmt.

Art der Isolierung gegen die Wärmeausstrahlung	Temperatur im Innern des Gefäßes etwa 5 Min. nach der Beschickung C ^o	Temperatur nach 32 Minuten C ^o	Temperatur nach 58 Minuten C ^o	Temperatur nach 88 Minuten C ^o
Trockene reine Schafwolle (bei 100 ^o getrocknet)	— 74	— 63	— 61	— 50
Baumwolle	— 76	— 63	— 56	— 43
Seide	— 76	— 65	— 58	— 48
Schweißwolle	— 76	— 64	— 54	— 44
Reine Wolle, lufttrocken	— 77	— 74	— 64	— 55
Eiderdaunen	— 78	— 76	— 67	— 66
Dewarsche Röhre, schlecht evakuiert	— 70	— 47	— 23	— 5
Dewarsche Röhre gut evakuiert .	— 78	— 54	— 31	— 9
Dewarsche Röhre von Dr. Bender und Dr. Hobein, München . .	— 77	— 65	— 54	— 38

Aus der Tabelle geht hervor, daß die angewendeten Isolierungsmaterialien unter den obigen Versuchsbedingungen in der Tat ausgezeichnete Dienste leisten, ja in ihrer Wirksamkeit die verwendeten Dewargefäße übertreffen. Hempel bezweifelt zwar nicht, daß Dewargefäße die mit besonderer Sorgfalt evakuiert werden, bessere Resultate geben werden, immerhin lehren aber die gewonnenen Zahlen, daß Baumwolle, Seide, reine trockene Schafwolle und Eiderdaunen ein ausgezeichnetes Isolierungsmaterial darstellen, ein so gutes, daß es wohl nur von den besten Dewarröhren erreicht wird, schlechte Dewarröhren aber übertrifft.

Nach dieser Sachlage war es mir darum zu tun, zu prüfen, ob die Dewargefäße, wie sie mir zu Gebote standen und die sich sehr bewährt hatten, nicht auch bei Versuchen über die Eigenwärme der Pflanzen ersetzt werden könnten. Immer vorausgesetzt, daß relativ wenig Pflanzenmaterial zum Versuch ver-

wendet wird, denn daß man bei einem großen Aufwand von Pflanzen die Dewargefäße entbehren kann und mit gewöhnlichen schlechten Wärmeleitern das Auslangen findet, ist ja bekannt¹.

Ich machte einen Versuch in der Weise, daß ich das mit Blättern beschickte Dewargefäß mit einem gleich großen Becherglas von annähernd gleich großem inneren Volum, das dieselbe Blattmasse enthielt, verglich. Das Dewargefäß stand in einem Holzfuß frei in der Luft, das Becherglas befand sich in einem Holzkistchen, und der Raum zwischen diesem und dem Becherglas war mit trockener Baumwolle in einer Dicke von etwa 6 cm ringsum und auch oben und unten umgeben. Oben war die Kiste mit einem Holzdeckel, aus dem das Thermometer hervorsah, bedeckt. Anstatt der Baumwolle kann man mit gleich gutem Erfolg trockene rohe Schafwolle verwenden, von der Verwendung der so ausgezeichnet isolierenden Eiderdaunen habe ich ihres enorm hohen Preises wegen (1 Kilo kostet etwa 80 Kronen) abgesehen.

Blätter von *Ailanthus glandulosa*.

Frisch gepflückt. Frischgewicht etwa 130 g.

Datum	Temperatur in C °		
	der Luft	der Blätter im Becherglas	der Blätter im Dewargefäß
20. X. 11 ³ / ₄ h a. m.	19,3	14,9	14,7
5 ¹ / ₂ h p. m.	18,7	25	23,6
7 ¹ / ₄ h p. m.	18,6	25,6	24,6
21. X. 7 h a. m.	17,8	28,3	27,5
12 ¹ / ₄ h p. m.	20,2	28,4	28,6
5 ³ / ₄ h p. m.	19,3	29,4	29,1
22. X. 7 h a. m.	19,3	30,9	29,2
8 h a. m.	18,3	27,2	27,4
12 h a. m.	19,4	27,2	27,3
23. X. 7 h a. m.	18,4	26,1	27,1
12 ¹ / ₂ h p. m.	19,4	26,2	26,9
5 h p. m.	18,9	26	26,8
7 h p. m.	18,8	25,2	25,3
24. X. 7 h a. m.	18,3	25,2	25,3
12 h a. m.	19,8	25,2	25,2

Der Versuch läßt keinen Zweifel darüber, daß die Leistungsfähigkeit eines guten Dewargefäßes bei derartigen Versuchen

¹) Molisch, H., l. c.

vollkommen ersetzt werden kann durch einen schlechten Wärmeleiter, z. B. Baumwolle, vorausgesetzt, daß sie in genügend großer Menge als Einpackungsmaterial verwendet wird. —

Gewöhnlich wird empfohlen, die Dewargefäße frei in der Luft mit Schnüren aufzuhängen, um jede Berührung mit einem festen Körper zu verhindern und die Wärmeabgabe dadurch auf ein Minimum zu beschränken. Als ich jedoch sah, daß ein von Baumwolle in dicker Schicht umhülltes Becherglas sich als Wärmeisolator etwa in demselben Maße bewährte wie ein Dewargefaß, war es klar, daß die Wärmeisolierung eines Dewargefäßes bedeutend gesteigert werden müßte, wenn es nicht frei in der Luft aufgehängt, sondern mit schlechten Wärmeleitern, z. B. mit trockener Baum- oder Schafwolle umgeben wird. Die Richtigkeit dieser Überlegung ergibt sich aus folgendem Versuch. Bei diesem handelt es sich im Grunde genommen um eine Wiederholung des vorigen, nur mit dem Unterschied, daß noch ein 3. Versuchsgefäß aufgestellt wurde, nämlich ein Dewargefäß, das in Baumwolle eingepackt war wie das Becherglas.

Blätter von *Ailanthus glandulosa*.

Datum	Temperatur in C °			
	der Luft	der Blätter im mit Baumwolle umhüllten Becherglas	der Blätter im mit Baumwolle umhüllten Dewargefaß	der Blätter im in der freien Luft befindlichen Dewargefaß
24. X. 12 ¹ / ₂ h p. m.	20	20,7	18,1	16,7
1h p. m.	20	22,3	18,5	16,8
2h p. m.	20	24	21,4	22,2
4h p. m.	19,5	24,8	22,8	22,2
6 ¹ / ₂ h p. m.	19,6	25,3	24,3	23,3
7 ¹ / ₂ h p. m.	19,5	25,5	25	23,7
25. X. 7h a. m.	18,6	25,1	29,3	25,1
9 ¹ / ₂ h a. m.	20,7	25,1	29,8	25,2
11 ¹ / ₄ h a. m.	20,7	25,3	30,7	25,5
12h a. m.	19,9	25,4	31	25,6
4 ¹ / ₄ h p. m.	20	25,5	31,8	25,9
26. X. 7h a. m.	18,5	24,6	31,5	25,1
9h a. m.	18,7	24,5	31,7	25,0
5h p. m.	18,4	23,4	30,7	23,7
7 ¹ / ₂ h p. m.	18,5	23,3	30,7	23,2
27. X. 7h a. m.	18,3	22,7	30,5	24,2
10 ¹ / ₂ h a. m.	20	23,3	30,7	24,2
2h p. m.	19,9	24,2	31,2	25,8
7 ¹ / ₂ h p. m.	19,4	24,6	31,5	26,2

Datum	Temperatur in C °			
	der Luft	der Blätter im mit Baumwolle umhüllten Becherglas	der Blätter im mit Baumwolle umhüllten Dewargefaß	der Blätter im in der freien Luft befindlichen Dewargefaß
28. X. 7 ^h a. m.	18,8	24,3	31,9	25,6
1 ^h p. m.	19,4	24,9	32,6	26,3
7 ^{1/2} ^h p. m.	19,3	25,1	32,8	26,3
29. X. 8 ^{1/4} ^h a. m.	19,1	25,1	33,3	25,9
12 ^h	20,2	25,8	33,7	26,5
2 ^h p. m.	19,5	26,4	34,2	26,9
6 ^h p. m.	19,9	26,5	34,3	27,2
30. X. 7 ^h a. m.	19,2	26,7	34,6	27
12 ^h a. m.	20,7	27,3	34,9	27,5
5 ^{1/4} ^h p. m.	20,3	27,9	35,2	28
31. X. 8 ^h a. m.	20	27,8	34,7	27,8
4 ^{3/4} ^h p. m.	20,2	27,4	34,5	28
1. XI. 7 ^h a. m.	19,2	27,4	34,3	27,4
4 ^{1/2} ^h p. m.	19,2	26	32,5	26,8
2. XI. 7 ^h a. m.	19,2	25,2	31,2	25,8
2 ^h p. m.	19,5	25	30,7	25,6
3. XI. 7 ^h a. m.	18,3	24	29,6	24,5

Wie sich aus der Tabelle ergibt, erhält man die Höchstleistung der Wärmeisolierung durch Kombination des Dewargefäßes mit einem schlechten Wärmeleiter, z. B. Baumwolle, die Selbsterwärmung der Pflanze wird dann viel prägnanter angezeigt und erreicht dann einen viel höheren Grad als in einem in der Luft hängenden oder stehenden, also nackten Dewargefäß. Es wird sich daher bei einschlägigen Versuchen empfehlen, das verwendete Dewargefäß nicht, wie dies in meinen Versuchen bisher geschehen ist, frei aufzustellen, sondern in eine Holzkiste zu stellen und den ganzen Zwischenraum zwischen Dewargefäß und Kistenwand mit trockener Baum- oder Schafwolle so auszufüllen, daß das Dewargefäß überall von einer mindestens 6 cm dicken Wollschicht umgeben ist (Fig. 3). Auch in

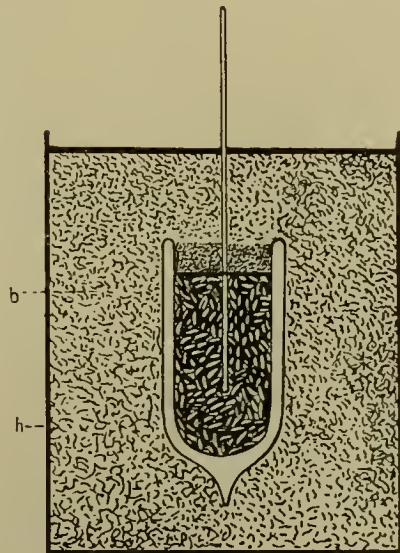


Fig. 3. Dewargefäß in einem Holzkistchen h. Der Raum zwischen Dewargefäß und Kistenwand mit trockener Baumwolle b ausgefüllt. Das Dewargefäß ist mit Blättern angefüllt und nach oben mit einer Baumwollschicht abgeschlossen.

dem eben mitgeteilten Versuch zeigte es sich, daß das mit Baumwolle umhüllte Becherglas die Wärme etwa so isoliert wie ein nacktes Dewargefäß, daß aber das von Baumwolle umhüllte Dewargefäß das mit Baumwolle umhüllte Becherglas, wie eigentlich von vornherein zu erwarten war, in auffallender Weise übertrifft. Man vergleiche nur die beiden Maxima im Becherglas und in den Dewargefäßen der letzten Tabelle.

IV. Zusammenfassung.

1. Mit Hilfe der Dewargefäße läßt sich die Entwicklung von Wärme durch die Pflanze in Übereinstimmung mit den Versuchen von Peirce in ausgezeichneter Weise demonstrieren. Die besten Resultate erhält man, wenn man die Dewargefäße nicht frei aufhängt, sondern wenn man sie in dicken Schichten in einem Holzkistchen mit trockener Baum- oder Schafwolle umgibt, also das Dewargefäß noch mit einem schlechten, festen Wärmeleiter kombiniert.

2. Das nackte Dewargefäß kann durch ein gewöhnliches Glasgefäß (Becherglas) von annähernd gleicher Größe für pflanzenphysiologische Versuche ersetzt werden, wofern das Glasgefäß von einer dicken trockenen Baum- oder Schafwollschicht umhüllt wird. Wird aber das Dewargefäß auch in Wolle eingepackt, dann isoliert es die Wärme so ausgezeichnet, daß ein gewöhnliches von Wolle umhülltes Glasgefäß nicht mehr konkurrieren kann.

3. Wenn man früher eine bedeutende Selbsterwärmung bei Blättern, Blüten oder Keimlingen thermometrisch demonstrieren wollte, so bedurfte man großer Mengen. Die Dewargefäße aber gewähren den großen Vorteil, daß man schon mit einer relativ kleinen Menge (100—150 g) auffallende Wärmeproduktionen angezeigt erhält.

4. Die frisch gepflückten Blüten verschiedener Pflanzen erwärmen sich im Dewargefäß, auch wenn nur 100—150 g verwendet werden, in 1—2 Tagen bis zur oberen Temperaturgrenze des Lebens und sterben dann infolge der eigenen Wärme ab, worauf die Temperatur zu sinken beginnt. Aber alsbald siedeln sich auf den toten Blüten hauptsächlich Bakterien und Schimmelpilze an, und nun erhebt sich die Temperatur zu einem 2., gewöhn-

lich das 1. an Höhe übertreffende Maximum, um dann wieder bis auf die Lufttemperatur zu fallen. Das erste Maximum ist hauptsächlich bedingt durch exotherme Prozesse (die Atmung usw.) der Blüten und das zweite durch die entsprechenden Prozesse der Pilze. Die Temperaturmaxima ergeben sich aus folgender Übersicht:

Name der Blüten	I. Maximum, hauptsächlich bedingt durch die Atmung der Blüten C ^o	Differenz zwischen Blüten- und Zimmertemperatur zur Zeit des I. Maximums C ^o	II. Maximum, hauptsächlich bedingt durch die Atmung der Mikroorganismen C ^o	Differenz zwischen Blüten- und Zimmertemperatur zur Zeit des II. Maximums C ^o
Chrysanthemum Leucanthemum	47,3	29,5	56,6	39,6
Daucus Carota	46,9	28,9	55	38,8
Trifolium pratense	47	28,0	55	38,0
Achillea millefolium	43,6	25,0	52,8	33,7
Anthemis arvensis	41,6	20,2	48	28,1
Funkia sp.	45	24,5	—	—
Philadelphus coronarius	40,1	16,1	47	25,0
Rosa (Gartenhybride)	40,4	18,5	37,6	15,5
Clematis vitalba	45,4	23,4	50	29
Calendula officinalis	36,4	15,4	40	18,5
Nymphaea alba	27,4	8,3	—	—

Die meisten Blüten erwärmen sich sehr stark, aber es gibt auch solche, die sich nur wenig und langsam erwärmen, z. B. die Blüten von *Nymphaea alba*.

5. Schon aus früheren Versuchen mit großen Massen ging hervor, daß sich Laubblätter hochgradig erwärmen können (Molisch). Dies hat sich auch bei kleineren Mengen (100—150 g) in Dewargefäßen wieder gezeigt. Es wurden Versuche mit den Blättern folgender Pflanzen gemacht: *Ailanthus glandulosa*, *Syringa vulgaris*, *Ligustrum ovalifolium*, *Prunus sp.*, *Pirus domestica*, *Trifolium pratense*, *Robinia Pseudacacia*, *Pinus silvestris*, *Abies pectinata*, *Nymphaea alba*, *Trapa natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Pteris aquilina*, *Rhus typhina* und *Equisetum palustre* (beblätterte Sprosse). Der Erfolg war verschieden. Blätter von Gramineen, *Trifolium*, *Pirus*, *Robinia* und anderen erwärmen sich sehr stark, hingegen die von *Pinus silvestris*, *Abies pectinata* und *Ligustrum ovalifolium* relativ wenig. Manche erwärmen sich rasch, andere langsam. Gewisse Wasser-

pflanzen z. B. die Blätter von *Nymphaea alba* erwärmen sich zwar bedeutend, aber relativ langsam, doch ist dies nicht allgemein bei Wasserpflanzen der Fall, denn *Ceratophyllum demersum* erhitzt sich rasch und stark. Auch das Alter der Blätter erscheint nicht ohne Bedeutung, denn knapp vor dem herbstlichen Laubfall produzierten die Blätter mancher Gehölze, obwohl sie sich noch immer ziemlich stark erwärmten, nicht so viel Wärme wie zur Zeit des Sommers. —

Blätter, die sich nicht bedeutend erhitzen, starben bei der mäßigen Temperatur nicht ab und zeigen daher auch nicht das 2. Maximum (*Abies*, *Pinus*). In gewissen Fällen kann aber das Absterben der Blätter, ganz abgesehen von hoher Temperatur, auch infolge der für das Pflanzenleben ungünstigen Versuchsbedingungen eintreten, und dann bereitet sich durch das Auftreten der Mikroorganismen gleichfalls ein 2. Maximum vor. —

Von Wichtigkeit ist auch die Beobachtung, daß manche Blätter (*Abies*, *Pinus*) sich in den ersten 2 Tagen des Versuches bis auf eine relativ geringe Höhe (25° — 27°) erwärmen, dann aber, obwohl am Leben bleibend, kontinuierlich in ihrer Temperatur sinken. Der Grund dafür dürfte wohl darin liegen, daß sich der innere Zustand der Blätter ändert, daß das Atmungsmaterial wahrscheinlich zum großen Teile in den ersten 2 Tagen aufgebraucht und die Oxydation im Blatte dadurch herabgesetzt wird.

6. Moosrasen von *Sphagnum*, *Polytrichum*, *Leucobryum* und *Hypnum* produzieren nur wenig Wärme. Die Differenz zwischen Luft- und Moostemperatur betrug im Dewargefäß gewöhnlich nur 1 — 5° C. Dies scheint auf einen ziemlich träge verlaufenden Atmungsprozeß bei diesen Pflanzen hinzuweisen.

7. Die untersuchten Flechten verhielten sich verschieden. *Peltigera canina* erwärmt sich wenig (4 — 5°), *Evernia prunastri* aber ziemlich stark (11°), vorausgesetzt, daß diese Baumflechte sich nicht in lufttrockenem, sondern in einem mit Wasser imbibierten Zustand befindet.

8. Bei Hutpilzen ist die Wärmeproduktion verschieden, bald ansehnlich, bald gering. Bei *Hydnum imbricatum* betrug die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Pilz im Maximum $5,1^{\circ}$, bei *Lactarius piperatus* $23,8^{\circ}$, bei *Agaricus (Pleurotus) ostreatus* Jacqu. 8° und bei einem anderen *Agaricus* $18,1^{\circ}$.

8. Von Algen wurden auf ihre Erwärmungsfähigkeit eine *Cladophora* des süßen Wassers und der marine *Fucus virsoides* geprüft. Bei der ersteren Alge war die Wärmeproduktion mäßig, bei der letzteren gering. Bei beiden dürfte der Atmungsprozeß daher wohl nur mit geringer Intensität verlaufen.

9. Früchte. Schon früher wurde vom Verfasser gezeigt, daß die reifen Früchte von *Ligustrum vulgare* und *Pirus communis* wenig Wärme produzieren. Ähnliches ergab sich bei Versuchen mit reifen Weintrauben und Pflaumen im Dewargefaß. Bei einer gelbgrünen Traube war die Temperaturdifferenz gegenüber der Luft nur $\frac{1}{2}$ — 1° und bei Pflaumen $1,6^{\circ}$. Offenbar sind die Atmung und andere exotherme Vorgänge in reifen Früchten von relativ geringer Intensität, und dies scheint mit Rücksicht auf die biologische Bedeutung des süßen Fruchtfleisches verständlich, denn wäre die Atmung sehr energisch, so würde der Zucker rasch veratmet werden und damit der süße Geschmack der Frucht alsbald verschwinden.



Besprechungen.

Die Vererbung quantitativ differierender Merkmale.

Sammelreferat

Von

E. Lehmann.

Seitdem Nilsson-Ehle die Lehre von den gleichsinnigen genotypischen Faktoren begründet hat, eine Lehre, die gleichzeitig und unabhängig auch von East vertreten wurde, hat dieselbe die allerverschiedenste Anwendung gefunden. Besonders häufig ist sie auf allerlei Farben- und morphologische Eigenschaften angewandt worden. Außerordentlich fruchtbar hat sie sich aber auch für das Verständnis der Bastardierungsverhältnisse von quantitativen Charakteren erwiesen.

Der erste, welcher sie in dieser Richtung verwandte, war East, welcher zeigte, daß die Vererbung von verschiedenen Reihenzahlen der Samen am Maiskolben auf diese Weise erklärt werden kann. Seine Beobachtungen waren nicht sehr zahlreich, wirkten aber klärend in der ganzen Frage.

Wenig später erschien dann Emersons Arbeit über die Vererbung von quantitativen Charakteren bei verschiedenen Pflanzen. Er untersuchte Cucurbita Pepo, Phaseolus vulgaris und Zea Mays. Aus seinen Versuchen ging wohl zuerst klar hervor, daß der Variabilitätskoeffizient in der F_1 -Generation bei der Kreuzung quantitativer Charaktere ungefähr die gleiche Größe besitzt, als derjenige der Eltern, daß aber dieser Koeffizient in der darauffolgenden F_2 ganz erheblich viel größer ist. Er fand z. B. den Variabilitätskoeffizienten für zwei Kürbisse in P_1 17% bzw. 15,8%, in der F_1 19%, in der F_2 aber 42,7%. Ähnliche Zahlen erhielt er auch für andere Kürbisse. Auch die F_2 -Generationen seiner Bohnenkreuzungen zeigten ganz erheblich höhere Variabilitätskoeffizienten als die F_1 . Emerson schloß wie East aus seinen Untersuchungen, daß bei der Keimzellbildung in der F_1 eine Trennung der den quantitativen Charakteren zugrunde liegenden zahlreichen Gene und eine Wiedervereinigung in der F_2 stattfindet. Es will mir scheinen, als hätten diese Untersuchungen, welche

zu den ersten in dieser Richtung gehören, in Johannsens Elementen, 2. Aufl., eine etwas zu geringe Beachtung erfahren.

Ebenfalls im Jahre 1910 hatte dann Shull gezeigt, daß die Zahl der Samenreihen am Maiskolben in der F_1 gleich variabel ist als in den reinen Elternlinien, in der F_2 aber viel variabler wird.

Während bisher die Untersuchungen nur bis zur F_2 durchgeführt worden waren, brachte die Arbeit von Tammes aus dem Jahre 1911 zum ersten Male auch die Behandlung der F_3 . Es ist nicht nötig, auf die Ergebnisse dieser Arbeit hier näher einzugehen, da sie in dieser Zeitschrift, 1911, **3**, 761, eingehend besprochen wurde. Besonders hervorgehoben sei nur nochmals die wichtige Beobachtung von Tammes, daß die F_3 Nachkommen von F_2 -Pflanzen mit extremeren Merkmalstypen in der Regel auch ihrerseits in den betreffenden Eigenschaften extremer waren, ein Befund, der sich ganz mit der in den vorhergehenden Arbeiten angenommenen Hypothese in Übereinstimmung befindet. Die Verf. kann sich auch auf Grund ihrer F_3 -Resultate zum ersten Male eine annähernde Vorstellung über die Zahl der einem Merkmale zugrunde liegenden Faktoren machen. Sie kommt dabei für die Samenlänge auf 4—5, die Blütengröße auf 3—4. In demselben Jahre hatte dann Lang die Castleschen Ergebnisse an Kreuzungen mit Kaninchen (Ohrenlängen) in derselben Weise zu deuten versucht (vgl. Ref. diese Zeitschr. 1911. **3**, 105).

Im gleichen Jahre hat auch Nilsson-Ehle seine Theorie auf quantitative Charaktere selbst angewendet, indem er verschiedene Charaktere des Weizens und Hafers, wie Samenzahl, Samengröße usw. daraufhin untersucht und seine Untersuchungen teilweise bis zur F_3 weiterführt. Ebenso haben in diesem Jahre East, sowie East und Hayes ihre Untersuchungen über das Verhalten der Samenreihenanzahl, der Halmhöhe, der Ährengröße und der Samengröße beim Mais veröffentlicht und teilweise bis zur F_3 weitergeführt. Weiter brachte dieses Jahr noch Tschermaks Untersuchungen der Blütezeit der Erbsen, die ebenfalls plurifaktoriell erklärt wurde. In einer etwas summarischen kurzen Abhandlung findet sodann Groth für alle untersuchten quantitativen Charaktere der Tomate eine Steigerung des Mittelwertes in F_1 ; die Kreuzungen neigten zu größerer Stärke. Das dürfte wohl im Sinne von Shull und East (vgl. Ref. diese Zeitschr. 1911. **3**, 509) zu erklären sein.

Im Jahr 1912 erschienen wieder eine ganze Reihe hierher gehöriger Arbeiten. Vor allem wurde auch, in erster Linie auf Grund praktischer Beweggründe, eine andere, bisher nicht studierte Pflanze herangezogen, der Tabak. Hayes stellte fest, daß die Variabilität der Blattzahl pro

Pflanze, der Pflanzenhöhe, ebenso wie der Blattgröße in der 2. Generation größer ist, als in der F_1 und macht für die Erklärung dieselbe Annahme der Trennung und Wiedervereinigung von Größenfaktoren. Auch kommt er zur Feststellung verschiedener genetischer Korrelationen bei dieser Pflanze, wie Pflanzenhöhe, Blattzahl, Blattbreite, Blattlänge.

In demselben Jahre berichtet Tschermak (S. 173 ff.) über seine allerdings noch nicht abgeschlossenen Kreuzungen von Bohnen- und Erbsensorten mit verschiedenem Samengewicht. Er hatte schon früher (1904) mitgeteilt, daß bei Kreuzung zwischen Erbsensorten mit verschiedenen schweren Samen eine nach dem leichteren Samen hinneigende intermediäre F_1 und eine F_2 auftrat, welche aus sehr zahlreichen Typen in kontinuierlichen Gewichtsstufen vom kleineren Elter bis nahezu zum größeren bestand. Während Tschermak früher eine Erklärung im Sinne der hier erörterten Hypothese für seine Befunde noch nicht gegeben hatte, schließt er sich jetzt der oben dargelegten Hypothese der plurifaktoriellen Grundlage der Dimensionsmerkmale bei seinen Samen an.

Mit dieser Theorie stimmen auch die Befunde von Belling (1912) überein, welcher Blütezeit, Hülsengröße und Samengröße von Bohnen daraufhin studierte. Auch Philipps will bei einem allerdings kleinen Material für das Gewicht von Enten denselben Schluß ziehen.

In seiner großen Arbeit über die Variabilität der *Oenothera Lamarckiana* vertritt Heribert Nilsson (S. 110) sodann die Ansicht, daß der Pflanzenhöhe bei *Lamarckiana* mehrere Gene zugrunde liegen. Die Arbeiten von Goodspeed über die Vererbung quantitativer Charaktere bei *Nicotianahybriden* stehen auf etwas anderem Boden und sollen deshalb erst weiter unten besprochen werden.

Von besonderer Bedeutung für das hier behandelte Problem sind dann aber die beiden folgenden Arbeiten: *The inheritance of quantitative characters in Maize* von Emerson und East und *the inheritance of characters in Nicotiana Tabacum L.* von G. Howard. In beiden Arbeiten werden die Untersuchungen auf sehr umfangreichem Material aufgebaut. Die beiden erstgenannten Autoren schließen natürlich an ihre hier schon erwähnten früheren Untersuchungen an. Sie haben folgende quantitative Merkmale untersucht: Reihenzahl der Körner am Kolben, Kolbenlänge, Kolbendurchmesser, Samengewicht, Samenbreite, Pflanzenhöhe, Zahl der Knoten pro Stengel, Internodiumlänge, Zahl der Schäfte pro Pflanze, Totallänge der Schäfte pro Pflanze, Wachstumsdauer. Sie finden für alle untersuchten Charaktere vollkommene Übereinstimmung mit der Theorie. In F_2 stets eine sehr große Steigerung der Variabilität, in F_3 verschiedenes Verhalten der einzelnen

Familien, teils große, teils kleine, teils mittlere Variabilität. Dabei zeigten die Nachkommen extremer Varianten auch wieder extreme Eigenschaften. In manchen Fällen wurden in F_2 Individuen gefunden, welche in ihren Merkmalen bis zu einem oder beiden Eltern zurückgeschlagen waren. So verhielt sich beispielsweise die Samengröße in einem Falle. Da die Gesamtzahl der F_2 -Pflanzen in diesem Falle nicht größer war als 300 in jeder Kreuzung, so wurde angenommen, daß Länge bzw. Breite dieser Samen durch 5 bzw. 6 Gene unterschieden waren. Von besonderem Interesse ist die Kreuzung zwischen zwei Sippen mit verschiedener Totalstengellänge. Hier zeigte sich die mittlere Totalstengellänge in einigen F_3 -Familien größer als die mittlere, in einem Falle sogar größer als die größte Plusvariantenstengellänge des einen Elters. Diese große Stengelgesamtlänge wird von den Verff. auf die Kombination von Faktoren für Stengellänge zurückgeführt, von denen die eine vom einen, die andere vom anderen Elter eingeführt wurden. Die Arbeit konstatiert auch einige genetische Korrelationen zwischen verschiedenen der hier untersuchten Merkmale. Alle Daten dieser Arbeit sind durch sehr übersichtliche Zahlentabellen, die Berechnung von Durchschnittswert und Variabilitätskoeffizient belegt. Auch wird sie durch instruktive Bilder aus den einzelnen Generationen illustriert.

Wie die eben besprochene Arbeit für die Charaktere des Mais, so ist die folgende für diejenigen des indischen Tabaks von besonderer Bedeutung. Howard untersucht: Blütezeit, Höhe, Anzahl der Blätter pro Pflanze, die Länge des am Stengel bei der Insertion herablaufenden Laminarteiles, die Blattform (Längen-Breitenindex) und die Korollengröße. Sie kommt, das mag gleich vorweggenommen werden, bei allen Untersuchungen zu einer Bestätigung der Theorie. Die F_1 -Generation erwies sich in allen Fällen intermediär, mit Ausnahme der Höhe, welche sich verschieden verhielt. Verf. führt das auf die gesteigerte Wachstumsstärke im Bastard zurück, eine Feststellung, die ebenfalls in Übereinstimmung mit Easts und Shulls gerade zitierten Beobachtungen am Mais sich befindet. In allen Fällen aber sind die Grenzen der Variation in F_2 so weit gewesen, wie diejenigen der beiden Eltern zusammen, in manchen Fällen haben sie dieselben auch übertroffen. Die einzelnen F_2 -Pflanzen werden in ihrer Nachkommenschaft teilweise bis zur F_4 verfolgt.

Von besonderem Interesse sind dann hier Feststellungen der Art, daß auch Eltern von ungefähr gleichen Eigenschaften, deren F_1 ebenfalls nicht abweichend war, eine F_2 ergaben mit außerordentlich gesteigerter Variabilität in F_2 . Die Möglichkeit dieses Falles ist nach der Theorie zu erwarten. Verf. erklärt dies naturgemäß durch die Hypothese, daß die meisten Faktoren, welche dieselbe Eigenschaft beeinflussen,

bei den beiden zum Versuche herangezogenen Eltern verschieden waren. Solche Fälle wurden z. B. für die Größe und die Blattinsertion gefunden. In einer solchen Kreuzung erschien in F_2 eine wahrscheinlich reine, konstante Form, welche viel kürzer war als der kürzeste isolierte Elter. In einer anderen Kreuzung von höhendifferenten Formen wurden Formen in der F_2 gefunden, welche beiden Eltern ähnelten. Verf. schließt daraus auf eine nur geringe Anzahl Faktoren für die Höhe der Pflanzen. Kreuzung zwischen Pflanzen, deren Blätter gleich herablaufend waren, ergaben Formen mit nicht herablaufenden Blättern.

Die Blattzahl hängt nach Verf. sehr wenig von äußeren Bedingungen ab. Sie erklärt die Vererbung dieses Charakters dadurch, daß ein Grundcharakter von nicht mehr als 19 Blättern allen Typen von *Nicotiana Tabacum* eigentümlich ist. Dieser Grundfaktor verbindet sich mit verschiedenen unabhängigen Faktoren, welche zu dieser Zahl hinzukommen. Für diese Faktoren nimmt die Verf. eine verschiedene Größe an, d. h. also, sie repräsentieren jeder für sich eine verschieden große Addition von Blättern.

Abbildungen, Tabellen und Kurvenbilder begleiten diese wichtige Arbeit, doch fehlt die Berechnung von Streuung und Variabilitätskoeffizient, was zu bedauern ist.

In ähnlicher Weise wird das Verhalten quantitativ differierender Merkmale beim Tabak in Amerika untersucht von Hayes, East und Beinhart. Sie kommen zu ganz entsprechenden Resultaten. Hier wird zur Erlangung von erwünschten konstanten Sippen Selektion in den F_3 -Familien ausgeführt, die teilweis bis in die 9. Generation fortgeführt wird. Durch Auslesen der Plusvarianten wurden die Sippen auf diese Weise noch weiter verbessert. In spezieller Weise wird dann noch von Hayes besonders quantitativer Charaktere am Tabak gedacht. Seine Ergebnisse befinden sich ebenfalls mit der Theorie in Übereinstimmung.

Bei der Besprechung all der hierhergehörigen Arbeiten dürfen wir aber auch der Bearbeitung dieser Verhältnisse in Johannsens Elementen, 2. Auflage, S. 553, nicht vergessen. Teils werden hier die theoretischen Grundlagen weiter geklärt, teils werden ältere Untersuchungen, wie die Arbeit von Tammes, mit den nötigen feineren zahlenkritischen Betrachtungen versehen, teils auch finden wir die Darstellungen eigener, noch nicht veröffentlichter Untersuchungen des Verf.s auf diesem Gebiete. So wird besonders das Auftreten einer großen Variabilität in der F_2 nach Kreuzung sehr verschiedener und andererseits gleicher Elternpflanzen an einem Bohnenbeispiele dargestellt und dann auch theoretisch beleuchtet.

Die schon weiter oben erwähnte Arbeit von Goodspeed über quantitative Studien an Nicotianahybriden gliedert sich in zwei Teile. Beide Teile stellen sich Mendelschen Erklärungen für das Aufspalten der von ihm untersuchten quantitativen Merkmale kritisch gegenüber.

Im ersten Teile sucht der Verf. die möglichen Beziehungen zu erörtern zwischen the physical characteristics of pedigreed seed and the segregation of the so-called unit characters manifested in the plants grown from such seed — especially the relation between the weight of hybrid tobacco seed and appearance of the F_2 generation individuals produced therefrom. Das Verlangen des Verf.s ist nach Ansicht des Ref. sehr begründet, daß solchen Wechselbeziehungen eine erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt wird.

Verf. ging nun folgendermaßen zu Werke. Er bastardierte zwei *Nicotiana Tabacum*-Varietäten, welche sich durch eine ganze Reihe von Merkmalen unterschieden, darunter war in einem Falle das Charakteristikum schwere Samen, im anderen leichte Samen. Im Bastard zeigte sich bei erster Betrachtung var. *macrophylla* dominant, var. *virginica* rezessiv. Verf. erklärt diese Verhältnisse indessen anders, worauf später noch zurückzukommen sein wird. Die Samen der F_1 werden nun eingehend untersucht. Sie zeigen eine viel größere Verschiedenheit als die Samen jedes Elters, auf Grund deren sie in drei Klassen eingeteilt werden. Diese drei Klassen von Samen werden gesondert zur Keimung ausgelegt. Sie zeigten Verschiedenheiten in der Keimkraft, welche in recht verschiedener Weise durch äußere Bedingungen beeinflusst wurde. Vor allem aber ergaben die schweren Samen wieder vorzüglich der *Macrophylla* ähnliche, die leichten Samen vorzüglich *Virginica* ähnliche Individuen. Die mittleren brachten teils dem einen, teils dem anderen Elter ähnliche Pflanzen hervor. Es kamen also Verhältnisse zustande, welche nach Verf. eine Korrelation zwischen Samengewicht und Vererbung von dominant und rezessiv vortäuschten. Verf. will dieses aber ganz anders erklären. Er sucht nämlich dieses Auftreten von so verschieden beschaffenen und verschieden schweren Samen in der F_1 , also vor dem Keimen dieser Samen, durch eine Art von Xenienbildung zu erklären, wegen deren Einzelheiten auf das Original zu verweisen ist.

Das Material für all diese Schlußfolgerungen ist sicher viel zu klein. Auch ist die Einteilung der F_1 - und F_2 -Individuen recht willkürlich. Dennoch erscheint dieser Erklärungsversuch insofern doch interessant, als man auch mit seiner Hilfe zu ganz ähnlichen Zahlenverhältnissen kommt, als sie durch die tatsächlichen Grundlagen geboten werden.

Im zweiten Teil der Arbeit ist für die vorliegende Darstellung weitaus am interessantesten, daß bei der Kreuzung von verschieden

große Blüten tragenden Varietäten eine F_1 mit sehr großer Variabilität erzielt wurde, welche die ganze Differenz zwischen den beiden Elternarten umfaßt. Dabei haben die Elternarten nach Angabe des Verf.s durch vier Generationen eine viel beschränktere Variabilität aufgewiesen. Verf. hatte die zweite Generation damals noch nicht erzielt. Er enthält sich bis dahin noch jeder allgemeinen Hypothese über das Zustandekommen dieser Verhältnisse, doch erscheint es ihm unwahrscheinlich, daß hier Mendelsche Spaltungen im wahren Sinne des Wortes vorliegen.

Seine in einer zweiten, vorläufigen Mitteilung niedergelegten Ergebnisse scheinen ihm die Möglichkeit einfacher Mendelscher Erklärung direkt auszuschließen. Goodspeed hat nämlich unterdessen von seiner sehr variablen F_1 die F_2 erzogen. Er findet in dieser entgegen seiner Annahme die F_2 noch viel variabler als die F_1 . Weiter kommt er zu den folgenden Ergebnissen. Aus der Kreuzung $I \times II$ (Durchschnitt dreier Jahre 30 und 22 mm breiter Blüten) erhält er Pflanzen mit großer Variabilität (größere und kleinere Blüten als bei den Eltern je gemessen waren) und solche mit sehr kleiner Variabilität (alles großblütige Pflanzen). Die Kreuzung $II \times III$ (Durchschnitt dreier Jahre 24 und 14,5 mm große Blüten) enthält nur sehr stark variable Pflanzen. Jede Pflanze hat größere und kleinere Blüten als bei den Eltern jemals gemessen wurden. Verf. findet also in dieser Kreuzung keine Aufspaltung in verschieden variable Individuen, was ja nach der bisher vertretenen Theorie zu erwarten war und von den anderen Autoren auch immer beobachtet wurde. Verf. warnt in diesem Zusammenhange vor dem Versuche, die Mendelsche Regel infolge grenzenloser Hypothesen immer weiter anwenden zu wollen und verspricht sich mehr Erfolg von dem Versuche anderer Erklärungen.

Es ist schade, daß wir hier noch keine eingehend dargestellten Zahlenreihen, keine Mittelwertberechnungen haben. Es steht zu hoffen, daß Goodspeed dieselben recht bald gibt. Bis dahin ist es kaum möglich, seine Versuchsergebnisse wirklich ausreichend zu beurteilen. Zwei Dinge in diesen Arbeiten erscheinen aber Ref. wichtig. Das ist einmal der Hinweis, die F_1 etwas mehr zu beachten, als das in den jetzt erscheinenden Arbeiten zumeist geschieht. Es wird dieselbe gerade auf dem hier behandelten Gebiet zumeist aus begreiflichen Gründen im Hinblick auf die Individuenzahl vernachlässigt — man fällt dabei in das andere Extrem wie früher, wo die Folgegenerationen völlig vernachlässigt wurden. Und dann zweitens sollte man daran denken, mit diesen plurifaktoriellen Einheiten nicht gar zu viel zu wollen. Wenn wir doch erst etwas über die Natur der Einheiten wüßten! Wenn aber, wie das in den vorhergehenden Arbeiten aus-

einandergesetzt wurde, für eine Eigenschaft beliebig viele Einheiten angenommen werden können, die sich zueinander addieren, und wenn dann gar die verschiedenen Einheiten verschieden große Wirkungen hervorbringen sollen, Dinge, die man sich ja alle wunderschön vorstellen kann, die aber nicht leicht bewiesen werden können, dann kann man natürlicherweise mit dieser Methode so gut wie alles erklären (vgl. S. 185).

Eine Arbeit Easts über die Vererbung von Blütengröße bei einer Kreuzung zwischen *Nicotiana alata grandiflora* und *N. forgetiana* wurde in dieser Zeitschrift schon besprochen (1913. 5, 800). Sie steht ganz auf dem Boden der in den vorher besprochenen Arbeiten vertretenen Theorie. Des weiteren wäre nur noch an eine ebenfalls hier schon besprochene neue Arbeit von Tammes (S. 799) zu erinnern, welche an ihre früheren Untersuchungen am Lein anknüpft und die Korrelationserscheinungen der quantitativen Merkmale bei dieser Pflanze erörtert.

Versuchen wir nun, uns zum Schluß noch einen kurzen Überblick über all die hier besprochenen Arbeiten zu verschaffen, so muß heute zugegeben werden, daß das experimentelle Material, auf Grund dessen man die Vererbung quantitativ differierender Merkmale durch Mendelsche Spaltung zahlreicher unabhängiger Gene erklären kann, ganz erheblich angewachsen ist. Auch sind diese Untersuchungen, vor allem von amerikanischen Forschern und von Howard, auf so breite Basis gestellt worden, daß wir uns kaum noch der möglichen Gültigkeit einer solchen Annahme für diese Fälle werden verschließen können. Natürlich werden aber noch Untersuchungen an recht verschiedenartigem anderem Material abzuwarten sein, ehe die Allgemeingültigkeit dieser Regel mit einiger Sicherheit vertreten werden kann. Die Goodspeedschen Arbeiten bedeuten zudem, so unvollständig sie heute noch sind, zweifellos eine Warnung, hier nicht ins Gleiten zu kommen. Wir müssen uns ja immer erinnern, daß die Zahl der bisher eingehend untersuchten Pflanzen heute noch eine sehr kleine ist und auch innerhalb dieser Arten verschiedene Merkmale gesondert besprochen wurden, welche zweifellos nur äußerlich den Eindruck besonderer Merkmale hervorrufen, im Wesen aber einem einzigen Merkmal entsprechen. Auf diese Weise wird die Zahl der untersuchten Merkmale noch weiter herabgedrückt. Aber auch ganz abgesehen davon umschließt dieses Problem noch eine lange Reihe von Einzelfragen, ganz besonders in Hinsicht auf Korrelationserscheinungen, welche der Zukunft zu lösen vorbehalten sein wird. Auf jeden Fall aber kommt dieser Hypothese, wenn man sich ihres hypothetischen Wesens bewußt bleibt, eine große Bedeutung als Arbeitshypothese zu.

Literatur-Verzeichnis.

- Belling, John, Second generation of the cross between velvet and Lyon Beans. Ann. rpt. Florida agr. exp. sta. 1911. 82—103. 1912.
- East, E. M., A Mendelian interpretation of variation that is apparently continuous. Amer. Nat. 1910. **44**, 65—82.
- , The Genotype hypothesis and hybridization. Ebenda. 1911. **45**, 160—174.
- , Inheritance of flower-size in crosses between species of *Nicotiana*. The bot. gaz. **55**, 177.
- , and Hayes, H. K., Inheritance in Maize. Bull. Connecticut agr. exp. sta. 1911. **167**, 1—141.
- Emerson, R. A., Inheritance of size and shapes in plants. Amer. Nat. 1910. **44**, 739—746.
- , and East, E. M., The inheritance of quantitative characters in Maize. Bull. Nebraska agr. exper. sta. res. Bull. 1913. **2**, 120 S.
- Goodspeed, Th. H., Quantitative studies of inheritance in *Nicotiana* hybrids. Univ. Calif. publ. Botany. 1912. **5**, 87—156.
- , Quantitative studies of inheritance in *Nicotiana* hybrids II. Ebenda. 1913. **5**, 169—188.
- Groth, B. H. A., The F_1 heredity of size, shape and number in tomato leaves. Part. I, Seedlings. Part. II, Mature plants. New Jersey exp. sta. Bull. 239. 1911.
- Hayes, H. K., Correlation and inheritance in *Nicotiana Tabacum*. Connecticut agr. exp. sta. Bull. 1912. **171**, 45 S.
- , The inheritance of certain quantitative characters in Tobacco. Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. **10**, 115—119.
- , East, E. M., and Beinhart, E. G., Tobacco breeding in Connecticut. Connecticut agr. exp. sta. Bull. 1913. **176**, 68 S.
- Howard, G. L. C., The inheritance in characters of *Nicotiana Tabacum*. Memoirs of the Department of Agriculture in India. Botan. Series. 1913. **6**, 114 S.
- Johannsen, W., Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 1913. S. 553ff.
- Lang, A., Die Erblchkeitsversuche der Ohrenlängen der Kaninchen nach Castle und das Problem der intermediären Vererbung und Bildung konstanter Bastardrassen. Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1911. **4**, 1—23.
- Mc. Lendon, C. A., Mendelian inheritance in cotton hybrids. Georgia ex. sta. Bull. **99**, 141—228.
- Nilsson-Ehle, H., Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen II. Lunds univ. aarsskrift. 1911. 1—82.
- Nilsson, N. Heribert, Die Variabilität der *Oenothera Lamarckiana* und das Problem der Mutation. Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1912. **8**, 110.
- Philipps, J. C., Size inheritance in ducks. Journ. exp. Zool. 1912. **12**, 369—380.
- Shull, G. H., Hybridization methods in corn breeding. Amer. breed. mag. 1910. **1**, 98—107.
- Tammes, T., Das Verhalten fluktuierend variierender Merkmale bei der Bastardierung. Rec. trav. bot. Néerlandais. 1911. **8**, 201—288.
- , Einige Korrelationserscheinungen bei Bastarden. Ebenda. 1913. **10**, 69—84.
- Tschermak, E., Über die gesetzmäßige Gestaltungsweise des Mischlings. Zeitschr. f. d. Versuchsw. in Österreich. 1902. 781—861.
- , Weitere Kreuzungsstudien an Erbsen, Levkojen und Bohnen. Ebenda. 1904. 533—638.
- , Über die Vererbung der Blütezeit bei Erbsen. Verhandlg. naturf. Ver. Brünn. 1912. **49**, 169—191.
- , Bastardierungsversuche an Erbsen, Levkojen und Bohnen. Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1912. **7**, 173ff.

Jost, Ludwig, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie.

3. Auflage. Mit 194 Abbildungen im Text. G. Fischer, Jena. 1913.

Es gewährt manchen Reiz, die Folge der Auflagen eines beliebten Lehrbuches, wie es das vorliegende ist, vorbeiziehen zu sehen, zu beobachten, wie die Wogen der verschiedenen Meinungen anschwellen und verflachen, Namen auftauchen und verschwinden, und vor allem, wie sich eingreifende Umwälzungen langsam vorbereiten, aber auch andererseits in unfaßbarer Weise ausbleiben. Deshalb werden nicht nur Studierende der Naturwissenschaften, sondern auch die wissenschaftlich arbeitenden Fachgenossen des Verfassers gern wieder das durch die hohe Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt, sowie durch die besonnene Kritik seines Autors bekannte Werk zur Hand nehmen. Diese dem Grafen zu Solms-Laubach zugeeignete Auflage konnte die Fülle des Materiales nur durch eine Vermehrung um mehr als vier Druckbogen bewältigen. Die typographische Form hat durch übersichtliche Gliederung in Groß- und Kleindruck sehr gewonnen, und durch die Verteilung der Zitate am Fuße jeder Seite wird ein Wunsch der meisten Leser erfüllt worden sein. Gruppierung und Abgrenzung des Stoffes ist dieselbe wie vordem. An die in reicher Tatsachenfülle mächtig emporstrebende Lehre vom »Stoffwechsel« reiht sich in breiter beschaulicher Ruhe der zweite Teil »Formwechsel«, weite Gebiete der Morphologie mit umfassend, und den Schluß bildet die »Reizphysiologie«, die heutzutage allerdings mehr eine beschreibende Wissenschaft bildet, als eine exakt-physikalische Behandlung der Kinetik im lebenden Organismus. In allen Teilen des Buches ist die emsige Arbeit des Verfs. sichtbar, neue Forschungen zu berücksichtigen, das Alte zu berichtigen, frühere Fassungen durch bessere zu ersetzen, ja im zweiten Teile sind ganze Vorlesungen neu abgefaßt worden, und die 29. Vorlesung hat durch eine schöne Farbentafel nach Winkler, die Solanum-Chimären übersichtlich darstellend, eine wertvolle Beigabe erhalten.

Niemand, der die ungeheuere Mühe und Arbeit kennt, welche auf dem Verf. eines Buches, wie es die Jostschen Vorlesungen sind, lastet, wird es wundernehmen, daß hier und da Unvollkommenheiten nicht vermieden werden konnten. Von den Neueinschaltungen im ersten Teile wären in der nächsten Auflage besonders eine Reihe von Stellen aus dem ersten Teile des Buches einer erneuten Revision zu unterziehen. So könnte auf S. 14 der Satz, in welchem in einem Atem von kolloidalen Lösungen, Suspensionen und Emulsionen gesprochen wird, bei Unkundigen leicht den Anlaß geben, diese drei Dinge als unbedingt zusammengehörig zu betrachten. S. 140 sind die Nebervalenzen in der Chlorophyllformel aus Versehen als Hauptvalenzen eingezeichnet. S. 184

wäre die Hypothese von Franzen über die biologische Entstehung der Aminosäuren besser weggeblieben, da sie jeder experimentellen Stütze entbehrt, und schon heute einer strengen Kritik nicht standhält. S. 188 sollte statt »Phytinsäure« »Phytin« stehen, wie es im folgenden richtig der Fall ist. S. 194 hätten die wichtigen Arbeiten von Samec über Stärke eine Berücksichtigung verdient. S. 201 bis 202 ist der Passus hinsichtlich der Enzymkinetik schweren Einwänden ausgesetzt, ja vielleicht direkt unrichtig zu nennen. Da es kaum möglich ist, in ein paar Sätzen dem Anfänger diese Dinge klar zu machen, und es Bücher genug gibt, in denen diese Dinge sehr gut dargestellt sind (ich verweise auf die Darstellungen von Euler und Herzog), so wäre dazu zu raten, diese kleine Stelle überhaupt wegzulassen. S. 248 ist Trehalose als Glykogenspaltungsprodukt angeführt, während hier nur Maltose nachgewiesen ist, und die Trehalose sicher ein sekundäres Umlagerungsprodukt des Kohlenhydratstoffwechsels der Pilze bildet. S. 271 wäre zu erwähnen, daß die Hypothese von Wohl sehr gut erklärt, weshalb gerade nur Traubenzucker, Mannose, d-Galaktose und d-Fruktose gärunsfähig sind. Die Gärungshypothesen sind im folgenden nicht ganz klar referiert. S. 281 wird gegen Palladins Hypothese von den Atmungspigmenten der unberechtigte Einwand erhoben, daß diese Farbstoffe eine Leistung vollbringen sollen, welche den Atmungsenzymen nicht möglich ist, nämlich die Oxydation von Kohlenhydraten. Palladin nimmt aber an, daß der Zucker zunächst ohne Sauerstoffaufnahme gespalten wird, und ein leicht oxydables Spaltungsprodukt den Sauerstoff vom Atmungspigment übernimmt. S. 289 hätte die aërobe Zelluloseverarbeitung durch Pilze und Bakterien, die eine weitaus größere allgemeinbiologische Bedeutung hat, wie die anaërobe, eine Berücksichtigung verdient. S. 326 wäre auf die bequeme Methode Temperatursteigerung bei Atmungsprozessen mit Hilfe von Dewar-Gefäßen nachzuweisen, aufmerksam zu machen. S. 402 hätte die physikalische Grundlage der Lehre vom Kälteschutz mehr Berücksichtigung verdient.

Im zweiten Hauptteile, durch welchen Josts Werk seine besondere charakteristische Note erhält, hat Verf. mit Recht viele Erläuterungen, die in die Morphologie gehören, nunmehr weggelassen und auf andere literarische Hilfsmittel verwiesen.

Im dritten Hauptteile würde in Vorlesung 31 im Abschnitte über »Quellung« eine gründliche Umarbeitung wünschenswert sein, indem der betreffende Abschnitt trotz der großen Fortschritte auf diesem Gebiete noch wörtlich aus den früheren Auflagen herübergenommen worden ist. Fig. 136 auf S. 573 (»Keimende Maispflanze, horizontal gelegt«) dürfte wohl durch ein Druckerei-Versehen umgekehrt eingesetzt worden

sein? Daß im Kapitel »Geotropismus« manches geändert ist, ebenso im folgenden Kapitel, welches den Namen Heliotropismus endlich in Phototropismus geändert hat, konnte nach den erfolgreichen Arbeiten der neuesten Zeit, an denen Jost und dessen Schüler hervorragenden Anteil genommen haben, erwartet werden. Wieviel aber an Vertiefung der Kenntnisse hier noch zu tun übrig ist, kann nun gerade aus dem Studium einer solchen kritischen Zusammenstellung wie die vorliegende klar ersehen werden. Zu S. 700 möchte der Ref. pro domo die Bemerkung nicht unterdrücken, daß er schon vor vielen Jahren im »Zentralblatt für Physiologie«, Jahrgang 1899, No. 8, den Standpunkt nachdrücklich vertreten hat, daß nur bei Tieren mit ausgebildeten Nervenzellen von Reflexen gesprochen werden könne, nicht aber dort, wo solche fehlen, wie bei Pflanzen und den niedersten Tieren, besonders den Protozoen.

Czapek.

Dekker, J., Die Gerbstoffe. Botanisch-chemische Monographie der Tannide.

Verlag Bornträger, Berlin. 1913. 636 S. 3 Abbdg. i. Text. Preis 20 Mk.

Unter den großen Monographien über Pflanzenstoffgruppen fehlte bisher in der deutschen wissenschaftlichen Literatur ein kritisch bearbeitetes Sammelwerk über die pflanzenphysiologisch und praktisch so bedeutungsvolle Gruppe der »Gerbstoffe« gänzlich. Dem hilft nun die vorliegende deutsche, vom Autor selbst veranstaltete Übersetzung der holländischen Originalausgabe von Dekkers Gerbstoffen ab. Das Buch bringt eine sorgfältig ausgearbeitete Bibliographie der Gerbstoffe, die allein 100 Seiten umfaßt, sodann eine nach den bewährten Vorbildern in den Schriften des Haarlemer Kolonialinstitutes verfaßte Liste aller Pflanzen, von denen Gerbstoffe in der Literatur erwähnt sind, nach dem Kew Index geordnet, 160 Seiten zählend. Hierauf wird eine Übersicht über »Gerbstoffreaktionen« und über die Biochemie der Gerbstoffe gegeben, die allerdings mehr die einzelnen Arbeiten referiert, als dieselben zusammenfassend behandelt. Im zweiten, chemischen Teile des Buches wird die Schilderung der chemischen Eigenschaften aller gerbstoffartigen Verbindungen, vom Tannin ausgehend, erschöpfend behandelt, welche auch die Flavonderivate einschließt. Die Chemie der eigentlichen Gerbstoffe ist sehr gründlich, mit wertvollen Tabellen ausgestattet gegeben, und es muß die Behandlung dieses überaus schwierig darzustellenden Gebietes rühmend hervorgehoben werden. Sodann werden nicht weniger als 86 verschiedene Gerbstoffbestimmungsmethoden in einem Abschnitte, »Quantitative Analyse« referiert, und jede Methode für sich einer Kritik unterworfen.

Das vierte Kapitel bezieht sich auf die Anwendungen der beschriebenen Substanzen in Gerberei, Färberei, auch unter Berücksichtigung der »künstlichen Gerbstoffe« der neuesten Zeit, ferner in der Medizin und in den verschiedenen technischen Zweigen. Beim Durchsehen dieses gewaltigen Materiales fällt es auf, wie wenig die physikalische Chemie der so merkwürdigen Gerbstoffe erforscht worden ist.

Wie in derartigen technischen Schriften häufig, so entbehrt auch hier die stilistische Darstellung nicht der Härten, die wohl teilweise sicher der Übersetzung zur Last fallen. Wünschenswert wäre es in allen solchen großen Werken die vereinbarte Orthographie der chemischen Fachausdrücke zu benutzen, da es öfter Mühe macht, bestimmte Namen im Register rasch zu finden. Schreibweisen, wie »Kinasäure«, oder »Kinovagerbstoff«, die aus dem Holländischen beibehalten worden sind, sind bei uns gänzlich ungewohnt. Da das Buch fast gar keine Abbildungen enthält, so wäre es wohl möglich gewesen, leichtes unsatiniertes Papier zu wählen, wodurch das ansehnliche Gewicht eines solchen Bandes außerordentlich vermindert wird. Czapek.

Drude, O., Die Ökologie der Pflanzen.

Die Wissenschaft. 1913. 50. Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig. X, 308 S., 80 Textabbildungen.

Drudes ‚Ökologie‘ will die biologischen Erscheinungen behandeln, »welche die großen Züge des Kampfes um den Standort in der Besiedelung der Erde enthüllen«. Seine Eigenart erhält das Buch also durch die Betonung der geographischen Gesichtspunkte; es wirkt sehr anregend durch seine Stellung zu manchen gegenwärtig lebhaft umstrittenen Probleme. Schon in der Behandlung der »physiognomischen Lebensformen« tritt dies hervor: hier verteidigt Verf. den Wert ihrer Unterscheidung gegen die Radikalen, die von Physiognomik nichts wissen wollen, und stellt dabei eindringlich dar, wie sehr sie sich biologisch vertieft hat im Vergleiche zu dem, was die Begründer »Physiognomik« nannten. Sein eigenes System umfaßt jetzt 55 Formen, die prinzipiell auf Merkmale verschiedenen Wesens gegründet werden. Einseitige Konstruktionen, wie etwa Raunkiaers Knospenschutzschema, sind als unnatürlich abzulehnen. »Es darf uns nicht so sehr auf eine, nach einem einzelnen Gesichtspunkt ‚logisch‘ entworfene Gliederung ankommen, als vielmehr auf eine dem wissenschaftlichen Bedürfnis entsprechende Verwendung aller Gesichtspunkte nach der ihnen zukommenden Bedeutung.« Natürlich ist das Blatt dabei von hervorragendem Werte, je nach seiner Dauer, Lage und Wasserbilanz. Hier ist die Forschung ungleichmäßig fortgeschritten: mit Recht fordert Verf. auch vom geographischen Stand-

punkt aus, Lichtlage und Lichtgenuß des Blattes eingehender zu untersuchen, als es bisher geschehen ist.

Die Periodizität des Klimas in ihrer ökologischen Wichtigkeit tritt stark hervor in der Behandlung der Klimagruppen. Dies ist noch ein wenig übersichtliches Gebiet an der Grenze von Klimatologie und Botanik, und Ref. gesteht, daß er auch in Drudes neuem Versuch keine volle Befriedigung gefunden hat. Es handelt sich darum, den Komplex der Klima-Elemente, die vegetationsbestimmend wirken, zu erfassen. Dies möchte Drude erreichen, indem er Wärme, Licht, Dauer und Lage der Periode, Regen, Schnee gleichzeitig zur Kennzeichnung der Klimagruppen verwendet. Zur kurzen Charakteristik gibt er ihnen Diagnosen, wie z. B. »Etesial-Poikilotherme-Psychrochimenen«; dies würde ein Klima bezeichnen mit sehr warmer Vegetationszeit, die mit einer durch Fröste bedingten Ruheperiode wechselt, also z. B. das der Union zwischen 30^o und 35^o n. Br. Ref. fürchtet, daß durch die Häufung der Komponenten das Schema die Übersichtlichkeit einbüßt. Im einzelnen enthält jedoch seine Ausführung viele bemerkenswerte Hinweise. Sehr erwünscht dabei ist auch der Protest Drudes gegen den Brauch, den Effekt des Frostes auf die Vegetation der Wirkung von Trockenzeiten gleichzusetzen; das ist eine gegenwärtig allzuoft kritiklos wiederholte und noch übertriebene Auffassung Schimpers, die wie vieles an seiner Idee von der »physiologischen Trockenheit« stark der Richtigstellung bedarf. — Für die Rhythmik der vegetativen Tätigkeit in periodischen Klimaten glaubt Drude (S. 180) nun als allgemeines Gesetz zu sehen, daß es überall auf der Erde die ansteigende Temperatur ist, welche die neue Periode induziert. Früher hatte er angenommen, ihr Einsetzen lehne sich je nachdem an den Temperaturgang oder an die Niederschlagskurve: und dieser weniger uniformierenden Auffassung der Beziehungen möchte Ref. unbedingt den Vorzug geben. Denn in Winterregengebieten z. B. beginnt die vegetative Periode zahlreicher Elemente bereits lange bevor die Wärmekurve ihr Minimum erreicht.

In der vegetationskundlichen Terminologie, an deren Schaffung Drude ja lange Jahre mitgewirkt hat, bekennt er sich jetzt im wesentlichen zu dem international werdenden Usus. Von den Schweizern nimmt er für die primären Klassen den Ausdruck »Vegetationstypus« an, der künftig wohl durch ein weniger diffuses Wort ersetzt werden könnte. Die Definition der Formationen als »die einem bestimmten Klima und Boden entsprechenden und durch das Vorherrschen bestimmter maßgebender Lebensformen charakterisierter Besiedelungseinheiten von Land und Wasser« scheint klarer als die matte Brüsseler Sektionsfassung. — Zur Verteilung der Arten auf die Formationen,

zur standörtlichen Separation und über ökologische Varianten desselben Typus bringt der letzte Abschnitt interessante Beiträge, im Zusammenhang mit den großen Fragen von »ökologischer Epharbose und Phylogenie«.

L. Diels.

Hofmann, A., Aus den Waldungen des fernen Ostens. Forstliche Reisen und Studien in Japan, Formosa, Korea und den angrenzenden Gebieten Ostasiens.

8^o, 225 S. 9 Textfig. 94 z. T. farbige Abbildungen auf Tafeln, 4 farbige Abbildungen formosanischer Holzarten in Faksimiledruck und 3 geographischen Karten. W. Frick, Wien und Leipzig. 1913.

Der Verf., k. k. Oberforstkommissar, war mehrere Jahre, anfangs als Leiter der Wildbachverbauung, dann als Lehrer an der Universität in Tokio, in Japan tätig. Sein Buch berücksichtigt überall die forstwirtschaftliche Seite seines Themas, bietet aber auch dem Botaniker in angenehmer Form eine Menge des Wissenswerten über die Verteilung, Zusammensetzung, klimatische Bedingtheit und über die Wandlungen der japanischen Wälder, die sich von der kalten bis zur tropischen Zone erstrecken. Die Abschnitte »Waldbilder aus Ostasien«, die eine anschauliche Schilderung der Waldlandschaften der Umgebung von Tokio, der mitteljapanischen Küste, der Gebirge, der Nordlandinsel Hokkaido; aus Korea und aus Formosa enthalten, ferner über den Naturwald und die Kulturwälder Japans, endlich auch ein Verzeichnis der wichtigsten Holzgewächse mit den wissenschaftlichen und den japanischen Namen kommen für den Botaniker besonders in Frage. Die Literatur seit Thunberg (1784) ist benutzt und mit Ausnahme der in japanischer Sprache erschienenen Arbeiten zusammengestellt. Die Abbildungen, nach Photographien, sind meist wohl gelungen, die bunten Holzdarstellungen sogar hervorragend schön.

Büsgen.

Livingston, B. E., and G. J., Temperature Coefficients in Plant Geography and Climatology.

Bot. Gaz. 1913. 56, 349—375. 3 Karten im Text.

Die Vegetationskunde braucht neben der Analyse des Klimas auch die synthetische Behandlung der meteorologischen Daten. Im Hinblick darauf untersuchen die Verff. die Temperaturverhältnisse der Vereinigten Staaten. Sie berechnen zunächst, ähnlich wie die ältere Phänologie, die Wärmesummen der Vegetationsperiode für 179 Stationen: zwischen 2600 (Maine) und 14000 (Süd-Florida). Damit vergleichen sie die Wärmewirksamkeit (»efficiency«). Dieser Faktor beruht auf der Annahme, daß die für verschiedene physiologische Vorgänge gezeigte

annähernde Übereinstimmung mit dem van 't Hoff'schen Koeffizienten (für jede Zunahme von 10° 2—2,5) weiterreichende Geltung habe. Er berechnet sich nach $u = 2 \frac{t - 40}{18}$ (in Fahrenheit); bei 40° mittlerer Temperatur = 1 gesetzt, ist er also 2 bei 58° usw. Für die Vegetationsperiode in der Union beträgt die Summe dieser täglichen »Wirksamkeiten« zwischen 400 und 1400. Mit der reinen Temperatursumme verglichen, zeigt der Verlauf der Isolinien nahe Übereinstimmung; doch ist das Verhältnis der beiden Summen keine Konstante, liegt vielmehr zwischen 7,5 und 10,4 und zeigt gewisse Unterschiede der Gebietsteile, die klimatologisch noch nicht näher deutbar sind. Daß diese thermischen Wirksamkeitswerte — ganz abgesehen von ihrer theoretischen Begründung — besondere Vorzüge für phytogeographische Zwecke bieten, scheint Ref. vorläufig nicht wahrscheinlich. L. Diels.

Marloth, Rudolf, The Flora of South Africa, with Synoptical Tables of the Genera of the Higher Plants. Volume I: Thallophyta, Archegoniatae, Gymnospermae, Dicotyledones (Part I).

Darter Bros. & Co., Capetown; W. Wesley & Son, London. 1913. 4^o, 264 S., 36 farbige und 30 schwarze Taf., 109 Textfig.

Seinem schnell zu Ansehen gelangten Buche über die Vegetation des Kaplandes (vgl. Zeitschr. 1, 293) läßt Marloth ein ebenso beachtenswertes Werk folgen, das in 4 Bänden die systematisch wie ökologisch so vielseitige Flora Südafrikas darstellen soll. Volkstümlich gehalten, will es zeigen, wie formenreich und formenschön diese Flora ist, und lehren, wie man mit ihr im höheren Sinne vertraut wird. Dank der Munifizienz der Lady Phillips hat Verf. sein Programm sehr großzügig verwirklichen können. Auf den wohlgelungenen Farbentafeln — das ganze Werk soll davon 180 bringen — sind von jeder Familie bezeichnete Vertreter abgebildet, meist von jeder Gattung eine Art, oft deren mehrere. Das Gebiet der Flora umfaßt Afrika südlich des Wendekreises, schließt also sowohl Transvaal, wie Deutsch-Südwest-Afrika fast völlig ein. Damit reihen sich neben die Elemente der Kapflora viele mehr tropische Typen. Zeichnung und Kolorit der bunten Tafeln sind durchweg nach lebenden Objekten ausgeführt; und so treten uns eine Menge bisher kaum näher bekannter Gestalten lebenswahr entgegen. Der Hauptwert der Bilder aber liegt in ihrer biologischen Durcharbeitung: die Bestäuber in ihren charakteristischen Stellungen, die Keimungsvorgänge, die vielfach noch nie dargestellten Fruchtzustände: alles ist mit Ausdauer zusammengetragen worden, und vereinigt sich

auf den Tafeln mit den Einzelheiten der Blütenanalyse: so weist jedes Blatt darauf hin, wie eine Pflanze beobachtet werden soll.

Die ökologische Erschließung Südafrikas ist größtenteils Marloths Werk: schon dies bürgt dafür, daß das neue Buch auch dem Fachmann viel bietet. In dieser Hinsicht will Ref. nur einiges aus dem Inhalte des I. Bandes zur Probe auswählen. Bei den Baumfarne wird erwiesen, daß die Aphlebien keine Organe der Absorption, sondern stipuloide Hüllgebilde sind. — Von großer Bedeutung — in Anbetracht der Theorie der Blüte — ist der Nachweis, daß die Cycadee *Encephalartos* in Südafrika entomophil ist, ja daß wahrscheinlich sogar eine sehr enge Verknüpfung besteht von Pflanze und Bestäuber (*Antliarhinus*), etwa nach Art der von *Yucca* und *Pronuba*. — Viel Interessantes bringt der Text zu den schönen *Balanophoraceen*-Tafeln, z. B. über die *Myrmekochorie* von *Mystropetalum*. — Bei *Cytinus* lernen wir eine zweite südafrikanische Spezies kennen, die erst kürzlich unweit von Kapstadt selbst aufgefunden wurde. Marloth gibt über ihre Blütenökologie bereits genauere Daten, ebenso über die *Hydnora capensis* und die neue *H. Solmsiana* aus Deutsch-Südwest-Afrika. — Besonders dankenswert ist die ausführliche Behandlung der Gattung *Mesembrianthemum*; ihre eigenartigsten vegetativen Ökologismen, wie Fensterblätter, Absorptionstrichome, Schutzfärbung hat Verf. ja bekanntlich selber aufgefunden; überraschend vielseitig ist aber nach seiner Beobachtung auch die Anthese, denn in der Öffnungszeit der Blüte, in ihrer Dauer usw. scheinen sich die einzelnen Spezies ganz ungleich zu verhalten; es gibt darunter ausgesprochene Tagblüher und ebenso typische Nachtblüher.

Der unkolorierte Bildschmuck besteht teils aus analytischen Figuren, teils aus Naturaufnahmen am Standort: auch darunter sind zahlreiche gute Ansichten, z. B. von *Proteaceen*, von fast 2 m hohen *Thesium*-Sträuchern, dem schildblättrigen *Ranunculus Cooperi*. — Man darf Südafrika dazu beglückwünschen, daß es eine solche Flora erhält.

L. Diels.

Schneider, Hans, Morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Thelygonum Cynocrambe* L.

Flora. 1913. 106, 1—41. 23 Abbg. im Text.

Verf. fördert die morphologische Kenntnis des oft besprochenen, aber noch immer etwas problematischen *Thelygonum Cynocrambe* in mehrfacher Richtung. Abgesehen von den zytologischen Daten und entwicklungsgeschichtlichen Angaben, die er bringt, interessiert besonders

die Feststellung von Anisophyllie. Denn während die Entwicklungsgeschichte des Sproßgipfels und der Bündelverlauf zur Klärung des Aufbaues nichts ergaben, macht die Anisophyllie bei den oberen Blattpaaren der oppositifolien Zone Irmischs Auffassung leichter annehmbar, daß die ganze Pflanze monopodial sei und die $\frac{1}{4}$ -Spirale an den oberen Sproßteilen auf totalem Abort des einen Blattes beruhe.

Die systematische Stellung von *Thelygonum* hat auch Verf. nicht entschieden. Er selbst möchte sie zwar nach dem Vorgang Halliers den Halorrhagaceen angliedern und weist u. a. auf den übereinstimmenden Bau des Pollens (mit 6 Keimporen) und des Embryos hin. Aber ein ihm wichtiges Moment, die ähnliche Bildung von Nuzellus und Integument bei *Hippuris* und *Thelygonum*, ist bedenklich, weil die Zugehörigkeit von *Hippuris* zu den Halorrhagaceen selbst bestritten ist. Außerdem läßt Verf. gewisse schwerwiegende Differenzen unberücksichtigt, wie die von ihm selber bewiesene Spaltung der Staminanalagen bei *Thelygonum*, für die es bei den Halorrhagaceen kein Seitenstück gibt.

Es wäre nun wertvoll, die zweite Art der Gattung, *Th. macranthum* aus Mittel-China, zu beschaffen, da sie möglicherweise die noch zweifelhaften Punkte aufklären hilft.

L. Diels.

Cohn, Fritz M., Beiträge zur Kenntnis der Chenopodiaceen.

Flora. 1913. 106, 51—89. 27 Abbdg. i. Text.

Die Arbeit bezieht sich auf die Entwicklungsgeschichte der Blüten in den geknäuelten Infloreszenzen einiger Chenopodiaceen und auf die Heterokarpie bei *Atriplex*. Die Auffassung der Chenopodiaceenblüte, zu der Verf. gelangt, ist einheitlicher als die Eichlers: alles leitet sich von typischer Pentamerie durch Reduktion ab, die beim Perianth und Androeceum bis zum Schwinden, beim Gynaeceum bis zur Dimerie führt. Ein paar widerstreitende Fälle, die Eichler von *Blitum* und *Salicornia* diagrammatisch mitteilt, konnte Verf. nicht wiederfinden, er läßt die betreffenden Angaben bezüglich der Staubblattinsertion auf Irrtum beruhen. Ob er damit Recht hat, scheint zweifelhaft; aber jedenfalls sind die Vorkommnisse selten, sie würden deshalb die Anschauung des Verf.s noch nicht widerlegen, solange ihre Entwicklungsgeschichte nicht festgestellt ist; sie könnten ja auf nachträglichen Verschiebungen beruhen. Im übrigen enthält Cohns Arbeit eine Reihe förderlicher Feststellungen über die Blüten von *Atriplex*, *Chenopodium*, *Ceratocarpus* und *Salicornia*.

Die Ausbildung der verschiedenen Samenformen von *Atriplex hortensis* zeigte deutliche Beziehungen zu den Kulturbedingungen.

In der günstigsten Lage wurden »fast nur gelbe Samen« gefunden. Bei dichter Aussaat traten schwarze schon in ziemlicher Menge auf, bei Aussaat auf reinem Kies werden sie vorherrschend, und es findet »ein Rückgang der gelben bis zum Verschwinden« statt. Dieselbe Abhängigkeit ließ sich durch Entfernung der Beispresse, der Dichasialblüten usw. bestätigen, auch konnte durch Benutzung von Stecklingen der gleichen Pflanzen erwiesen werden, daß es sich nicht um Rassenunterschiede handeln kann. Bis zu einem bestimmten Stadium entwickeln sich die verschiedenen Früchte gleichmäßig: es müssen also Ernährungseinflüsse während dieses Stadiums sein, welche die endgültige Gestaltung bedingen.

Am Schluß teilt Verf. einige Versuche über die Keimung der schwarzen *Atriplex*-Samen mit; sie beziehen sich auf Verhältnisse, die Becker in seiner Arbeit nicht untersucht hat, und sollen in erweitertem Umfange fortgesetzt werden. L. Diels.

Bower, F. O., Studies in the Phylogeny of the Filicales
III. On *Metaxya* and certain others relatively primitive Ferns.

Ann. of Bot. 1913. 27, 443—477. Mit 3 Taf. und 1 Textfig.

Die vorliegende Abhandlung giebt zunächst eine Darstellung der Charaktere von *Metaxya rostrata* (*Alsophila blechnoides* Rich.), welche als eigene Gattung aufrecht erhalten und ebenso wie *Lophosoria* (vgl. d. Zeitschr. 5, 180) als niedrig stehender Typus den Cyatheaceen angegliedert wird. Von diesen unterscheidet sie sich zunächst durch den kriechenden und solenostelischen, nicht wie bei ihnen dictyostelischen Stamm. Dabei ist indeß zu bemerken, daß auch bei sonstigen Cyatheaceen, falls Ausläufer gebildet werden, diese wenigstens in ihrem basalen kriechenden Theil Solenostelen aufweisen, die dann in Dictyostelen übergeführt werden. Daraus folgert Bower, daß sich wohl alle Cyatheaceen von einem ursprünglich solenostelischen Stamm herleiten werden.

Statt der Spreuschuppen sind bei *Metaxya* verzweigte Haare vorhanden. Sie weicht ferner durch den Bau ihres Sorus vom Gros der Familie ab. Denn diese zeigt den Character der *Simplices*, nicht den der *Gradatae*. Die Sporangien sind mit fast völlig verticalem Annulus versehen, an den sich vor der Unterbrechungsstelle über dem Stiel ein normales Stomium anschließt. Das sind polypodioide Charaktere.

Im Anschluß an *Metaxya* werden nun des weiteren die Dicksonieen,

Saccoloma, Lindsaya, Odontosoria, Davallia und Loxsoma herangezogen und im Vergleich dazu abgehandelt. Aber dieser Vergleich ist nun Nebensache geworden, es tritt ein ganz anderer, vorher nicht berührter Gesichtspunkt in den Vordergrund. Das ist die Frage, ob der Sorus marginale oder superficiale Stellung einhält. Ersteres ist z. B. bei den Ophioglossaceen, letzteres bei den Marattiaceen der Fall. Bei den Leptosporangiaten wird es aber nothwendig, die jüngsten Entwicklungszustände des Sorus zu studiren, weil im weiteren Verlaufe derselben die Ausbildung der Indusia spuria Täuschungen hervorrufen können. So wird z. B. Davallia und Oleandra zu den marginalen Formen gerechnet, was man doch primo intuitu kaum erwarten würde. Diesem neu hervorgehobenen Character weist nun Bower einen hohen Rang an; einen höheren, als der früher so sehr betonten Entwicklungsfolge der Sporangien. Er sagt desbezüglich ausdrücklich, daß von einer sehr frühen Periode ab die Leptosporangiaten nach zwei verschiedenen Richtungen fortgeschritten seien, deren eine durch marginale, die andere durch superficiale Lage des Sorus bezeichnet wurde, sowie daß die so bezeichneten beiden Formenreihen phyletisch durchaus constant festgehalten und fortgebildet worden seien.

Als Beispiele der Marginales Simplicis fungiren die Schizaeaceae und ebenso die Loxsomaceen, Hymenophylleae, Dicksonieae, Thyrsopterideae als solche der Marginales gradatae. Als marginales mixtae figuriren die Davalliaceen und Oleandreae.

Superficiales simplicis repräsentiren die Gleicheniaceen und Matonieae; Superficiales gradatae die Cyatheae, Woodsieae, Onocleinae. Man sieht wie die Familie der Cyatheaceae durch diesen Gliederungsversuch auseinandergerissen wird. Superficiales mixtae endlich haben wir in den Aspidieae, Asplenieae, Blechneae, Pterideae vor uns.

Nur die Osmundaceae, die Verf. auch an die Basis der ganzen Leptosporangiatenreihe stellt, sind in Bezug auf die Stellung ihrer Sori indifferent — wenn man hier überhaupt von Sori reden darf. — Denn bei Osmunda erscheinen sie eher marginal, bei Todea dagegen unzweifelhaft superficial. Der Werth dieses neuen Merkmalpaares ist freilich heute noch nicht sicher zu beurtheilen, viele Detailuntersuchungen werden weiterhin nothwendig werden.

Nun ist allerdings mit dem Gesagten der Inhalt der Abhandlung keineswegs erschöpft, für weiteres muß indessen auf das Original verwiesen werden. Es ist eben schwierig, den verschlungenen Gedankenverbindungen Bowers referirend zu folgen, den daraus fließenden feinen Nüancen seiner Detailsystematik das richtige Verständniß entgegenzubringen.

H. Solms.

Holden, Ruth, Some fossil plants from Eastern Canada.

Ann. of Bot. 1913. 27, 244—255. Mit 2 Taf.

Auf dem im Lawrence-Golf belegenen Prince Edwards Island sind eine größere Anzahl von Exemplaren gefunden worden, die mit *Tylo-dendron Baini Dawson* identificirt werden konnten. Die Holzanatomie wurde an ansitzenden Holzresten untersucht. Sie ergab durchaus den Bau von *Araucaroxylon*. Das ist der Verf., einer Schülerin Jeffreys, freilich unangenehm, weil »the presence of *Tylo-dendron* in Permian Strata bears out the orthodox view that the *Araucarineae* are the oldest living family of the *Coniferales*«. Und das dürfen sie doch nicht sein, da Jeffrey die *Abietineae* an diese Stelle geschoben hat.

Weiter sind in New Brunswiek in der Fundy Bay bei St. Martins Head *Tylo-dendron*-artige Stammreste und daneben Zweige mit erhaltener Holzstructur gefunden worden. Die Stämme entbehren aber der für *Tylo-dendron* so charakteristischen Anschwellungen. Das Holz zeigt alle Eigenschaften eines *Araucaroxylon*. Diese Reste werden nun mit *Volzia coburgensis* verglichen. Ein wirklicher Beweis von beider Zusammengehörigkeit fehlt aber. Und in Folge dessen ist das Resultat der Schlußfolgerungen ein wenig zuverlässiges. Geologisch möchte Verf. daraufhin die betreffenden Schichten zur Lettenkohle rechnen.

Solms.

Jcones Bogorienses vol. IV, fasc. 3.

Leiden. 1913. Gr. 8^o. 25 Taf. mit Text.

Von dieser schönen, vom botanischen Garten zu Buitenzorg herausgegebenen Suite von Abbildungen neuer und wenig bekannter indischer Pflanzenarten liegt wieder ein Heft vor, die Nummern 351—375 umschließend. Es beginnt mit einer neuen *Balanophora* (*B. Kawakamei* Val. aus Formosa), bringt dann 12 *Rubiaceen*, 1 *Apocynce* und 4 *Thymelaeaceen*, der Gattung *Phaleria* angehörig. Dazu kommen noch eine *Styphelia*, eine *Ericacee*, eine Eiche (*Pasania*), sowie 4 *Zingiberaceae* aus den Gattungen *Alpinia* und *Riedelia*. Als Autoren erscheinen Valetton und J. J. Smith.

Solms.

Strasburger, E.†, Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik.

7. Aufl., bearbeitet von Dr. Max Koernicke. Mit 135 Holzschnitten und 2 farbigen Bildern.

Mit Freude wird es jeder Botaniker begrüßen, daß auch das »kleine botanische Praktikum«, dem so mancher seine erste Anleitung verdankt,

nach dem Ableben des hochverdienten Verf.s in Koernicke einen bewährten Bearbeiter gefunden hat. Es ist stets das Bestreben von Strasburger gewesen, in einer neuen Auflage sein Buch den Fortschritten der Wissenschaft und Technik anzupassen. Auch Koernicke ist bei seiner Neubearbeitung in diesem Sinne vorgegangen. Pietätvoll hat er eine tiefgreifende Umgestaltung des bewährten Buches vermieden, so daß der ursprüngliche Charakter und die frühere Einteilung vollständig erhalten geblieben ist.

Dies konnte nicht hindern, in einzelnen Abschnitten größere Veränderungen vorzunehmen, um neuen Forschungsergebnissen Rechnung zu tragen und dem Anfänger das Neueste und Beste auf mikroskopischem Gebiete zu bringen. So sind einzelne Abbildungen durch bessere ersetzt, vor allem aber zwei farbige hinzugefügt, die gerade dem Anfänger bei der schwierigen Kernfärbung wertvolle Auskunft geben.

Im V. Abschnitt ist beim Nachweis der Nitrate, da wo die Diphenylaminreaktion versagt, die Niederschlagsreaktion mit »Nitron« hinzugefügt und die charakteristischen stumpfen Kristalle des Nitronitrates, die in kurzen Nadeln oder Büscheln auftreten, abgebildet.

Durch ein sehr interessantes Untersuchungsmaterial ist der VI. Abschnitt bereichert, wo der Anfänger angeleitet wird, die Sammellinsen von *Campanula persicifolia* zu präparieren und sich von ihrer Wirkungsweise durch den »Linsenversuch« Haberlandts zu überzeugen.

Ob mit der starken Kürzung des XXI. Abschnittes (die Bakterien) alle Anfänger einverstanden sein werden, wage ich nicht zu entscheiden. Gerade dies Gebiet steht bei denen, die sich »privatim« mit Botanik beschäftigen, in hohem Ansehen. Da nun mancher nicht in der Lage ist, sich größere Werke über Bakterien anzuschaffen, so wird er die Grundzüge der bakteriologischen Technik vielleicht vermissen, z. B. Plattenkulturen u. a. In diesem Kapitel ließen sich bei einer neuen Auflage vielleicht auch noch einige Untersuchungen über unsere Abwässer aufführen. Gerade die Veränderungen seines »Heimatflusses« erregen beim Anfänger auf seinen Ausflügen lebhaftes Interesse, zumal die Abwasserfrage immer mehr Beachtung findet.

Der Abschnitt XXXI über »die Frucht der Angiospermen« ist durch die sehr eingehende Anatomie des Weizenkornes nicht unwesentlich bereichert. Hier zeigt sich besonders deutlich, wie sehr es Koernicke gelungen ist, das Werk im Geiste des Verf.s zu bearbeiten. Diese bis ins kleinste genauen Angaben sind das wichtigste Erziehungsmittel, den Anfänger zu sorgfältiger Beobachtung anzuleiten und ihm damit das wichtigste und notwendigste Hilfsmittel des Naturforschers zu vermitteln. Diese »Erziehung zum sorgfältigen Beobachter« ist ein Kennzeichen

für Strasburgers »Praktika«. Sie hat ihnen ihre große Verbreitung verschafft, und auch der neuen Bearbeitung durch Koernicke kann man nur wünschen, daß sie in möglichst viele Hände kommt, um die Anfänger in bewährter, zuverlässiger Weise in die mikroskopische Botanik und Technik einzuführen.

von Alten.

Pascher, A., Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.

G. Fischer, Jena. Erscheint in 16 Hefen.

Die von Pascher unter Mitwirkung zahlreicher Spezialforscher bei G. Fischer, Jena erscheinende Süßwasserflora will in erster Linie Bestimmungsbuch sein. Als solches berücksichtigt es besonders die Systematik bis zur genauen Wiedergabe der Speziesdiagnosen. Die Beigabe mindestens einer Abbildung von jeder Spezies erleichtert den Gebrauch des Werkes bedeutend. Diesem systematischen Teil geht jeweilen eine ziemlich eingehende Besprechung der Organisation jeder Organismengruppe voraus, sowie wertvolle Angaben über die jeweilen zweckmäßigsten Fixierungs- und Färbungsmethoden.

Da sich die Verff. mit Recht nicht streng an die geographischen Grenzen des im Titel genannten Gebietes gehalten, sondern auch die übrigen europäischen und außereuropäischen Formen aufgenommen haben, weil ja doch die meisten mikroskopischen Süßwasserorganismen Kosmopoliten sind, so kann das vorliegende Werk, wenigstens in bezug auf die Algen, als Süßwasserflora schlechthin gelten.

Was davon bisher erschienen ist, muß als sehr brauchbar bezeichnet werden.

Heft 2: Flagellaten (2. Teil), Chrysomonadinen, Cryptomonadinen und Chloromonadinen von A. Pascher, Eugleninen von E. Lemmermann. Pascher weicht in seiner Bearbeitung der Chrysomonadinen von der bisher üblichen Anordnung in einigen Punkten ab. So wird aus allen Formen, die nur in ihrem Rhizopoden-, nicht aber im Flagellatenstadium beobachtet wurden, die provisorische Gruppe der Rhizochrysidinen gebildet. Dadurch daß Verf. die Chrysocapsinae, eine rein biologische Gruppe von meist unbeweglichen Formen, als systematisch-phylogenetische Einheit behandelt, wollte er offenbar hervorheben, daß auch bei den Chrysomonadinen eine ähnliche Entwicklung zu konstatieren ist wie z. B. von den Chlamydomonadinen zu den Tetrasporalen. Das ist zweifellos richtig, doch dürfen solche biologische Eigentümlichkeiten in einem phylogenetischen System den phylogenetisch entscheidenden Merkmalen nicht übergeordnet, sondern müssen ihnen untergeordnet werden.

Die weitere Gliederung der Chrysomonadinen-Gruppen ist teilweise nach neuen Gesichtspunkten recht glücklich durchgeführt. So werden die Chromulinales nach dem Fehlen oder Vorhandensein einer nicht pulsierenden Sammelvakuole in weniger und höher differenzierte Formen eingeteilt.

Die Cryptomonadinae sind entsprechend des Verf.s neuen Untersuchungen weiter gefaßt worden als bisher, was sich rechtfertigen läßt, sobald man annimmt, daß die Speicherstoffe erst bei den höchst entwickelten Formen zu echter Stärke verarbeitet werden. Ob die Nephroselmidaceae wirklich zu den Cryptomonadinen gehören, scheint mir jedoch noch nicht erwiesen zu sein.

An der bisherigen Gruppierung der Chloromonadinen hat Pascher dem seit langem stationären Stand unserer Kenntnisse entsprechend, nichts geändert.

Dasselbe gilt im wesentlichen für Lemmermanns Bearbeitung der Eugleninen, obwohl sich hier das Betreten neuer Bahnen gerechtfertigt hätte. Auf Grund der letzten Untersuchungen von Ch. Ternetz an *Euglena gracilis* scheint mir die Beibehaltung der Astasiaceae als eine den Euglenaceen ebenbürtige Gruppe nicht mehr berechtigt zu sein.

Die Heft 3 in Anspruch nehmende Bearbeitung der Dinoflagellaten durch Schilling zeigt gegenüber früheren Zusammenstellungen eine weitgehende Neugruppierung der Gattungen. Mit Recht wurde die alte auf dem Vorhandensein oder Fehlen eines Panzers basierte Einteilung in Gymnodiniaceen und Peridiniaceen aufgegeben. Statt dessen werden die mit einer Furche versehenen Formen in Kyrto-diniaceen und Krossodiniaceen geteilt, je nachdem der Rand der Furche wallartig abgerundet oder scharf leistenartig ausgebildet ist. Diese Neueinteilung scheint beim Bestimmen praktisch zu sein; ob sie aber eine tiefere phylogenetisch-systematische Bedeutung hat, müßte erst noch bewiesen werden.

An die bisher fast ausschließlich berücksichtigten gefurchten Formen werden die erst neuerdings bekannt gewordenen ungefurchten Phyto-diniaceen angeschlossen, die einen Übergang oder eine Parallelreihe zu den Algen bilden.

Im allgemeinen Teil über die Organisation der Dinoflagellatenzelle vermissen ich einen Hinweis darauf, daß die Zellteilung nicht nur parallel oder schief zur Längsachse, sondern auch quer zu derselben erfolgen kann (z. B. bei *Hemidinium* unter den Süßwasserformen).

Heft 9 enthält die Zygnemales, für welche Pascher den allgemeinen, Borge den speziellen Teil verfaßt hat. Bei der ungeheuren

Formenfülle einzelner Gattungen (*Spirogyra* mit 56 Spezies) leisten hier die Abbildungen besonders gute Dienste. Obwohl auch in vorliegender Bearbeitung die meist nicht erhältlichen Zygosporien zur Diagnose herangezogen werden mußten, ist durch die genauen Maßangaben für die vegetativen Zellen die Möglichkeit geboten, sich auch über die Zugehörigkeit sterilen Materials wenigstens einigermaßen zu orientieren.

von Schönfeldts Diatomeen bilden ein ziemlich umfangreiches Büchlein (187 Seiten), das zunächst die Organisation und die leider unvermeidliche Spezial-Terminologie behandelt. Naturgemäß spielt beim Bestimmen die Schalenstruktur die Hauptrolle, doch wird wenigstens in den Gattungsdiagnosen auch die Ausbildung der Chromatophoren und die Entstehung der Auxosporien erwähnt. Senn.

Weber-van Bosse, M^{me} Dr. A., Liste des Algues du Siboga. I. Myxophyceae, Chlorophyceae, Phaeophyceae. Avec le concours de M. Th. Reinbold.

Siboga-Expedition LIX a. 1913. 1—186. 52 Fig. und 5 Taf.

Den Einzelabhandlungen über Halimeda, die Codiaceen und Corallinaceen folgt hier eine allgemeine Liste sämtlicher Algen, die von der Siboga-Expedition erbeutet wurden. Die vorliegende erste Lieferung bringt für jede Art außer einem Literaturnachweis, der Aufzählung der einzelnen Fundorte und der geographischen Verbreitung an vielen Stellen ausführliche Bemerkungen, wobei Th. Reinbold die Bearbeitung der Gattungen *Cladophora*, *Cladophoropsis*, *Rhizoclonium*, *Struvea*, *Boodlea* und *Microdictyon* bei den Chlorophyceen und der Gattung *Sargassum* bei den Phaeophyceen übernahm. Eine ganze Reihe von Arten sind überhaupt oder doch für das Gebiet neu. Nur einiges sei herausgegriffen. Für *Stigonema hormoides* und *minutum* wird ein Übergang in zooglooenartige Stadien nachgewiesen, wobei die gelbe Scheide des *Stigonema* sich entfärbt, um bei der »Zoogloea« einer roten Membranfärbung Platz zu machen. Zopf wäre also mit seinen Beobachtungen bei *Sirosiphon Borneti* im Rechte gewesen, und der Hüllfarbe der Phycochromaceen käme der systematische Wert nicht zu, den sie zu haben schien. — Das neue Genus *Herpyzonema* unterscheidet sich von *Hapalosiphon*, *Fischerella* und *Brachytrichia* durch seine Verzweigung, durch das Fehlen eines Gegensatzes von kriechenden und aufrechten Fäden und durch den Besitz von haufenweise und nicht kettenförmig auftretenden Gonidien. Beachtenswert sind auch die Ausführungen, die im Anschluß an Börgesen und Arnoldi über *Dictyosphaeria favulosa* gegeben werden. Unter der oberen und über der unteren Kante ver-

falzen sich zwei benachbarte große Zellen dadurch, daß die Membran hier wellenförmig wird. Jeder Ausbuchtung auf der einen entspricht eine Einbuchtung auf der anderen Seite, so daß zwei Nähte entstehen. Die Prortuberanzen werden dann gegen die großen Zellen durch kleine Wandstücke abgegliedert und jedes dieser Wandstücke treibt eine Reihe kleiner Zapfen. So kommen Hapteren zustande, die sonderbarerweise nicht gegen die Nachbarzelle, sondern gegen die Mutterzelle gerichtet sind, aus der sie entstanden. — Die schon früher von Reinbold vorgenommene Abtrennung der *Boodlea Siamensis* von *B. coacta* wird durch neues Material bestätigt, während Harveys *Cladophora composita* nach Untersuchung von Originalmaterial teils zu den genannten beiden Arten, teils, wie schon Brand erkannte, als eigene Art zur Gattung *Boodlea* gehört. Die Abtrennung der Gattung *Cladophoropsis* von *Siphonocladus* durch Börgesen wird gebilligt und die Vermutung ausgesprochen, daß man hierbei vielleicht noch einen Schritt weiter gehen müssen. Bei *Spongocladia vaucheriaeformis* wird darauf hingewiesen, daß bisher nur die Ähnlichkeit aufgedeckt wurde zwischen einer unzweifelhaften *Struvea delicatula*, wenn sie mit dem Schwamm *Halichondria* in Symbiose tritt, und einer vermutlichen *Struvea*art, wenn sie mit einem andern Schwamm *Reiniera fibulata* symbiontisch wird. Eine Identität der beiden Algenkomponenten ist zwar anzunehmen und durch ein von Arnoldi neuerdings festgestelltes Vorkommen noch wahrscheinlicher geworden, bewiesen ist sie aber noch nicht. Äußerlich kommen jedenfalls in den beiden Fällen durch die Symbiose ganz verschiedene Gebilde zustande, die Ähnlichkeit bezieht sich nur auf die Struktur der Algenfäden. Auch wird die Entscheidung nicht ganz leicht sein, da *Struvea delicatula* den Schwamm umspinnt und so Gelegenheit hat, sich beim freien Emporwachsen als solche zu verraten, während bei *Spongocladia vaucheriaeformis* die *Reiniera* den fraglichen *Struvea*-Komponenten vollkommen umhüllt. Danach ist es nur zu billigen, wenn auch die andern beiden Arten, *Spongocladia dichotoma* und *neocalidonica*, noch aufrecht erhalten werden. — Das zwischen *Bryopsis* und *Derbesia* stehende, schon 1910 publizierte Genus *Bryobesia* mit seinen in der Anlage endständigen, dann seitlichen Sporangien wird durch zwei gute Abbildungen erläutert und der sonderbaren *Phytophysa* eine neue Art hinzugefügt, die ihre Phycocedien auf den Blättern von *Boehmeria* bildet. — Von den Phaeophyceen möge hier nur die zu den Ralfsiaceen gestellte, durch mehrere Abbildungen erläuterte Gattung *Mesospora* erwähnt und auf die Bemerkungen über *Stragularia polycarpa* und *Ralfsia expansa* hingewiesen werden. Die Identifizierung einer Mesogloeacee als *Bactrophora nigrescens* er-

scheint dem Ref., der die Harveysche Originalpflanze untersuchen konnte, sehr zweifelhaft. Das bei der malayischen Pflanze beobachtete sympodiale Wachstum kann er für andere Mesogloeaceen bestätigen. Endlich verdient die Bearbeitung der schwierigen Sargassen durch Reinbold erwähnt zu werden. Agardhs Versuch, die Gattung auf Grund der Rezeptakel zu gliedern, erscheint ihm unbefriedigend, und es ist sehr zu bedauern, daß wir auf eine Revision durch Grunow, den besten Kenner der Sargassen, wohl werden verzichten müssen.

Im ganzen werden 104 Myxophyceen mit 12 neuen Arten und einer neuen Gattung, 145 Chlorophyceen mit 6 neuen Arten und 91 Phaeophyceen (darunter die Hälfte Sargassen) mit drei neuen Arten aufgeführt. Die zusammenfassende Bearbeitung eines so einheitlichen Gebietes wie des malayischen Archipels ist sehr erfreulich und dankenswert. Vielleicht bringt die Schlußlieferung außer den Rhodophyceen auch noch eine allgemeine Charakterisierung des Gebietes und seiner pflanzengeographischen Stellung.

P. Kuckuck.

Neue Literatur.

Bakterien.

- Ayers, H. S.,** and **Johnson, W. T.,** The destruction of Bacteria in milk by ultra-violet rays. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. 40, 109—131.)
- Bassalik, K.,** Über Silikatzersetzung durch Bodenbakterien und Hefen. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. 1913. 3, 15—42.)
- Eisenberg, Ph.,** Untersuchungen über die Variabilität der Bakterien. III. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 73, 81—123.)
- Eisler, M. v.,** und **Porthem, L. v.,** Versuche über die Veränderung von Bakterienfarbstoffen durch Licht und Temperatur. (Ebenda. II. 1914. 40, 1—5.)
- Eldredge, E. E.,** and **Rogers, L. A.,** The bacteriology of cheese of the Emmental type. (Ebenda. 5—24.)
- Flu, P. C.,** Over variaties en mutaties bij mikroorganismen. (Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. 1913. 72, 165—177.)
- Klaeser, M.,** Reduktion von Nitraten zu Nitriten und Ammoniak durch Bakterien. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 32, 58—60.)
- Löhnis, E.,** und **Green, H. H.,** Über die Entstehung und die Zersetzung von Humus, sowie über dessen Einwirkung auf die Stickstoffassimilation. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. 40, 52—60.)
- Ogata, M.,** und **Takenouchi, M.,** Einfache Plattenkulturmethode der anaëroben Bakterien. (Ebenda. I. 1914. 73, 75—77.)
- Omeliansky, W. L.,** und **Sieber, N. O.,** Zur Frage nach der chemischen Zusammensetzung der Bakterienkörper des *Azotobacter chroococcum*. (Zeitschr. f. physiol. Chemie [Hoppe Seyler]. 1913. 88, 445—459.)
- Pringsheim, H.,** Zur Stickstoffassimilation in Gegenwart von Salpeter. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. 40, 21—24.)
- Söhngen, N. L.,** und **Fol, J. G.,** Die Zersetzung des Kautschuks durch Mikroben. (Ebenda. 87—109.)
- Vogel, J.,** Die Einwirkung von Schwefel auf die bakteriellen Leistungen des Bodens. (Ebenda. 60—83.)

Pilze.

- Durandard, M.**, La présure du *Rhizopus nigricans*. (Compt. rend. 1914. 158, 270—272.)
- Goupil, R.**, Recherches sur les matières grasses formées par l'*Amylomyces Rouxii*. (Ebenda. 522—525.)
- Guilliermond, A.**, Sur la participation du chondriome des champignons dans l'élaboration des corpuscules métachromatiques. (Anat. Anz. 1913. 44, 337—342.)
- Harper, R. A.**, and **Dodge, B. O.**, The formation of the capillitium in certain Myxomycetes. (Ann. of bot. 1914. 109, 1—18.)
- Klebahn, H.**, Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfecti, III. (Mycolog. Centrabl. 1914. 4, 1—19.)
- , Kulturversuche mit Rostpilzen. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1914. 24, 1—32.)
- Lakon, G.**, Die insektentötenden Pilze. (S.-A. Escherich, Die Forstinsekten Mitteleuropas. Parey, Berlin. 1913. 258—291.)
- Lindau, G.**, et **Sydow, P.**, Thesaurus litteraturae mycologicae et lichenologicae ratione habita praecipue omnium quae adhuc scripta sunt de mycologia applicata. Volumen tertium complectens corrigenda, supplementum, enumerationem alphabeticam titulorum annorum 1907—1910. Bornträger, Berlin. 1914.
- Münch, H.**, Über Hexenringe. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1914. 12, 133—136.)
- Olive, E. W.**, Intermingling of perennial sporophytic and gametophytic generations in *Puccinia Podophylli*, *P. obtegens* and *Uromyces Glycyrrhizae*. (Ann. mycologici. 1913. 11, 297—311.)
- Pollacci, G.**, Studi citologici sulla »Plasmodiophora Brassicae« Wor. e rapporti sistematici coi parassiti della rabbia e del cimurro dei cani. (Atti ist. bot. univ. Pavia. 1914. [2] 15, 1—31.)
- Wehmer, C.**, Versuche über die Bedingungen der Holz-Ansteckung und -Zersetzung durch *Merulius* (Hausschwammstudien IV). (Mycolog. Centrabl. 1914. 3, 321—332.)

Algen.

- Bonnet, J.**, Reproduction sexuée et alternance des générations chez les Algues. (Progr. rei botanicae. 1914. 5, 1—126.)
- Børgesen, F.**, The species of *Sargassum* found along the coasts of the Danish West Indies with remarks upon the floating forms of the sargasso sea. (Mindeskr. Japetus Steenstrup. København, Bianco Lunos. 1914. 20 S.)
- Brunntaler, J.**, Die systematische Gliederung der Protococcales (Chlorophyceae). (Verhandlg. k. k. zool.-bot. Ges. Wien. 1913. 63, 76 ff.)
- Chatton, É.**, Transformations évolutives et cycliques de la structure péridinienne chez certains Dinoflagellés parasites. (Compt. rend. 1914. 158, 192—195.)
- Conrad, W.**, *Errerella Bornhemensis* nov. gen. Une Protococcacée nouvelle. (Bull. soc. r. bot. Belgique. 1913. 52, 237—242.)
- Forti, A.**, Contribuzioni diatomologiche. (Atti r. ist. Veneto sc., lett. ed arti. 1913. 72, 1535—1700.)
- Hy, F.**, Les Characées de France. (Bull. soc. bot. France. 1913. [4] 13. Mém. No. 26. 1—47.)
- Killian, K.**, Über die Entwicklung einiger Florideen. (Zeitschr. f. Bot. 1914. 6, 209—278.)
- Lemoine, P.**, Quelques expériences sur la croissance des Algues marines à Roscoff. (Bull. inst. océanogr. 1913. No. 277. 1—19.)
- Okamura, K.**, On the marine Algae of Chosen. (Rez. imp. bureau of fisheries. Sc. investig. 1913. 2, 17—30.)
- , Icones of Japanese Algae. 1913. 3. No. 4.
- Rothert, W.**, Der »Augenfleck« der Algen und Flagellaten — ein Chromoplast. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 91—96.)
- Schmidt, E. W.**, Das Verhalten von Spirogyrazellen nach Einwirkung hoher Zentrifugalkräfte. (Ein Beitrag zur Protoplasma-mechanik.) (Ebenda. 35—47.)

Svedelius, N., Über die Tetradenteilung in den vielkernigen Tetrasporangiumanlagen bei *Nitophyllum punctatum*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 48—57.)

Moose.

- Britton, E. G.**, West Indian mosses I. (Bull. Torrey bot. club. 1913. **40**, 653—676.)
Loeske, L., Die Laubmoose Europas. Loeske, L., Grimmiaceae. Berlin-Schöneberg. (XVI, 207 S. m. 66 Fig.) 1914. 8°.
Lindau, G., Kryptogamenflora für Anfänger. 6. Bd. Lorch, W., Die Torf- und Lebermoose. (296 Fig. i. Text.) J. Springer, Berlin. 1914. 8°.
Pascher, A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 14. Heft. Warnstorf, C., Mönkemeyer, W., Schiffner, V., Bryophyta (Sphagnales — Bryales — Hepaticae). (IV, 222 S. m. 500 Abbdg.) G. Fischer, Jena. 1914. 8°.

Farnpflanzen.

- Allison, H. E.**, On the vascular anatomy of the rhizome of *Platycerium*. (The new phytolog. 1913. **12**, 311—321.)
Christensen, C., Index Filicum. Supplementum 1906—1912. H. Hagerup, Kopenhagen. Hafniae. 1913. 8°, IV, 132 S.
Kashyap, S. R., The structure and development of the prothallus of *Equisetum debile*, Roxb. (Ann. of bot. 1914. **27**, 163—182.)
Lang, W. H., Studies in the morphology and anatomy of the Ophioglossaceae. II. On the embryo of *Helminthostachys*. (Ebenda. 19—38.)
Lindau, G., Kryptogamenflora für Anfänger. Bd. 6. Brause, G., Die Farnpflanzen (Pteridophyta). Berlin. 1914. 8°, VIII + 108 S.
Maxon, W. R., Studies of tropical American Ferns. 5. (Contrib. U. S. nat. herbar. 1914. **17**, 391—425.)
Slosson, M., New Ferns from tropical America III. (Bull. Torrey bot. club. 1913. **40**, 687—690.)
Tidestrom, I., *Botrychium virginianum* and its forms. (Contrib. U. S. nat. herbar. 1913. **16**, 299—303.)

Gymnospermen.

- Le Goc, M. J.**, Observations on the centripetal and centrifugal xylems in the petioles of Cycads. (Ann. of bot. 1914. **27**, 183—194.)

Morphologie.

- Chauveaud, G.**, La constitution et l'évolution morphologique du corps chez les plantes vasculaires. (Compt. rend. 1914. **158**, 343—346.)
Maneval, W. E., The development of *Magnolia* and *Liriodendron*, including a discussion of the primitiveness of the Magnoliaceae. (The bot. gaz. 1914. **57**, 1—31.)
Schoute, J. C., Beiträge zur Blattstellungslehre. I. Die Theorie. (Rec. trav. bot. Néerlandais. 1913. **10**, 154—325.)
 —, **P. H.†**, Über Pseudokonchoiden. (Ebenda. 326—339.)

Zelle.

- Derschau, M. v.**, Zum Chromatindualismus der Pflanzenzelle. (Arch. f. Zellforsch. 1914. **12**, 220—241.)
Digby, L., A critical study of the cytology of *Crepis virens*. (Ebenda. 97—146.)

Gewebe.

- Allison, H. E.**, s. unter Farnpflanzen.
Blackwell, W., The histology of the callus tissue in *Althaea rosea*. (The new phytolog. 1913. **12**, 305—310.)

- Iltis, H., Über das Gynophor und die Fruchtausbildung bei der Gattung Geum. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. I. 1913. 122, 1177—1212.)
- Lang, W. H., s. unter Farnpflanzen.
- Le Goc, M. J., s. unter Gymnospermen.
- Lundegårdh, H., Das Wachstum des Vegetationspunktes. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 77—83.)
- Möbius, M., s. unter Ökologie.
- Winton, K. B., Comparative histology of Alfalfa and Clovers. (The bot. gaz. 1914. 57, 53—63.)

Physiologie.

- Baudisch, O., und Mayer, E., Photochemische Studien zur Nitrit- und Nitrat-assimilation. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1914. 89, 175—227.)
- Boysen-Jensen, P., Die Zersetzung des Zuckers bei der alkoholischen Gärung. (Biochem. Zeitschr. 1914. 58, 451—466.)
- Combes, R., Sur la présence, dans des feuilles et dans des fleurs ne formant pas d'anthocyane, de pigments jaunes pouvant être transformés en anthocyane. (Compt. rend. 1914. 158, 272—274.)
- Dangeard, P. A., Sur le pouvoir de pénétration des rayons violets et ultraviolets au travers des feuilles. (Ebenda. 369—370.)
- Euler, H., und Cramér, H., Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. IX. Zur Kenntnis der Invertasebildung. (Zeitschr. f. physiol. Chemie [Hoppe Seyler]. 1913. 88, 430—444.)
- Fischer, H., Die Wirkung gesteigerten Kohlensäuregehaltes der Luft auf grüne Pflanzen. (Jahresber. Ver. angew. Bot. 1914. 11, 1—8.)
- Godamer, J., Über die biologische Bedeutung und Entstehung der Alkaloide. (Ber. d. d. pharm. Ges. 1914. 24, 35—54.)
- Goupil, R., s. unter Pilze.
- Haar, A. W. van der, Untersuchungen in der Familie der Araliaceae, speziell über die Glykoside und Oxydasen aus den Blättern von Polyscias nodosa Fost. und Hedera helix L. (Arch. d. Pharm. 1914. 251, 632 ff.)
- Hasselbring, H., The relation between the transpiration stream and the absorption of salts. (The bot. gaz. 1914. 57, 72—73.)
- Kamerling, Z., Ein vergleichender Versuch über die Verdunstung von Viscum album und von einigen sommergrünen und immergrünen Holzpflanzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 10—17.)
- , Verdunstungsversuche mit tropischen Loranthaceen. (Ebenda. 17—24.)
- Klaeser, M., s. unter Bakterien.
- Knight, R. C., and Priestley, J. H., The respiration of plants under various electrical conditions. (Ann. of bot. 1914. 27, 135—163.)
- Küster, E., Beiträge zur Kenntnis der Liesegang'schen Ringe und verwandter Phänomene. (Kolloid. Zeitsch. 1913. 13, 192—194.)
- Liesegang, R. E., Prinzipielle Bemerkungen über das Eindringen kolloider Farbstoffe in Pflanzenzellen. (Biochem. Zeitschr. 1913. 58, 213—216.)
- Magnus, P., Abweichende Stellung und Fruchtbildung in späterer Jahreszeit entwickelter Pflaumenblüten. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 84—86.)
- Mannelli, C., Sul Phaseolus lunatus. (Arch. di farmacogn. 1913. 2, 353—360.)
- Pollacci, G., Sulla bioreazione del tellurio e sulla sua applicazione pratica agli studi di fisiologia e di patologia vegetale. (Atti ist. bot. univ. Pavia. 1913. [2] 15, 281—284.)
- Porodko, Th. M., Vergleichende Untersuchungen über die Tropismen. VI. Mitteilung. Der relative chemotrope Wirkungswert von Alkali- und Erdkalisalzen für Keimwurzeln von Lupinus albus. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 25—34.)
- Pringsheim, H., s. unter Bakterien.
- Russell, W., De la survie des tissus végétaux après le gel. (Compt. rend. 1914. 158, 508—510.)
- Schmidt, E. W., s. unter Algen.

- Shull, Ch. A.**, The rôle of oxygen in germination. (The bot. gaz. 1914. 57, 64—69.)
Tswett, M., Zur Kenntnis des »vegetabilischen Chamaeleons«. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 61—68.)
Zaleski, W., Bemerkungen zu Kostytschews Mitteilungen über die Atmung der Weizenkeime. (Ebenda. 87—90.)

Fortpflanzung und Vererbung.

- Blaringhem**, Sur la production d'hybrides entre l'engrain (*Triticum monococcum* L.) et différents blés cultivés. (Compt. rend. 1914. 158, 346—349.)
Bonnet, J., s. unter Algen.
Eisenberg, P., s. unter Bakterien.
Elkins, M. G., The maturation phases in *Smilax herbacea*. (The bot. gaz. 1914. 57, 32—52.)
Flu, P. C., s. unter Bakterien.
Haecker, V., Über Gedächtnis, Vererbung und Pluripotenz. Jena. 1914. 8^o, 97 S.
Hagedoorn, A. L., and **A. C.**, Studies on variation and selection. (Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 11, 145—183.)
Jacobsson-Stiasny, E., Die spezielle Embryologie der Gattung *Sempervivum* im Vergleich zu den Befunden bei den andern Rosales. (Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. 1913. Wien. 19 S.)
Mottier, D. M., Mitosis in the pollen mother-cells of *Acer Negundo*, L., and *Staphylea trifolia*, L. (Ann. of bot. 1914. 27, 115—135.)
Persidsky, D., Einige Fälle anomaler Bildung des Embryosackes bei *Delphinium elatum* L. (Mem. soc. d. naturalistes de Kiew. 1914. 23, 97—112.)
Plate, L., Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. Ein Handbuch des Darwinismus. 4. Aufl. Engelmann, Leipzig. 1914. 8^o, 16 + 650 S.
Tschermak, E. v., Notiz über den Begriff der Kryptomerie. (Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 11, 183—191.)
Vogler, P., Versuche über Selektion und Vererbung bei vegetativer Vermehrung von *Allium sativum* L. (Ebenda. 192—199.)
Winge, Ø., Oogenesis hos *Senecio*. (Bot. tidsskr. 1913. 33, 245—249.)

Ökologie.

- Busich, E.**, Die endotrophe Mycorrhiza der Asclepiadaceae. (Verhandlg. k. k. zool.-bot. Gesellschaft Wien. 1913. 63, 240—265.)
Gaßner, Über Anpassungen der Getreidepflanzen an klimatische Verhältnisse und deren Bedeutung für die Entwicklung des Getreides. (Landw. Annalen. 1913. 101—103 u. 109—112.)
Jeswiet, J., Eine Einteilung der Pflanzen der niederländischen Küstendünen in ökologische Gruppen. (Beih. bot. Centralbl. I. 1914. 31, 322—372.)
Kanngießer, F., Über Lebensdauer von Ericaceen des Großen Sankt Bernhard. (Ber. d. d. pharm. Ges. 1914. 24, 29—34.)
Möbius, M., Beiträge zur Biologie und Anatomie der Blüten. (44. Ber. Senkenberg. naturf. Ges. 1913. 323—330.)
Stäger, R., Beobachtungen über das Blühen einer Anzahl Phanerogamen. (Beih. bot. Centralbl. I. 1914. 31, 281—321.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Aust, K.**, *Hieracium subspicosum* N. P. subsp. nov. *Austianum* Murr et Zahn. (Verhandlg. k. k. zool.-bot. Ges. Wien. 1913. 63, 314—316.)
Backer, C. A., en **Smith, J. J.**, Bekende en merkwaardige Indische planten in gekleurde afbeeldingen door Dr. Z. Kamerling met korten begeleidenden tekst. (Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. 1913. 72, 249—255.)
Benzin, B. M., The notes on my Turkestan trip. (Russisch m. engl. Rés.) (Bull. f. angew. Bot. 1913. 6, 457—495.)

- Bornmüller, J.**, Zur Flora des Libanon und Antilibanon. (Beih. bot. Centralbl. I. 1914. 31, 177—280.)
- Cook, O. F.**, Nomenclature of the Sapote and the Sapodilla. (Contrib. U. S. nat. herbar. 1913. 16, 277—282.)
- Feld, J.**, und **Koenen, O.**, *Stachys alpina* L. \times *Stachys silvatica* L. (41. Jahresber. westfäl. Provinz.-Ver. f. Wiss. u. Kunst. Bot. Sektion. 1912—1913 [1913]. 183—189.)
- Focke, W. O.**, Species Ruborum. Monographiae generis Rubi prodromus. Pars III (opus finiens). (S. 225—360 m. 47 Abbdg.) (Bibliotheca botanica. Heft 83. 1914.)
- Hallier, H.**, und **Valeton, Th.**, Botanique. Vol. VIII. Livr. 5 von Nova Guinea. Résultats de l'expédition etc. Brill, Leide. 1913. 4^o, 899—988.
- Karsten, G.**, und **Schenck, H.**, Vegetationsbilder. XI. Reihe. 8. Heft. Brunnthaler, Vegetationsbilder aus Deutsch-Ostafrika. Regenwald von Usambara. G. Fischer, Jena. 1914.
- Lemasson, C.**, Nouvelle contribution à la flore des Vosges. (Bull. sect. Vosgienne C. A. F. 1914.)
- Rydberg, P. A.**, Phytogeographical notes on the Rocky Mountain region. I. Alpine region. (Bull. Torrey bot. club. 1913. 40, 677—686.)
- Sabransky, H.**, Beiträge zur Flora der Oststeiermark. (Verhandlg. k. k. zool.-bot. Gesellschaft Wien. 1913. 63, 265 ff.)
- Siegrist, R.**, Die Auenwälder der Aare mit besonderer Berücksichtigung ihres genetischen Zusammenhanges mit anderen flußbegleitenden Pflanzengesellschaften. Aarau. 1913. 8^o, 182 S.
- Smith, J. J.**, *Sarcanthus* Lndl. und die nächstverwandten Gattungen. (Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch. Indië. 1913. 72, 79—116.)
- , *Arachnis* Bl. und *Vandopsis* Pfitz. (Ebenda. 72—78.)
- Standley, P. C.**, Studies of tropical American Phanerogams No. 1. (Contrib. U. S. nat. herbar. 1914. 17, 427—458.)
- Tansley, A. G.**, The international phytogeographic excursion (J. P. E.) in America 1913. (The new phytolog. 1913. 12, 322 ff.)
- Tidestrom, I.**, *Sphenoclea zeylanica* and *Caperonia palustris* in the southern U. S. (Contrib. U. S. nat. herbar. 1913. 16, 305—307.)

Palaeophytologie.

- Arber, A.**, A note on *Trigonocarpus*. (Ann. of bot. 1914. 27, 195—196.)
- , **E. A. N.**, A revision of the seed impressions of the British coal measures. (Ebenda. 81—108.)
- Pelourde, F.**, Paléontologie végétale. Cryptogames cellulaires et cryptogames vasculaires. 1914. Doin, Paris. 16^o, 28 + 360 S.
- Salisbury, E. J.**, On the structure and relationships of *Trigonocarpus shorensis*, sp. nov. A new seed from the palaeozoic rocks (Ann. of bot. 1914. 27, 39—80.)
- Shear, C. L.**, Some observations on phytopathological problems in Europe and America. (Phytopathology. 1913. 3, 77—87.)
- Stopes, M. C.**, Palaeobotany: its past and its future. (Knowledge. 1914. 37, 15—24.)

Angewandte Botanik.

- Dittrich, G.**, Eine Vergiftung durch *Amanita viridis* Pers., mit Bemerkungen über *Amanita mappa* Batsch. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 69—76.)
- Harrer, Kultur der Kokospalme in Deutsch-Ostafrika.** (Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1914. 12, 128—132.)
- Jaarboek 1912** Departement van landbouw, nijverheid en handel in Nederlandsch-Indië. Batavia Landsdrukkerij. 1913. 8^o, 303 S.
- Jensen, H.**, Onderzoekingen over tabak der Vorstenlanden. (Mededeelingen v. Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak. 1913. No. V. 1—227.)

- Miller, F. A., The improvement of medicinal plants. (The Lilly scient. bull. 1913. 117—120.)
 —, Breeding medicinal plants. (Ebenda. 127—135.)
 —, and Meader, J. W., The assay of individual plants of *Datura Stramonium* L., and *Datura Tatula* L. and other species and varieties. (Ebenda. 156—162.)
 Vignolo-Lutati, F., La »Pistacia Desf.« della Libia come materia conciante. (Arch. di farmacogn. 1913. 2, 361—363.)
 Wehmer, C., s. unter Pilze.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Ehrenberg, P., Zur Gasvergiftung von Straßenbäumen. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1914. 24, 33—40.)
 Eriksson, J., et Hammarlund, C., Essais d'immunisation de la Rose trémière contre la maladie de la Rouille (*Puccinia Malvacearum* Mont.) (Compt. rend. 1914. 158, 420—423.)
 Heikertinger, F., Gibt es natürliche Schutzmittel der Rinden unserer Holzgewächse gegen Tierfraß? (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1914. 12, 97—113.)
 Jaccard, P., Über Fruchtbildung und Cauliflorie bei einem Lärchenhexenbesen (*Larix decidua* Miller). (Ebenda. 122—127.)
 Laubert, R., Über Geschwülste an *Chrysanthemum* und anderen Pflanzen, ihre Bedeutung und Bekämpfung. (Möllers d. Gärtner-Zeitg. 1913. 28, 486—488.)
 Mameli, E., Riposta alla nota del Dottor Petri: »Sul significato patologico dei cordoni endocellulari nei tessuti della vite«. (Atti ist. bot. univ. Pavia. 1913. II. 16, 41—45.)
 Shear, C. L., and Stevens, N. E., The chest-nut-blight parasite (*Endothia parasitica*) from China. (Science. 1913. 38, 295—297.)
 Tubeuf, C. von, Bekämpfung der Ribes-bewohnenden Generation des Weymouthskiefernblasenrostes. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1914. 12, 137—139.)
 Wislicenus, H., Über die äußeren und inneren Vorgänge der Einwirkung stark verdünnter saurer Gase und saurer Nebel auf die Pflanze (experimentelle Rauchschäden). (Mitt. kgl. sächs. forstl. Versuchsanst. Tharandt. 1914. 1, 85—175.)

Technik.

- Blackman, V. H., and Paine, S. G., A recording transpirometer. (Ann. of bot. 1914. 27, 109—115.)
 Dudgeon, W., A method of handling material to be imbedded in paraffine. (The bot. gaz. 1914. 57, 70—71.)
 Kritschewsky, J. L., Apparate vom Typus »Thermos« als Thermostate. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 73, 77—80.)
 Ogata, M., und Takenouchi, M., s. unter Bakterien.

Verschiedenes.

- Koenen, O., 41. Jahresbericht der Botanischen Sektion des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst für das Rechnungsjahr 1912—1913. Münster. 1913.
 Lotsy, J. P., Jean Bonnet, Notice nécrologique. (Progr. rei botanicae. 1914. 5, 127—128.)
 Mc Lean, R. C., Hortus Fluminensis: The botanic gardens of Rio de Janeiro. (The new phytolog. 1913. 12, 336—342.)

Personal-Nachricht.

Am 13. März starb in Berlin im 70. Lebensjahr Professor Paul Magnus.

Handbuch der vergleichenden Physiologie

Bearbeitet von

E. Babák (Prag), S. Baglioni (Sassari), W. Biedermann (Jena), R. du Bois-Reymond (Berlin), F. Bottazzi (Neapel), E. v. Brücke (Leipzig), R. Burian (Neapel), R. Ehrenberg (Göttingen), L. Fredericq (Lüttich), R. F. Fuchs (Breslau), S. Garten (Gießen), E. Godlewski (Krakau), C. v. Heß (München), J. Loeb (New York), E. Mangold (Freiburg), A. Noll (Jena), H. Przibram (Wien), J. Strohl (Zürich-Neapel), R. Tigerstedt (Helsingfors), E. Weinland (Erlangen), O. Weiß (Königsberg), H. Winterstein (Rostock).

Herausgegeben von Hans Winterstein in Rostock.

In vier Bänden.

1. Band: Physiologie der Körpersäfte. Physiologie der Atmung.

1. Hälfte: **Die Körpersäfte.** Von F. Bottazzi. — **Die Bewegung der Körpersäfte.** Von E. v. Brücke. (In der Lieferungsangabe erschienen bis S. 464.)

2. Hälfte: **Die physikalisch-chemischen Erscheinungen der Atmung.** Von H. Winterstein. — **Die Mechanik und Innervation der Atmung.** Von E. Babák. (In der Lieferungsangabe erschienen bis S. 756.)

2. Band: Physiologie des Stoffwechsels.

1. Hälfte: **Die Aufnahme, Verarbeitung und Assimilation der Nahrung.** Von W. Biedermann. Mit 465 Abbildungen im Text. 1911.

Preis: 35 Mark, geb. 38 Mark.

Inhalt: 1. Die Ernährung der Pflanzen und ihre Beziehungen zu der der Tiere. — 2. Die Ernährung der Einzelligen (Protozoa). — 3. Die Ernährung der Spongien. — 4. Die Ernährung der Coelenteraten. — 5. Die Ernährung der Würmer. — 6. Die Ernährung der Echinodermen. — 7. Die Ernährung der Crustaceen. — 8. Die Ernährung der Arachniden. — 9. Die Ernährung der Insekten (Hexapoda). — 10. Die Ernährung der Mollusken. — 11. Die Ernährung der Fische. — 12. Die Ernährung der höheren Wirbeltiere.

2. Hälfte: **Die Sekretion von Schutz- und Nutstoffen.** Von L. Fredericq. — **Die Exkretion.** Von R. Burian und J. Strohl. — **Der allgemeine Stoffwechsel.** Von E. Weinland. (In der Lieferungsangabe erschienen bis S. 480.)

3. Band: Physiologie des Energiewechsels. Physiologie des Formwechsels.

1. Hälfte: **Physiologie der Bewegung.** Von R. du Bois-Reymond. — **Die Produktion von Tönen und Geräuschen.** Von O. Weiß. — **Physiologie der Stütz- und Skelettsubstanzen.** Von W. Biedermann. — **Die Körperfärbung und die Anhangsgebilde des Integuments.** Von R. F. Fuchs. (In der Lieferungsangabe erschienen bis S. 1446.)

2. Hälfte: Mit 546 Abbildungen im Text und 1 Tafel. (XII, 1060 S. gr. 8^o) 1914.

Preis: 35 Mark, geb. 38 Mark.

Inhalt: **Die Produktion von Wärme und der Wärmehaushalt.** Von R. Tigerstedt. Mit 13 Abbildungen. — **Die Produktion von Elektrizität.** Von S. Garten. Mit 69 Abbildungen. — **Die Produktion von Licht.** Von E. Mangold. Mit 92 Abbildungen. — **Physiologie der Formbildung.** Von H. Przibram. Mit 37 Abbildungen. — **Physiologie der Zeugung.** Von E. Godlewski. Mit 335 Abbildungen und 1 Doppeltafel.

4. Band: Physiologie der Reizaufnahme. Reizleitung und Reizbeantwortung.

Mit 3 Tafeln und 175 Abbildungen im Text. 1913. (XII, 997 S. gr. 8^o.)

Preis: 44 Mark, geb. 37 Mark.

Inhalt: **Die Grundlagen der vergleichenden Physiologie des Nervensystems und der Sinnesorgane.** Von S. Baglioni. Mit 57 Abbildungen. — **Physiologie des Nervensystems.** Von S. Baglioni. — **Die Tropismen.** Von J. Loeb. Mit 26 Abbildungen. — **Die niederen Sinne.** Von S. Baglioni. — **Gesichtssinn.** Von C. Heß. Mit 3 Tafeln und 45 Abbildungen. — **Gehörssinn und statischer Sinn.** Von E. Mangold. Mit 47 Abbildungen.

Die Bände II¹, III² und IV liegen vollständig vor; Band III¹ wird in Kürze abgeschlossen. Die Lieferungsangabe ist erschienen bis Lieferung 41. Preis jeder Lieferung 5 Mark.

Neue Veröffentlichungen:

Die Entstehung der Pflanzengallen verursacht durch Hymenopteren. Von Prof. Dr.

Werner Magnus. Mit 32 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln. (VIII, 160 S. gr. 8^o). 1914. Preis: 9 Mark.

In diesem Buche wird an der Hand zahlreicher Untersuchungen entwicklungsgeschichtlicher und experimenteller Natur gezeigt, daß die der geltenden Theorie zugrunde liegenden Beobachtungen unrichtig oder falsch gedeutet sind. — Da diese Theorie aber zugleich eine Hauptstütze für die Lehre von den in der normalen Ontogenese mitwirkenden „organbildenden Stoffen“ (Sachs, J. Loeb) ist, beanspruchen diese Untersuchungen über den engeren Kreis der Pflanzenpathologen und Zoologen heraus die Beachtung jedes entwicklungs-mechanisch interessierten Biologen. — Eine Erörterung über die pflanzlichen „Hormone“ und die Arbeitshypothese von in Parasiten gebildeten Antikörpern dürften das Buch aber auch für den allgemeinen Pathologen nicht bedeutungslos machen.

Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Von Dr.

Nicolas Swart. Mit 5 Tafeln. (IV, 118 S. gr. 8^o). 1914. Preis: 6 Mark.

Die vorliegende Arbeit prüft die Auswanderungstheorie, die seit der Kritik Wehmers in Mißkredit geraten war, erneut auf ihre Richtigkeit, was um so mehr geboten war, als in der Zwischenzeit einige Arbeiten erschienen sind, welche mit Berücksichtigung der Wehmerschen Einwände fast ohne Ausnahme die Richtigkeit der alten Theorie darlegten. Ganz neuerdings liegen auf diesem Gebiete noch einige mehr umfassende Untersuchungen vor. Der immer noch vorhandene Widerspruch motiviert gegenüber der Unmasse von Analysen, die schon über diese Frage vorliegen, den experimentellen Teil der vorliegenden Arbeit; sie wird dazu beitragen, abgesehen von dem Versuch zur kausalen Erklärung der analytischen Befunde, zunächst einmal die Tatsachen selbst endgültig festzustellen. Botaniker, Physiologen und Biologen werden Käufer der Schrift sein.

Grundzüge einer chemisch-physikalischen Theorie des Lebens. Von Dr. Henrik Lundegårdh, Privatdozent an der Universität Stockholm. (V, 63 S. gr. 8^o). 1914. Preis: 2 Mark.

Die chemische und physikalische Physiologie findet in dem Organismus überall Vorgänge, die den Gesetzen der Chemie und Physik folgen. Lundegårdh sucht in obiger Schrift aus diesen Tatsachen allgemeine kausale Prinzipien abzuleiten, die es dann ermöglichen, die innere Konstruktion und Arbeitsweise der Zelle (des Protoplasmas) bei Regulationen, ontogenetische Formbildung, Regeneration einigermaßen zu verstehen. Die Broschüre kann daher allen empfohlen werden, die sich für die Fortschritte der experimentellen Biologie interessieren.

Recueil des Travaux botaniques Néerlandais publié par la

Société botanique Néerlandaise sous la Rédaction de M.M. M. W. Beyerinck, J. W. Moll, Ed. Verschaffelt, Hugo de Vries, Th. Weevers et F. A. F. C. Went. Band X, Lieferung 3/4. Mit 3 Tafeln und 62 Textabbildungen. Preis: 6 Mark 50 Pf.

Inhalt: Beiträge zur Blattstellungslehre. I. Die Theorie. Von J. C. Schoute. Mit 2 Tafeln und 50 Abbildungen im Text. — Über Pseudokonchoiden. Von † Professor Dr. R. H. Schoute. Mit 12 Abbildungen im Text. — Über die Luxemburghieen-Gattungen Schuurmansia, Schuurmansiella und Blastemanthus. Von Hans Hallier. Mit 1 Tafel.

[Preis für den ganzen Band (4 Lieferungen): 12 Mark 50 Pf.]

Diesem Hefte liegen 2 Prospekte bei vom Verlag Gustav Fischer in Jena betr.: 1) „Illustrierte Flora“ von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Potonié (6. Aufl.) und 2) „Elemente der exakten Erblichkeitslehre“ von Dr. W. Johannsen (2. Aufl.).

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN'S
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · FÜNFTES HEFT

MIT 17 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des fünften Heftes.

I. Originalarbeit.		Seite
Wilhelm Nienburg, Zur Entwicklungsgeschichte von <i>Polystigma rubrum</i> DC. Mit 17 Abbildungen im Text.		369
II. Besprechungen.		
Arisz, W. H., Positive and negative phototropy of the apex and base in oat-seedlings«. (<i>Avena sativa</i>).		454
Ascherson, P., und Graebner, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora		431
Bachmann, Freda M., The origin and development of the apothecium in <i>Collema pulposum</i> (Bernh.) Ach.		413
Beer, R., Studies in spore development. III. The premeiotic and meiotic nuclear divisions of <i>Equisetum arvense</i>		417
Blauw, A. H., Das Wachstum der Luftwurzeln einer <i>Cissus</i> art		445
Bose, J. C., On diurnal variations of moto-exitability in <i>Mimosa</i>		452
Briggs, L. J., and Shantz, H. L., The wilting coefficient for different plants and its indirect determination		450
—, —, Die relativen Welkungscoeffizienten verschiedener Pflanzen		450
Burkom, J. H. van, Het verband tusschen den Bladstand en de Verdeeling van de Groeisnelheid over den Stengel		447
Conrad, W., Observations sur <i>Eudorina elegans</i> Ehrenbg.		416
Eriksson, Jakob, Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen		405
Ernst, A., und Schmid, Ed., Über Blüte und Frucht von <i>Rafflesia</i>		425
Fraser, H. C. I., The development of the ascocarp in <i>Lachnea cretea</i>		411
Gates, R. R., Tetraploids Mutants and Chromosome Mechanisms		435
Goddard, H. N., Can fungi living in agricultural soil assimilate free nitrogen?		409
Graham, Margaret, Studies in nuclear division of <i>Preissia commutata</i>		416
Grimm, J., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an <i>Rhus</i> und <i>Coriaria</i>		430
Guttenberg, Hermann R. von, Über akropetale heliotropische Reizleitung		456
Haberlandt, G., Zur Physiologie der Zellteilung		444
Harper, R. A., and Dodge, B. O., The Formation of the Capillitium in certain <i>Myxomycetes</i>		410
Hegi, Gustav, Illustrierte Flora von Mitteleuropa		431
Jesenko, F., Über Getreidespeziesbastarde (Weizen-Roggen)		434
Istvánffi, Gy. de, et Pálinskás, Gy., Etudes sur le mildiou de la vigne		407
Karny, H., und Docters van Leeuwen-Rijnvaan, W. und J., Beiträge zur Kenntnis der Gallen von Java		402
Kisch, M. H., The physiological anatomy of the Periderm of fossil Lycopodiales		421
Küster, E., Über die Gallen der Pflanzen. Neue Resultate und Streitfragen der allgemeinen Cecidologie		401
Lang, W. H., Studies in the Morphology and anatomy of the Ophioglossaceae I		418
Lignier, O., Un nouveau sporange séminiforme <i>Mittagia seminiformis</i>		420
—, Végétaux fossiles de Normandie. VII Contribution à la Flora jurassique		422
McAllister, F., Nuclear Division in <i>Tetraspora lubrica</i>		415
Miehe, H., Weitere Untersuchungen über die Bakteriensymbiose bei <i>Ardisia crispa</i> . I. Die Mikroorganismen		409
Molliard, M., Recherches physiologiques sur les galles		403
Müller-Thurgau, H., Der rote Brenner des Weinstocks. II. Teil		407
Nawaschin, S., und Finn, V., Zur Entwicklungsgeschichte der Chalazogamen		428
Osterhout, W. J. V., Plants which require sodium		448
Pace, A., Apogamy in <i>Atamosco</i>		423
Pringsheim, H., Über die Vergärung der Zellulose durch thermophile Bakterien		406
Schmidt, Ernst Willy, Einige neuere Arbeiten über pflanzliche Chondriosomen		437
Sharp, Lester W., Somatic chromosomes in <i>Vicia</i>		432
Thoday, D., M. A., On the Effect of Chloroform on the Respiratory Exchanges of Leaves		448
Thomson, R. B., On the comparative anatomy and affinities of the Araucarineae		421
Tiegs, Ernst, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung und des Wachstums der Wurzelhauben einiger Leguminosen		446
York, H. H., The origin and development of the embryo sac and embryo of <i>Dendrophthora opuntoides</i> and <i>D. gracile</i>		424
Zimmermann, A., Der Manihot-Kautschuk. Seine Kultur, Gewinnung und Präparation		432
III. Neue Literatur.		457
IV. Personal-Nachrichten.		464

Zur Entwicklungsgeschichte von *Polystigma rubrum* DC.

Von
Wilhelm Nienburg.

Mit 17 Abbildungen im Text.

Einleitung und Methodisches.

Polystigma rubrum hat jahrzehntelang in der Mycologie eine gewisse Berühmtheit genossen, weil es nach den Untersuchungen von Fisch und Frank aus den Jahren 1882 und 1883 der einzige reine Ascomycet war, der dieselben Befruchtungsverhältnisse aufzuweisen schien, wie sie Stahl für die Flechtenascomyceten entdeckt hatte. Wie Stahl für *Collema*, bildete Fisch für *Polystigma* ein vielzelliges, schraubig gewundenes Askogon ab, das sich in eine fadenförmige Trichogyne verlängerte. Diese trat durch die Spaltöffnungen der Wirtspflanze nach außen und an ihrer freien Spitze sah Fisch häufig die in krugförmigen Spermogonien gebildeten Spermastien kleben. Frank glaubte sogar eine deutliche Kopulation zwischen Spermastium und Trichogynspitze gesehen zu haben. Die Trichogyne stirbt dann später ab, worauf aus den Askogonzellen die askogenen Hyphen hervorsprossen.

Diese Angaben fanden fast allgemeine Anerkennung, bis im Jahre 1912 Blackmann und Welsford mit einer Arbeit hervortraten, in der sie zu Resultaten kamen, die den älteren stark widersprechen. Ein schraubig gewundenes Askogon fanden sie zwar auch, aber die Trichogyne, die viel unregelmäßiger gebaut ist als Fisch sie gezeichnet hat, konnten sie niemals bis an die Oberfläche verfolgen. Angeklebte oder gar kopulierte Spermastien sind dementsprechend nicht zu beobachten. Ihr Kern zeigt zudem Zeichen von Degeneration. Von einem

Befruchtungsvorgang im Sinne von Stahl kann also gar keine Rede sein.

Blackmann und Welsford stellen aber überhaupt die Mitwirkung des Archikarps an der Perithecientwicklung in Abrede. Alle Zellen sollen zugrunde gehen, ehe die askogenen Hyphen aus rein vegetativem Gewebe entstehen. Das ist der Punkt, in dem ich mit den beiden englischen Autoren nicht übereinstimme. Schon bevor ihre Arbeit erschien, war ich zu ganz bestimmten Vorstellungen über den Bau des Archikarps gekommen, die mir ihre Angaben als unvollständig erscheinen ließen. Das gab mir Veranlassung, meine Untersuchungen weiter zu verfolgen, bei denen es sich herausstellte, daß doch ein typischer Sexualakt bei *Polystigma* auftritt.

Polystigma rubrum DC. ist der Erreger der roten Fleckenkrankheit der Pflaumenblätter. Die Entwicklung der Peritheci von der keimenden Askusspore bis zum reifen Askus dauert ungefähr ein Jahr. Die im Frühjahr auf jungen Blättern keimenden Sporen erzeugen in 5—6 Wochen die das Stroma bildenden orangeroten Flecken. Als bald entstehen die Spermogonien und etwas später im Juli und August die Archikarpnien. Deren Entwicklung geht zunächst sehr langsam vor sich, erst im Dezember erfolgt in den abgestorbenen und am Boden liegenden Blättern die Befruchtung. Die askogenen Hyphen entwickeln sich dagegen ziemlich schnell, schon im Februar findet man junge Asci und im März sind die Sporen ausgebildet.

Da die Einzelheiten dieses Lebensganges nicht bekannt waren, mußte ich während der ganzen Vegetationszeit in regelmäßigen Abständen Material sammeln. Ich habe das in den Jahren 1910 und 1911 durchgeführt, so daß mir für den Zeitraum von Mitte Juli bis Mitte März in Abständen von 14 Tagen fixiertes Material zur Verfügung stand. Es stammte aus Ferch bei Werder a. d. Havel, wo die Krankheit in den Obstgärten sehr häufig ist, und wo auch Frank sein Material sammelte. Nachdem sich im ersten Winter gezeigt hatte, daß es Schwierigkeiten macht, unter den abgefallenen und halb verrotteten Blättern die Stromata des Pilzes am Boden zu finden, brachte ich im Herbst 1911 ein größeres Quantum kranker und schon abgefallener Blätter in meinen Garten in Frohnau i. d. Mark.

Dort wurden die Blätter in große leere Blumentöpfe gelegt, wobei immer nur der Boden des Topfes von Blättern bedeckt war. Von dem so im Freien überwinterten Material konnte ich regelmäßig ohne Schwierigkeiten, unabhängig vom Schneefall und dgl. fixieren. Daß sich der Pilz unter diesen Bedingungen normal entwickelte, zeigte sich daran, daß er reichlich Askosporen erzeugte, mit denen im Frühjahr 1912 zwei junge Pflaumenbäume künstlich infiziert werden konnten. An *Polystigma* kranke Bäume gibt es in der weiteren Umgebung meines Gartens sonst nicht. Nachdem die infizierten Pflaumenblätter im Sommer 1912 vor dem Abfallen sorgfältig abgelesen und vernichtet waren, zeigte sich 1913 keine Spur der Krankheit wieder. Ein neuer Beweis dafür, daß sich der Pilz nur durch die Askussporen verbreitet und nicht etwa in den Knospen überwintert.

Fixiert wurde mit Zinkchlorid-Eisessig-Alkohol nach Juel, der schwächeren Flemmingschen Flüssigkeit und Chromessigsäure, von denen sich die Juelsche Flüssigkeit am besten bewährte. Eingebettet wurde in Paraffin, und gefärbt meistens mit Hämatoxylin-Eisenalaun-Orange.

Die Vergrößerung der Figuren beträgt ca. 1300 \times .

Bau und Entwicklung des Archikarps.

Die Keimung der Askussporen ist von Fisch richtig beschrieben worden, wie ich mich durch eigene Beobachtungen überzeugt habe. Das Wachstum des vegetativen Mycel, sowie den Bau der Spermogonien und Spermastien haben Blackman und Welsford eingehend geschildert. Ich wüßte ihren Angaben nichts Wesentliches hinzuzufügen und gehe deshalb gleich zur Darstellung der Archikarpientwicklung über.

Diese werden erst angelegt, wenn das Stroma des Pilzes schon eine ziemliche Dicke erreicht hat. Fig. 1 stellt ein solches Stadium dar. Die Zellen des Pflaumenblattes sind durch die Hyphen weit auseinander gedrängt, nur die obere und untere Epidermis bilden noch eine geschlossene Schicht. Von dem Mesophyll dagegen findet man nur hin und wieder einzelne meistens abgestorbene Zellen. Nur selten, wie in der Zelle links unten in Fig. 1a, sind Plasmareste und ein Kern erhalten. In

dem gleichmäßig hellgefärbten Mycel fallen die jungen Archikarprien als kleine plasmareiche und dunkler gefärbte Hyphenknäuel auf. Der Bau dieser unregelmäßig schraubigen Hyphe

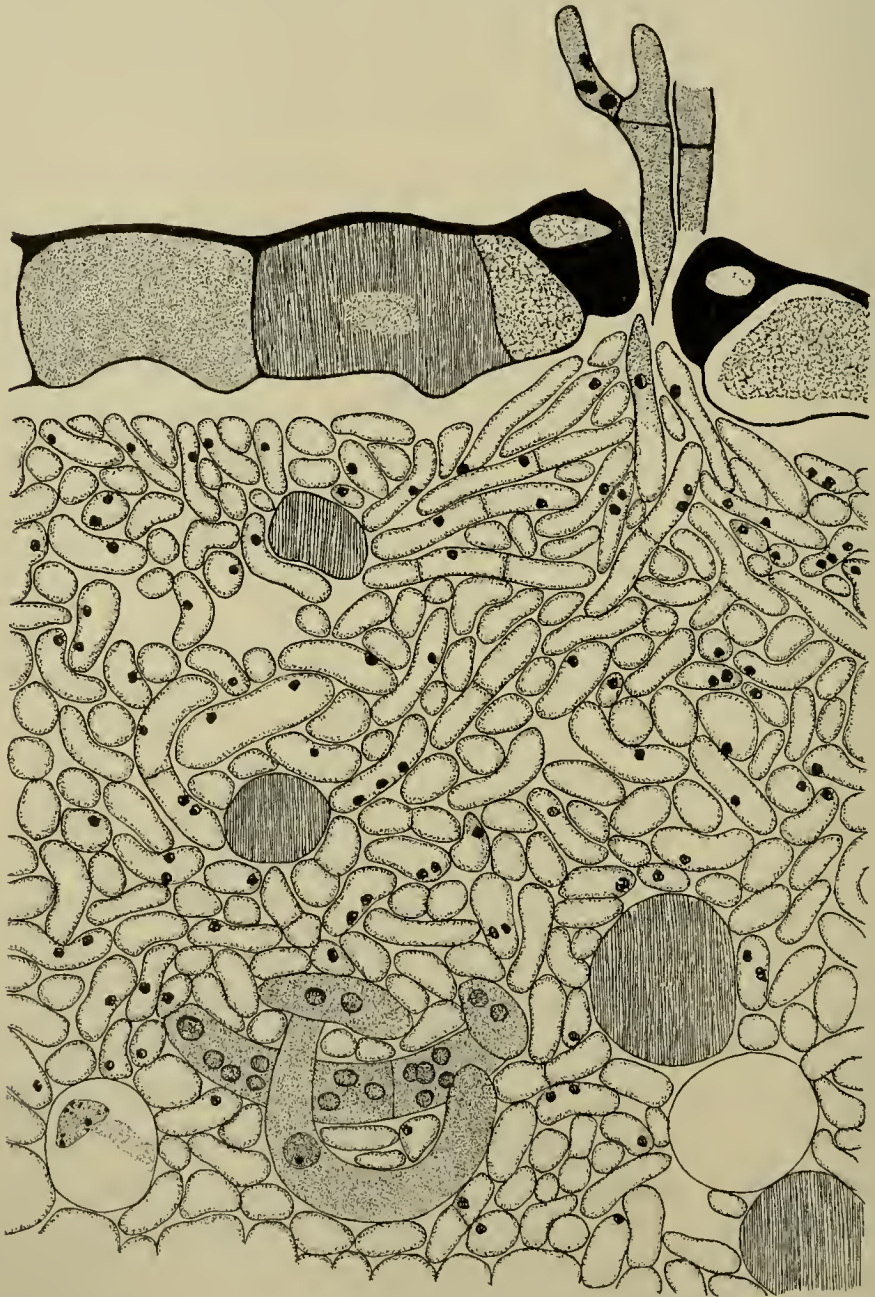


Fig. 1a. Schnitt durch ein jungliches Stroma von Polystigma. Untere Epidermis des Pflaumenblattes nach oben gerichtet. Unten links die Anfänge des Archikarps. Aus der Spaltöffnung kommen vegetative Hyphen.

ist auf den jüngeren Stadien sehr schwer zu erkennen. Fig. 1a und 1b stellen zwei aufeinanderfolgende Schnitte durch eine derartige junge Anlage dar. Mit Sicherheit läßt sich nur sagen,

daß man Zellen mit zahlreichen kleinen und solche mit wenigen großen Kernen feststellen kann. Weiter ist es sicher, daß auf diesem Stadium noch keine Trichogyne vorhanden sind. Die Hyphen, die auf Fig. 1a aus der Spaltöffnung hervorragen, sind rein vegetativer Natur. Das zeigt sich nicht nur daran, daß sie keine Verbindung mit dem Archikarp haben, sondern vor allem dadurch, daß sie schon da sind, wenn noch gar keine Archikarprien zu finden sind. Das wird auch von Blackman und Welsford betont und mit Abbildungen belegt. Die Hyphen haben offenbar ein großes Sauerstoffbedürfnis und drängen sich überall, wo es möglich ist, d. h. durch die Spaltöffnungen, an die Oberfläche.

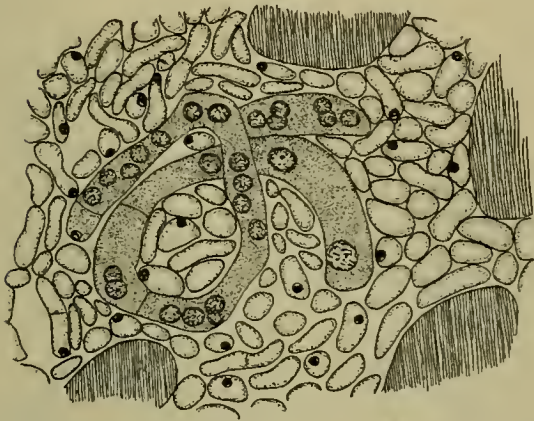


Fig. 1b. Nebenschnitt der Fig. 1a mit dem Rest des Archikarpanfangs.

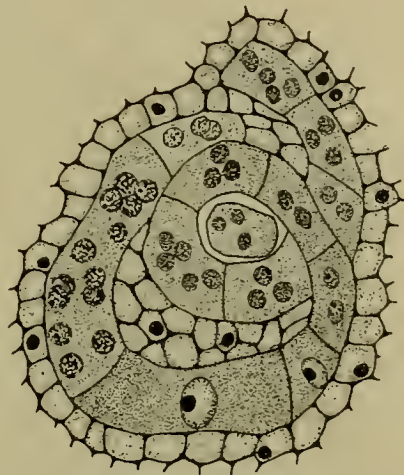


Fig. 2. Jungliches Archikarp, in dem bis auf die Trichogyne schon alle wesentlichen Teile ausgebildet sind.

Das vegetative Mycel trägt in der Fig. 1 noch deutlichen Hyphencharakter, erst wenn es sich durch gegenseitigen Druck in ein Plektenchym verwandelt hat, ist auch das junge Archikarp so weit herangewachsen, daß man seine wichtigsten Teile nunmehr deutlich erkennen kann (Fig. 2). Wir finden jetzt eine Schraube, die mit einer kurzen, wenigkernigen Zelle aus dem Mycel entsteht (oben Mitte). Daran schließt sich (nach links) eine langgestreckte Zelle mit vielen kleinen Kernen. Es folgt eine ähnlich gebaute Zelle, die aber nur einen großen Kern enthält. Auch die nächste hat nur einen ziemlich großen Kern, ist aber sehr viel kürzer als die beiden vorhergehenden. Es

kommen nun zwei Zellen mit je zwei kleinen Kernen und dann geht die Schraube in Zellen mit einer unregelmäßigen Zahl kleiner Kerne über. Charakteristisch dafür ist, daß die Zahl der Kerne erst ansteigt und dann allmählich wieder sinkt. Ferner ist charakteristisch, daß der Nucleolus, der in den beiden einkernigen Zellen sehr groß und deutlich ist, in den kurzen

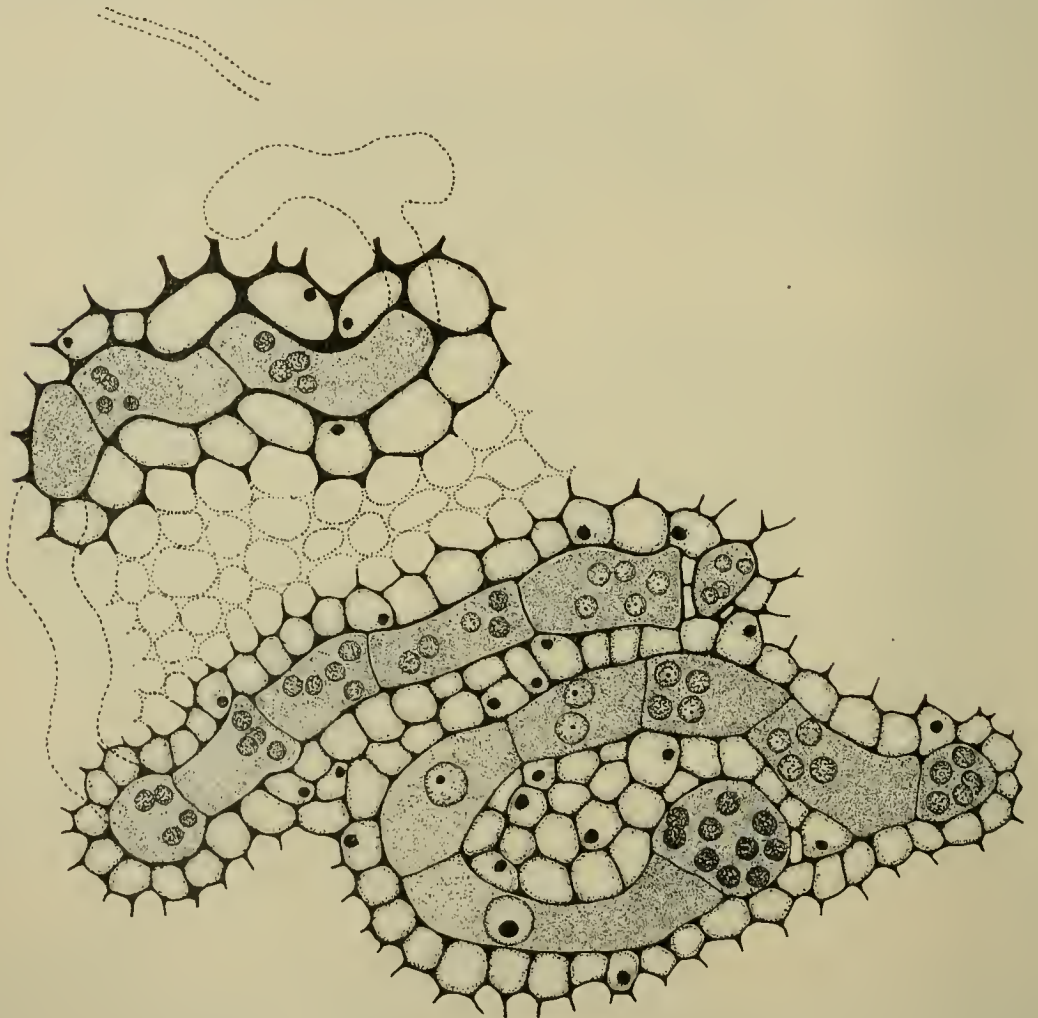


Fig. 3. Archikarp, das noch nicht völlig ausgewachsen ist, aber schon die Trichogyne gebildet hat.

Zellen mit den kleinen Kernen allmählich immer undeutlicher wird. Auch in der langen Zelle mit den vielen kleinen Kernen ist er schwer zu differenzieren, aber immer vorhanden. Das Ende der Schraube (Fig. 2 rechts oben) verliert sich wieder im vegetativen Gewebe, eine Trichogyne ist auch jetzt noch nicht zu finden. Wir haben also schon auf diesem Stadium drei Zellen, die in jedem Archikarp, welchen Alters es auch sei, in

der gleichen Anordnung auftreten: die lange Zelle mit vielen kleinen Kernen, die lange Zelle mit einem großen und die kurze Zelle mit einem großen Kern.

In Fig. 3 ist ein solches Archikarp etwas weiter entwickelt dargestellt. Wir haben wieder die langgestreckte einkernige Zelle (unten Mitte), ausgezeichnet durch einen Kern mit großem Nucleolus. Rechts davon ist die lange vielkernige Zelle angeschnitten. Sie ist senkrecht zu der einkernigen orientiert und deshalb nur quer geschnitten. Auf der anderen Seite schließt sich an die lange einkernige die kurze einkernige Zelle, dann eine zweikernige, worauf die unregelmäßig gebauten Zellen folgen. Diese sind jetzt zahlreicher als in den früheren Stadien und setzen sich nach oben in die sogenannte Trichogyne fort. Diese ist immer unregelmäßig hin und her gebogen, weshalb es sehr schwer ist, größere Stücke davon zu verfolgen. Bei dem in Fig. 3 gezeichneten Archikarp sind die nicht im Schnitt befindlichen Verbindungsstücke durch punktierte Linien bezeichnet. Auf den Bau der Trichogyne will ich erst eingehen bei der Schilderung des einzigen Falles, wo sie sich in ihrer ganzen Ausdehnung in demselben Schnitt befand. Es fällt in der Fig. 3 noch auf, daß die Zellen des vegetativen Mycel größer geworden sind, und daß das Archikarp keine regelmäßige Schraube wie in Fig. 2 bildet, sondern unregelmäßig hin und her gewunden ist.

Die drei bisher geschilderten Stadien fanden sich alle in Material, das Ende Juli oder Anfang August gesammelt war. Um diese Zeit sind also bei den meisten Archikarprien schon alle Elemente ausgebildet, was natürlich nicht ausschließt, daß besonders an den Rändern der Stromata noch ganz junge Stadien zu finden sind. Im Spätsommer und Herbst verändern sich die Archikarprien im allgemeinen nur insofern, als alle Zellen und entsprechend ihre Kerne größer werden. Im Dezember sind sie ausgewachsen. Fig. 4 zeigt, welche Größe sie dann erreicht haben und der Vergleich mit der ebenso orientierten Fig. 3 läßt ferner erkennen, daß dabei hauptsächlich die Breitenausdehnung der Zellen zunimmt. Hand in Hand damit geht eine Vergrößerung der vegetativen Zellen, was seinerseits wieder ein bedeutendes Dickerwerden des Stroma zur Folge hat.

Die Einzelheiten des Baues eines reifen Archikarps mögen die Figg. 5—7 illustrieren. Fig. 5 gibt eine gute Vorstellung davon, wie sich die Schraube aus dem vegetativem Gewebe differenziert. Wir sehen da die lange Zelle mit den vielen und kleinen Kernen. Ihre Kerne sind gegenüber dem Stadium der Fig. 2 nicht wesentlich gewachsen, sie haben aber jetzt einen deutlichen Nucleolus, der immer ganz dicht an die Kernmembran gedrückt ist. Manchmal ragt er sogar ein Stückchen über sie

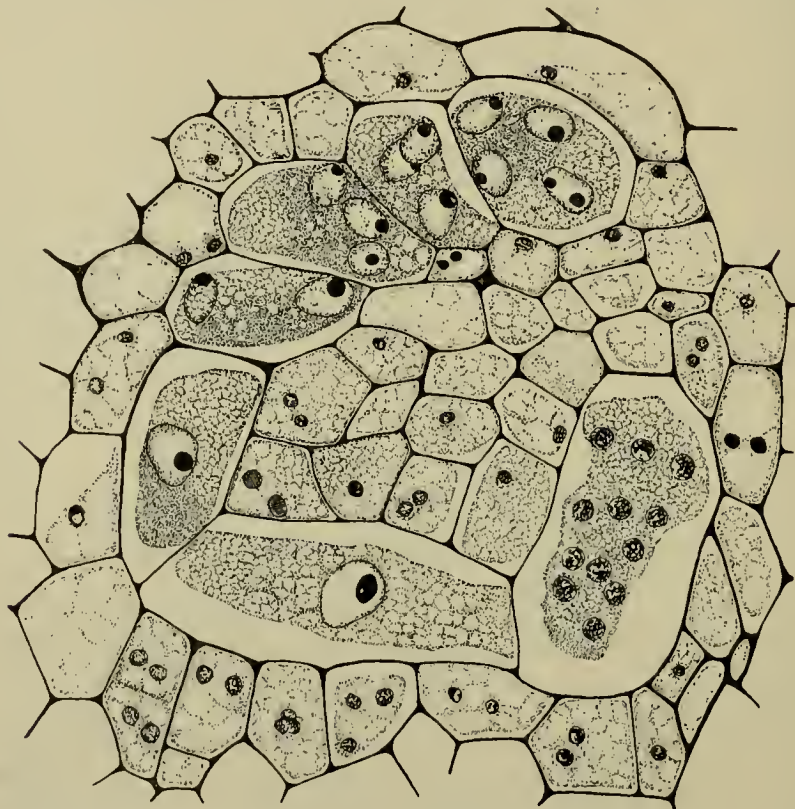


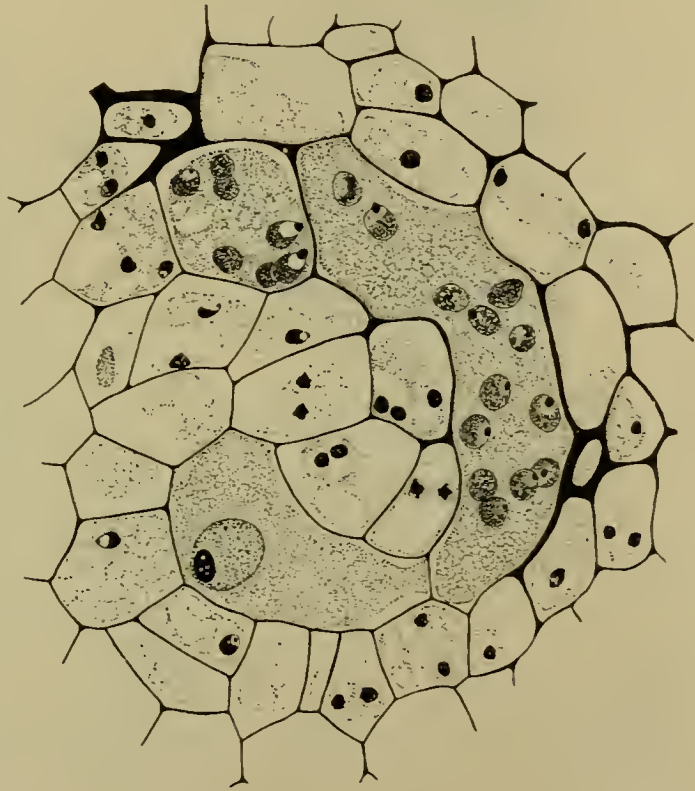
Fig. 4. Mittlerer Teil eines reifen Archikarps. Zellinhalt geschrumpft.

hinaus. Ob das auf mangelhafte Fixierung zurückzuführen ist, will ich dahingestellt sein lassen, möchte aber doch darauf hinweisen, daß ein solches Verhalten für die Pilzkernchen charakteristisch sein könnte. Man vergleiche nur die Bilder zu Harpers Phyllactiniaarbeit. Der Übergang der langen Zelle in das vegetative Gewebe wird durch eine Zelle vermittelt, die in ihrer Gestalt den vegetativen, in ihrem reichen Plasmagehalt und der Größe ihrer Kerne aber der langen vielkernigen gleicht (Fig. 5 links oben). An diesen Kernen fällt die birnenförmige Gestalt auf, wobei der Nucleolus immer in der Spitze sitzt. Diese

Kernform trifft man häufig in den vegetativen Zellen (Fig. 12 und 16a). Auch solche birnenförmigen Kerne sind in der mykologischen Literatur häufig abgebildet, z. B. bei Kniep.

Unten in der Mitte in Fig. 5 sieht man die lange vielkernige Zelle sich verschmälern und mit dem schmalen Ende an die lange einkernige Zelle ansetzen. Diese ist median getroffen in Fig. 6 dargestellt. Sie hat immer eine spindelförmige Gestalt: an beiden Enden verschmälert, in der Mitte etwas angeschwollen und dabei fast immer leicht gekrümmt. So ist sie in ausge-

wachsenen Archikarpipien, wenn der Schnitt nur einigermaßen median gegangen ist, gar nicht zu verkennen. In der angeschwollenen Mitte liegt der große Kern, der im Gegensatz zu den kleinen Kernen der vielkernigen Zelle arm an Chromatin ist. Sonst ist seine Struktur, abgesehen davon, daß der Nucleolus auch hier immer an die Kernmembran gedrückt zu sein scheint,



sehr variabel. Das Chromatin kann zu zarten Fäden ausgesponnen, es kann körnerförmig über die ganze Kernhöhle verbreitet, oder auf die Nähe der Kernmembran beschränkt sein. Ob sich die Struktur gesetzmäßig ändert, habe ich nicht ermittelt.

An die lange einkernige Zelle schließt sich nun regelmäßig eine kürzere einkernige (Fig. 6 oben, Fig. 4 Mitte links). In bezug auf den Kern sind beide nicht zu unterscheiden, die kürzere weist aber nie die charakteristische Spindelgestalt der langen Zelle auf. Die auf die zweite einkernige Zelle folgenden

werden immer kürzer und dicker (Fig. 4, 6, 7 a). Ihre Kernzahl ist schwankend. Gewöhnlich ist die nächste gleich zweikernig (Fig. 4, 6, 7 a), nicht selten folgen aber auch noch mehrere einkernige, so daß im ganzen bis zu fünf einkernige Zellen vorhanden sein können. Wieviel man davon aber auch zählen mag, immer wird die Reihe von einkernigen Zellen abgeschlossen durch eine, die zwei Kerne enthält. Von dieser Regel wüßte ich keine einzige Ausnahme zu nennen. Die zweikernige Zelle ist gewöhnlich nur einmal vertreten (Fig. 4). An sie schließen

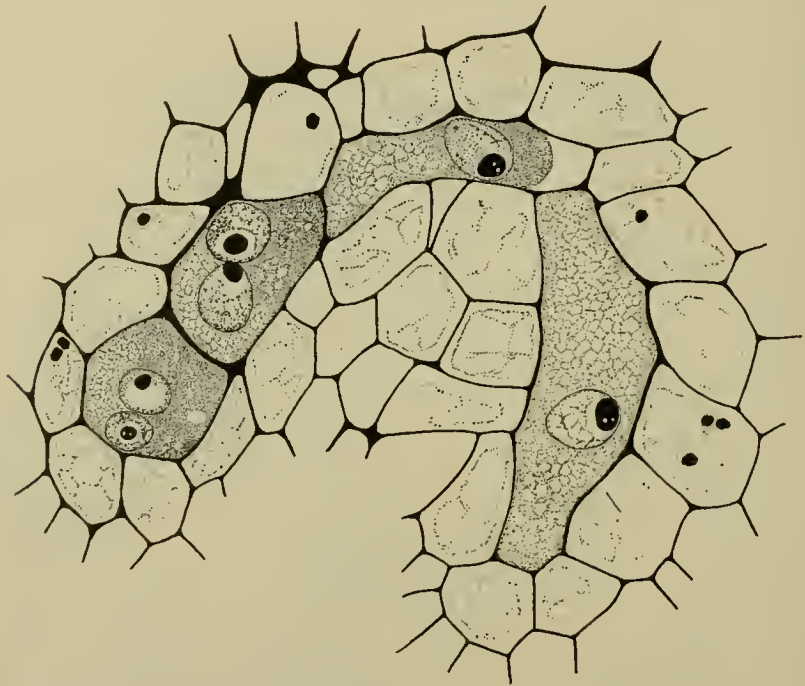


Fig. 6. Der Teil eines reifen Archikarps, der sich an den in Fig. 5 dargestellten Teil anschließt. Die einkernige Zelle rechts entspricht der einkernigen Zelle in Fig. 5.

sich breite, tonnenförmige Zellen an, deren Kernzahl unregelmäßig, aber um so größer ist, je weiter die betreffende Zelle von den einkernigen entfernt liegt (Fig. 4 und 7 a).

Die Fig. 7 a stellt denjenigen Teil eines reifen Archikarps dar, von dem die Trichogyne abgehen. Oben rechts sieht man die letzte einkernige Zelle, auf die eine zweikernige, eine dreikernige usw. folgen. Man sieht ferner, daß die Kerne um so kleiner werden, je zahlreicher sie auftreten. An der Stelle, wo die Kerne annähernd so klein geworden sind wie die in der langen vielkernigen Zelle (vgl. Fig. 7 a mit 5), verzweigt sich

das Archikarp, ein Ast geht nach links oben und einer zweigt unten in der Mitte ab. Der linke Ast wurde nur wenige Zellen weit verfolgt, sie zeigen, daß seine Zellen sehr schnell schmaler werden. Der untere Ast, von dem in Fig. 7 a nur eine Zelle getroffen ist, konnte in dem danebenliegenden Schnitt fast seiner ganzen Länge nach verfolgt werden (Fig. 7 b und c).

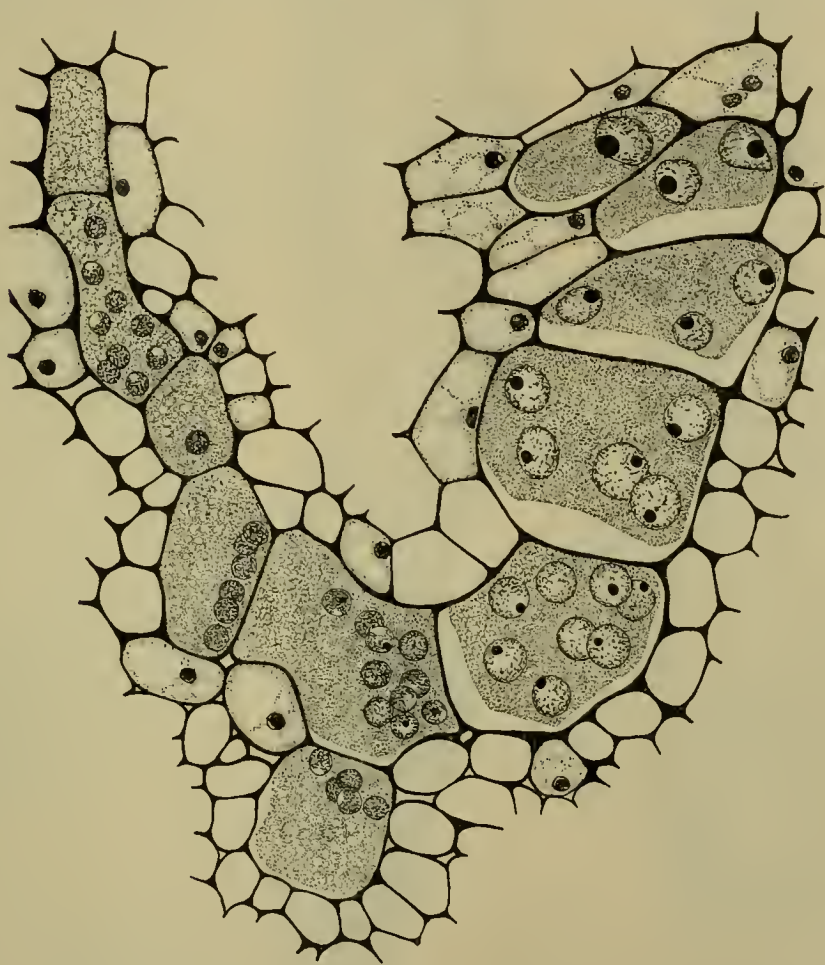


Fig. 7 a. Der Teil eines reifen Archikarps, von dem die Trichogyne ausgehen. Die wenigkernigen Zellen rechts oben schließen sich an solche Zellen an, wie sie in Fig. 6 links dargestellt sind. Die Trichogynäste sieht man nach links oben und nach unten abgehen.

In Fig. 7 b ist oben noch einmal die Zelle angeschnitten, von der in Fig. 7 a die beiden Trichogyne ausgehen. Darauf kommen die eigentlichen Trichogynezellen, die immer schmaler werden, je mehr sie sich der Blattoberfläche nähern. Fig. 7 c ist nur des Platzmangels wegen von 7 b getrennt. In dem betreffenden Schnitt setzt sich die Zelle 7 c oben direkt an die Zelle 7 b

unten. Fig. 7c zeigt, daß sich die Trichogyne noch einmal verzweigt, der Lauf des neuen Seitenzweiges konnte aber nur auf kurze Strecke fest-



Fig. 7b.



Fig. 7c.

Die in Fig. 7a nach unten abgehende Trichogyne.

gerichtet war. Was der Grund für diese Ausnahme, die ich nur dies eine Mal beobachtet habe, war, kann ich nicht sagen.

auf kurze Strecke festgestellt werden. Auch der Hauptast verlief sich dicht unter der Epidermis, ohne daß ich sein Ende hätte beobachten können. Gleichwohl stellt dieser Fall die deutlichste Trichogyne dar, die mir zu Gesicht gekommen ist. Das liegt hauptsächlich an ihrer geraden Gestalt, während sie sonst immerhin und her gewunden sind (Fig. 3). Eine weitere Schwierigkeit besteht gewöhnlich darin, daß neben der Trichogyne noch eine Reihe anderer Hyphen zu der Spaltöffnung hinstreben, von denen sie meistens gar nicht zu unterscheiden ist. In dem abgebildeten Falle nun wuchs die untere Trichogyne nicht nach einer Spaltöffnung hin, sondern hatte sich nach der Blattoberseite hingewandt, während die linke normal nach unten

Jedenfalls hatte das den Vorteil, daß die zarte Trichogyne sich von dem vegetativen Gewebe gut abhob, weil dieses hier plektenchymatisch ausgebildet war mit stark gequollenen Wänden. Was die Kerne der Trichogyne anbelangt, so sind sie klein, ohne deutlichen Nucleolus, liegen fast immer zu mehreren in einer Zelle und häufig in der Nähe der zum Archikarp hinggerichteten Querwand (s. auch Fig. 3). In den meisten Fällen gehen, wie in Fig. 7a, mehrere Tricho-

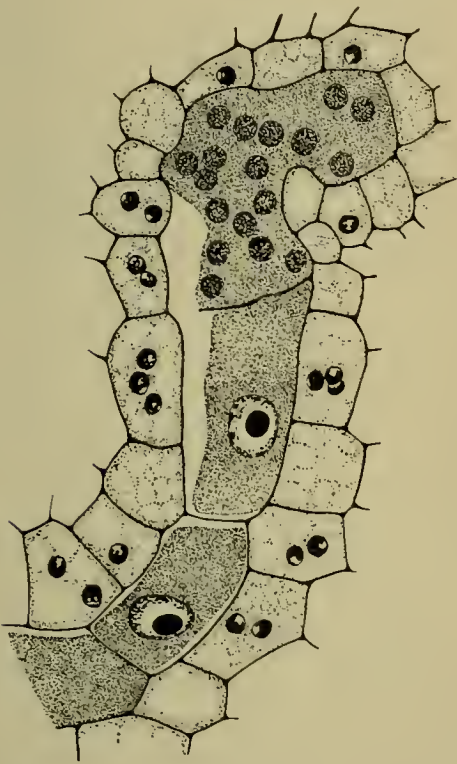


Fig. 8. Antheridium und Askogonium mit einer dünnen Stelle in der trennenden Wand.

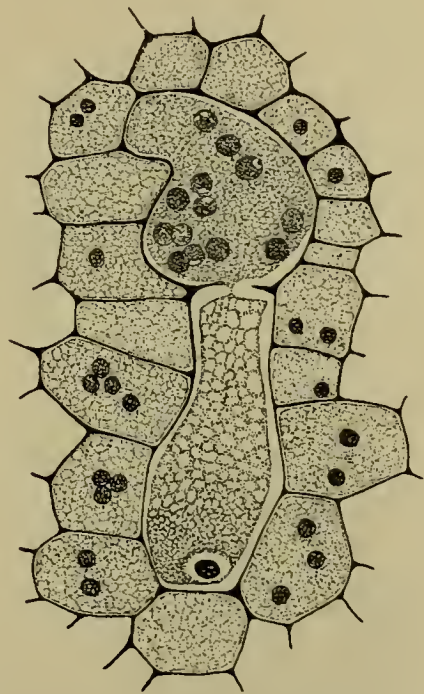


Fig. 9. Wand zwischen Antheridium und Askogonium ist durchbohrt.

gyne von einem Archikarp aus und diese sind häufig noch wieder verzweigt (s. auch Fig. 3). Ich betone das ausdrücklich, weil Blackman und Welsford die verzweigte Trichogyne für eine Ausnahme halten.

Im übrigen kann ich mich ihrer Meinung, daß die Trichogyne als Befruchtungsorgan keine Bedeutung haben, nur anschließen. Während aber die genannten Autoren für ihre Behauptung nur negative Gründe anführen können — sie konnten die Trichogyne nur sehr selten bis an die Oberfläche verfolgen,

sie haben in den Spermastien Anzeichen von Degeneration entdeckt, und nichts beobachtet, was auf eine Befruchtung hindeutete — glaube ich im folgenden zeigen zu können, wo die Befruchtung in Wirklichkeit vor sich geht.

Befruchtung und Entwicklung der askogenen Hyphen.

Für den Sexualakt sind nur die beiden Zellen von Wichtigkeit, die ich als die lange vielkernige und die lange einkernige

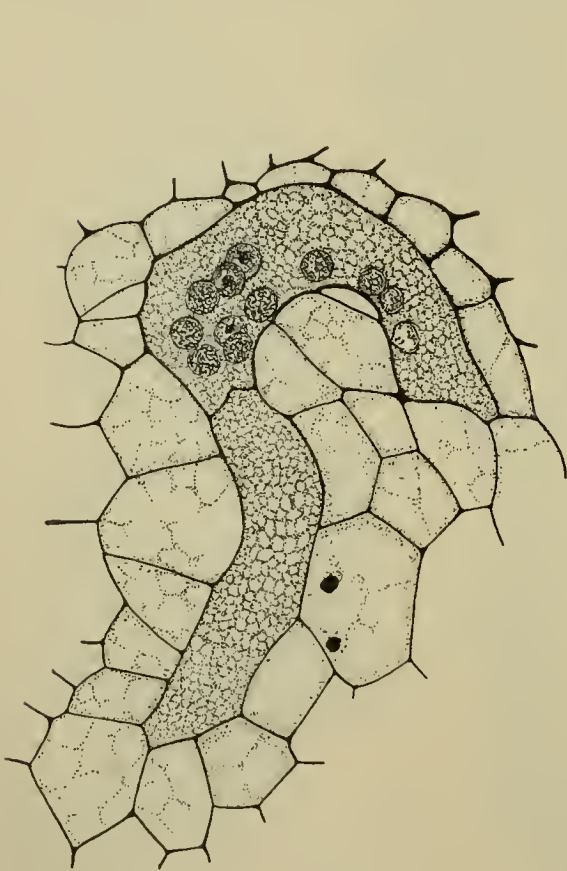


Fig. 10a.

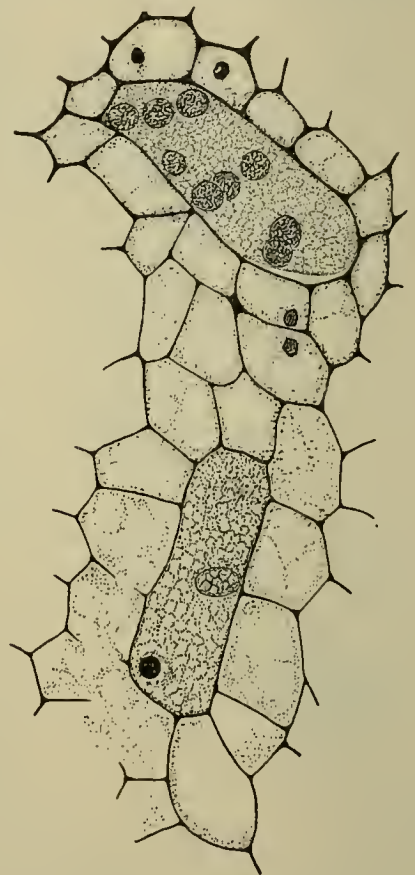


Fig. 10b.

Zwei nebeneinander liegende Schnitte durch das Askogonium und Antheridium kurz nach dem Eintritt des männlichen Kerns.

bezeichnet habe. Ich werde sie fortan ihrer Funktion entsprechend als Antheridium und Askogonium bezeichnen. Wenn man die Wand, die diese beiden Zellen trennt, auf einem Querschnitt, der sie genau senkrecht getroffen hat und der außerdem gerade durch ihre Mitte gegangen ist, zu Gesicht bekommt, so findet man in ihr eine dünne Stelle. Fig. 8 stellt ein solches Bild dar. Das Archikarp ist noch nicht völlig ausgewachsen,

was man besonders daran erkennt, daß das Askogon noch nicht die bezeichnende spindelförmige Gestalt angenommen hat. Die Wand zwischen Askogon und Antheridium ist auf der linken Seite durch das Messer losgerissen, sonst aber unversehrt und man sieht die Wandverdünnung in ihrer Mitte sehr deutlich.

An dieser vorgebildeten Stelle tritt dann bei Beginn des Sexualaktes eine Öffnung auf (Fig. 9). Der Zellinhalt ist in dem betreffenden Präparat leider etwas geschrumpft, aber es ist doch ein vom Antheridium ins Askogonium verlaufender Plasmastrang klar zu erkennen.

Von den zahlreichen Kernen des Antheridiums wandert nun ein einziger auf dieser Plasmabrücke in das Askogon. Ein Präparat, in dem der männliche Kern gerade in der Wandöffnung lag, habe ich nicht gefunden. In der Fig. 10a und b ist nach zwei nebeneinander liegenden Schnitten das jüngste Stadium der Kerneinwanderung wiedergegeben, das ich zeigen kann. In Fig. 10a sieht man oben das stark gekrümmte Antheridium und unten die Umrisse des Askogons. Die beiden Sexualkerne lagen im Nebenschnitt (Fig. 10b), wo oben noch ein Teil des Antheridiums zu sehen ist und unten der Teil des Askogons, der die Kerne enthält. Welches der weibliche und welches der männliche Kern ist, dürfte nicht zweifelhaft sein. An dem großen Nucleolus ist der weibliche Kern deutlich zu erkennen. Seine ungewohnte Lage im hinteren Ende des Askogons, während er vorher immer in der Mitte lag, ist ein Charakteristikum des Stadiums der Kerneinwanderung. In Fig. 9, 10b und 11 findet sich immer wieder die Erscheinung, daß der weibliche Kern an der dem Antheridium abgewandten Wand liegt. Eine weitere Eigentümlichkeit dieses Stadiums ist, daß seine Kernmembran undeutlich wird. Schon in Fig. 9 ist das zu konstatieren, in Wirklichkeit noch besser, als das in der Zeichnung wiedergegeben werden konnte. Im Augenblick der Einwanderung des männlichen Kernes ist von der Kernhöhle überhaupt kaum etwas zu erkennen (Fig. 10b). Erst allmählich wird dann die Kernwandung neu gebildet (Fig. 11 und 12). Auch die Kerne des Antheridiums zeigen im Augenblick der Kerneinwanderung auffällige Veränderungen. Sie sind etwas vergrößert und zeigen eine viel deutlichere Ausbildung ihrer

Chromatinelemente. Vorher war ihre Struktur immer punktförmig. Jetzt kann man einzelne dickere Fäden unterscheiden. Dafür ist der Nucleolus nicht mehr sicher zu erkennen, aber wohl nur, weil er von den Chromatinfäden verdeckt ist, denn später (Fig. 11, 12) tritt er wieder auf. Diese Veränderungen zeigen alle Antheridiumkerne gleichmäßig. Das scheint mir darauf hinzudeuten, daß sie alle gleichwertig, d. h. alle zur

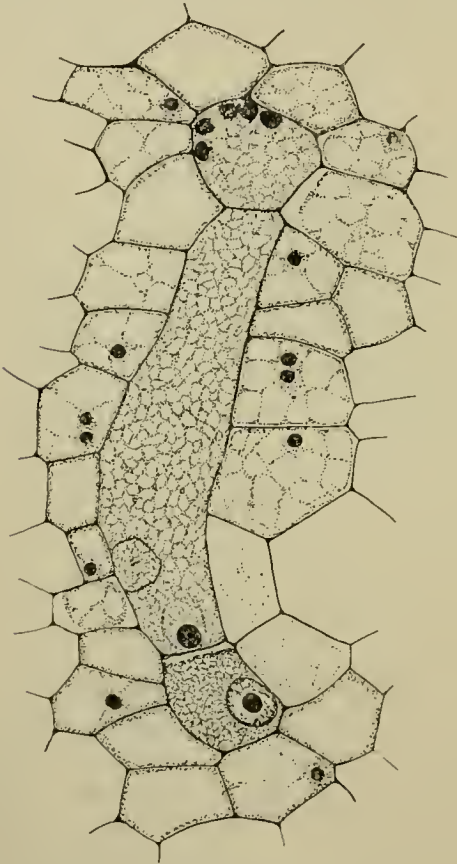


Fig. 11.

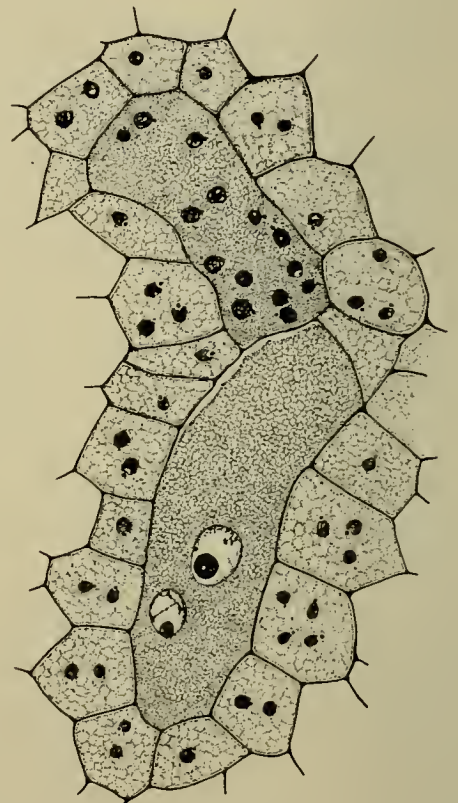


Fig. 12.

Zwei weitere Stadien der Befruchtung.

Befruchtung befähigt sind. Welchem von den männlichen Kernen es gelingt, in das Askogon einzudringen, dürfte allein vom Zufall abhängen. Sobald die Einwanderung erfolgt ist, wird, wie es scheint, die Wandöffnung sofort geschlossen. Wenigstens ist in Fig. 10a, b, von der ich glaube, daß der männliche Kern erst vor ganz kurzer Zeit eingewandert ist, schon wieder eine ununterbrochene Wand vorhanden. Daß sie ganz frisch gebildet ist, zeigt sich daran, daß sie nicht durch Orange-G gelb gefärbt ist, sondern durch das Hämatoxylin

dunkelblau. Außerdem hat sie noch eine etwas körnige Struktur, was in der Zeichnung allerdings nicht recht zum Ausdruck kommt. Der männliche Kern ist in Fig. 10b noch nicht viel größer als seine im Antheridium zurückgebliebenen Geschwister. Er hat eine ovale Gestalt angenommen, wodurch sein einer Durchmesser länger und sein anderer etwas kürzer wird. Seine Struktur ist lockerer geworden, aber er ähnelt seinen Geschwistern noch darin, daß er einen sehr undeutlichen Nucleolus besitzt.

In Fig. 11 ist der Antheridiumkern ganz dicht an den weiblichen Kern herangerückt und dabei erheblich gewachsen. Von dem Nucleolus sieht man erst ein paar Körnchen, die sich in der Mitte zu sammeln beginnen und in einem zartmaschigen Chromatinnetz liegen. Die Kernmembran ist deutlich ausgebildet, aber nicht ganz gleichmäßig gewölbt. Der weibliche Kern liegt noch an derselben Stelle, fängt aber schon wieder an, eine Kernhöhle auszubilden. Die Wand zwischen Askogon und Antheridium ist völlig wieder hergestellt. Die Fig. 11 zeigt weiter, daß die auf das Askogon folgende einkernige Zelle ihren Kern noch ganz unverändert enthält. Dasselbe war in allen anderen Archikarprien der Fall, bei denen ich zweikernige Askogone getroffen habe. Außerdem habe ich niemals zwischen Askogon und der nächsten einkernigen Zelle eine Öffnung oder eine dünne Wandstelle gesehen, noch habe ich in der zweiten einkernigen Zelle eine Teilung beobachtet. Ich halte deshalb die Möglichkeit, daß der zweite Askogon aus dieser und nicht aus dem Antheridium stamme, für ausgeschlossen.

Das nächstältere Stadium ist in Fig. 12 dargestellt. Die beiden Askogonkerne befinden sich wieder auf der Wanderung nach der Mitte. Diesmal ist der weibliche Kern voran, er hat jetzt seine alte Größe und seine deutliche Membran wieder bekommen. Der männliche Kern ist noch etwas kleiner, aber er hat schon einen deutlichen Nucleolus und auch sonst eine ähnliche Struktur wie der weibliche Kern. Die im Antheridium zurückgebliebenen Kerne sind bald, nachdem die Öffnung zwischen Antheridium und Askogon geschlossen ist, wieder kleiner geworden (vgl. Fig. 10 mit 11—13).

Auffallend ist die Veränderung, die mit dem Plasma des Askogons jetzt vor sich geht. Seine Struktur war in jüngeren

Stadien sehr dicht, fast körnig (s. Fig. 3 und 8). Im reifen Archikarp wird sie dann wabig mit ziemlich großen Maschen (Fig. 6, 9, 10, 11). Erst in dem Stadium der Fig. 12, wenn die Einwanderung des männlichen und die damit verbundenen Veränderungen beendet sind, werden die Plasmamaschen wieder kleiner. Dieselbe Erscheinung zeigt sich in den vegetativen Zellen, wo gleichzeitig auch die Kerne in neue Teilungen einzutreten scheinen (vgl. Fig. 11 und 12). Während man die Auflockerung des Plasmas in der Reifezeit des Archikarps un-

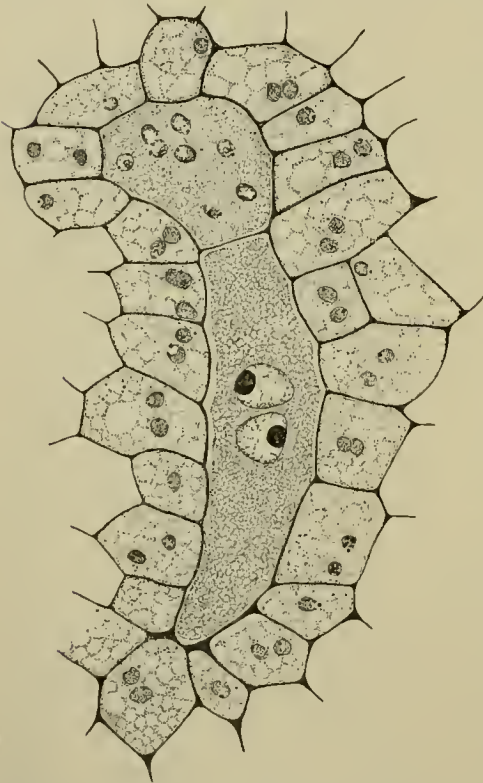


Fig. 13. Das Askogonium und Antheridium nach völliger Ausbildung des konjugierten Kernpaares.

gezwungen durch das Größerwerden der Zellen erklären wird, kann man das Dichterwerden des Plasmas, verbunden mit den Kernteilungen bei gleichbleibendem Zelldurchmesser, nur als ein Zeichen erhöhter Lebenstätigkeit auffassen. Da diese nach einer langen Ruheperiode gleich nach der Wanderung des männlichen Kerns in das Askogon eintritt, dürfte man nicht fehlgehen, wenn man beide Ereignisse in einen ursächlichen Zusammenhang bringt: Der Sexualakt regt nicht nur das Askogon, sondern auch die vegetativen Zellen, aus denen später die Paraphysen hervorgehen, zu neuem Wachstum an.

In Fig. 13 ist nun endlich der männliche Kern so stark herangewachsen, daß man ihn von dem weiblichen nicht mehr unterscheiden kann. Beide liegen nebeneinander in der Mitte des Askogons. Das Bild unterscheidet sich sonst nicht wesentlich von dem Stadium der Fig. 12. Das einzige, was zu erwähnen wäre, ist daß die Kerne im Antheridium teilweise wie korrodiert erscheinen. Vielleicht ist das schon ein Anfang der Degeneration. Es folgt nämlich jetzt das Stadium, in dem alle Zellen des Archikarps bis auf das nunmehr zweikernige Askogon zugrunde gehen.

Blackman und Welsford sind, wie ich in der Einleitung erwähnte, der Ansicht, daß das ganze Archikarp degeneriert. Diese Auffassung ist nur verständlich durch die großen Lücken, die ihre Darstellung enthält. Die beiden Autoren sind sich vor allem über den Bau des Archikarps gar nicht klar geworden. Sie bilden zwar die einzelnen Zellen fast alle ab, aber ohne ihren Zusammenhang zu erkennen. So zeigen sie in Fig. 15 das Antheridium und ein Stück des Askogons, von dem der Kern weggeschnitten ist. In Fig. 16b findet man einige der kurzen einkernigen Zellen. In Fig. 12 und 13 ist ungefähr der Teil des Archikarps wiedergegeben, den man in meiner Fig. 7a abgebildet findet. Über den Bau des ganzen führen sie aber, nachdem sie sich über die Trichogyne eingehend verbreitet haben, nur folgendes aus: »The number and size of the cells which make up the ascogonium is very variable, but the majority of the cells are multinucleate, a few uninucleate cells being occasionally found. The basal cell, which connects the ascogonium (so nennen B. und W. das ganze Archikarp) with an ordinary vegetative hypha, is commonly larger than the others and contains a number of small nuclei (Fig. 15); the majority of the other cells contain about four nuclei.« Es ist ihnen also entgangen, daß an das Antheridium — die von ihnen erwähnte »basal cell« — das vor der Befruchtung regelmäßig einkernige Askogon anschließt. Es konnte ihnen daher auch nicht auffallen, daß dieses später zweikernig wird, und der ganze Sexualakt mußte von ihnen unerkannt bleiben. Als sie dann auf späteren Stadien große Teile des Archikarps abgestorben fanden, lag die Annahme nahe, daß es sich dabei um alle Zellen handele, und daß die askogenen Hyphen völlige Neubildungen seien. Diese Vorstellung wird aber dadurch hinfällig, daß ich im folgenden zeigen kann, daß die askogenen Hyphen im deutlichen Zusammenhang mit den Resten des Archikarps stehen.

Schon auf dem Stadium der Fig. 13 machen einzelne von den mehrkernigen Zellen am Ende des Archikarps, die in den Nebenschnitten lagen, den Eindruck, als ob sie absterben wollten. Der Zellinhalt speichert begierig die Farbe, so daß sich die Kerne nicht mehr differenzieren lassen. Gleichzeitig findet man häufig Verquellung der Querwände zwischen den mehrkernigen

Archikarpzellen, so daß diese Wände auf dem Querschnitt ungefähr wie bikonvexe Linsen aussehen. Ähnliche Erscheinungen beobachtet man ja in der Trichogyne von *Collema* nach der Befruchtung. Dort geht aber immer ein Stadium voraus, in dem sämtliche Querwände der Trichogyne durchbohrt sind. Davon ist bei *Polystigma* nichts zu finden. Ich habe in keinem Archikarp irgendwo eine Öffnung in den Wänden gesehen, abgesehen von dem Loch zwischen Antheridium und Askogon. Ich kann darauf verzichten, solche degenerierten Archikarprien besonders abzubilden, weil Blackman und Welsford das schon

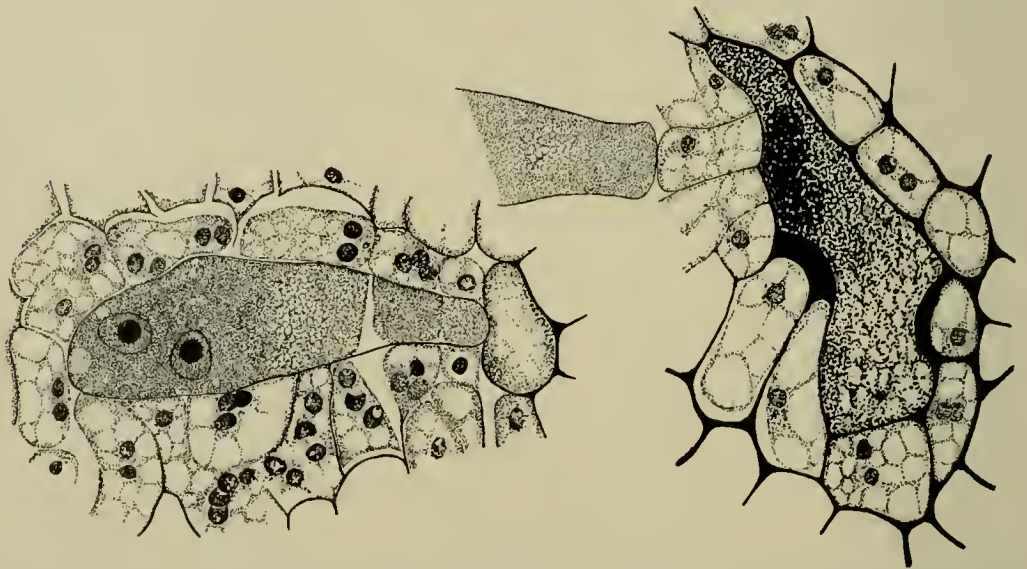


Fig. 14a. Askogonium beim Beginn der Paraphysenbildung.

Fig. 14b. Das anschließende Antheridium im Begriffe abzusterben.

getan haben. Das Absterben der Zellen schreitet von der Trichogyne nach dem Askogon zu fort. Das Stadium, in dem nur noch dieses übrig geblieben ist, findet sich in Fig. 14a und b dargestellt. In Fig. 14a sieht man das Askogon noch in seiner charakteristischen spindelförmigen Gestalt. Auffallend ist, daß sein Plasma noch dichter geworden ist, und daß die Membran der beiden Kerne wieder anfängt, undeutlicher zu werden. Nach wie vor sind sie voneinander getrennt, eine Verschmelzung der beiden Sexualkerne tritt im Askogon nicht ein. In seiner nächsten Umgebung macht sich bereits ein lebhaftes Wachstum bemerkbar. Die Membranen der vegetativen Zellen sind dort außerordentlich dünn, so daß sie an manchen Stellen

überhaupt nicht zu erkennen sind. Auch die Form der Zellen ist verändert, sie beginnen sich aus einem Plektenchym wieder in Hyphen zu verwandeln. In Fig. 14b ist der Nebenschnitt gezeichnet. Die langgestreckte degenerierte Zelle ist wahrscheinlich das Antheridium, wenn auch sein Zusammenhang mit

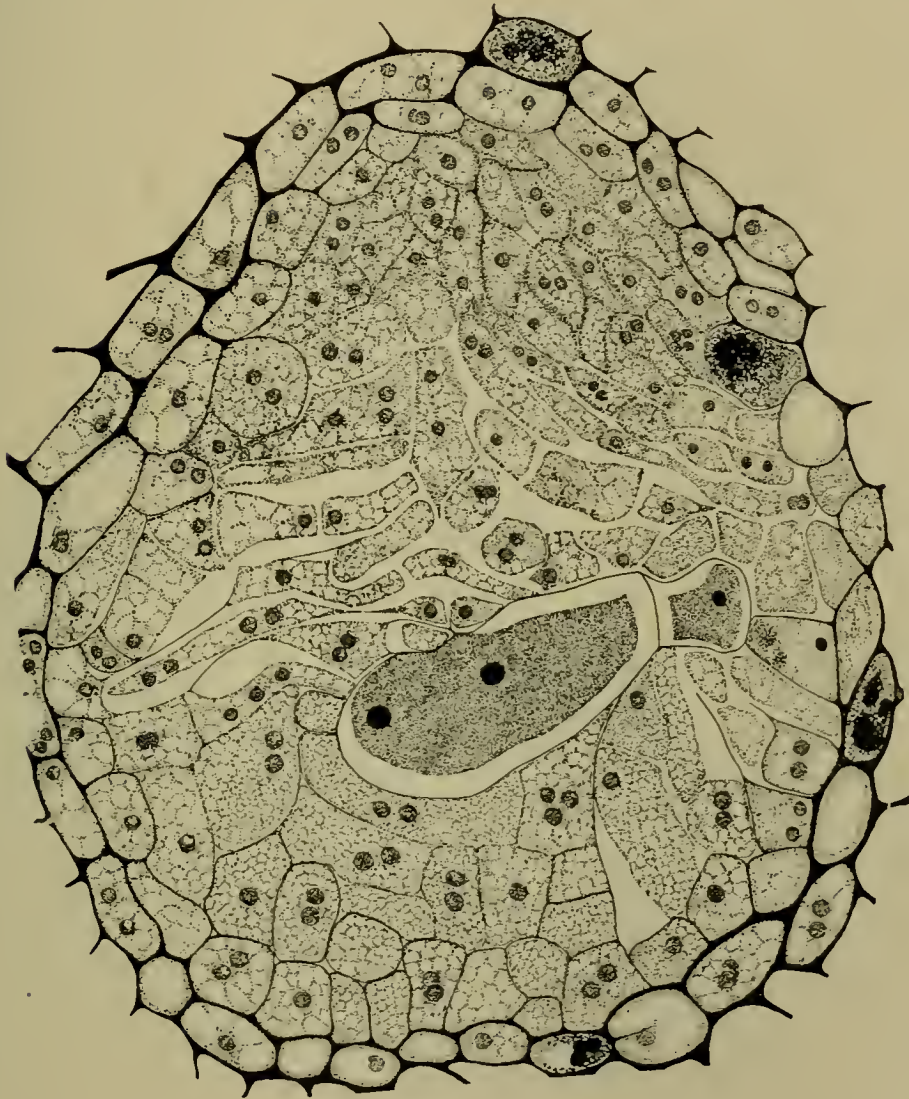


Fig. 15. Anfang der Perithezienbildung.

dem Askogon, von dem in Fig. 14b links noch ein Stück angeschnitten ist, nicht klar hervortritt. Reste von den anderen Zellen lagen in den übrigen Schnitten.

In der Umgebung des Askogons beginnen nun bald die vegetativen Hyphen sich in Paraphysen umzubilden. In Fig. 15 sieht man sie sich über dem Askogon wie die Sparren eines

Daches, oder die Finger einer gefalteten Hand ineinander schieben. Diese Wachstumstendenz ergreift allmählich immer höher liegende Teile und dabei stellen sich die Hyphen immer steiler senkrecht zur Oberfläche (Fig. 16a). Dadurch bekommt der das Archikarp umschließende vegetative Gewebekomplex, der vorher ziemlich gleichmäßig kugelig war, eine mehr birnförmige Gestalt. Das ist der Anfang der Peritheciumbildung, seine Erweiterung erfolgt dadurch, daß am Rande und vor allem oben immer neue Gewebeschichten aus ihrem plektenchymatischen Ruhezustande zu neuem Wachstum erweckt werden. Ihre dicken Membranen werden dünn, ihr Plasmagehalt nimmt zu, und ihre Kerne treten in Teilungen ein. So entwickelt sich die zunächst von Paraphysen erfüllte flaschenförmige Peritheciumhöhle, ohne daß Gewebeerzerrungen dabei eintreten. Eine Folge des lebhaften Wachstums und der damit verbundenen Kernteilungen ist es, daß sich sehr häufig zwei Kerne in einer Zelle finden (Fig. 12—16).

Um die Entwicklung des vegetativen Fruchtteiles gleich erledigen zu können, habe ich das Schicksal des Askogons etwas vernachlässigt und muß noch einmal zurückgreifen auf Fig. 15. Hier liegt das Askogon noch in völliger Ruhe, trotzdem in seiner Umgebung die Paraphysenbildung schon eingesetzt hat. Es ist noch ausgezeichnet durch den starken Plasmagehalt und von den beiden Sexualkernen sieht man nur die großen Nukleolen. Schon in Fig. 14a war ja die Kernhöhle im Verschwinden begriffen, jetzt ist dieser Prozeß vollendet. Rechts von dem Askogon findet man eine kleine Zelle mit dem Rest eines Kernes. Das ist die, hier ausnahmsweise etwas länger erhaltene, auf das Askogon folgende einkernige Zelle. Reste von den übrigen Archikarpzellen findet man an vier Stellen, oben, unten und an der rechten Seite des Peritheciums.

Für das Studium der askogenen Hyphen und der jungen Asci ist *Polystigma*, wie schon Blackman und Welsford betonen, ein schlechtes Objekt. Leider war ich nicht so glücklich, die erste Kernteilung im Askogon aufzufinden. Daß sie wie alle folgenden in den askogenen Hyphen konjugierte Teilungen sein werden, glaube ich daraus schließen zu dürfen, daß ich in jungen Peritheciumanlagen häufig askogene Zellen mit je einem

Kernpaar gefunden habe. Aus verschiedenen Gründen ist es allerdings sehr schwierig, die askogenen Hyphen auf längere Strecken zu verfolgen. Vor allem, weil sie ganz unregelmäßig hin- und hergekrümmt sind. So mußte ich z. B. die in Fig. 16a und b dargestellte Hyphe aus vier aufeinander folgenden Schnitten

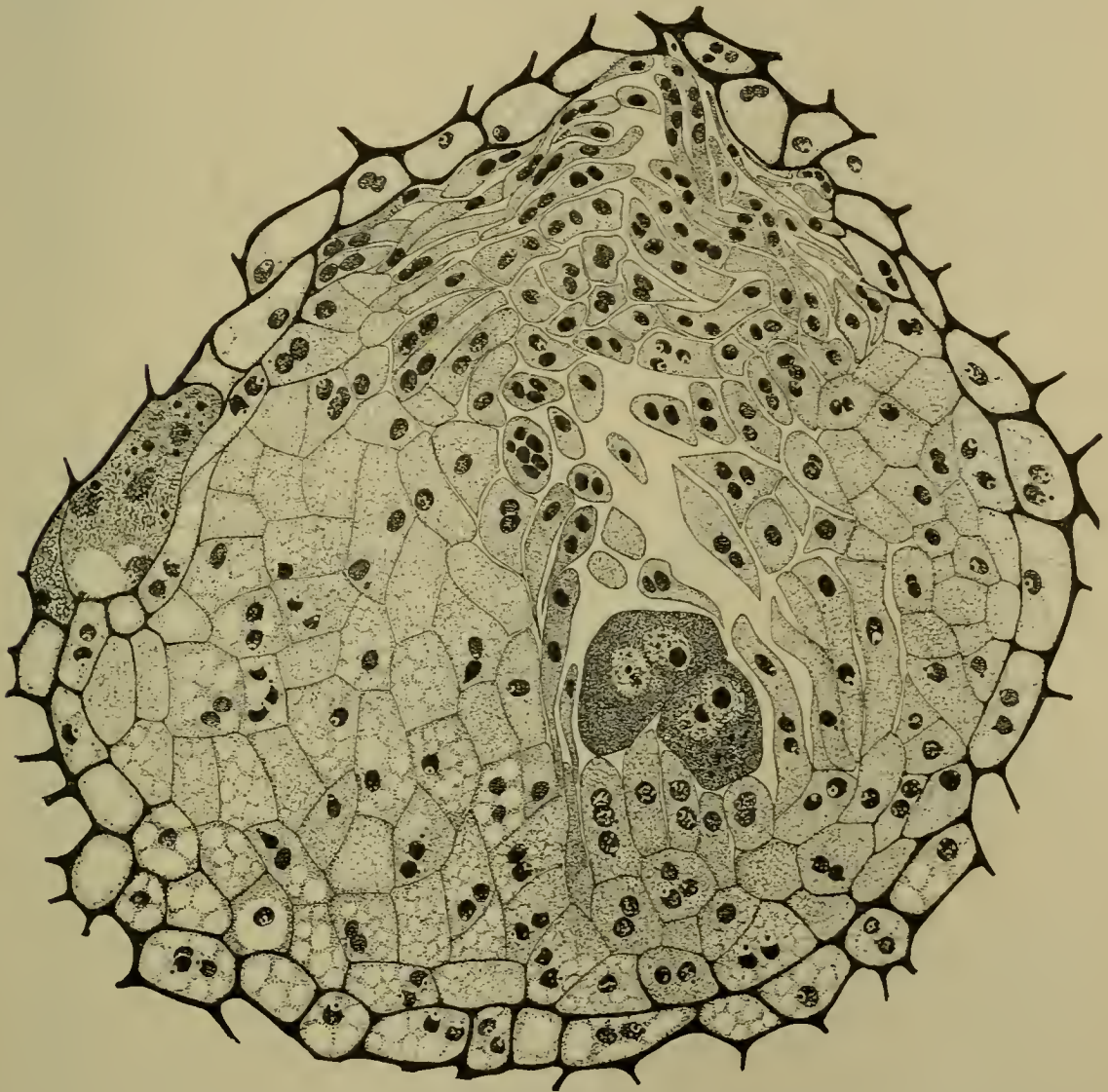


Fig. 16a. Askogene Hyphe in einem jungen Perithecium. Links in der Mitte das abgestorbene Antheridium.

kombinieren. In dem in Fig. 16a wiedergegebenen Schnitt sind die beiden Endzellen mit je zwei Kernen deutlich zu erkennen. Der von dem einen Kern fehlende Nucleolus findet sich in dem Nebenschnitt (Fig. 16b). In diesem Nebenschnitt liegt noch die rechte Hälfte der in Fig. 16b in der Mitte liegenden langen

Zelle. Das Messer hat diese Zelle in der Richtung der punktierten Linie 3 getroffen, so daß der Nucleolus des einen Kernes erst im dritten Schnitt zu sehen ist. Dieser geht bis zu der punktierten Linie 2. Von da bis zur Linie 1 reicht der vierte Schnitt, welcher noch eine kurze Zelle mit einem degenerierten und einem leidlich normalen Kerne enthält. Diese Zelle setzt an eine langgestreckte mit degeneriertem Inhalt an, die sich durch alle vier Schnitte verfolgen läßt. In Fig. 16b ist ihre Verbindung mit der askogenen Hyphe festzustellen. In Fig. 16a findet sie sich in der Mitte des linken Peritheciumrandes wieder. Sie enthält noch an verschiedenen Stellen deutliche Reste von vielen kleinen Kernen, was auch in Fig. 16a zu erkennen ist,

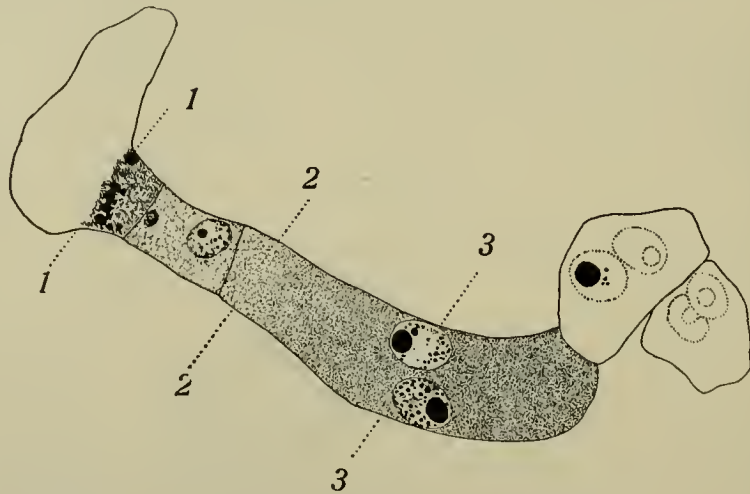


Fig. 16b. Verbindung zwischen dem Antheridium und den askogenen Zellen, die in Fig. 16a zu sehen sind.

und ist offenbar das abgestorbene Antheridium. Es läßt sich also mit Sicherheit feststellen, daß die in Fig. 16 wiedergegebene askogene Hyphe in Verbindung mit dem Archikarp steht. Damit dürfte die Vorstellung vom vegetativen Entstehen der askogenen Hyphen, wie sie Blackman und Welsford entwickelten, als unrichtig erwiesen sein.

Außer wegen ihrer unregelmäßigen Gestalt sind die askogenen Hyphen deshalb so schwer zu studieren, weil sie von hinten her entleert werden. Man findet sehr häufig junge Perithechien mit großen fast inhaltslosen Zellen, die sichtlich entleerte askogene Hyphen vorstellen. Die funktionierenden Zellen der askogenen Hyphen sucht man in solchen Perithechien nicht

selten vergeblich, da die Paraphysen aber lebenskräftig aussehen, so wird man annehmen dürfen, daß auch die askogenen Hyphen lebendig sind. Wahrscheinlich werden sie, während sie den Grund des Peritheciums durchwuchern, immer dünner, so daß man sie dann von dem vegetativen Gewebe nicht mehr unterscheiden kann. Ich sagte, daß die ersten Zellen der askogenen Hyphen beim Weiterwachsen der Spitzen entleert werden, sie erscheinen nämlich nicht wie die abgestorbenen Zellen des Archikarps mit dunklen Inhaltmassen erfüllt. Ich nehme deshalb an, daß die weiterwachsenden Hyphen den hinteren Zellen ihre Nährstoffe entziehen, und daß nur die Kerne absterben. Den Anfang dazu findet man in der ersten askogenen Zelle von Fig. 16b, wo ein Kern bereits degeneriert ist und der andere einen auffallend kleinen Nucleolus hat. Auch der Plasmahalt erscheint verringert zu sein. Wie schnell dann auf späteren Stadien die Zellen entleert werden, zeigt die Fig. 17, wo nur die letzte Zelle mit Plasma gefüllt ist und zwei Kernpaare enthält. Alle vorhergehenden sind bereits inhaltslos. Auch von den Kernen ist, vielleicht bis auf einen kleinen Rest in der vorletzten Zelle, nichts mehr zu sehen. Fast ebensowenig wie über die späteren Schicksale der askogenen Hyphen könnte ich über die Askusentwicklung vorbringen. *Polystigma* ist dafür, wie gesagt, ein sehr ungünstiges Objekt.



Fig. 17.
Spitze einer
askogenen
Hyphe.

Allgemeines.

Die Claußensche Ansicht, daß die sexuellen Askomyceten einen in zwei Phasen zerlegten Geschlechtsakt aufweisen, ist noch immer nicht unbestritten. Jeder, der sich mit der Entwicklungsgeschichte der Askomycetenfruchtkörper beschäftigt, wird sich deshalb in dieser Frage pro oder contra zu entscheiden haben.

Für *Polystigma* kann das nicht schwer fallen. Dadurch, daß in das ursprünglich einkernige Askogon nur ein einziger männlicher Kern tritt, ist die Frage, ob die Sexualkerne verschmelzen oder nicht, zweifelsfreier zu beantworten als z. B. für *Pyronema* mit seinen vielkernigen Sexualzellen. Die Verhältnisse

liegen in der Beziehung also ähnlich wie bei den Erysipheen. Während aber dort Harper und nach ihm Blackman und Fraser eine Verschmelzung deutlich gesehen zu haben glauben, ist bei *Polystigma* davon nichts zu finden. Der kleine männliche Kern wächst im Askogon ganz allmählich zur Größe des weiblichen heran und bleibt auch dann noch sicher lange Zeit getrennt von ihm. Die Möglichkeit, daß doch dicht vor der ersten Teilung im Askogon noch eine Verschmelzung eintreten kann, muß ich allerdings zugeben, weil ich die erste konjugierte Teilung nicht gefunden habe. Daß dies wirklich der Fall ist, scheint mir aber sehr unwahrscheinlich, wie sollte man sich dann z. B. die Kernpaare in den askogenen Zellen erklären? Es sind da nur zwei Modalitäten denkbar, entweder nach jeder Teilung des Verschmelzungskernes tritt auch eine Zellteilung ein und dann teilt sich der Kern jeder Zelle noch einmal, ohne daß wieder eine Zellteilung folgte. In diesem Falle können in jeder Zelle höchstens zwei Kerne liegen, und da in der Endzelle von Fig. 17 vier zu zählen sind, scheidet er aus. Oder der Verschmelzungskern teilt sich in zwei, ohne daß Zellteilung einträte. Darauf teilen sich die beiden Tochterkerne noch einmal und es bildet sich zwischen je zweien eine Wand. Die Endzelle würde dann mit konjugierten Teilungen weiter wachsen. Diese zweite Möglichkeit ist nicht ohne weiteres auszuschließen, da bei den höheren Basidiomyceten nach Kniep und bei den Laboulbeniaceen nach Faull die konjugierten Kernpaare tatsächlich durch Teilung eines Kernes entstehen können. Aber dort handelt es sich um Pilze mit einer völlig reduzierten Sexualität, für die es keine andere Möglichkeit gibt. Bei *Polystigma* dagegen ist ein völlig typisch ausgebildeter Sexualakt vorhanden, die Kernpaare können also ohne die zweifache Teilung eines Verschmelzungskernes gebildet werden, und die Verschmelzung wäre ein ganz zweckloser und unverständlicher Umweg.

Durch die Zellteilung, die bei *Polystigma* offenbar auf jede konjugierte Kernteilung folgt, sind die Verhältnisse hier eindeutiger als bei *Pyronema*, wo in den ersten Zellen der askogenen Hyphen eine ganze Reihe von Kernpaaren liegen. Ich betone das ausdrücklich, weil Fraser jüngst gegen Claußens

Arbeit folgenden Einwand gemacht hat: »It is very difficult to think of an attraction which, while not strong enough, to bring about fusion, yet holds a pair of sexual nuclei together in a multinucleate organ, where, to judge from Claußens figures they may be not even in contact and where they may be equally near to members of another.« Diese, von Fraser allerdings wohl überschätzte, Schwierigkeit fällt bei *Polystigma* fort. Ein weiterer Einwand, den Fraser auch in ihrer letzten Arbeit macht, ist der, daß nach ihren Untersuchungen im Askus zwei Reduktionsteilungen vorkämen, denen notwendig auch zwei Kernverschmelzungen gegenüberstehen müßten. Demgegenüber hat Claußen für *Ascobolus furfuraceus*, *Otidea aurantia*, und *Lachnea stercorea* ausdrücklich bestritten, daß in der dritten Teilung des Askus halb soviel Chromosomen zu zählen sind als in den vorhergehenden. Bedauerlicherweise hat Claußen aber seine Behauptung nicht mit Abbildungen belegt. Es steht jetzt Behauptung gegen Behauptung, da Fraser nach einer neuen Prüfung ihrer Präparate auf ihrem Standpunkt beharrt. Dieser wird auch vertreten in einer Untersuchung über *Collema* von Freda M. Bachmann. Ich habe diese Arbeit an anderer Stelle eingehend besprochen¹ und will hier nur erwähnen, daß sie zwar auch für die dritte Teilung halb soviel Chromosomen wie für die erste, daß aber diese Chromosomen ganz auffallend groß sind, viel größer als bei der ersten Teilung. Das ist unverständlich, denn die Chromosomen der ersten Teilung sollen nach der Fraserschen Theorie doch tetravalent und die der dritten Teilung univalent sein. Man wird deshalb bis auf weiteres wohl annehmen dürfen, daß in den Bachmannschen Präparaten der dritten Teilung die Chromosomen zu mehreren verklebt waren und so die Täuschung einer geringeren Zahl hervorriefen.

Wenn also auch noch eine Reihe von Schwierigkeiten und Widersprüchen zu lösen sind, so scheint mir doch die beste Aussicht vorhanden, daß die Mykologen sich über kurz oder lang auf den Claußenschen Standpunkt einigen werden.

Weit komplizierter als das Problem der Askomycetenentwicklung im allgemeinen scheint mir die Frage zu sein, ob man

¹) S. Zeitschrift für Botanik. 1914. 6, 413.

die verschiedenen Typen der Fruchtkörperentwicklung auf ein gemeinsames Prinzip bringen kann. Fast jede neue Arbeit deckt da neue Verhältnisse auf, die sich oft in gar keine Beziehung zu bekannten Dingen bringen lassen. Die Folge davon ist, daß selbst Autoren, die noch vor einigen Jahren glaubten, in der Fruchtkörperentwicklung deutliche Hinweise auf die verwandtschaftlichen Beziehungen der Askomyceten gefunden zu haben, heute erklären müssen: »For the moment, the value of the archicarp as a criterion is not quite clear« (Fraser). Ganz besonders gilt das von *Polystigma*, wo das Archikarp von einer einzigen Hyphe gebildet wird, in der zwei hintereinander liegende Zellen die Sexualorgane darstellen; ein einkerniges Askogon und darunter ein vielkerniges Antheridium. Bei keinem Askomyceten ist etwas ähnliches bekannt.

Will man trotzdem nach Anknüpfungspunkten suchen, wird zuerst zu entscheiden sein, ob man im Anschluß an die Vorstellungen von Fisch und Frank das Archikarp von *Polystigma* für ein rudimentäres Carpogon halten will, das sich mit dem von Collema vergleichen läßt. Die Spermogonien scheinen dafür zu sprechen. Dazu kommt, daß die Spermastien trotz vieler Versuche der verschiedenen Autoren niemals zur Keimung gebracht werden konnten, was bisher immer als ein Zeichen der generativen Funktion dieser Organe gedeutet wurde. Nach dieser Auffassung hätten wir dann bei *Polystigma* den schon lange gesuchten Fall, daß die verlorene Funktionsfähigkeit der Trichogyne durch einen anderen Sexualakt ersetzt ist. Dieser Gedanke ist verlockend, zumal die Verhältnisse bei *Polystigma* dann auch neues Licht auf die Sexualität der Rostpilze werfen würden. Bei diesen findet man ja gleichfalls funktionsunfähige Spermogonien und einen Sexualakt, der, wie wohl die Mehrzahl der Untersucher annehmen, an die Stelle einer früheren Trichogynbefruchtung getreten ist. Aber gerade der Vergleich mit den Uredineen zeigt, welche Schwierigkeiten einer solchen Deutung entgegenstehen. Bei ihnen sind es immer zwei einkernige Zellen, die als Sexualorgane dienen. Bei *Polystigma* dagegen ist nur die eine, die weibliche Zelle, einkernig, die männliche dagegen vielkernig, und von den vielen Kernen dieser Zelle wird nur einer zur Bildung des Kernpaares ver-

wandt. Kann man sich nun vorstellen, daß an die Stelle der Befruchtung durch ein einkerniges Spermatium die durch ein vielkerniges Antheridium getreten ist, bei dem von vornherein alle Kerne bis auf einen ohne Funktion gewesen sein müssen? Es ist das vielleicht möglich, wenn man annimmt, daß das jetzige Antheridium früher eine vegetative Tragzelle des Carpo-gons gewesen ist, die wie die übrigen vegetativen Zellen von *Polystigma* im Gegensatz zu den Askogonzellen mehrkernig war. Diese ehemalige Tragzelle unterscheidet sich aber so auffallend durch Größe und Inhalt von den übrigen vegetativen Zellen, daß auch in Erwägung gezogen werden muß, ob sie nicht etwa von jeher nichts anderes als ein Antheridium gewesen ist.

Wenn man diesem Gedanken näher treten will, wird man sich erinnern müssen, daß Claußen die Sexualvorgänge bei den Askomyceten von den Oomyceten aus verständlich zu machen sucht. Er stellt das Askogon von *Pyronema* dem Oogon von *Saprolegnia* homolog und ebenso die beiderseitigen Antheridien. Dieser Auffassung erwächst daraus eine gewisse Schwierigkeit, daß bisher kein Askomycet gefunden war, bei dem Askogon und Antheridium wirklich dieselbe Anordnung wie die entsprechenden Organe bei den Oomyceten haben, immer ist zwischen beide die Trichogyne eingeschoben. In diesem Zusammenhange ist es vielleicht von Interesse festzustellen, daß die Sexualorgane von *Polystigma* dieselbe Anordnung und einen ähnlichen Bau wie die der Oomycetengattung *Monoblepharis* aufweisen. Bei beiden haben wir ein einkerniges Asko- bzw. Oogonium und direkt darunter in derselben Hyphe ein vielkerniges Antheridium. Bei der im Wasser lebenden *Monoblepharis* enthält das Antheridium bewegliche Gameten, die ins Wasser entleert werden, und von denen einer durch eine Öffnung in der Membran von außen in das Oogonium schlüpft. Bei dem in ein plektenchymatisches Stroma eingebetteten Archikarp von *Polystigma* finden wir statt der freibeweglichen männlichen Gameten Gametenkerne und diese werden natürlich nicht nach außen entleert, sondern ein einziger tritt direkt in das einkernige Askogon.

Das Antheridium von *Polystigma* wäre also, falls man sich diese Auffassung zu eigen macht, ein rudimentäres Gametangium.

Die Schwierigkeiten, die sich bei der Deutung als ehemalige vegetative Tragzelle aus der großen Zahl der funktionslosen Kerne ergeben, fallen damit fort. Was sind dann aber die trichogynartigen Hyphen? Es könnten rein vegetative Organe sein. Ein Hinweis in dieser Richtung liegt in der Tatsache, daß sowohl Lagerheim wie Woronin bei *Monoblepharis* nicht nur terminale, sondern nicht allzuseiten auch interkalare Oogonien gefunden haben. Diesen Oogonien sitzen also noch vegetative Hyphen auf, gerade wie dem Askogon von *Polystigma* die Trichogyne aufsitzen. Daß diese letzteren nach den Spaltöffnungen hinwachsen, ist nicht besonders auffallend, da alle anderen vegetativen Hyphen es ebenso machen. Mit diesen haben sie außerdem die Mehrkernigkeit der einzelnen Zellen gemeinsam, während die Trichogynzellen von *Collema* einkernig sind. Ihren Plasmareichtum und ihre von den übrigen Hyphen etwas abweichende Gestalt könnte man als Folgeerscheinung einer besonderen Funktion, nämlich die Sexualorgane zu ernähren, auffassen.

Es fragt sich noch, ob man für die auf das Askogon folgenden ein- und mehrkernigen Zellen eine Erklärung finden kann. Auch hier läßt uns der Vergleich mit *Monoblepharis* nicht im Stich. Wir wissen, daß es *Monoblepharis*-arten gibt, wie *M. polymorpha* und *M. insignis*, die fünf, sechs ja zwölf Oogonien hintereinander tragen. Andererseits habe ich erwähnt, daß bei *Polystigma* bis zu fünf einkernige Zellen vorhanden sind, die alle mit dem Askogon große Ähnlichkeit haben. Was liegt da näher als der Gedanke, daß die auf das Askogon folgenden ein- und mehrkernigen Zellen bis etwa dahin, wo die »Trichogyne« abzweigen, dem Askogon homolog sind, und daß alle wieder der Oogonienkette von *M. polymorpha* entsprechen? Durch den Einschluß in das dichte Stroma sind bei *Polystigma* alle Oo-Askogone, die nicht direkt an das Antheridium grenzen, funktionslos geworden. Je weiter sie von dem Askogon entfernt liegen, um so mehr wandeln sie sich in vegetative Zellen um: ihre Kerne werden zahlreicher und kleiner und ihre Gestalt ähnelt immer mehr den rein vegetativen »Trichogynen« (Fig. 7 a).

Die Hauptschwierigkeit bei der Ableitung von *Monoblepharis* liegt in dem Vorhandensein der zahlreichen Spermastien bei Poly-

stigma. Sie sind heute offenbar funktionslos, denn alle Bemühungen, sie zur vegetativen Keimung zu bringen, blieben, wie erwähnt, bis heute vergeblich. Es ist aber nicht nötig, daraus zu schließen, daß sie früher männliche Befruchtungsorgane gewesen sind. Blackman und Welsford haben nämlich gefunden, daß der Kern der Spermastien schon degeneriert, bevor sie aus dem Spermogonium ausgetreten sind. Die Spermastien brauchen also nicht keimungsunfähig zu sein, weil sie einst eine sexuelle Funktion gehabt haben, sondern es ist auch möglich, daß sie früher Konidien waren, die aus irgendeinem Grunde heute degeneriert sind.

Die zunächst fremdartig erscheinenden Befruchtungsverhältnisse bei *Polystigma rubrum* lassen sich also auf zweierlei Weise verständlich machen. Einmal, indem man sie mit dem Carpogon von *Collema* vergleicht, oder indem man von den Oomyceten ausgeht, wovon die letzte Anknüpfung mir die zwanglosere scheint. Bestärkt werde ich in dieser Meinung noch dadurch, daß in letzter Zeit zwar verschiedentlich bei Pezizaceen Carpogone nach dem Collematypus gefunden sind (Dodge bei *Ascobolus* und Fraser bei *Lachnea*), daß aber außer *Polystigma* auch noch ein anderer Pyrenomycet, bei dem man früher sicher an eine Befruchtung durch Spermastien glaubte, nämlich *Gnomonia erythrostoma*, in dieser Beziehung enttäuscht hat (Brooks). Die Ableitung von *Monoblepharis* hat außerdem noch den Vorteil, daß sie sich gut einfügt in die zuletzt von Claußen entwickelte Theorie, nach der die Sexualzellen der Ascomyceten Gametangien und nicht einzelnen Gameten homolog sind.

Zitierte Literatur.

- Bachmann, The Origin and Developement of the Apothecium in *Collema pulposum* (Bernh.) Ach. Arch. f. Zellforsch. **10**, 369.
- Blackman and Fraser, Fertilization in *Sphaerotheca*. Ann. of bot. **19**, 567.
- , and Welsford, The Developement of the Perithecium of *Polystigma rubrum*. Ebenda. **26**, 761.
- Brooks, The Developement of *Gnomonia erythrostoma*. Ebenda. **24**, 585.
- Claußen, Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten, *Pyronema confluens*. Zeitschr. f. Bot. **4**, 1.
- Dodge, Methods of Culture and the Morphology of the Archicarp in certain species of the *Ascobolaceae*. Bull. Torrey bot. club. **39**, 139.

- Faull, The Cytology of *Laboulbenia chaetophora* and *L. Gyrinidarum*. *Ann. of bot.* **26**, 325.
- Fisch, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Ascomyceten. *Bot. Zeitg.* **40**, 850.
- Frank, Über einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. *Ber. d. d. bot. Ges.* **1**, 58.
- Fraser, The Development of the Ascocarp in *Lachnea cretea*. *Ann. of bot.* **27**, 553.
- Harper, Sexual Reproduction and the Organization of the Nucleus in certain Mildews. *Publ. Carnegie Inst. of Washington.* No. 37.
- Kniep, Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten I. II. *Zeitschr. f. Bot.* **5**, 593.
- Lagerheim, Mykologische Studien. II. Untersuchungen über die Monoblepharideen. *Bih. till k. Svenska Vet. Akad. Handl.* **25**, Afd. 3, No. 8.
- Stahl, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. Heft 1. Leipzig. 1877.
- Thaxter, New or peculiar aquatic fungi. 1. *Monoblepharis*. *Bot. Gaz.* **20**, 437.
- Woronin, Beitrag zur Kenntnis der Monoblepharideen. *Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. St. Pétersbourg.* 7 sér. **36**, No. 6.



Besprechungen.

Küster, E., Über die Gallen der Pflanzen. Neue Resultate und Streitfragen der allgemeinen Cecidologie.

Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. Herausg. von Prof. Dr. Emil Abderhalden, Halle a. S. VIII. 1913. 46 S. 28 Abbild. im Text.

Der vorliegende Aufsatz ist ein Sammelbericht, der sich aber, weil erst vor kurzem des Verf.s ausführliches Buch erschienen ist, im wesentlichen auf die letzte Zeit und die Mitteilung neuer Theorien und noch unveröffentlichter Beobachtungen des Verf.s beschränkt. Bei der Bestimmung des Begriffs der Galle legt Verf. Wert darauf, die ernährungsphysiologischen Beziehungen zwischen dem fremden Organismus und dem von demselben hervorgerufenen Wachstumsprodukt hervorzuheben; die als Procecidien, Metacecidien und Pseudocecidien bezeichneten Gebilde können von den echten Gallen unterschieden werden. Unter den gallenbildenden Organismen haben neuerdings besonders die Bakterien Interesse geweckt. Man kann, wenn auch nicht ganz streng, durch Bakterien erzeugte Eucecidien (z. B. Wurzelknöllchen), Blattknoten (z. B. an *Ardisia*) und Cecidien schlechthin (z. B. crown-gall) unterscheiden. *Oenothera nanella* würde sich eventuell als ein Pseudocecidium hier anschließen. In dem Kapitel über die äußere Gestalt der Gallen führt Verf. den auch schon in seinen Büchern erörterten Gedanken aus, daß bei der Entstehung der verschiedenen Gallenformen, die sich auf die beiden Hauptgruppen der organoiden und der histioiden Gallen verteilen lassen, teils Tilgungen von Mannigfaltigkeiten in der Ausgestaltung der Organe, teils, und zwar besonders bei den histioiden Gallen, das Auftreten neuer Mannigfaltigkeiten beteiligt sind. Der nächste Abschnitt schildert die im Bereich der Gallen vorkommenden Veränderungen im Bau der Zellen, namentlich der Zellkerne, und die Veränderungen der Gewebe, die meist in der Hemmung normalerweise vorhandener Differenzierungen, mitunter aber auch in dem Auftreten neuer Gewebeformen bestehen. Was das Problem der Entstehung der Gallen betrifft, so macht Verf. geltend, daß außer der Wirkung spezifischer Sekrete,

die von dem Gallenerzeuger in die Gewebe befördert werden, sicher noch Ernährungsstörungen oder andere allgemeinere Ursachen, die nicht chemischer Natur sind, die Ausgestaltung der Gallen beeinflussen. Die Übereinstimmungen zwischen gewissen Bildungsabweichungen, die ohne parasitäre Ursache entstehen, und gewissen organoiden Gallen, insbesondere zwischen Wundcallus und Gallengewebe, zwischen Intumeszenzen und Erineumbildungen sind für die Beurteilung dieser Verhältnisse wichtig. Über die Natur der spezifischen Giftstoffe, deren Annahme für die Erklärung gewisser nur bei den Gallen auftretender Bauverhältnisse nicht zu entbehren ist, ist wenig bekannt. Sie müssen wohl wasserlöslich sein, aber ihrer Verbreitung durch Diffusion sind aus noch un-aufgeklärten Gründen Schranken gesetzt. Übertragung durch Pflanzung ist bei den bisher ausgeführten Versuchen, die allerdings nicht zahlreich waren, nicht gelungen. Anscheinend bewirken die Gallengifte keine dauernde Veränderung des Protoplasmas, da das Hervorwachsen normaler Sprosse aus Gallen mehrfach vorkommt. Zum Schluß geht Verf. auf die durch *Bacillus tumefaciens* hervorgebrachten »crown-galls« ein. Er hält die Auffassung E. F. Smiths, daß das pathologische Gewebe sich vorwärts schiebe und neue Gallen hervorbringe, für nicht genügend begründet und schließt sich daher auch dem Gedanken einer näheren Beziehung zwischen diesen Gallen und den Carcinomen des Tierkörpers nicht an.

Klebahn.

Karny, H. u. Docters van Leeuwen-Rijnvaan, W. u. J.,
 Beiträge zur Kenntnis der Gallen von Java. 5. Über die
 javanischen Thysanopterocecidien und deren Bewohner.

Bull. jard. bot. de Buitenzorg. 1913. 2. sér. **10**, 126 ff.

Die Thysanopteren gehören zu denjenigen Cecidozoen, die in den Tropen nicht nur erheblich zahlreicher auf Wirtspflanzen der verschiedensten Art sich betätigen, sondern deren Produkte in den Tropen auch sehr viel auffälliger und mannigfaltiger ausfallen als im europäischen Florengebiet. Die vorliegende umfangreiche Arbeit erweitert unsere Kenntnisse von den gallenerzeugenden Thysanopteren ganz wesentlich; von den Ergebnissen, die den Botaniker interessieren, sollen einige hier angeführt werden.

Gallenerzeugende Thripsiden haben die Verff. an Vertretern der verschiedensten Familien gefunden, besonders zahlreich an Piperaceen. Einfache Blattrandrollungen, Spreitenkräuselungen und -Faltungen herrschen vor; daneben wurden sackartige Ausstülpungen (*Dolerothrips trybomi* Karny auf *Aperosa microcalyx* Hassk. u. a.), Hörnergallen, die den Ceratoneogallen einheimischer Gallenmilben ähneln (*Gynaiko-*

thrips chavicae ssp. heptapleuri Karny auf *Heptapleurum ellipticum* Seem.) und interessante »Emergenzgallen« gefunden; Gallen der letzten Art, d. h. massive Gewebezapfen, die äußerlich den Ceratoneogallen zu ähneln scheinen, erzeugt *Cryptothrips conocephali* Karny auf *Conocephalus suaveolens* Bl. in großer Zahl. Es liegt also ein Mißverständnis zugrunde, wenn Verf. die meisten der von ihm gefundenen Gallen als organoide im Sinn des Ref. bezeichnet; sie sind durchweg als histioide zu bezeichnen.

Alle diese Cecidozoen leben auf Blättern, *Haplothrips aculeatus* Fabr. auch in den Blüten seines Wirtes (*Vernonia cinerea* Less.), ohne diese zur Gallenbildung anzuregen; das *Cecidium* des genannten Tieres wäre also mit Molliard zu den »fakultativen« Gallen zu rechnen, die höchstwahrscheinlich (auch in unseren Breiten) sehr viel verbreiteter sind, als bisher angenommen zu werden pflegt.

Sehr beachtenswert sind die Mitteilungen des Verf. über die Entstehung der oben schon genannten *Heptapleurum*-galle: die Cecidozoen siedeln sich auf der Blattunterseite am Mittelnerven an und veranlassen von hier aus die Bildung zahlreicher Hörnergallen; erst wenn diese ca. 5 mm lang sind, werden Eier in sie gelegt. Die Verff. vergleichen dieses *Cecidium* seiner Ontogenie wegen mit den Adelgesgallen.

Nähere Prüfung verdienen die biologischen Angaben der Verff. über das Zusammenleben von Gallenerzeugern und Inquilinen: bis fünf verschiedene Thripsidenarten wurden in einzelnen Gallen gefunden — neben den Erzeugern und Inquilinen noch carnivore Angehörige derselben Gruppe, die von jenen sich nähren. Verf. diskutiert die Möglichkeit, daß die einfacheren Gallenformen von mehr als einer Cecidozoonspezies erzeugt werden, und daß die nämlichen Thripsidenarten in der einen Galle als deren Erzeuger auftreten, in andern Thripsidengallen als Inquilinen. Vielleicht handelt es sich bei diesen gemischt-bevölkerten Thripsidengallen um ähnliche Verhältnisse, wie sie von Nalepa für Milbengallen aufgedeckt worden sind; auf *Teucrium chamaedrys* fand Nalepa in den von *Eriophyes teucii* erzeugten Gallen noch *Anthocoptes octocinctus* und *Eriophyes macrochelus*; letzterer tritt gallenerzeugend auf *Acer* auf. Küster.

Molliard, M., Recherches physiologiques sur les galles.

Rev. gén. bot. 1913. 25, 225, 285, 341.

Es ist schon oft beklagt worden, daß die Physiologie der Gallen bisher so wenig zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht worden ist. Nicht viel besser als mit unseren Kenntnissen vom Stoffwechsel der Gallen ist es übrigens mit unserem Wissen über den anderer ab-

normer Pflanzengewebe und -Organe bestellt, und es wäre zu erwägen, ob einer rationellen physiologischen Erforschung der Gallen nicht vielleicht zweckmäßigerweise ein gründliches Studium der experimentell erzeugbaren abnormen Produkte des Pflanzenkörpers voranzugehen hätte. Molliards Arbeit hat das Verdienst, nicht nur über zahlreiche wichtige Befunde an Gallen zu berichten, sondern sie auch mit den an normalen und anderen abnormen Teilen der Pflanzen gewonnenen zu vergleichen.

Von den Resultaten der zahlreichen vom Verf. angestellten Analysen seien folgende genannt.

Ganz allgemein läßt sich sagen, daß die Gallen mehr Wasser enthalten als die entsprechenden Wirtsorgane. Die Trockensubstanz der Gallen enthält beträchtlich weniger Asche als die der normalen Pflanzenteile. Die Zusammensetzung der Asche ist verschieden: in den Gallen sind S, P und K reichlicher als in den Wirtsorganen — Si, Ca, Fe und Mn spärlicher. Diese, wie die meisten anderen Angaben beziehen sich auf die ulmenbewohnenden Aphiden (*Schizoneura lanuginosa*, *Tetraneura ulmi*) und ihre Wirtsorgane; die Tiere waren vor der Untersuchung aus den Gallen entfernt worden.

Die Elementaranalyse ergab in den Gallen etwas mehr C und O, weniger H als in den normalen Blättern.

Der Gehalt der Gallen an alkohollöslichen Zuckern und Glykosiden und alkoholunlöslichen Kohlehydraten ist — auf die Trockensubstanz berechnet — ungefähr ebenso groß wie in normalen Blättern; auffallend sind bei den Gallen das Fehlen von Saccharose und das reichliche Auftreten der reduzierenden Zuckerarten.

Freie Säure ist in den Gallen reichlicher als in den normalen Organen, desgleichen — wie längst bekannt — die Tannine.

Der Gehalt an Stickstoff ist in den Gallen von *Schizoneura lanuginosa* — auf Frischgewicht und selbst auf Trockengewicht berechnet — erheblich geringer als in Normalorganen. Diese Differenz wird durch den geringen Gehalt der Gallen an Proteinstickstoff bedingt; wasserlösliche N-Verbindungen sind reichlicher, Asparagin ist viermal soviel enthalten wie in den normalen Blättern. Übrigens verhalten sich hinsichtlich ihres N-Gehaltes verschiedene Gallen verschieden zu ihren Wirtsorganen: Blätter der von *Livia juncorum* erzeugten Galle sind N-reicher als die gesunden (*Juncus lamprocarpus*), desgleichen die von *Phyllocoptes convolvuli* infizierten. Verf. nimmt an, daß der relative Reichtum der Gallen an einfach gebauten organischen Verbindungen auf die spaltende Wirkung der von den Parasiten gelieferten Enzyme zurückzuführen sei, während Paris und Trotter der Meinung sind, daß in den abnormen Organen die Synthese behindert sei.

Die Atmungstätigkeit erwachsener Gallen gleicht der der Blätter; junge Gallen atmen intensiver als normale Organe (Dunkelversuche). Bei Licht wurde stärkere Oxydationstätigkeit festgestellt; verschiedene Gallenarten gaben wesentlich verschiedene Resultate. Preßsaft aus jungen Schizoneuragallen bläut Guajak kräftig, der aus normalen Blättern gewonnene bläut nicht. In heranwachsenden Gallen nimmt der Gehalt an oxydierenden Fermenten ab.

Bei seinem Vergleich der Gallen mit normalen Teilen und abnormen Produkten der Pflanze kommt Verf. zu dem Resultat, daß die schon wiederholt behandelte Ähnlichkeit der Gallen mit Früchten auch in ihrer chemischen Zusammensetzung erkannt werden kann (Wassergehalt, Zusammensetzung der Asche, Stickstoffgehalt — bezogen auf die von Samen befreiten Früchte und die von den Parasiten befreiten Gallen). Weitere wichtige Übereinstimmungen findet Verf. bei einem Vergleich der Gallen mit chlorophyllfreien oder chlorophyllarmen Teilen der Pflanzen: Weiße Spreitenteile panaschierter Blätter verhalten sich in der Zusammensetzung ihres Gehalts an N-Verbindungen ähnlich wie die Gallen. Analogien derselben Art deckt Verf. beim Vergleich der Gallen mit farblosen Blütenteilen, mit chlorophyllfreien Parasiten u. a. auf. Daß in diesen Fällen ein Zusammenhang zwischen Chlorophyllmangel und der chemischen Zusammensetzung der Organe besteht, hält Verf. für sicher; er läßt es unentschieden, ob diese als Ursache oder Folge des ersteren zu betrachten ist.

Der letzte Abschnitt behandelt »experimentell erzeugte Gallen«; als solche bezeichnet der Verf. die Wurzelschwellungen, die er bei Kultur von Leguminosenwurzeln in (durch Filtration keimfrei gemachten) Nährlösungen des *Rhizobium radicola* erhielt; namentlich das Rindengewebe erfährt bei solcher starke Hyperplasie, zu der es selbst dann noch angeregt wird, wenn die Nährlösung abgekocht den Wurzeln dargeboten wird. Ob hier eine spezifische Wirkung der Leguminosenbakterien vorliegt und die vom Verf. beschriebenen Hyperplasien wirklich als Gallen bezeichnet werden dürfen, mag dahingestellt bleiben. Küster.

Eriksson, Jakob, Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

Praktischer Ratgeber für Studierende und Landwirte. Mit 133 Abbildungen, davon 3 in Farben. Aus dem Schwedischen übersetzt von Dr. A. Y. Grevillius, Kempen a. Rh. Leipzig. 1913. Reichenbachsche Verlagsbuchhandlung. 246 S.

Der empfehlenden Einführungsworte Hollrungs hätte das vorliegende Büchlein nicht bedurft, der Name Erikssons bürgt zur Genüge für die Gediegenheit des Inhalts. Der im Titel näher bezeichneten

Aufgabe gemäß tritt der Verf. ohne größere allgemeine Einleitung gleich in die Besprechung der Einzelfälle ein, die er unter Beschränkung auf die Krankheiten der mittel- und nordeuropäischen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in knapper und bündiger Form darstellt. Die Anordnung geschieht nach dem System der Pilze. Jeder Gruppe gleichartiger Krankheiten sind die empfehlenswerten Gegenmaßregeln angeschlossen. Dann folgt noch eine als Bestimmungstabelle eingerichtete Übersicht, die nach den Nährpflanzen geordnet ist. Einige beachtenswerte Gedanken deutet das Vorwort an. Man glaubt in neuerer Zeit eine auffällige Zunahme der Pflanzenkrankheiten beobachtet zu haben. Der Verf. bringt sie mit der durch die Massenkultur zustande kommenden Entstehung und Einführung zahlreicher neuer Sorten in Zusammenhang, unter denen sich leicht solche finden, die für bestimmte Pilze besonders empfänglich sind. Auch Änderungen der Pilze durch Mutation könnten beteiligt sein, neue Formen von Pflanzenkrankheiten entstehen zu lassen. Daß der Verf. es sich nicht versagt, seine Mykoplasmatheorie in das Buch hineinzuziehen, wird man ihm nicht verargen können, wenngleich sie in dem rein praktischen Buche vielleicht hätte entbehrt werden können. Bemerkenswert ist, daß Verf. sie doch mit einer gewissen Zurückhaltung einführt, mit »es scheint, als müsse man noch ein anderes vegetatives Stadium unterscheiden« (S. 80), und beim Gelbrost (S. 96) sogar mit der Einräumung, daß »noch keine einwandfreien, weder anatomischen, noch experimentellen Beweise« vorgebracht seien. Wo bei Krankheiten, die durch andere Pilze als Rostpilze verursacht werden, Schwierigkeiten vorliegen, das Auftreten durch das bisher über die Sporen bekannte zu erklären, beschränkt sich Verf. darauf, auf diese Schwierigkeiten hinzuweisen, so daß er also das Mykoplasma für eine Besonderheit der Uredineen zu halten scheint.

Dem Übersetzer gebührt das Verdienst, das Buch durch eine sachgemäße Bearbeitung auch deutschen Lesern zugänglich gemacht zu haben.

Klebahn.

Pringsheim, H., Über die Vergärung der Zellulose durch thermophile Bakterien. (Aus dem chem. Institut der Universität Berlin.)

Centralbl. f. Bakt. II. 1913. **38**, 513.

Nachdem früher nachgewiesen worden war, daß die Vergärung der Zellulose durch Thermophile über Zellobiose und Glukose geschieht, hat Verf. jetzt die Endprodukte einer solchen Gärung studiert und als solche Kohlensäure, Wasserstoff, Ameisen- und Essigsäure, sowie in

sehr geringer Menge, Milchsäure gefunden. Die benutzten Kulturen wurden auf elektivem Wege aus Erde und Pferdemit gewonnen, waren also nicht rein. Behrens.

Istvánffi, Gy. de, et Pálkás, Gy., Etudes sur le mildiou de la vigne.

Ann. de l'Institut Central Ampéologique Royal Hongrois. Budapest 1913. 4, 1.

Die von neun schönen Doppeltafeln begleitete und auch mit einer Anzahl von Textfiguren ausgestattete Arbeit bestätigt nicht nur die Ergebnisse, die wir den in den letzten Jahren nach einer Periode der Stagnation neu erwachten Forschungen über die Biologie der *Plasmopara viticola* verdanken, sondern fügt auch zahlreiche Einzelheiten und wertvolle Ergänzungen hinzu.

Das erste Kapitel ist der Darstellung der Infektionsversuche, das zweite den Infektionsstellen und -möglichkeiten, in erster Linie der Verteilung und Struktur der Spaltöffnungen auf den verschiedenen Organen der Rebe, gewidmet. Im dritten Kapitel werden die als erste Zeichen der vollzogenen Infektion auf den Blättern häufig auftretenden durchscheinenden (Öl-)Flecken näher untersucht. Ein viertes Kapitel beschäftigt sich mit der für die Praxis besonders wichtigen Inkubationsperiode, das fünfte mit der Bildung der Conidienträger, das sechste mit dem Bau der Conidienträger und Conidien, das siebente mit der Entwicklung des Mycel vom Eindringen des Infektionsfadens an, insbesondere mit den cytologischen Verhältnissen. Im achten Kapitel endlich wird der Versuch gemacht, die Kenntnisse von der Dauer der Inkubationsperiode für die praktische Bekämpfung auszunutzen.

Auf Einzelheiten einzugehen, ist hier unmöglich. Wer sich mit Peronosporen, insbesondere mit der *Plasmopara viticola*, beschäftigt, wird ohnedies am genaueren kritischen Studium der Arbeit nicht vorbeikommen. Behrens.

Müller-Thurgau, H., Der rote Brenner des Weinstocks.

II. Teil. Mit 1 Tafel. Jena (G. Fischer) 1913.

Abdruck aus Centralbl. f. Bakt. II. 1913. 38, 586 ff.

Im Jahre 1903 konnte Müller-Thurgau in einer schönen Arbeit¹⁾ zeigen, daß der bis dahin rätselhafte sogenannte rote Brenner des Weinstocks eine ansteckende Pilzkrankheit ist, hervorgerufen durch einen zunächst in den Gefäßen der Blätter wachsenden Pilz *Pseudopeziza tracheiphila* H. M.-Th. Die damals gelassenen Lücken füllt die vorliegende

¹⁾ Centralbl. f. Bakt. II. 1903. 10 (auch sep.).

ausgezeichnete Abhandlung aus. Besonders wichtig sind die Ergebnisse, die sich auf die Art der Infektion und auf die Abhängigkeit des Gelingens der Infektion vom Alter und vom Wassergehalt der Blätter beziehen.

Nur Blätter erwiesen sich als infizierbar. Die Askosporen des Pilzes treiben auf der Ober- wie auf der Unterseite von Rebenblättern einen Keimschlauch, der mittels eines einfachen Appressoriums sich der Außenwand der Epidermiszelle anheftet und sie dann durchbohrt. Einmal ins Innere der Epidermiszelle gelangt, erweitert sich der Mycelfaden, durchbohrt auch die Innenwand, so daß er in eine Intercellulare gelangt, und wächst nun intercellular weiter. Dabei sterben zunächst die befallenen Epidermiszellen und ihre Nachbarn, dann auch die von Pilzfäden berührten Zellen des Blattparenchyms unter Braunfärbung ihres Inhalts ab. Verhältnismäßig selten gelangt der Pilz von diesen Hautinfektionen aus in ein Gefäß und damit zur Möglichkeit, das Krankheitsbild des »roten Brenners« zu erzeugen, größere Teile des Blattes zur Verfärbung und zum Absterben zu bringen. Der Weg, auf dem ein Gefäß erreicht wird, ließ sich deshalb leider nicht verfolgen. Hautinfektionen entstehen schon nach kurzer Zeit (16 Stunden bei 10°), während der Ausbruch des roten Brenners eine Inkubationszeit von mehr als 14 Tage erfordert.

An ganz jungen Blättern (bis zu 4 cm Breite bei Spätburgunder) ließen sich wohl Hautinfektionen bewirken, die Gefäße wurden aber aus unbekanntem Gründen nie erreicht. Die älteren Blätter erwiesen sich als leicht infizierbar, indessen verlief die Krankheit um so weniger intensiv, je älter die Blätter bei der Infektion waren. Infektionsversuche zeigten ferner, daß ausreichende Wasserversorgung der Blätter zwar nicht der Infektion, wohl aber der Entstehung der Brennerkrankheit hinderlich ist. Bei einem Versuch mit Topfreben entstand in der Reihe »Erde feucht« bei keiner Impfstelle (von 134) ein Brennerfleck, in der Reihe »Erde trocken« entstanden dagegen 63 (bei 218 Impfstellen).

Der Pilz überwintert ausschließlich in den abgefallenen brennerkranken Blättern, auf denen er im Herbst und Frühjahr seine Apothezien bildet.

Müller-Thurgau bestätigt dann die schon früher beobachtete Wirkung einer Bespritzung mit Kupferkalkbrühe gegen das Übel. Er zeigt, daß auf bespritzten Blättern die Sporen des Pilzes größtenteils überhaupt nicht keimen, ein anderer Teil abnorm und ein dritter normal. Indessen dringen auch deren Keimschläuche nur ausnahmsweise ein, wachsen vielmehr größtenteils abnorm in die Länge, ohne Appressorien zu bilden.

Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse kann Erfolg im Kampfe

gegen den roten Brenner von folgenden Maßnahmen erwartet werden: Verbesserung der physikalischen Bodenbeschaffenheit (wasserhaltenden Kraft des Bodens); Hebung des Ernährungszustandes der Reben; Ersatz empfindlicher Sorten, wo angängig, durch weniger empfindliche (des blauen Burgunders durch Sylvaner oder Gutedel); unschädliches Beseitigen der vom Pilze befallenen Blätter; Bespritzen der jungen Rebenblätter mit Kupferkalkbrühe; zweckmäßige Behandlung der erkrankten Reben. Allerdings sind diese Maßnahmen keineswegs überall und sämtlich wirtschaftlich anwendbar und zweckentsprechend. Behrens.

Goddard, H. N., Can fungi living in agricultural soil assimilate free nitrogen?

The bot. gaz. 1913. 56, 249 ff.

Einer historischen Einleitung läßt Verf. die Aufzählung und Beschreibung der von ihm aus Boden gezüchteten, zum Teil neuen Fadenpilze (19 Arten, davon 2 Mucorineen, 17 Hyphomyceten) folgen, die in verschiedenen Böden verbreitet und, wenigstens bis zu 14 cm Tiefe, gleichmäßig verteilt zu sein scheinen. Bei keiner der untersuchten (14) Formen ließ sich Bindung freien Stickstoffs in stickstoffarmer Nährlösung feststellen, bei *Myceliophthora sulfurea* n. sp. und — wahrscheinlich — einem besonders häufigen *Fusarium* auch nicht in stickstoffhaltiger Nährlösung. Der Stickstoffgehalt des *Myceliophthora*-Myceles erwies sich als abhängig vom Stickstoffgehalt der benutzten Nährlösung: War dieser nicht höher als $\frac{1}{250}$ -molekular, so wurde aller Stickstoff der Nährlösung entzogen, und der Stickstoffgehalt des Myceles betrug dann ca. 2% des Trockengewichts. Bei höherem Stickstoffgehalt ($\frac{1}{10}$ -molekular) stieg der Gehalt bis auf 5,5%. Behrens.

Miehe, H., Weitere Untersuchungen über die Bakterien-symbiose bei *Ardisia crispa*. I. Die Mikroorganismen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1913. 53, 1 ff. (2 Taf.).

Miehe hat seine Untersuchungen über die in seinen »Javanischen Studien«¹⁾ geschilderte innige Vergesellschaftung der Myrsinacee *Ardisia crispa* mit Bakterien fortgesetzt und sich zunächst mit der Reinzucht der Mikroorganismen beschäftigt, die sich schon zwischen Embryo und Endospermin Gestalt schleimiger Zoogloeen finden. Zunächst beschreibt er eingehender den nicht sporenbildenden, von den v. Faberschen *Mycobacterium Rubiacearum*²⁾, verschiedenen *Bacillus foliicola*, der schon in den früheren Abhandlungen genannt war, aber jetzt erst in Reinkulturen

¹⁾ Zeitschr. f. Bot. 1913. S. 192.

²⁾ Vgl. Zeitschr. f. Bot. 1913. S. 175.

untersucht worden ist, ein in der typischen Form mit 1—4, meist 3 Geißeln versehenes Stäbchen, das zur Bildung von Involutionsformen neigt. Von den anderen gefundenen Organismen beschreibt der Verf. eingehend einen von ihm als akzessorischen Symbionten angesprochenen, den er wegen seines Wandertriebes als *Bacterium repens* bezeichnet, obwohl er in seinen Eigenschaften stark von den bisher bekannten zu den Bakterien gestellten Lebewesen abweicht. Seine Eigenbewegung ähnelt der der Oscillarien, erfolgt also nicht durch Geißeln. Junge Individuen erscheinen als dünne, nach den Enden allmählich in sehr feine Spitzen auslaufende, schwach gekrümmte Stäbchen, winzigsten Closterien ähnlich, in der Mitte 0,3 μ dick, im Mittel 9 μ lang. Bei älteren Kulturen werden die Individuen kürzer und dicker, in ganz alten findet man kugel-, keulen- und hantelartige, selten auch verzweigte Involutionsformen, daneben auch sehr lange, dicke, unvollständig septierte Fäden.

Höchstens *Bacillus foliicola* könnte nach den Ergebnissen von Miehes Versuchen in äußerst bescheidenem Maße die Fähigkeit der Bindung freien Stickstoffs besitzen.

Wegen der Einzelheiten muß auf das Original verwiesen werden. Verf. beschränkt sich in den vorliegenden Mitteilungen streng auf seine Erfahrungen über die Reinzucht der Organismen und ihre Eigenschaften. Über die Ergebnisse seiner Kulturversuche auf der *Ardisia* selbst wird er später berichten und dann auch versuchen, die Befunde zu einer Klarlegung des Zusammenlebens von *Ardisia* mit Bakterien auszuwerten.

Behrens.

Harper, R. A., and Dodge, B. O., The Formation of the Capillitium in certain Myxomycetes.

Ann. of Bot. 1914. 28, 1—18. Taf. 1.

Der Referent hatte vor etwa 6 Jahren durch eine Schülerin (Arch. f. Protistenk., IX, 170—194) eine Darstellung der Bildung des Capillitiums bei den Myxomycetengattungen *Arcyria* und *Oligonema* geben lassen. Darnach kann man in den jungen, äußerlich eben fertig gewordenen Sporangien beobachten, daß eine geringe Zahl der Kerne sich karyokinetisch teilt, aber etwa in der Mesophase die Chromosomen aus der Spindel ausstößt und die Spindel soweit auflöst, daß nur ein Centrosom mit seiner Strahlung übrigbleibt. Dieses Centrosom bläht sich dann auf, erhält in der Mitte eine Vakuole und streckt sich in die Länge. Das ist die Anlage einer Capillitiumfaser, die jetzt als langgestreckte, ringsum mit einer eigentümlichen Strahlung versehenen Vakuole erscheint.

Die beiden Verff. haben diesen Vorgang bei den Gattungen *Trichia* und *Hemitrichia* nachuntersucht. Um die junge Capillitiumfasern, die

eben mit den Spiralbändern versehen werden, haben sie ebenfalls die weithin reichenden Strahlungen gesehen. Von allem aber, was vorhergehen soll, haben sie nichts wahrgenommen. Nach ihren Beobachtungen entstehen die Fasern aus Vakuolen, die in regelmäßigen Reihen auftreten, später zusammenfließen und erst zuletzt während der Anlagerung der Verdickungen die Strahlungen hervorrufen.

Demgegenüber möchte der Referent betonen, daß er die damalige Darstellung, die auf seine Veranlassung und unter seiner Verantwortung gegeben war, in allen Punkten aufrecht erhält. Er hat sich weiter mit der Frage beschäftigt und hofft in absehbarer Zeit eine Darstellung der Entwicklung des Capillitiums bei allen wichtigeren Familien der Myxomyceten geben zu können.

Der Mißerfolg der Herren Harper und Dodge beruht darauf, daß sie sich auf die Untersuchung der beiden am höchsten stehenden Gattungen *Trichia* und *Hemitrichia* beschränkt haben, deren Sporangien sehr langsam reifen, so daß man längere Entwicklungsreihen nur mit großem Zeitaufwand erhält. Es ist möglich, daß die ersten cytologischen Prozesse, die bei den niederen Formen (*Arcyria*, *Oligonema*, *Perichaena*) noch deutlich sind, bei den höhern unterdrückt sind, es ist aber auch möglich, daß die beiden Verff. sie übersehen haben. E. Jahn.

Fraser, H. C. I., The development of the ascocarp in *Lachnea cretea*.

Ann. of bot. 1913. 27, 553—563. 2 Taf.

Bei Versuchen, Kulturen von *Pyronema confluens* herzustellen, erhielt die Verf. einen kleinen Discomyceten, *Lachnea cretea* Phil. (*Peziza cretea* Cooke, *Mycographia* vol. I, *Discomycetes*. Part I, London 1867, Taf. 100, Fig. 362), den sie entwicklungsgeschichtlich studierte.

An dem durch keinerlei Besonderheiten sich auszeichnenden Mycel entstehen an dickeren Ästen Archicarprien, die zwei bis drei enge Windungen zeigen und septiert sind, und die sehr bald durch kurze, in ihrer Nähe entstehende Hyphen umhüllt werden. Inzwischen sind die Endzellen der Archicarprien, wie bei manchen Ascoboleen, zu ziemlich langen, gewundenen, acht- bis neunzelligen Hyphen ausgewachsen, die die Verf. im einzelnen beschreibt und als Trichogynen deutet. Für diese Deutung soll die Tatsache sprechen, daß die Querwände der »Trichogyne« aufgelöst werden. Vielleicht könnten die Inhalte der Trichogynzellen durch diese Öffnungen in die zentralen Zellen des Archicarps, deren Querwände auch durchlöchert sind, einwandern. Pseudomixis zwischen den Kernen der Trichogynzellen und der mittleren

Archicarpzellen wäre also denkbar. Beweisen konnte die Verf. ihre Vermutungen aber nicht.

Aus allen zentralen Archicarpzellen (Ascogonzellen) sprossen ascogene Hyphen hervor. In ihren unteren dickeren Teilen liegen die Kerne unregelmäßig zusammen, während sie in den oberen Enden reihenweise angeordnet sind. Weder in den Anfangsstadien, noch in den späteren Stadien der Entwicklung der ascogenen Hyphen sind gepaarte Kerne zu finden. Jeder Ascus entsteht, wie bei *Pyronema*, aus der vorletzten Zelle eines der bei allen bisher untersuchten *Dicomyceten* vorhandenen Haken. Die Zahl der Chromosomen bei der ersten Kernteilung im Ascus soll etwa acht betragen; bei der zweiten und dritten ließ sie sich nicht genau bestimmen. In der Art der Hüllbildung gleicht *Lachnea cretea* den anderen schon untersuchten *Lachnea*-arten.

Zieht man das Fazit, so ist also die Frage, ob ein Sexualakt oder ein Ersatz eines solchen bei *Lachnea cretea* vorkommt, unbeantwortet geblieben. Über das Verhalten der Kerne in den ascogenen Hyphen werden die alten Ansichten wiederholt. Das Reduktionsproblem ist von der Verf. nicht gelöst.

Die Frage nach dem Sexualakt kann nur durch neue gründliche Untersuchungen geklärt werden. Daß die Angaben der Verf. über das Verhalten der Kerne in den ascogenen Hyphen von *Lachnea cretea* höchstwahrscheinlich unrichtig sind, dürfte aus meinen Beobachtungen über die ascogenen Hyphen von *Lachnea stercorea*, *L. scutellata* und *L. hemispherica* folgen, bei denen in den Enden der ascogenen Hyphen bestimmt Zellen mit Kernpaaren vorhanden sind. Viele Zellen führen nur ein solches Paar, aber auch stets mindestens eines. Ascogene Hyphen mit Querwänden werden von der Verf. weder abgebildet noch im Text erwähnt. Wenn ihre Angaben irgendwelche Beweiskraft haben sollen, so sind genaue Untersuchungen über diesen Punkt notwendig. Die Behauptung, daß die bedeutende Größenzunahme der Kerne im Ascogon nicht durch Wachstum zustande kommen könne, sondern nur unter der Annahme einer vorausgegangenen Verschmelzung zu verstehen sei, ist durchaus hinfällig. Man braucht nur an das Verhalten der Sexualkerne bei *Vaucheria*, *Saprolegnia*, *Peronospora* usw., an das der Spermkerne der Moose und der Tiere zu erinnern! Auch die Bemerkung: »There is no doubt that a conjugate arrangement is common in the most diverse parts of certain Ascomycetes — —« ist unzutreffend. Conjugierte Kerne sind dadurch scharf charakterisiert, daß sie ihre Teilungsphasen regelmäßig synchron durchlaufen. Wenn auch z. B. in Paraphysen — dieser Fall ist dem Ref. aus eigener Beobachtung sehr genau bekannt — bisweilen zwei

aus einem Mutterkern hervorgegangene Tochterkerne beisammen liegen, so ist dies Paar darum doch kein conjugiertes! Daß conjugierte Kerne bisweilen ein Stück weit voneinander sich entfernen — bei den von der Verf. erwähnten Uredineen ist es übrigens auch so — beweist nichts. Die vier Kerne in den Haken der Ascomyceten sind sicher zwei conjugierte Paare und doch liegen die Paarlinge des einen sogar in verschiedenen Zellen. Daß sie trotzdem aufeinander einwirken, geht aus ihrem Verhalten klar hervor.

Eine Diskussion über die Brachymeiosis halte ich für zwecklos. Ich könnte nur das wiederholen, was ich in meiner Pyronemaarbeit — ich darf hinzufügen, nicht ohne bestimmte Unterlagen — bereits gesagt habe.

P. Clausen.

Bachmann, Freda M., The origin and development of the apothecium in *Collema pulposum* (Bernh.) Ach.

Arch. f. Zellforschg. 1913. 10, 369—430. 7 Taf.

In Bd. 4, S. 791 dieser Zeitschrift ist die erste Mitteilung der Verf. über einen ganz neuartigen Karpogontyp bei einer Form von *Collema pulposum* besprochen worden. Die Trichogyne wächst dabei nicht aus dem Thallus heraus und fängt dort mit ihrer Spitze die durch den Regen herbeigeschwemmten Spermastien auf, wie in den von Stahl, Baur usw. untersuchten Fällen. Sie bleibt innerhalb des Thallus und wächst aktiv auf die Spermastien zu, die nicht massenweise in Spermogonien, sondern zu wenigen an gewöhnlichen Thallushyphen entstehen.

In der vorliegenden ausführlichen Arbeit gibt die Verf. nun eine Darstellung der zytologischen Details. Vorangeschickt ist eine historische Darstellung der früheren Arbeiten über die Apothecienentwicklung der Flechten, die zwar nicht ganz vollständig ist, aber doch einen guten Überblick über das Gebiet liefert. Nach den neuen Beobachtungen der Verf. ist an der Sexualität ihrer *Collema*form nicht zu zweifeln. Die Trichogynspitze verschmilzt mit einem Spermastium, worauf dessen Kern in die Trichogyne entleert wird. Das weitere Schicksal dieses Kernes hat sich allerdings nicht mit Sicherheit aufklären lassen. Wahrscheinlich wandert er in die ursprünglich einkernigen Zellen des gewundenen Karpogonteils, nachdem er sich ein oder mehrere Male geteilt hat. Dafür spricht die Feststellung, daß in diesen Zellen die trennenden Querwände perforiert werden, und daß sich dann neben ursprünglichen Karpogonkernen manchmal kleinere Kerne finden. Später findet man in einzelnen Zellen gar keine Kerne, während die benachbarten mehrere enthalten, woraus man schließen muß, daß auch die ursprünglichen Karpogonkerne von einer Zelle in die andere wandern.

Schließlich treten auch noch ganz unregelmäßige Kernteilungen in den Karpogonzellen auf, so daß sich dann gar nichts sicheres mehr darüber aussagen läßt, welche Kerne vom Spermatium und welche aus dem Karpogon stammen. Kernverschmelzungen im Karpogon sind nicht beobachtet worden. Gleichzeitig mit den geschilderten Veränderungen in den Karpogonzellen geht in der Trichogyne die schon lange für andere Collemen bekannte Verquellung der Querwände vor sich, gefolgt vom Absterben der betreffenden Zellen. Die askogenen Hyphen wachsen anscheinend aus den vielkernigen Karpogonzellen hervor. Die Zahl der Kerne in den Zellen der askogenen Hyphen ist schwankend und es ist schwer, wenn nicht unmöglich, in ihnen konjugierte Kernpaare zu erkennen, zumal sie sich ganz unabhängig voneinander teilen. Die Bilder, die die Verf. von diesen Teilungen gibt, lassen die Chromosomenzahl nicht erkennen, sie sind aber so klein, daß man kaum mehr als fünf oder sechs Chromosomen, d. h. soviel wie in den vegetativen Kernen darin vermuten kann. Das ist wichtig, weil B. die Meinung vertritt, daß bei Collema zwei Kernverschmelzungen eintreten, eine im Karpogon und eine im jungen Askus. Sie schließt das, obwohl sie die Verschmelzung im Karpogon nicht beobachtet hat, aus folgendem. In der ersten Teilung im Askus findet sie zwölf gespaltene Chromosomen und in der dritten — die zweite hat sie nicht gefunden — fünf oder sechs. Erst in der dritten (oder zweiten) Teilung tritt also die vegetative Chromosomenzahl wieder auf, während bei der Annahme nur einer einzigen Kernverschmelzung im jungen Askus in allen Teilungen die gleiche Zahl vorhanden sein muß, wobei dann die Chromosomen in der ersten Askusteilung, die allgemein als Reduktionsteilung angesehen wird, bivalent sind. Die Verf. steht daher auf dem Fraserschen Standpunkt, daß im Entwicklungsgang der Askomyzeten zwei Kernverschmelzungen auftreten, die von zwei Reduktionsteilungen im Askus gefolgt sind. Es ist nicht zu leugnen, daß ihre Beobachtungen geeignet sind, die Frasersche Theorie zu stützen, zumal ihre Abbildungen alle klar und zuverlässig erscheinen. Merkwürdig ist allerdings, daß die Kernteilungen in den askogenen Hyphen, wie schon erwähnt, fast chromosomenärmer scheinen als die vegetativen, obwohl es sich doch um Nachkömmlinge des ersten Verschmelzungskernes handelt. Außerdem fällt die Größe der Chromosomen in der dritten Askusteilung auf, die trotz ihrer Univalenz doppelt so groß sind, wie die nach B. quadrivalenten Chromosomen der ersten Teilung. Das sind Widersprüche, über die man wohl nicht stillschweigend hinweggehen kann, wie es B. tut.

In der eingehenden »Discussion« wird unter anderm die Frage erörtert, ob der eigenartige Karpogontypus, den B. gefunden hat, auch

sonst unter den Flechten vorkommt. Sie weist da auf die von Fünfstück untersuchten Peltigeraarten hin, die sehr selten Spermogonien ausbilden und zwar Karpogone, aber ohne Trichogyne haben. B. meint, daß man bei neuer Untersuchung dieser Formen vielleicht auf einen ähnlichen Befruchtungsvorgang wie bei ihrer *Collema* stoßen würde. Mit größerer Wahrscheinlichkeit würde sie das für *Sphyridium byssoides* haben in Aussicht stellen können. Hierbei hat nämlich der Ref. in einer der Verf. entgangenen Arbeit (Flora 1907) Trichogyne beschrieben und abgebildet, die genau wie bei B.s *Collema* innerhalb des Thallus bleiben. Spermastien, mit denen sie sich vereinigen, hat der Ref. — vielleicht nur wegen der Kleinheit des Objekts — allerdings nicht gefunden, weshalb er diese Gebilde für funktionslos gewordene Organe halten mußte.

Nienburg.

Mc Allister, F., Nuclear Division in *Tetraspora lubrica*.

Ann. of. Bot. 1913. 27, 681—696. 1 Taf.

Nach eingehender Besprechung der neueren Arbeiten über die Kernteilung bei Algen und einigen Protisten, wobei allerdings Hartmanns Untersuchungen über die Flagellaten-Kernteilung nicht genannt werden, beschreibt Verf. offenbar auf Grund guter Präparate zunächst den ruhenden Kern von *Tetraspora*. Dieser ist keineswegs bläschenförmig, sondern zeigt ein feines Netzwerk mit zahlreichen, allerdings sehr kleinen Chromatinkörnchen an den Knotenpunkten.

Die Kernteilung verläuft im wesentlichen wie bei den höheren Pflanzen. Kurz vor Bildung des Spirems verschwindet der Nucleolus, der mit den Chromosomen in keinerlei morphologische Beziehung tritt. Dann kontrahiert sich das unsegmentierte Spirem in der Mitte der Kernhöhle, wie dies Staut bei *Carex* beobachtete. Nach der Segmentierung des Spirems bilden die — wahrscheinlich 13 — Chromosomen die Kernplatte. Dann werden sie wahrscheinlich gespalten; beobachten konnte dies Verf. nicht wegen der Kleinheit der Objekte, ebensowenig die Einzelheiten bei der Entstehung der Spindel, die jedoch sicher bipolar ist. Auch die Rekonstruktion der Tochterkerne erfolgt wie bei den höheren Pflanzen, ebenso die Entstehung der Trennungswand aus der Zellplatte der Spindel. Centrosomen konnte Verf. in keinem Stadium beobachten.

Das Pyrenoid wird nicht geteilt, sondern geht auf eine Tochterzelle über; in der anderen entsteht es neu.

Zum Schluß weist Verf. auf die merkwürdige Gleichförmigkeit in der Mitose der Grünalgen (mit Ausnahme von *Spirogyra*) hin, im Gegensatz zu der Mannigfaltigkeit, die man bei Diatomeen, Flagel-

laten u. a. Protisten antrifft. Verf.s Vermutung, daß auch bei *Spirogyra* die Mitose tatsächlich wie bei den höheren Pflanzen verlaufe, ist durch Tröndles Untersuchungen über die Natur des Binnenkörpers dieser Alge hinfällig geworden. Jedoch hebt Verf. mit Recht hervor, daß die Tetrasporaceen und wahrscheinlich auch die Chlamydomonadaceen keine direkten Verwandtschaftsbeziehungen zu den Euglenen aufweisen. Senn.

Conrad, W., Observations sur *Eudorina elegans* Ehrenbg.

Recueil Inst. Bot. L. Errera. 1913. 9, 321—343.

Vorliegende sorgfältige Arbeit stellt mehrere bisher noch zweifelhafte Punkte in der Organisation von *Eudorina* fest. So besitzt das Coenobium eine ausgesprochene Längsachse; es ist demnach ellipsoidisch mit schwacher Abstutzung am Hinterende. Seine 32 Zellen liegen in fünf zur Coenobiumachse quergestellten Reihen, die an den beiden Polen aus je vier, in der äquatorialen Partie aus je acht Zellen bestehen. Die Größe des Augenflecks nimmt von den vorderen zu den hinteren Zellreihen stark ab. An der Geißelbasis konnte ein gemeinsamer Membrantrichter, jedoch keine verdickte Geißelbasis beobachtet werden. Die Struktur der Gallerte gleicht stark derjenigen von *Volvox*; sie besteht vorwiegend aus Pectinverbindungen. Die einzelnen Zellen sind untereinander durch zwei bis vier zarte, erst nach entsprechender Färbung sichtbare Plasmastränge verbunden. Senn.

Graham, Margaret, Studies in nuclear division of *Preissia commutata*.

Ann. of Bot. 1913. 27, S. 661—679, pl. LIV—LV.

Die Verf. bestätigt im allgemeinen, daß die Mitosen der Lebermoosen der höheren Pflanzen im wesentlichen gleichen. Insbesondere hat sie trotz sehr eifrigen Suchens niemals Centrosomen oder Centrosphären gefunden. Von Einzelheiten, die der Erwähnung wert sind, will Ref. folgendes hervorheben.

In den vegetativen Teilungen waren im Spirem deutliche »Chromosomen«, die sich von einer »Linin«grundlage abhoben, zu sehen. Aber Verf. ist vorsichtig genug, aus diesem färberischen Verhalten der einzelnen Teile des Spirems keine bindenden Schlüsse über wirklich vorhandene Differenzierung in (physikalisch-chemisch unterscheidbares) »Chromatin« und »Linin« zu machen. Dazu sind die Kerne von *Preissia* zu klein. Das Spirem erscheint kontinuierlich, was immerhin auffallend wäre, wenn sich Verf. hier nicht täuscht. Ref. möchte hier wie bei der synapsis-ähnlichen »contraction« des Spirems kurz vor der definitiven Chromo-

somenbildung vorläufig sich noch abwartend stellen. Verf. ist sich offenbar selbst klar darüber, daß ihr hier der Vorwurf einer ungenügenden Fixierung ihrer Objekte gemacht werden könnte. Sie verteidigt sich dagegen mit der Motivierung, daß die Stadien vor und nach diesen fraglichen Phasen sicher gut fixiert wären, und nicht einzusehen sei, warum nur dazwischen die Fixierungsmittel ungünstig gewirkt hätten.

Die Auflösung der Nucleolen geht bei *Preissia* ganz plötzlich vor sich, gleichzeitig mit der Bildung der zentralen Spindelfasern. Irgendwelches Material für die Ausbildung der Chromosomen scheinen sie nicht abzugeben.

Von den einzelnen Stadien der Sporogenesis dürften alle die wichtig sein, welche deutlich eine bestimmte Zahl von Chromatinzentren (= Prochromosomen) schon in der Prophase erkennen lassen. Zu Anfang sind nämlich die besonders »färbbaren Mittelpunkte« durchaus wechselnd an Form und Umfang. Aber in der Synapsis erscheinen sie bereits in definitiver Zahl und Größe. Eine Paarung zweier zu einem im Sinne von Strasburger konnte Verf. freilich bei der Kleinheit des Objekts nicht beobachten. Im übrigen neigt Verf. durchaus der Annahme einer Parasyndese der Chromosomen zu. Die trotzdem gefundene »second contraction« kann dann nicht die Bedeutung haben, die ihr die Farmersche Schule zulegt.

Die haploide Zahl der Chromosomen dürfte mit der größten Wahrscheinlichkeit 8 betragen.

Stets fanden sich in den Sporen-Mutterzellen mehrere Gruppen von Plastiden, die bereits zwischen der Meta- und Telophase der heterotypen Teilung in zwei größere Gruppen zerlegt werden. Damit wird eine Verteilung auf die einzelnen Sporen eingeleitet. Zwischen den Plastiden und der Zellmembran waren besondere plasmatische Verbindungsfäden zu konstatieren.

G. Tischler.

Beer, R., Studies in spore development. III. The premeiotic and meiotic nuclear divisions of *Equisetum arvense*.

Ann. of Bot. 1913. 27, 643—659, pl. LI—LIII.

Ref. hat in dieser Zeitschrift (V, S. 394) über des Verf. frühere Abhandlungen berichtet, die die Mikrosporenbildung einiger Blütenpflanzen darstellten. In der vorliegenden Mitteilung erörtert Verf. die Verhältnisse bei *Equisetum* und er findet, daß das von ihm früher gegebene Schema der Reduktionsteilung mit einer »Metasyndese der Chromosomen« und »second contraction« auch hier Gültigkeit hat. Erwähnenswert ist vielleicht noch besonders, daß in den Prophasen der Reduktionsteilung intime Stoffwechselforgänge zwischen Nukleolarsubstanz und Chromosomen

angenommen werden, denn die Nukleolen geben von ihrer Oberfläche eine Menge »Tropfen« ab, die in die Kernhöhle hineinkommen, sich entlang den Spiremfäden verteilen und schließlich von diesen resorbiert werden.

Die Zahl der Chromosomen ist bei *Equisetum* wie bei den meisten Farnen sehr hoch. Verf. schätzt sie ungefähr auf 115 diploide im Mittel. Die Zählungen ergaben Schwankungen zwischen 94 und 136. Aber Verklebungen zweier zu einem und Zerschneiden eines in mehrere durch das Messer mögen häufig vorkommen. Und da dürfte ungefähr ein Mittelwert die richtige Zahl treffen. Die sehr große Zahl der Chromosomen bringt es auch mit sich, daß während der heterotypen Teilung scheinbare Unregelmäßigkeiten zu beobachten waren, indem einzelne gegenüber anderen bei der Polwanderung auffallend zurückblieben. Schließlich wurden aber stets alle Chromosomen in die Tochterkerne einbezogen.

Zwischen den Chromosomen der ersten und der zweiten Reifeteilung sind starke Verschiedenheiten in der Form nachzuweisen. In der heterotypen Mitose sind sie nämlich sehr kurz und dick, in der homöotypen sehr lang und dünn. Aber bereits in den Telophasen der ersteren Teilung war der Übergang von den beiderlei Formen gut zu verfolgen.

Verf. gibt außer einer Schilderung der allotypen Mitosen zum Vergleich auch eine solche von den somatischen Kernteilungen. Ref. möchte davon hervorheben, daß das Spirem immer deutlich diskontinuierlich war. Diese Feststellung ist hier besonders wichtig, weil bei der großen Zahl von Chromosomen und ihrer Fadenform bereits durch Verschlingung ein kontinuierliches hätte vorgetäuscht werden können. Schließlich erscheint dem Ref. von großer Wichtigkeit für eine Entscheidung des Streites zwischen Grégoire, Sharp usw. einerseits, Lundegårdt, Fraser-Snell usw. andererseits, ob die prophasische Längsspaltung schon in den vorhergehenden Telophasen angelegt wird, die Tatsache, daß Verf. nachdrücklich behauptet, in *Equisetum* eine Pflanze aufgedeckt zu haben, bei der die Telophasen ganz sicher keine Spur einer weitergehenden Alveolisierung und damit auch keiner Längsspaltung besitzen.

G. Tischler.

Lang, W. H., Studies in the Morphology and anatomy of the Ophioglossaceae I on the branching of *Botrychium Lunaria* with notes on the anatomy of young and old rhizomes.

Ann. of bot. 1913. 27, 203—242.

In der vorliegenden Arbeit, die die erste einer Serie von Abhandlungen über Ophioglossaceen bilden soll, werden zunächst eine Anzahl

junger Individuen von *Botrychium Lunaria* untersucht, an denen der basale älteste Theil des Stammes noch erhalten ist. Während dieses basale Ende aus ganz kurzen, Wurzeln und blattspuren tragenden Gliedern besteht, folgt dann meist eine Übergangsregion, in der diese stark verlängert zu sein pflegen, und zuletzt kommen die Partien der adulten Pflanze, die wiederum gedrängte Internodien aufweisen. Verf. zeigt, daß im Basaltheil die äußere Endodermis auch an den Blattaustritten gar keine Unterbrechung erleidet, während sich doch im Innern der Stele ein Markparenchym heraus differenzirt hat. Daraus folgert er wie seinerzeit Bower, daß hier die Markbildung durchaus intrastelar erfolge, daß die Rinde an ihr nicht betheiligt sein könne. Aber er geht weiter als Bower und leugnet für *Botrychium* allgemein jederlei Rindenintrusion in die Stele hehufs Markbildung und sagt ausdrücklich S. 217: »Comparison of the mature structure of these plants thus leads to the conclusion that the internal endodermis, when present, is a new differentiation on the pith and is of no morphological significance as indicating a limit between stele and cortex.« Das ist erfreulich zu lesen, es ist gesunde, von jeder Speculation und Voreingenommenheit befreite Anatomie, wie sie uns wirklich noth thut.

Im ersten Abschnitt wird hauptsächlich die für das eben gesagte dienende Begründung durch genaue Schilderung des Verhaltens der Endodermis in den verschiedenen Abschnitten des *Botrychium*stockes gegeben. Der zweite Abschnitt bringt allerhand Details über die Anatomie des Stelarsystems bei. Verf. statuirt hier ein complicirtes Verhalten des anscheinend so einfachen Holzkörpers. Er unterscheidet nämlich centrifugales Primärholz, an welches sich gegen außen und ohne ganz scharfe Grenze die gereihten Elemente des Secundärholzes unmittelbar anschließen, und centripetales Primärholz, welches indessen rudimentär ist, gewöhnlich nur aus einigen an der Markgrenze zerstreuten Tracheiden im Parenchym besteht. Selten und anscheinend nur nach Verletzung des Stammes wird es in Form einer größeren Anzahl ins Markparenchym eingebetteter Tracheiden entwickelt und weist alsdann deutlich centripetale Folge seiner Elemente auf. Da nun aber dieses centripetale Xylem unter den Blattaustritten überhaupt unterdrückt wird, so fehlt es den Blattspurbasen gänzlich. Infolgedessen zeigen diese denn endarchen Bau, wo man doch eigentlich Mesarchie erwarten sollte.

Ein letzter Abschnitt beschäftigt sich mit der Verzweigungsweise des Rhizoms, die ausschließlich aus Knospen resultiren soll, die einzeln in der Achsel jedes Blattes stehen, die allerdings nur im Fall der Beschädigung der Stammspitze austreiben, sonst aber latent verbleiben. Diese Knospen findet Verf. in eigenthümlichen auswärts sich öffnenden

Gruben, analog denen die Gwynne Vaughan bei *Helminthostachys* gefunden (Ann. of bot. **16**, 170) und ebenso gedeutet hatte. Ref. muß indeß gestehen, daß er nach den Abbildungen ein klares Bild dieser Organe nicht hat gewinnen können. Wenn nun eine solche Axillarknospe zur Fortentwicklung gelangt, dann wird ihre Trachealversorgung von dem sie stützenden Blattspurstrang übernommen. Es bildet sich nämlich zwischen diesem und der benachbarten Stele des sistirten Hauptstammes eine ausgedehnte Trachealmasse aus und in dieser kommt durch intrastelare Differenzirung der Markkörper des Tochttersprosses zur Ausbildung. Es ist nach dem Allem *Botrychium* potentiell mit normaler axillärer nicht mit adventiver Verzweigung versehen, wie das auch bei den Hymenophylleae und den Zygoterideae der Fall ist. Und Verf. findet in der anatomischen Gliederung des Holzes Anklänge an *Botrychioxylon* und an *Zygoteris corrugata*, auf die indeß erst in einer weiteren Abhandlung im Detail eingegangen werden soll.

H. Solms.

Lignier, O., Un nouveau sporange séminiforme *Mittagia seminiformis*.

Mém. de la soc. Linnéenne de Normandie. 1913. **24**, 4^o, 50—65. Mit einer photographischen Tafel und 7 Textfig.

Der Verf. hat von Herrn Mittag, dem Director der Ostrauer Kohlengruben in Böhmen, ein paar Flötzknollen erhalten. In einer derselben fanden sich samenartige Gebilde, welche primo intuitu Lagenostomasamen zu sein schienen. Zwei derselben lagen bis zu gegenseitiger Abplattung nebeneinander, so, als wenn sie aus einem gemeinsamen Stiel, der indeß nicht erhalten ist, entsprängen. Das eine war leer, in dem andern fanden sich vier sehr große Macrosporen. Beide aber waren durch Risse eröffnet. Die Außenwand dieser Sporenkapseln war derb, in ihrer äußern Schicht von Pallisadenzellen sclerotisch, an der innern Seite waren mehrere Lagen dünnwandiger Zellen.

Die Macrosporen weisen drei Membranschichten auf und haben im ganzen tetraëdrische Form. Zwischen ihren Membranen finden sich weite Zwischenräume.

Was für ein Object wir in dieser *Mittagia* vor uns haben, bleibt freilich ganz räthselhaft. Einzelsporangien mit solcher holzigen Wandung sind uns nicht bekannt, und mit den die Sori bergenden derbschaligen Behältern der Hydropteriden stimmt das Fehlen der Sori, an deren Stelle nur vier Sporen gelegen sind, nicht überein.

H. Solms.

Thomson, R. B., On the comparative anatomy and affinities of the Araucarineae.

Philos. transact. r. soc. London. ser. B. **204**, 50 S. 7 Taf.

Es hat bekanntlich Jeffrey die Ansicht vertreten, die Abietineae seien eine Gruppe höheren Alters als die Araucareen. Seine Schüler sind dann, jurando in verba magistri, bestrebt gewesen, dieses Paradoxon zu einem förmlichen Dogma auszugestalten. In Europa freilich hat diese Anschauung meines Wissens einstimmige Ablehnung erfahren. Jetzt kommt in des Verf.s Arbeit auch aus Amerika eine dieselbe verwerfende Stimme.

Verf. spricht mit Rücksicht auf die in Rede stehende Frage die gesammte Coniferenanatomie durch. Dabei ergeben sich mitunter Angaben, die man gern noch von anderer Seite nachgeprüft sehen würde, wie er denn u. a. behauptet, die erwachsenen Hoftüpfel der Araucareen seien nach Art derer der meisten Pteridinen offen, ohne Verschlusmembran und Torus.

Auf Grund seiner vergleichenden Untersuchungen aber weist er Jeffrey's bezügliche Darlegungen und Schlüsse rundweg zurück und stellt die, um mit den Amerikanern zu reden, orthodoxe europäische Anschauung wieder her.

Leider sind die der Abhandlung beigegebenen Tafeln ausschließlich photographische Reproduktionen. Bei solcher histologischen Arbeit hätte man ja lieber statt dieser gute, scharfe Zeichnungen gesehen.

H. Solms.

Kisch, M. H., The physiological anatomy of the Periderm of fossil Lycopodiales.

Ann. of bot. 1913. **27**, 281—320. 1 Taf. u. 27 Textfig.

Die vorliegende Arbeit ist auf Anregung Olivers ausgeführt worden. Sie ist sehr zu begrüßen, weil sie einen Punkt von großer Wichtigkeit zusammenhängend, sowohl historisch als auch auf Grund eigener Untersuchung an reichen und ausgewählten Materialien behandelt. Das ist die Frage nach dem Vorkommen und der Lage der Periderme in der Rinde der Lepidodendreae und Sigillariae.

Die Verf. stellt zunächst fest, wo denn eigentlich das Phellogen zu suchen ist, und findet, daß es z. B. bei *Lep. selaginoides* ganz nahe an der Außengrenze der Mittelrinde gelegen ist, daß es aber bei anderen Formen, bei den Arten des Hartourtitypus und den gerippten Sigillarien in einer viel tiefer gelegenen Schicht seinen Ursprung nimmt. Sie hat nicht nur die Lage des Meristems festgestellt, sondern auch

sehr gute Bilder der Zellreihen, die aus der Theilung seiner Elemente entstehen, gegeben.

Es ist also überall die Hauptmasse der Mittelrinden wirklich, wie bisher schon immer angenommen wurde, aus Phelloderm gebildet. Eine wiederholte Erzeugung von Peridermen durch successive Neubildung von Phellogenen findet nirgends statt.

Das Phelloderm war lebendes Gewebe, das wird aus der großen Verbreitung von Inhaltsmassen in seinen Zellen, von luftführenden Inter-cellularräumen, erschlossen. Schon lange hegte man diese Ansicht, die wesentlich darauf basirt wurde, daß die Blätter trotz der mächtigen Peridermen unter ihnen nicht alsbald abgeworfen werden.

Es giebt auch Periderme mit eigenthümlichen Differenzirungen im Phelloderm. Dahin gehören die Querteilungen, die sich in den faserförmigen Phellodermzellen von *Lepidophlois* und *Sigillaria reniformis* finden, es gehört ferner dahin das bekannte *Dictyoxylonphelloderm* von *Sigillaria spinulosa*. Endlich werden hier auch die eigenthümlichen Anomalien besprochen, welche sich bei *Stigmaria* in Form plötzlicher Verbreiterung der Zelle einer Radialreihe, sowie in Form von Intercalirung neuer Radialreihen zwischen die früher vorhandenen oftmals vorfinden und wiederholt beschrieben worden sind. H. Solms.

Lignier, O., Végétaux fossiles de Normandie. VII Contribution à la Flora jurassique.

Mémoires de la soc. Linnéenne de Normandie. 1913. 24, 69—105. 1 Taf. u. 8 Textfig.

Das vorliegende Heft enthält Beschreibungen und Abbildungen zahlreicher neuer Funde, darunter einer Gonidina, eines Farnblattes (*Phlebopteris Woodwardii*), einer Anzahl von Equisetiten und eines *Cycadites Renaultii*, alle mehr von untergeordnetem Interesse.

Viel wichtiger ist die Neubehandlung eines Bennettiteenstammes des Museums zu Caen, den Morière seinerzeit als *Schizopodium Renaultii* beschrieben hatte und der sich nun als ein zweites Individuum der *Cycadeoidea micromyela* herausstellte. Dieser Stamm, dessen Form freilich aus den Durchschnitten des Blocks reconstruirt werden mußte, zeigt zweimalige anscheinend regelmäßige Dichotomie auf.

Außerdem hat er nicht die Spreuschuppen von *Cycadoidea* und *Bennettites*, sondern an deren Stelle cycadeenartige Einzelhaare, die indessen aus der Zerkleinerung derartiger Schuppen abgeleitet werden konnten. Das hatte der Autor für das Original der *C. micromyela* schon früher festgestellt. Die gleiche Eigenthümlichkeit bietet nun auch *Williamsonia scotica* Seward und die merkwürdige *Wielandiella*

Nathorst. Verf. zieht auch einen von mir seinerzeit als *Cycadea Inolensis* erwähnten Stammrest heran, der in der That nur auf Grund seiner Behaarung mit eigenem Gattungsnamen belegt wurde, dessen Beschreibung Lester Ward und Wieland aber übersehen zu haben scheinen. Ich muß indessen bemerken, daß die Haare hier völlig isolirt erschienen, daß von einer Zerfaserung von Spreuschuppen an ihnen auch nicht andeutungsweise etwas zu finden war. Ich habe das jetzt an einem Präparat meiner Sammlung erneut feststellen können. Verf. fragt sich im Übrigen, ob wir nicht vielleicht in diesem Pelz von Einzelhaaren einen Differentialcharacter zwischen *Bennettiteae* und *Williamsonieae* vor uns haben. Das muß weiter untersucht werden. H. Solms.

Pace, A., Apogamy in *Atamosco*.

Bot. Gaz. 1913. 56, 376—394. 2 Taf.

Schon zu verschiedenen Malen ist in der Literatur auf die Möglichkeit parthenogenetischer Embryoentwicklung bei einigen Vertretern der *Amaryllidaceen* hingewiesen worden. Ein interessanter Fall ist nunmehr von der Verf. für *Atamosco texana* Greene (*Zephyranthes texana*) festgestellt und eingehend untersucht worden.

Der Embryosackentwicklung geht keine Tetradenteilung voraus, auch die Chromosomenreduktion unterbleibt. Im zweiten und dritten Teilungsschritt wurde die Chromosomenzahl 24 festgestellt. Der Eiapparat zeigt normale Ausbildung, ist allerdings nicht immer am Scheitel des Embryosackes, sondern ziemlich häufig auch seitlich gelagert.

Die Pollenbildung von *Atamosco* verläuft normal. Die Chromosomenzahl wird bei der Reduktionsteilung auf 12 reduziert. Der Pollen ist keimfähig, die Pollenschläuche wachsen rasch in die Fruchtknotenöhle hinunter. In der einzelnen Samenanlage dringt ein Pollenschlauch in normaler Weise in den Embryosack ein, der eine seiner beiden Spermakerne tritt in die Eizelle ein, während der andere zu den Polkernen oder ihrem Verschmelzungsprodukt wandert und sich mit demselben vereinigt. Während der nachfolgenden Spirembildung ist ein Teil des Verschmelzungskernes, wahrscheinlich die Stelle, wo der Spermakern eingedrungen ist, viel dichter als der Rest.

Eigentümlich gestalten sich die Verhältnisse in der Eizelle. Der eingedrungene Spermakern bleibt sehr viel kleiner als der Eikern, dieser ist stark, jener dagegen nur sehr schwach färbbar. Auch nachdem die erste Endospermkernteilung vollzogen ist, liegt der Spermakern noch frei im Plasma der Eizelle. Im ganzen wurden nicht weniger als 600 Embryosäcke aufgefunden, in welchen ein Spermakern in der Eizelle enthalten war. Nur in einigen Ausnahmefällen waren die

beiden Kerne in Kontakt, meistens lagen sie voneinander entfernt. Der Eikern allein erfährt dann die Vorbereitungen zur Teilung, der männliche Kern geht während der Spindelbildung allmählig zugrunde.

Wir haben also nun den eigenartigen Fall, daß in den Antheren einer Pflanze noch völlig normaler, keimfähiger Pollen mit haploider Chromosomenzahl ausgebildet wird, während im Embryosack mit diploider Chromosomenzahl der Kerne wohl noch die Vereinigung der Polkerne mit dem haploiden Spermakern erfolgt, in der diploiden Eizelle dagegen die Kernverschmelzung ausbleibt und parthenogenetische Weiterentwicklung einsetzt. Ob damit aber nun ganz allgemein die Unfähigkeit diploider Eizellen zur Befruchtung nachgewiesen ist, muß wohl noch dahingestellt bleiben.

A. Ernst.

York, H. H., The origin and development of the embryo sac and embryo of *Dendrophthora opuntoides* and *D. gracile*.

Bot. Gaz. 1913. 56, 200—216. 1 Taf.

Wie andere Loranthaceen, die schon von älteren Autoren in embryologischer Hinsicht untersucht worden sind, weisen auch die vom Verf. untersuchten *Dendrophthora*-Arten in Bau der Blüte, der Samenanlagen und im Entwicklungsgang des Embryosackes verschiedenartige Reduktionen oder anderweitige Abweichungen vom gewöhnlichen Verhalten der Angiospermen auf.

Besonders auffallende Resultate teilt Verf. der vorliegenden Arbeit über die Vorgänge der Embryobildung mit. Nur auf diese sei an dieser Stelle besonders hingewiesen.

Bestäubung und Befruchtung unterbleiben bei beiden Arten, und für *D. opuntoides* konnte das Ausbleiben der Reduktionsteilung bei der Embryosackbildung festgestellt werden. Die Bedingungen zu Parthenogenesis oder Apogamie sind also gegeben, aber besonders auffallend sind nun die weiteren Angaben, daß bei den beiden untersuchten Arten der Embryo seinen Ursprung aus ganz verschiedenen Elementen des achtkernigen Embryosackes nehmen soll.

Bei *D. opuntoides* entsteht nach York aus der Eizelle ein unregelmäßig geformter Gewebekörper, ein Proembryo. Aus einer zentralen Zelle desselben soll sich später der eigentliche Embryo entwickeln, während alle übrigen Zellen des Proembryos das Endosperm erzeugen. Bei *D. gracile* ist es das Vereinigungsprodukt der beiden Polkerne, das einen ähnlichen Proembryo liefert, der sich wiederum in Embryo und Endosperm differenzieren soll. Eine gewisse, wenn auch nicht völlige Übereinstimmung mit den älteren Befunden Treubs und Lotsys

an Balanophora, die in einer eingehenden Diskussion der Ergebnisse von York auch mehrfach zum Vergleich herangezogen werden, ist unverkennbar. York schlägt für die von ihm beschriebene neue Art der Embryobildung die Bezeichnung pseudo-apogam vor. Dem Ref. scheint die Einführung neuer Bezeichnungen vorläufig weniger notwendig zu sein als eine Nachuntersuchung der diskutierten Ergebnisse.

Die wenigen Zeichnungen, die als Belege für die angegebenen eigentümlichen Entwicklungsvorgänge mitgeteilt werden, geben keinen geschlossenen Entwicklungsgang wieder, sondern nur vereinzelte Stadien, die ebensowohl anders gedeutet werden können. Die vom Verf. erwähnten großen Schwierigkeiten der Untersuchung haben jedenfalls die Gewinnung einer lückenlosen Folge von Stadien unmöglich gemacht und Verf. zu gewagten Kombinationen der aufgefundenen Stadien veranlaßt. Es erscheint dem Ref. zweifellos, daß ergänzende Untersuchungen die Angaben Yorks über die Embryobildung bei Dendrophthora nicht bestätigen werden. Gewiß wird sich zeigen lassen, daß auch bei diesen Loranthaceen Embryo und Endosperm ihren Ursprung aus verschiedenen Zellen resp. Kernen des achtkernigen Embryosackes nehmen werden. Der erstere wird wohl, wie letzthin auch für Balanophora gezeigt worden ist, aus der Eizelle, das letztere aus einem oder beiden Polkernen hervorgehen. A. Ernst.

Ernst, A., und Schmid, Ed., Über Blüte und Frucht von *Rafflesia*.

Ann. de Buitenzorg. 2. sér. 1913. 12, 1—58. 8 Taf.

Die auf Cissuswurzeln schmarotzenden großen *Rafflesia*arten treten nur mit ihren Blütensprossen ans Licht. Lange Zeit umhüllt das stark aufgewölbte Wurzelstück, an dem ein solcher Sproß hervorbrechen wird, als Floralpolster die Sproßanlage, so daß die Wurzel kugelig aufgewölbt wird, und als Cupula den schließlich durchbrechenden Sproß dauernd an der Basis umhüllt. Drei fünfgliedrige Wirtel von Niederblättern alternieren miteinander, auf sie folgt die gipfelständige Einzelblüte mit fünf mächtigen Perigonblättern. Ein nach innen aufstehender oder sich überwölbender Rand verengt den Einblick in die Blüte, er wird als Diaphragma bezeichnet, durch das man auf die im Zentrum aufsteigende und sich flächenförmig ausbreitende Columna blickt, deren obere Fläche mit einer Menge größerer Zäpfchen bedeckt ist. An dem nach unten schauenden Rande der Columna sitzen entweder die Antheren oder die Narbenflächen, daher wird sie auch wohl als »Columna genitalis« bezeichnet. Die Fruchtknotenöhhlung ist bei *Rafflesia* durch ein System miteinander kommunizierender und von Gewebesträngen

durchbrochener Hohlräume ersetzt, die an ihren Wandungen zahlreiche Samenanlagen tragen.

Die kugeligen Antheren besitzen eine große Menge von langgestreckten sich nach unten hin verzweigenden Pollensäcken, deren Wand der fibrösen Schicht entbehrt und weit stärker entwickelt ist als bei normalen Antheren. Die Kerne der Pollenmutterzellen sind sehr chromatinreich. Bei der Reduktionsteilung ergibt sich als haploide Chromosomenzahl 12; man sieht die Chromosomen in drei verschiedenen Größen paarweise geordnet, kurze, mittlere und lange, deren Anordnung alsbald zur Kernplatte führt mit den kürzeren Chromosomen in der Mitte. Nur an den längsten Chromosomenpaaren war die vollzogene Längsspaltung zu erkennen. Bereits auf die erste Kernteilung folgt Zellteilung; die homöotypische Teilung wird gleich darauf vollzogen. In den zahlreichen Pollensäcken einer Anthere war der Verlauf sehr ungleichmäßig, während sich die innerhalb der einzelnen Pollensäcke befindlichen Kerne alle gleichzeitig teilten. Generativer und vegetativer Kern der Pollenkörner unterscheiden sich bald durch die verschiedene Färbbarkeit und den dichteren Bau des generativen. Die nicht deutlich werdende Trennungswand zwischen ihnen wird jedenfalls alsbald wieder aufgelöst. Eine normale Auflösung der Tapetenzellen unterbleibt, erst zuletzt vor der Entleerung der Fächer degenerieren sie.

Die verschiedenen in der Columnabasis, und zwar in einer über der Insertion der Perigonblätter liegenden Querzone, entstehenden Höhlungen lassen an ihren Wänden, als Plazenten, die Samenanlagen hervorgehen. So kann das Ganze nur als Rückbildung eines aus normalen Fruchtblättern bestehenden Fruchtknotens aufgefaßt werden.

Die Samenanlagen werden schließlich anatrop und besitzen ein dicht schließendes inneres Integument, während vom äußeren nur mehr oder minder weit entwickelte Rudimente kenntlich sind. Der Nucellus ist schwächlich, mit nur einer axilen Zellreihe ausgerüstet, in der die Embryosackmutterzelle zur Zeit der Blütenöffnung noch unverändert geblieben ist. Die weitere Entwicklung scheint vom Eintreten der Bestäubung abhängig und unterbleibt bei deren Fortfalle ganz. Im anderen Falle werden die Samenanlagen weiter entwickelt, sobald der von der Bestäubung ausgeübte Reiz sie erreicht hat. So konnten in den jungen Früchten alle weiteren Stadien der ebenso ungleichmäßig wie die Antheren sich ausbildenden Samenanlagen aufgefunden werden.

Die Embryosackmutterzelle teilt sich in zwei gleiche Zellen, deren obere verdrängt wird, während die andere sich abermals teilt; die untere dieser beiden Tochterzellen wird zum Embryosack. Die weitere Aus-

bildung des Embryosackes ist meist völlig normal, die Kerne und Zellen oft von auffälliger Größe, so daß hier eine Rückwirkung des Parasitismus auf die Fortpflanzung nicht erweisbar ist. Hie und da bleibt einer der Synergiden- oder der Antipodenkerne frei beweglich und verschmilzt mit den beiden Polkernen vor Eintritt des Pollenschlauches.

Der Pollen von *Rafflesia* tritt nicht trocken in Staubform aus, sondern wird in dickflüssiger Masse entleert, wodurch sich das Fehlen einer fibrösen Wandschicht der Antheren erklärt. So bleibt dieser Pollenbrei am Körper der besuchenden Insekten kleben, die ihn auf die Narben benachbarter Blüten übertragen werden. Bei *Brugmansia* ist ebenfalls Einbettung des Pollens in schleimige Masse gefunden. Die Öffnung der Pollensäcke geht unter dem Zwange des von innen wirkenden Druckes vonstatten und zwar sind vorher bereits bemerkbare Grübchen oder Einsenkungen die Austrittstellen, die in größerer Zahl an jeder Anthere vorhanden sind.

Da die Pollen in dicker Masse den Narben aufgeschmiert werden, findet man auch die Pollenschläuche in dichten Büscheln an den Wänden der Fruchtknotenhöhlungen entlang wachsen. Sie zeigen den Pollenschlauchkern und zwei generative Kerne im vorderen Ende des Schlauches, das durch Kalluspfropfe abgeschlossen wird. Eine derartig normale Embryosackentwicklung scheint allen untersuchten Rafflesiaceen zuzukommen.

Nach Befruchtung der Eizelle wächst die Keimzelle sehr rasch zum Embryo mit kurzem Suspensor aus. Die Entwicklung des Endosperms aus dem sekundären Embryosackkern geht der Embryoentwicklung voraus, so daß dieser von Endosperm umgeben wird, dessen Zellen sich durch große, chromatinreiche Kerne auszeichnen. Wenn die zentrale Vakuole ganz ausgefüllt ist, sind die Embryo- und Endospermzellen schwer zu unterscheiden, da eine scharfe Abgrenzung des Embryos verwischt wird.

Reife Früchte von *Rafflesia* sind sehr unscheinbar. Die äußeren fleischigen Hüllen und Perigon gehen in Fäulnis über, und nur die inneren Teile der Columna bleiben als eine dunkelbraune, von Spalten und Rissen durchzogene kegelförmige Masse übrig. Die Verbreitung dürfte durch Tiere erfolgen, die den samenhaltigen Fruchtbrei an den Füßen oder sonstwie mit sich verschleppen.

Es ist dankbar anzuerkennen, daß es dem Verf. mit großer Umsicht und Geschick gelungen ist, soviel von dem seltenen Material der großblütigen Rafflesiaceen zusammenzubringen, daß die Entwicklungsgeschichte einigermaßen vollständig daran untersucht werden konnte.

G. Karsten.

Nawaschin, S., und Finn, V., Zur Entwicklungsgeschichte der Chalazogamen.

Mém. de l'acad. imp. d. sc. de St. Pétersbourg. 1913. 31. 9. 1—59. 4 Taf.

Diese Arbeit bringt eine sehr genaue Untersuchung der Entwicklung von *Juglans regia* und *J. nigra*, und zwar wird der Schwerpunkt auf das Verhalten des männlichen Geschlechtes, der Pollenschläuche und ihres Inhaltes gelegt. Nachdem die Verff. festgestellt haben, daß der Embryosack von *Juglans* nur durch die geringe Größe seiner Sexualzellen von dem normalen Embryosack der Angiospermen abweicht, zeigen sie, daß stets zahlreiche Pollenschläuche nachzuweisen sind, die in keiner Weise durch Chemotropismus zum Embryosacke geleitet werden, sondern intercellulär entlang den Spaltungsrichtungen vordringen, sich vielfach, gleichsam orientierend, verzweigen und so in der Chalazagegend in den Bereich der konfokalen Parabeln des Nucellus gelangend, stets in Mehrzahl zum Embryosacke vordringen, in den sie ihren Inhalt entlassen. Fehlen chemotropischer Leitung wird durch das gleiche Verhalten bei tauben Samenanlagen erwiesen.

Der Inhalt der Pollenschläuche besteht in einer aus der generativen Zelle hervorgegangenen homogenen Cytoplasmahülle, die zwei generative Kerne umschließt. Diese »zweikernige generative Zelle« ist ein verhältnismäßig dauerhaftes Gebilde, das sich auch im Embryosack noch längere Zeit erhält, bis aus einer der zahlreich eingedrungenen die Kerne nackt heraustreten und je einer mit der Eizelle wie mit den im Momente der Befruchtung sich vereinigenden beiden Polkernen verschmelzen. Während die Endosperm bildung alsdann sofort beginnt, dauert die Ruheperiode der Keimzelle längere Zeit.

Ein relativ primitives Verhalten der Gattung *Juglans* erblicken die Verff. darin, daß nicht nur eine Synergide bei der Befruchtung, sondern meist beide zugrunde gehen, daß ferner stets mehrere Pollenschläuche ihre zweikernigen generativen Zellen in den Embryosack entleeren, daß diese, statt sogleich die Befruchtung zu vollziehen, zögern und offenbar einer Umformung und Entledigung ihrer Plasmahülle bedürfen. Ebenso gehen auch die Antipoden sogleich nach der Befruchtung als strukturlose Gebilde zugrunde, während sie bei hochdifferenzierten Embryosäcken nach der Befruchtung noch spezielle Funktionen zu erfüllen haben.

In einem besonderen Kapitel wird dann durch Vergleich der in den letzten Jahrzehnten erhaltenen Resultate die »Reduktion des männlichen Cytoplasma bei den Samenpflanzen« als Beitrag zur Phylogenie der Samenpflanzen behandelt. Einschlägige Figuren aus den verschiedensten Arbeiten werden dafür reproduziert.

Bei den Cycadeen und *Gingko* dringt das aus Kern und Cytoplasma-

hülle bestehende Spermatozoid ins Ei ein. Kern verschmilzt mit Kern, abgeworfene Cytoplasmahülle mit Eiplasma: »Verschmelzung der Zellen.« Bei den Cupressineen und Taxodineen sind zwei generative Zellen vorhanden, scharf voneinander abgegrenzt. Da hier die Archegonien dicht beieinander liegen, funktionieren meist beide. Die die Kerne umgebende Plasmahülle führt erhebliche Stärkemengen, die die verschmelzenden Sexualkerne mit dichter Hülle umgeben. Also ebenfalls »Zellverschmelzung« Bei *Taxus* und *Sequoia* dringt jedoch nur ein Teil des Spermazellplasmas mit in die Eizelle ein. Bei den Abietineen aber und ebenso bei *Sciadopitys*, *Cephalotaxus* und den Araucarineen sieht man an Stelle der beiden scharf voneinander gesonderten generativen Zellen zwei generative Kerne von einer einheitlichen Cytoplasmahülle umgeben, nur andeutungsweise in einigen Fällen durch Plasmawand anfänglich getrennt; also »eine zweikernige generative Zelle«. Das ist demnach eine deutliche Reduktion gegenüber den Cycadeen. Eine andere Art der Reduktion ist, daß bei den Abietineen, ferner bei *Taxus* und *Sciadopitys* die beiden generativen Kerne von ungleicher Größe sind und nur der größere funktionsfähig erscheint. Dagegen haben *Cephalotaxus* und *Torreya* zwei gleichgroße Kerne in der generativen Zelle, gleichen darin also *Juglans* am meisten.

Das gleiche ist nun bei *Ephedra* und *Gnetum* der Fall; bei *Welwitschia* sind die beiden Kerne von ungleicher Größe, aber beide funktionsfähig. Ebenso wie für *Juglans* ist auch der Eintritt des Cytoplasmas der zweikernigen generativen Zellen in die Eizelle in mehreren Fällen beobachtet.

Somit haben die Chalazogamen in dem Vorhandensein einer derartigen zweikernigen generativen Zelle im Pollenschlauch eine deutliche Annäherung an die Gymnospermen aufzuweisen, es sind Gymnospermenabkömmlinge oder »an der Schwelle der Angiospermenwelt stehende Formen«. Sie nehmen eine Mittelstellung ein zwischen den: zwei volle generative Zellen im primitiven Pollenschlauch führenden Cycadeen und den weiter reduzierten Cupressineen usw., deren Kerne höchstens ein amöboides Bewegungsvermögen, wie alle Spermakerne besitzen mögen, deren Zellen aber sicher keine Cilien mehr tragen, auf der einen Seite und den typischen Angiospermen, die lediglich nackte Kerne ohne jedes Cytoplasma in den Embryosack gelangen lassen, andererseits. Diese Mittelstellung der Chalazogamen ist außer bei *Juglans* auch bei *Ulmus americana*, wahrscheinlich auch *Elodea canadensis* und vielleicht einigen *Helobiae* vorhanden. Bei den Gymnospermen erreicht das Cytoplasma noch die Eizelle, bei den Chalazogamen den Embryo-

sack, wo dann die Spermakerne nackt heraustreten. Bei den Angiospermen findet die Entfernung des Cytoplasmas schon im Pollenschlauche statt.

G. Karsten.

Grimm, J., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Rhus* und *Coriaria*.

Flora. 1912. 104, 309—334. 2 Taf., 3 Textfig.

Ausgehend von der Ableitung der Amentaceen (Quercineen, Myriceen, Betuleen, Casuarineen, Coryleen) von der alten Familie der Terebinthaceen, sowie der Auffassung der meisten Chalazogamen als »in Blüte und Frucht verkümmerter Abkömmlinge von Terebinthaceen« hatte Hallier die Vermutung ausgesprochen, daß die Chalazogamie von *Juglans*, vielen Amentaceen und *Ulmus* auch bei *Myrica*, *Leitnera*, *Juliania*, *Pistacia*, *Rhus* usw. vorhanden sein werde und daß diese Gattungen vielleicht auch weitere Anklänge an *Casuarina* darbieten möchten.

Auf diese Anregung hin hat Verf. im Bonner Laboratorium eine eingehende Untersuchung von *Rhus* vorgenommen und zum Vergleich auch *Coriaria* herangezogen. Es zeigte sich, daß die Entwicklungsgeschichte des Embryosackes weder bei *Rhus Toxicodendron*, *R. typhina* und *R. glabra*, noch bei *Coriaria myrtifolia* und *C. terminalis* über verwandtschaftliche Beziehungen Aufschluß geben kann, da sie in völlig typischer Weise verläuft. Dabei gelang aber der Nachweis, daß wirklich bei allen drei *Rhus*-arten die von Hallier vermutete Chalazogamie vorliegt. Der Pollenschlauch von *Rhus Toxicodendron* folgt dem Leitgewebe des fruchtbaren Carpids in die Ovarhöhle, überwächst dann den Spalt, der die Fruchtknotenwand von der Samenanlage trennt und steigt in das Leitbündel des Funiculus. In diesem dringt er bis zur Chalaza vor, wächst sodann ungefähr parallel zum Embryosacke im Nucellus mikropylwärts und gelangt schließlich von der Seite aus oder nach erfolgtem Umbiegen vom Nucellusscheitel her zum Eiapparat. Es erfolgt normale Doppelbefruchtung. Bei *R. typhina* und *R. glabra* wurde ein ähnlicher Pollenschlauchverlauf festgestellt. Bei *Rhus Toxicodendron* ist eine deutliche Mikropyle vorhanden, doch ist ihre äußere Mündung vom Ende des leitenden Gewebes ziemlich weit entfernt. Es vermehrt also *Rhus* die Anzahl der schon nicht mehr seltenen Beispiele, welche mehr und mehr veranlassen, den Erklärungsversuchen der Chalazogamie als einer abgeleiteten Erscheinung wieder näher zu treten.

A. Ernst.

Hegi, Gustav, Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

34. Lief. u. VI. Bd. 1. Lief. Lehmanns Verlag, München. 1913.

Lief. 34 ist der Beginn des IV. Bandes und bringt die Berberidaceae, Lauraceae, Papaveraceae und mehr anhangsweise die übrigen Familien der Ranales, die für die Flora Mitteleuropas von untergeordneter Bedeutung sind. Text und Abbildungen sind wiederum trefflich. Nicht nur für floristische Zwecke, sondern auch für pflanzengeographische und biologische Studien ist die Bearbeitung Hegis ein wichtiges Nachschlagewerk. Für Bd. VI Lief. 1 ist die Mitwirkung von A. v. Hayek gewonnen worden. Die Lief. behandelt den Anfang der Scrophulariaceen. Es wäre zu wünschen, daß die Darstellung etwas ausführlicher geschieht; als Muster können die von Hegi selbst bearbeiteten Lief. dienen. Die Angabe, daß *Linaria alpina* in den Karpathen vorkommt, ist zu streichen. Pax.

Ascherson, P., und Graebner, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora.

Lief. 77—80. 2. Aufl. Lief. 3—5. W. Engelmann, Leipzig. 1912, 1913.

Die erste Auflage der Synopsis bringt den Schluß der Polygonaceen, die Gattungen *Polygonum*, *Fagopyrum* und *Mühlenbeckia*. Damit ist der 4. Bd. des Werkes abgeschlossen. Der 5. Bd. beginnt mit den Chenopodiaceen und behandelt die Genera *Polycnemum*, *Hablitzia*, *Beta*, *Chenopodium*.

Ein außerordentlich schwerer Schlag hat die Synopsis mit dem Tode von Paul Ascherson getroffen; ihr wurde der Mann mit dem phänomenalen Gedächtnis und dem ungewöhnlich umfassenden Wissen genommen, der von keinem anderen Botaniker erreichte Florist Europas. Auf Paul Graebner liegt jetzt allein die ungeheuere Arbeitslast, welche die Fortführung der Synopsis bedingt. Aber schon die von Graebner allein besorgte Herausgabe der Lief. 79 und 80 zeigt, daß er das Werk im Sinne Aschersons weiter führen will und kann.

Sehr glücklich ist die ungemein schwierige Behandlung von *Polygonum*, *Rumex* und *Chenopodium*. Bezüglich der genannten Polygonaceen-Gattungen haben sich die Verf. an die Arbeiten von v. Beck (in Reichb. Icon. XXIV) angeschlossen. Hier und da wären biologische Hinweise am Platze, die Verf. vermißt, so z. B. Angaben über die Heterostylie von *Fagopyrum*. Sehr zu begrüßen ist das rasche Erscheinen des Hauptregisters zu Bd. IV.

Die 3. Lief. der zweiten Auflage vollenden den 1. Bd. mit dem

dazugehörigen Hauptregister, das M. Goldschmidt sorgfältig hergestellt hat. Die Neuauflage verdient den Zusatz »vermehrt«, denn der 1. Bd. ist um 213 Seiten stärker als in der ursprünglichen Bearbeitung. Pax.

Zimmermann, A., Der Manihot-Kautschuk. Seine Kultur, Gewinnung und Präparation.

Jena. 1913. 151 Fig. i. Text.

Das Buch behandelt in eingehender Weise die Kultur und Nutzung von *Manihot Glaziovii*, jenes Kautschukbaumes, welcher für unsere ostafrikanische Kolonie eine so große Bedeutung erlangt hat. Es bildet in seiner Ausführlichkeit ein Gegenstück zu dem bekannten, in englischer Sprache erschienenen Werk Herbert Wrights über *Hevea brasiliensis*. —

In erster Linie für die Bedürfnisse der Praxis berechnet, bringt Zimmermanns Buch in den Kapiteln, welche sich mit allgemeinen Fragen beschäftigen, auch für den Pflanzenphysiologen manches Wissenswerte. Dies trifft besonders für die Abschnitte zu, welche über den Milchsaft, über die Entstehung des Kautschuks, sein chemisches und physikalisches Verhalten, sowie seine Präparation und ferner über die Zapfung der Bäume handeln.

Bezüglich der Funktion des Milchsafts kommt der Verf. im Gegensatz zu den Ansichten einiger neuerer Autoren, welche den Milchsaft als Reservestoff betrachten wollen, zu dem Schluß, daß »eine ernährungsphysiologische Bedeutung für den Milchsaft im allgemeinen und speziell auch für den in demselben enthaltenen Kautschuk noch nicht als erwiesen gelten kann«. — Dieser Anschauung möchte sich auch der Ref. auf Grund seiner eigenen Beobachtungen an *Hevea* anschließen. —

Die über die einzelnen Materien handelnde, oft ziemlich zerstreute und schwer auffindbare Literatur erfährt in dem Buche eine sehr gründliche Verarbeitung. Es ist deshalb auch für Nachschlagezwecke sehr gut zu verwenden.

S. V. Simon.

Sharp, Lester W., Somatic chromosomes in *Vicia*.

Cellule. 1913. 29, 295—331. 2 pl.

Es hat sich gerade in der letzten Zeit gezeigt, daß an Pflanzen, die cytologisch besonders gut untersucht schienen, von verschiedenen Autoren ganz verschiedene Resultate gefunden wurden, trotzdem jeder von ihnen so kritisch als möglich vorging. Ref. erinnert da an die Arbeiten von Frl. Bonnevie, von Dehorne und vor allem Lundegårdh. Die Ergebnisse, die geeignet sein sollten, altbekannte Vorstellungen über den Haufen zu werfen, wurden aber keineswegs allgemein akzeptiert. Nun hat Verf. in Grégoires Laboratorium, dem damit wohl die größten

überhaupt möglichen Erfahrungen zu Hilfe kamen, sich der Mühe unterzogen, die kritischen Punkte aus der Geschichte der somatischen Kernteilungen zu prüfen.

Das wichtigste ist für uns, daß Verf. mit aller wünschenswerten Deutlichkeit zeigt, daß die Annahme der echten telophasischen Längsspaltung der Chromosomen und ihre Identität mit der altbekannten prophasischen (Lundegårdh, Fraser und Snell) irrig ist. Es handelt sich bei den Telophasen vielmehr um Alveolisierungen, die zuweilen auch zentral in den Chromosomen beginnen und dann eine scheinbare Spaltung vortäuschen können, aber weit öfter sich zunächst peripher dokumentieren und dann z. B. jene Spiralstrukturen entstehen lassen können, wie sie Frl. Bonnevie für die »Erneuerung« der Chromosomen beschrieb.

Eine wirkliche Trennung der durch die Alveolisierung scheinbar aufgelösten homogenen Chromosomen erfolgt auch nicht während der Kernruhe. Immer ist hier ein ununterbrochenes schaumiges Netzwerk vorhanden, selbst wenn dessen feinste Verbindungen oft nur schwer zu sehen sind. Die Chromosomen bleiben als dunkle Bänder noch erkennbar, entschwinden somit nie völlig durch Alveolisierung unseren Blicken. Und *Vicia* gehört zu den Organismen, für die die Lehre von der »Chromosomen-Individualität« mehr ist als bloße Hypothese.

Zu Beginn der neuen Kernteilung markieren sich die »ursprünglichen« Chromosomengrenzen wieder genauer, ihre Substanz verdichtet sich und die Gesamterscheinungen, die wir bei der Telophase kennen lernten, spielen sich jetzt in umgekehrter Reihenfolge ab. Neu ist nur eine streng axiale Vakuolisierung des schon homogen gewordenen Chromosoms; diese führt durch völlige Zerreißen der feinen Alveolarwände zu der echten und einzigen Längsspaltung.

— Die Klarlegung dieser Verhältnisse, den Nachweis so verschiedener Bilder, wie der von Lundegårdh und Frl. Bonnevie gezeichneten, als etwas schematisierter Spezialfälle, ist unzweifelhaft das Hauptverdienst des Verf.

Ref. erwähnt des weiteren noch die scharfe Bekämpfung der Chromomeren-Theorie, die unter dem Einfluß mendelistischer Forschung sich ausgebildet hatte, worin Ref. gleichfalls durchaus nur beistimmen kann, und den Standpunkt des Verf. in der Auffassung der Kernspindel. Lundegårdhs Verdienste um eine richtigere Auffassung der Spindelsubstanzen werden voll anerkannt und die besonders scharf abgegrenzten, »gut« (d. h. in Wirklichkeit schlecht) fixierten Spindeln als Kunstprodukte hingestellt. Im übrigen werden die sich hier ergebenden Fragestellungen aber nur gestreift. G. Tischler.

Jesenko, F., Über Getreidespeziesbastarde (Weizen-Roggen).

Zeitschr. f. induct. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1913. 10, 311—326.

Schon von recht verschiedenen Seiten sind Bastardierungen zwischen Weizen und Roggen ausgeführt worden. Alle aber, die sich mit solchen Bastardierungen beschäftigt haben, fanden, daß solche Kreuzungen nur mit dem Weizen als Mutterpflanze ausführbar sind. Die umgekehrte Kreuzung ist bisher nicht gelungen. Auch Jesenko bestätigt diese Erfahrung. Er hat von mehr als 3500 mit Weizenpollen bestäubten Roggenblüten keine einzige ansetzend gefunden.

Aber auch wenn die Kreuzung Weizen ♀ × Roggen ♂ erfolgreich ausgeführt ist, so ist die F_1 stets steril. Es wird zwar von Miczynski und Rimpau über vereinzelte fertile F_1 aus solchen Bastardierungen berichtet. Jesenko erhielt aber trotz äußerst zahlreicher Bastardierungen niemals fertile F_1 bei Bestäubung von Bastarden untereinander, sondern nur bei Rückkreuzungen mit den Eltern. Er nimmt infolgedessen auch für die von den beiden eben genannten Autoren verzeichneten Nachkommenschaften der F_1 Folgen von Rückkreuzungen an. Auch mit dem Weizen als ♀ ist das Zustandekommen von Bastarden aber sehr beschränkt. Verf. fand auf 1000 mit Roggenpollen belegte Blüten ca. 6 ein Bastardkorn ansetzen. Die Sterilität der F_1 -Pflanzen wird vom Verf. besonders auf die gestörte Tetradenbildung bei der Pollenkornanlage zurückgeführt.

Die F_1 ist in einigen Merkmalen des Weizens intermediär, in anderen dominierend. Man erkennt die verwendete Elternform im Bastard gut wieder, weniger deutlich tritt dabei die Rasse des zur Verwendung gelangten Roggens hervor.

Die durch Rückkreuzung mit Weizen erhaltenen Nachkommenschaften ähneln in toto dem Weizen, die durch Rückkreuzung mit Roggen dem Roggen. Dabei ergeben sich aber sehr deutliche Unterschiede zwischen einzelnen Individuen. Die einen neigen mehr, die anderen weniger zu dem zur Rückkreuzung verwandten Elter. Da der Pollen aber, von einer konstanten Rasse stammend, gleiche Erbelemente besitzt, so müssen die Verschiedenheiten in den Eizellen zu suchen sein.

Nur diejenigen aus solchen Rückkreuzungen resultierenden Individuen, welche dem einen oder anderen Elter besonders ähneln, also nur solche, in denen nicht zuviel ungleichwertige Erbelemente vorhanden sind, sind fertil. Die übrigen mehr intermediären sind steril. In den späteren Generationen pflegen solche elternähnliche Bastarde bei herabgesetzter Fertilität konstant zu bleiben.

Von Einzelmerkmalen findet Jesenko die dichten Haare an der Blattscheide der untersten Blätter nach Kreuzung in den Folgegenerationen

aufmendelnd und zwar entsprechen die nach Rückkreuzung zu erwartenden Zahlenverhältnisse recht gut den tatsächlich gefundenen.

E. Lehmann.

Gates, R. R., Tetraploids Mutants and Chromosome Mechanisms.

Biol. Centralbl. 1913. 33, 92—99, 113—150. 7 Fig.

Vor gar nicht langer Zeit noch schien es, als ob die cytologische und die experimentelle Erbforschung bis auf weiteres ihre eigenen Wege gehen müßten. Das scheint jetzt anders zu werden. Ref. erinnert da an die zoologischen Forschungen über die »Geschlechts-Chromosomen« und die im Anschluß daran namentlich von R. Goldschmidt diskutierte Möglichkeiten, auch die Fälle von Verkoppelung und Abstoßung zweier Erbinheiten cytologisch zu begreifen. Und in derselben Richtung bewegen sich jetzt die Studien von Miß Lutz und dem Verf., selbst die Mutationen bei *Oenothera Lamarckiana* zum Teil in ihrer cytologischen Eigenart verstehen zu lernen. Schon jetzt glaubt Ref., daß daraus hervorgeht, wie kurzsichtig diejenigen urteilten, die bei dieser »klassischen« Pflanze weiter nichts als »gewöhnliche« Mendelspaltungen von heterozygoten Ursprungs-Individuen sahen. Daß Spezies, die auf Fremdbestäubung angewiesen sind, häufig in ihren Merkmalen heterozygot sind, ist ohne weiteres anzunehmen, und gerne sei es zugegeben, daß z. B. Heribert Nilssons wertvolle experimentelle Studien und Davis synthetische Versuche den »Bastardcharakter« für viele »Merkmale« der *Oenotheren* ergeben oder wahrscheinlich machen. Aber es bleibt ein großer Rest, der sich den Mendelschematen zum mindesten vorläufig prinzipiell nicht fügt.

Hier setzen alle die Probleme ein, bei denen eine Neuentstehung von Arten durch einfache »Kombination« von Genen ohne Berücksichtigung der Chromosomenverhältnisse nicht erklärt ist. Und darum scheint dem Ref. Lotsys Versuch (*Progr. rei botanicae*. 1913. 4), jeglichen »Origin of species« auf diesen einen Faktor zurückführen zu wollen, einseitig.

Gerade die vorliegende Arbeit weist im Verein mit den anderen neueren cytologischen Untersuchungen über *Oenothera* mit zwingender Notwendigkeit darauf hin, daß noch ein weiterer Weg existiert. Das ist nämlich die Tatsache, daß von den neuentstandenen »Mutanten« einzelne eine besondere und für sie spezifische Chromosomenzahl haben und daß die Gesamtheit der Charaktere, welche die neue Elementarart ausmachen, mit dieser neuen Zahl unlöslich verknüpft ist. Wir wissen bereits seit längerer Zeit, daß *Oenothera Lamarckiana* 14, *O. Lam. gigas* 28 diploide Chromosomen hat. Verf. zeigt nun in

vorliegender Arbeit, daß er verschiedene gigas-Rassen zusammengebracht hat, die sich sowohl durch äußere, wie durch die Chromosomenverhältnisse voneinander unterscheiden. So hat eine aus Palermo erhaltene gigas-Rasse wahrscheinlich nur 25—26 und ebenso ein schmalblättriger Abkömmling von de Vries holländischer gigas gleichfalls weniger als 28 Chromosomen. Verf. schildert ausführlich die verschiedenen Typen in bezug auf ihre äußeren Charaktere, wobei besonders auf eine in Schweden gewachsene abweichende gigas-Rasse verwiesen wird, und stellt genauere Angaben über ihre cytologischen Verhältnisse in Aussicht. Schon jetzt meint er aber als gesicherte Hypothese den Satz aussprechen zu dürfen, daß die verschiedenen gigas-Typen in ihrer Chromosomenzahl zwischen den Zahlen 14 und 28 stehen werden. Unregelmäßigkeiten bei den meiotischen Teilungen könnten diese Unterschiede erklären helfen. Nehmen wir dazu, daß durch Verf. und Miß Lutz auch für *Oenoth. lata* eine besondere Chromosomenzahl gefunden ist (15), so leuchtet ein, daß hier zum mindesten Verhältnisse eine Rolle spielen können, die bei einfachen Mendel-Neukombinationen nicht von Einfluß zu sein brauchen.

Recht interessant ist auch der Versuch des Verf., die einzelnen Charaktere der gigas-Rassen auf die durch die erhöhte Chromosomenzahl geänderten Größenverhältnisse der Kerne und Zellen zurückzuführen. So können dadurch die 4 Lappenbildungen der Pollenexine bei *O. gigas* gegenüber den normalen 3 von *Lamarckiana* rein mechanisch bedingt sein, ja so kann vielleicht bei »gemischtem« Pollen das Aussehen der Pollenkörner als Kriterium dafür verwendet werden, wieviel Körner 14, wieviel weniger als 14 Haploid-Chromosomen besitzen. Geerts hat ja nun bekanntlich den Versuch gemacht, zu beweisen, daß auch in der F_2 -Generation einer Kreuzung von *O. gigas* mit *Lamarckiana* trotz der nur 14 Diploid-Chromosomen die gigas-Charaktere rein erhalten geblieben sind. Die Befunde des Verf. an seinen abweichenden gigas-Rassen sprechen gegen die Richtigkeit der Anschauung von Geerts, die auch sonst nach Verf. auf einer Beobachtung beruhe »which is open to grave doubt«. Hier hätte Ref. eine wirklich ausführliche Begründung erwartet und glaubt, daß Verf. sich noch in Zukunft genauer wird äußern müssen.

Die Polemik, welche Verf. im übrigen gegen die Angaben von Geerts über den Verlauf der meiotischen Teilungen eröffnet, ist kaum von allgemeinerem Interesse, da die gegenseitige Bindung je zweier Chromosomen der verschiedenen Eltern auch von Verf. nicht geleugnet wird. Aber dann hätte eben Verf. seinerzeit die eigenen Beobachtungen nicht in einen solchen Gegensatz zum Rosenbergschen *Drosera*-Typus.

bringen dürfen! Die vorhandenen Gegensätze, wie Verschwinden der »Ungepaarten« durch Zerfall im Plasma usw. können vom zufälligen Material abhängig sein.

Weitere polemische Ausführungen gegenüber de Vries und gegenüber Heribert Nilsson beschließen die Arbeit. Wie es dem Ref. scheint, betont Verf. durchaus mit Recht, daß auch bei Verdoppelung der Chromosomenzahl erst nach der Befruchtung, nicht nur, wie de Vries will, dadurch, daß zwei diploide Gametenkerne zusammentreten, die Tetraploidie der gigas möglich ist, und er weist noch besonders auf die in der Mutationslehre lange nicht genugsam gewürdigten Experimente von Él. und Ém. Marchal an *Phasium cuspidatum* hin, wo doch sicher auch eine »Mutation« auf ungeschlechtlichem Wege erzeugt und dabei der äußere Habitus allein durch die verdoppelte Chromosomenzahl geändert sei. Endlich äußert sich Verf. gegenüber H. Nilsson in der von Ref. schon eingangs skizzierten Weise, daß eine reine Aufklärung des gigas-Typus nur mit den gewöhnlichen Mendel-Kombinationen durch die vorliegenden Studien als widerlegt zu betrachten ist.

G. Tischler.

Einige neuere Arbeiten über pflanzliche Chondriosomen.

Von

Ernst Willy Schmidt.

Von A. A. Sapěhin¹ und Arthur Scherrer² liegen Arbeiten vor, die den Nachweis erbringen, daß die Chromatophoren keine »Chondriosomen« sind. Sapěhin konnte sowohl an lebendem, wie an fixiertem Material von Laubmoosen zeigen, »daß die Plastiden und die Chondriosomen voneinander ganz unabhängig sind«. Er verfolgte das Verhalten der Chromatophoren »in der Spore, dem Protonema, der Scheitelzelle, den jungen und älteren Stengeln, während der Ovo- und Spermatogenese, im Embryo und seiner Scheitelzelle, im Archesporium und wieder in der Spore«. Jeder Chromatophor stammt von einer anderen durch Teilung ab; neben den individualisierten Chromatophoren konstatierte Sapěhin stets eine Unzahl von »Chondriosomen«.

Ein für den Nachweis des vollständig unabhängigen Nebeneinander von Chromatophoren und »Chondriosomen« noch günstigeres Objekt stellt das Lebermoos *Anthoceros Husnoti* dar, welches Scherrer für seine Arbeit benutzte. Die Wahl dieses Objektes erwies sich als sehr

¹) Sapěhin, A. A., Ein Beweis der Individualität der Plastide. (Dritte vorläufige Mitteilung.) (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. **31**, 321.)

²) Scherrer, Arthur, Die Chromatophoren und Chondriosomen von *Anthoceros*. (Vorläufige Mitteilung.) (Ebenda. 493.)

praktisch, weil vor allem nur ein einziger Chromatophor vorhanden ist, dann auch kein Fett stört und die Organe sich als relativ resistent gegen Fixierflüssigkeit erwiesen. Das Wachstum des Gametophyten erfolgt durch zahlreiche Scheitelzellen, deren einer Chromatophor sich durch Einschnürung teilt. »Chondriosomen« waren in den Scheitelzellen nicht nachweisbar. »Mögliche Beziehungen zwischen Chromatophor und Chondriosomen fallen also von vornherein dahin.« Alle anderen Zellen enthalten »Chondriosomen« in wechselnder Anzahl. Mit Recht unterstreicht Scherrer den von ihm erbrachten Nachweis von dem unabhängigen Nebeneinander des Chromatophor und der »Chondriosomen« in der Zentralzelle und der Eizelle. Auch bei der Spermatogenese zeigte es sich, daß zwischen dem Chromatophor und den »Chondriosomen« keinerlei Beziehungen bestanden.

Beide Autoren haben aber »Chondriosomen« neben den Chromatophoren nachgewiesen. Sapěhin, l. c. 333, fand seine »Chondriosomen« bei *Polytrichum*, *Bryum*, *Mnium* und *Fumaria* in großer Anzahl in den verschiedensten Zellen in »der Form von Mitochondrien, doch oft auch als Chondriokonten und Chondromiten«. Und Scherrer schreibt: »Oft schon in den jüngsten dorsalen und ventralen Segmenten, oft aber erst in den Thalluszellen, wo die Grenzen der Segmente sich zu verwischen beginnen, treten die ersten Chondriosomen auf als äußerst zarte, kürzere Chondriokonten, untermischt mit eben so feinen Mitochondrien. Mit fortschreitender Differenzierung des Thallus, d. h. mit der Bildung der Geschlechtsorgane und größerer Interzellularen, sind auch die Chondriosomen deutlicher sichtbar geworden, und als derbere Stäbchen über das ganze Cytoplasma ohne die mindeste Beziehung zum Chromatophor verteilt.« Und ferner: »Die Chondriosomen treten bei *Anthoceros* weder zu histologischen noch zellulären Differenzierungen zusammen, dagegen läßt vielleicht die Anhäufung der Chondriosomen an Stellen regen Stoffwechsels — in den Zellen des Sporogonfußes und in den diesen benachbarten Thalluszellen, in der Umgebung der *Nostoc*-Kolonien und in den Stiel- und Wandzellen der Antheridien usw. — eine ernährungsphysiologische Deutung zu« (l. c. 496 und 499).

Sapěhin sowohl als Scherrer haben also, trotzdem sie die alte Lehre von der Individualität der Chromatophoren mit Erfolg gegen die neue Chondriosomenhypothese verteidigt haben, dennoch sich nicht ganz dieser entziehen können. Der Ref. muß deshalb hier wiederum, wie nun schon mehrere Male (*Progr. rei botanicae*. 1911. 4, 163; *Zeitschr. f. Bot.* 1912. 4, 707; *Ebenda*. 1913. 5, 384), fragen, was sind denn eigentlich »Chondriosomen«? Mit den tierischen Chondriosomen,

nach denen sie genannt sind, haben sie nur die Form und das Tinktionsvermögen durch eine Anzahl Stoffe gemeinsam, Kriterien, die, weil durchaus unexakt, zu Definitionszwecken unbrauchbar sind. Ja, wenn man »Chondriosomen« charakterisieren könnte wie etwa Stärke und Zucker durch bestimmte chemische Reaktionen! Noch sind sich aber die Autoren keineswegs klar darüber, oder vielmehr es ist diese Frage in dieser Fassung eigentlich gar nicht recht beachtet: sind die »Chondriosomen« tote oder lebende Bestandteile der Zelle oder besser, sind sie alloplasmatische Organe¹ wie die Chromatophoren oder sind sie ergastische Gebilde wie Stärke, fette Öle und Inulin? Die frühere Anschauung, die Autoren wie Lewitzky und Guilliermond am ausgesprochensten vertreten, vindizierte allerdings den »Chondriosomen« die Lebendnatur, insofern, als sie diese als individualisierte Vorstadien der Chromatophoren betrachtete, als in jeder Pflanzenzelle vorhandene relativ selbständige Organe. Andererseits geht schon aus den bei den Zoologen geäußerten Ansichten hervor, einmal, daß die »Chondriosomen« ergastische Gebilde produzieren (z. B. die Dotterkörner), dann aber auch, daß sie durch Zerfall Energie für die formative Tätigkeit der Zelle liefern, im letzteren Falle müssen sie also demnach zum mindesten nur vorübergehend Lebendnatur haben, um dann später mit in den Stoffwechsel gerissen zu werden. Die letztzitierten Befunde nun von Scherrer, daß nämlich an Stellen reger formativer Zelltätigkeit, also an Orten erhöhten Verbrauches ergastischer Gebilde sich reichlich »Chondriosomen« anhäufen, berechtigen zu der Vermutung, daß ein Teil der als pflanzliche »Chondriosomen« beschriebenen Körnchen, Kügelchen, Stäbchen usf. als ergastische Gebilde von noch unbekannter chemischer Zusammensetzung aufzufassen sind. Und zwar als eine Summe ergastischer Gebilde, denn es können sich natürlich unter der gleichen Tinktion Stoffe der verschiedensten chemischen Zusammensetzung verbergen. Sah man sich doch genötigt schon durch die Verschiedenartigkeit der Form unter dem Oberbegriffe »Mitochondrien«, die Unterbegriffe »Chondriosomen«, »Chondriokonten«, »Chondromiten« zu schaffen; nur die gleiche Färbbarkeit dieser verschieden geformten Gebilde veranlaßte die Autoren, sie unter dem Sammelbegriffe »Mitochondrien« vereinigt zu lassen.

Aber nur dort, wo neben einem (Scherrer) oder mehreren (Sapëhin) wohlcharakterisierten Chromatophoren sich gleichfärbende, in diesen Fällen wesentlich kleinere Zellinhaltsbestandteile sich vorfinden, läßt sich vermuten, daß die »Chondriosomen« ergastischer Natur sind. Bei den höheren Pflanzen, wo die »Chondriosomen« der Autoren vielfach die

¹) Vgl. Meyer, Arthur, Die Zelle der Bakterien. 1912. 34.

gleiche Größe hatten wie die Chromatophoren — können doch die Autoren in ihren Präparaten selbst nicht die Chromatophoren von den »Chondriosomen« unterscheiden, wenn sie von gleicher Größe und Form sind — ist es immer noch nicht möglich zu sagen, ob »Chondriosomen« als ergastische Gebilde neben den Chromatophoren bestehen, oder ob, wie der Ref. einmal meinte (Zeitschr. f. Bot. 1912. 4, 713), die »Chondriosomen« sich bei den höheren Pflanzen nur aus Chromatophoren wechselnder Gestalt zusammensetzen. Die Befunde Sapěhins und Scherrers an Laubmoosen und Lebermoosen erlauben noch so ohne weiteres keinen Rückschluß auf die Verhältnisse bei den höheren Pflanzen. Denn was die beiden Autoren bei ihren Objekten beschrieben haben als »Chondriosomen«, braucht noch keineswegs identisch zu sein mit »Angiospermenchondriosomen«. Es ist unmöglich auf Grund des gleichen Tinktionsverfahrens den gleichgefärbten Gebilden gleiche stoffliche Natur zuzuschreiben.

Auf jeden Fall aber, und das ist das wertvolle Resultat der beiden angeführten Arbeiten, ist die Individualität der Chromatophoren in überzeugender Weise bewiesen. Das Gebiet der Laub- und Lebermoose ist den Vertretern der Lehre von den »Chondriosomen« als Chromatophoren verloren gegangen. Bald scheint aber auch ein nicht mehr auzufechtender Beweis erbracht zu sein für die höheren Pflanzen. Sapěhin schreibt nämlich am Schlusse seiner Arbeit: »Man könnte vielleicht glauben (obwohl das ganz unwahrscheinlich ist), daß die Verhältnisse bei den höheren Pflanzen doch so sind, daß die Plastiden von den Chondriosomen des Urmeristems abstammen. Ich habe aber jetzt eine solche Blütenpflanze gefunden, bei der die Plastiden auch in den Zellen des Urmeristems beträchtlich größer als die Chondriosomen des Urmeristems sind und sehr schöne Teilungsfiguren aufweisen.« Damit wäre auch das ultimum refugium für Lewitzky¹ genommen, der noch immer fest davon überzeugt ist, »daß die Plastiden mit den Chondriosomen, wenigstens bei den höheren Pflanzen, genetisch verbunden sind« (l. c. 519).

Es wäre an der Zeit, endlich die so unglücklichen Wörter »Chondriosomen«, »Mitochondrien« usw. wieder aus der botanischen Terminologie zu streichen, da diese Wörter nichts mehr besagen. Niemand weiß so recht anzugeben, was ein »Chondriosom« nun eigentlich noch vorstellt. Konnte der Ref. vor kurzem schreiben (diese Zeitschr. 1913. 700), daß, wolle man überhaupt eine Definition versuchen, man sagen müsse: Ein Mitochondrium ist ein Cytoplasmaanteil von Körnchen-

¹) Lewitzky, G., Die Chondriosomen als Sekretbildner bei den Pilzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 517.)

Kugel- oder Fadenform, der auf verschiedene Weisen fixiert, mit einer ganzen Anzahl von Farbstoffkombinationen tingierbar ist, so trifft nunmehr auch diese nur ganz vage »Definition« nicht mehr das Richtige. Denn es scheint, vor allem nach den Mitteilungen von Sapëhin und Scherrer, »Chondriosomen« ergastischer Natur zu geben. Wenn wir ferner weiter unten hören, daß Lewitzky, wie schon früher Guilliermond (vgl. meine Besprechung diese Zeitschr. 1913. 708), den »Chondriosomen« sekretorische Funktionen zuschreibt, so subsummieren diese beiden Autoren damit die »Chondriosomen« unter den Begriff der Zellorganula, Zellorganula aber wiederum von ganz anderer Funktion wie die Chromatophoren, deren Vorstadien sie doch ursprünglich sein sollten. Ferner machte Löwschin¹ aufmerksam auf einen interessanten Parallelismus zwischen »Chondriosomen« und den aus Lecithin verstellbaren sogenannten Myelinformen. »Die Struktur der Myelinformen ist ganz der der Chondriosomen ähnlich. Man beobachtet einerseits homogene Fäden, andererseits Gebilde von feiner Struktur. Im letzteren Fall unterscheidet man äußere Membran und inneren Teil, der manchmal aus einigen Teilkörnern oder Kammern zusammengesetzt ist, manchmal aber einen geschichteten Bau zeigt.« »Oftmals beobachtet man, daß die Myelinformen Längsspaltungsvorgänge aufweisen, welche ganz den von Lewitzky für die Chondriosomen beschriebenen ähnlich sind. — Bald quellen sie und zerfließen endlich, bald zeigen sie kompliziertere Vorgänge, wie zum Beispiel aus homogenen Fäden (»Chondriokonten«) entstehen körnige Fäden (»Chondriomiten«), die letzteren zerfallen in einzelne Körner (»Mitochondrien«). — Die Myelinformen werden durch Formol, Osmiumsäure und Chromsäure fixiert. Die Essigsäure desorganisiert die Myelinformen. Man sieht also, daß die Myelinformen alle charakteristischen Chondriosomenmerkmale haben« (l. c. 205). Löwschin macht auch in diesem Zusammenhange auf die bemerkenswerte Tatsache aufmerksam, daß Russo die Zunahme der »Chondriosomen« in den Kaninchenovocyten sah, nachdem er die Versuchstiere mit Lecithin injiziert hatte, und ferner auf die interessante Feststellung von Thulin, der fand, daß die »Chondriosomen« in der Muskulatur erwachsener Insekten nach einer Arbeitsleistung stark vermindert waren. Mit anderen Worten: alles bedeutsame Hinweise auf die Möglichkeit der ergastischen Natur vieler der als »Chondriosomen« und »Mitochondrien« usw. beschriebenen Gebilde!

Letzthin erweitern nun Guilliermond und Lewitzky, wie schon oben kurz angedeutet, den Geltungsbereich der »Chondriosomen« um

¹) Löwschin, »Myelinformen« und Chondriosomen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31, 203.)

ein beträchtliches. Sie führen ihre »Chondriosomen« — die jetzt, wie Lewitzky schreibt, »als unentbehrliche Bestandteile des Cytoplasmas der höheren Gewächse, namentlich der Samenpflanzen, allgemäin anerkannt zu sein scheinen« — nunmehr als Sekretbildner ein.

Nach Guilliermond¹ entsteht das Anthocyan in Mitochondrien (»la formation des pigments anthocyaniques au sein des Mitochondries«). Guilliermond beschreibt den Vorgang folgendermaßen: In den Zähnen junger Rosenblätter, die sich zu röten beginnen, kann man an in Wasser liegenden lebenden Blatzzähnen beobachten, daß eine jede Zelle zahlreiche Chondriokonten um den Kern gelagert enthält. Diese Gebilde werden dicker und imprägnieren sich mit rotem Pigment. Dann werden sie mehr hantelförmig. Die beiden keuligen Teile der Hantel schnüren sich ab, nehmen Kugelgestalt an, werden größer und treten in vorgebildete Vakuolen der Zelle ein, in denen sie sich auflösen. Wurden die üblichen Fixagen und Färbungen angewandt, so fanden sich die bekannten »Mitochondrien«. Die gleichen Verhältnisse — mitochondrialer Ursprung des Anthocyans — stellte Guilliermond an Blütenblättern (Iris) fest. Die Beweise für die Mitochondriennatur aller dieser auch im lebenden Zustande farbigen Gebilde sind die bekannten: Form, Tinktionsvermögen à la Regaud usf.

Derartige anthocyanbildenden Mitochondrien hat Guilliermond noch bei jungen Kartoffelknollen, Ricinuskeimlingen und bei der Herbstverfärbung der Vitisblätter gefunden. Nun wissen wir durch Molisch², »daß das Anthocyan bei einer beträchtlichen Anzahl von Pflanzen nicht bloß im Zellsaft gelöst, sondern auch in fester Form ausgeschieden vorkommt, entweder kristallisiert oder in amorph erscheinenden Ballen. Es ist dies gewöhnlich bei sehr intensiv gefärbten Pflanzenteilen der Fall, der Zellsaft erscheint mit dem Farbstoff übersättigt, und fällt dann in fester Form heraus. Namentlich da, wo auf der Blumenkrone dunkle Flecke, Makeln, dunkle Adern auftreten, kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit auf festes Anthocyan rechnen, ja ich bin überzeugt, daß man bei Berücksichtigung dieses Fingerzeiges, den bereits angeführten Vorkommnissen von festem Anthocyan noch weitere Beispiele wird anreihen können« (l. c. 155). Für die Blütenblätter von Rosa gibt Molisch an (l. c. 151), »daß festes Anthocyan hier etwas ganz ge-

¹) Guilliermond, A., Nouvelles recherches cytologiques sur la formation des pigments anthocyaniques. (Compt. rend. 1913. 157, 1000.)

—, Quelques remarques nouvelles sur la formation des pigments anthocyaniques au sein des mitochondries. (Extrait des Compt. rend. de la Société de Biologie. 1913. 75, 475.)

²) Molisch, Über amorphe und kristallinische Anthocyan. (Bot. Zeitg. 1905. 63, 145.)

wöhnliches ist«, und von Delphiniumblüten beschreibt Molisch amorphe Anthocyankörper (vgl. Fig. 8, Taf. VI), die wie »Chondriosomen« anmuten. Es ist nun vielleicht nicht unmöglich, daß Guilliermond in seinen gefärbten Präparaten festes Anthocyan vor sich gehabt hat und dieses wiederum identifiziert hat mit Gebilden, die er im lebenden Zustande beobachtete und die ihrerseits doch ganz etwas anderes haben vorstellen können.

Über »die Chondriosomen als Sekretbildner bei den Pilzen« handelt die neueste Publikation Lewitzkys (l. c.). Als Untersuchungsobjekt diente Albugo Blitii. Lewitzky fand in Hyphen und Oogonanlagen zahlreiche »Chondriosomen«. In den verschiedenen Stadien der Oogonentwicklung wandeln sich auch die »Chondriosomen«. Sie vergrößern sich unter Ansammlung einer helleren gelblichen Substanz im Inneren. »Die ursprünglich schwarz gefärbte Chondriosomensubstanz bleibt dabei nur als peripherisch-ringförmig erscheinende Hülle erhalten.« Gleichzeitig finden sich in dem Präparate um ein vielfaches größere »gelbe Körner«, zu denen Lewitzky »alle möglichen Übergänge von den gewöhnlichen rundlichen schwarzen Chondriosomen« festgestellt hat. Körnchen von Stäbchen- und Hantelform, die sich gleichzeitig in dem Bilde befinden, »lassen sich kaum anders als Teilungsstadien der Chondriosomen deuten«. Später finden sich »gelbe Sphären mit schwarzen peripherischen Ringen«, meist weit größer als die Chondriosomen, in den Vakuolen. Lewitzky bemerkt hierzu: »Was die Erklärung aller dieser, wie auch der gleichen oben beschriebenen Tatsachen anbetrifft, so erscheint mir nur die folgende ungezwungen zu sein: es findet im Inneren einiger Mitochondrien die Ausscheidung eines gelben Sekretes statt. Durch die Tätigkeit der als peripherische Hülle zurückbleibenden Mitochondrialsubstanz wird das weitere Anwachsen des Sekretes bewirkt. In solcher Weise werden solche »sekretbereitenden Mitochondrien« zu den »gelben Körnern« umgewandelt« (l. c. 523).

Wie kommt nun Lewitzky zu diesem Resultate? Er behandelte verschiedene Stadien der Oogon- und Oosporenentwicklung von Albugo Blitii mit »Fixiermitteln, die Osmiumsäure oder Formalin als Hauptbestandteile enthalten« und färbte mit Eisen-Hämatoxylin. Da die so zur Beobachtung gelangenden Körperchen »bald stäbchen-, hantel- oder fadenförmig erschienen, mit viel Essigsäure und Alkohol deformiert werden oder unkenntlich gemacht werden, so lassen sich auf Grund solcher morphologischer und mikrochemischer Eigentümlichkeiten diese Körperchen, welche letztere, wie aus ihrem Verhalten bei der Entwicklung zu sehen ist, auch keine einfachen Reservestoffablagerungen sind,

ungezwungen zu den bei den höheren Pflanzen und verschiedenen Tieren beschriebenen Chondriosomen zurechnen.« Also wieder die jetzt geradezu als »Chondriosomenschlufmethode« zu bezeichnende, auf falschen Prämissen beruhende und deshalb unlogische Conclusion: Haben zwei Körper gleiche Gestalt und lassen sie sich in gleicher Weise tingieren, so sind sie identisch.

Es ist natürlich auch in diesem Falle wieder unmöglich zu sagen, ohne mikrochemische differentialdiagnostische Versuche — das Verhalten der »Chondriosomen« gegen Alkohol und Essigsäure ist nichts Spezifisches und daher nicht als mikrochemisches Kriterium anwendbar — was alle die verschiedenen »Körnchen«, »Kügelchen« und »Sphären« bedeuten, die Lewitzky nach seinen mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten beschreibt; eine vergleichende Lebendbeobachtung ist nicht vorgenommen.

Haberlandt, G., Zur Physiologie der Zellteilung.

Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin. 1913. **16**, 318—345.

Um in die Bedingungen, unter welchen Dauergewebszellen wieder teilungsfähig werden, nähere Einsicht zu bekommen, verfuhr Verf. in der Weise, daß er aus Kartoffelknollen dünne Plättchen, welche eine bis vier Zellenlagen mächtig waren, herausschnitt und sie auf feuchtem Filtrierpapier oder auf befeuchteten Objektträgern sich selbst überließ. Schon nach wenigen Tagen kommt es hier und da zu Zellteilungen. Die Durchmusterung zahlreicher Präparate ergab, daß die aus dem Mark der Knolle gewonnenen Schnitte nur dann Zellteilungen aufweisen, wenn sie relativ dicke Gewebeplatten (3 bis 4 Zellenlagen) darstellen oder von einem nicht allzu kurzen Leitbündelfragment durchzogen werden; Stränge, welche nur aus Phloemelementen bestehen, wirken ebenso wie xylem- und phloemführende Leitbündel. Bei Schnitten aus der Knollenrinde ist der fördernde Einfluß der Leitbündel zwar deutlich, doch sind diese hier für die Zellteilungen in kleinen Gewebefragmenten nicht so unerläßlich, wie bei Versuchen mit Markgewebe. Periderm fördert zwar die Auflösung der Stärke, vermag aber die Leitbündel in ihrer Wirkung auf den Zellteilungsvorgang nicht zu ersetzen.

Der Einfluß, den die Phloemelemente auf die ihnen naheliegenden Grundgewebszellen ausüben, ist offenbar ein chemischer. Die Zellteilungen im Mark der reifen Knolle spricht Verf. als eine »vom Leptom abhängige Chemomorphose« an: Klebt man bündelfreie Plättchen, deren Zellen zu Teilungen nicht befähigt sind, auf bündelführende Schnitte mit Agar auf, so werden die Zellen der ersteren durch die von den bündelhaltigen Stücken gelieferten Stoffe in der Tat hier und da zu

Teilungen angeregt. Die Beobachtungen an dickeren Gewebeplättchen legt sich Verf. mit der Annahme zurecht, daß in diesen bereits hinreichende Mengen des hypothetischen Reizstoffes vorhanden seien: Die an die Wundflächen grenzenden Zellen eignen sich den ganzen Vorrat an und werden dadurch zu Teilungen befähigt. Die Annahme, daß chemische Stoffe, die von dem Organismus selbst gebildet worden sind, die dem Bildungsherd benachbarten Partien zu Zellteilungen anzuregen imstande seien (Korkbildung nach Verwundung und lokaler Nekrose), daß überhaupt die Gewebe sich durch ihre Stoffwechselprodukte gegenseitig chemisch beeinflussen und dabei gestaltend wirken können, ist bereits wiederholt geäußert worden (vgl. z. B. Küster, 1903 und 1908). Die Arbeit des Verf. ist schon deswegen von besonderem Interesse, weil in ihr ein Weg zur experimentellen Bearbeitung dieser Fragen gezeigt wird.

Küster.

Blauw, A. H., Das Wachstum der Luftwurzeln einer Cissusart.

Ann. jard. bot. Buitenzorg. 1913. 2. Serie. **11**, 266—293.

Verf. untersuchte nach verschiedenen Richtungen hin das Wachstum der Luftwurzeln und zwar der Nährwurzeln von *Cissus pubiflora* var. *papillasa*. In erster Linie stellte er sich die Frage, wie lange die wachsende Region und der Gesamtzuwachs seien. Wenn auch die Untersuchungen nichts prinzipiell Neues bringen, so sind doch die gefundenen Resultate von nicht geringem Interesse. Die Wachstumszone weist eine Länge von 30—100 cm auf. Das sind Zahlen, welche von den sonst mit langen Wachstumszonen ausgestatteten Luftwurzeln bei weitem nicht erreicht werden. Die längste Wachstumszone, welche Sachs beobachtet hat, beträgt nur 10 cm (*Vitis velutina*).

Mit der ganz enormen Länge der Zuwachszone bei der *Cissus*-wurzel steht der absolute Zuwachs der Wurzel, welcher Größen von 4,5—11,5 cm pro Tag erreicht, nicht in vollem Einklange. Denn wenn das absolut genommen auch hohe Zahlen sind, so sind sie im Verhältnis zur Länge der Zuwachszone nur niedrige Werte. Ähnliche Erscheinungen sind schon früher für verschiedene Luftwurzeln festgestellt worden (Linsbauer).

Wie nach den Untersuchungen von Sachs zu erwarten war, tritt bei den *Cissus*-Luftwurzeln im Gegensatz zu Bodenwurzeln keine Zone mit einem Wachstumsmaximum auf. Nur so viel läßt sich ermitteln, daß in den ersten (von der Spitze gerechnet) 10 cm das Wachstum ergebiger ist, als in den weiteren Partien. Innerhalb dieses 10 cm langen Teiles aber läßt sich keine sichere Stelle maximalen Wachstums feststellen. — Verf. weist noch darauf hin, daß in der Nacht der Zuwachs

größer ist als am Tage. Auf Grund einiger Überlegungen und Studien liegt nach ihm die Erklärung dieser Erscheinung darin, daß am Tage die bestrahlte Pflanze mehr Wasser verliert, was auf die Wurzel und ihr Wachstum zurückwirkt.

Von anderen wichtigeren Fragen ist noch zu erwähnen, daß aus den Versuchen von Blauw mit großer Wahrscheinlichkeit hervorgeht, daß diese Nährwurzeln weder ausgesprochen geotropisch noch heliotropisch sind.

Ref. möchte noch auf eine Frage hinweisen, die von Blauw nur gestreift wird. Verf. sagt nämlich gleich im Anfang seiner Arbeit, »wenn eine solche Luftwurzel während ihres Wachstums nicht verletzt wird, bleibt sie unverzweigt und bildet nur Seitenwurzeln und Wurzelhaare, wenn sie auf dem Boden liegt«. Wir erfahren aber nichts darüber, welches das Schicksal der Wurzelspitze ist — ob sie in den Boden eindringt und wie sie sich dort verhält. Diese physiologisch wie biologisch wichtigen Fragen können leider nur zu unsicher im Gewächshaus verfolgt werden — und ihre Behandlung im tropischen Urwalde wäre daher sehr erwünscht.

S. Rywosch.

Tiegs, Ernst, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung und des Wachstums der Wurzelhauben einiger Leguminosen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1913. 52, 622—645.

Für die Leguminosen geht die Wurzelhaubenbildung nach den bisher vorliegenden Untersuchungen auf verschiedene Weise vor sich. Der Verf. prüft durch neue Untersuchungen, ob die drei Typen, die Haberlandt annimmt, zu Recht bestehen, oder ob eine sorgfältige Untersuchung eine größere Übereinstimmung, als seither angenommen wurde, zeigt. Die Entstehungs- und Wachstumsweise der Wurzelhaube der Leguminosen stimmt prinzipiell mit derjenigen der Cruziferenwurzelschalen überein. Der Typus *Pisum* gleicht fast dem *Helianthus*-typus. Ein transversales Meristem, wie es von verschiedenen Seiten beschrieben ist, fehlt. Verf. konnte sicher die Frage, ob Periblem und Plerom mit eigenen Initialen wachsen, nicht entscheiden. Ref. möchte hier aufmerksam machen, daß man mit Vorteil die meisten Samen für mikrotomtechnische, wie auch physiologische Zwecke sehr gut in weißen Tonschalen, wie sie bei der Samenkeimprüfung vielfach im Gebrauch sind, keimen lassen kann.

Verf. hätte bei seinen Studien auf eine Periodizität der Wurzelhaubenbildung achten können, die sich in Metacutisierung der Wurzelhaubenzellen vielleicht bemerkbar macht.

Menko Plaut.

Burkom, J. H. van, Het verband tusschen den Bladstand en de Verdeeling van de Groeisnelheid over den Stengel.

's-Gravenhage. 1913. 188 S.

Der Verf. untersuchte im Botanischen Garten in Utrecht das Längenwachstum des Stengels an 24 Phanerogamenpflanzen. Es waren dabei die wachsenden Stengelteile in möglichst kleine Zonen mit Tuschemarken geteilt; die Marken waren so verteilt, damit die eventuellen Differenzen der Wachstumsschnelligkeit der die Laubblätter tragenden Knotenzonen und der Internodialzonen deutlich hervortreten konnten. Aus den gefundenen Zahlen wurde meistens die Wachstumsschnelligkeit pro 1 mm berechnet, um vergleichbare Zahlen zu bekommen. Der Verf. konnte unter den untersuchten Pflanzen je nach der Wachstumsweise des Stengels drei Gruppen unterscheiden. Bei der ersten steigt in der wachsenden Stengelregion die Wachstumsschnelligkeit regelmäßig von unten nach oben bis zu einem Maximum, um höher abzunehmen. So z. B. bei *Asparagus*, *Gingko*, *Linum usitatissimum* usw. Die zweite Gruppe bilden die Pflanzen, bei welchen alle in der wachsenden Stengelregion befindlichen Stengelglieder ein Wachstumsmaximum zeigen; dieses tritt zunächst am unteren Ende des Internodiums auf und verpflanzt sich nachträglich nach oben (*Lonicera tatarica*, *Polygonum cuspidatum*, *Sambucus niger* usw.). Die dritte Gruppe umfaßt die Pflanzen mit interkalarem Wachstum. Jedes Stengelglied des wachsenden Stengelteles besitzt am unteren Ende des Internodiums ein Wachstumsmaximum, welches noch wächst, während die oberen Teile des Internodiums schon ausgewachsen sind (*Equisetum limosum*, *Comelina nudiflora* usw.). Der Verf. macht aufmerksam darauf, daß die Pflanzen der zweiten und dritten Gruppe mit individualisierten Stengelgliedern vollständige, also ringförmige Knoten (*Nodi annulares*) besitzen, während bei den Pflanzen der ersten Gruppe mit der eingipfeligen Wachstumskurve und nicht individualisierten Internodien die Knoten unvollständig sind. Diese drei Gruppen sind nicht scharf voneinander getrennt.

Um die Bildung der einheitlichen eingipfeligen Wachstumskurve bei den Pflanzen der ersten Gruppe zu erklären, greift Verf. in Übereinstimmung mit der Berindungs-, Kaulom- oder Perikaulontheorie zu der Annahme, daß die Fußstücke der Blätter, die den Internodien angehören, eigene Wachstumsperiode besitzen, was auch die Pflanzen mit vollständigen Knoten zeigen. Dagegen sind die Internodien der Pflanzen mit unvollständigen Knoten auf jeder Querzone aus Fußstücken verschiedener Blätter, z. B. bei $\frac{2}{5}$ Stellung aus Fußstücken 5 Blätter gebildet. Die Umrechnung der Wachstumsgeschwindigkeiten des Poly-

gonum cuspidatum, einer Pflanze mit individualisierten Internodien und vollständigen Knoten unter der oben gemachten Annahme: der Knoten wäre unvollständig, die Querscheiben der wachsenden Stengelteile aus 5 verschiedenen Fußstücken mit deren mittlerer Wachstumsgeschwindigkeit gebildet, führte tatsächlich zur Konstruktion einer eingipfeligen Wachstumskurve, wie solche die Pflanzen der ersten Gruppe zeigen. Anhangsweise zeigt der Verf. bei Gingko, daß die größere Länge der beschatteten Stengel nur zum kleinen Teil einer größeren Wachstumsgeschwindigkeit, vornehmlich aber der verlängerten Wachstumszeit zuzuschreiben ist.

M. Raciborski.

Osterhout, W. J. V., Plants which require sodium.

Bot. Gaz. 1913. 54, 532—536.

Verf. untersuchte die Frage, ob Na, das im allgemeinen den Pflanzen entbehrlich, für Tiere aber notwendig erscheint, nicht doch für das Gedeihen gewisser Pflanzen unerläßlich sei. Dazu hielt er eine Anzahl Meerespflanzen (Phyllospadix und Algen verschiedener Abteilungen) in natürlichem oder künstlichem Seewasser und daneben in Lösungen, in denen bei sonst gleicher Zusammensetzung das Na durch entsprechende Mengen von Salzen anderer Metalle, die einzeln oder in Kombinationen geboten wurden, ersetzt war. Es ergab sich, daß alle untersuchten Spezies in diesen Na-freien Lösungen weit eher zugrunde gingen als in Seewasser (natürlich wie künstlich). Am besten eigneten sich noch Mg, Ca und K zum Ersatz des Na, aber ohne, daß eine Rangordnung derselben sich angeben ließe, denn für eine Art wirkte das eine, für eine andere ein anderes Kation günstiger.

Von Interesse ist noch die Beobachtung, daß Regeneration an Schnittflächen von Ulva in den Na-freien Medien nicht eintrat.

Ob die Rolle des Na lediglich darin besteht, den toxischen Effekt anderer Metalle zu kompensieren, oder ob es daneben tatsächlich Ernährungszwecken dient, sollen spätere Versuche lehren.

Schroeder.

Thoday, D., M. A., On the Effect of Chloroform on the Respiratory Exchanges of Leaves.

Ann. of bot. 1913. 27, 697—718.

Im Anschlusse an die gleichfalls aus F. F. Blackmans Laboratorium stammende, in dieser Zeitschrift bereits referierte Arbeit von Miß A. Irving über den stimulatorischen und hemmenden Einfluß von Chloroformluft auf Atmung und Chlorophyllgaswechsel der Blätter, versucht der Verf. der vorliegenden Arbeit zu entscheiden, ob die Sauer-

stoffaufnahme und CO_2 -Abgabe chloroformierter Blätter gleichsinnig quantitativ gegenüber der Norm beeinflußt wird. Im Gegensatz zu Miß Irving nimmt Thoday die Gaswechseluntersuchung nicht während der Chloroformeinwirkung vor, sondern knapp nach derselben, wodurch ihm natürlich die allerersten Chloroformeffekte entgehen. Die abgeschnittenen Blätter von *Laurocerasus*, *Helianthus* und *Tropaeolum* wurden in einem etwa 1 Liter fassenden Gefäße chloroformiert, in welches ein gemessenes Volum Chloroform auf Baumwolle gebracht wurde. Nach einer bestimmten Zeit kamen die Blätter in die Gaskammer. Letztere, sehr geschickt erdacht, bestand aus einem 150 ccm fassenden flachen tubulierten Glasgefäße, welches mit einem Messingringe verbunden war, der luftdicht in einen Metallboden paßte, so wie ein Stöpsel in ein Gefäß, und auf diese Weise ein sehr rasches Öffnen und Schließen der Kammer gestattete. Der Metallboden besaß einen zweiten Tubulus, der zur Entnahme von Gasproben diente. Die Gasanalyse geschah mit dem Kapillareudiometer von Bonnier und Mangin in der von Aubert beschriebenen Form. Da auf eine Durchleitung eines Luftstromes verzichtet wurde, so hat dieser Apparat alle Nachteile eines begrenzten Luftvolumens. Ferner wurde auf strenge Konstanthaltung der Temperatur nicht gerechnet, sondern die Versuche wurden unter der wechselnden Zimmertemperatur belassen. Auch die Reste des im Gewebe gelösten Chloroforms, die noch in der Gaskammer weiter wirkten, mögen in den einzelnen Versuchen verschieden gewesen sein.

Bei mäßiger, kurzdauernder Chloroformierung bot sich deutlich der bekannte Stimulationseffekt in der Kohlensäureausscheidung, welcher bei *Laurocerasus* mehrere Stunden anhielt und langsam ausklang. Die Kontrolle der Sauerstoffaufnahme zeigte ein vollkommen koordiniertes Zunehmen der O-Aufnahme, parallel der vermehrten CO_2 -Abgabe. Waren die Blätter vor der Chloroformierung durch mehrtägigen Aufenthalt im Dunklen ausgehungert worden, so atmeten sie relativ sehr schwach, und der Stimulationseffekt war gewöhnlich zeitlich ausgedehnter. Größere Chloroformmengen, die bereits nekrobiotische Veränderungen im Blattgewebe nach sich zogen, wie man bei *Laurocerasus* und *Helianthus* an der Verfärbung erkennen konnte, hatten im Anfange eine rapide Vermehrung der Sauerstoffaufnahme zur Folge, während die Kohlensäureproduktion sich schon vermindert zeigte. Die rasch vorübergehende Steigerung der CO_2 -Abgabe, welche Miß Irving unter solchen Versuchsbedingungen beobachtete, konnte Verf. nicht bemerken, offenbar, weil er die erste Gasanalyse erst zu spät anstellen konnte. Diese hohe Sauerstoffzehrung geht mit nekrobiotischen Oxydationsprozessen, Verfärbungen usw. einher, und ist kein Teilvorgang der normalen Sauerstoff-

atmung. Dies bewiesen besonders die Versuche an Tropaeolumblättern, die sich bei der Chloroformnekrobiose nicht verfärben. Hier trat in der Tat auch nicht die prämortale starke Sauerstoffzehrung auf, sondern der Sauerstoffkonsum sank sogar schneller als die CO_2 -Produktion. Die Tropaeolumblätter weisen in der Chloroformnarkose das interessante Phänomen des Welkens unter Ausscheidung von Wassertropfen aus den Hydathoden und aus den Blattstielschnittflächen, sowie unter Wasserfüllung der Intercellularen auf. Verf. berührt nur kurz die sonst bekannten Parallelerscheinungen dieser merkwürdigen Veränderungen, und die Frage nach einer Permeabilitätsänderung des chloroformierten Plasmas, ohne auf das Wesen der Sache in dieser Arbeit noch näher einzugehen.

Czapek.

Briggs, L. J., and Shantz, H. L., The wilting coefficient for different plants and its indirect determination.

U. S. Dept. of Agric. Bureau of plant industry. 1912. Bull. Nr. 230. 83 S. 2 Taf., 9 Fig.

—, —, Die relativen Welkungskoeffizienten verschiedener Pflanzen.

Flora. 1913. 105, 224—240.

Die Verf. bestimmen den Wassergehalt des Bodens zu der Zeit, wenn die in dem Boden wurzelnde Pflanze welk wird und auch im dampfgesättigten Raum nicht mehr straff zu werden vermag. Die Pflanze stellt dabei das Wachstum ein, sie fährt aber, bevor sie stirbt, noch lange fort dem Boden Wasser zu entziehen. Die Verf. sprechen deshalb nicht, wie es früher wohl geschah, von unverwertbarer Feuchtigkeit, sondern sie nennen den Wassergehalt des Bodens zur Zeit des Welkens, in Prozenten des Trockengewichts ausgedrückt, Welkungskoeffizient. Um das Substrat vor direkter Wasserabgabe an die Atmosphäre zu schützen, erziehen die Verf. ihre Pflanzen in Glastöpfen und versehen die Bodenoberfläche mit einem Wachsüberzug, der die Stengelbasen dicht umhüllt.

Bei zarten Pflanzen hat die Bestimmung des Welkungspunktes keine Schwierigkeit. Für Sukkulente und Hartlaubgewächse, denen das Welken nicht ohne weiteres anzusehen ist, wie *Opuntia*, *Olea*, wurde eine »Balanziermethode« ausgearbeitet. Der Topf mit der Pflanze wird dabei in einen Metallring gefaßt, horizontal auf Messerkanten aufgehängt und äquilibriert. Solange die Pflanze sich frisch erhält und dem Boden soviel Wasser entzieht als sie verdunstet, muß dem Topf dauernd Gewicht zugegeben werden (etwa durch Verschiebung eines Laufgewichts), damit das System im Gleichgewicht bleibt. Fängt die Pflanze aber an

mehr zu transpirieren als sie aufnimmt, so wird sie leichter als die Topfseite des Systems. Die Umkehrung in der Verschiebung des Schwerpunkts zeigt also das Welken der Pflanze an.

Wie seit langem bekannt, welkt eine gegebene Pflanze in verschiedenen Böden bei sehr verschiedenem Wassergehalt des Substrats. Der Welkungs-koeffizient kann z. B. 1 % bei Sand und 17 % bei Lehm sein. Unerwartet ist dagegen die Erfahrung der Verf., daß Pflanzen der verschiedensten Standorte demselben Boden gegenüber sich sehr gleichförmig verhalten. Am schlagendsten geht das daraus hervor, daß Pflanzen, die nebeneinander in demselben Topf erzogen sind, annähernd zur selben Zeit welken. Ebenso ist kein Unterschied im Welkungs-koeffizienten zwischen verschiedenen Entwicklungsstadien derselben Pflanze; zwischen Individuen, die im selben, aber verschieden feucht gehaltenen Boden aufgewachsen sind; und zwischen solchen, die in verschieden feuchter Atmosphäre oder in verschiedener Beleuchtung welken.

Alle mit verschiedenen Arten bzw. Rassen und mit 20 Bodensorten ermittelten absoluten Werte werden von den Verf. in der Weise vergleichbar gemacht, daß das Verhältnis des Welkungs-koeffizienten jeder Pflanze zum Mittel der Koeffizienten aller in demselben Boden gezogenen Pflanzen berechnet wird. In diesen »relativen Welkungs-koeffizienten« ist also die Wirkung des gewählten Bodens eliminiert. Der Koeffizient hat den Wert 1 bei Pflanzen, die eine mittlere Saugkraft besitzen, er ist größer als 1 bei solchen, die schon bei verhältnismäßig hohem Wassergehalt des Bodens welken, und er ist kleiner als 1 bei solchen, die noch einem ziemlich weit ausgetrockneten Boden Wasser zu entreißen vermögen.

Die Unterschiede zwischen den relativen Welkungs-koeffizienten sind, wie schon hervorgehoben, ziemlich gering. Der kleinste Wert 0,92 ist gefunden z. B. für gewisse Rassen von Gerste und Hafer; die höchsten Werte sind 1,13 (bei *Colocasia*) und 1,11 (bei *Lactuca sativa*). Die meisten Werte halten sich nahe bei 1, nicht bloß für Mesophyten, sondern auch für Hygro- und Xerophyten. Auffallend niedrig (0,92) ist der Koeffizient des japanischen Reises, der doch auf überschwemmtem Grund aufwächst, während in trocknen Gegenden Mexikos kultivierte Maissorten Koeffizienten über 1 haben.

In dem bis jetzt vorliegenden Material ist also kein Hinweis darauf enthalten, daß Pflanzen trockener Gegenden und Standorte dem Boden, ohne zu welken, besonders viel Wasser zu entreißen vermögen. Das überraschende Resultat ist ökologisch von hohem Interesse, und es ist vor allem für die praktischen Ziele, die die Verf. vor Augen haben,

bedeutsam: die Bemühung, von Nutzpflanzen Sorten zu finden, die gegen Trockenheit des Bodens beträchtlich widerstandsfähiger sind als andere, scheint wenig aussichtsreich.

Für die Theorie der Wasserversorgung lassen sich die Ergebnisse vorläufig aus verschiedenen Gründen nicht verwertbar machen. Einmal muß die Beschaffenheit des Wurzelsystems, wie die Verf. selbst hervorheben, auf die Lage des Welkungskoeffizienten einen bedeutenden Einfluß haben; bei der Bestimmung des Wassergehalts wird der Boden als homogenes Medium behandelt, aber einigermaßen gleichmäßig wird das Substrat höchstens von feinfädigen Wurzelsystemen wie denen der Gräser ausgebeutet, viel ungleichmäßiger von grobwurzeligen Pflanzen wie *Colocasia*. Ferner sind die osmotischen Drucke der Versuchspflanzen leider nicht bestimmt worden; auch wäre für die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen osmotischem Druck und Saugkraft wohl die Lage des Todespunktes wichtiger als die des Welkungskoeffizienten. Wie der Referent mehrfach betont hat, werden die Saugkräfte, mit denen die Kohäsionstheorie rechnet, erst mit dem Welken verfügbar, und das Welken kann deswegen bei Pflanzen, die ganz verschiedenes Maximum der Saugkraft haben, bei gleichem Wassergehalt des Bodens beginnen. Das Vertrocknen dagegen müßte bei hohem osmotischem Druck weiter hinausgeschoben werden als bei niedrigem, wenn wirklich die maximale Saugkraft dem osmotischen Druck entspricht.

Für die Zwecke der Agrikultur haben die Verf. noch verschiedene Methoden zur indirekten Bestimmung des Welkungskoeffizienten ausgearbeitet. Der Welkungskoeffizient ist, wie wir jetzt wissen, in überwiegendem Maß Funktion des Bodens, weniger der Pflanze, und für seine Beziehungen zu gewissen mechanischen Eigenschaften der Böden, wie Wasserkapazität, Teilchengröße usw., haben die Verf. praktische Regeln ermittelt, die die langwierigen direkten Beobachtungen an Pflanzen entbehrlich machen und durch physikalische Bodenanalysen zu ersetzen gestatten.

O. Renner.

Bose, J. C., On diurnal variations of moto-exitability in *Mimosa*.

Ann. of Bot. 1913. 27, 759—779. 17 Textfiguren.

In der vorliegenden Arbeit versucht der Verf., auf einem neuen Wege die Vorgänge beim Schlaf der Laubblätter zu analysieren. Er geht von dem anthropomorphen Gedanken aus, daß die Reizbarkeit der Pflanze im schlafenden Zustand graduell anders sein könne als tagsüber. — Da die Versuche nicht unter konstanten Außenbedingungen angestellt wurden, so mußte zunächst der Einfluß einer Veränderung der Außen-

faktoren auf die Reizbarkeit der Pflanze untersucht werden, um mit Berücksichtigung dieser Faktoren eine etwaige autonome Periodizität feststellen zu können.

Als Maß für die Reizbarkeit der Pflanze sieht der Verf. die Größe der Reaktion an, die auf einen Reiz von bestimmter Größe erfolgte. — Dieser Reiz wurde durch einen Induktionsstrom verursacht und so dosiert, daß die Pflanze eine deutliche, unter maximale Reaktion zeigte.

Die von dem Blattgelenk von *Mimosa pudica* — mit dieser Pflanze experimentierte der Verf. — ausgeführte Bewegung wurde automatisch durch einen Schreibhebel auf einer berußten Platte aufgezeichnet. Ein in den Stromkreis eingeschaltetes Uhrwerk hatte die Funktion, den Reiz verursachenden Strom in bestimmten Zeitintervallen — stündlich oder halbstündlich — für eine bestimmte Zeit zu schließen. Gleichzeitig wurde durch dasselbe Uhrwerk mittelst einer Schnur die Schreibtafel langsam gesenkt, damit die Markierungen auf derselben in bestimmten Abständen erfolgten. — Um die Arbeit beim Aufzeichnen der Bewegung durch den Schreibhebel für die Pflanze zu erleichtern, stellte der Verf. zwei verschiedene Apparate zusammen, die beide auf dem Prinzip beruhen, daß der Hebel nicht dauernd mit der Platte in Berührung bleibt. Durch eine oszillierende Bewegung wird dieser Konnex nur in kurzen Zeitintervallen herbeigeführt und dadurch nur durch einzelne Punkte die Bewegung des Hebels angegeben. — Als Elektrizitätsquelle wurde ein Akkumulator verwendet. Wegen der Einzelheiten des sorgfältig durchdachten Apparates muß ich auf die Originalarbeit mit den drei diesbezüglichen Zeichnungen verweisen.

Zunächst untersuchte der Verf. den Einfluß des Lichtwechsels, einer Turgorschwankung im Gelenk und der Temperaturveränderung auf die Größe der Reaktion. Er findet, daß die Pflanze schon auf Schwankungen reagiert, die der Mensch noch kaum bemerkt. Eine vorüberziehende Wolke verursacht ein Zurückgehen der Ausschläge, so lange als die Wolke einen Schatten wirft. Plötzliche Verdunkelung läßt die Reaktion vorübergehend sehr gering werden, dann stellt sich die ursprüngliche Reizbarkeit wieder ein, um bei anhaltender Dunkelheit nochmals allmählich abzunehmen. Beim Übergang von dunkel zu hell werden die Ausschläge ebenfalls anfangs kleiner, um bei fortgesetzter Belichtung zu wachsen.

Von sehr großem Einfluß scheint die Temperatur auf die Reaktionen von *Mimosa* zu sein. Während bei 22⁰ Ausschläge von 2,5 mm erzielt wurden, verursachte der gleiche Reiz bei 27⁰ Ausschläge von 22 mm. Bei 19⁰ war das Temperaturminimum für die Reaktionen erreicht. — Wurde die Temperatur des Gelenkes durch Übergießen mit Glycerin

verändert, so nahmen die Ausschläge bei Herabsetzen der Temperatur ab, beim Steigern der Temperatur bis zu einem Maximum zu. Beim Anfeuchten des Gelenkes mit temperiertem Wasser wurden die Ausschläge gleichfalls geringer, was der Verf. auf eine Zunahme des Turgors im Gelenk durch Absorption von Wasser schiebt.

Drei Kurven geben die stündlichen Reaktionen von drei verschiedenen Pflanzen im Laufe von 24 Stunden zu verschiedenen Jahreszeiten wieder. Der Verf. stellte fest, daß ein Maximum der Ausschläge erreicht wird mittags 1 Uhr, sich auf dieser Stufe hält bis gegen Abend, dann langsam abnimmt bis morgens ca. 9 Uhr; wo die Reaktion = 0 war, um dann ziemlich schnell wieder anzusteigen.

Schließlich gibt der Verf. noch eine Zusammenstellung von einer Temperaturkurve und der entsprechenden Reaktionskurve, woraus hervorgeht, daß die Temperatur in erster Linie die Reaktionsgröße bestimmt. Der Verf. kommt demnach zu dem Schluß, daß der Wechsel der Außenfaktoren — als solche sieht er Licht, Temperatur und Turgor an — genügt, um die wechselnde Erregbarkeit von Mimosa in den verschiedenen Tageszeiten zu erklären. —

Es ist sehr zu bedauern, daß die interessante Arbeit so sehr viel Lücken hat. Ganz abgesehen davon, daß die Größe der Reaktion nicht als Maß angesehen werden kann für den Zustand der Erregbarkeit der Pflanze, so geht aus einem Vergleich der Kurven 11, 15 und 17 hervor, daß die Schlafbewegung und die Reaktionsfähigkeit zwei Vorgänge sind, die vielleicht ganz unabhängig voneinander sind. Während bei Kurve 11 um 9 Uhr abends der Blattstiel am tiefsten gesenkt ist, haben die Reaktionen noch fast ihr Maximum. Bei Kurve 15 dagegen hat der Blattstiel um die gleiche Stunde ungefähr seine tiefste Schlafstellung, und die Reaktionen haben schon fast ihr Minimum erreicht. Ob diese beiden Vorgänge irgendwie verknüpft sind, könnte wohl nur eine große Zahl von Kurven entscheiden. Immerhin ist die vorliegende Arbeit ein wertvoller Beitrag für die Abhängigkeit der Reaktionen von Mimosa von den Außenfaktoren, doppelt wertvoll durch die angewendete Technik, für die 13 reproduzierte Kurven einen Beleg geben. R. Stoppel.

Arisz, W. H., »Positive and negative phototropy of the apex and base in oat-seedlings«. (*Avena sativa*.)

In dieser vorläufigen Mitteilung berichtet der Verf. über positive und negative Krümmungen von *Avena sativa*-Keimlingen. Er erhielt folgende Reaktionen: bei 1—100 M.-K.-S. traten positive Krümmungen auf; diese nahmen mit steigender Lichtmenge zuerst zu und dann wieder

ab; bei 1200 M.-K.-S. war die Reaktion schon bedeutend schwächer. Bei 6000 M.-K.-S. konstatierte er negative Krümmungen, die ihr Maximum bei 18000 M.-K.-S. erreichten. 400000 M.-K.-S. riefen wieder positive Krümmungen hervor, die bei einer Belichtung von 1600000 M.-K.-S. verschwanden. Leider ist die Angabe der Lichtmengen in einigen Fällen unklar (vgl. Text zu Fig. 1 u. 2). Der Verf. belichtete bei diesen Versuchen stets kurze Zeit, um Stimmungsänderungen zu verhüten. Diese Befunde bestätigen in gewisser Hinsicht die kurz vorher veröffentlichten Ergebnisse einer Untersuchung von Clark »Über negativen Phototropismus bei *Avena sativa*«.

Interessante Resultate erhielt der Verf. bei Belichtung der Basis. Van der Wolk hatte gefunden, daß bei 20000—60000 M.-K.-S. die Basis positive Krümmungen ausführt. Dies haben von Guttenberg und Wilschke bestätigt. Verf. fand schon viel geringere Lichtmengen wirksam, wenn nur 5 mm der Spitze verdunkelt waren. Bei Anwendung größerer Lichtmengen wurde die Reaktion ungenau, bald positiv, bald negativ. Der Verf. vermutet, das dies mit der verschiedenen Empfindlichkeit der einzelnen Basisteile zusammenhängt; denn die Reaktion wurde eindeutig, sobald er 12 mm der Spitze verdunkelte, also nur einen kleineren Teil der Basis reizte. Es trat dann positive Reaktion auf bei 400 M.-K.-S., bei 500 M.-K.-S. war die Krümmung am stärksten, nahm dann allmählich ab bis zu 800 M.-K.-S. Eine Belichtung mit 1000—2400 M.-K.-S. hatte schon negative Krümmungen zufolge. Im Vergleich zur Spitze reagierte die Basis demnach erst auf eine größere Lichtmenge positiv. Die negative Krümmung hingegen trat in der Basis früher auf als in der Spitze. Eine gleiche Erscheinung konstatierten auch Jost und Stoppel für negative Krümmungen beim Geotropismus. Worauf diese Erscheinung beruht, ist noch nicht ganz geklärt.

Verf. weist darauf hin, daß seine Befunde über die Reaktionen der Basis, den Widerspruch, der zwischen einigen Angaben van der Wolks und v. Guttenbergs besteht, lösen könnte. Van der Wolk gibt an, daß eine Belichtung der Basis die Spitze empfindlicher macht. v. Guttenberg fand das Gegenteil. Der Verf. wiederholte dessen Versuche mit gleichem Erfolg. Er arbeitete mit derselben Lichtintensität, verteilt auf dieselbe Zeit. Nach früheren Erfahrungen mußte diese Lichtmenge eine positive Krümmung der Basis hervorrufen. Wurde nun die Spitze auf der entgegengesetzten Seite gereizt, so trat nur eine geschwächte Reaktion auf, da sie durch die Krümmung der Basis teilweise aufgehoben wurde. Die Versuche van der Wolks konnten nicht genau wiederholt werden, da dieser Forscher die benutzte Lichtmenge nicht angibt. Seine Ergebnisse lassen sich aber durch die Annahme erklären, daß er

die Basis mit Lichtmengen reizte, die schon negative Krümmungen hervorrufen können. Es addierte sich dann die negative Krümmung der Basis der positiven Krümmung der Spitze. Diese mußte infolgedessen verstärkt erscheinen. Entsprechende Versuche haben dem Verf. gezeigt, daß ein Ergebnis, wie es van der Wolk konstatierte, möglich ist. Jedoch waren die Erfolge nicht so auffallend und nicht immer eindeutig. Der Verf. meint, daß diese Komplikationen wahrscheinlich in der verschiedenen Verteilung der Lichtmenge innerhalb der Zeit begründet sind.

M. M. Riss.

Guttenberg, Hermann R. von, Über akropetale heliotropische Reizleitung.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1913. 52, 333—350.

Der Verf. hat sich die Frage vorgelegt, ob es bei den Koleoptilen von *Avena* trotz der negativen Befunde von Rothert usw. nicht doch auch eine akropetale phototropische Reizleitung gibt, wie er es für den Geotropismus nachgewiesen zu haben glaubt (vgl. das Ref. von Jost in dieser Zeitschr. 1913. 5, 167). Die verdunkelte Spitze zu einer phototropischen Krümmung durch akropetale Reizleitung von der einseitig belichteten Basis zu veranlassen, ist ihm aber ebensowenig gelungen wie Rothert, dem Ref. und van der Wolk, sowie ihm selbst bei den entsprechenden geotropischen Versuchen. So sah er sich genötigt, nach indirekten Beweismitteln zu suchen. Das aber ist insofern mißlich, als dabei dem subjektiven Ermessen in ihrer Bewertung Spielraum gelassen werden muß. Der Verf. legte sich nämlich die Frage vor: Wie beeinflußt zuvorige starke einseitige Belichtung der Koleoptilbasis (mit ca. 40000 MKS) eine phototropische Krümmung der 5 mm langen Spitze, die durch schwache Belichtung (mit 20 MKS) der Gegenseite induziert wird? Mit diesen Versuchspflanzen verglich er 2 Gruppen von Kontrollpflanzen, bei deren einer, die Basis nicht einseitig, sondern allseitig belichtet und bei deren zweiter überhaupt nur die Spitzen wie bei den Versuchspflanzen gereizt wurden. Bei allen drei Gruppen trat die durch Reizung der Spitze induzierte Krümmung gleichzeitig ein; doch blieb die Spitzenkrümmung bei den Versuchspflanzen gegenüber den Kontrollpflanzen zurück, ja manche zeigten sie überhaupt nicht. Auch sei diese Krümmung bei den Versuchspflanzen schneller wieder ausgeglichen worden als bei den übrigen. Der Verf. illustriert das durch die Umrißzeichnungen der Koleoptilen eines Versuches in Fig. 1. Da diese Zeichnungen indes die Konturen nicht völlig genau wiedergeben und die Unterschiede nur sehr klein sind, so haben sie auf den Ref. noch nicht völlig überzeugend gewirkt. Gleiches

gilt von den Umrißskizzen eines zweiten Versuches, wo die Spitzen der Versuchspflanzen von derselben Seite gereizt wurden wie zuvor die Basen. Nun sind die Spitzenkrümmungen nach den Beobachtungen des Verf. nicht zurückgegangen. Da verschiedene weitere Versuche zeigten, daß die Empfindlichkeit der Spitze durch einseitige oder allseitige Vorbelichtung der Basis nicht geändert wird (womit sich der Verf. im Gegensatz zu Pringsheims und van der Wolks Beobachtungen stellt), hält sich der Verf. für berechtigt, zu folgern, daß das Ausbleiben und der Rückgang von phototropischen Spitzenkrümmungen nach vorheriger entgegengesetzter Belichtung der Basen durch akropetale phototropische Übermittlung der entgegengerichteten Erregung bewirkt werde. Würde es sich hier aber wirklich um eine akropetale phototropische Reizleitung handeln, so wäre es nach des Ref. Meinung nur schwer begreiflich, warum selbst starke einseitige Belichtung der Basis die verdunkelte Spitze nicht auch phototropisch zu krümmen vermag. Die Spitze ist ja allseits reaktionsfähig!

H. Fitting.

Neue Literatur.

Allgemeines.

- Justs botanischer Jahresbericht.** Herausgegeben von F. Fedde. 39. Jahrg. (1911.) I. Abt. 5. Heft (Schluß). Algen (exkl. Bacillariaceen). Bacillariales. Pflanzenkrankheiten. Bestäubungs- und Aussäungseinrichtungen. Pflanzengallen und deren tierische Erzeuger.
- , 39. Jahrg. (1911.) II. Abt. 2. Heft. Novorum generum, specierum, variatatum, formarum, nominum Siphonogamarum Index (Fortsetzung).
- , 40. Jahrg. (1912.) I. Abt. 1. Heft. Flechten. Moose. Pilze (ohne die Schizomyceten und Flechten). Allgemeine und spezielle Morphologie und Systematik der Siphonogamen 1912.
- Winterstein, H.**, Handbuch der vergleichenden Physiologie. 40. Lief. Bd. III. Physiologie des Energiwechsels. Physiologie des Formwechsels. II. Hälfte. Fischer, Jena. 1914. 787—946.

Bakterien.

- Buder, J.**, Chloronium mirabile. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. 31, [80]—[98].)
- Luska, F.**, Morphologisch-biologische Untersuchungen über die färbbaren Körnchen im Inhalte des Micrococcus ochraceus. Ein experimenteller Beitrag zur Kernfrage bei den Bakterien. (Arch. f. Protistenkunde. 1914. 33, 272—313.)
- Rosenow, E. C.**, Wechselseitige Mutation von Pneumokokken und Streptokokken. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 73, 284—287.)
- Tamura, S.**, Zur Chemie der Bakterien. III. Über die chemische Zusammensetzung der Diphtheriebacillen. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1914. 89, 289—303.)
- , Zur Chemie der Bakterien. IV. Zur Kenntnis der in den Bakterien enthaltenen Kohlenhydrate. (Ebenda. 304—311.)
- Toenniessen, E.**, Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien mit besonderer Berücksichtigung der Virulenz. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 73, 241—277.)

Pilze.

- Beauverie, J.**, Les muscardines. Le genre *Beauveria* Vuillemin. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 81—106.)
- , Sur le chondromie des Basidiomycètes. (Compt. rend. 1914. 158, 798—801.)
- Blochwitz, A.**, Entstehung neuer Arten von Schimmelpilzen durch starke Lichtreize. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 100—106.)
- Buchet, S.**, Sur la transmission des rouilles en général et du *Puccinia Malvacearum* en particulier. (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 520—524.)
- Euler, H.**, Über die Rolle des Glykogens bei der Gärung durch lebende Hefe. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1914. 89, 337—344.)
- Jolivette, H. D. M.**, Studies on the reactions of *Pilobolus* to light stimuli. (The bot. gaz. 1914. 57, 89—121.)
- Keißler, K. v.**, Beitrag zur Kenntnis der Pilzflora von Oberösterreich. (Beih. bot. Centralbl. II. 1914. 31, 429—462.)
- Kirchmayr, H.**, Über den Parasitismus von *Polyporus frondosus* Fr. und *Sparassis ramosa* Schöff. (Hedwigia. 1914. 54, 328—337.)
- Klebahn, H.**, Beobachtungen über Pleophagie und Teleutosporenkeimung bei Rostpilzen. (Jahresber. Vereingg. f. angew. Bot. 1913. 11, 55—59.)
- , Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfecti, III. V. Zur Kritik einiger *Pestalozzia*-Arten. (Mycol. Centralbl. 1914. 4, 1—19.)
- Kostytschew, S.**, Über Alkoholgärung. VI. Das Wesen der Reduktion von Acetaldehyd durch lebende Hefe. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1914. 89, 367—372.)
- Kylin, H.**, Über Enzyymbildung und Enzymregulation bei einigen Schimmelpilzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 53, 465—501.)
- Matruchot, L.**, Variations culturales progressives du Champignon basidiomycète charnu (*Tricholoma nudum*). (Compt. rend. 1914. 158, 724—727.)
- Saccardo, P. A.**, Fungi ex Insula Melita (Malta) lecti a Doct. Caruana-Gatto et Doct. G. Borg anno 1913. (Nuov. giorn. bot. ital. 1914. 21, 110—127.)
- , Fungi tripolitani a R. Pampanini anno 1913 lecti. (Bull. soc. bot. ital. 1913. 150—157.)
- Schinz, H.**, Myxogasteres (Myxomycetes, Mycetozoa) oder Schleimpilze. Lief. 122 von L. Rabenhorsts Kryptogamenflora. Pilze. X. Abt. Kummer, Leipzig. 1914.
- Wittmack, L.**, Vorlage der Originalabbildung von Klippen mit rotem Schnee in der Baffinsbai. Gemalt von Kapitän John Ross. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. 31, [35]—[38].)

Algen.

- Artari, A.**, Zur Physiologie der Chlamydomonaden. II. Einige neue Versuche und Beobachtungen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 53, 527—535.)
- Bartholomew, E. T.**, Concerning the presence of diastase in certain red Algae. (The bot. gaz. 1914. 57, 136—148.)
- Brand, F.**, Über die Beziehung der Algengattung *Schizogonium* Kütz. zu *Prasiola* Ag. (Hedwigia. 1914. 54, 295—310.)
- Brunnthaler, J.**, Beitrag zur Süßwasser-Algenflora von Ägypten. (Ebenda. 219—225.)
- Pascher, A.**, Über Flagellaten und Algen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 136—160.)
- Plümecke, O.**, Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Volvocaceen, *Gonium pectorale* als Wasserblüte. (Ebenda. 131—136.)
- Schmid, G.**, Zur Kenntnis einiger Oscillariaceen. (Ebenda. 122—131.)
- Svedelius, N.**, Über Sporen an Geschlechtspflanzen von *Nitophyllum punctatum*; ein Beitrag zur Frage des Generationswechsels der Florideen. (Ebenda. 106—117.)
- Weber-van Bosse, A.**, Marine Algae: Rhodophyceae. (Transact. Linn. soc. London [2] Zoolog. 1914. 16, 269—306.)

Flechten.

- Claassen, E.**, *Caloplaca pyracea* (Ach.) Th. Fr., eine Krustenflechte auf den Sandstein-Fußsteigen zu East Cleveland usw. (Hedwigia. 1914. 54, 217—218.)
- Elfving, F.**, Untersuchungen über die Flechtengonidien. (Act. soc. sc. Fennicae. 1913. 44, Nr. 2. 1—70.)
- Sättler, H.**, Untersuchungen und Erörterungen über die Ökologie und Phylogenie der Cladoniapodetien. (Hedwigia. 1914. 54, 226 ff.)

Moose.

- Douin, Ch.**, Les propagules des Céphaloziellacées et de quelques autres Hépatiques. (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 477 ff.)
- Familler, I.**, Neue Moosgallen aus Bayern. (Hedwigia. 1914. 54, 264—266.)
- Garjeanne, A. J. M.**, Der Einfluß des Wassers auf *Alicularia scalaris*. (Beih. bot. Centralbl. I. 1914. 31, 410—419.)
- Grün, C.**, Monographische Studien an *Treubia insignis* Goebel. (Flora. 1914. [2] 6, 331—392.)
- Keßler, B.**, Beiträge zur Ökologie der Laubmoose. (Beih. bot. Centralbl. I. 1914. 31, 358—387.)
- Loeske, L.**, Neue Prinzipien der systematischen Bryologie. (Hedwigia. 1914. 54, 210—216.)
- Röll, Über Sphagnum Schimperii.** (Ebenda. 275—282.)
- Roth, G.**, Nachtrag II zu Band I der außereuropäischen Laubmoose von 1910/11. (Ebenda. 266—279.)
- Schiffner, V.**, *Cephalozia*-Studien. (Ebenda. 311—327.)
- Zodda, S.**, Musci tripolitani a R. Pampanini anno 1913. (Bull. soc. bot. ital. 1913. 174—179.)

Farnpflanzen.

- Hieronymus, G.**, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Pteris*. (Hedwigia. 1914. 54, 285—294.)
- Isaburo-Nagai**, Physiologische Untersuchungen über Farnprothallien. (Flora. 1914. [2] 6, 281—330.)
- Wand, A.**, Beiträge zur Kenntnis des Scheitelwachstums und der Verzweigung bei *Selaginella*. (Ebenda. 237—263.)

Gymnospermen.

- Hutchinson, A. H.**, The male gametophyte of *Abies*. (The bot. gaz. 1914. 57, 148—154.)

Morphologie.

- Iltis, H.**, Über das Gynophor und die Fruchtausbildung bei der Gattung *Geum*. (Sitzgsber. k. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. I. 1913. 222, 1177—1212.)
- Pfeiffer, N. E.**, Morphology of *Thismia Americana*. (The bot. gaz. 1914. 57, 122—135.)
- Skottsberg, C.**, Morphologische und embryologische Studien über die *Myzodendraceen*. (Kgl. sv. vetensk. akad. handl. 1914. 51, Nr. 4. 1—34.)

Zelle.

- Beauverie, J.**, s. unter Pilze.
- Mc Allister, F.**, On the cytology and embryology of *Smilacina racemosa*. (Transact. Wiscons. ac. sc. arts & lett. 1913. 17, 549—658.)

Gewebe.

- Bregmann, O.**, Beiträge zur Anatomie der Samenschale einiger *Cuscuta*-Arten. (Mitt. Kaiser Wilhelms-Inst. f. Landw. Bromberg. 1914. **6**, 95—114.)
- Hanausek, T. F.**, Über ein neues Vorkommen der »Inklusen« in dem Blatte von *Pistacia lentiscus* L. nebst Bemerkungen über den anatomischen Bau dieses Blattes. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 117—122.)
- Wand, A.**, s. unter Farnpflanzen.

Physiologie.

- Artari, A.**, s. unter Algen.
- Bauer, V.**, Zur Hypothese der physikalischen Wärmeregulierung durch Chromatophoren. (Zeitschr. f. allg. Physiol. 1914. **16**, 191—213.)
- Blanchet, A.**, Sur l'activité de la lipodiasse des grains de ricin, à basse température. (Compt. rend. 1914. **158**, 895—896.)
- Darwin, F.**, The effect of light on the transpiration of leaves. (Proc. r. soc. London. 1914. B. **87**, 281—300.)
- Euler, H.**, s. unter Pilze.
- , und **Cramer, H.**, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. X. Einfluß von Temperatur und Luftzufuhr auf die Invertasebildung. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1914. **89**, 272—278.)
- Hansteen-Cranner, B.**, Über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen. III. Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand lebender Zellen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **53**, 536—598.)
- Isaburo-Nagai**, s. unter Farnpflanzen.
- Jolivette, H. D. M.**, s. unter Pilze.
- Kamerling, Z.**, De reguleering van de verdamping bij *Viscum album* en bij *Rhipsalis Cassytha*. (Kgl. akad. wetensch. Amsterdam. 1914. 821—835.)
- Kostytschew, S.**, s. unter Pilze.
- Kylin, H.**, s. unter Pilze.
- Mac Dougal, D. T.**, The derminative action of environic factors upon *Neobeckia aquatica* Greene. (Flora. 1914. [2] **6**, 264—280.)
- Magnus, W.**, Die Entstehung der Pflanzengallen, verursacht durch Hymenopteren. Fischer, Jena. 1914. 8^o, 160 S.
- Maillefer, A.**, Les lois du géotropisme. (Verh. naturf. Ges. 96. Jahresvers. Frauenf. II. 1913. 15 S.)
- Mayer, A.**, Zum Gesetz vom Minimum. (Die Landw. Versuchsstat. 1914. **83**, 397—400.)
- Miyake, K.**, Influence of the salts common in alkali soils upon the growth of rice-plant. I. (The bot. mag. Tokyo. 1913. **27**, [523]—[547].) (Japanisch.)
- Mogk, W.**, Untersuchungen über Korrelationen von Knospen und Sprossen. (Arch. f. Entwicklunsmech. d. Organismen. 1914. **38**, 584—681.)
- Molisch, H.**, Über die Selbsterwärmung von Pflanzen in Dewargefäßen. (Zeitschr. f. Bot. 1914. **6**, 305—336.)
- Oberstein, O.**, Über das Auftreten von Gerbstoffidioblasten bei den Mesembrianthemem. (Beih. bot. Centralbl. I. 1914. **31**, 388—393.)
- Plümecke, O.**, s. unter Algen.
- Pohl, J.**, Geotropische Erscheinungen an der Leinpflanze. (Beih. bot. Centralbl. I. 1914. **31**, 394—409.)
- Poisson, J.**, Germination après un long enfouissement de graines du *Chenopodium Botrys*. (Bull. soc. bot. France. 1914. **60**, 518—520.)
- Ruhland, W.**, Bemerkungen zu dem Aufsatz von W. W. Lepeschkin: »Über die kolloidchemische Beschaffenheit der lebenden Substanz« usw. (Kolloid. Zeitschr. 1914. **14**, 48—49.)
- Swart, N.**, Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Fischer, Jena. 1914. 8^o, 117 S.
- Tamura, S.**, s. unter Bakterien.

- Verworn, M.**, Erregung und Lähmung. Eine allgemeine Physiologie der Reizwirkungen. Fischer, Jena. 1914. 8^o, 304 S.
- Vidal, J. L.**, Sur l'adaptation de la vigne aux différentes conditions de vie créées par des tailles d'époques différentes et de ses conséquences sur l'évolution des hydrates de carbone de réserve. (Compt. rend. 1914. 158, 881—884.)
- Wolk, P. C. van der**, Physiological researches concerning the latex problem. (Publ. sur la phys. végét. II. Mac Donald, Nimègue. 1914. 1—33.)
- , Researches concerning geocarp. (Ebenda. 34—54.)
- , Researches in the physiology of tuber-forming. (Ebenda. 55—66.)
- , New researches concerning the physiology of tuber-forming. (Ebenda. 67—86.)

Fortpflanzung und Vererbung.

- Baur, E.**, Bemerkungen zu Kammerers Abhandlung: Vererbung erzwungener Farbänderungen. IV. (Arch. f. Entwicklunsmech. d. Organismen. 1914. 38, 682—684.)
- , Kreuzungsversuche zwischen Sommerraps und Kohlrübe. (Jahresber. Vereinigg. f. angew. Bot. 1913. 11, 117—118.)
- Blochwitz, A.**, s. unter Pilze.
- Bornet-Gard, M.**, Recherches sur les hybrides artificiels de Cistes. (Beih. bot. Centralbl. II. 1914. 31, 373—428.)
- Doncaster, L.**, Chromosomes, heredity and sex: a review of the present state of the evidence with regard to the material basis of hereditary transmission and sex determination. (The quart. journ. microsc. sc. 1914. 59, 487—522.)
- Ernst, A.**, Zur Kenntnis von Parthenogenesis und Apogamie bei Angiospermen. (Verh. naturf. Ges. 96. Jahresvers. Frauenf. II. 1913. 13 S.)
- Gates, R. R.**, and **Thomas, N.**, A cytological study of *Oenothera mut. lata* and *Oe. mut. semilata* in relation to mutation. (The quarterl. journ. of micr. sc. 1914. 59, 523—572.)
- Hunger, F. W. T.**, Recherches expérimentales sur la mutation chez *Oenothera Lamarckiana*, exécutées sous les tropiques. (Ann. jard. bot. Buitenzorg. 1913. [2] 12, 92—113.)
- Longo, B.**, Ricerche sopra una varietà di *Crataegus Azarolus* L. ad ovuli in gran parte sterili. (Nuova giorn. bot. ital. 1914. 21, 5—15.)
- Mc Allister, F.**, s. unter Zelle.
- Scottsberg, C.**, s. unter Morphologie.
- Shull, G. H.**, Über die Vererbung der Blattfarbe bei *Melandrium*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. 31, (40)—(80).)
- Svedelius, N.**, s. unter Algen.
- Toenniessen, E.**, s. unter Bakterien.
- Wheldale, M.**, and **Bassett, H. L.**, The chemical interpretation of some mendelian factors for flower-colour. (Proc. r. soc. London. 1914. B. 87, 300—310.)

Ökologie.

- Docters van Leeuwen-Reijnvaan, W. u. J.**, Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger *Dischidia*-Arten. (Ann. jard. bot. Buitenzorg. 1913. [2] 12, 65—91.)
- Heikertinger, F.**, Über die beschränkte Wirksamkeit der natürlichen Schutzmittel der Pflanzen gegen Tierfraß. (Biol. Centralbl. 1914. 34, 83—108.)
- Keßler, B.**, s. unter Moose.
- Lieske, R.**, Brasilianische Studien. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Pringsh.]. 1914. 53, 502—527.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Aaronsohn, A.**, Notules de phytogéographie palestinienne (I). Une station peu connue de l'*Acacia albida* Del. (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 495—503.)
- , Un immigrant californien en Palestine: *Lavatera assurgentiflora* Kellogg. (Ebenda. 474—477.)

- Andrews, E. C.**, The development of the natural order Myrtaceae. (Proc. Linn. soc. New South Wales. 1913. 38, 529—568.)
- Barsali, E.**, Sulla flora ruderale di Perugia. (Bull. soc. bot. ital. 1913. 168—174.)
- Bartlett, H. H.**, Systematic studies on Oenothera. (Rhodora. 1914. 16, 33—37.)
- Béguinot, A.**, Eremophyton: nuovo genere di Crucifera »Raphaninaea« del Sahara algerino. (Bull. soc. bot. ital. 1913. 97—104.)
- Bolzon, P.**, Flora del Monte Marmolada (Dolomiti Agordino-Fassane) con osservazioni sopra talune associazioni. (Nuovo giorn. bot. ital. 1914. 21, 143—216.)
- Borzi, A.**, e **Mattei, G. R.**, Agginate alla flora libica. (Bull. soc. bot. ital. 1913. 134—145.)
- Cajander, A. K.**, s. unter Palaeophytologie.
- Cousturier et Gandoger**, Florule de la République d'Andorre (Pyrénées espagnoles). (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 524—532.)
- Erdner, E.**, Flora von Neuburg a. D. Verzeichnis der in den Amtsgerichtsbezzen Neuburg a. D. usw. wildwachsenden u. häufiger kultivierten Gefäßpflanzen. Lampart, Augsburg. 1914. 8^o, 600 S.
- Fernald, M. L.**, The alpine Bearberries. (Rhodora. 1914. 16, 21—32.)
- Fiori, A.**, et **Béguinot, A.**, Schedae ad floram italicam exsiccata. Series II. Centuriae XIX—XX. (Nuovo giorn. bot. ital. 1914. 21, 15—110.)
- , e **Pampanini, R.**, Comitato »Pro Flora Italia«. II. — La Flora dei serpentine della Toscana. (Ebenda. 216—240.)
- Fries, R. E.**, Vegetationsbilder aus dem Bangzeologiebiet (Nordost-Rhodesia). Heft 1, Reihe 12 von G. Karsten und H. Schenck, Vegetationsbilder. Fischer, Jena. 1914.
- Hallier, H.**, Über die Luxemburghieen-Gattungen Schuurmansia, Schuurmansiella und Blastemanthus. (Rec. trav. bot. Néerlandais. 1914. 10, 340—356.)
- , Der Stammbaum des Pflanzenreiches. (S.-A. L. Reinhardt, Vom Nebelfleck zum Menschen. 2. Aufl. Bd. 2. München. 1914.)
- , Über die Anwendung der vergleichenden Phytochemie in der systematischen Botanik. (11e congr. intern. pharm. La Haye. 1913. 10 S.)
- Hayek, A. v.**, Zur Kenntnis der Orchideenflora von Dalmatien und Tunis. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 63, 493—495.)
- Hegi, G.**, Flora von Mitteleuropa. 6. Bd., 4. Lief. Lehmann, München. 1914.
- Koidzumi, G.**, Spicilegium Salicum Japonensium novarum aut imperfecte cognitarum II. (The bot. mag. Tokyo. 1913. 27, 264—267.)
- Lemasson, C.**, Note sur la flore des Hautes-Vosges. (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 503—505.)
- Linsbauer, K.**, Über Saxifraga stellaris L. f. comosa Pair. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 63, 481—486.)
- Makino, T.**, Observations on the flora of Japan. (The bot. mag. Tokyo. 1913. 27, 243—260.)
- Matsuda, S.**, A list of plants from Ning-po, Cheh-kiang. (Ebenda. 271—276.)
- Nakai, T.**, Cirsium novum Japonicum. (Ebenda. 261—263.)
- Neger, F. W.**, Die Laubhölzer. Kurzgefaßte Beschreibung der in Mitteleuropa einheimischen Bäume und Sträucher, sowie der wichtigeren in Gärten gezogenen Laubholzpflanzen. (Sammlung Göschen No. 718.) Berlin und Leipzig. 1914. 16¹, 160 S.
- , Die Bergwälder Korsikas. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1914. 12, 153—161.)
- Pace, L.**, Two species of Gyrostachys. (Baylor univers. bull. 1914. 17, 1—16.)
- Pellegrin, F.**, Polypompholyx laciniata Benj. espèce américaine nouvelle pour le Gabon. (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 514—515.)
- Reichenbach**, Deutschlands Flora. 25. Bd., 21. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.
- , Icones florae germanicae et helveticae. Tom. XXV, 21. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.
- Teyber, A.**, Beitrag zur Flora Österreichs. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 63, 486—493.)
- Thomé**, Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. 5 ff. von Migula. 214.—219. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.

- Thoms, H.**, Über die Beziehungen der chemischen Inhaltsstoffe zum phylogenetischen System. (Jahresber. Vereinigg. f. angew. Bot. 1913. **11**, 19—29.)
- Wittmack, L.**, Die Kartoffel und ihre wilden Verwandten. (Nachricht. Klub d. Landw. 1914. No. 578. 9 S.)
- , Einige wilde knollentragende Solanumarten. (Ber. d. d. bot. Ges. 1913 [1914]. **31**, [10]—[35].)
- , Vorlage einer Abbildung der venetianischen Traube oder des bunten Weins. *Vitis vinifera bicolor*. (Ebenda. [38]—[40].)

Palaeophytologie.

- Arber, E. A. N.**, On the fossil floras of the Wyre Forest, with special reference to the geology of the coalfield and its relationships to the neighbouring coal measure areas. (Philos. transact. r. soc. London. 1914. B. **204**, 363—445.)
- Bertrand, P.**, Relations des empreintes de *Corynepteris* avec les *Zygopteris* à structure conservée. (Compt. rend. 1914. **158**, 740—742.)
- Cajander, A. K.**, Studien über die Moore Finnlands. (Act. forest. Fennica. 1913. No. 2. 1—208.)
- Morellet, L.**, et **J.**, Les Dasycladacées du tertiaire parisien. (Mém. soc. géol. France Paléontol. 1913. **21**, 1—43.)

Angewandte Botanik.

- Bernatsky, J.**, Über die Veredlung der Weinrebe. (Jahresber. Vereingg. f. angew. Bot. 1913. **11**, 60—79.)
- Bredemann, G.**, Die quantitative mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Pulver. (Ebenda. 32—52.)
- Cauda, A.**, Controllo sierodiagnostico delle sementi agrarie. (Nuov. giorn. bot. ital. 1914. **21**, 127—143.)
- Köhler**, Medizinalpflanzen. 2. Ergänzungsbd. von Schellenberg und Brandt. 4. Bd., 6. u. 7. Lief. v. Zezschwitz. Gera. 1914.
- Moll, Fr.**, Das Falcksche Merkblatt zur Hausschwammfrage. (Zeitschr. d. Architekt. u. Ing. Ver. 1914. **3**, 34—36.)
- Pierinini, G. M.**, Farmacognosia botanica speciale. Quarta lezione su le foglie (droghe). (Arch. d. Pharm. 1914. **3**, 1—26.)
- Rost, E.**, Zur Kenntnis der hautreizenden Wirkungen der Becherprimel (*Primula obconica* Hance). (Arb. Kais. Gesundheitsamt. 1914. **47**, 133—141.)
- Snell, K.**, Die Verschlechterung der ägyptischen Baumwolle. (Jahresber. Vereingg. f. angew. Bot. 1913. **11**, 9—13.)
- Tschirch, A.**, Pharmakognosie. 36. Lief. Ch. H. Tauchnitz, Leipzig. 1914.
- Wehmer, C.**, Holzansteckungsversuche mit Hausschwamm (*Merulius lacrymans*). (Ebenda. 106—116.)
- Wein, K.**, Deutschlands Gartenpflanzen um die Mitte des 16. Jahrhunderts. (Beih. bot. Centralbl. II. 1914. **31**, 463—555.)
- Zaepernik, H.**, Kautschukulturen I. *Hevea brasiliensis*. Süsserott, Berlin. 1914. 160, 178 S.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Buchet, S.**, s. unter Pilze.
- Ewert, R.**, Erfolgreiche Bekämpfung des *Cronartium-Rostes* auf der schwarzen Johannisbeere. (Jahresber. Vereinigg. f. angew. Bot. 1913. **11**, 30—31.)
- Familler, J.**, s. unter Moose.
- Magnus, P.**, Einige Beobachtungen über durch parasitische Pilze verursachte Pflanzenkrankheiten. (Jahresber. Vereinigg. f. angew. Bot. 1913. **11**, 14—18.)
- Muth, Fr.**, Bildungsabweichungen an der Eparsette. (Ebenda. 120—135.)
- Rapaics v. Ruhmwort, R.**, Die Rußfäule des Tabaks in Ungarn. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1914. **24**, 77—78.)

- Schander, R.**, Versuche zur Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen durch die Heißwasserbehandlung im Sommer 1913. (Mitt. Kaiser Wilhelm-Inst. f. Landw. Bromberg. 1914. **6**, 132—139.)
- , und **Tiesenhausen, M. v.**, Kann man die Phloemnekrose als Ursache oder Symptom der Blattrollkrankheit der Kartoffel ansehen? (Ebenda. 115—124.)
- Sorauer, P.**, Altes und neues über die mechanischen Frostbeschädigungen. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1914. **24**, 65—76.)
- Tubeuf, C. von**, Pflanzenpathologische Bilder und Notizen aus den nordamerikanischen Wäldern. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1914. **12**, 89—90.)

Technik.

- Ambrohn, H.**, Ein Demonstrationsversuch zur Abbeschen Theorie der mikroskopischen Wahrnehmung. (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 1913. **30**, 289—298.)
- Brandt, R.**, Über einen neuen, an jedes Mikroskop anzubringenden elektrischen Heizapparat. (Ebenda. 1914. **30**, 479—485.)
- Emich, F.**, Notiz über das binokulare Mikroskop. (Ebenda. 487—490.)
- Jentsch-Wetzlar, F.**, Das binokulare Mikroskop. (Ebenda. 1913. **30**, 299—318.)
- Lehmann, H.**, Das Lumineszenz-Mikroskop, seine Grundlagen und seine Anwendungen. (Ebenda. 1914. **30**, 417—470.)
- Plaut, M.**, Eine Präparatenverschlußkappe D. R. G. M. 577 570. Venezianisches Terpentin als Deckglaskitt. (Ebenda. 476—479.)
- Wychgram, E.**, Aus optischen und mechanischen Werkstätten VI. (Ebenda. 1913. **30**, 319—348.)

Verschiedenes.

- Diels, L.**, Naturdenkmalpflege und wissenschaftliche Botanik. (Naturdenkmäler. Heft 6. Bornträger, Berlin, 1914. 8^o, 20 S.)
- Marzell, H.**, Volkstümliche Pflanzennamen aus dem bayrischen Schwaben. Ein Beitrag zur Volkskunde. »41. Bericht d. naturwiss. Ver. f. Schwaben u. Neuburg.« 1914. 54 S.
- Poisson, H.**, Note sur l'identification d'un bois trouvé dans une sépulture antique. (Bull. soc. bot. France. 1914. **60**, 515—518.)

Personal-Nachrichten.

Am 2. April starb in Weilburg a. d. Lahn Professor Dr. Felix Kienitz-Gerloff.

Dr. P. C. van der Wolk ist wieder nach Holland, Arnheim, Utrechtsche Straat 18, zurückgekehrt.

Sobien erschien:

Das neue botanische Institut der Universität Innsbruck

Von Prof. Dr. E. Heinricher

Mit 3 Tafeln. 1914. Preis: 80 Pf.

Die Verlegung des botanischen Gartens in Innsbruck hatte auch die Verlegung und den Neubau des botanischen Instituts zur Folge. Ein den modernsten Anforderungen entsprechendes Institut ist jetzt entstanden, und deshalb wird die Beschreibung der Einrichtung und der Entstehung dieses Baues, die mit einigen photographischen Abbildungen verdeutlicht sind, in botanischen Kreisen Beachtung finden.

Sobien erschien:

Kißkalt und Hartmann

Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie

Erster Teil: Bakteriologie

Von Dr. Karl Kißkalt

o. ö. Professor der Hygiene an der Universität Königsberg

Dritte Auflage

40 Abbildungen im Text. (VIII, 112 S. gr. 8^o.) 1914. Preis: 3 Mark, geb. 4 Mark.

Inhalt: **I. Hälfte des Kurses.** Herstellen der Lösungen. — Übung 1—18: Einfachste Methode zur Erkennung und Isolierung der Bakterien. — Untersuchung eines pathogenen Mikroorganismus. — Milzbrand. — Methoden zur Differentialdiagnose zwischen zwei nahe verwandten Bakterienarten: Typhus und Coli. — Untersuchung einiger anderer pathogener Mikroorganismen. — Geflügelcholera- und Schweinerotlaufbazillen. — Keime in Luft und Erde. — Nährbödenbereitung. — Tuberkulose. — Staphylokokken und Streptokokken. — Diphtherie. — Choleraähnliche Vibrionen. — Kapselbazillen. — Desinfektion. — Herstellen von Typhusserum. — Wasseruntersuchung. — Pneumokokken. — Schimmel und Hefen. Bakterien aus der Proteusgruppe. **II. Hälfte des Kurses.** Übung 19—47: Prodigiosus, Pyocyanus. — Methoden der Anaërobenzüchtung. — Präzipitine. — Bakteriolyse. — Involutionsformen. — Malignes Ödem. — Geißelfärbung. — Tetanus. — Influenza. — Bac. botulinus. — Anaphylaxie. — Meningokokken. — Gonokokken. — Rotz. — Hämolyse. — Züchten von Typhusbazillen aus Stuhl und Wasser. — Phagozytose. — Aktinomykose. — Dysenterie, Paratyphus. — Bakterizide Wirkung des Blutserums. — Diphtheriegift und -antitoxin. — Untersuchung von Tonsillen, Conjunctiva, Rachen, Harn, Faeces, Smegma usw. — Züchten von Tuberkelbazillen aus Sputum. — Pathogene Schimmelpilze. — Bestimmung des Colititers. — Leucht-bakterien. — Komplementfixierung, Wassermannsche Reaktion. — Opsonine. — Untersuchung eines unbekanntes Mikroorganismus. — Register.

Das trotz der großen Zahl bakteriologischer Werke wieder eine Neuauflage des Praktikums erscheinen konnte, beweist, daß die Prinzipien, durch die es sich von den anderen unterscheidet, Anerkennung gefunden und sich bewährt haben. Diese Prinzipien sind: erstens nur eine oder zwei Methoden zu bringen, aber solche, die dem Anfänger leicht fallen, und dabei jeden Handgriff und die möglichen Fehler anzugeben; ferner einen geordneten Arbeitsplan zu bieten, bei dem für jeden Tag ein bestimmtes Pensum vorgeschrieben war; wer die Übungen anders anordnen wollte, konnte sich leicht an der Hand des Inhaltsverzeichnisses zurechtfinden.

Die vorliegende Neuauflage ist nach Erfahrungen in Kursen und entsprechend den Fortschritten der Wissenschaften einer ziemlich weitgehenden Umarbeitung unterzogen worden; fast keine Seite ist unverändert geblieben. Außerdem sind einige Übungen, speziell auf dem Gebiete der Immunitätslehre, neu hinzugekommen,

Kopra-Produktion und Kopra-Handel

Von

Dr. Max Birk

(Probleme der Weltwirtschaft, Schriften des Instituts für Seeverkehr und Weltwirtschaft an der Universität Kiel. Hrsg. von Prof. Dr. Bernhard Harms. Band 15.)

(X, 186 S. Lex.-Format.)

1913. Preis: 6 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

Erster Teil. **Die Kultur der Kokospalme.**

1. Grundlagen und Verbreitung der Kokoskultur. 1. Die natürlichen Bedingungen. 2. Die kulturellen Einflüsse: auf Verbreitung, auf Nutzung. — **2. Ökonomik der Kokoskultur.** 1. Die Träger der Unternehmung. 2. Anforderungen an den Unternehmer in bezug auf Kenntnisse, auf Tatkraft, auf Leistungsfähigkeit. 3. Rentabilität. — **3. Die Technik der Kokoskultur.** 1. Die Anlage von Kokospflanzungen. 2. Die Bewirtschaftung von Kokospflanzungen.

4. Die Kokoskultur im vorder- und hinterindischen Anbaugebiet. 1. Vorderindien: Ceylon, Malabarküste, Ostküste und Inselgruppen. 2. Hinterindien: Java, Sumatra, Borneo, Philippinen, Siam und Cochinchina, Malaiische Halbinsel. — **5. Die Kokoskultur im pazifischen, amerikanischen und afrikanischen Anbaugebiet.** 1. Ozeanien: Neu-Guinea, Fidschi Inseln, Samoa, Französisch-Ozeanien und Hawaii. 2. Amerika. 3. Afrika.

Zweiter Teil. **Die Aufbereitung der Kopra.**

6. Aufgaben, Ziele und Grundprobleme der Koprabereitung. 1. Das Qualitätsproblem. 2. Das agronomisch-statische Problem.

7. Der Stand der Aufbereitungstechnik in den einzelnen Erzeugungsländern (die Gründe und Antriebe der Differenzierung). 1. Technik der Aufbereitung. 2. Die Bedingtheit der Technik durch die Aufkauforganisation. — **8. Eingreifen der Kolonialverwaltungen in die Kopraproduktion (bisherige Erfolge und künftige Aufgaben).** 1. Bisherige Bestrebungen und Erfolge auf dem Gebiete „Koprapolitik“. (Maßnahmen, die eine Förderung der Kopraerzeugung in quantitativer und qualitativer Beziehung bezwecken.) 2. Die künftigen Aufgaben der Koprapolitik mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Kolonien.

Dritter Teil. **Der Koprahandel.**

9. Funktion und Organisation des Koprahandels und seine Entwicklungstendenzen.

10. Der Koprahandel in den einzelnen Produktionsgebieten und seine Probleme. 1. Das vorderindische Handelsgebiet: Ceylon, Malabar. Das hinterindische Handelsgebiet. 3. Das pazifische Handelsgebiet. 4. Das ostafrikanische Handelsgebiet.

Schlußbetrachtung: Der Kopraweltmarkt. Seine Entwicklung und seine Zukunft. — **Anhang:** Kontrakt über Teilladungen asiatischer/australischer Kopra des Verbandes der deutschen Ölmühlen zur Wahrung ihrer gemeinschaftlichen Interessen.

International Review, Nr. 523, Nov. 1913:

This book, which bears the imprint of earnest study, we have now before us, and without, the slightest hesitation we hasten to bring it under the notice of our readers, as it contains much that is instructive for those concerned is the copra culture and trade. The work is divided into chapters and the following subjects are treated consecutively: Basis and extent of the cocos-culture, economic side of the cocos-culture, the technical side of cocos-culture, the cocos-culture in India and Further India, the cocos-culture in America and Africa, the preparation of copra, and the copra trade.

Great care has been bestowed on the get up of this work, which is quite in keeping with the matter within its pages.

Diesem Heft liegt 1 Prospekt bei vom Verlag Gustav Fischer in Jena betr.: „K. Goebel, Organographie der Pflanzen, (2. Aufl.)“.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · SECHSTES HEFT

MIT 1 TAFEL UND 32 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des sechsten Heftes.

I. Originalarbeit.		Seite
Fritz Neeff, Über Zellumlagerung. Mit Tafel II und 32 Abbildungen		465
II. Besprechungen.		
Boysen-Jensen, P., Über die Leitung des phototropischen Reizes in der Avenakoleoptile		558
Hiley, W. E., On the Value of different Degrees of Centrifugal Force as Geotropic Stimuli		555
Johannsen, W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik		550
Kerner von Marilaun, A., Pflanzenleben		548
Koorders, S. H., Exkursionsflora von Java, umfassend die Blütenpflanzen		564
Linde, P., Zur Kenntnis der Cladothrix dichotoma Cohn		567
Löhnis, F., und Green, H. H., Über die Entstehung und Zersetzung des Humus, sowie über dessen Einwirkung auf die Stickstoffassimilation		568
Mildbraed, J., Botanik, in »Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika-Expedition 1907—1908, unter Führung Adolf Friedrichs, Herzogs zu Mecklenburg«		562
Nova Guinea, Résultats de l'expédition scientifique néerlandaise à la Nouvelle-Guinée en 1912 et 1913 sous les auspices de A. Franssen Herderschee		564
Porodko, Vergleichende Untersuchungen über Tropismen. I—V		557
Richter, Oswald, Über die Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit von Keimlingen durch Narkotika		562
Schips, M., Zur Öffnungsmechanik der Antheren.		564
Schley, Eva O., Chemical and physical changes in geotropic stimulation and response		561
Willstätter, R., und Stoll, A., Untersuchungen über Chlorophyll		552
Wilschke, Alfred, Über die Verteilung der phototropischen Sensibilität in Gramineenkeimlingen und deren Empfindlichkeit für Kontaktreize		559
III. Neue Literatur.		569
IV. Mitteilungen.		576
V. Personal-Nachrichten.		576

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Über Zellumlagerung.

Ein Beitrag zur experimentellen Anatomie.

Von

Fritz Neeff.

Mit Tafel II und 32 Abbildungen.

Einleitung.

Der vorliegenden Untersuchung liegt eine Beobachtung zugrunde, die vor Jahren von Prof. Jost an Bäumen, besonders an *Aesculus Hippocastanum*, gemacht wurde: durch Dekapitation des Haupttriebes kann in diesem an der Verzweigungsstelle die Richtung der Holzelemente, die ursprünglich eine der Achse des Haupttriebs parallele war, sich derart ändern, daß die Fasern jetzt in der Richtung des Seitentriebs verlaufen. Diese Beobachtung regte den Wunsch an, weiter nachzuforschen, wie denn solche Lageveränderungen ganzer Gewebe zustande kommen, wie im besonderen die einzelnen Zellen sich verschieben müssen, um in ihre neue Lage zu gelangen. Die Aufgabe der Untersuchung war also zunächst eine rein beschreibend anatomische. Durch möglichst getreue Beobachtung der Kambiumzellen und ihrer Tochterzellen wurde bei dem der Dekapitation folgenden Dickenwachstum die Umlagerung Schritt für Schritt verfolgt. Auf diese Weise hoffte ich einen Einblick in die oft verwickelten Verhältnisse zu bekommen, der es mir weiterhin ermöglichen konnte, einem kausalen Zusammenhang für die verschiedenartigen Erscheinungen der Zellumlagerung nachzugehen, wie sie sich im Verlauf weiterer Versuche zeigten. Bei der Verfolgung dieser Vorgänge ergaben sich mannigfache Beziehungen zu früheren Arbeiten anderer Autoren. Besonders knüpfte ich an die Untersuchungen von de Vries über Wundholz an, an Vöchtings Arbeiten über die Polarität

der Zellen und an die Arbeiten von Krabbe und Jost, die auf die Vorgänge des gleitenden Wachstums bei Zellverschiebungen hingewiesen haben.

I. Die Umlagerung der Zellen an Verzweigungen nach Dekapitierung des Haupttriebs.

Die Versuche.

In den Jahren 1912 und 1913 wurden im Straßburger botanischen Garten Versuche an Bäumen, in zwei Fällen auch an krautigen Pflanzen ausgeführt. Die Versuchspflanzen waren:

<i>Tilia americana</i>	<i>Picea excelsa</i>
<i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Populus pyramidalis</i>
<i>Aesculus Hippocastanum</i>	<i>Ricinus communis</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Phytolacca icosandra</i>
<i>Salix babylonica</i>	

Die Wahl der Holzgewächse war in erster Linie durch eine geringe Härte des Holzes bestimmt, womit technische Schwierigkeiten bei der späteren mikroskopischen Untersuchung vermieden waren. Die Operationen nahm ich teils zur Zeit des Dickenwachstums, teils kurz vor Eintritt desselben vor. An den Verzweigungsstellen wurde jedesmal der Haupttrieb dekapitiert und der Seitentrieb stehen gelassen. In einzelnen Fällen verfuhr ich umgekehrt und ließ nach Dekapitation des Seitentriebs den Haupttrieb stehen. Zu diesen Operationen wählte ich nur ganz normale und stark wachsende Triebe. Die Zweige der Holzpflanzen waren in der Regel mehrjährige. Ich vermied es, durch mehrere Dekapitationen am gleichen Stamm dessen Wachstum zu hemmen.

Die Entfernungen der Dekapitationsstelle über der Verzweigung wählte ich verschieden. Entweder dekapitierte ich den Trieb unmittelbar über der Verzweigungsstelle oder in Entfernungen von 2 bis 30 cm von ihr. Die Schnittstellen wurden mit Baumwachs verklebt. Blieb von dem dekapitierten Trieb ein längerer Stumpf über die Verzweigungsstelle hinaus stehen, so dorrt dieser Teil in der Regel allmählich bis zur Verzweigungsstelle herunter ab. In anderen Fällen, in denen ich an dem Zweigstumpf noch kleine Seitentriebe oder Adventivtriebe stehen ließ, blieb das Stammstück am Leben oder dorrt

höchstens bis zu einem dieser kurzen Seitensprosse ab. Das Dickenwachstum des Stumpfes wird durch die Dekapitation sehr beeinträchtigt. Nach Verlauf bestimmter Zeitabschnitte, nach eins, zwei, drei und mehr Wochen und Monaten wurden die Versuchsobjekte zur Untersuchung weggenommen. Dadurch hoffte ich alle wichtigen Entwicklungszustände der umgelagerten Zellen zu erhalten.

Die histologische Untersuchung.

A. Die Vorgänge der Umlagerung im allgemeinen.

Löste ich an Verzweigungsstellen, an denen eine Dekapitation des Haupttriebs einige Zeit vorher vorgenommen worden war,

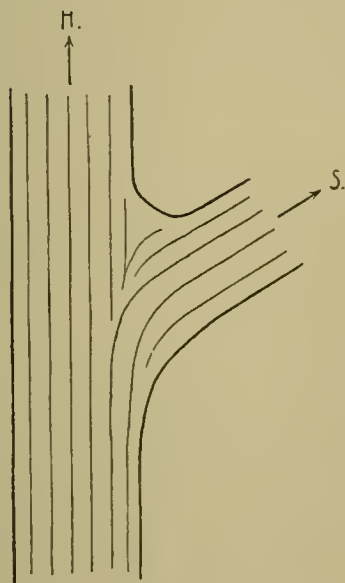


Fig. 1.

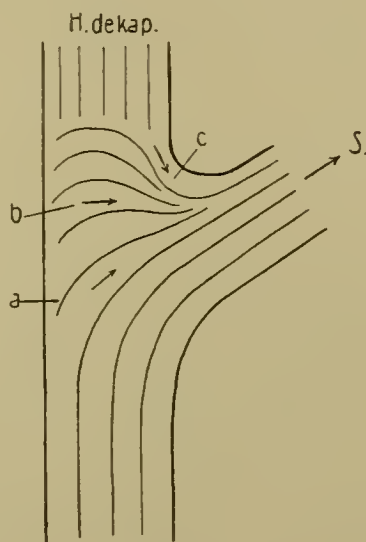


Fig. 2.

Fig. 1. Normale Verzweigung eines Astes von *Tilia amer.*; schematisch dargestellt. Die Elemente des Holzes, in Tangentialansicht nach Ablösung der Rinde, verlaufen im Haupttrieb (H.) parallel dessen Längsachse; die Elemente des Seitentriebs (S.) gehen am Astansatz in die Richtung des Haupttriebs über.

Fig. 2. Faserverlauf im Holz in Tangentialansicht an der Verzweigungsstelle nach Dekapitation des Haupttriebs (H.); schematisch dargestellt. Die Elemente des Haupttriebs haben sich am Astansatz in die Richtung des Seitentriebs (S.) umgelagert, bei a um 45° , bei b um 90° , bei c um 180° .

die Rinde sorgsam ab, so bemerkte ich bei allen meinen Versuchspflanzen, daß im Kambium der Faserverlauf nicht mehr der ursprünglich normale war. Die Kambiumzellen, die dem

Haupttrieb angehörten, hatten nicht mehr ihre frühere zur Achse des Haupttriebs parallele Richtung, sondern sie waren jetzt in der Richtung des Seitentriebs orientiert (vgl. Fig. 1 mit Fig. 2). Diese Umlagerung der Kambiumzellen findet im allgemeinen in einer bestimmt begrenzten Region der Verzweigungsstelle statt, die ungefähr von der Höhe des oberen bis herunter zum unteren Astwinkel reicht. Sie beginnt zuerst an den dem Seitentrieb zunächst gelegenen Stellen des Haupttriebs und schreitet von dort immer weiter nach den Seiten hin fort. An den Stellen des dekapitierten Haupttriebs, die dem Seitentrieb abgewandt sind, lagern sich die Zellen am spätesten um. Dort findet sich auch die Grenzregion, wo sich die einen Zellen nach rechts, die anderen nach links dem Seitentrieb zuwenden. Es bildet sich also hier eine Scheitelung der Zellen ähnlich der, wie sie bei Zellumlagerungen unterhalb von Längswunden auftritt (vgl. S. 521).

Die Zeitdauer der Umlagerung ist zunächst einmal von der Schnelligkeit des Dickenwachstums abhängig. Die Umlagerung geht besonders rasch bei den Versuchspflanzen vor sich, die starkes Dickenwachstum aufweisen. So konnte ich im Lauf eines Sommers eine völlige Umlagerung der Zellen an *Tilia*, *Aesculus Hippocastanum*, *Acer*, *Populus pyramidalis*, *Ricinus communis* beobachten; bei *Picea excelsa* konnte ich nach drei Monaten erst die Anfänge der Umlagerung feststellen. An einem schon seit zwei Jahren dekapitierten Gipfeltrieb von *Picea excelsa*, an dem sich ein Seitentrieb negativ geotropisch aufgerichtet und den Gipfel ersetzt hatte, war an der Verzweigungsstelle eine völlige Umlagerung der Kambiumzellen in der Richtung des Seitentriebs vor sich gegangen.

Für die Schnelligkeit der Umlagerung kommt außerdem das Größenverhältnis von Haupt- und Seitentrieb in Betracht. Ist der Haupttrieb sehr stark, der Seitentrieb hingegen nur schwach entwickelt, so erstreckt sich die Umlagerung nur ganz allmählich auf weitere Regionen des Haupttriebs. Bei gleich starker Entwicklung von Haupt- und Seitentrieb erfolgt sie sehr viel schneller. Ist vollends der Haupttrieb bedeutend schwächer entwickelt als der Seitentrieb, so ist die Umlagerung nach kurzer Zeit erreicht.

Weiterhin ist für die Zeitdauer der Umlagerung insbesondere die Entfernung der Dekapitationsstelle von der Verzweigungsstelle von Bedeutung. Ist die Dekapitation unmittelbar über der Verzweigungsstelle vorgenommen worden, so gehen die Elemente sehr rasch in die neue Richtung über. Bleibt aber ein längeres Stammstück des Haupttriebs über der Verzweigungsstelle stehen, so schreitet die Umlagerung langsamer voran und erreicht ihren Abschluß erst, nachdem das Stammstück bis herab zur Verzweigungsstelle abgedorrt ist. Trägt jedoch der stehengebliebene Stumpf des Haupttriebs kleine Seitentriebe und bleibt er infolgedessen am Leben, so geht die Umlagerung noch langsamer vor sich. Ein größerer Teil der Kambiumzellen behält in solchen Fällen die alte Richtung parallel der Achse des Haupttriebs bei. Besonders fiel dann auf, daß an der dem Seitensproß abgewandten Seite der Verzweigungsstelle gar keine Umlagerung der Elemente eintritt; dort bleiben die Kambiumzellen in der Richtung des Haupttriebs orientiert.

Der Faserverlauf der Kambiumzellen ist während der Umlagerung ein unregelmäßiger, wellig geschlängelter, nach völliger Umlagerung und Herstellung normaler Verhältnisse wieder ein gestreckter. In leicht gekrümmtem Bogen verlaufen die Kambialfasern des Haupttriebs in die Richtung des Seitentriebs und stellen auf diese Weise einen normalen Anschluß des letzteren an die Basis des Hauptsprosses her.

B. Die Einzelheiten der Umlagerung.

Die einzelnen Vorgänge der Umlagerung untersuchte ich in der Hauptsache bei *Tilia*. Schon die Mehrzahl meiner Versuche hatte ich an Zweigstücken von *Tilia* ausgeführt, so daß mir zur anatomischen Untersuchung von diesem Objekt reichlich Material zur Verfügung stand.

Zunächst berichte ich über meine Beobachtungen, die sich auf die Vorgänge im Kambium beziehen. Denn die Umlagerung der Zellen geht zum größten Teil im Kambium vor sich. Aus den einzelnen zur Untersuchung kommenden Zuständen im Kambium konnte durch Vergleich ein Gesamtbild der Umlagerung gewonnen werden. Außerdem

aber konnte durch Studien von Serienschritten aus der Gestalt fertiger Holz- oder Bastelemente, die aus einer bestimmten Kambiumzelle sich gebildet hatten, ein Schluß gezogen werden, wie diese Kambiumzelle früher ausgesehen hatte. Im allgemeinen wird ja die Gestalt und Lage der Holz- und Bastelemente schon im Kambium bestimmt; auf nachfolgende Änderungen komme ich im Abschnitt 2 und 3 zurück.

1. Die Umlagerung des Kambiums.

Die Untersuchung führte ich meist an tangentialen Serienschritten aus und wählte dabei solche Schnitte aus, die möglichst in der kambialen Zone verliefen. Die Entscheidung, ob ich auch wirkliche kambiale Zellen oder deren Tochterzellen im Holz- oder Siebteil vor mir hatte, war anfangs nicht immer leicht. Durch die fortgesetzte Bemühung und Übung bei der Herstellung der Schnittserien gelang es jedoch mit der Zeit, auch auf tangentialen Schnitten mit ziemlicher Sicherheit die Kambiumzone festzustellen. Ich achtete dabei einerseits auf die Skulptur und andererseits auf die Färbbarkeit der Zellwand. Insbesondere wandte ich die Färbung mit Rutheniumrot an, durch das die Kambiumzellwände eine tief weinrote Farbe annehmen, während die Zellen des Holzteils sich entweder gar nicht oder nur sehr schwach färben. So tritt der Übergang vom Kambium zum Holzteil sehr schön hervor. Als Gegenfärbung für den Holzteil diente mir Gentianaviolett.

Zunächst untersuchte ich die ersten Veränderungen, die nach der Dekapitation des Haupttriebs in den Kambiumzellen unterhalb der Schnittstelle und an der Verzweigungsstelle auftreten. Unterhalb der Dekapitationsstelle fand ich schon nach kurzer Zeit die Kambiumzellen quer geteilt. Solche Querteilungen konnte ich an der Verzweigungsstelle jedoch nur in solchen Kambiumzellen beobachten, die in der Richtung des dekapitierten Haupttriebs orientiert sind, nicht aber in denen, die schon vor der Operation der Richtung des Seitentriebs angehören, auch wenn die letzteren noch in die senkrechte Projektion der Wundfläche fallen. Unmittelbar und in kurzer Entfernung unter der Dekapitationsstelle sind die Kambiumzellen durch sieben und mehr Querwände geteilt, so daß kurze

Zellen entstehen, die sich an den Ecken etwas abrunden und in ihrer polyedrischen Gestalt von den dazwischen liegenden Markstrahlzellen nicht mehr zu unterscheiden sind. Unterhalb von einfachen, rasch vernarbenden Querschnitten verhalten sich die Kambiumzellen ganz ähnlich. Die Zahl der Querteilungen in den Kambiumzellen nimmt, wie schon de Vries festgestellt hat, mit zunehmender Entfernung von der Schnittstelle ab. In Entfernungen von 2 bis 3 cm sind die Zellen meist durch fünf oder drei Querschnitte geteilt, noch weiter entfernt nur noch durch einen Querschnitt. In 7 cm Entfernung und mehr finden sich keine Querteilungen mehr.

An den Verzweigungsstellen erfährt das Verhalten der Kambiumzellen auf die Dekapitation hin eine Änderung, da sich außer der Dekapitation auch ein Einfluß des Seitensprosses geltend macht. Je nach der Länge des stehengebliebenen Stumpfes des Haupttriebs äußert sich dieser Einfluß verschieden. Zur Schilderung dieser Verhältnisse greife ich drei charakteristische Fälle heraus:

1. Der Stumpf ist etwa 1 bis 2 cm lang. In 4 cm Entfernung von der Dekapitationsstelle sind die Kambiumzellen an der Verzweigungsstelle noch vier- bis sechsfach geteilt. Gegenüber einfachen Querschnitten bedeutet dies eine erhebliche Zunahme der Querteilungen unterhalb der Schnittstelle.

2. Der Stumpf ist 5 cm lang. Die Kambiumzellen an der Verzweigungsstelle weisen sogar noch in 7 cm Entfernung unterhalb der Schnittstelle zahlreiche Querteilungen auf, während im allgemeinen unterhalb einfacher Querschnitte in dieser Entfernung keine Querteilungen mehr auftreten.

3. Der Haupttrieb ist in einer Entfernung von 30 cm über der Verzweigungsstelle dekapitiert worden. Es blieben am Stumpf des Haupttriebs zwei schwache Seitentriebe stehen, und im Verlauf einiger Wochen bildeten sich außerdem noch zwei Adventivtriebe. Als ich nach vier Monaten den Zweig zur Untersuchung wegnahm, war das stehengebliebene 30 cm lange Stück des Haupttriebs völlig gesund erhalten. An der Dekapitationsstelle war ein kleiner Kallus entstanden, in dessen unmittelbarer Nähe ein Adventivtrieb sich entwickelt hatte. Unterhalb der Wunde in der Nähe des Kallus hatten die

Kambiumzellen durch viele Querteilungen isodiametrische Gestalt angenommen. Jedoch in 6 cm Entfernung unterhalb der Wunde hörten die Querteilungen auf. Sie fanden sich an dem 30 cm langen Zweigstück des Haupttriebs nicht mehr bis zu der Ansatzstelle des Seitentriebs. Von hier ab abwärts an der Verzweigungsstelle treten mit einem Male wieder Querteilungen auf. Meist waren die Kambiumzellen durch drei Querwände geteilt. Unterhalb der Verzweigungsstelle fehlten die Querteilungen wieder ebenso wie über ihr.

Aus diesen Beobachtungen ergab sich, daß der Seitentrieb nach der Dekapitation des Haupttriebs auf die Kambiumzellen des letzteren an der Verzweigungsstelle einen Reiz ausübt, der Querteilungen der Kambiumzellen zur Folge hat. Dieser Reiz kann sich in doppelter Weise bemerkbar machen: Erstens werden die Querteilungen in den Kambiumzellen, soweit sie schon als unmittelbare Folge der Dekapitation auftreten, noch vermehrt und beschleunigt, zweitens werden Querteilungen an der Verzweigungsstelle als neue Erscheinung hervorgerufen, wo sie als direkte Folge der Dekapitation nicht auftreten.

Der nächste Schritt zur Umlagerung ist, daß die Kambiumteilzellen sich gegeneinander abrunden und dadurch als einzelne selbständige Teilzellen erkennbar werden. Unmittelbar nach den Querteilungen ist die Kambiummutterzelle noch deutlich in ihrem Umriß kenntlich. Es verändert sich jedoch dieses Bild sofort, wenn die Kambiumteilzellen nicht mehr ihre bisher rechteckige Gestalt behalten, sondern durch gegenseitige Abrundung meist ovale Formen annehmen. Bei dieser Abrundung verschieben sich die Wände der Nachbarzellen derart gegeneinander, daß sie übereinander greifen.

Diesen rasch aufeinanderfolgenden Form- und Lagewechsel der Kambiumteilzellen konnte ich durch vergleichende Betrachtung von Serienschnitten genauer verfolgen. Fig. 3 und 4 geben zwei aufeinanderfolgende Tangentialschnitte wieder. Fig. 3 zeigt einen Tangentialschnitt durch die jüngsten vor der Dekapitation gebildeten Holzelemente. Die Zellen haben ihrem

Umriß nach noch ganz die Gestalt ihrer Kambiummutterzellen behalten. Infolge der Dekapitation sind jedoch zahlreiche Querwände aufgetreten. Fig. 4 gibt den nächsten Schnitt wieder, der das Kambium getroffen hat. Man sieht die Kambiumteilzellen, wie sie sich nach den Querteilungen abgerundet haben und zum Teil übereinandergreifen. Zum Beispiel greifen die Zellen a und b über d, d über e. Eine weiter fortgeschrittene Verschiebung hat zwischen den Zellen a, b und e

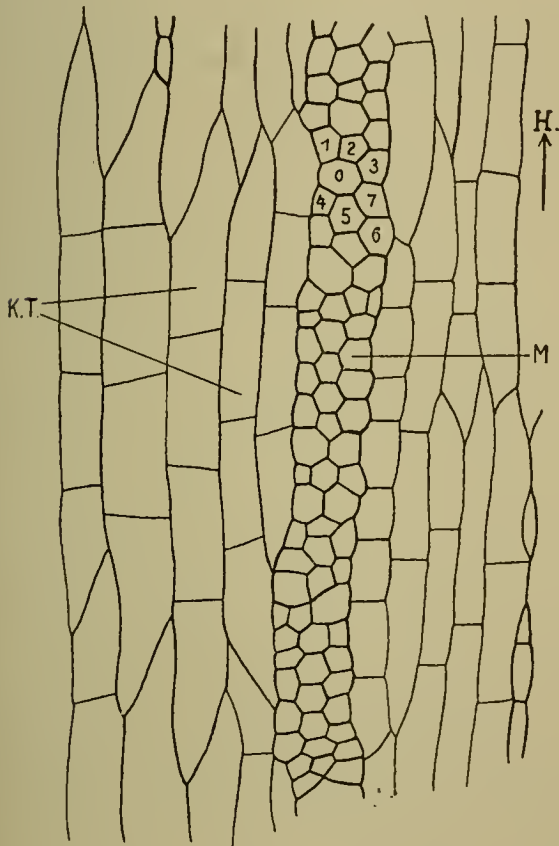


Fig. 3.

Fig. 3. *Tilia amer.* Tangentialschnitt durch die jüngsten vor der Dekapitation des Haupttriebs (H.) gebildeten Jungholzelemente. Der Faserverlauf dieser Kambiumtochterzellen (K. T.) in der Richtung des Haupttriebs. M. = Markstrahl. Vergr. 100mal.

Fig. 4. *Tilia amer.* Tangentialschnitt (auf Fig. 3 unmittelbar folgend) durch das Kambium nach der Dekapitation des Haupttriebs. Die Kambiumzellen haben sich quer geteilt, die Kambiumteilzellen (Kt.) haben sich zum Teil gegeneinander verschoben durch Aufrichten ihrer Querwände und darauffolgendes Spitzenwachstum in der Richtung des Seitentriebs (S.). Die Zellen f und g durchwachsen den Markstrahl (M.). Vergr. 100mal.

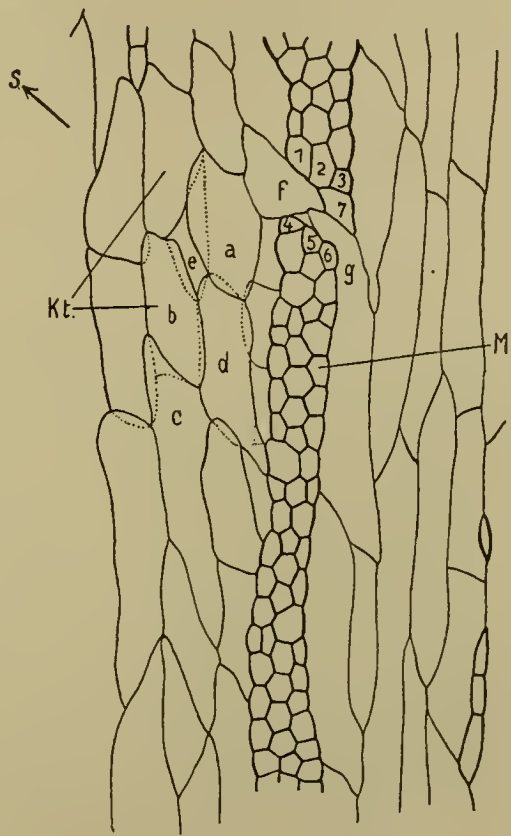


Fig. 4.

stattgefunden. Durch Übergreifen der Zellen a und b über e haben die ersteren sich so verschoben, daß sie nunmehr einander beinahe berühren. Beim Vergleich solcher Schnitte konnte ich bemerken, daß Zellwände und zum Teil ganze Zellen, die vor der Umlagerung nicht aneinander grenzten, nachher miteinander in Berührung kamen. Es finden also bei diesen Vorgängen Verschiebungen ganzer Zellen statt. Solche Verschiebungen weisen auf ein Gleiten der Zellen auf den Nachbarwänden in großer Ausdehnung hin. Wir haben hier die Anfänge von Wachstumsvorgängen vor uns, die bei

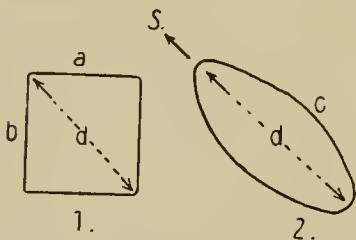


Fig. 5. Schema. Aus der Kambiumteilzelle 1 mit der Querwand a und der Längswand b entsteht durch Aufrichten der Querwände und Spitzenwachstum die Zelle 2 mit der neuen Längswand c. Die Zelle 2 hat dadurch die Richtung zum Seitentrieb (S.) in der Diagonale d angenommen.

den folgenden Prozessen der Umlagerung sich immer mehr bemerkbar machen, auf die ich an späterer Stelle daher ausführlicher zurückkommen werde.

Unmittelbar nach der Abrundung spitzen sich die meisten der Kambiumteilzellen immer mehr und mehr zu. Ihre Quer- und Längswände verschieben sich gegenseitig. Die bisherigen Querwände richten sich in die Richtung der Längswände auf und bilden somit einen Teil der Längswände. Vgl. z. B. in Fig. 4 die Zellen b und c oder in Fig. 7 die Zellen a und b. Besonders auffallend ist dieser Vorgang bei den sehr kurzen, mehr oder minder polyedrischen Teilzellen, deren Querwände

die gleiche Länge haben wie die Längswände. Nach dem Aufrichten der Querwände bestehen die Längswände dieser kurzen Zellen zur Hälfte aus ihren früheren Querwänden. Fig. 5 zeigt schematisch, wie aus der Zelle 1 mit der Querwand a und der Längswand b die Zelle 2 mit der neuen Längswand c entsteht, so daß die Zelle 2 die Richtung ihrer Diagonale d als Längsachse annimmt. Schon durch dieses Aufrichten der Querwände bekommen die Zellen eine deutlich sichtbare schiefe Faserrichtung. Bilder von tangentialen Schnitten, auf denen zahlreiche schief gerichtete Wände sichtbar sind (vgl. Fig. 7 z. B. bei d) führen leicht zu der Täuschung, als ob in den

Kambiumzellen die Querteilungen in schiefer Richtung stattgefunden hätten. Diese Schrägstellung der Querwände ist aber stets eine sekundäre Erscheinung, bedingt durch die Zuspitzung der Teilzellen.

Bei der fortschreitenden Umlagerung macht sich nun besonders der Einfluß geltend, den der Seitentrieb auf die Richtung der sich verlängernden Elemente ausübt. Die Kambium-

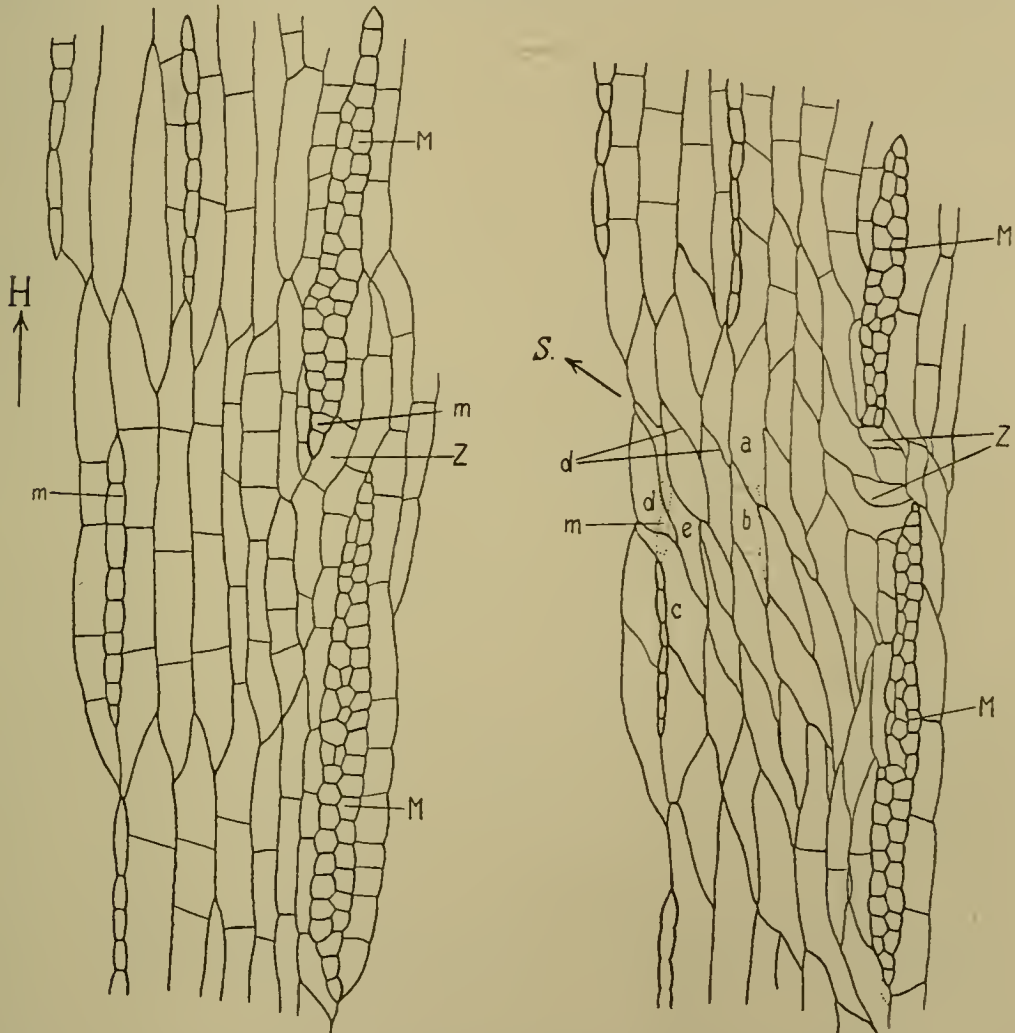


Fig. 6. *Tilia amer.* Tangentialschnitt durch die jüngsten vor der Dekapitation des Haupttriebs = H. gebildeten Jungholzelemente am Astansatz. Die Elemente verlaufen parallel der Richtung des Haupttriebs. Vergr. etwa 80mal.

Fig. 7. *Tilia amer.* Tangentialschnitt (auf Fig. 6 unmittelbar folgend) durch das Kambium am Astansatz nach der Dekapitation des Haupttriebs. Die Kambiumteilzellen haben schiefe Faserrichtung dem Seitentrieb = S. zu angenommen. Bei m und z sind Markstrahlzellen radial verdrängt. M. = Markstrahl. Vergr. etwa 80mal.

zellen suchen sich durch Spitzenwachstum in die neue Richtung, die durch den Seitensproß bestimmt ist, umzulagern. Die vielen, zunächst noch ziemlich kurzen schiefgerichteten Kambiumteilzellen bieten einen Anblick, als ob sie durch eine Strömung in der Richtung des Seitentriebs abgelenkt würden. Sie bekommen durch diese Richtungsänderung eine neue Längsachse, die mit ihrer ursprünglichen, dem Haupttrieb parallelen Längsachse einen Winkel bildet. Dieser Richtungswinkel ist natürlich je nach der Lage, die die Kambiumzellen an der Verzweigungsstelle einnehmen, ein sehr verschiedener. Für die Kambiumzellen in der Höhe des unteren Astwinkels beträgt er meist nur 10° bis 45° , in der Höhe des oberen Astwinkels sind es schon 90° , für die noch höher liegenden Zellen bald 135° , ja in manchen Fällen bis ca. 180° . In diesen letzteren Fällen ist also eine völlige Umkehrung der Zellen bei der Umlagerung nötig. Zur schrittweisen Verfolgung dieser Lageveränderungen waren natürlich die einfacheren Verhältnisse günstiger, wie sie sich bei Ablenkungen um einen kleineren Winkel von ca. 45° darbieten. Ich werde daher zuerst auf diese eingehen.

Beim Spitzenwachstum der Kambiumteilzellen suchte ich durch Vergleich der Schnittserien Schritt für Schritt festzustellen, wie sich die einzelnen Zellen mit ihren Spitzen zwischen die Nachbarzellen einzwängen. In einzelnen Fällen erfolgt schon durch das beschriebene Aufrichten der Querwände eine Zuspitzung der Teilzellen, in anderen buchtet sich zunächst in einer Ecke ein Fortsatz der Zelle aus, der sich rasch zu einer Spitze verlängert. Bemerkenswert ist, daß die Zellen fast immer an ihren Enden, seltener an beliebigen Stellen der Seitenwände die Spitzen ausbilden, eine Erscheinung, die auf die polare Struktur der Zelle hinweist. Wir bekommen dann Bilder von auswachsenden Teilzellen (Fig. 7) ähnlich denen, die Miede¹⁾ bei der Regeneration von Cladophorafäden beobachtete.

Der Weg, den die Zellspitze bei ihrem Vordringen nimmt, ist durch den Reiz des Seitentriebs bestimmt, jedoch außerdem von der Lage der Nachbarzellen abhängig. Befindet sich die Zellspitze gerade an einer Stelle, wo durch eine neu gebildete

¹⁾ Miede, H., Ber. d. d. bot. Ges. 1905. **23**, 257. Vgl. Abbildung in Jost, Vorl. über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. 1913. S. 440.

Querwand zwei benachbarte Kambiumzellen aneinander grenzen, so krümmt sie sich in der Richtung des Seitentriebs, schiebt sich dabei zwischen diese Nachbarzellen ein und trennt sie voneinander. In anderen Fällen muß die Zellspitze zunächst der Längswand ihrer Nachbarzelle entlang gleiten, bis sie an eine Stelle kommt, wo sie sich seitlich krümmen und nach dem Seitentrieb zu weiterwachsen kann, indem sie sich nun ebenfalls zwischen Nachbarzellen einzwängt. So entstehen mannigfach, oft S-förmig gebogene Zellen, je nach den Windungen, in denen sich die Kambiumzellen zwischeneinander hindurch schlängeln.

Zu größeren Störungen im Faserverlauf kommt es trotz dieser vielfachen Zellbewegungen nicht, denn die Zellen folgen ihrer polaren inneren Struktur gemäß dem Richtungsreiz des Seitentriebs derart, daß stets die Sproßpole der sich verlängern-den Kambiumzellen dem Seitentrieb zustreben, während die Wurzelpole polaren Anschluß basalwärts, also in der Richtung der Wurzel, suchen. Dieses Spitzenwachstum der Teilzellen ist also nicht ein bloßes Streckungsbestreben, sondern ein durch die polaren Eigenschaften der Zelle und den Richtungsreiz des Seitentriebs gelenktes Vordringen der Zellen.

Bei den Wandspaltungen, wie sie durch die vordringenden Zellspitzen fortgesetzt stattfinden, muß notwendig ein gleitendes Wachstum stattfinden. Es genügt nicht ein extremes, völlig auf die Zellspitze lokalisiertes Spitzenwachstum der Zellen. Sind die Kambiumteilzellen sehr kurzgliedrig, so stehen den einzelnen Zellen natürlich viel mehr Möglichkeiten offen, um sich dem Seitentrieb entgegen zu krümmen und zwischen den vielen kleinen Nachbarzellen seitlich sich durchzuzwängen. Die kurzen Elemente haben also eine größere Bewegungsfreiheit als die langen. Diese verschiedene Beweglichkeit der Zellen kam auch auf den mikroskopischen Bildern in den anatomischen Strukturen zum Ausdruck, die auf Tangentialschnitten zu sehen waren. Die Zellanordnung der kurzen Elemente hat vielfach Ähnlichkeit mit einer fließenden Struktur, während die langen Elemente einen mehr starren, unbeweglichen Zustand zum Ausdruck bringen.

Gingen die bisherigen Vorgänge ohne besondere Störungen vor sich, so machen sich von jetzt ab mit dem Eintritt des ausgedehnten Streckungsbestrebens der Zellen verschiedene Umstände geltend, die Hemmungen für die Zellumlagerung bedeuten. Bisher hielten die Kambiumzellen mehr oder weniger ihren ursprünglichen Platz noch inne. Von jetzt ab, mit Beginn des seitlichen Spitzenwachstums, suchen sie ihre Lage zu ändern, einen neuen Ort einzunehmen, aus der Ruhelage in Bewegung überzugehen. Dieser Bewegung treten aber besonders zwei Hindernisse entgegen: erstens das Streckungsbestreben der einzelnen Zellen und zweitens die Markstrahlen.

Streckungsbestreben: Schon Sanio¹⁾ hat auf die Größenzunahme der Kambiumzellen aufmerksam gemacht und darauf hingewiesen, daß sie sich bei ihrem Längenwachstum zwischen einander drängen. Später kam de Vries²⁾ in seinen Untersuchungen über das Wundholz in dem Abschnitt über die Längenzunahme der Kambiumzellen auf Wachstumsvorgänge dieser Art zu sprechen. Das kurzzellige Kambium, das durch ein-, drei- oder mehrmalige Querteilung aus dem normalen Kambium entsteht, enthält auf derselben Fläche zwei, vier und mehrmal so viele Zellen als das normale. Sollen die kurzen Kambiumteilzellen ihre ursprüngliche Größe wieder erreichen, so müssen sie um das zwei-, vier- und mehrfache an Länge zunehmen. Da nun aber der Raum, auf dem die Wiederherstellung der normalen Zellgröße vor sich gehen kann, im wesentlichen ein gegebenes ist, so muß die Zahl der Kambiumzellen dabei um das zwei-, vier- und mehrfache vermindert werden. Wie diese Verminderung der Zahl der Kambiumzellen vor sich geht, konnte ich bei der schrittweisen Verfolgung der Umlagerung feststellen.

Beim Spitzenwachstum schieben sich auswachsende Zellspitzen zwischen Nachbarzellen, die longitudinal übereinander oder tangential nebeneinander liegen. Auf Tangentialschnitten konnte ich außerdem durch verschieden hohe Einstellungen des Mikroskops deutlich beobachten, daß sich Zellspitzen auch

¹⁾ Sanio, K., Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.) 1872. 8, 419 und ebenda 1873. 9, 52 ff.

²⁾ De Vries, H., Flora. 1876. 59.

zwischen radial benachbarte Zellen geschoben hatten; es werden also sowohl in tangentialer als auch in radialer Richtung die Zellen auseinander gedrängt; diese Vorgänge wurden auch durch das Studium von Querschnitten bestätigt. Derartige Trennungen zweier Nachbarzellen durch eine dritte beruhen aber nicht nur auf einem fortgesetzten Spitzenwachstum, sondern ebenso auch auf ausgedehntem Flächenwachstum der Kambiumteilzellen. Hat sich eine Kambiumteilzelle zwischen zwei Nachbarzellen in radialer Richtung eingezwängt, so erbreitert sich ihr Spitzenfortsatz gleichzeitig tangential Schritt für Schritt in dem Maß, wie er sich verlängert. Die Folge davon ist, daß die Nachbarzellen schließlich in ihrer ganzen Ausdehnung radial nach außen bzw. nach innen gedrängt werden. Besonders auf Querschnitten ließ sich diese Art der Verdrängung von Zellen aus der Kambiumzone verfolgen. Ich untersuchte diese Vorgänge außer im Kambium von *Tilia* auch in dem von *Picea excelsa*. Denn bei letzterem war wegen der regelmäßigen radialen Anordnung der Elemente die Beobachtung von Störungen in den Radialreihen sehr erleichtert. Da die Elemente des Kambiums nach der Dekapitation sich schon in die schiefe Richtung des Seitentriebs umzulagern begonnen hatten, so führte ich natürlich die Schnitte quer zu dieser neuen Richtung der Elemente. Auf solch einem Querschnitt waren die jüngsten umgelagerten Schichten, also Kambium und jüngste Holz- und Rindenschichten quer getroffen, die älteren vor der Umlagerung gebildeten Elemente waren schräg, halb quer, halb radial geschnitten. Zur Orientierung genügte jedoch, daß ca. sechs Zellreihen der jüngsten umgelagerten Zellen sich hinsichtlich ihrer radialen Zusammengehörigkeit verfolgen ließen. Auf Fig. 8 ist ein Teil eines solchen Querschnitts wiedergegeben. Im Holz und Bast sieht man je acht radiale Zellreihen, von denen zwei, nämlich die fünfte und siebente, sich nicht durch das Kambium wie die übrigen sechs hindurch verfolgen lassen. Die Kambiumzellen a und b der vierten und sechsten Reihe haben sich tangential so verbreitert, daß sie nunmehr Nachbarzellen geworden sind und daß die Zelle c radial nach dem Bast zu verdrängt wird. Den gleichen Vorgang sehen wir an der Zelle f, die durch ihre tangential erbreiterten Nachbarzellen d und e radial

nach dem Holz zu verdrängt wird. In dieser Weise findet mit der Zeit eine Verminderung der Radialreihen im Kambium statt und eine Rückkehr zu normalen Verhältnissen, bei denen ja im Gegensatz zu den hier geschilderten Vorgängen

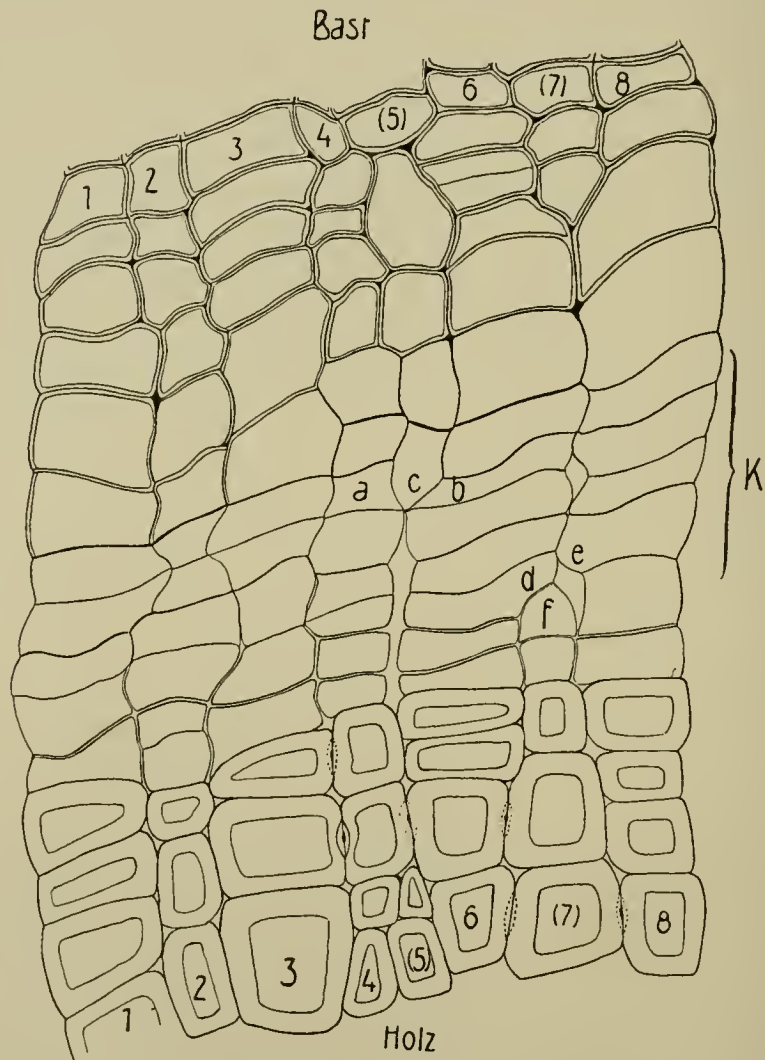


Fig. 8. *Picea exc.* Querschnitt durch das Kambium = K., Jungholz und Jungbast während der Umlagerung des Kambiums; etwas schematisiert. Die ursprünglichen acht Zellreihen sind durch tangentielle Erweiterung der Kambiumzellen auf sechs Reihen im Kambium reduziert.
Vergr. 330mal.

im allgemeinen eine Vermehrung der Radialreihen im Kambium mit zunehmendem Dickenwachstum eintritt.

Im Kambium von *Tilia* war die Verfolgung der Radialreihen schwieriger. Doch ließen sich auch dort dieselben Vorgänge einer Verminderung der Radialreihen durch tangentielle Er-

breiterung einzelner Kambiumzellen feststellen. Aus mehreren Beobachtungen ergaben sich folgende Zahlenverhältnisse: auf neun radiale Reihen im Holz und Bast folgen nur sechs im Kambium; die drei anderen Reihen endigen blind, teils kurz vor dem Kambium oder drei bis vier Zellbreiten vorher.

Die Vorgänge der Zelltrennung als Folge von Spitzenwachstum und Flächenwachstum verfolgte ich im einzelnen noch näher. Bei typischen Kambiumzellen war es mir im allgemeinen nicht möglich, die Zellwände und die dazwischen verlaufende Mittellamelle gesondert zu unterscheiden. Sowie aber Zellspitzen sich seitlich zwischen zwei benachbarte Zellen einzwängen und die Wände auseinander spalten, fiel mir sehr oft eine charakteristische Erscheinung auf. An den sich spaltenden Zellwänden waren aufgequollene Stellen vor der eindringenden Zellspitze sichtbar, die sich mit Rutheniumrot besonders deutlich färbten. Diese aufgequollenen, knotenartig verdickten Stellen scheinen zunächst wie Anfänge einer Wandverdickung. Bei genauerer Untersuchung ergab sich, daß diese Wandpartien die Stellen sind, an denen sich die Zellwände voneinander zu lösen im Begriff sind. Fig. 9 zeigt zwei derartige Loslösungsstellen. Die Zellen c und d haben sich zwischen die Zellen a und b vorgeschoben. Die Zellspitzen liegen zum Teil unter der Bildfläche und sind punktiert eingetragen. Es ist eine Art »Zwickel« (bei t) durch das Auflösen der Pektinlamelle zwischen den Zellwänden entstanden. Der Zusammenhang der Zellen ist infolgedessen lokal aufgehoben. Bei der Färbung mit Rutheniumrot sind die Trennungsstellen t besonders stark gefärbt, während nach der Mitte des entstehenden Interzellularraums (i) zu die Färbung immer schwächer wird und endlich ganz verschwindet, wenn in der Mitte der auf-

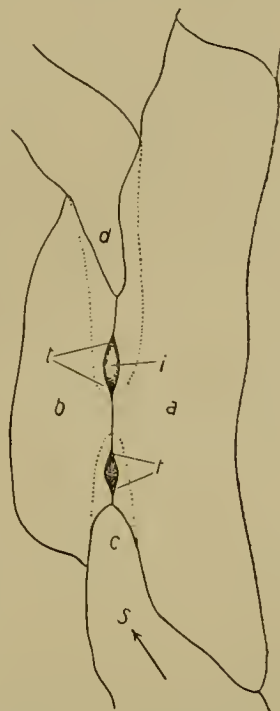


Fig. 9. *Tilia amer.*
Kambiumteilzellen
(in tangentialer Ansicht) zwängen sich bei ihrer Umlagerung in der Richtung des Seitentriebs = S. mit ihren Spitzen c und d zwischen die Nachbarzellen a und b ein. t = Trennungsstellen der Zellwände, i = Interzellularraum. Vergr. etwa 200 mal.

gequollenen Wandpartie ein wirklicher Interzellularraum entstanden ist.

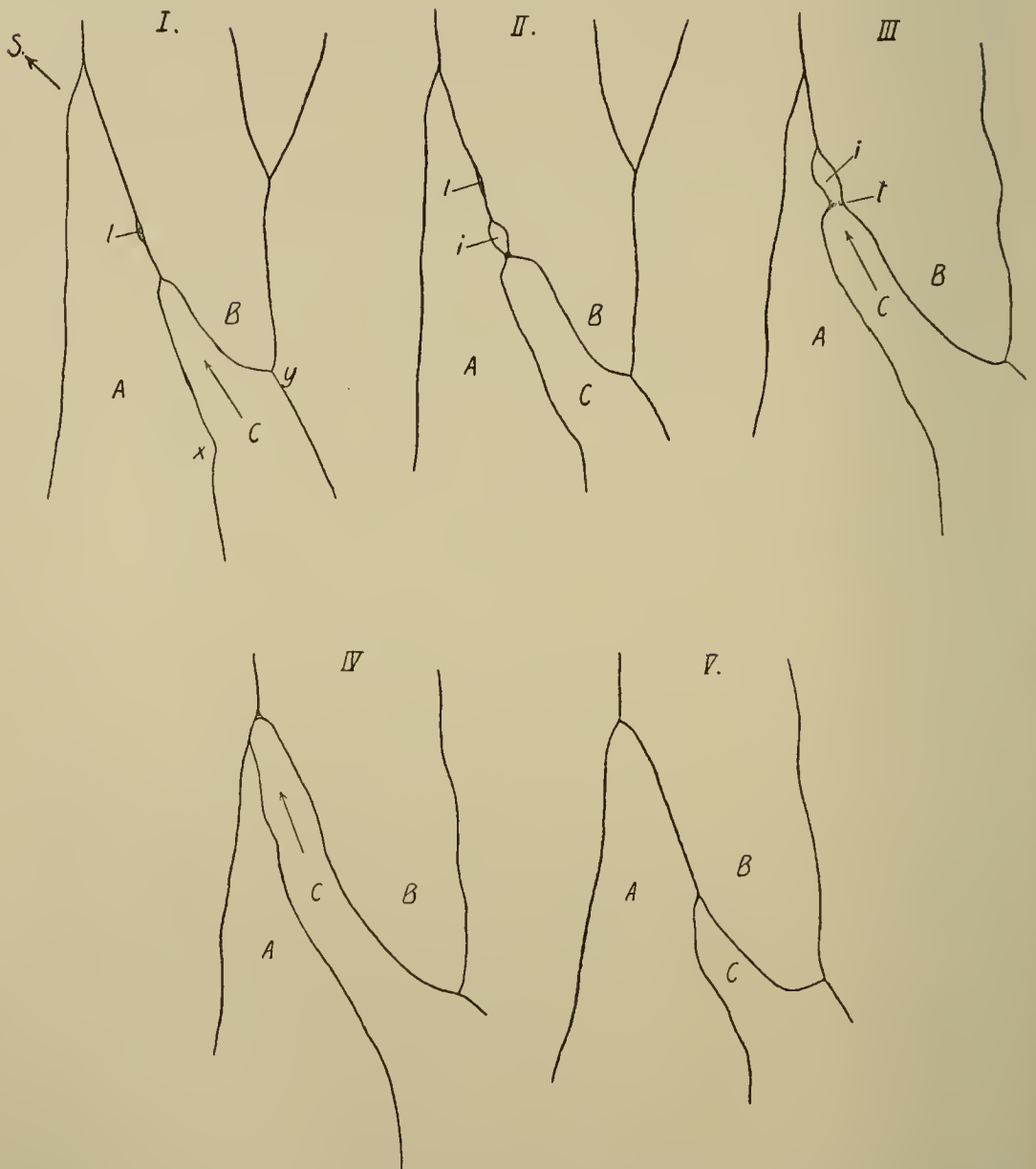


Fig. 10. Bild I bis V. *Tilia amer.* Serienbilder eines Tangential-schnitts durch das Kambium während der Zellumlagerung. Bild I bei höchster, Bild II, III und IV bei mittlerer und Bild V bei tiefster Einstellung des Mikroskops. Die Zelle C ist (vgl. Bild IV) in der Richtung des Seitentriebs = S. zwischen die Nachbarzellen A und B vorgewachsen, die sich bei l voneinander lösen. i = Interzellularraum.

Vergr. etwa 250mal.

Das schrittweise Auseinanderweichen zweier Zellen infolge einer vordringenden Zellspitze hielt ich in einigen Serienbildern fest, wie sie in Fig. 10 dargestellt sind.

Bild I: Bei hoher Einstellung des Mikroskops ist zunächst nur ein Teil der Zellspitze C sichtbar. Die Zellen A und B sind Nachbarzellen, zwischen die sich, dem Reiz des Seitensprosses folgend, die Zelle C einzwängt. Vor diesem Eindringen grenzten die Zellen A und B an den Punkten x und y aneinander, was sowohl aus dem Gesamtverlauf der Zellen, wie auch daraus zu schließen ist, daß die Zellen A und B noch die beiden Ausbuchtungen x und y aufweisen. Eine aufgequollene Stelle (bei l) deutet darauf hin, daß die Zellen A und B noch weiter auseinander weichen würden infolge des Flächenwachstums der eingedrungenen Zellspitze C.

Bild II: Bei tieferer Einstellung ist an der Stelle der aufgequollenen Wandpartie schon ein Interzellularraum (i) sichtbar. Eine neue Quellungsstelle der Membranen weiter vorne, gegen die Zellspitze zu, ist nun (bei l) sichtbar.

Bild III: Auch an letzterer Stelle ist ein Interzellularraum entstanden, und die Zellen A und B sind schon zum größten Teil voneinander getrennt.

Bild IV: Die Zellspitze C ist nun in ihrer ganzen Ausdehnung zu sehen, wie sie sich zwischen die Zellen A und B eingeschoben hat.

Bild V: Bei tiefster Einstellung des Mikroskops bekam ich ein Bild, auf dem wieder die Zellen A und B als Nachbarzellen aneinander grenzen.

Durch Kombination solcher Serienbilder ergibt sich, daß der ausgewachsene Spitzenfortsatz der Zelle C sich wie ein Keil zwischen die beiden Zellen A und B eingeschoben und durch Flächenwachstum erbreitert hat.

Beim Auseinanderweichen vorher aneinander grenzender Zellwände müssen auch die sie durchsetzenden Plasmaverbindungen aufgehoben werden. Da ich selber keine Beobachtungen über Plasmaverbindungen zwischen den Kambiumzellen machen konnte, so erinnere ich an die Arbeit von Kuhla¹, der bei *Viscum album* im Kambium Plasmaverbindungen nachgewiesen hat. Doch möchte ich wenigstens auf einige Erscheinungen aufmerksam machen, die mir bei den Zellwandspaltungen auffielen und die auf Plasmazusammenhänge der Zellen hinweisen.

¹) Bot. Zeitg. 1900.

Die Zellen lösen sich, wie wir sahen, nicht in gleichmäßiger Weise voneinander. An einzelnen Stellen hängen sie noch zusammen, während sie an anderen sich eben voneinander trennen oder schon auseinander gewichen sind. Durch diese ungleichmäßige Loslösung bekommen die Wände einen welligen Verlauf. Es könnten nun die lokalen Zusammenhänge, die an die bekannte Figur bei Sachs¹ erinnern, Zellbrücken für die noch bestehenden Plasmaverbindungen sein.

Hatte ich im vorhergehenden die einzelnen Vorgänge, wie sie bei der Zellspaltung und Verdrängung der Zellen aus ihrer ursprünglichen Lage auftreten, verfolgt, so blieb noch die Frage, welche Zellen denn aus dem Initialenverband gedrängt werden. Auf tangentialen Serienschnitten von Objekten, bei denen die Umlagerung der Kambiumzellen schon ziemlich weit fortgeschritten war, fielen mir im Holzteil sehr oft kurze Elemente auf, die von den noch kurzen Kambiumteilzellen gebildet worden waren. Diese kurzen parenchymatischen Holzelemente ließen sich bis in den jüngsten eben gebildeten Holzschichten immer wieder auffinden, trotzdem sie oft auf den dem Kambium zu liegenden Schnitten immer kleinere Gestalt zeigten. In den Schnitten kurz vor dem Kambium oder im Kambium selbst waren diese kurzen Elemente vielfach nicht mehr aufzufinden. Ihre Stelle hatten verlängerte Nachbarlemente eingenommen, die von den Seiten her sich vorgeschoben hatten.

Auf radialen Längsschnitten fand ich entsprechende Verhältnisse. Daraus ergibt sich, daß es hauptsächlich die kurzen Elemente sind, die durch die umliegenden rasch sich verlängernden Kambiumfasern überholt und aus dem Kambiumverband verdrängt werden, so daß sie bei weiterem Dickenwachstum keine Tochterelemente mehr bilden können.

Sehr viele kurze Elemente fallen jedoch nicht einer solchen »Überwallung« zum Opfer, sondern bleiben auch bei weiterem Dickenwachstum erhalten, und bilden sich zu sekundären Markstrahlen aus.

Die Markstrahlen.

Die Markstrahlen sind, auf tangentialen Schnitten betrachtet, zunächst parallel der Längsachse des Haupttriebs orientiert,

¹) Lehrb. der Botanik. 4. Aufl. 1874. S. 57. Fig. 59.

während die übrigen Kambiumzellen beim seitlichen Spitzenwachstum eine schiefe Faserrichtung einzunehmen suchen. So entsteht ein Richtungsgegensatz zwischen diesen beiden Gruppen von Kambiumzellen, der erst allmählich verschwindet, nachdem es zu eigentümlichen und auffallenden Durchwachsungen und Zerspaltungen der Markstrahlen von seiten der sich verlängernden Kambiumzellen gekommen ist.

Im allgemeinen geht die Umlagerung der Markstrahlen viel passiver vor sich als die der übrigen Elemente. Dies kommt hauptsächlich dadurch zum Ausdruck, daß die Markstrahlzellen sich nicht am seitlichen Spitzenwachstum beteiligen, sondern, auf tangentialen Schnitten betrachtet, ihre kurze polyedrische bis runde Form behalten. So können sie ihre Lage nur langsam ändern. Ihre Umlagerung wird hauptsächlich durch das Verhalten der Nachbarkambiumzellen bestimmt.

Die dem Markstrahl benachbarten Kambiumzellen teilen sich nach der Dekapitation wie die übrigen quer. Bemerkenswert ist aber ihr weiteres Verhalten, das sich vielfach von dem der übrigen Kambiumteilzellen, die nicht an Markstrahlen angrenzen, unterscheidet. Auf tangentialen Schnitten fiel mir auf, daß die Kambiumteilzellen, die einem breiten primären Markstrahl benachbart liegen, auf der dem Seitentrieb zugewandten Seite des Markstrahls sich schon mit ihren Spitzen seitlich in die schiefe Richtung dieses Triebes umzulagern anfangen, während die anderen auf der dem Seitentrieb abgewandten Markstrahlseite noch keine seitliche Umlagerung zeigen. Auf Fig. 4 sind die links des Markstrahls dem Seitentrieb zugekehrt liegenden Kambiumzellen in kleinere Kambiumteilzellen zerfallen, die die ersten Anfänge der Umlagerung zeigen. Die »hinter« dem Markstrahl liegenden Zellen auf seiner rechten Seite weisen weniger Querwände auf und lagern sich mit Ausnahme der Zelle g, die eben den Markstrahl durchbricht, noch nicht um. Besonders deutlich ist eine solche Verzögerung der Umlagerung an den Kambiumzellen zu beobachten, die tangential zwischen zwei Markstrahlen eingeschlossen sind, während an den Enden der Markstrahlen, oben und unten, die Umlagerung ohne Störung schon vor sich gegangen ist.

Dieses Verhalten deutet darauf hin, daß die Markstrahlen, besonders die mehrere Zellen breiten primären Markstrahlen, den Reiz des Seitentriebs hemmen. Nach einiger Zeit folgen freilich auch diese Kambiumteilzellen »hinter« den Markstrahlen dem Reiz zur Umlagerung und zeigen seitliches Spitzenwachstum. Es müssen also späterhin die Hindernisse, die die Markstrahlen dem seitlichen Auswachsen der Nachbarzellen bieten, überwunden werden.

Die Kambiumzellen keilen sich jetzt mit ihren Spitzen zwischen die Markstrahlinitialen und zwingen sie auseinander. Auf Fig. 4 ist ein solcher Fall wiedergegeben. Während auf dem Schnitt vorher im Jungholz, Fig. 3, der Markstrahl seinen ursprünglichen Verlauf zeigt, sehen wir auf dem nächsten Schnitt, Fig. 4, wie die Kambiumteilzellen f und g sich zwischen die Markstrahlzellen 1 und 4 bzw. 6 und 7 einschieben und dabei die Markstrahlzelle o (vgl. Fig. 3) verdrängen.

Wenn von beiden Seiten her Kambiumzellen mit ihren Spitzen die Reihen der Markstrahlen spalten, so entstehen Lücken in den Markstrahlen, in die sich immer neue Zellen seitlich einzwängen. Dadurch erbreitern sich diese Lücken mehr und mehr, es entstehen ganze Verbindungsstränge von umgelagerten Kambiumzellen, die von der einen zur anderen Seite des Markstrahls reichen.

Man vergleiche hierzu die Serienschnitte Fig. 11—16, die freilich Tangentialschnitte durch das umgelagerte Holz wiedergeben. Weil aber, wie schon zu Anfang dieses Teils der Untersuchung ausgeführt wurde, die Derivate der umgelagerten Kambiumzellen nach ihrem Übergang aus dem kambialen Zustand in den Holz- und Bastteil verhältnismäßig nur geringe Veränderungen ihrer Lage ausführen, so kann aus ihnen ein Schluß gezogen werden, welche Gestalt und Lage sie früher als Kambiumzellen hatten. Es sei darum der Einfachheit der Darstellung halber gestattet, auf Figuren hier zu verweisen, die fertige Zustände im Holzteil wiedergeben. Fig. 11 und 12 zeigt einen langen durchgehenden Markstrahl (M). Auf den folgenden Serienbildern, z. B. Fig. 13 und 14, die spätere Zustände der Umlagerung weiter nach außen zu im Holzteil wiedergeben, ist der Markstrahl durch immer mehr seitlich vordringende

Fasern zerteilt, bis er schließlich in Figur 15 und 16 nach völliger Umlagerung in Teilmarkstrahlen (T. M.) aufgelöst ist. Diese folgen nunmehr auch der Richtung der umgelagerten Fasern. Bei einem Vergleich der Schnittserie, insbesondere der Figuren 11 und 16, die die Zustände vor und nach der Umlagerung wiedergeben, erkennen wir, zu welcher weitgehenden Bewegungen die Zellen innerhalb des Gewebeverbandes befähigt sind.

Bei den Zerteilungen der Markstrahlen konnte ich auf Serienschnitten Schritt für Schritt verfolgen, wie sich ganze Zellen aneinander vorbeischieben. Die Markstrahlzellen bilden relativ feststehende Zellgruppen, an denen die Wachstumsbewegung der anderen Kambiumzellen sich leicht nachträglich feststellen läßt. Wenn z. B. an derselben Stelle des Markstrahls zwei Kambiumzellen sich einzwängen, die eine von rechts, die andere von links her, so wachsen sie mit entgegengesetzten Richtungen aneinander vorbei (Fig. 4 die Zellen f und g), ein Wachstum, bei dem ein ausgedehntes Gleiten der Zellwände aufeinander stattfinden muß.

Auf eine ähnliche normalerweise stattfindende Zerteilung der Markstrahlen hat Jost¹ hingewiesen und dabei ausgeführt, daß eine dauernde Unterbrechung der Markstrahlen nur möglich sei, wenn die Zerteilung der Markstrahlen nicht erst im Jungholz, sondern schon im Kambium stattfindet.

Je länger der Markstrahl ist, durch desto mehr Verbindungsstränge der Nachbarzellen wird er in kleinere Teilmarkstrahlen zerspalten. An langen Markstrahlen konnte ich oft 7 und mehr Unterbrechungen beobachten (Fig. 14).

Bei der Entstehung der Lücken kommt es weiterhin oft vor, daß die Markstrahlzellen, die in dieser Lücke vorher ihren Platz hatten, nicht nur tangential zur Seite weggedrängt werden, sondern überhaupt ganz aus dem Verband der Markstrahlinitialen, also radial verdrängt werden. Man vgl. Fig. 6 mit Fig. 7. Auf Fig. 7 sind die Markstrahlzellen bei m durch benachbarte umgelagerte Kambiumzellen »überwallt«. Ihre frühere Lage vor der Umlagerung und Überwallung durch Nachbarkambiumzellen (Fig. 6) konnte bei tiefer Einstellung

¹) Bot. Zeitg. 1901. S. 17.

des Mikroskops noch festgestellt werden. Sie liegen, auf der Fig. 7 betrachtet, unterhalb der Schnittebene, und sind punktiert eingetragen. Ihre Stelle haben jetzt seitlich auswachsende Kambiumteilzellen eingenommen, z. B. die Zellen c, d und e. Bei weiterem Dickenwachstum können daher solche aus dem Kambium verdrängte Markstrahlzellen keine Tochterzellen mehr abgeben und verschwinden daher spurlos. Diesen Vorgang verfolgte ich auch auf Querschnitten und fand ganz analoge Verhältnisse wie früher bei Verdrängungen von Initialzellen durch andere sich verlängernde Kambiumzellen.

Derartige Verdrängungen kommen hauptsächlich bei einreihigen sekundären Markstrahlen vor. Diese werden sehr leicht von den seitlich auswachsenden Kambiumfasern durchwachsen. Vielfach beobachtete ich, wie ein einreihiger Markstrahl, der aus ca. sieben übereinanderliegenden Zellen bestand, in seine sieben Einzelzellen zerfiel. Die isolierten Markstrahlzellen werden sehr rasch von den sich streckenden Kambiumfasern »überwallt«, so daß der ganze Markstrahl bei der Umlagerung verschwindet. Es endigen also überwallte Markstrahlen nach außen zu blind im umgelagerten Gewebe.

In anderen Fällen bleiben von den kleinen (sekundären) Markstrahlen einige kleinere Zellgruppen übrig, die noch aus zwei, drei Zellen bestehen. Die großen (primären) Markstrahlen zerfallen meist in einzelne größere Gruppen von Zellen.

Mit dem Zerfall der Markstrahlen in einzelne Teilmarkstrahlen ist jedoch noch keine Richtungsänderung derselben verbunden. Im Gegenteil fällt auf tangentialen Schnitten auf, daß diese Teilmarkstrahlen wie feststehende Gruppen inmitten der übrigen Kambiumzellen stehen, die schon alle im »Fluß« der Umlagerung begriffen eine deutlich sichtbare schiefe Richtung dem Seitentrieb zu eingenommen haben. Noch kann die gegenseitige Zusammengehörigkeit der zerspaltenen Markstrahlgruppen in ihrer ursprünglichen, der Achse des Haupttriebs parallelen Anordnung verfolgt werden.

Dieser Zustand beginnt sich zu ändern, sowie neue sekundäre Markstrahlzellen auftreten. Während — wie wir früher sahen — ein großer Teil der Kambiumteilzellen von den sich

verlängernden Elementen verdrängt wird, bleibt ein anderer Teil der Zellen erhalten und bildet sich zu Markstrahlelementen um. Dadurch nun, daß diese Elemente kurze Gestalt behalten, ist es den übrigen leichter möglich, ihre ursprüngliche Größe wieder zu erreichen.

Vielfach bilden sich gerade die zu beiden Seiten der Markstrahlgruppen gelegenen Kambiumteilzellen zu sekundären Markstrahlen um. Auf Fig. 13 ist eine Durchbrechung eines primären Markstrahls zwischen A und B zu sehen. Rechts und links der Markstrahlgruppe A liegen kurze Kambiumteilzellen. Auf Fig. 14 sind dieselben Zellen, d. h. natürlich die Tochterzellen der gleichen Kambiumteilzellen, als Markstrahlzellen zu beiden Seiten der Markstrahlgruppe A angegliedert. Auf den nächsten Serienschnitten (Fig. 15 u. 16) lassen sie sich immer wieder als sekundäre Markstrahlelemente im Verband mit dieser primären Markstrahlgruppe auffinden. Es hat hier also eine Vereinigung primärer und sekundärer Markstrahlen stattgefunden.

In diesem Stadium der Zellumlagerung, wo noch alle Elemente in fortgesetzter Umformung und Bewegung begriffen sind, konnte ich nirgends beobachten, daß isoliert, mitten zwischen den sich streckenden und schiebenden Kambialfasern, sekundäre Markstrahlen sich bilden. Diese wären sofort von den umliegenden Kambiumzellen wieder »überwallt« worden. Erst bei fortgeschrittener Umlagerung ließ sich wieder mitten zwischen den Kambiumfasern das Auftreten sekundärer Markstrahlzellen beobachten, die aus verlängerten Kambiumfasern durch Querteilungen hervorgehen. In dem beschriebenen Stadium der Umlagerung suchen sich aber gerade die Kambiumteilzellen noch zu strecken, also sich nicht durch Querteilungen wieder zu verkürzen.

Mit dem Auftreten sekundärer Markstrahlen und deren seitlicher Anlagerung an die bestehenden Markstrahlen ist nun auch der Verlauf der Markstrahlen geändert. Die Herstellung ganz normaler Verhältnisse erfolgt erst allmählich, indem die sich streckenden Kambiumfasern die Markstrahlen immer mehr in die Richtung des Seitentriebs drängen. Man verfolge zum Verständnis dieser Vorgänge den Verlauf der Markstrahlen durch die Serie Fig. 11 bis 16 hindurch, z. B. die mit A und B be-

zeichneten Markstrahlgruppen. Die Markstrahlgruppen verlieren ihre unregelmäßigen Formen und nehmen wieder spindelförmigen Umriß an. Es findet bei diesen Vorgängen eine fortgesetzte Verschiebung der Elemente statt, so daß Zeichnungen tangentialer Serienschnitte sich immer weniger zur gegenseitigen Deckung bringen lassen. Die einzelnen Elemente haben ihren ursprünglichen Platz durch die Wachstumsvorgänge vollständig gewechselt.

Mit zunehmender Wiederherstellung normaler Verhältnisse nach der Umlagerung verschwinden die kurzen Kambiumteilzellen immer mehr. Es ziehen sich nicht mehr wie während der Umlagerung kurze und lange Fasern nebeneinander mehr oder weniger unregelmäßig hin. Der Faserverlauf wird wieder gestreckt, und die Zellen verlaufen wieder in einer Tangentialebene nebeneinander.

Sind während der Umlagerung die Kambiumzellen ungleichmäßig zerstreut gelagert, so daß sich die seitlich benachbarten Zellen mit ihren Spitzen in den verschiedensten Entfernungen voneinander befinden, so fiel nach Herstellung normaler Verhältnisse nach der Umlagerung besonders auf, daß die Spitzen der seitlich benachbarten Zellen wie vor der Umlagerung ziemlich alle in derselben Höhe wieder nebeneinander in palisadenförmiger Aufstellung orientiert sind. Daß die Kambiumzellen ursprünglich solch eine Lage zueinander einnehmen, daß sie mit ihren Spitzen nebeneinander gelagert sind, ist weniger auffallend. Daß diese Lagebeziehungen aber nach der Umlagerung wieder auftreten, war mir merkwürdig. Eine Erklärung dafür konnte ich nicht finden.

Auf Querschnitten sehen wir nach Wiederherstellung der normalen Verhältnisse ganz regelmäßige Bilder. Die Zellen der Initialschicht haben wieder alle ziemlich gleiche Breite angenommen und die Zellreihen lassen sich in ihrem radialen Verlauf durch das Kambium hindurch verfolgen.

Umlagerungen mit weitgehender Richtungsänderung.

Wurden bisher Zellumlagerungen beschrieben, wie sie in charakteristischer Weise sich bei Richtungsänderungen der Zellen um Winkel bis zu 90° abspielen, so komme ich nunmehr auf

Zellumlagerungen um Richtungswinkel über 90° bis 180° zu sprechen. Derartig weitgehende Zellumlagerungen fand ich an zwei dekapitierten Lindenzweigen, bei denen ein größeres Aststück des Haupttriebs über die Verzweigungsstelle hinaus stehen blieb. Nach einiger Zeit war dieses bis nahe an die Verzweigungsstelle herunter abgestorben und nur noch ein kleiner Stumpf desselben von ca. 3 cm Länge war am Leben und zeigte Dickenwachstum. Der Umlagerungsprozeß am Astansatz erstreckte sich auch auf die Kambiumzellen dieses Aststumpfes, trotzdem sie über der Verzweigungsstelle lagen. Sie standen jetzt zum Teil direkt um 180° gedreht wie auf dem Kopf (Fig. 2 bei c).

Der Verlauf dieser Umlagerung aus der ursprünglichen Stellung bis zur völligen Umkehrung dieser Zellen ließ sich gut verfolgen. An der dem Seitentrieb abgekehrten Seite (Fig. 2 bei a) waren die Kambiumzellen noch wenig abgelenkt, weiter dem Seitentrieb zu (bei b) waren sie schon um 90° und in der Nähe des Astwinkels (bei c) um 180° gedreht.

Durch Vergleich dieser fortschreitenden Umlagerung der Zellen war es mir möglich, eine Vorstellung zu gewinnen, wie eine völlige Umkehrung der Zellen zustande kommen kann. Vor allem fiel auf, daß die Kambiumzellen an dieser Stelle im allgemeinen ziemlich kurze Teilzellen sind, die durch mehrmalige Querteilungen ihrer Mutterzellen entstehen. Diese kurzen Elemente sind, wie erwähnt, viel beweglicher als lange Elemente. Die kurzen, oft polyedrischen Zellen bilden zunächst kleine seitliche Ausbuchtungen an ihren, dem Seitentrieb zugekehrten Ecken. Dabei kommt auch bei diesen im allgemeinen isodiametrischen Zellen eine polare Differenzierung zum Ausdruck, indem auch sie in der Regel an ihren apicalen und basalen Enden sich zuzuspitzen suchen und nicht an ihren Seiten. So ist nach einiger Zeit in jeder Zelle wieder eine Längsachse deutlich zu unterscheiden. Mit diesen neugebildeten Spitzen verlängern sich die Kambiumteilzellen zunächst seitlich in einer um 90° zu dem bisherigen Faserverlauf geänderten Richtung. Dann wenden sie sich, durch Spitzenwachstum sich verlängernd, immer mehr nach abwärts dem Seitentrieb zu, bis sie schließlich völlig umgekehrt gegenüber ihrer Anfangsstellung orientiert sind. Dabei stoßen sie auf die Kambiumzellen weiter unten. Bei diesen sind aber genau dieselben Umlagerungen

schon vor sich gegangen, so daß keine Störungen und Stauungen im Faserverlauf eintreten, die zu einer Knäuelbildung Anlaß geben können. Es erstrecken sich vielmehr alle Kambiumfasern in gleichmäßigen Bogen von oben nach unten, bis sie den Anschluß an die Fasern des Seitentriebs erreicht haben.

Ähnliche Vorgänge einer weitgehenden Richtungsänderung ließen sich an Kambiumzellen beobachten, die zwischen zwei Markstrahlen eingekeilt waren (in Fig. 6 bei Z). Fig. 6 gibt einen Tangentialschnitt durch die jüngsten vor der Dekapitation gebildeten Kambiumtochterzellen (Jungholz) wieder. In der Lücke zwischen den beiden Markstrahlen verlaufen zwei Zellen, die sich auf die Dekapitation hin vielfach quer geteilt haben. Auf dem nächsten Schnitt Fig. 7 sind die Kambiumteilzellen getroffen, wie sie sich in die Richtung des Seitentriebs umzulagern begonnen haben. Bei z sind die Kambiumzellen in sehr kleine Teilzellen zerfallen, die eine »Wendung auf der Stelle« ausführen und ihre Richtung plötzlich um ca. 90° ändern.

Überblicken wir die Vorgänge der Zellumlagerung am Astansatz, insbesondere auch die zuletzt beschriebenen Fälle einer völligen Umkehrung der Zellen, so fällt uns die mannigfache Übereinstimmung dieser Vorgänge mit jenen auf, wie sie Vöchting beim Entstehen einer Brücke normalen Gewebes in einem verkehrt eingesetzten Ring an einem Zweig von *Cydonia jap.* beobachtet hat. Freilich handelt es sich dort um vollständige Umkehrungen der Kambiumzellen hauptsächlich in radialer Richtung. Die Zellen mußten dabei Krümmungen um 180° ausführen, um wieder in normale Lage zu gelangen. Infolgedessen waren jene Vorgänge so verwickelt, daß die schrittweise Verfolgung der Umlagerung unmöglich wurde. Weil bei meinen Versuchen meist nur Richtungsänderungen der Zellen um Winkel von 90° und weniger vorkamen, und die Umlagerung hauptsächlich in einer Tangentialebene erfolgte, so konnte ich den Vorgängen Schritt für Schritt nachgehen. Diese Möglichkeit gestattete mir, auf die entwicklungsgeschichtliche Seite der Zellumlagerung im Kambium einzugehen. Es dürften daher meine Untersuchungen wenigstens teilweise zur Beantwortung der Frage

beitragen, die Vöchting¹ bei Besprechung des Entstehens jener vorhin genannten »Brücke« normalen Gewebes aufwarf: »Wie nun aber die Dinge im einzelnen sich gestalten, die Kambiumzellen wachsen, sich krümmen und sich ausweichen: darüber wage ich kein Urteil abzugeben, so viele Bemühungen auch angestellt wurden, in die verwickelten Verhältnisse einzudringen. Hier findet wahrscheinlich in ausgedehnter Weise das sogenannte »gleitende Wachstum« statt, ja es scheint, als sei ohne dieses ein Verständnis der Vorgänge nicht möglich«.

Ergebnisse: Wenn man einen Ast eines Baumes oberhalb eines Seitenzweigs dekapitiert, so finden in den Kambiumzellen des Astes an der Verzweigungsstelle Querteilungen statt. Diese können 1. die direkte Folge der Dekapitation sein oder 2. als Folge eines vom Seitensproß ausgehenden Reizes event. in großer Entfernung von der Wundstelle auftreten.

Die entstandenen Kambiumteilzellen des Haupttriebs wachsen in der Richtung des Seitentriebs aus und suchen ihre alte Länge wieder zu erreichen. Es zeigt sich dabei, daß Kambiumzellen auf weiter Strecke gleichsinnige Richtungsänderungen, sogar bis zu völliger Umkehrung, auszuführen vermögen. Während ihrer Umlagerung erfahren sie Verschiebungen und Krümmungen, die auf aktivem, regulatorisch gelenktem Wachstum beruhen:

1. Benachbarte Zellen trennen sich, während zwischen sie andere Zellen sich vordrängen. Bei diesen Wachstumsbewegungen gleiten die Zellen gegenseitig auf ihren Wänden aneinander vorbei.

2. Die Wachstumsbewegungen der einzelnen Zellen sind durch die polare Anziehung bzw. Abstoßung der einzelnen Zellpole, die einheitliche Richtung der Gesamtheit der Zellen aber ist durch den polaren Richtungsreiz des Sprosses bestimmt. Der Richtungsreiz des Sprosses ist ein polarer Reiz, insofern er in der Richtung zweier Pole, der Wurzel- und der Sproßspitze, wirksam ist.

¹) Vöchting, H., Über Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen. 1892. S. 138.

Raumbedingungen bringen es mit sich, daß nur ein Teil der Kambiumteilzellen sich verlängern kann; die übrigen werden aus dem Kambium verdrängt. Bei dem seitlichen Auswachsen der Teilzellen kommt es zu Durchbrechungen von Markstrahlen. Einheitliche Markstrahlen zerfallen in Teilgruppen, und auch ein Teil der Markstrahlinitialen wird durch auswachsende Kambiumzellen aus dem Kambium verdrängt.

2. Der Holzteil.

Die Ausgestaltung des Holzteiles bei der Umlagerung an der Verzweigungsstelle ist naturgemäß abhängig und bestimmt von der Kambiumumlagerung; in dem Moment, wo diese vollzogen ist, findet wieder eine normale Holzbildung statt. Welche Entwicklung aber die Elemente bei ihrem Übergang in den Holzteil durchmachen von dem Zeitpunkt an, wo durch Dekapitation der Seitensproßreiz das Kambium getroffen hat, bis zur Herstellung normaler Verhältnisse, ist jetzt zu untersuchen. Dabei soll wieder *Tilia* in erster Linie in Betracht gezogen werden.

An einem Verzweigungsstück, an dem eine Dekapitation schon vor drei Jahren in einer Entfernung von 2 cm über der Verzweigungsstelle vorgenommen worden und die Umlagerung völlig beendet war, war der kurze Aststumpf des Haupttriebs bis zur Verzweigungsstelle abgedorrt. Von einer Stelle des Holzkörpers, die 3 cm unterhalb der Dekapitationsstelle und $1\frac{1}{2}$ cm seitlich vom Seitentrieb sich befand, stellte ich mit dem Mikrotom tangentielle Serienschritte durch das umgelagerte Holz her. Die Serie setzte sich aus ca. 70 Schnitten zusammen, von denen sechs charakteristische zur Übersicht der Umlagerung wiedergegeben sind (Fig. 11 bis 16). Die Elemente sind alle mit einfachen Umrissen etwas schematisiert gezeichnet. Es war mir möglich, einzelne Zellen, d. h. die Derivate einer einzelnen Kambiumzelle (z. B. die Zellen 1, 2, 3 und 4), insbesondere aber auch Marksstrahlzellen (x) durch die ganze Serie hindurch zu verfolgen und somit die Umlagerung einzelner bestimmter Zellen schrittweise zu beobachten.

Die Serie beginnt innen im normalen vor der Dekapitation gebildeten Holz, führt durch sämtliche während der Umlagerung aus dem Kambium entstandene Holzschichten, und endigt im

Kambium, das wieder normale Verhältnisse aufweist; seine Fasern verlaufen jetzt in einer Richtung, die mit der ursprünglichen einen Winkel von ca. 60° bildet. Durch diese Schnittserie hindurch konnte ich nun Schritt für Schritt die endgültige Ausbildung der einzelnen Zellen verfolgen, die von dem sich umlagernden Kambium beim Dickenwachstum nach innen an den Holzteil abgegeben wurden.

Daß außer den Mikrotomschnitten stets Handschnitte an frischem Material zur Untersuchung der Umlagerung des Holzes dienten, brauche ich im einzelnen Fall wohl nicht weiter hervorzuheben.

Das vor der Dekapitation gebildete Holz (Fig. 11) besteht aus Gefäßen, Tracheiden, Holzfasern, Holzparenchymzellen, alle von bekanntem normalen Bau und Länge. Dazwischen verlaufen die primären und sekundären Markstrahlen. Die jüngsten vor der Dekapitation gebildeten Gefäße sind durch reichliche Wundgummibildung verstopft (auf der Figur nicht angedeutet).

Der Übergang von diesem normalen Holz zu dem nach der Dekapitation entstandenen (Fig. 12), ganz andersartigen, ist ein plötzlicher. Weist das normale Holz lauter langgestreckte differenzierte Elemente auf, so sind jetzt mit einem Mal sämtliche Zellen gleichartig und meist von kurzer, isodiametrischer Form. Kaum sind die Markstrahlzellen von diesen, ihnen dem Umriß nach völlig gleichenden, kleinen parenchymatischen Holzelementen zu unterscheiden. Diese kurzzelligen Elemente sind unmittelbar nach der Dekapitation aus dem zuletzt vom Kambium gebildeten Jungholz entstanden.

Die folgende Abbildung (Fig. 13) bietet ein ganz anderes Bild dar. Die Zellen sind auch von parenchymatischer Gestalt, jedoch sind sie in der Regel durch zwei-, vier-, seltener mehrfache Teilung ihrer Mutterzelle entstanden, haben also gestrecktere Formen, und das Wichtigste, sie sind mit ihren neugebildeten Spitzen schon in der Richtung des Seitentriebs orientiert. Diese Zellen nun sind aus den Kambiumzellen hervorgegangen, die zur Zeit der Dekapitation den Charakter von Initialen hatten. Der Grund für dieses so verschiedene Verhalten der eigentlichen Initialzellen und der anderen, auch noch kambialen Zellen auf die Dekapitation hin, ist der, daß die

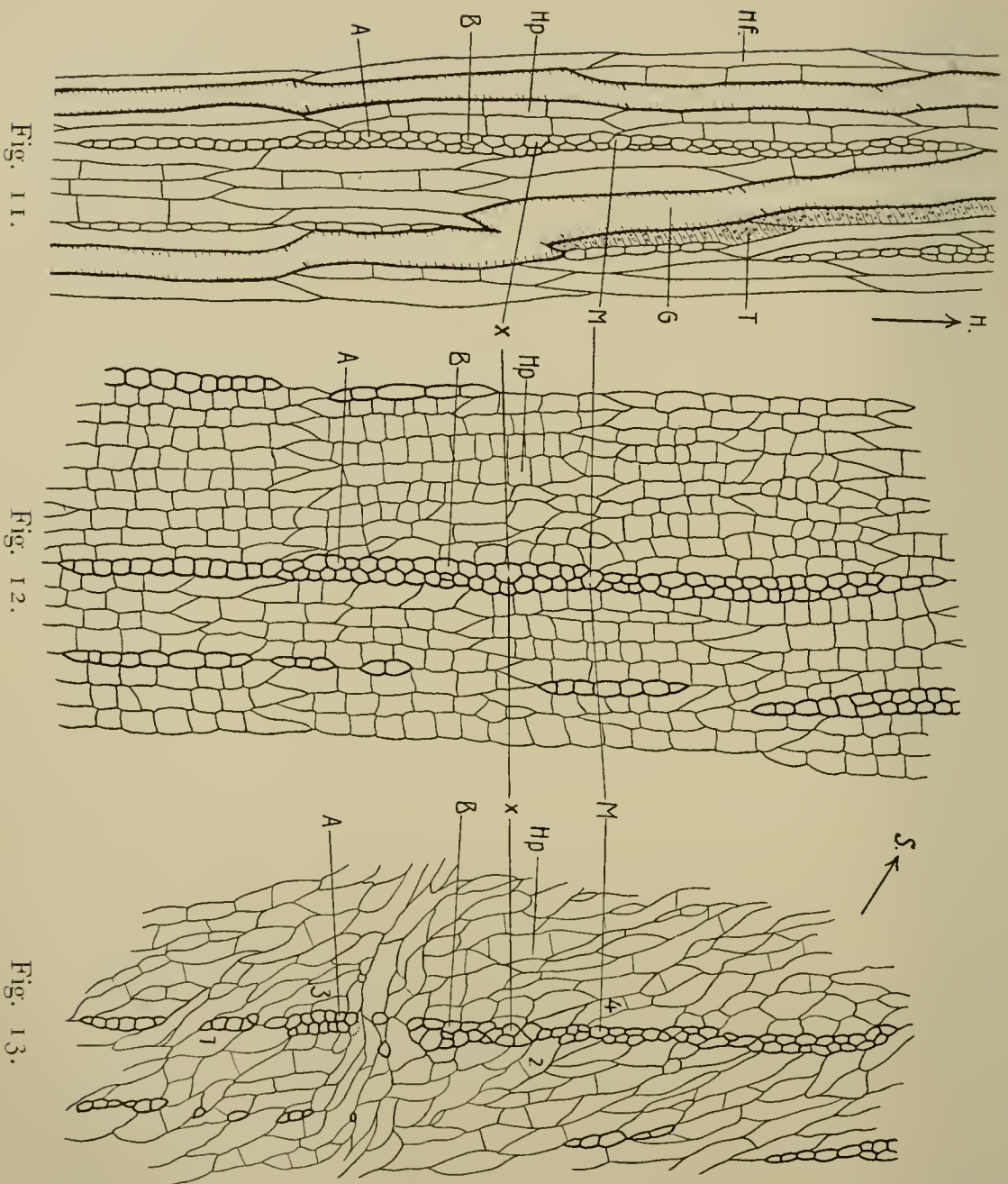


Fig. 11—13. *Tilia amer.* Die Entwicklung der Umlagerung. Serie von Tangentialschnitten durch das Holz am Astansatz. Das Holz ist in folgenden Zeitpunkten vom Kambium gebildet worden: Fig. 11 vor der Dekapitation des Haupttriebs; die Elemente verlaufen normal parallel der Richtung des Haupttriebs; Fig. 12 nach der Dekapitation des Haupttriebs; die Elemente sind durch Querteilungen kurz und nicht differenziert; Fig. 13—15 während der Umlagerung; Fig. 16 nach völliger Umlagerung; die Elemente verlaufen nunmehr in der Richtung des Seitentriebs.

Fig. 14.

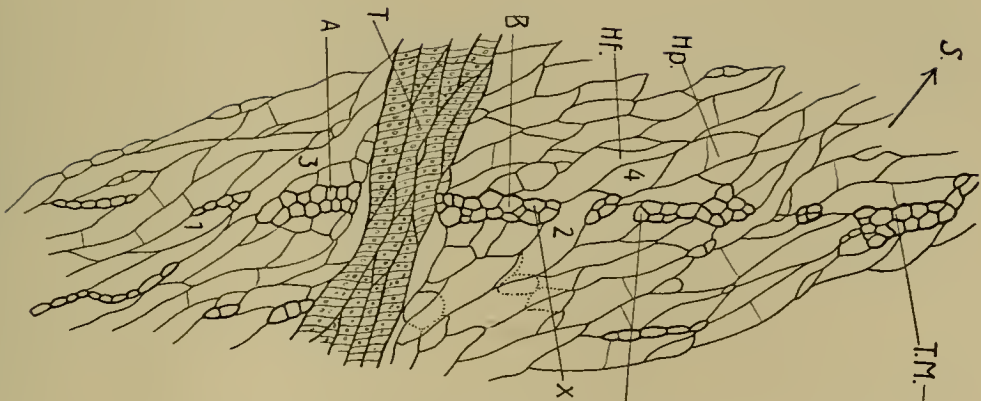


Fig. 15.

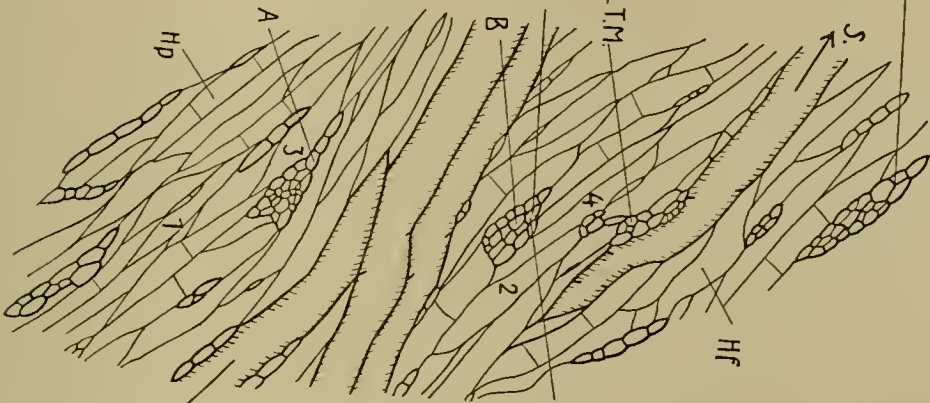


Fig. 16.

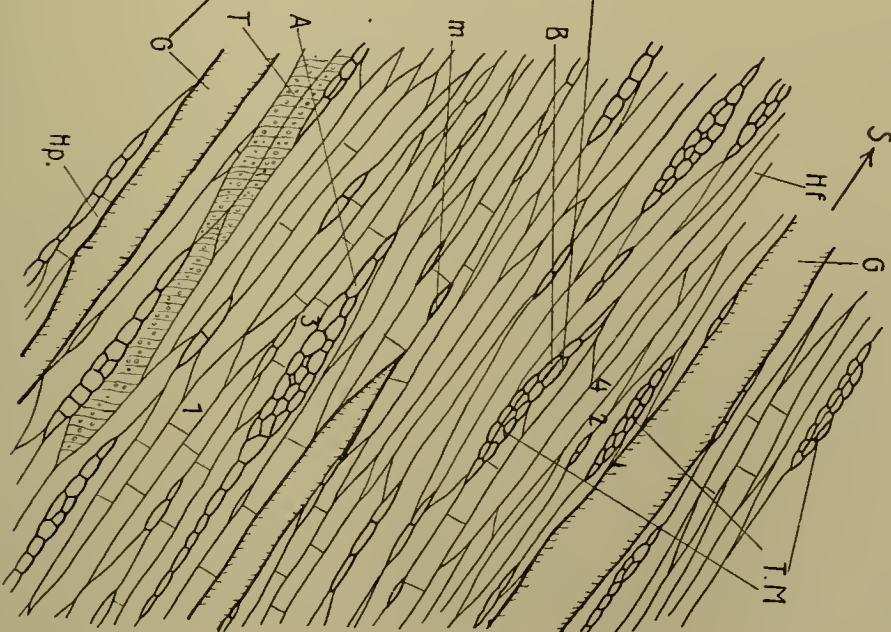


Fig. 14—16. A und B = Markstrahlgruppen, G = Gefäße, H = Haupttrieb, Hf. = Holzfasern, Hp. = Holzparenchym, M = Markstrahl, m = einzelne Markstrahlzellen, S = Seitentrieb, T = Tracheiden, T. M. = Teilmarkstrahlen. Vergr. etwa 60 mal.

Initialzellen nach der Dekapitation des Haupttriebs auf den Reiz des Seitentriebs viel intensiver reagieren, als die übrigen kambialen Zellen. Die Initialzellen haben sich nach der Dekapitation etwa zwei-, vier-, seltener mehrmals quer geteilt, und diese Teilzellen sind sofort mit ihren neugebildeten Spitzen in

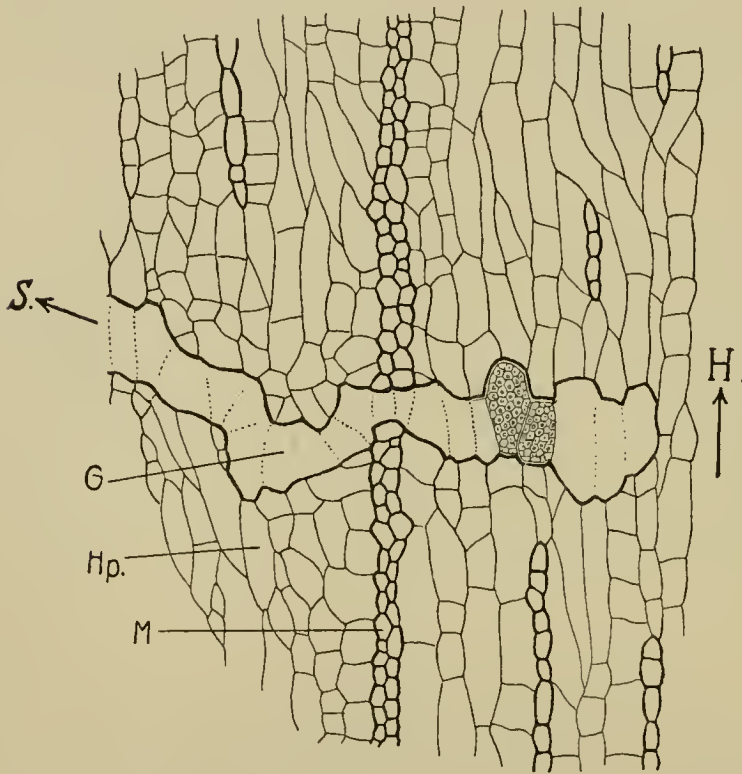


Fig. 17. *Tilia amer.* Tangentialschnitt durch das Holz am Astansatz nach der Dekapitation des Haupttriebs = H. Querer Gefäßstrang = G (die Wandskulptur ist an zwei Gefäßzellen angedeutet) zieht sich in der Richtung des Seitentriebs = S. durch das parenchymatische Gewebe und durchbricht in seinem Verlauf den Markstrahl = M.

Hp. = Holzparenchym. Vergr. etwa 80mal.

tischen Holzzellen. Zwischen diesen ziehen sich quere Gefäßstränge und Tracheïdenzüge durch. Sie durchsetzen in ihrem Verlauf oft auch quer die Markstrahlen. Auf Fig. 17, die einer anderen Schnittserie entnommen ist, ist solch' eine Durchquerung eines Markstrahls durch einen Gefäßstrang wiedergegeben. Es hatte öfters den Anschein, als ob sich auch Markstrahlzellen an der Bildung der queren Gefäßbrücken be-

die Richtung des Seitentriebs ausgewachsen. Anders die Zellen des Jungholzes. Diese reagieren nicht mit seitlichem Spitzenwachstum, sondern nehmen durch fortgesetzte Querteilungen jene kurzen, zum Teil isodiametrischen, allseits gerichteten Zellformen an.

Auf den weiteren Tangentialschnitten (Fig. 14 und 15) nimmt die Länge der Zellen im allgemeinen immer mehr zu. Doch bestehen die Elemente zur Hauptsache noch aus parenchyma-

teiligt hätten. In den meisten Fällen konnte ich jedoch nachweisen, daß diese Gefäßelemente nicht aus Markstrahlzellen hervorgehen, sondern aus Nachbarzellen, die sich zwischen die Markstrahlzellen seitlich eingedrängt und so eine Gefäßbrücke quer durch den Markstrahl ermöglicht haben. Da es jedoch in einigen Fällen nicht zu entscheiden war, ob nicht doch auch Markstrahlelemente sich am Bau derartiger Gefäßbrücken beteiligt haben, so wage ich darüber kein endgültiges Urteil abzugeben.

In diesen queren Gefäßverbindungen, die aus Kambiumteilzellen hervorgegangen sind, die noch ihre ursprüngliche Lage bewahrt haben, findet die Wasserleitung senkrecht zur Richtung der Polarität der Gefäßzellen statt. In einigen Fällen fand ich sogar Gefäßverbindungen, in denen die Stoffbewegung völlig entgegengesetzt der Polaritätsrichtung der Zellen vor sich gehen mußte; doch waren dies Ausnahmen. Auf quere Gefäßstränge machte schon Vöchting¹ bei seinen Untersuchungen an Transplantationen und später Simon² aufmerksam.

Die queren Gefäßbildungen sind von großem Interesse; sie zeigen, daß die Pflanze auch schon vor der völligen Umlagerung des Kambiums Mittel hat, in der Richtung des neuen Reizes Gefäßbahnen auszubauen. Mit zunehmender Umlagerung der Kambiumzellen tritt sehr rasch die normale Gefäßbildung wieder ein. Denn aus den umgelagerten Kambiumzellen gehen Gefäßelemente hervor, die von vorneherein in der neuen Richtung der Wasserleitung orientiert sind. An der dem Seitentrieb zugekehrten Seite des Haupttriebs findet am frühesten der normale Verlauf der Gefäße wieder statt entsprechend dem Verhalten der Kambiumzellen, die ebenfalls dort am frühesten sich umlagern. Je weiter fortgeschritten die Umlagerung der Kambiumzellen ist, desto rascher verschwinden die queren, zur Polaritätsachse der Zellen senkrechten Gefäßverbindungen und um so mehr erstrecken sich die Gefäßelemente wieder parallel zur neuen Polaritätsrichtung, so daß die Stoffbewegung in gleichsinniger Richtung mit der Polarität

¹) Vöchting, H., Über Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen. 1892. S. 151—152.

²) Simon, S., Ber. d. d. bot. Ges. 1908.

der Bündel stattfinden kann. Die Pflanze ist also bestrebt, die Polaritätsachse ihrer Elemente gleichsinnig mit der Stoffbewegung zu regulieren.

Außer diesen Gefäßverbindungen treten gewundene Tracheidenzüge auf. Auch diese durchbrechen als Stränge die Markstrahlen vielfach in quer oder schiefer Richtung (Fig. 14). Durch solche Gefäße, Tracheiden und andere Holzelemente werden die Markstrahlen immer weiter zerteilt in kleinere Gruppen. Auf diese Vorgänge habe ich schon früher im ersten Abschnitt hingewiesen. Wie sie sich im einzelnen gestalten, lehren am besten die Bilder der Serienschnitte Fig. 11 bis 16.

Mit der Längenzunahme der Zellen tritt der anfänglich vorwiegend parenchymatische Charakter des Holzes immer mehr zurück, dafür nimmt die Zahl der Holzfasern zu. Erst sind es kurze, dann immer längere Formen. In mazeriertem Material finden sich viele Fasern von S-förmiger Gestalt, mit zackigen Fortsätzen oder mit gegabelten Enden. Sehr viele von ihnen lassen schon durch ihre Form ihre Entstehungsweise erkennen. Aus parenchymatischen Zellformen, den kurzen Kambiumteilzellen, hervorgegangen, weisen sie einen mittleren breiten Teil auf, der sich an den beiden Enden plötzlich verschmälert und in lange geschlängelte und gezackte Fortsätze ausläuft. Diese Fortsätze sind durch das Spitzenwachstum der Faser entstanden. Dabei müssen sich die Spitzen zwischen den Nachbarzellen durch eigentümliche Krümmungen hindurchzwängen. Eine größere Zahl der Fasern wurde gemessen. Die Länge der kurzen Fasern beträgt im Mittel 0,27 bis 0,95 mm, während die mittlere normale Faserlänge 1,5 bis 1,9 mm ist. Die Zellen müssen also bei der Wiederherstellung ihrer normalen Länge um das zwei- bis siebenfache ihrer ursprünglichen Länge zunehmen.

Wie die Faserelemente mit fortschreitender Umlagerung gestreckter verlaufen, so nehmen auch die Gefäße und Tracheidenstränge, die vorher treppenförmig oder in Windungen sich durch die unregelmäßig gelagerten Zellen hindurchziehen, wieder einen mehr geradlinigen Verlauf an. Die Gefäße setzen sich wieder aus langen Gliedern zusammen. (Vgl. Fig. 15 mit Fig. 16.)

Nach Wiederherstellung normaler Verhältnisse sind die

Elemente so angeordnet, daß die Spitzen benachbarter Zellen in gleicher Höhe nebeneinander zu liegen kommen. Zwischen den prosenchymatischen fallen kurze Zellen auf, die einzeln oder zu mehreren sich in Markstrahlzellen umgebildet haben. (Vgl. Fig. 16 bei m.) Die Markstrahlen sind im Gegensatz zu sonstigem Wundholz von keiner abnormen Größe, eine Tatsache, die wohl damit im Zusammenhang steht, daß die nach der Dekapitation überwiegend parenchymatischen Elemente rasch zugunsten der prosenchymatischen Elemente an Zahl abnehmen.

Diese beiden Erscheinungen sind auf die rasche Umlagerung der Zellen zurückzuführen, die durch den Einfluß des Seitentriebs zustande kommt. Dadurch finden die Elemente bald nach der durch die Dekapitation zunächst eingetretenen Störung ihrer Wechselbeziehungen wieder einen neuen Zusammenhang mit den Elementen des Seitentriebs. Die Korrelationsstörungen, wie sie sich anfangs in der geringen Differenzierung der Zellen geltend machen, werden aufgehoben. An die Stelle der alten treten neue innere Wechselbeziehungen nunmehr aber in der Richtung des Seitentriebs. Durch den Anschluß an die Gefäßbahnen des Seitentriebs erhalten auch die Gefäßzellen des Haupttriebs ihre normale Funktion wieder. Denselben Erscheinungen werden wir im Bastteil wieder begegnen.

Es seien noch einige interessante Beobachtungen über Spitzenwachstum im Holzteil mitgeteilt. Es ist nicht leicht zu beurteilen, in welchem Entwicklungszustande des Holzkörpers noch ein Spitzenwachstum stattfindet. Im allgemeinen wird man wohl annehmen können, daß im Kambium selbst und in den anstoßenden Jungholz- und Jungbastzonen das ganze Flächenwachstum der Elemente vollendet wird. Beobachtungen im fertigen Holz würden also dann nur die Bedeutung haben, daß früher bestehende Zustände bei der Verholzung der Zellwand konserviert worden sind.

In manchen Fällen ist es aber sicher auch möglich, daß Zellen mit ausgebildeter, z. B. verholzter Wand, lokal noch fortfahren in die Fläche und Länge zu wachsen, daß also das selbständige Wachstum der Elemente über das Meristem hinaus andauert. Und wenn das eintritt, so lassen sich manche Wachstumsvorgänge viel deutlicher als im Kambium verfolgen, weil die

Zellwände und die dazwischen verlaufenden Mittellamellen eine deutliche Differenzierung zeigen. Durch geeignete Färbung — mit Rutheniumrot und Gentianaviolett — treten die Unterschiede in der Wandstruktur aufs schönste hervor. Bei dem Eindringen der Fasern zwischen ihre Nachbarzellen quillt zuerst die Pektinlamelle auf und die Zellwände weichen mehr oder weniger auseinander, so daß ein Interzellularraum zwischen den Zellen entsteht (Taf. II, Fig. 1 und 2). Von der einen zur anderen Zellwand ziehen sich stellenweise Verbindungslamellen aus Pektin (l), die bei weiterem Vordringen der Zellspitze sich vollends auseinander trennen und auflösen. In diese vorgebildeten Interzellularen schiebt sich die Zellspitze bei ihrem Wachstum ein.

Vielfach treten aber diesem Vordringen Hemmungen entgegen. In einzelnen Fällen beobachtete ich ganz auffallende Krümmungen der Zellspitzen (Taf. II, Fig. 12), wenn die Nachbarzellen dem Spitzenwachstum Widerstand entgegensetzen. Die Zelle sucht sich dennoch zu verlängern und die Folge davon ist, daß sich die Zellwand an der Spitze in Falten legt und sich dabei stellenweise von der Nachbarzellwand löst. Ein derartiges Spitzenwachstum ist nur durch Intussuszeption möglich, denn eine Dehnung der Zellwand findet dabei nicht statt.

Einen Vorgang, wie er sich bei der Erbreiterung von Zellwandflächen abspielt, gibt Taf. II, Fig. 9 wieder. Die anfangs zusammenhängenden Nachbarzellen A und B sind im Begriff, völlig auseinander zu weichen, weil sich die Zelle C zu erbreitern sucht. Diese verläuft zu einem Teil unterhalb der Bildfläche und ist dort punktiert eingetragen. Bei e hängen A und B gerade noch zusammen, bei s sind noch Reste der aufgequollenen Pektinlamelle erhalten. Der Verlauf der losgelösten Zellwand von B ist dort ein wellig geschlängelter infolge des ungleichmäßigen Auseinanderweichens der beiden Zellen A und B.

Weiterhin bilden aber auch die Tüpfel für das Vordringen der Zellspitzen Hemmungen. Ich hatte mir bei den Verschiebungsprozessen, wie sie sich fortgesetzt bei der Zellumlagerung abspielen, immer wieder die Frage vorgelegt, wie denn die Plasmaverbindungen zwischen benachbarten Zellen, wie insbesondere die Tüpfel sich bei dem gleitenden Wachstum verhalten.

Führten einige Erscheinungen, wie ich sie im Kambium vorfand, wohl mit Wahrscheinlichkeit zu der Annahme, daß bei den Verschiebungen der Zellen Plasmaverbindungen gelöst und unterbrochen werden müssen, so war es mir doch nie möglich, im Kambium die Unterbrechungen direkt zu beobachten, weil die Kambiumzellwände fast keine Differenzierung zeigen. In den jüngsten Kambiumtochterzellen im Holzteil, deren Wände schon verdickt sind und Tüpfel führen, gelang mir in zwei Fällen, von denen einer auf Taf. II, Fig. 6 dargestellt ist, die Beobachtung einer Spaltung eines Tüpfels. Eine auswachsende Faser (f) schiebt sich eben zwischen zwei Nachbarzellen. Gerade vor der Zellspitze liegt eine Tüpfelverbindung jener Nachbarzellen. Durch die vordringende Zellspitze ist dieser Tüpfel so auseinander getrennt worden, daß die unverdickte Schließhaut (s) gespalten ist und zu je einer Hälfte an der jeweiligen Tüpfelhälfte der Zellen verläuft. Weiterhin ist auch noch die an die Schließhaut anschließende Mittellamelle ein Stück weit aufgespalten. Vor der vordringenden Zellspitze ist dadurch ein Interzellularraum entstanden, in den die Zelle bei weiterem Wachstum sich einschieben würde. Die beiden auseinandergespaltenen Tüpfelhälften haben ihre direkte Verbindung verloren. Die Plasmabrücken, die die Schließhaut des Tüpfels vermutlich einmal durchsetzt haben, sind infolgedessen unterbrochen.

Ergebnisse: Unmittelbar nach der Operation geht aus dem in Veränderung begriffenen Kambium (vgl. S. 493) abnormes Holz hervor; es besteht anfangs, wenigstens in gewissen Fällen, ganz aus kurzzeitigem Parenchym, und erst allmählich treten wieder Fasern in ihm auf. Die Fasern entstehen durch Auswachsen zweier Enden der Kambiumzellen. Es konnten bei den Fasern, wenn sie sich durch Spitzenwachstum zu verlängern suchen, Tüpfelspaltungen festgestellt werden (Taf. II, Fig. 6). Die Gefäßbahnen bilden sich anfangs quer oder schief zur Faserichtung aus (Fig. 17), um nach völliger Umlagerung des Kambiums wieder gestreckten Verlauf anzunehmen. Das Kambium bildet nunmehr wieder die gleichen Holzelemente wie ein normales Kambium; nur die Richtung der Zellen ist geändert.

3. Der Bastteil.

Ganz entsprechend der Untersuchung des Holzteils verfuhr ich auch bei der des Bastteils. Es wurden ebenfalls von *Tilia* von derselben Verzweigungsstelle, an der ich die Umlagerung des Holzteils untersucht hatte, Mikrotomserienschnitte durch die Rinde hergestellt. Eine bis ins einzelne gehende schrittweise Verfolgung der Zellen bei ihrer Umlagerung an Hand dieser Serienschnitte wurde bald aufgegeben, da die Verhältnisse durch die Vorgänge der Dilatation zu unübersichtlich sind. Ich begnügte mich daher mit einem allgemeinen Überblick über die Umlagerung und wählte zu dem Zweck vier charakteristische Bilder aus einer Serie von 40 aufeinanderfolgenden Tangential-schnitten aus (Fig. 19 bis 22).

Die Serie beginnt in den vor der Dekapitation gebildeten normalen Bastschichten und endigt in den umgelagerten, ebenfalls wieder normalen Bastschichten. Fig. 19 zeigt einen Schnitt, auf dem ein durch Dilatation erweiterter primärer Markstrahl getroffen ist. Rechts und links von ihm ziehen sich Bastfasern, Bastparenchymzellen und Siebröhren hin, alle von normaler Ausbildung. Einige kleine sekundäre Markstrahlen sind dazwischen sichtbar.

Der nächste Schnitt (Fig. 20) bietet einen völlig veränderten Anblick dar. Entsprechend dem plötzlichen Übergang vom normalen zum abnormalen Zustand im Holzteil weist auch der Bastteil nach der Dekapitation eine völlig andere Zusammensetzung seiner Elemente auf. Die Zellen sind alle von parenchymatischer, großenteils isodiametrischer Gestalt, so daß die Markstrahlen sich nur noch undeutlich von den umliegenden Zellen unterscheiden. Durch das parenchymatische Gewebe ziehen sich bald in querer Richtung Brücken von Siebröhren (Si). Die Glieder der Siebröhren haben eine ganz ungewohnte Gestalt; sie bestehen aus isodiametrischen oder etwas verlängerten parenchymatischen Zellen, an deren Längswänden die Siebplatten ausgebildet sind, so daß quer zu ihrer ursprünglichen Polaritätsrichtung die Stoffwanderung stattfinden kann.

Solche Querstränge von Siebröhren durchsetzen, entsprechend den Gefäßsträngen im Holzteil, auch die Markstrahlen in querer

Richtung. Auf Fig. 18 ist ein Durchbruch eines Markstrahls (M) durch Siebröhren veranschaulicht. Es haben sich Markstrahlzellen an der Bildung von Siebröhren beteiligt und sind zu kurzen Siebröhrengliedern (Si) und Geleitzellen (G) umgebildet. Solche Markstrahldurchbrechungen bieten einen höchst eigenartigen Anblick wegen dieser metamorphosierten Markstrahlelemente, die durch ihr Aussehen noch deutlich an ihre frühere Funktion erinnern.

Mit fortschreitender Umlagerung werden die Markstrahlen immer weiter zerlegt und von Brücken seitlich hereingewachsener Zellen durchsetzt. Auf

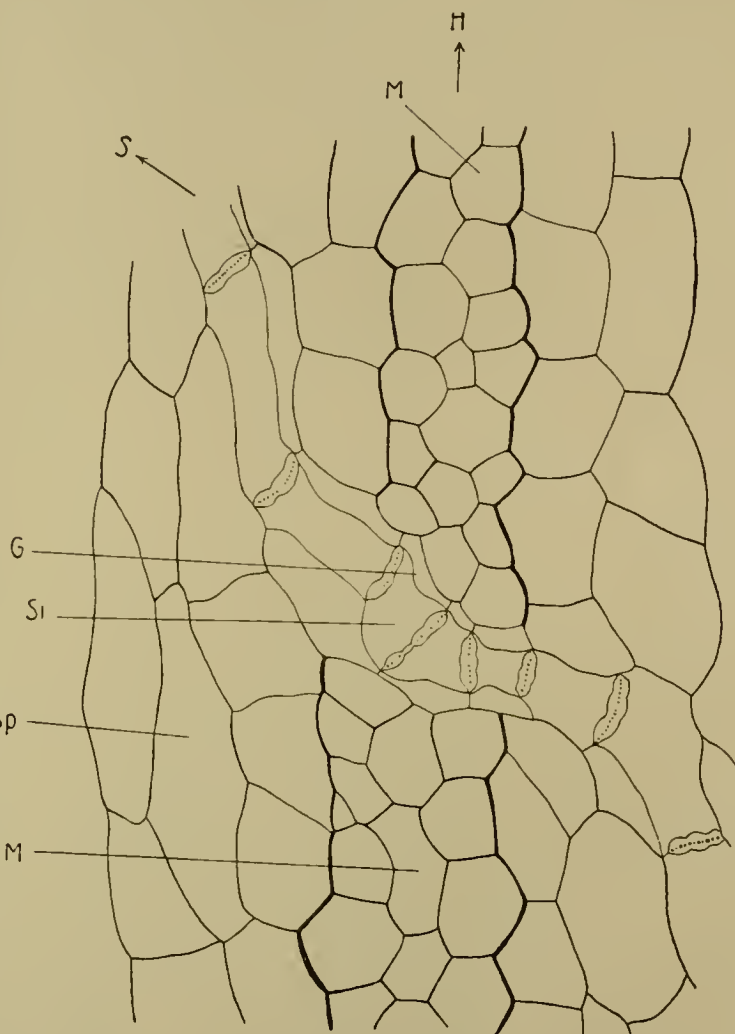


Fig. 18. *Tilia amer.* Tangentialschnitt durch den Bast am Astansatz nach der Dekapitation des Haupttriebs = H. Querer Siebröhrenstrang = Si mit Geleitzellen = G zieht sich in der Richtung des Seitentriebs = S durch das Gewebe und durchbricht in seinem Verlauf den Markstrahl = M. Bp = Bastparenchym. Vergr. 250mal.

Zustände, wie sie in der kambialen Region anfangs bestanden, verändert. Mit fortschreitendem Dickenwachstum (Fig. 21) hat sich auch die Brücke (Br) nachträglich immer mehr erbreitert durch Teilungen und Verschiebungen der hereingewachsenen Zellen. Eine

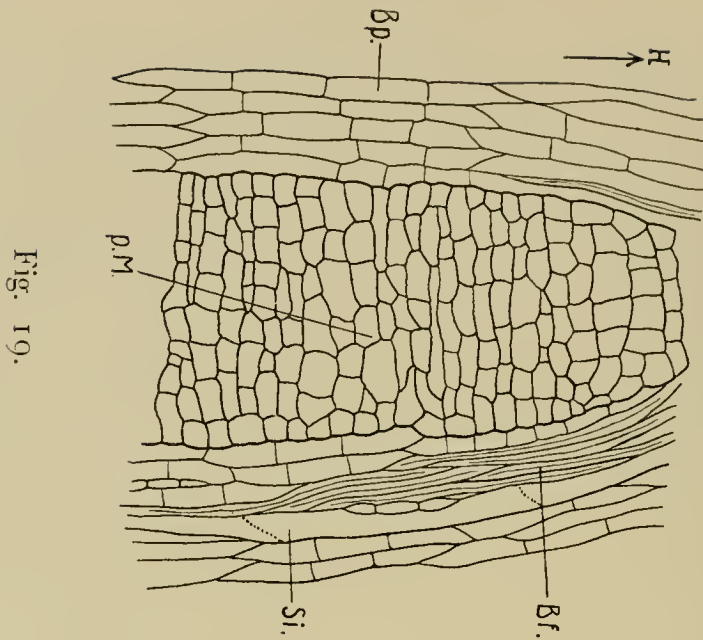


Fig. 19.

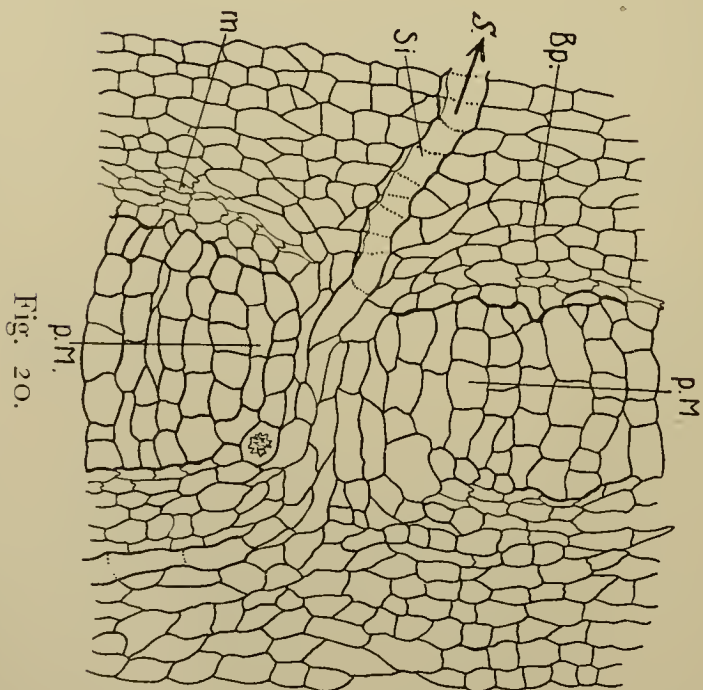


Fig. 20.

Figg. 19—20. *Tilia amer.* Die Entwicklung der Umlagerung. Serie von Tangentialschnitten durch den Bast am Astansatz. Der Bast ist in folgenden Zeitpunkten vom Kambium gebildet worden: Fig. 19 vor der Dekapitation des Haupttriebs; die Elemente sind normal orientiert in der Richtung des Haupttriebs; Fig. 20 nach der Dekapitation des Haupttriebs; die Elemente sind durch Querteilungen kurz und wenig differenziert; Fig. 21 während der Umlagerung; Fig. 22 nach völliger Umlagerung; die Elemente verlaufen alle in der Richtung des Seitentriebs.

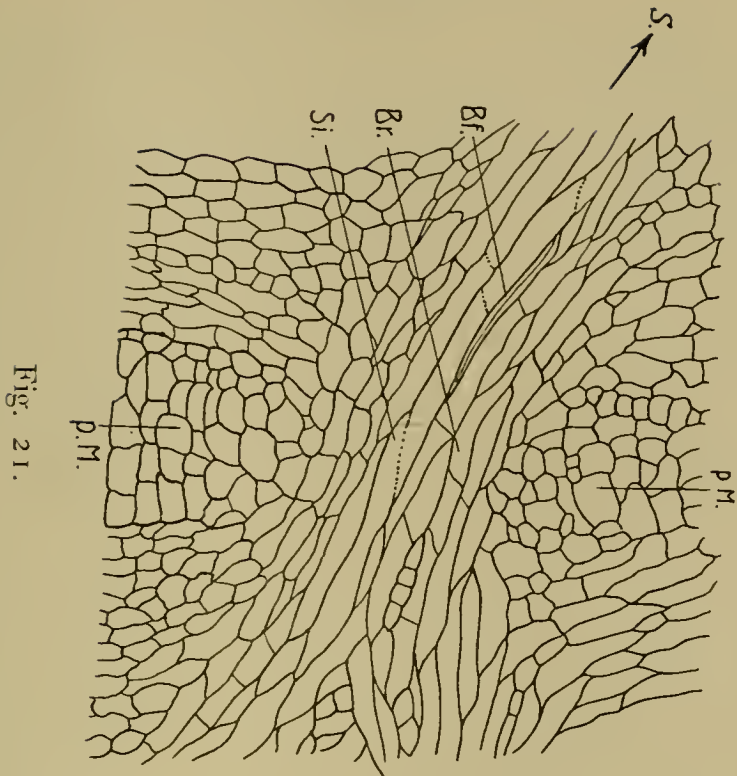


Fig. 21.

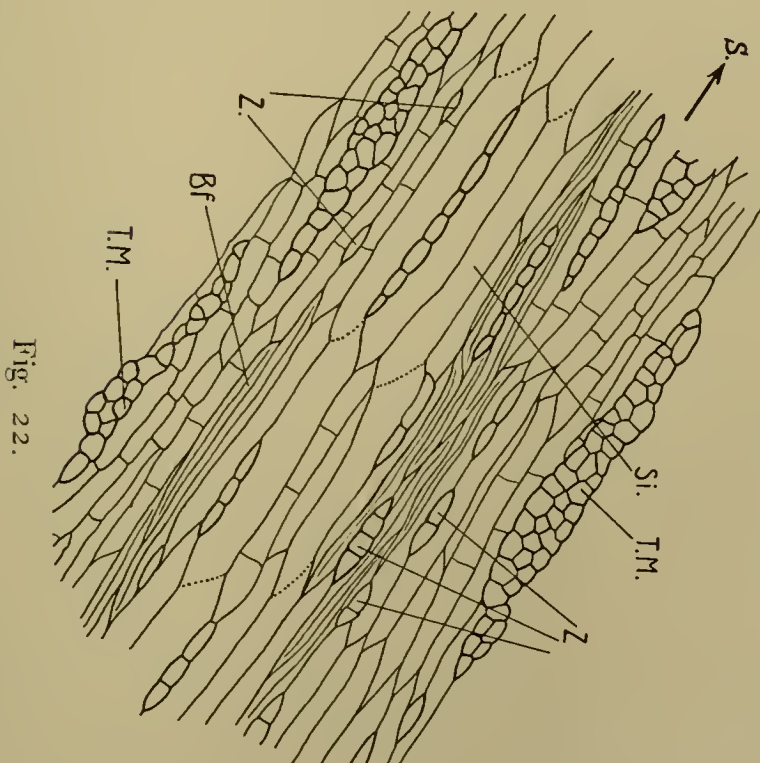


Fig. 22.

Figg. 21—22. Bf = Bastfasern, Bp = Bastparenchym, Br = Brücke der umgelagerten Elemente zwischen dem durchbrochenen Markstrahl, m = dünnwandige Parenchymzone, p. M. = primärer Markstrahl, S = Seitentrieb, Si = Siebröhren, T. M. = Teilmarkstrahlen, Z = einzelne Markstrahlzellen. Vergr. etwa 70 mal.

auffallende Erscheinung zeigen Zellreihen, die entlang dem Markstrahl liegen (Fig. 20). Die Querwände dieser Zellen (m) sind sehr dünn und gefaltet; es hat manchmal den Anschein, als ob hier eine dünnwandige meristematische Zone sich längs der Markstrahlen erstreckt.

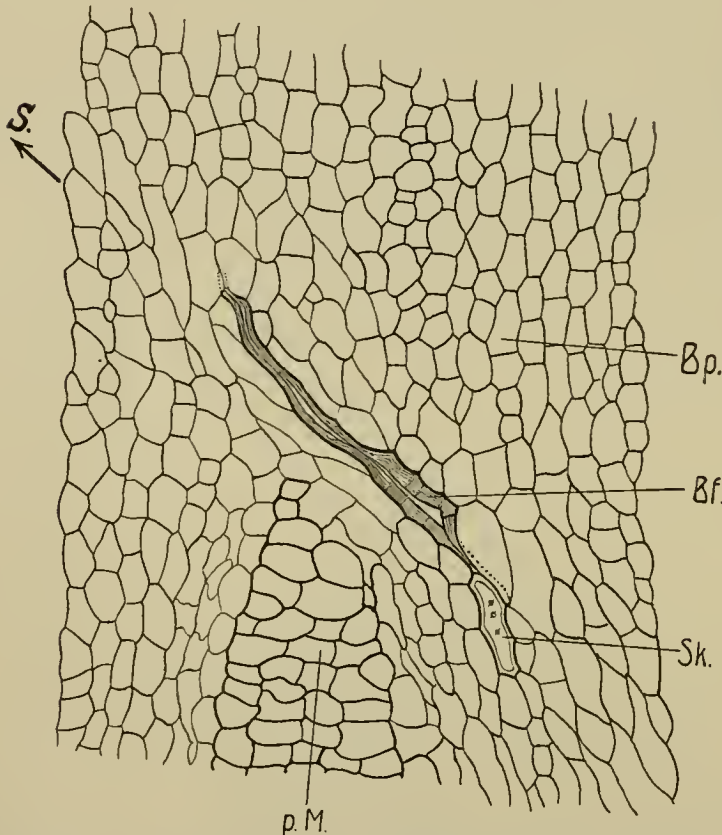


Fig. 23. *Tilia amer.* Tangentialschnitt durch den Bast am Astansatz vom Kambium nach der Dekapitation des Haupttriebs gebildet. Die Bastfaser = Bf hat sich in der Richtung des Seitentriebs = S durch das Bastparenchym = Bp hindurchgezängt. p. M. = primärer Markstrahl, Sk. = Sklerenchymzelle. Vergr. etwa 80mal.

ihre Entstehungsweise ansehen. Der mittlere Teil ist erbreitert und stark verdickt, während die beiden verschmälerten Enden, die sich durch Spitzenwachstum nachträglich gebildet haben, lange geschlängelte Fortsätze bilden.

Auf Fig. 23 ist eine Bastfaser abgebildet. Sie hat sich durch das umliegende Parenchym in der Richtung des Seitentriebs verlängert und dabei entsprechend ihrer Lage

Entsprechend der Längenzunahme der Elemente verschwindet mehr und mehr der parenchymatische Charakter der Zellen. Bemerkenswert ist das

Wiederauftreten von Bastfasern. Die ersten Elemente, die diesen Namen verdienen, haben die Gestalt von Parenchymzellen, jedoch verdickte Membran und spaltenförmige Tüpfel. Bald findet die übliche Längsstreckung dieser Elemente statt. Solchen

Bastfasern kann man, wie früher auch bei den Holzfasern ausgeführt wurde, ihre Entstehungsweise

zwischen den vielen kurzen Zellen zackige Fortsätze ausgebildet. Mit ihrer Spitze sucht sie sich gerade zwischen zwei Zellen einzuzwängen und diese wie die vorhergehenden auseinanderzuspalten. Unterhalb der Faser ragt ein Teil eines primären Markstrahls in das Bild herein. Dieser zeigt noch die alte senkrechte Orientierung seiner Elemente in der Richtung des Haupttriebs. Andere parenchymatische Zellen dagegen haben sich schon schief in die Richtung des Seitentriebs umzulagern begonnen. Rechts unterhalb der Bastfaser ist eine sklerenchymatische Zelle von parenchymatischer Gestalt. Ein Vergleich dieser beiden letzteren Elemente zeigt die Entwicklung der Bastfasern zu normaler Gestalt.

An mazerierten Material wurden Messungen der während der Umlagerung entstandenen Faserelemente ausgeführt. Während normale Bastfasern eine durchschnittliche Länge von 2 mm erreichen, haben jene abnormen Elemente nur eine Länge von 0,27 bis 0,8 mm. Es müssen also die Fasern im Maximum ungefähr um das siebenfache ihrer ursprünglichen Länge zunehmen, um zu normalen Formen zurückzukehren, ein Verhältnis, das im Auge zu behalten ist, um die Bedeutung und Ausdehnung des Spitzenwachstums bzw. des gleitenden Wachstums sich zu vergegenwärtigen.

Es wurde immer wieder bei dem Streckungswachstum der Faserelemente auf die Notwendigkeit des gleitenden Wachstums hingewiesen. Ich verfolgte daher bei der Untersuchung des Bastteils das Spitzenwachstum der Bastfasern eingehender, um den Nachweis zu erbringen, wie sie sich zwischen einander schieben können. Zunächst beobachtete ich im ganz normalen jüngsten Bastteil, wo die Elemente noch alle in Streckung begriffen sind, daß die vordringende Zellspitze die Mittellamelle der Nachbarzellen aufspaltet. Es bildet sich ein kleiner Interzellularraum vor der Zellspitze und weiter vorne sind die Anfänge der Quellung der Pektinlamelle sichtbar. Als Färbemittel bei dieser Untersuchung benutzte ich wieder Gentianaviolett und Rutheniumrot.

An anderen Stellen fand ich einige Mal auch Zustände des Spitzenwachstums, in denen die Zellspitze der sich streckenden Bastfaser gerade eine Tüpfelverbindung der Nachbarzellen

gespalten hatte, ein Vorgang ganz ähnlich dem im Holzteil beobachteten. Auf Taf. II, Fig. 5 ist eine Tüpfelspaltung wiedergegeben. Die Spitze (s) der eindringenden Faser liegt gerade zwischen den beiden gespaltenen Hälften der Schließhaut. Infolgedessen ist die Verbindung der beiden Tüpfelhälften und vermutlich auch die Plasmabrücke, die durch den Tüpfel hindurch bestanden haben dürfte, unterbrochen. Vor der Zellspitze ist die Pektinlamelle schon eine Strecke weit auseinander gewichen. Weil diese Bastfaser aus den jüngsten Bastschichten stammt, die noch weitgehendes Spitzenwachstum zeigen, so können wir vermuten, daß die Zellspitze sich bei weiterem Wachstum nach vorwärts an dem aufgespaltenen Tüpfel vorbeischieben würde. Infolge davon würden die beiden Tüpfelhälften der Nachbarzellen aufhören zu korrespondieren.

Es sollte also möglich sein, Fasern zu finden, deren Tüpfel nicht miteinander korrespondieren. Trotz vieler Untersuchungen, die darauf hin gerichtet waren, gelang es mir nicht, solche Zustände zu finden. Meinte ich oft, einen derartigen Fall vor mir zu haben, so war es eben so gut möglich und sehr wahrscheinlich, daß zufällig der Schnitt nicht den Tüpfelkanal in seiner ganzen Erstreckung getroffen hatte, wie es auf der Fig. 5, Taf. II bei t zu sehen ist. Solche nur teilweise getroffenen Tüpfelkanäle dürfen aber nicht mit einseitigen, nicht korrespondierenden Tüpfeln verwechselt werden.

Andererseits fand ich Fälle, die auf eine nachträgliche Ausbildung von Tüpfeln an der vordringenden Zellspitze mit Sicherheit schließen lassen. Auch an der Fig. 5, Taf. II läßt sich dies, allerdings nicht so deutlich, wie ich es sonst fand, zeigen. Ehe die Zellspitze ihre jetzige Lage erreicht hat, befand sie sich aller Wahrscheinlichkeit nach auch einmal an der Stelle, wo jetzt die beiden ersten hinter der Spitze gebildeten Tüpfel (bei H) liegen. Damals durfte wohl die vordringende Zellspitze, die in der Figur bei T wenigstens an der einen Nachbarzelle sichtbare Tüpfelverbindung gespalten haben und dann an diesen auseinander gespaltenen Tüpfelhälften vorbeigewachsen sein. Die verhältnismäßig wenig verdickte Membran der Zellspitze könnte von diesen Tüpfelhälften der Nachbarzellen zur nachträglichen Ausbildung der fehlenden Hälften angeregt worden sein, wie

sie wenigstens teilweise auf dem Schnitt bei H getroffen sind. In anderen Fällen schien es, als ob auch die Möglichkeit bestände, daß nicht mehr korrespondierende Tüpfelhälften zuwachsen, nachdem sie ihre Funktion verloren haben.

Jedenfalls ist durch diese Beobachtungen von Tüpfelspaltungen beim Spitzenwachstum der Bastfasern der Nachweis erbracht, daß ein Gleiten der Zellen durch bestehende Plasmazusammenhänge, wie sie vermutlich sich in Tüpfeln finden, nicht gehindert wird, daß vielmehr die Zellen eine gewisse Bewegungsfreiheit besitzen, wie sie insbesondere für das Auswachsen kurzer Elemente zu Fasern notwendig ist.

In den Zellzügen, die aus einem völlig umgelagerten Kambium entstanden sind, zeigen sich wieder Fasern von der typischen Gestalt (Fig. 21 und 22). Die breiten Markstrahlen werden durch diese Zellzüge in kleine Teilmarkstrahlen zerlegt, die in der neuen Richtung des Seitentriebs orientiert sind. Die parenchymatischen Elemente treten jetzt mit zunehmender Umlagerung hinter den prosenchymatischen Zellen zurück. Die zunächst nach der Dekapitation gestörten Wechselbeziehungen werden durch die Umlagerung und den Anschluß der Elemente an die des Seitentriebs wieder hergestellt. So kehren auch die normalen Funktionen zurück und die Ausbildung der Zellen ist dementsprechend wieder eine gleichmäßig differenzierte.

Die Rückkehr zu normalen Verhältnissen zeigt der letzte Serienschnitt (Fig. 22). Analog wie im Holzteil fällt dabei auf, daß die Zellspitzen wieder in ziemlich gleicher Höhe nebeneinander liegen. Zwischen den gestreckten Zellen sind kleine, oft nur aus einer oder mehreren Zellen bestehende Markstrahlen (bei Z) als zersprengte Reste der früher bestandenen großen primären Markstrahlen sichtbar.

Endlich möchte ich noch auf Vorgänge hinweisen, die ich im Bastparenchym näher untersuchte. Es sind eigenartige, aber allgemein vorkommende Wandfaltungen. Schon im Kambium fielen mir beim Auseinanderweichen zweier Zellen infolge des Eindringens einer Zellspitze oder Kante Wandfaltungen auf (S. 484), die ich im Holzteil ausgesprochener wiederfand. Im Bastparenchym konnte ich jene Beobachtungen ergänzen. An sehr vielen Bastparenchymzellen bemerkte ich, daß die ursprünglich

aneinander liegenden Zellwände streckenweise sich voneinander lösen, so daß Interzellularen zwischen den beiden Wänden entstehen; meist geschieht das Auseinanderweichen an Wandpartien, die zwischen zwei Tüpfeln liegen. Beim ersten Anblick erscheinen diese Interzellularen als Wandverdickungen, wie sie Krüger¹ besonders an Kambiumzellen beobachtet hat. Durch geeignete Färbung mit Rutheniumrot und Gentianaviolett stellte sich jedoch heraus, daß es hier durch Aufquellen der Pektinlamelle und darauf folgende lokale Loslösung der Zellen voneinander zur Bildung von Interzellularen gekommen ist. Die Zellwand hat sich dabei in keiner Weise verdickt, jedoch ist ihr Verlauf durch diese lokale Loslösung einzelner Wandpartien von der Nachbarzellwand ein geschlängelter.

Vielfach schien dieses Verhalten der Zellwände die Folge einer Keilwirkung von seiten anderer Zellen, die sich erbreitern und sich dabei zwischen ihre Nachbarzellen drängen. Auch im Holzteil hatte ich ähnliche Vorgänge beobachtet, auf die ich der Einfachheit der Darstellung halber erst jetzt näher eingehen möchte. Wie an den Bastparenchymzellen, so bemerkte ich auch an Holzparenchymzellen, daß die zwischen den Tüpfeln liegenden Wandpartien Faltungen aufweisen, während die Tüpfel den Zusammenhang mit den Nachbarwänden noch beibehalten.

In der Mehrzahl der Fälle scheint aber ein derartiges Auseinanderweichen der Zellen nicht auf einer mechanischen Druckwirkung zu beruhen, sondern als ein aktiver Wachstumsvorgang an lokalisierten Stellen der Zellwand für sich zu bestehen. Da zunächst eine Verschiebung der Zelle, die durch dieses Wachstum bedingt würde, durch den Zusammenhang mit den Nachbarzellen verhindert wird, so muß sich die verlängerte Zellwand ein- oder ausbuchten, d. h. in Falten legen. Einer Ausbuchtung setzt die Nachbarzellwand Widerstand entgegen. So erfolgt in der Regel eine Einbuchtung der verlängerten Wandpartien. Dadurch kommt der geschlängelte Verlauf der Zellwand zustande.

Es fragt sich nun, an welchen Stellen der Zellwand solch ein lokalisiertes Flächenwachstum vor sich gehen kann. Durch vergleichende Untersuchung ließ sich feststellen, daß die Lokali-

¹) Krüger. Bot. Zeitg. 1892.

sierung insbesondere durch die Tüpfel bedingt ist. Denn die zwischen den Tüpfeln liegenden Wandpartien können sich strecken und einfallen, während durch die Tüpfel der Zusammenhang der Zellwände und damit der Zellen selbst garantiert ist. Taf. II, Fig. 7 zeigt zwei Bastparenchymzellen, die im Begriff sind, auseinanderzuweichen, vielleicht infolge der Keilwirkung der Bastfaser *f*. An den Längswänden sind besonders am oberen Teil der Zellen viele Interzellularen (*i*) entstanden und die Wände sind daher vielfach eingebuchtet. Ein Stück dieser Figur ist vergrößert wiedergegeben in der Fig. 8, Taf. II. Bei *i* ist ein Interzellularraum, bei *z* besteht noch der Zusammenhang der Zellen. Auf Fig. 3, Tafel II ist zu sehen, wie Zellbrücken unterbrochen sind, bei *a*, während sie bei *b* noch bestehen. Bei *c* sind die Zellen eben im Begriff, sich voneinander zu trennen. Fig. 4, Taf. II gibt einen Teil einer Bastparenchymzelle wieder aus mazeriertem Material; bei *w* sind die Wand-einbuchtungen zwischen den Tüpfeln (*t*) zu sehen. Der geschlängelte Verlauf der Wände der Bastparenchymzellen ist besonders deutlich an der Fig. 10 und 11, Taf. II, zu erkennen. Die aufgequollenen Stellen (*q*) und die daraus entstandenen Interzellularen (*i*) sind meist linsenförmig. Doch finden auch längliche Verschmelzungen von Interzellularen statt (z. B. bei *V*).

Ob wir es hier mit Wachstumsvorgängen zu tun haben, die nach Beendigung des Wachstums der Kambiumzellen noch von deren Tochterzellen in Holz und Rinde weiter geführt werden, ist schwer zu entscheiden. Jedenfalls läßt sich keine scharfe Grenze ziehen, in welchem Zeitpunkt die Zellen mit derartigem Wachstum ihrer Membranen aufhören. Es wäre möglich, daß durch längere Dauer der Vorgänge an den Zellen über ihren kambialen Zustand hinaus die Wachstumserscheinungen sich noch bedeutend stärker entwickelt haben, so daß sie einer Beobachtung dadurch erst richtig zugänglich geworden sind. Auf Grund dieser Erwägungen und durch Kombination der einzelnen beobachteten fertigen Wachstumsstadien der Zellwände bin ich zu der Vorstellung gekommen, es könnten auch an den Kambiumzellen wie hier an den Bastparenchymzellen zunächst durch lokales Wachstum und Einbuchtung (Fig. 11, Taf. II bei *a*) die Wände sich voneinander trennen, um bei

weiterem Wachstum sich wieder aneinander anzulegen, nachdem eine gegenseitige lokale Verschiebung nach der Lockerung des Zusammenhanges stattgefunden hat. Es könnte in einem solchen Fall die Zellspitze (Vgl. Fig. 11, Taf. II bei s) bei ihrem Weiterwachsen sich von der Nachbarwand (bei b) lösen und strecken, so daß die Einbuchtung (bei a) verschwinden würde. Der ganze vordere Teil der Zelle hätte sich dadurch an der Nachbarzelle vorbei nach vorwärts geschoben. Auf solche Weise könnte ein Gleiten ganzer Zellen aneinander vorbei stattfinden durch eine Wachstumsbewegung, die sich beinahe mit einer Kriechbewegung einer Raupe vergleichen ließe. Diese lokalen Wachstumserscheinungen an Zellwänden erinnern an Vorgänge, wie sie schon Pfeffer¹ angenommen hat, wenn er schreibt: »durch ein regulatorisch gelenktes lokalisiertes Lockern und Wiedervereinigen ist auch bei ausgiebigem Gleitwachstum erreichbar, daß der feste Verband der beteiligten Zellen keinen Augenblick verloren geht«. Die ursprünglich fest verbundenen Zellen gewinnen durch die lokale Isolierung ihrer Wände eine gewisse Freiheit der Bewegung, die notwendig ist zu einem für den Organismus unentbehrlichen regulatorischen Wachstum seiner Elemente.

Ergebnisse: Wie im Holzkörper so finden wir auch im Bastteil anfangs viel Parenchym, das auf die Dekapitation hin aus den Kambiumteilzellen sich gebildet hat. An den Bastparenchymzellen fallen Wandfaltungen auf, die auf Verschiebungen der Zellwände hinweisen. Unter den Bastfasern kommen merkwürdig gekrümmte Formen vor. Wie bei den Holzfasern finden auch bei ihnen durch Spitzenwachstum Tüpfelspaltungen statt (Taf. II, Fig. 5). Den queren Gefäßsträngen entspricht das Vorkommen querrer Siebröhren (Fig. 18 und 20), die in ihrem Verlauf Markstrahlen durchbrechen. Es bilden sich dabei Markstrahlzellen zu kurzen Siebröhrengliedern und Geleitzellen um. Die für den Bast charakteristischen breiten primären Markstrahlen werden bei der Umlagerung durch die Zerspaltung im Kambium und nachherige Dilatationserscheinungen in kleine Teilmarkstrahlen aufgelöst.

¹) Pfeffer. Pflanzenphysiologie. 1904. 2, 52.

II. Die Zellumlagerung an Verzweigungen nach Verlust des Haupttriebs bei Trauerbäumen und bei sympodialelem Wachstum.

Waren die Zellumlagerungen, die ich bisher beschrieb, Folgeerscheinungen künstlicher Eingriffe, so sei im folgenden noch auf Umlagerungen hingewiesen, wie sie bei natürlichem Wachstum an Verzweigungsstellen bei Trauerbäumen und bei Sympodienbildung ganz allgemein auftreten.

An Trauerbäumen ist es eine bekannte Erscheinung, daß die Seitenzweige an der oberen Biegung der abwärts hängenden Äste gefördert werden, während die nach abwärts gerichteten Haupttriebe sehr oft im Wachstum zurückbleiben oder mit der Zeit absterben. Dadurch entstehen jene charakteristischen, knieförmigen Verzweigungssysteme. Bei *Salix babylonica* und besonders bei *Sophora japon. var. pendula* fiel mir auf, wie die abwärts gerichteten Triebe in regelmäßiger Folge jeweils bis herauf zur Verzweigungsstelle des kräftigsten Seitentriebs auf der Krümmungshöhe absterben, ein Vorgang, den Vöchting¹ genau beschrieben hat. Durch das Absterben tritt eine »natürliche« Dekapitation des Haupttriebs über der Verzweigungsstelle ein. Diese Störung des Gleichgewichts zwischen den beiden Trieben findet in der anatomischen Struktur der Verzweigungsstelle ihren Ausdruck, bei deren Betrachtung uns der Satz Bertholds² einfällt: »Der Organismus der Pflanze ist ein selbstregistrierender Apparat von höchster Vollendung, der, solange er lebt, die Geschichte seines Lebens bis in alle Einzelheiten aufzeichnet, in den Verhältnissen seiner äußeren und inneren Organisation dokumentarisch niederlegt.«

In ganz entsprechender Weise wie nach den geschilderten Dekapitationen des Haupttriebs gehen auch hier die Zellumlagerungen an der Verzweigungsstelle vor sich, die ich eingehend bei *Sophora jap. var. pend.* untersucht habe. Die Kambiumzellen teilen sich quer, die Teilzellen verlängern sich durch

¹) Vöchting, H., Über Organbildung im Pflanzenreich. II. Teil. Bonn. 1884. S. 79 ff.

²) Berthold, G., Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. I. Teil. Leipzig. 1898. S. 4.

Spitzenwachstum in der Richtung des Seitentriebs. Die Markstrahlen werden dabei zerteilt. Die Derivate der sich umlagernden Kambiumzellen betehen im Holzteil aus überwiegend parenchymatischen Elementen. Die Gefäße verlaufen zunächst quer zur Faserrichtung. In der Mehrzahl setzen sie sich anfangs aus kurzen, tonnenförmigen Zellen zusammen. Mit der zunehmenden Umlagerung der Elemente nehmen die Zellen immer gestrecktere Formen und geradlinigen Verlauf an. Die Gefäße erstrecken sich nunmehr längs der neuen Richtung, und die Stoffbewegung kann in der Folge wieder gleichsinnig mit der Polaritätsrichtung der Elemente vor sich gehen. Die während der Umlagerung gebildeten Holzfasern haben vielfach gewundene S-förmige Gestalt, mit zackigen Fortsätzen und gegabelten Enden. An ihrer Gestalt läßt sich ihre Entstehung aus ursprünglich kurzen parenchymatischen Elementen verfolgen, denn der mittlere breite Teil verschmälert sich oft plötzlich zu langen Spitzenfortsätzen, mit denen sie sich durch die Nachbarzellen dem Seitentrieb zu durchgezwängt haben. Während der Umlagerung beträgt die Länge der Holzfasern 0,2—0,6 mm, nach Wiederherstellung normaler Verhältnisse 0,8—1 mm.

Während im allgemeinen bei der Umlagerung die Zellen an der Verzweigungsstelle sich polar verhalten, d. h. mit ihren Sproßpolen sich dem Seitentrieb, mit ihren Wurzelpolen der Wurzel zuwenden, fiel mir auf einigen Tangentialschnitten auf, daß dort manche der kurzen Kambiumteilzellen nicht mit ihren Sproßpolen, sondern mit den Wurzelpolen dem Seitentrieb zustreben. Auch die Markstrahlen gewähren dort einen eigentümlichen Anblick. Sie sind durch jene zuletzt genannten Zellen durchwachsen und zerspalten und kreisförmig angeordnet, ähnlich wie in Knäuelbildungen im Wundholz. Jene Fasern, die sich nicht in normaler Weise polar in die Richtung des Seitentriebs eingestellt haben, sind entweder sehr kurze Elemente oder jedenfalls aus kurzen Teilzellen hervorgegangen, die infolge der Störung ihrer Polarität nach dem Absterben des Haupttriebs ihr polares Wachstum ändern. Es sieht also aus, als ob ihre Polarität völlig umgekehrt sei. Ob derartige Vorgänge häufiger

vorkommen, soll in Abschnitt IV durch Versuche an invers eingepflanzten Weiden festgestellt werden.

Ist der abwärts hängende Haupttrieb im Wachstum zunächst nur sehr zurückgeblieben, und hat er schon frühzeitig im Sommer sein apicales Wachstum eingestellt, ohne aber schon Spuren eines Absterbens zu zeigen, während der an der oberen Krümmungsstelle entspringende Seitentrieb noch mitten im kräftigen Wachstum ist, so treten an der Verzweigungsstelle ebenfalls die ersten Anfänge der Umlagerung auf. Im Kambium konnte ich stellenweise Querteilungen und den Beginn eines seitlichen Spitzenwachstums in der Richtung des Seitentriebs finden.

Infolge zunehmender Förderung des Seitentriebs bilden sich, während der Haupttrieb im Wachstum zurückbleibt, beim Dickenwachstum an der Verzweigungsstelle mehr Zellen aus, die in der Richtung des Seitentriebs orientiert sind, als solche, die dem Haupttrieb angehören. So kommt es zu einer ganz allmählichen Richtungsänderung der Fasern. Erst mit dem völligen Aufhören des Wachstums des Haupttriebs beginnt aber eine eigentliche Umlagerung der dem Haupttrieb angehörenden Elemente an der Verzweigungsstelle. Denn nun hat der Richtungsreiz des Haupttriebs keinen Einfluß mehr auf diese letzteren und diese wenden sich infolgedessen dem Seitentrieb jetzt zu.

Ähnliche Verhältnisse konnte ich auch bei sympodialer Ausbildung der Verzweigungssysteme finden, wenn der Haupttrieb regelmäßig nach einiger Zeit einging, z. B. an *Sambucus*, *Populus tremula*, *Ulmus*.

An ganz normalen Verzweigungen dagegen beobachtete ich nie Umlagerungen, weil dort ein Gleichgewicht zwischen dem Richtungsreiz des Haupttriebs und Seitentriebs besteht.

Was die Umlagerung der Elemente an Wurzelverzweigungen betrifft, so möchte ich besonders auf die Arbeit von Rywosch¹ hinweisen, der feststellte, daß in der Mutterwurzel Tracheidenzüge als Neubildungen der Mutterwurzel zu der Seitenwurzel hin entsendet werden.

¹) Rywosch, S., Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Seitenwurzeln der Monokotylen. Zeitschr. f. Bot. 1909.

Ergebnisse: Wenn an Trauerbäumen und sympodialen Verzweigungen ein Seitenzweig sich stärker entwickelt als der Hauptast, und letzterer abstirbt, so tritt am Astansatz die gleiche Umlagerung der Zellen ein, wie an künstlich dekapitierten Verzweigungen. (Vgl. die Ergebnisse S. 493, 503 und 514.)

III. Die Zellumlagerung an queren, schiefen, schraubigen und Längswunden.

Die Untersuchungen knüpfen an die Arbeiten von de Vries an, der die Aufeinanderfolge der Elemente im Wundholz genau festgestellt hat. Im Zusammenhang mit den Beobachtungen, die ich bei der Zellumlagerung an Verzweigungen nach der Dekapitation des Haupttriebs machte, richtete ich meinen Blick auch auf die Vorgänge bei der »Wundholzbildung« und zwar erstens auf das Auftreten kurzer Elemente, zweitens auf die Richtung der Zellen und weiterhin auf die Ausdifferenzierung der Elemente im Wundholz und Kallusgewebe.

1. Querteilungen der Kambiumzellen.

Wie de Vries nachgewiesen hat, tritt nur bei solchen Wunden eine auffallende Wundholzbildung ein, die das Kambium in querer Richtung treffen. Solche Wunden sind ringförmige Entrindungen, quere und schiefe Einschnitte, quere Verwundungen des Kambiums an abgelösten Längsstreifen der Rinde. An Längswunden, die durch genau der Zweigachse parallel verlaufende Schnitte oder durch eine Ablösung der Rinde ohne quere Verletzung des Kambiums entstehen, sind die Veränderungen im Gewebe von viel einfacherer Natur. Vor allem finden in den Kambiumzellen keine Querteilungen statt, und infolgedessen entstehen keine kurzen Elemente in Holz oder Rinde.

Diese Ergebnisse bestätigten sich in meinen Versuchen, die ebenfalls an *Tilia* angestellt wurden. Querteilungen treten stets auf als Folge einer queren Unterbrechung des Kambiums in seinem Längszusammenhang. Die Teilungen finden sich nur in der der Wunde naheliegenden Zone oberhalb und unterhalb von ihr. Mit zunehmender Entfernung von der Wunde nimmt die Zahl der Querwände ab. Infolgedessen

sind die Teilzellen in unmittelbarer Nähe der Wunde von isodiametrischer Gestalt, weiter entfernt kurzellig und durch Spitzenwachstum wieder zugespitzt. Die kurzen Teilzellen zeigen große Beweglichkeit, wuchern über die Schnittstelle hinaus und nehmen schließlich als Kalluszellen mehr oder weniger runde, allseits gerichtete Formen an. Diese zeigen selbständiges Wachstum und suchen sich über die freie Wundfläche auszubreiten.

Markstrahlen: Eine auffallende Erscheinung, die mit den Querteilungen im Kambium zusammenhängt, ist die Zunahme der Markstrahlen unterhalb und oberhalb von Querschnitten. In besonderer Weise fiel mir dies bei folgendem Versuch auf: Anfang März 1913 hatte ich an einigen Zweigen von *Tilia* Verwundungen in der Art ausgeführt, daß ich zwei quere, ca. 2 cm lange Einschnitte in 1 cm Entfernung voneinander mit dünnem scharfem Messer durch die Rinde und das Kambium führte. Während des Sommers waren die Schnittstellen im Kambium wieder rasch verwachsen und von diesem aus war eine Brücke aus neugebildeten Tochterelementen nach der Holz- und Rindenseite zu entstanden. Auf dem Radialschnitt durch die Wundstelle waren noch im alten vor der Verwundung gebildeten

Holz und Rinde die Schnitte sichtbar. Die damals verletzten Zellen hatten (vgl. Fig. 24 bei a) sich gebräunt, während die neuentstandenen Zellen der Brücke (B) sich durch ihre hellere Farbe von diesen unterschieden. Diese neugebildeten Zellschichten erstreckten sich nach oben und unten über die Schnittstellen hinaus und verbanden die getrennten Gewebe wieder miteinander.

Auf tangentialen Serienschnitten, die ich durch die zwischen den queren Einschnitten neu entstandenen Holz- und Rindenschichten führte, ließ sich feststellen, daß mit dem Augenblick der Unterbrechung des longitudinalen Zusammenhangs der Elemente durch die Einschnitte eine plötzliche auffal-

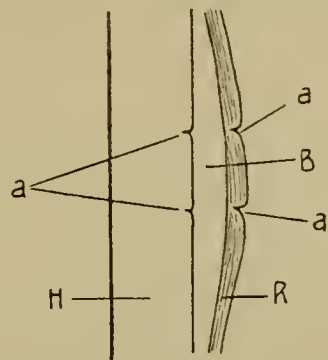


Fig. 24. *Tilia* amer. Schema. Radialer Längsschnitt durch Holz = H und Rinde = R. Bei a einfache Querschnitte, die durch eine nach der Verwundung entstandene »Brücke« = B überbrückt sind. Verkl. $\frac{1}{5}$.

lende Zunahme der in radialer Richtung wirksamen Markstrahlen erfolgte. An manchen Stellen vermehrten sich die Markstrahlen um das zwei- bis dreifache ihrer vorherigen Zahl. Entsprechend dieser Erscheinung nahm auch die Zahl der parenchymatischen Elemente zu, während die gestreckten Elemente, insbesondere aber auch die Leitelemente zurücktraten. Schon de Vries macht auf die Zunahme der Markstrahlen an Querschnitten aufmerksam, ebenso Vöchting¹, der diese Erscheinung besonders an Zweigen von *Cydonia jap.* mit verkehrt eingesetzten Rindenringen beobachtete.

2. Die Faserrichtung.

An einigen Wunden hatte ich durch eingeschobene Zinkblechstreifen, die mit Baumwachs überzogen waren, eine Verwachsung der Wundflächen verhindert, um zu beobachten, wie der Faserverlauf sich dann bei den oberhalb und unterhalb der Wunde liegenden Zellen gestaltet.

An Querschnitten verlängern sich die zuerst entstandenen Kambiumteilzellen durch Spitzenwachstum und wenden sich dabei nach den Rändern der queren Einschnitte zu. So bekommen die Kambiumzellen Anschluß an die zu beiden Seiten der Wunde verlaufenden Fasern. Diese Umlagerungen gehen ganz analog denen an Verzweigungsstellen nach Dekapitation des Haupttriebs vor sich, und sie haben offenbar ähnliche Ursachen wie dort. Dem Richtungsreiz des Seitentriebs entspricht in diesem Fall der Richtungsreiz des Sprosses, dem die Zellen selber angehören; dieser kann aber nur von der Seite her wirksam sein, da die direkte Verbindung nach oben bzw. unten infolge des queren Einschnitts unterbrochen ist. In Fällen, in denen eine sofortige Wiederverwachsung der Wundflächen ermöglicht ist (wie z. B. bei dem S. 519 beschriebenen Versuch) erfolgt auch keine dauernde seitliche Umlagerung, wiewohl zuerst ebenfalls Änderungen im Wachstum und Faserverlauf der Kambiumzellen auftreten.

Die Störungen im Faserverlauf des Wundholzes durch Bildung von Knäueln hat Mäule² eingehend untersucht. Seine

¹) a. a. O. S. 133 ff.

²) Mäule, C., Der Faserverlauf im Wundholz. *Bibl. Bot.* 1895.

Angaben kann ich nur bestätigen und verweise daher auf seine Untersuchungen.

An dekapitierten Trieben teilen sich die Kambiumzellen unterhalb der Schnittstelle wie an Querschnitten. Meist starben die dekapitierten Triebe von *Tilia* allmählich ab bis herunter zu einem Seitenast oder einem Adventivtrieb. An zwei dekapitierten Zweigen konnte ich unterhalb der Dekapitationsstelle eine Änderung der Faserrichtung bemerken. Es hatte sich nämlich dort an einer Seite der Wunde ein Kallus ausgebildet. Diesem zu wandten sich nun durch Spitzenwachstum sich verlängernd die Kambiumteilzellen. Es kommt also auch schon durch den Reiz eines Kallus zu einer Umlagerung der Zellen.

An schiefen und schraubigen Wunden lagern sich die Kambiumzellen derart um, daß sie nachher in schiefer bzw. schraubiger Richtung verlaufen.

An einfachen Längswunden scheideln sich am oberen und unteren Ende der Wunde die Zellen, indem sie zuerst links und rechts ausbiegen und dann den Längsschnitten parallel verlaufen.

Aus den Beobachtungen über die Umlagerung an Wunden geht hervor, daß die Zellen einen normalen Anschluß an die von der Verwundung unberührt gebliebenen Elemente des Triebes suchen. Man muß also schließen, daß jede Achse auch auf ihre eigenen Kambiumzellen einen Richtungsreiz ausübt. Wenn Mäule¹ aber sagt, daß für den äußeren Aufbau des Wundholzkörpers hauptsächlich nur zwei Faktoren maßgebend seien, nämlich »das Streckungsbestreben der Elemente des Wundholzes, das den Verlauf der Fasern im großen und ganzen bestimmt, und die Polarität der Zellen, welche dem Einzelverlauf der Fasern, insonderheit bei den Störungen, zugrunde liegt«, so können wir ihm nicht ganz folgen.

An früherer Stelle (vgl. S. 493) und auch bei den Untersuchungen an verschiedenen Wunden konnte ich zeigen, daß der polare Richtungsreiz eines Sprosses neben den inneren polaren Eigenschaften der einzelnen Zellen von größter Bedeutung für das Wachstum einer Gesamtheit von Zellen ist. Es handelt sich bei den Umlagerungen der Zellen auch im Wundholz nicht nur um

¹) Mäule, C., Der Faserverlauf im Wundholz. *Bibl. Bot.* 1895.

ein bloßes Streckungsbestreben der Fasern, das von einem mehr oder weniger großen Widerstand der Nachbarzellen abhängig ist, sondern außerdem um ein regulatorisch gelenktes Wachstum. Wo dieses letztere, d. h. wo ein polarer Richtungsreiz eines Sprosses fehlt, kommt es trotz dem Streckungsbestreben und trotz der polaren Eigenschaften der einzelnen Zellen zu keinem geregelten, einheitlichen Faserverlauf einer Gesamtheit von Zellen. Solche Zustände treten vielfach bei den Störungen und Knäuelbildungen im Wundholz auf. Denn den Zellen unterhalb einer breiten klaffenden Querswunde fehlt zunächst ein gemeinsamer polarer Richtungsreiz, wie er zwischen entgegengesetzten Vegetationspunkten (Wurzel- und Sproßspitzen) als Polen wirksam ist. Die Folge davon ist, daß die richtungslosen Zellen einen regellosen Verlauf (Wirbelzonen) annehmen. Erst mit der Zeit vermag von den Seiten her der polare Richtungsreiz die Zellen wieder in einheitlicher Richtung um die Wunde herum den polaren Anziehungszentren entgegen zu lenken.

Überwallung von Baumstümpfen. Ein geradezu muster-gültiges Beispiel dafür, wie das Wachstum der Zellen sich bei fehlendem polarem Richtungsreiz gestaltet, haben wir an überwallten Tannenstümpfen. Meine Untersuchungen konnte ich an einem überwallten Weißtannenstumpf ausführen, der mir aus der Sammlung des hiesigen botanischen Instituts zur Verfügung gestellt wurde. Die Tanne hatte ein Alter von 127 Jahren und einen Durchmesser von ca. 20 cm, als sie gefällt worden war. Nach der Fällung des Stammes hatte das Dickenwachstum des Stumpfes noch 31 Jahre fortgedauert, und es war während dieser Zeit eine ca. 1½ cm breite Holzschicht am ganzen Umfang des Stumpfes entstanden, die ebenso, wie früher der Stamm, exzentrisches Dickenwachstum aufwies. Allein das Kambium beschränkte sich nicht auf die einfache Verdickung des Stumpfes, sondern es bildete auch an der Wunde einen Kallus, der nach und nach die ganze Schnittfläche kappenförmig überwallte und völlig einschloß. Es machte immer einen ganz merkwürdigen Eindruck auf mich, daß nach der Fällung des mächtigen Baumes der stehengebliebene Stumpf während vieler Jahre weitergelebt und dieses eigentümliche Organ als Schutzkappe über sich gezogen hatte.

Bei der Untersuchung der Holzschichten, die nach der Fällung sich gebildet hatten, fand ich deutliche Jahrringe sowohl an der Überwallungskappe als auch an dem Umfang des Stumpfes; nichtsdestoweniger aber war der Verlauf der Fasern mit der Zeit ein völlig gestörter geworden. Es treten alle möglichen Zellzüge auf, die sich kreuzen oder einander ausweichen; es entstehen jene charakteristischen Wirbelzonen, die oft kreisrund, beinahe geometrisch regelmäßig angelegt sind. Diese Störungen sind, wie in der Überwallungskappe gerade so auch in der Zuwachszone am ganzen Umfang des Stumpfes, auch weit entfernt von der Kalluskappe, zu treffen. Fig. 25 veranschaulicht eine Wirbelbildung. Die Abbildung ist nach einem Tangentialschnitt angefertigt, der durch das jüngste Holz der Zuwachszone des Stumpfes 10 cm unterhalb der Überwallungskappe geführt wurde. Die Pfeile geben die Polaritätsrichtung der Elemente an. Von links unten (bei A) ziehen sich die Zellen geradeaus nach oben in der Richtung zur Kalluskappe, wenden aber (bei B) im Bogen nach rechts, um (bei C) schließlich abwärts, also der Wurzel zu, zu wachsen. Dabei stoßen sie (bei D) mit den von unten rechts aufsteigenden Zellen zusammen und zwar mit den gleichnamigen Polen. Die letztgenannten Zellen suchen (bei E) durch Krümmung ihrer Spitzen den gleichnamigen Polen auszuweichen. Das gleiche Verhalten zeigen die Fasern bei F, wo der von oben rechts kommende Zellzug auf die von A entgegenwachsenden Zellen mit gleichnamigen Polen trifft.

Bei diesen Wachstumserscheinungen zeigt es sich, wie im Einzelverlauf (selbst in den Wirbelzonen) die Zellen möglichst ihrer polaren Eigenschaft nach sich zu strecken und mit ihren gleichnamigen Polen auszuweichen suchen, wie aber im Gesamtverlauf der Zellen das Fehlen einer gemeinsamen Richtung, in der die Zellen durch einen Richtungsreiz gelenkt polar wachsen können, sich immer mehr bemerkbar macht. Die einheitliche Richtung ist den Zellen des Tannenstumpfes durch die Fällung des Stammes verloren gegangen. Denn es besteht keine ausgeprägte polare Anziehung mehr durch zwei entgegengesetzte Vegetationspunkte als Anziehungszentren für die Zellen. Wohl übt zunächst der Kallus einen Reiz auf die Zellen aus, dem

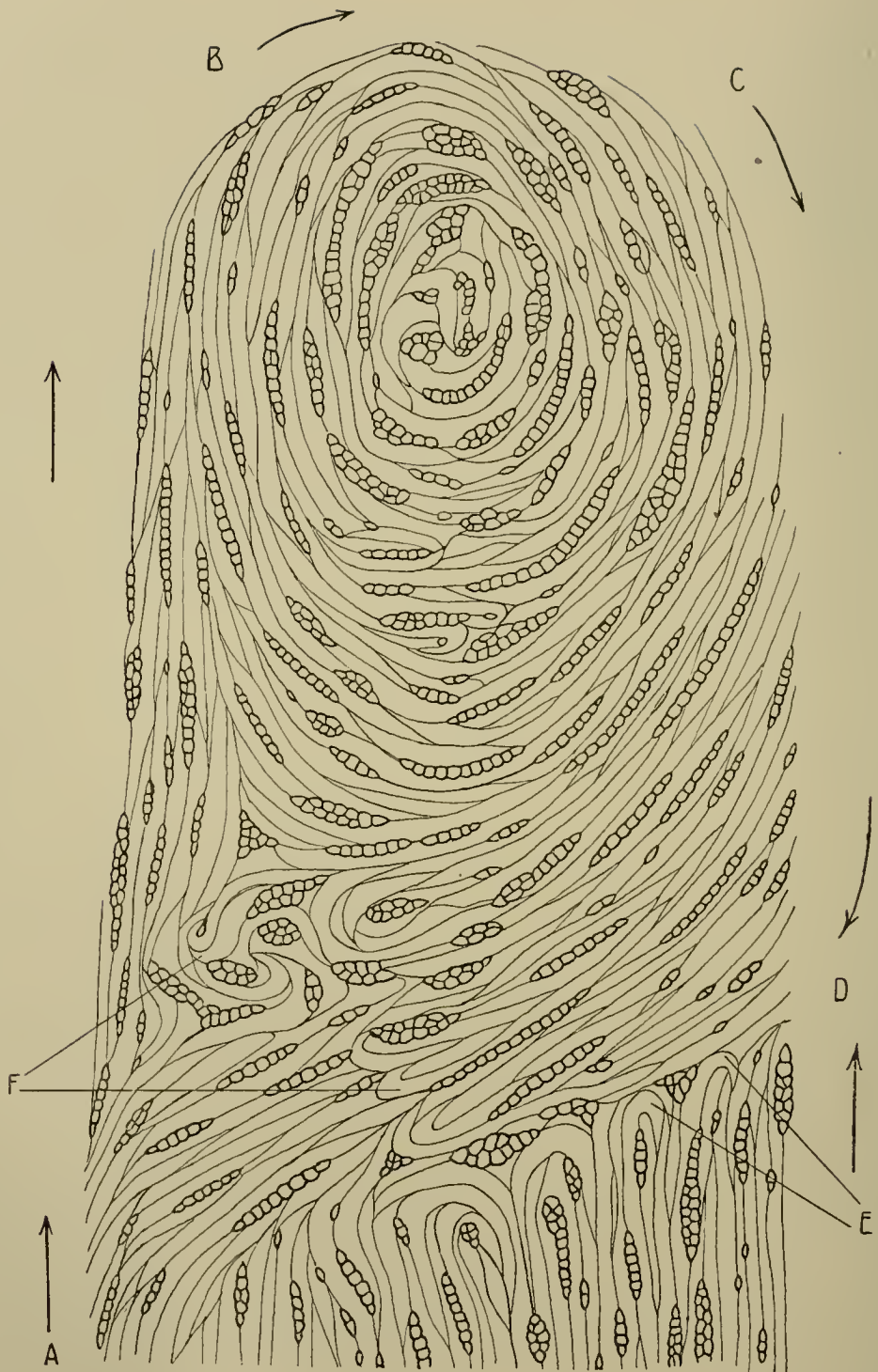


Fig. 25. *Abies alba*. Tangentialschnitt durch das Holz eines Baumstumpfes 10 cm unterhalb der Überwallungskappe. Wirbelbildung der Fasern infolge des Verlustes des polaren Richtungsreizes im Baumstumpf. Die Pfeile geben die Richtung der Polarität der Elemente an. Erklärung im Text. Vergr. 36 mal.

sie auch anfangs folgen. Während der 31 Jahre, in denen der Stumpf noch weiter gewachsen war, hatten aber die Störungen im Faserverlauf, die durch die Dekapitation eingetreten waren, nicht abgenommen. Vielmehr hatte bei fortschreitendem Dickenwachstum des Stumpfes die Verwirrung der Zellen immer weiter zugenommen, ein Verhalten das uns ganz natürlich erscheint, da eine Entwirrung des einmal gestörten Faserverlaufs nur durch einen polaren Richtungsreiz ermöglicht wird. Dieser kann z. B. die allmähliche Wiederherstellung des normalen Faserverlaufs nach bedeutenden Störungen an Querschnitten bewirken.

Konnte an anormalen Verhältnissen gezeigt werden, von welcher Bedeutung für eine Wiederherstellung des normalen Wachstums der Zellen der polare Richtungsreiz in der Pflanze ist, so erscheint seine Mitwirkung am normalen Aufbau der Pflanze ebenso notwendig. Der geradlinige Faserverlauf der Elemente in der normalen Pflanze, wie die durch Verzweigungen hervorgerufenen Änderungen im Faserverlauf, sind von dem polaren Richtungsreiz der Vegetationspunkte mit bestimmt. Durch diesen wird das Wachstum des interkalaren Vegetationspunktes, des Kambiums, regulatorisch beeinflusst.

3. Ausdifferenzierung der Elemente.

Die von den Kambiumteilzellen gebildeten Tochterzellen des Wundholzes bleiben längere Zeit bis zur Wiederherstellung eines normalen Zusammenhanges mit dem übrigen Gewebe durch Umlagerung oder Wiederverwachsung der Wundflächen hinsichtlich ihrer Ausdifferenzierung hinter den normalen Holzelementen zurück. Die parenchymatischen Zellen überwiegen über die prosenchymatischen. Die nach der Unterbrechung des longitudinalen Zusammenhanges sistierte Ausbildung von Faserelementen beginnt meist erst spät wieder. An schnell verwachsenden einfachen queren Einschnitten kehren rascher die normalen Holzelemente zurück als an klaffenden breiten Querschnitten, an denen größere Kallusbildungen auftreten. Mit dem Anschluß an das normale Gewebe, wie er durch Umlagerung erreicht wird, bilden sich wieder typische Leitelemente,

die auf kürzestem Wege eine Verbindung zu den normalen Elementen herstellen. Entstehen anfangs quere Gefäßzüge aus kurzen tonnenförmigen Zellen, so verschwinden diese mit zunehmender Umlagerung zugunsten normal gestreckter Gefäße.

An dekapitierten Trieben ist im allgemeinen das Dickenwachstum sehr beeinträchtigt. Bildet sich ein Kalluswulst an der Dekapitationsstelle, so findet ein ganz geringer keilförmiger Zuwachs in die Dicke statt. An dekapitierten Zweigen entstehen manchmal in der Nähe der Dekapitationsstelle Adventivtriebe und unterhalb von diesen tritt lokales Dickenwachstum der Zweige ein, während am übrigen Umfang des dekapitierten Sprosses keine Spuren von Dickenwachstum sichtbar sind. Im Gegensatz zu dem undifferenzierten Holz der Kalluswülste führt dieses unterhalb der Adventivtriebe entstandene Holz normal ausdifferenzierte Elemente. Die Adventivtriebe fördern das nach der Dekapitation unterbrochene Dickenwachstum wenigstens lokal wieder.

Es wäre nun denkbar, daß das starke Dickenwachstum an Tannenstümpfen bedingt ist durch einen vom Kallus ausgehenden Reiz, daß also der Kallus einem Vegetationspunkt ähnlich wirken kann. Tatsächlich gehen ja vielfach Vegetationspunkte aus ihm hervor. Wenn dann in anderen Fällen an Stümpfen oder unterhalb von Quersunden das Dickenwachstum ausbleibt, so wäre zu untersuchen, ob hier kein Kallus zur Ausbildung gekommen ist.

Im übrigen besteht aber kein Zweifel, daß auch ohne Sproßreiz oder Ersatz desselben durch Kallusreiz eine Ausbildung von Leitelementen stattfinden kann. Das zeigt sich z. B. bei der Ausdifferenzierung des Kallusgewebes. Im Mai 1913 stellte ich einige Versuche an, denen die Absicht zugrunde lag, bei der Wundholz- und Kallusbildung das eine Mal den Einfluß eines Sproßreizes möglichst auszuschalten und das andere Mal denselben lokal zu ermöglichen. An Zweigen von *Tilia* wurden Rindenstreifen durch zwei parallele, ca. 10 cm lange Längsschnitte und einen Querschnitt in der Mitte des Streifens vom Holz abgelöst, so daß sie nur noch oben und unten mit der übrigen Rinde zusammenhingen. Nach der Ablösung wurden sie wieder angelegt.

Beim ersten Versuch wurde ein Wiederverwachsen der Rindenstreifen mit dem Zweig durch eingeschobene Zinnfolie verhindert. Die Wundstellen wurden durch einen Verband aus Guttapercha vor dem Austrocknen geschützt. Im Herbst fanden sich bei der Untersuchung an den Wundflächen am Rindenstreifen wie am entblößten Holzteil kräftige Kallusbildungen. Auf der Innenseite des Rindenstreifens hatte sich aus den Kambiumzellen, die beim Ablösen desselben dort blieben, zunächst eine Schicht Wundholz gebildet, die am unteren Rindenstreifen bedeutend schwächer entwickelt war als am oberen. Am unteren Rindenstreifen nahm sie außerdem von unten nach oben hin allmählich ab. Außerhalb von dieser Wundholzschicht hatte sich eine Kallusschicht gebildet, die vielfach vor den Markstrahlendigungen ganz besonders stark entwickelt war, worauf Frank¹ schon hinweist: »Man sieht oft die von den Markstrahlen ausgehenden Zellen des Kallus reichlich vermehrt, förmliche Büschel von Schläuchen oder Zellreihen darstellen, die sich nach den Seiten hin ausbreiten«.

Durch diese ungleiche Wachstumstätigkeit des Kallus bekam das anfangs parallel dem Rindenstück verlaufende Kambium einen vielseits gebuchteten, welligen Verlauf, der besonders auf dem Querschnitt auffiel (vgl. Fig. 26).

Der Kallus preßt sich an den meisten Stellen gegen die Zinnfolie an. An seiner freien Oberfläche verkorkt er. Es entwickelt sich der Oberfläche parallel eine Kambiumzone (Fig. 27), die

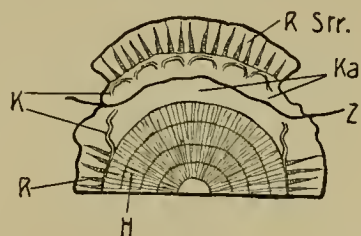


Fig. 26.

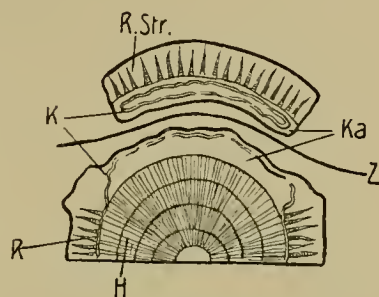


Fig. 27.

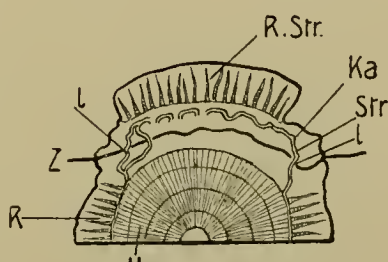


Fig. 28.

Fig. 26, 27 und 28. *Tilia amer.* Querschnitte durch Zweige (nur die eine Hälfte ist wiedergegeben) mit abgelösten Rindenstreifen = R. Str. H = Holz, K = Kambium, Ka = Kallus, l = Öffnungen in der Zinnfolie = Z, R = Rinde, Str = Verbindungsstränge des Kambiums. Verkl. $\frac{1}{5}$.

¹) Frank, A. B., Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau. 1880. S. 112.

Holz- und Bastelemente produziert. Dieses neue Kambium setzt sich an das alte an, so daß an dem Rindenstreifen wieder ein geschlossener Kambiumring entsteht. Einen derartigen Regenerationsvorgang hatte wohl schon Trécul¹ vor sich. Doch sprach er sich in seinen Untersuchungen nicht weiter darüber aus, ob er auch an der äußeren Kallusseite eine zweite Kambiumschicht, »cellules mères«, auftreten sah. Erst durch diese äußere Kambiumzone findet die völlige Regeneration eines geschlossenen Holzkörpers statt.

Die Bildung eines Kambiums im Kallus konnte ich überall dort nachweisen, wo der Kallus eine freie Oberfläche darbietet. Das Kambium folgt dabei mehr oder weniger den Windungen der verkorkten Oberfläche. Sind zwei Kalli an der Verwachsung verhindert, so bildet sich an jedem unter der Oberfläche ein Kambium aus, tritt aber Verwachsung ein, so unterbleibt die Kambiumbildung. Ganz das gleiche erfolgt auch im Kallus am bloßgelegten Holzkörper. Diese Beobachtungen stimmen mit den von Vöchting² über die Kambiumbildung ausgesprochenen Sätzen überein.

Beim zweiten Versuch ließ ich, wie beistehender Skizze eines Querschnitts zu entnehmen ist, Fig. 28, zwei Spaltausschnitte (l) in der Zinnfolie, durch die hindurch eine Verwachsung der Kalli möglich war. Durch diese Lücken (l) hindurch verband sich nach der Verwachsung der Kalli das Kambium des Zweiges mit dem des abgelösten Rindenstreifens (R. Str.). Diese Kambiumstränge (Str.) hatten Holz- und Siebteil gebildet und zogen sich in wellenförmigen Zügen durch das Kallusgewebe. Durch die Vereinigung war ein geschlossener Verdickungsring gebildet und es erfolgte wieder normales Dickenwachstum. Da jedoch nach oben bzw. nach unten zwischen den beiden Rindenstreifen eine Verwachsung verhindert war, so lagerten sich die Kambiumzellen der Rindenstreifen allmählich in die Richtung jener seitlichen Verbindungsbrücken (l) um, durch die hindurch der Stoffaustausch zwischen den Rindenstreifen und dem Zweig vor sich gehen konnte.

¹) Trécul, A., Production du bois par l'écorce des arbres dicotylédonés. Ann. sc. nat. Bot. III. Série. Paris. 1853. 19, 257 ff.

²) Vöchting, H., a. a. O. S. 148.

Aus dem ersten Versuch ergibt sich, daß die Ausbildung von Holz- und Bastelementen an abgelösten Rindenstreifen auch ohne Sproßreiz erfolgt. Es entsteht zunächst ein Kallus, in diesem ein Kambium, das nach außen Bast-, nach innen Holzelemente abgibt. Wir haben hier also einen selbständigen Regenerationsvorgang eines vollständigen Holzkörpers an einem Rindenstreifen vor uns. Aus dem zweiten Versuch geht hervor, daß auch durch den lokalen Zusammenhang mit dem Sproß durch die Brückenbildung im Kallus keine merkliche Zunahme der Holzbildung stattfindet.

Ergebnisse: Durch quere Unterbrechung des Kambiums — durch quere, schiefe, schraubige Wunden — werden die Kambiumzellen zu Querteilungen veranlaßt. Die Kambiumteilzellen wachsen aus und folgen dabei dem polaren Richtungsreiz des eigenen Sprosses, so daß eine Umlagerung eintritt. Durch diese nehmen sie eine neue — quere, schiefe, schraubige — Lage ein. Die Ausdifferenzierung der Elemente bleibt hinter der normalen Gewebedifferenzierung zurück. Es findet eine auffallende Zunahme der Markstrahlen und des Parenchyms statt. Zu Anfang der Umlagerung treten quere und schiefe Gefäßstränge auf. An dekapitierten Trieben, Baumstümpfen übt ein ev. entstehender Kallus ebenfalls einen Richtungsreiz auf die Kambiumzellen jedoch nur in geringem Maße aus, so daß es mit der Zeit durch den Verlust eines polaren Richtungsreizes zu vollständigen Verwirrungen (Wirbelbildungen) der richtungslosen Zellen kommt. An offenen Querwunden und dekapitierten Trieben können die Kambiumteilzellen schließlich als Kalluszellen über die Oberfläche hervorwuchern und zeigen dann ein von einem Richtungsreiz unabhängiges, allseits gerichtetes Wachstum.

IV. Zellumlagerungen an umgekehrten Pflanzen.

Besonders zwei Gründe veranlaßten mich zur Anstellung von Versuchen mit umgekehrten Weidenstecklingen. Einmal war es die Beobachtung, daß durch Zellumlagerung nach Dekapitation des Haupttriebs die Gefäßbahnen, die anfangs quer verlaufen, bald wieder in der neuen Polaritätsrichtung der Zellen gleichsinnig mit

der Stoffbewegung ausgebildet werden. Ich fragte mich nun, ob auch bei völliger Umkehrung der Stoffbewegung die Zellen sich in diese neue Richtung umzulagern vermögen. Zum anderen waren mir einige merkwürdige Umlagerungen an Verzweigungsstellen von *Sophora* aufgefallen (vgl. S. 516), die für die Möglichkeit einer Beeinflussung, vielleicht sogar einer Umkehrung der Polarität durch den Richtungsreiz des Seitentriebs sprachen. Ich stellte zweierlei Versuchsreihen mit Weiden an:

Anfang März 1913 wurden ein- oder zweijährige Triebe der Trauerweide zurecht geschnitten, so daß sie aus oben und unten dekapitierten Hauptsprossen bestanden, denen, etwa senkrecht, kurze Seitentriebe ansaßen. Der Hauptproß blieb unterhalb des Zweigansatzes nur ganz kurz und wurde hier an seiner Wundfläche mit Baumwachs verklebt; oberhalb dagegen war er 20 cm lang. Nunmehr wurde der Steckling invers gestellt und mit der Spitze in die Erde gepflanzt. Diese Versuchspflanzen, etwa 30 an der Zahl, blieben zunächst im Warmhaus in sehr feuchter Luft und kamen dann Anfang Mai ins Freie, wo sie vor direkten Sonnenstrahlen geschützt wurden. Sehr viele starben trotz aller Vorsichtsmaßregeln ab oder brachten es zu keinem rechten Wachstum. Einige, die sich an ihren apikalen Enden gut gewurzelt hatten, entwickelten sich günstig weiter und entfalteten dauernd neue Blätter an dem kurzen Seitentrieb. Die Seitensprosse richteten sich nur schwach auf, meist blieben sie in wagerechter Stellung. Nur junge Adventivtriebe waren negativ geotropisch aufgerichtet. Im Laufe des Sommers bildeten sich an den Verzweigungsstellen Anschwellungen.

Die zweite Versuchsreihe wurde nicht mit einer Trauerform der Weide, sondern mit *Salix viminalis* angestellt. Ich wählte unverzweigte vorjährige Sprosse, deren Augen noch nicht ausgetrieben hatten. Der größere apikale Teil des Stecklings von ca. 30 cm Länge wurde in die Erde gepflanzt, der kürzere, basale Teil, an dem meist zwei Augen sichtbar waren, ragte ca. 20 cm über die Erde heraus. Im Lauf des Sommers trieben die meisten dieser umgekehrten Pflanzen aus; ihre Seitensprosse entwickelten sich teilweise sehr kräftig und richteten sich negativ geotropisch auf. Auch an diesen Pflanzen entstanden am Ansatz der Seitensprosse je nach deren Größe schwächere oder

stärker ausgebildete Geschwülste, die sich am Haupttrieb entlang noch weiter erstreckten. Einen Anfang solcher Geschwulstbildung fand ich auch an der Ansatzstelle einiger Wurzeln. Leider war ich genötigt, am Ende des Sommers 1913 beide Versuchsreihen abzubrechen, so daß ich die fernere Entwicklung der Geschwülste, die mitten im Gang war, nicht weiter verfolgen konnte.

Für die ältere Literatur über die mannigfachen Umkehrversuche verweise ich auf Vöchtings »Organbildung im Pflanzenreich«. In neuerer Zeit wurden Umkehrversuche mit Weiden von Vöchting, Strasburger, Berthold ausgeführt. Meine Untersuchungen, ausgehend von Beobachtungen über Zellumlagerungen an Verzweigungsstellen, knüpfen hauptsächlich an die Mitteilungen Strasburgers¹ an über den anatomischen Anschluß der Elemente an Verzweigungsstellen in umgekehrt wachsenden Weidenstecklingen. Ich werde mich bei den folgenden Mitteilungen über die Zellumlagerung in den umgekehrten Pflanzen auf diese zuletzt genannten anatomischen Veränderungen an den Verzweigungsstellen beschränken; was die noch viel weitergehenden Umlagerungen in den Geschwülsten betrifft, die von größter Bedeutung für das polare Wachstum der Pflanzen sind, so möchte ich auf neueste Arbeiten Vöchtings² verweisen, von denen ich nach Beendigung meiner Versuche und Untersuchungen briefliche Mitteilung erhielt.

Zur Schilderung der anatomischen Verhältnisse wähle ich zunächst eine kleine Geschwulst, wie sie sich an einem umgekehrten Steckling von *Salix babylon.* an der Verzweigungsstelle gebildet hat. Auf tangentialen Längsschnitten konnte ich dort die Kambiumzellen vielfach quer geteilt finden als Folge der Dekapitation und des Reizes vom Seitensproß her. Die ersten Anfänge einer Umlagerung gehen ganz entsprechend denen an dekapierten Verzweigungsstellen von *Tilia* vor sich. Bei dem Auswachsen der Kambiumteilzellen suchen die Zellen in der Regel sich streng polar an die Elemente des Seitentriebs anzuschließen. Auf der Figur 29 ist die Richtung der umgelagerten Elemente durch Pfeile angegeben. In einigen Fällen traten aber Stö-

¹) Strasburger, Leitungsbahnen. S. 94 f f.

²) Vöchting, H., vgl. Schlußbemerkung. Bot. Zeitg. 1906.

rungen im Faserverlauf ein. Ich beobachtete Anfänge von Knäuelbildungen um Markstrahlzellen herum. Dabei hatten sich einzelne Zellen mit ihren Wurzelpolen anstatt mit den Sproßpolen dem Seitentrieb zugewandt. Die weitere Untersuchung zeigte aber, daß damit keine dauernde Veränderung der Polarität gegeben ist, daß solche Zellen vielmehr im Lauf der Weiterentwicklung in ihren Tochterzellen sich polar in die Richtung des Seitentriebs einstellen.

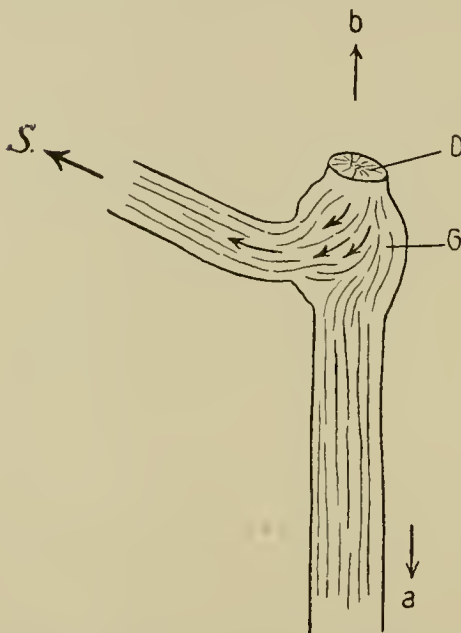


Fig. 29. *Salix babyl.* Verzweigungsstück eines umgekehrt wachsenden Stecklings. a = Richtung des apikalen, b = des basalen Endes des Haupttriebs, D = Dekapitationsstelle des Haupttriebs, G = Geschwulst am Zweigansatz, die Elemente der Geschwulst zum Teil schon in der Richtung des Seitentriebs = S umgelagert. Der Faserverlauf im Holz (in tangentialer Ansicht) nach Ablösung der Rinde angedeutet. Verkl. $\frac{1}{5}$.

Auf tangentialen Schnitten an derselben Stelle, die durch das neugebildete Holz der Geschwulst geführt wurden, untersuchte ich den Anschluß der Gefäße des Haupttriebs an den Seitentrieb. Dadurch, daß ich in diese Holzpartien vor der Herstellung der Schnitte von den Seiten her schwarze Tusche eindringen ließ, war es mir möglich, auf den Tangentialschnitten nachher den Gefäßverlauf auf weiter Strecke mit Sicherheit zu verfolgen. Denn es war die schwarze Tusche natürlich nur in die kommunizierenden Gefäße eingedrungen, deren Lumen dadurch schwarz gefärbt war, während die umliegenden Zellen mit Rutheniumrot und Gentianaviolett blaue bzw. rote Farben angenommen hatten.

Einen solchen Tangentialschnitt gibt die Abbildung 30 wieder. Von links oben, das ist vom basalen Ende des Haupttriebs her, ziehen sich in gestrecktem Verlauf Gefäße herunter, die dann plötzlich nach rechts in der Richtung zum Seitentrieb abbiegen und mehr oder weniger gewundenen Verlauf in querrer Richtung durch die kurzelligen Elemente annehmen. Von

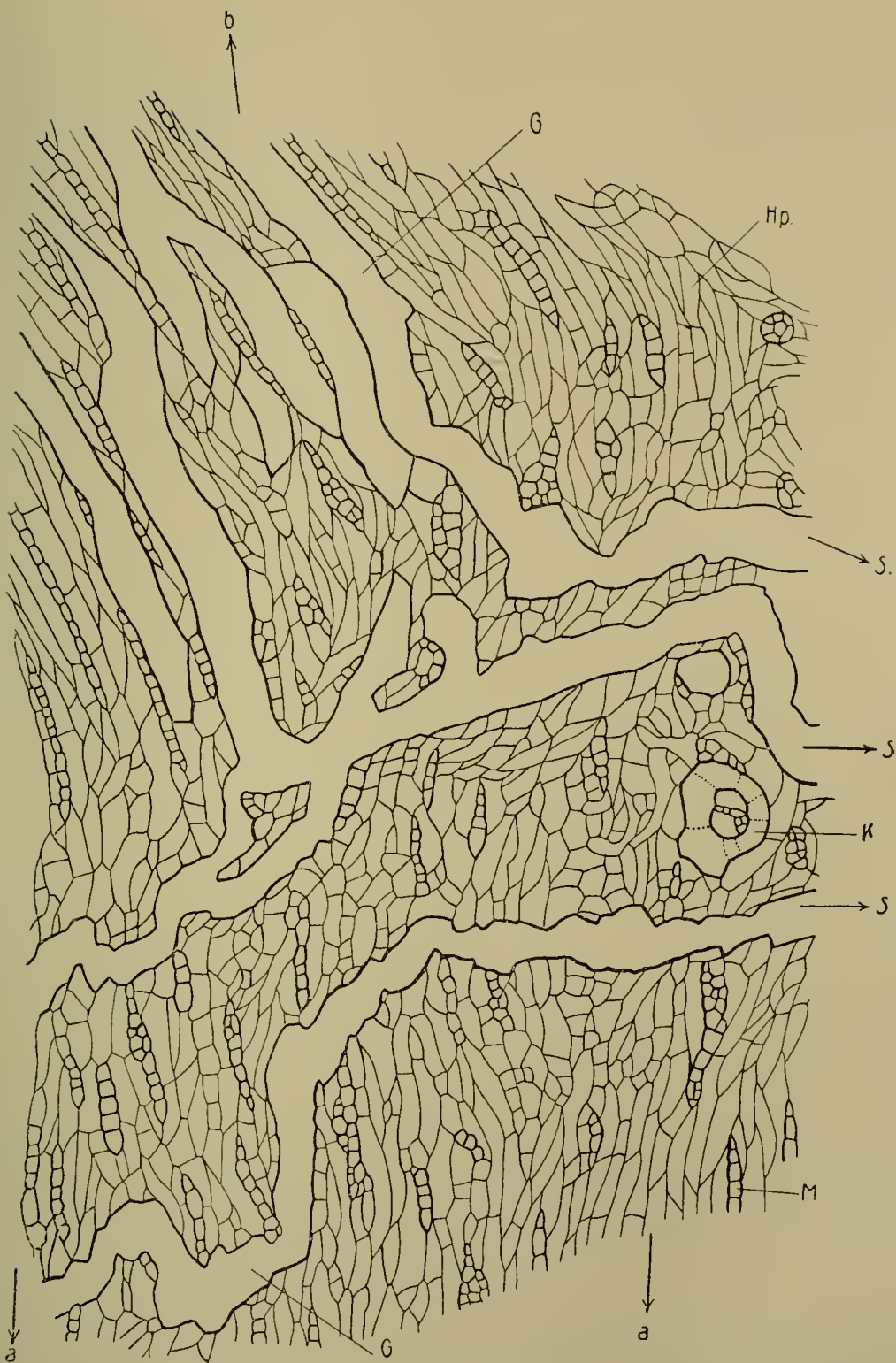


Fig. 30. *Salix babyl.* Tangentialschnitt durch das Holz einer Geschwulst am Zweigansatz eines verkehrt wachsenden Stecklings. a = Richtung des apikalen, b = des basalen Endes des Haupttriebs, G = Gefäße, Hp = Holzparenchym, K = kreisförmige Gefäßbahn, M = Markstrahlen, S = Richtung des Seitentriebs. Vergr. etwa 60mal.

links unten, das ist vom apikalen, in der Erde wurzelnden Sproßende des Haupttriebs her, steigen in gewundenen Zügen zwei Gefäßstränge auf. Der eine (in der Fig. der obere) vereinigt sich mit den von oben (vom basalen Ende) herkommenden Gefäßen und wendet sich quer durch die kurzen Zellen dem Seitentrieb zu. In seinem Verlauf lassen sich benachbarte Zellen beobachten, die sich seiner Richtung angeschlossen haben und mit ihren Wurzelpolen dem Seitentrieb zustreben. An der rechten Bildseite sehen wir den Gefäßstrang wieder plötzlich nach abwärts abbiegen, um dann dem Seitentrieb sich zuzuwenden. Das zweite dieser vom apikalen Ende her aufsteigenden Gefäße hat einen wurmförmigen, gekrümmten Verlauf. Es schlängelt sich auch wieder quer zu der ursprünglichen Polaritätsrichtung durch die Zellen hindurch, weicht dabei einzelnen Markstrahlgruppen aus und wendet sich schließlich wie die anderen Gefäße dem Seitentrieb zu. Zwischen solchen Gefäßen beobachtete ich öfters auch kreisförmige Gefäßbildungen, wie sie auf der Abbildung (bei K) ebenfalls zu sehen sind. Die Markstrahlen sind in dem kurzzelligen abnormen Holz der Geschwulst vielfach in kürzeren, aber erbreiterten Reihen angeordnet.

Auf dem Querschnitt betrachtet war die Anordnung der Gefäße in dem Holzzuwachs der Geschwulst an der Verzweigungsstelle eine völlig geänderte. Sind im normalen Holz die Gefäße meist einzeln, regelmäßig zerstreut, so liegen sie im Zuwachs der Geschwulst meist zu mehreren beieinander; oft sind sie in Reihen und zwar tangential nebeneinander in der Richtung des Seitentriebs angeordnet und sind dann seitlich miteinander verschmolzen. Diesen Bildern entsprechen die auf den Tangentialschnitten (vgl. Fig. 31), auf denen eine treppenförmige Lagerung der Gefäße zu erkennen war. Dabei kommunizieren die Gefäße seitlich miteinander. An mazeriertem Material ließ sich beobachten, daß sehr viele dieser Gefäßglieder auf ihren Längswänden perforiert sind.

Auf Radialschnitten konnte ich außerdem feststellen, daß auch in radialer Richtung eine treppenförmige Gefäßverschmelzung eingetreten ist, entsprechend der sehr raschen radialen Zunahme der Geschwulst.

Mit fortschreitender Umlagerung der Zellen an der Verzweigungsstelle in die Richtung des Seitentriebs nehmen die Gefäße einen immer mehr gestreckten Verlauf an. Diese Vorgänge ließen sich an den weit besser entwickelten Ge-

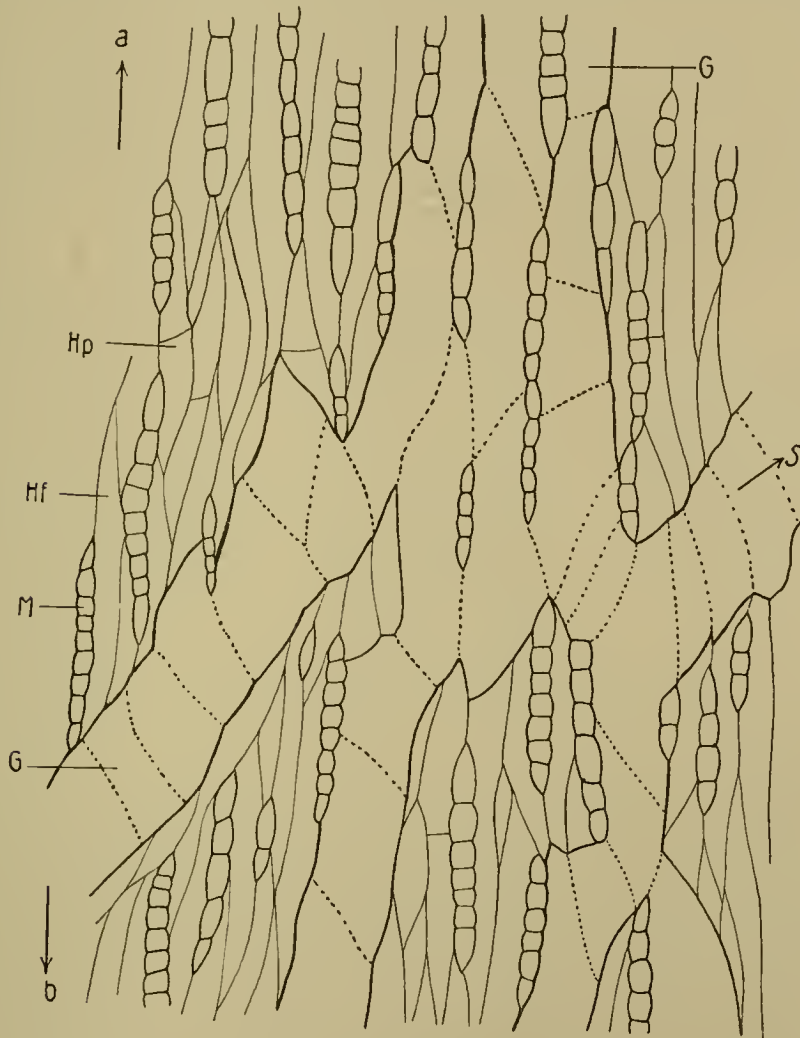


Fig. 31. *Salix babyl.* Tangentialschnitt durch das Holz einer Geschwulst am Zweigansatz eines umgekehrt wachsenden Stecklings. a = Richtung des apikalen, b = des basalen Endes des Haupttriebs, G = Gefäße, Hf = Holzfasern, Hp = Holzparenchym, M = Markstrahl, S = Richtung des Seitentriebs. Vergr. 90 mal.

schwülsten der Stecklinge von *Salix viminalis* verfolgen. Eine kleinere Anschwellung an einer Verzweigungsstelle ist auf Fig. 32 wiedergegeben. Es zweigt an dieser Stelle ein 70 cm langer neugebildeter Seitentrieb (S) ab, der sich negativ geotropisch aufgerichtet hatte. Um sich die anatomischen Verhältnisse

besser vorstellen zu können, erinnere man sich daran, daß im Haupttrieb, der verkehrt mit seinem apikalen Ende im Boden wurzelt, die Stoffbewegung zunächst völlig entgegengesetzt zur Polaritätsrichtung vor sich geht, während im negativ geotropisch aufgerichteten Seitentrieb die Leitung der Nährstoffe und des Wassers in der normalen Richtung gleichsinnig mit der Polarität erfolgen kann. An der Verzweigungsstelle herrscht demnach ein ausgesprochener Richtungsgegensatz der Elemente. Diesen Gegensatz können die Pflanzen in der Geschwulst wenigstens

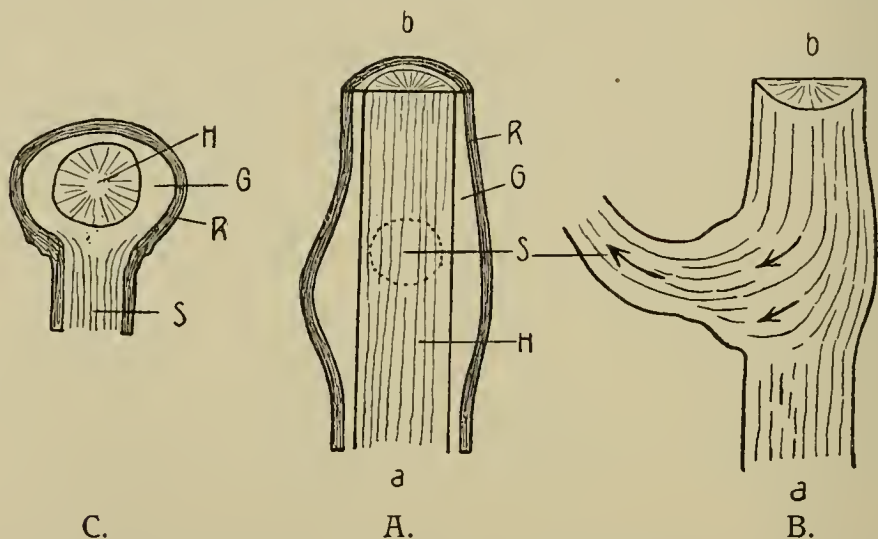


Fig. 32. *Salix viminalis*. Geschwulst am Zweigansatz eines umgekehrt wachsenden Stecklings. A: im Längsschnitt, B: Faserverlauf im Holz der Geschwulst nach Ablösung der Rinde, C: im Querschnitt. a = Richtung des apikalen, b = des basalen Endes des Stecklings. G = Holz der Geschwulst, H = normales Holz vor der Umkehrung gebildet, R = Rinde, S = Seitentrieb des Stecklings. Verkl. $\frac{1}{5}$.

durch eine teilweise Umlagerung ihrer Elemente wieder aufheben und so einen normalen Anschluß stellenweise wieder herstellen.

Der Faserverlauf der Elemente und Gefäßstränge ist auf der Figur 32 B angegeben. Beim Vergleich mit einer normalen Verzweigungsstelle an aufrechten Pflanzen fällt an den umgekehrten Pflanzen auf, daß sich der anatomische Anschluß der neugebildeten Elemente eingreifend geändert hat. Stehen normaler Weise alle Elemente des Astes scheinbar nur in seitlicher Berührung mit denjenigen der Tragachse und

gehen sie nur grundwärts in diese über, so verändert sich dieses Verhalten mit fortschreitender Umlagerung der Elemente an der Verzweigungsstelle. Durch die Tätigkeit des Kambiums gelingt es der umgekehrten Pflanze, eine rasche Zunahme der Elemente durch die Geschwulstbildung an dem Haupttrieb sowohl scheidelwärts als auch grundwärts und zu beiden Seiten rechts und links des abzweigenden Triebes herbeizuführen, die sich in die Richtung des Seitentriebs umlagern. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, daß ausreichende Verbindungen von Leitelementen vom Seitentrieb zum umgekehrten Haupttrieb reichen, in denen die Stoffbewegung normal, d. h. der Polaritätsachse der Elemente parallel erfolgen kann.

In den unter der Verzweigungsstelle dem apikalen Ende zu liegenden Teilen der Geschwulst ist ebenfalls eine auffallende Lageveränderung der Elemente erfolgt, auf die näher einzugehen nicht in der Absicht meiner Untersuchung liegt. Es werden darüber die demnächst erscheinenden ausgedehnten Untersuchungen Vöchtings wohl genauen Aufschluß geben.

Ergebnisse: Aus den anatomischen Veränderungen in der Geschwulst an der Verzweigungsstelle ist zu ersehen, daß auch die umgekehrt wachsende Pflanze das Bestreben hat, die Polaritätsachse ihrer Elemente möglichst gleichsinnig mit der Stoffbewegung zu regulieren. Erfolgt diese Stoffbewegung in den umgekehrten Pflanzen zunächst umgekehrt zur Polaritätsrichtung der Zellen, so erfährt dieser Vorgang eine Änderung:

1. Dadurch, daß sowohl in tangentialer als auch radialer Richtung ein querer oder treppenförmiger Aufstieg der Gefäßbahnen stattfindet.

2. Durch die Umlagerung der Kambiumzellen, die, von der Verzweigungsstelle ausgehend, auf weitere Partien übergreift, so daß die Derivate der Kambiumzellen schon von vornherein in normaler Richtung sich zu Gefäßbahnen ausbilden können.

Eine wirkliche Beeinflussung der Polarität der kurzen Kambiumteilzellen im Sinn einer Umkehrung ihrer Polarität durch die inverse Lage konnte nicht festgestellt werden. Die Polarität der einzelnen Zellen bleibt auch in den umgekehrten

Pflanzen erhalten, aber Störungen im Gesamtverlauf der Zellen konnte ich häufig feststellen, und es ist zu erwarten, daß sie sich mit der Zeit in der Geschwulst immer weiter ausbreiten. Denn der ursprüngliche polare Richtungsreiz ist nicht mehr wirksam: An der früheren Basis üben keine Wurzel-, an der Spitze keine Sproßvegetationspunkte mehr einen Reiz auf die Zellen aus. Ein neuer polarer Richtungsreiz ist an die Stelle des alten getreten: am früheren apikalen Ende hat sich der Steckling bewurzelt, am basalen einen Seitentrieb gebildet. Es sind damit zwei neue polare Anziehungszentren für die Zellen geschaffen. Dieser Umkehrung des Reizes entsprechend, der von den neuen Vegetationspunkten ausgeht, lagern sich die Elemente an der Verzweigungsstelle um. Für das Zustandekommen der Umlagerung und die Wiederherstellung normaler Verhältnisse im Gesamtverlauf der Elemente erweist sich also auch an den umgekehrten Pflanzen neben den polaren Eigenschaften der Einzelemente der Einfluß des polaren Richtungsreizes der Spitzenvegetationspunkte auf die Gesamtheit der Zellen als ein wichtiger Faktor.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Schluß.

Unter Hinweis auf die Zusammenfassungen am Schluß eines jeden Abschnittes (vgl. S. 493, 503 und 514, S. 518, 529 und 537) soll hier nur ganz kurz das Gesamtergebnisse angegeben werden, an das sich einige Betrachtungen allgemeiner Art anschließen.

Die vorliegenden Untersuchungen haben ergeben, daß ein Seitenzweig nach Dekapitation des Hauptsprosses eine Reihe von Veränderungen in dem Kambium dieses seines Tragsprosses in der Nähe seiner Ansatzstelle herbeiführt. Sie bestehen hauptsächlich in folgendem:

1. Die Kambiumzellen zerfallen durch Querwände in kurze Elemente, die vorzüglich Holz- und Bastparenchym erzeugen. Die Kambiumteilzellen wachsen in der Richtung des Seitenzweigs aus und können sich dabei bis zu völliger Umkehrung umlagern.

2. Es entstehen aus den kurzgliedrigen Kambiumteilzellen große Gefäße, die mehr oder weniger quer verlaufen; es sind Fusionen, die nicht wie gewöhnlich durch Resorption der Querwände, sondern der Längswände entstehen. Sie gestatten eine Ausnützung des Holzkörpers im Hauptstamm für die Zwecke der Wasserversorgung des Seitentriebs. Da eine quere Wasserbewegung durch den typisch gebauten Holzkörper schwierig ist, so würde ohne solche neue Bahnen das direkt unter der Dekapitationsstelle gelegene Kambium nutzlos sein und am besten seine Tätigkeit ganz einstellen. Diesen Gefäßbahnen, die provisorisch den Anschluß für die Wasserversorgung besorgen, entsprechen ganz analog gebaute Siebröhren.

3. Die Pflanze begnügt sich aber nicht mit diesem Provisorium, sondern sie schafft durch Auswachsen der Kambiumteilzellen in der Richtung der neuen Stoffleitung bald Elemente, die schon bei ihrer Entstehung in dieser neuen Richtung liegen, die also, wenn sie zu Gefäßen oder Siebröhren werden, wieder eine Querwandresorption aufweisen können.

Es ist besonders zu betonen, daß alle diese Vorgänge, nur nicht in so extremer Weise, auch dann eintreten, wenn ihr Schauplatz so weit von der Dekapitationsstelle des Haupttriebs entfernt liegt, daß die durch die Verwundung bedingten Änderungen völlig getrennt von den durch den Seitenzweig veranlaßten auftreten. Tatsächlich sind aber die an Querwunden auftretenden Vorgänge ganz die gleichen, wie die am Zweigansatz beobachteten. Wenn die Dekapitationsstelle nahe am letzteren liegt, so geht durch vereinigte Wirkung des Zweiges und der Querswunde alles rascher vor sich. Auch nach Querswunden also verkürzen sich durch mehrfache Teilung die Kambiumzellen. Es treten quere Gefäßstränge auf, die einen Anschluß an die zu beiden Seiten der Wunde verlaufenden normalen längsgestreckten Gefäßbahnen herstellen. Es findet endlich ein Auswachsen der Kambiumzellen statt; die Kambiumzellen vollziehen Richtungsänderungen, die dahin führen, daß die direkt unter bzw. über der Wunde gelegenen Elemente einen Anschluß zu dem direkt oberhalb bzw. unterhalb gelegenen erhalten, indem eine bogenförmige Umkreisung des Wundrandes erfolgt.

Kann man im ersten Falle sagen, die Elemente stellen sich in die Polaritätsrichtung des Seitenzweigs ein, so muß man bei Wunden sagen, sie suchen polaren Anschluß an die Elemente des eigenen Zweigs. Und man kann nicht daran zweifeln, daß von den normal funktionierenden Elementen des Seitenzweigs bzw. des eigenen Zweigs aus auf die durch Dekapitation oder Querschnitte in anormale Lage gekommenen Elemente ein Richtungsreiz ausgeübt wird.

Fehlt aber der zwischen entgegengesetzten Vegetationspunkten (Wurzel- und Sproßspitzen) wirksame polare Richtungsreiz, wie es an überwallten Baumstümpfen der Fall ist, so kommt es zu regellosem Verlauf und Wirbelbildungen der richtungslosen Zellen. Findet hingegen eine völlige Umkehrung des polaren Richtungsreizes in umgekehrt wachsenden Pflanzen dadurch statt, daß sie sich am früheren apikalen Ende bewurzeln und am basalen Ende Seitentriebe ausbilden, so entstehen am Ast- und Wurzelansatz höchst eigentümliche Geschwülste. In den Geschwülsten am Astansatz lagern sich die Zellen im Sinn des neuen polaren Richtungsreizes um.

Bei diesen mannigfachen Umlagerungen, die sich im Kambium und in seinen Derivaten vollziehen, treten uns zwei Fragen von allgemeinerem Interesse entgegen, die Frage nach dem gleitenden Wachstum und die nach der Polarität der Zellen.

Gleitendes Wachstum. Seit Krabbe auf die allgemeine Verbreitung von Verschiebungsprozessen der Zellen aufmerksam gemacht hat, ist die Frage nach dem gleitenden Wachstum immer wieder teils verneinend, wie von Kienitz Gerloff, teils bejahend, so in letzter Zeit besonders von Nathanson¹, Jost beantwortet worden. Jost² zeigte, daß zur Erklärung gewisser Vorgänge im Kambium des Astansatzes und bei der Zerteilung der Markstrahlen die Annahme des gleitenden Wachstums eine unabweisbare Forderung sei, und er äußert sich weiter dahin: »Eine direkte Beobachtung des gleitenden Wachstums ist hier so wenig möglich als an anderen Orten, wo seine Existenz ebenfalls nur aus logischen Gründen erschlossen werden kann.« Um also dem Problem näher zu kommen, gibt es, solange keine

¹) Nathanson. Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.). 1898. 32.

²) Jost. Bot. Zeitg. 1901.

direkte Beobachtung der Wachstumsbewegung möglich ist, nur die Methode indirekter Beobachtung; d. h. aus möglichst vielen genau festgestellten Wachstumszuständen müssen wir die Wachstumsbewegung so zu rekonstruieren suchen, wie und auf welchem Weg sie sich vollzogen haben muß.

Durch vergleichende Beobachtung vieler Wachstumsstadien, die bestimmte Kambiumzellen und deren Tochterzellen beim Dickenwachstum während der Umlagerung durchlaufen haben, konnten wir an Hand von Serienschnitten die Gleitbewegungen bestimmter Zellen aus der ursprünglichen in ihre neue Lage Schritt für Schritt verfolgen¹.

Mit dem im Holz- und Bastteil geführten Nachweis von Tüpfelspaltungen und damit der Aufhebung von vermutlich bestehenden Plasmaverbindungen muß ein Haupteinwand, der immer wieder gegen das Bestehen des gleitenden Wachstums erhoben wird, fallen. Haberlandt² äußert sich über diese Frage dahin: »Der einzig triftige Grund, der gegen das gleitende Wachstum vorgebracht werden konnte, war der Hinweis auf die allgemeine Verbreitung der Plasmaverbindungen. Nun steht aber gegenwärtig nichts im Wege, anzunehmen, daß Plasmaverbindungen auch nachträglich, d. h. nach Beendigung des gleitenden Wachstums entstehen können.«

Wie gezeigt wurde, werden manche Zellen bei diesen Umlagerungen ganz aus dem Kambium entfernt. Die Zellen aber, die während der Umlagerung im Kambium erhalten bleiben, schließen sich nach der Umlagerung wieder zu einem einheitlichen Gewebe zusammen, in dem die Individualität der Einzelzelle, wie sie in ihren Bewegungen zum Ausdruck gekommen war, wieder verschwunden ist.

Die Zellen zeigen also durch ihre Wachstumsbewegungen eine relative Selbständigkeit innerhalb des Gewebeverbandes. Indem die einzelnen Zellen aus dem festen Verband der Nachbarzellen sich loszulösen und auf der Nachbar-

¹) Es sei hier auf eine Arbeit von J. Klinken hingewiesen »Über das gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Koniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde«, die nach Abschluß unserer Untersuchungen erschienen ist. *Bibl. botan.* 1914. Heft 84.

²) Haberlandt, G., *Physiologische Pflanzenanatomie*. 4. Aufl. 1909. S. 90.

zellwand in ziemlich großer Ausdehnung zu gleiten vermögen, wie es hauptsächlich bei den Kambiumzellen der Fall ist, offenbaren sie eine gewisse Unabhängigkeit von den Nachbarzellen. Dieser selbständigen Funktion der Zelle, als Elementarorgan betrachtet, tritt aber, wie wir sahen, sofort ihre Abhängigkeitsbeziehung zum Organismus gegenüber, die sie als Teil eines Ganzen beherrscht: Das polare Wachstum. Die Zelle als Glied des Organismus führt ihre Bewegungen nicht willkürlich, sondern nach gesetzmäßigen Wechselbeziehungen im Organismus in bestimmter Richtung aus.

Polarität: Wenn wir uns zum Schluß unserer Untersuchungen nunmehr der Frage zuwenden, die uns bei den verschiedenen Erscheinungen der Zellumlagerung am Astansatz, an Wunden, an überwallten Baumstümpfen, an umgekehrten Pflanzen immer wieder entgegen getreten ist, die Frage nach dem polaren Wachstum der Zellen, so sei eine Ausführung Vöchtings¹ hier vorangestellt, in der er sich über die Polarität der Zellen dahin ausspricht: »Wie früher angeführt wurde, ist schwerlich daran zu zweifeln, daß in gewöhnlichen Organen alle parallel zu ihrer Längsachse gestreckten Elemente so gebaut sind, daß ihre Polarität und ihre Längsachse dieselbe Richtung haben, so zwar, daß im allgemeinen der Sproßpol nach oben, der Wurzelpol nach unten gerichtet ist. Die Parenchymzellen stellte ich mir in demselben Sinne, jedoch minder streng, polarisiert vor, derart, daß die Achse der Polarität mehr oder weniger weit von der Längsachse des Organs abweichen könne. Diese Annahme habe ich inzwischen aufgegeben und bin zu der Vorstellung gelangt, daß auch alle Parenchymzellen gleichsinnig parallel der organischen Längsachse polarisiert sind, daß aber ihre Polarität leichter beeinflußt werden kann, als die der langen Elemente des Bündels.«

Mit diesen Anschauungen Vöchtings stimmen meine Beobachtungen vollkommen überein, aus denen hervorgeht, daß die langgestreckten normalen Kambiumzellen durch die Dekapitation des Haupttriebs und durch den Reiz des Seitenzweiges zunächst einmal in kurze Elemente, die Kambiumteilzellen

¹) Vöchting, H., Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen. 1908. S. 136.

zerfallen. Damit sind Zellen entstanden, die leichter eine Ortsänderung erfahren und leichter polar beeinflußt werden können. Es liegt nahe, anzunehmen, daß dieser Zerfall nicht nur den »Zweck« hat, die Umpolarisierung zu erleichtern, sondern, daß er auch kausal mit der Polarität der Pflanze zusammenhängt. Man kann sich vorstellen, daß der Zerfall eintritt, wenn die bisherigen polaren Beziehungen im Kambium 1. durch quere Unterbrechungen (z. B. Querschnitten) oder 2. durch die Einwirkung eines neuen Polaritätsreizes vom Seitensproß aus aufgehoben werden.

Man kann das typische Kambium als einen interkalaren Vegetationspunkt bezeichnen; somit steht es dann in einem Gegensatz zu den Spitzenvegetationspunkten des Sprosses und der Wurzel. Wird nun aber ein Sproß quer durchgeschnitten oder auch nur mit einem Querschnitt versehen, der bis ins Kambium reicht, so entstehen an diesen Stellen freie Polenden und das Kambium kann unter geeigneten Umständen sich in einen Spitzenvegetationspunkt umbilden. Mit dieser Änderung seiner Funktion erfolgt auch eine Änderung seines Baues. Die Kambiumzellen teilen sich quer. Diese Teilzellen und vollends die aus ihnen hervorgehenden Kalluszellen zeigen selbständiges, vielseitig gerichtetes Wachstum. Frei von dem bisherigen Richtungsreiz können sie sich mehr oder weniger richtungslos über die Wundfläche ausbreiten. Nach dem Zerfall der Kambiumzellen arbeiten diese Einzelzellen an den freien Polenden vollkommen für sich.

Anders gestaltet sich das Wachstum, wenn nach dem Aufhören des ursprünglichen ein neuer polarer Richtungsreiz sich äußert. Dadurch, daß die Kambiumzellen durch quere Teilungen in Teilzellen zerfallen, erhalten sie neue Pole. Mit diesen orientieren sich die auswachsenden Kambiumteilzellen, wenn sie nunmehr einem neuen Richtungsreiz bei ihrer Umlagerung folgen. Ihr Wachstum wird dadurch im Gegensatz zu dem selbständigen der Zellen an freien Polenden wieder ein regulatorisch gelenktes Wachstum.

Es sei hier auf einen Punkt noch einmal besonders hingewiesen. Wir stellen der Polarität der Einzelzelle den polaren Richtungsreiz gegenüber, der von den Vegetationspunkten als

polaren Anziehungszentren ausgeht und auf eine Gesamtheit von Zellen wirkt. Dabei stehen wir auf dem Standpunkt, wie ihn Vöchting vertritt, daß die Polarität eine Struktureigentümlichkeit der Zelle ist. Wir fügen aber auf Grund unserer Versuche und Beobachtungen hinzu, daß die Einzelzelle infolge ihrer polaren Struktur sich dem polaren Richtungsreiz gegenüber zu orientieren vermag. Dadurch ist es möglich, daß eine Gesamtheit von Zellen einer gemeinsamen polaren Richtung folgt.

Wenn ich jetzt dazu übergehe, den polaren Richtungsreiz etwas näher zu analysieren, so muß ich vorausschicken, daß eine experimentelle Untersuchung hier allein weiter führen kann und eine solche lag vorerst nicht im Plan meiner Arbeit. Vielmehr lag es mir daran, zunächst einmal ein exaktes Beobachtungsmaterial über die Vorgänge der Umlagerung zu gewinnen. Trotzdem glaube ich schon jetzt einiges dazu bemerken zu können. Nehmen wir vom heuristischen Standpunkt aus an, daß bei einem solchen Richtungsreiz stoffliche Einflüsse sich äußern, so gewinnen wir die Möglichkeit weiterer Fragestellungen. Die erste Frage ist die, an welcher Stelle diese Stoffe wirken; denn wenn sich das beantworten läßt, so sind damit auch schon gewisse Vermutungen über die Natur des Stoffs gegeben. Da aber bieten sich drei Möglichkeiten: Die Stoffe können im Holz oder im Bast oder endlich im Kambium selbst wirksam sein. Im ersten und zweiten Falle wäre also wohl an die Ströme von Wasser bzw. Nährstoffen zu denken, die sich im Gefäß- oder Siebteil bewegen und die mehrfach in neuerer Zeit zur Erklärung entwicklungsphysiologischer Fragen herbeigezogen worden sind. So hat Winkler¹ das Dickenwachstum auf den Transpirationsstrom zurückgeführt, Simon² hat für die Lenkung und Ausdifferenzierung von Gefäßbahnen das Wassergefälle als Ursache genannt, wobei allerdings eine Mitwirkung lebender Zellen möglich sein soll, und Göbel³ macht ziemlich generell den Strom plastischer Stoffe für den Ort der Organbildung und

¹) Winkler, H. Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.). 1908. 45.

²) Simon. Ber. d. d. bot. Ges. 1908.

³) Göbel, K., Experimentelle Morphologie 1908 und Flora, Ergänzungsband 1905. Allgemeine Regenerationsprobleme.

die mit ihm zusammenhängenden Polaritätserscheinungen verantwortlich.

Besonders der Umstand, daß schon vor der Umlagerung das Kambium neue Gefäß- und Siebröhrenverbindungen in der Richtung der neuen Polaritätsachse ausbildet, könnte die Vermutung bestärken, daß solche Wasser- und Nährstoffströme, die durch die geänderten Verhältnisse nicht mehr in der Längsrichtung der vorherigen Leitungsbahnen, sondern quer oder schief zu ihr stattfinden müssen, auch auf das benachbarte Kambium den Reiz zur Umlagerung ausüben. Entscheidende Angaben gegen diese Auffassung kann ich nicht anführen. Doch ist immerhin wohl zu beachten, daß einerseits durch quere Unterbrechungen der Rinde oder des Holzkörpers allein, die das Kambium nicht treffen, im letzteren keine Richtungsänderung stattfindet, daß aber andererseits durch quere Unterbrechung des Kambiums allein an abgelösten aber nicht quer durchschnittenen Rindenstreifen eine Richtungsänderung im Kambium erfolgt.

Wenn es aber die Nährstoffströme nicht sind, die zur Umlagerung der Zellen führen, dann müssen den Sproß- und Wurzelpolen der einzelnen Kambiumzellen Stoffe, die im Kambium selbst in besonderer Weise wirksam sind, die Richtung von Basis und Spitze der Pflanze zur Kenntnis bringen.

Zu der vorliegenden Arbeit wurde ich von Herrn Prof. Dr. Jost aufgefordert. Ihm danke ich auch an dieser Stelle aufs herzlichste für alle seine Güte während meiner Straßburger Studienzeit und insbesondere für seinen jeder Zeit bereiten Rat bei Ausführung dieser Arbeit. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Kniep für sein dauerndes Interesse an meinen Untersuchungen.

Straßburg i. Els., Botanisches Institut der Universität,
Dezember 1913.

Literatur.

- Berthold, G., Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. I. Teil. Leipzig. 1898.
- Frank, A. B., Die Krankheiten der Pflanze. Breslau. 1880.
- Goebel, K., Allgemeine Regenerationsprobleme. Flora. Ergänzungsband. 1905.
- , Einleitung in die experimentelle Morphologie. Leipzig. 1908.
- Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 4. Aufl. Leipzig. 1909.
- Jost, L., Über einige Eigentümlichkeiten des Kambiums der Bäume. Bot. Zeitg. 1901.
- , Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena. 1913.
- Krabbe, G., Das gleitende Wachstum. Berlin. 1886.
- Krüger, Fr., Über die Wandverdickungen der Kambiumzellen. Bot. Zeitg. 1892.
- Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena. 1903.
- Kuhla, Fr., Die Plasmaverbindungen bei *Viscum album*. Bot. Zeitg. 1900.
- Mäule, C., Der Faserverlauf im Wundholz. Biblioth. bot. Heft 33. Stuttgart. 1895.
- Miehe, H., Wachstum, Regeneration und Polarität isolierter Zellen. Ber. d. d. bot. Ges. 1905.
- Nathanson, A., Beiträge zur Kenntnis des Wachstums der trachealen Elemente. Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.). 1898. 32.
- Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. Leipzig. 1904. 2.
- Rywosch, S., Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Seitenwurzeln der Monokotylen. Zeitschr. f. Bot. 1909. 1.
- Sachs, J., Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. 1874.
- Sanio, K., Über die Größe der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer. Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.). 1872. 8.
- , Anatomie der gemeinen Kiefer. Ebenda. 1873. 9.
- Simon, S., Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung von Gefäßverbindungen. Ber. d. d. bot. Ges. 1908.
- Strasburger, Ed., Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena. 1891.
- Trécul, A., Production du bois par l'écorce des arbres dicotyl. Ann. sc. nat. Bot. III. Série. Paris. 1853. 19, 7.
- Vöchting, H., Über Organbildung im Pflanzenreich. I. u. II. Bd. Bonn. 1878—1884.
- , Über Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen. 1892.
- , Über Regeneration und Polarität bei höheren Pflanzen. Bot. Zeitg. 1906.
- , Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen. 1908.
- Vries, H. de, Über Wundholz. Flora. Jahrg. 59. 1876.
- Winkler, H., Über die Umwandlung des Blattstiels zum Stengel. Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.). 1908. 45.
-

Erklärung der Figuren.

Tafel II.

Fig. 1. Holzfaser a wächst zwischen die Nachbarzellen b und c vor, die nach Auflösung der Mittellamelle auseinander weichen. Vergr. 500mal. (S. 502.)

Fig. 2. Holzparenchymzelle a zwingt die Nachbarzellen b und c auseinander. l = Reste der sich lösenden Pektinmittellamelle. Vergr. 500mal. (S. 502.)

Fig. 3. Bastparenchymzellen lösen sich voneinander; bei a Zellbrücken schon unterbrochen, bei b die Zellen noch durch eine Brücke verbunden, bei c trennen sich die Zellen eben. Vergr. 500mal. (S. 513.)

Fig. 4. Teil einer Bastparenchymzelle mit Wandfaltungen. t = Tüpfel, W = Wand-einbuchtungen. Vergr. 500mal. (S. 513.)

Fig. 5. Bastfaser (B) spaltet durch Spitzenwachstum mit ihrer Spitze (s) den Tüpfel der Nachbarfasern auseinander. Vergr. 500mal. (S. 510.)

Fig. 6. Holzfaser (f) spaltet durch Spitzenwachstum den Tüpfel der Nachbarzellen auseinander; s = die eine Hälfte der Schließhaut des gespaltenen Tüpfels. Vergr. 500mal. (S. 503.)

Fig. 7. Bastparenchymzellen a und b lösen sich voneinander; f = Bastfaser, i = Interzellularraum. Vergr. 180mal. (S. 513.)

Fig. 8. Teilfigur von Fig. 7 vergrößert. i = Interzellularraum, bei z noch bestehender Zusammenhang der sich trennenden Zellen. (S. 513.)

Fig. 9. Holzparenchymzelle C sucht sich zu erbreitern und drängt die Nachbarzellen A und B auseinander, die bei e gerade noch zusammenhängen; bei s löst sich die Pektinmittellamelle auf. Vergr. 250mal. (S. 502.)

Fig. 10. Bastparenchymzellen mit Wandfaltungen; bei q Pektinlamelle aufgequollen, so daß die Zellwände lokal voneinander getrennt sind; i = Interzellularraum, v = Verschmelzung von Interzellularen. Vergr. 500mal. (S. 513.)

Fig. 11. Bastparenchymzelle, wie Fig. 10. Lokale Einbuchtung der Wand bei a, bei b Zusammenhang der Wände. Die Zellspitze s ist im Begriff sich an b vorbeizuschieben, so daß die Einbuchtung bei a durch Streckung der Zelle wieder verschwinden würde; q = Pektinlamelle aufgequollen. Vergr. 500mal. (S. 513.)

Fig. 12. Holzfaser a zwingt sich zwischen die Nachbarzellen b und c; dabei krümmt sich die Zellspitze, so daß die Zellwand in Falten gelegt ist. Vergr. 250mal. (S. 502.)



Besprechungen.

Kerner von Marilaun, A., Pflanzenleben.

3. Aufl., neu bearbeitet von A. Hansen. Leipzig u. Wien. Bibliographisches Institut. I. Bd.: Der Bau und die lebendigen Eigenschaften der Pflanzen. 1913. 8°, XII + 495 S.

II. Bd. Die Pflanzengestalt und ihre Wandlungen. 1913. 8°, XII + 543 S.

Der Hauptreiz von Kerners Pflanzenleben lag darin, daß er eine Fülle persönlicher Beobachtungen in lebhafter und glänzender Darstellung bot. Wenn zum dritten Male eine Neubearbeitung des Pflanzenlebens erscheinen sollte, konnte es sich nur darum handeln, das Werk unter Wahrung seines individuellen Charakters auf der Höhe der Zeit zu erhalten. Hansen hat nun zwar im Text mancherlei anders geschrieben und im Interesse der Disposition einzelne Kapitel umgestellt, im ganzen aber keine wesentlichen Änderungen vorgenommen. Da H. außerdem mit Erfolg bestrebt war, sich nach Möglichkeit der Schreibweise Kerners anzupassen, hat das Buch seine Vorzüge behalten und bedarf somit keiner weiteren Empfehlung.

Für die sachlichen Änderungen im einzelnen mußten die Schwächen der früheren Auflagen maßgebend sein. Diese lagen in einer oft nicht genügenden Kritik bei der Auswahl und Erklärung der biologischen Erscheinungen. Die meistgerügten Punkte, wie z. B. die verkehrte Auffassung der Funktion der Lathraea-Schuppen, wurden denn auch verbessert. Der neue Herausgeber hätte aber im Hinblick darauf, daß das Gefühl für exakte biologische Forschung bei dem Leserkreis solcher Werke noch sehr der Schärfung bedarf, an manchen Stellen noch mit größerer Entschiedenheit vorgehen müssen. Zweifelhafte Angaben, wie die Vertreibung der Blattschneider-Ameisen durch die Azteken der Cecropien, der Transport von Chelidonium-Samen in Mauerspalt als angeblich besonders günstigen Standort, das Durchschmelzen der Schneedecke über Hochgebirgspflanzen durch Atmungswärme u. a. wären besser ganz weggelassen worden.

Eine weitere nicht einwandfreie Seite der Originalauflagen war die, daß man hie und da eine vitalistische Auffassung herauslesen konnte.

Hansen hat zum Vorteil des Buches hierhergehörige Darstellungen, vor allem das Kapitel über »Lebenskraft, Instinkt und Empfindung« ganz ausgemerzt.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß bis auf drei neueingefügte Tafeln die Illustration, die nicht zum wenigsten geholfen hat, das Pflanzenleben berühmt zu machen, unverändert geblieben ist. Eine anatomische Abbildung, nämlich der Querschnitt durch ein Blatt von *Caryota propinqua*, wäre wohl verbesserungsbedürftig, da keine Spaltöffnungen eingezeichnet und die Interzellularen zu gering an Zahl und nicht erkennbar dargestellt sind, obwohl gerade von Transpirationsverhältnissen die Rede ist.

Im ganzen muß man der Verlagsanstalt und dem Herausgeber dankbar sein, daß sie eines unserer besten populären Bücher vor dem Veralten bewahrt haben.

Der zweite Band dieser Umbearbeitung ist mit anerkennenswerter Schnelligkeit auf den ersten gefolgt. Sein Inhalt ist zusammengefaßt unter dem Gesamttitel: »Die Pflanzengestalt und ihre Wandlungen«, einem Titel, der freilich nur für den ersten Teil des Textes: »Aufbau und Gliederung der Pflanzengestalt«, nicht für den zweiten »Die Fortpflanzung und ihre Organe« paßt. Der vorliegende Band hat eine auch äußerlich stärker hervortretende Umarbeitung erfahren wie der erste, es sind aber im großen und ganzen nur die Disposition und die Darstellung verändert, keine neuen Gesichtspunkte ausgearbeitet, so daß im Grunde auch hier die Eigenart des Kernerschen Werkes erhalten geblieben ist. Die Disposition ist allerdings infolge der Übernahme der Kernerschen Darstellungsweise nicht überall scharf genug durchgeführt. So werden z. B. in dem Kapitel: »Die Gestalten der Wurzeln«, die Krallenblätter der Bignonien besprochen, unter »Die Gestalten der Stammgebilde« die Fensterblätter von *Aponogeton*, die Schwimmblätter von *Victoria regia* usw.

Von Einzelheiten, die hier und da zu verbessern wären, seien einige herausgegriffen: S. 46 scheint der Wortlaut zu sagen, daß alle zweijährigen Pflanzen Pfahlwurzeln von Rübenform bilden; S. 156 wird der Leser nicht verstehen, daß die Rankenkrümmung durch ungleichseitiges Wachstum bewirkt wird; irreführend ist die Angabe S. 489, daß dem zweiten Pollenschlauchkern nur die Bedeutung eines Reservekernes zuzufallen scheine, der nur dann an die Reihe komme, wenn der erste nicht zur Befruchtung fähig ist. Ferner ist nicht klar, was Verf. meint, wenn er S. 528 sagt: Die Pflanze könne keine spezifischen Eindrücke aufnehmen, »nicht das Licht, die Luft, die Schwerkraft, Feuchtigkeit, sondern nur Unterschiede in der Intensität empfindet ein Pflanze«.

Die illustrative Ausstattung des neuen Bandes ist außerordentlich

reichhaltig. Zu den Kernerschen Abbildungen und Tafeln sind einige neue hinzugefügt worden. Trotzdem vermißt man noch an einigen Stellen, an denen schwierige Verhältnisse geschildert werden, erläuternde Textfiguren, z. B. S. 51, wo über Wurzelverkürzung — ohne jede Erläuterung des Vorganges — gesprochen wird, ferner bei der Befruchtung, im besonderen der Doppelbefruchtung der Phanerogamen, bei der Parthenogenesis usw.

E. Hannig.

Johannsen, W., Elemente der exakten Erblchkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik.

Zweite deutsche, neu bearbeitete und sehr erweiterte Ausgabe in dreißig Vorlesungen. G. Fischer, Jena. 1913. 724 S. 35 Fig. i. Text.

Die zweite Ausgabe erscheint vier Jahre nach der ersten. Während dieser Jahre wurde auf dem ganzen Gebiet der Erblchkeitslehre unablässig weiter gearbeitet; deswegen hat Johannsen sich entschlossen, sein Buch vollkommen umzuarbeiten und zu erweitern.

Bei der Besprechung der ersten Ausgabe sagte Correns sehr richtig (diese Zeitschrift, **2**, 555): »Johannsen hat drei verschiedene Aufgaben gelöst. Er hat nicht nur über die Ergebnisse seiner eigenen, ausgedehnten Untersuchungen über die Vererbung in ‚reinen Linien‘ ausführlich berichtet, er hat damit eine kritische Besprechung der neueren Untersuchungen über Vererbung verbunden und uns mit einem Lehrbuch der modernen, variationsstatistischen Untersuchungsmethoden beschenkt«. Dieses gilt auch für die zweite Ausgabe. Jeder Teil wurde geändert und erweitert, ohne daß der Autor seine Gesichtspunkte wesentlich geändert hat. Die zweite Ausgabe ist so weitgehend umgearbeitet, daß es mit Rücksicht auf den mir zu Gebote stehenden Platz ganz unmöglich ist, alle Änderungen und Erweiterungen aufzuzählen, geschweige denn, sie alle zu besprechen.

In den variationsstatistischen Teil wurde außer andern Hinzufügungen eine Besprechung des mittleren Fehlers bei Addition und Subtraktion und eine solche des Assoziationskoeffizienten aufgenommen. Eine Reihe neuer Beispiele sind hinzugekommen. Betrachtet man das Buch lediglich als ein Handbuch der biologischen Variationsstatistik, so ist es wohl etwas zu unhandlich geworden (verglichen z. B. mit Davenport's Statistical Methods). Eine Abtrennung dieses Teils würde sich aber nicht empfehlen, da dadurch die biologische Variationsstatistik leicht als eine selbständige Disziplin angesehen werden könnte, was weit über ihre Bedeutung hinausgehen würde. Die Vereinigung mit den zwei anderen »Aufgaben« bürgt für die richtige Beurteilung der Stellung der Variationsstatistik; sie ist und bleibt lediglich ein wertvolles Hilfsmittel zur Lösung

biologischer Probleme. Ihren Selbstzweck hat sie nur in reiner Mathematik. Ein Hauptverdienst des Autors um die Biologie liegt gerade darin, daß er von jeher die Wichtigkeit einer sorgfältigen biologischen Analyse betont hat. Ohne eine solche ist die mathematische Analyse wertlos, ja vielleicht sogar schädlich.

Die zweite Auflage enthält viele neue Ergebnisse der Vererbungsversuche Johannsens mit reinen Bohnen- und Gerstenlinien. Besonders schön ist das schon in der ersten Ausgabe kurz erwähnte Beispiel einer mehrgipfligen Schartigkeitskurve bei Gerste. Die dreigipflige Kurve wird vollkommen und überzeugend durch die Annahme zweier Ursachen für Schartigkeit, die unabhängig voneinander vererbt werden, erklärt. Als andere Beispiele gleichsinniger Faktoren dienen eine Reihe bisher unveröffentlichter, eigener Versuche mit reinen Bohnen-Linien.

Der größte Fortschritt der zweiten Ausgabe liegt in der eingehenderen Besprechung der Literatur. Man kann ohne Übertreibung sagen, daß Johannsens frühere Abhandlung, »Erblichkeit in Populationen und reinen Linien«, sowie die erste Ausgabe des vor uns liegenden Buches, die Richtung und den Charakter der neueren genetischen Untersuchungen ganz wesentlich beeinflußt haben. In vielen Diskussionen standen des Autors Ansichten im Mittelpunkt, ganz besonders bei amerikanischen Forschern. Sicherlich ist dies zum Teil auf die vorzüglichen Vorträge zurückzuführen, die Johannsen im Herbst und Winter 1911/1912 an amerikanischen Universitäten und vor verschiedenen naturwissenschaftlichen Vereinen gehalten hat. Die Amerikaner werden sich darüber freuen, daß der Autor anerkannt, durch diese Diskussionen »viele fruchtbaren Anregungen« erhalten zu haben, und daß er die amerikanische Literatur mehr berücksichtigt hat, als das sonst bei europäischen Autoren gewöhnlich der Fall ist.

Mit erstaunlichem Fleiß hat Johannsen die neuere, sehr umfangreiche Literatur gesammelt, gesichtet und in ihrer Beziehung zu seinen Ansichten über Vererbungsprobleme und Arbeitsmethoden kritisiert. Die 200 Mehrseiten dieser Ausgabe wurden im wesentlichen dadurch bedingt. Von beachtenswerten Hinzufügungen sind die Besprechungen der geschlechtsbegrenzten Vererbung, der gleichsinnigen Faktoren, der Selbststerilität, der Erfolg von Inzucht usw., zu nennen. Semons Mneme-Theorie und verschiedene andere Hypothesen, die in der ersten Ausgabe nur eben erwähnt waren, werden jetzt eingehend besprochen.

Im Zusammenhang mit der Vererbung des Geschlechts kommt der Verfasser natürlich auch auf die Geschlechtschromosomen zu sprechen. Er drückt sich aber recht vorsichtig über ihre genetische Bedeutung

aus und betont, daß Chromosomen wie andere morphologische Gebilde nur als phänotypische Erscheinungen zu betrachten sind.

Johannsen warnt, in den Fragen der Rassenhygiene auf Kosten des Milieus allzu großen Wert auf die genetischen Untersuchungen zu legen, denn diese sind auf diesem Gebiet sehr erschwert und können nur zu leicht zu unzuverlässigen Resultaten führen; »Eugenik« und »Euthenik« müssen eben Hand in Hand arbeiten.

Der Autor hat die Terminologie so ausführlich erklärt und so scharf definiert, daß Mißverständnisse in Zukunft kaum entschuldigt werden können. Er betont den Unterschied zwischen geno- und phänotypischen Erscheinungen noch mehr als früher, und er unterstreicht die Ansicht, daß die Reaktionsnorm eines Organismus in bezug auf irgendeine Eigenschaft oder Funktion das Resultat der ganzen genotypischen Konstruktion ist. »Wie alle Charaktere eines organischen oder anorganischen Stoffes von seiner Konstruktion — in den chemischen Formeln mehr oder weniger erschöpfend ausgedrückt — abhängig sind, so sind auch alle Charaktere eines Organismus in letzter Linie von seiner genotypischen Konstitution abhängig.« Ein Hauptsatz seines wissenschaftlichen Glaubensbekenntnisses ist klar und unzweideutig ausgedrückt in dem Satz: »Die Gesamt-Genotypen sind also nicht fließend, sondern fest.« Immer wieder betont der Autor die Wichtigkeit der Reinkultur, denn ohne sie erhalten wir »keine klare Einsicht, sondern Konfusion und Irrtum«. Arbeiten, die der von ihm mit Recht verlangten Methode entbehren, werden der schärfsten Kritik unterzogen. Johannsen ist in einzelnen Fällen, wo sich die Resultate und Schlüsse eines Forschers nicht mit seinen decken, vielleicht etwas gar zu kritisch; auf der anderen Seite in vereinzelt Fällen vielleicht nicht immer ganz kritisch genug, wenn es sich um Resultate handelt, die seine Ansichten stützen. Im großen und ganzen wird der Leser aber anerkennen, daß Johannsen die neuern, wissenschaftlichen Untersuchungen außerordentlich gerecht beurteilt. Die zweite Ausgabe steht, dank der Umarbeitung, heute auf derselben Höhe, auf der die erste zu ihrer Zeit stand, und sie wird die weitere Arbeit der Erbllichkeitsforschung sicherlich sehr günstig beeinflussen. G. W. Shull.

Willstätter, R., und Stoll, A., Untersuchungen über Chlorophyll. Methoden und Ergebnisse.

Berlin. 1913. 8^o, 424 S. 16 Textfig. u. 11 Taf.

Das vorliegende Werk ist weit mehr als eine zusammenfassende Darstellung der Resultate der zahlreichen Untersuchungen über das Chlorophyll, welche in den letzten Jahren von Willstätter und seinen

Schülern veröffentlicht worden sind. Es werden darin außerdem viele neue Untersuchungen mitgeteilt, die wiederum eine wesentliche Förderung unserer Kenntnisse auf den verschiedensten Gebieten der Chlorophyllchemie bedeuten. Es kann nicht Aufgabe eines Referats sein, einen einigermaßen erschöpfenden Überblick über den reichen Inhalt des Werkes zu geben. Unter Hinweis auf das in dieser Zeitschrift (1912. 4, 321ff.) erschienene Sammelreferat Czapeks, das die Untersuchungen bis zum Jahre 1911 berücksichtigt, soll nur in aller Kürze über einiges Neue berichtet werden, was seitdem hinzugekommen ist.

Wie der Untertitel sagt, werden nicht nur die Ergebnisse, sondern auch die Methoden eingehend behandelt. Gerade auf diesem Gebiete sind wesentliche Fortschritte erzielt worden. Viele der Körper, die sich früher nur auf komplizierte Weise und zum Teil nicht völlig rein darstellen ließen, können nunmehr auf relativ einfachem Wege rein gewonnen werden. Ganz allgemein beruht der methodische Fortschritt darin, daß die Verff. zu wasserhaltigen Lösungsmitteln übergegangen sind. So ließen sich z. B. die vielen Fraktionierungen, die früher zur Darstellung von Reinchlorophyll nötig waren, umgehen und dessen Ausbeute wesentlich erhöhen, wenn als Ausgangsextraktionsmittel wasserhaltiges (80 vol. proc.) Aceton gewählt wurde. Die mit der älteren Methode verbundene Gefahr der Veränderung des Chlorophylls (Allo-merisation oder Umlactamisierung) wurde durch die neue, schnellere Extraktion behoben. Ohne Mühe ließ sich jetzt durch Ansäuern mit Salzsäure das Mg-freie Abbauprodukt Phaeophytin in völlig reinem Zustande (als Gemisch der beiden sog. Phytylphaeophorbide a und b) gewinnen. Bei dessen Verseifung ergaben sich (außer Phytol) ausschließlich die Tricarbonsäure Phytochlorin e ($C_{34}H_{34}O_5N_4$) und die Tetracarbonäure Phytochodin g ($C_{34}H_{34}O_7N_4$) — ein weiterer Beweis für die Reinheit des Ausgangsmaterials.

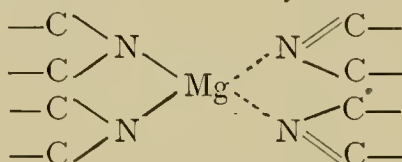
Um die beiden Chlorophyllkomponenten quantitativ zu trennen, machten sich die Verff. deren Eigenschaft zunutze, in verschiedenen Lösungsmitteln ungleich löslich zu sein. Willstätter und Ißler (1912) hatten auf diesem Wege bereits Erfolge erzielt; von Willstätter und Stoll ist das Verfahren noch vereinfacht worden. Als Lösungsmittel dienten wasserhaltiger (85 proz.) Holzgeist und Petroläther. Diese beiden Flüssigkeiten bedingen eine Verschiebung des Komponentengemisches, die sich bei mehrfacher Wiederholung der Operation steigern läßt und schließlich die Reindarstellung des blaugrünen Chlorophylls (Phytylchlorophyllids) a und des gelblichgrünen Chlorophylls b führt. Letzteres unterscheidet sich von ersterem nur darin, daß vermutlich an Stelle zweier Wasserstoffatome ein Atom Sauerstoff getreten ist. Als empirische Formeln werden angegeben:

Chlorophyll a $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$

Chlorophyll b $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$

Eine Umwandlung von a in b ist bislang nicht möglich gewesen, wohl aber ist es gelungen, das Abbauprodukt Phytorhodin in Körper der a-Reihe umzuwandeln.

Von großer Wichtigkeit ist ferner die Darstellung der carboxylfreien Stammsubstanz aus den Mg-haltigen, durch Abbau mit Alkali gewonnenen Carbonsäuren, den Phyllinen. Der mit Hilfe der Natronkalkmethode gewonnene carboxylfreie Mg-haltige Körper wird Ätiophyllin genannt. Es enthält wie alle Phylline im Molekül ein Atom Mg auf vier Atome N; das völlige Fehlen von O führt zu der Vorstellung, daß das Mg mit zwei Haupt- und zwei Nebenvalenzen an N gebunden ist und so gewissermaßen zum Zentrum von vier Pyrrolkernen wird:



Aus dem Ätiophyllin wird durch Säureeinwirkung das Mg-freie Ätioporphyrin gewonnen. Bezüglich der interessanten theoretischen Erörterungen, die sich an die Struktur der empirischen Formeln $C_{31}H_{36}N_4$ (Ätioporphyrin) und $C_{31}H_{34}N_4Mg$ (Ätiophyllin) knüpfen, muß auf das Original verwiesen werden. Die Isolierung dreier Pyrrole (Phyllo-, Isohämo- und Hämapyrrol) aus dem Chlorophyll eröffnet neue Perspektiven für die Verwandtschaft von Chlorophyll und Blutfarbstoff.

Schließlich sei auf die ebenfalls in diesem Werke zum erstenmal veröffentlichten Untersuchungen über die Farbstoffe der Braunalgen (*Fucus*, *Dictyota*, *Laminaria*) hingewiesen. Die zuletzt von Molisch vertretene Auffassung, daß echtes Chlorophyll in den Braunalgen fehle und durch einen braunen Farbstoff ersetzt sei, der allerdings beim Abtöten der Zellen sofort in Chlorophyll übergehen soll, wird verworfen. Willstätter und Page zeigen vielmehr, daß tatsächlich dasselbe Chlorophyll in *Fucus* enthalten ist wie in den höheren Pflanzen, nur mit dem quantitativen Unterschiede, daß das Chlorophyll a 95% der gesamten Chlorophyllmenge ausmacht, während bei höheren Pflanzen das Verhältnis $a:b = 2,5$ ist. Dagegen zeigt *Ulva Lactuca* gerade das umgekehrte Verhalten ($a:b = 1,43$). Außer Chlorophyll enthalten die Phaeophyceen beträchtliche Mengen gelber Farbstoffe (Carotinoide), und zwar die beiden bekannten Carotin und Xantophyll, ferner einen dritten, der Fucoxanthin genannt wird ($C_{40}H_{56}O_6$).

H. Kniep.

Hiley, W. E., On the Value of different Degrees of Centrifugal Force as Geotropic Stimuli.

Die Arbeit des Verf.s schließt sich eng an Versuche Fittings an. Fitting hat bekanntlich geotropische Organe intermittierend auf antagonistischen Flanken gereizt. Waren die wirksamen Kräfte ungleich groß, so unterblieb eine Krümmung dann, wenn $gt = g, t$, war, das heißt: wenn das Produkt aus Reizgröße \times Einwirkungsdauer der beiden Kräfte gleich groß war. Fitting verwandte bei seinen Versuchen den intermittierenden Klinostaten; er reizte also mit Kräften gleich g oder kleiner als g .

Verf. führte entsprechende Versuche aus mit $2-21 g$. Er benutzte dazu einen besonderen Apparat, der ihm erlaubte, abwechselnd die Schwerkraft g und eine beliebige Fliehkraft C auf zwei antagonistische Flanken wirken zu lassen. Die Versuchspflanzen (Keimwurzeln von *Helianthus annuus* und *Cucurbita Pepo*) waren auf einer Zentrifuge so befestigt, daß im Ruhezustand die Schwerkraft senkrecht auf eine Flanke wirkte. Rotierte der Apparat, so wurden die Wurzeln automatisch in eine andere Lage gebracht, so daß nun die Resultante aus der Flieh- und Schwerkraft senkrecht an der antagonistischen Flanke angriff. Zur Erzielung einer automatischen Intermittenz der beiden Kräfte verband er diesen Apparat mit einem zweiten. Für den Aufbau derselben sei auf das Original verwiesen.

Entsprechend den Ergebnissen Fittings fand der Verf., daß sich die Wurzeln nicht krümmen, wenn $CT = g.t$ oder $\frac{CT}{g.t} = 1$ ist; das heißt: wenn das Produkt aus Fliehkraft und Einwirkungsdauer gleich dem Produkt aus Schwerkraft und Einwirkungsdauer ist. Die Gleichung gilt aber nur dann, wenn $T + t$ nicht größer als 15 Minuten ist. Es können also die Faktoren Einwirkungsdauer und Kraft nicht beliebig variiert werden. Wird nämlich $T + t$ größer als 15 Minuten, so reagieren die Wurzeln im Sinne der Schwerkraftreizung. Das Reizmengengesetz hat demnach für den Fall $T + t > 15'$ keine Gültigkeit.

Der Verf. erklärt diese Abweichung auf folgende Art. Er weist darauf hin, daß Jost und Stoppel bei Steigerung der Fliehkraft bei sonst positiven geotropischen Organen negative Krümmungen erhielten. Verf. vermutet nun, daß bei seinen Versuchen ($T + t > 15'$) die Fliehkraft eine negative Krümmung, oder das ihr vorangehende Stadium der Indifferenz erzeugt habe. Infolgedessen mußte eine Krümmung im Sinne des Schwerkraftreizes erfolgen.

Vergleicht man nun die Reizmengen, die Jost und Stoppel einer-

seits, Hiley andererseits verwendet haben, so stellt sich ein großer Unterschied heraus. (S. Vers. 801 von Jost und Stoppel, »Die Veränderung der geotropischen Reaktion durch Schleuderkraft«, S. 215.)

Bei den Versuchen des Verf.s erreichte die Fliehkraft nicht einmal den Wert, bei dem die »negative Tendenz« sich in einer Verlängerung der Reaktionszeit bemerkbar macht. Denn letztere tritt nach Jost und Stoppel und nach Bach erst bei größeren Schleuderkraften auf.

Wenn wir nun auch annehmen müssen, daß die Erklärung des Verf.s für die von ihm angewandten Reizmengen nicht berechtigt ist, so bleibt es wohl ohne Zweifel, daß sie für große Fliehkraften, wie sie Jost und Stoppel benutzten, Gültigkeit hat. Die Abweichung, die der Verf. fand, muß aber einen anderen Grund haben. Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß Hiley an keiner Stelle angibt, mit welcher Kraft er zuerst gereizt hat; oder ob er vielleicht jeden Versuch wiederholte, einmal mit dem Schwerkraftreiz, das andere Mal mit dem Fliehkraftreiz beginnend. Dies ist nicht ohne Bedeutung für die sichtbare Reaktion. Bei seinem Versuch 29 wirkt z. B. die Schwerkraft 37 Minuten, die Fliehkraft 3 Minuten. Angenommen, die Schwerkraft greift zuerst an. Sie wird eine Erregung von bestimmter Höhe hervorrufen. Innerhalb der 37 Minuten wird die Reaktion beginnen und ansteigen. Nach dem Reizmengengesetz wird der nun folgende Fliehkraftreiz eine Erregung von gleicher Höhe zur Folge haben wie der Schwerkraftreiz. Daß aber die Reaktionsintensität innerhalb der 3 Minuten ebenso hoch ansteigt, wie in den 37 Minuten, ist nicht möglich. Denn es ist bekannt, daß sich die Reaktionszeit nicht entsprechend der Fliehkraftgröße verkürzt. Die auf den Schwerkraftreiz hin erfolgte Reaktion kann also durch den gleich großen, aber viel kürzeren Fliehkraftreiz nicht ganz rückgängig gemacht werden. Die Folge davon ist, daß schließlich eine Krümmung im Sinne der Schwerkraft sichtbar wird.

Damit könnte die von dem Verf. festgestellte Abweichung von der Gleichung $\frac{CT}{mg \cdot t} = 1$ teilweise erklärt werden. Zum anderen Teil ist sie vielleicht einem noch unbekanntem Faktor zuzuschreiben. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß es sich um eine Parallele zu den auf dem Gebiet des Phototropismus neuerdings aufgefundenen Verhältnissen handelt. Darnach hängt die Reaktion auf einen Lichtreiz nicht nur von der Reizmenge ab, sondern auch von der Intensität an und für sich, sobald diese gewisse Grenzen übersteigt.

M. M. Riß.

Porodko, Vergleichende Untersuchungen über Tropismen.
I—V.

Ber. d. d. bot. Ges. **30**, 16—27, 305—313, 630—641; **31**, 188—194, 248—256.

Verf. hat die tropistischen Krümmungen untersucht, die an Wurzeln von *Helianthus* und *Lupinus* auftreten, wenn die Spitze einseitig mit gewissen Chemikalien in Berührung kommt oder durch Temperatur bzw. Einschnitte gereizt wird. Während er anfangs diese durchweg negativen, d. h. vom Reizangriff abgewandten Krümmungen als »chemo«-tropische und »thermo«-tropische bezeichnet, soweit sie nach Einwirkung von Chemikalien bzw. Temperatur erfolgen, nennt er späterhin sowohl diese wie nach Einschnitten auftretenden Reaktionen traumatrope. Und diese Auffassung ist zweifellos die richtige, denn das wesentliche der Eingriffe liegt unter allen Umständen in einer schweren Schädigung oder gar in einer Tötung der affizierten Stelle. Dementsprechend werden als chemische Reizmittel entweder starke Gifte oder sehr hohe Konzentrationen, als thermische Reize aber relativ hohe Temperaturen verwendet. In den Fällen von echtem Geotropismus, wie er bei Pilzen und Pollenschläuchen vorliegt, kann im allgemeinen von einer Schädigung durch das Reizmittel gar keine Rede sein, und bei den Wurzelkrümmungen, die man bisher thermotrope nannte, sind auch in der Regel keine schädigenden Temperaturen angewandt worden. Versuche, die im Laboratorium des Ref. ausgeführt wurden, haben freilich gezeigt, daß dieser Thermotropismus der Wurzeln überhaupt nicht existiert.

Von Interesse ist der Nachweis, daß bei der Einwirkung der Chemikalien und der hohen Temperatur in den Versuchen des Verf.s das Reizmengengesetz gilt. Das Produkt aus der Wirkungszeit einerseits und der Temperatur oder der Konzentration andererseits ist also eine Konstante.

Verf. sucht weiter nachzuweisen, daß der primäre Effekt der Einwirkung des Reizmittels in seinen Versuchen stets derselbe sei: Eiweißkoagulation. Dies leuchtet für die Wirkung der Temperatur und der Chemikalien im allgemeinen wohl ein; daß aber auch mechanische Eingriffe zu einer Plasmakoagulation führen sollen, erscheint weniger plausibel. Die Versuche Lepeschkins, auf die Verf. hinweist, sind doch gewiß nicht einwandfrei.

In der letzten Abhandlung untersucht dann Verf. mikroskopisch die chemisch gereizten Wurzelpartien und findet die vermutete Koagulation nur bei den stärkeren Reizungen. Wo eine sichtbare Koagulation fehlt, nimmt er eine »innere« Koagulation an, »die sich lediglich auf die Erniedrigung des Dispersitätsgrades der plasmatischen Eiweißsole bezieht«.

Jost.

Boysen-Jensen, P., Über die Leitung des phototropischen Reizes in der Avenakoleoptile.

Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **31**, 559—566.

Die Arbeit ist eine Entgegnung gegen van der Wolk, der einer früheren Arbeit des Verf.s (vgl. das Ref. in dieser Zeitschr. **3**, 495) über die Leitung des phototropischen Reizes entgegengetreten war (vgl. das Ref. ebenda. **4**, 654). Der Verf. bemüht sich, von neuem zu zeigen, erstens daß eine Reizleitung auch über eine Wunde möglich ist, und zweitens, daß der Reiz auf der dem Lichte abgewendeten Seite geleitet werde. Zu dem Zwecke weist er noch einmal auf seine interessanten Versuche hin, bei denen er abgeschnittene Koleoptilspitzen nachträglich wieder auf die Koleoptilstümpfe aufgesetzt hatte: Bei ausschließlicher einseitiger Beleuchtung der Spitzen trat eine ausgesprochene phototropische Krümmung der Stümpfe ein! Solche Versuche, deren einen der Verf. abbildet, hat van der Wolk ebensowenig wie sonst Jemand nachgemacht.

Weiterhin sucht der Verf. zu zeigen, daß ein phototropischer Reiz über einen einseitigen queren Einschnitt, in den ein Glimmerblättchen gesteckt ist, nur dann geleitet werden könne, wenn sich der Einschnitt auf der dem Lichte zugekehrten Seite befinde. Demgegenüber ist aber darauf hinzuweisen, daß der Ref. in zahlreichen, nach verschiedenen Methoden ausgeführten Versuchen die Reizleitung auch dann beobachtet hat, wenn der Einschnitt auf der dem Lichte abgewendeten Seite oder auf einer Flanke gemacht war und wenn die Wundränder voneinander getrennt gehalten wurden. Worauf diese Differenz beruht, läßt sich nicht genau angeben. Ref. vermutet, daß sie vielleicht damit zusammenhängt, daß Boysen-Jensen zur Trennung der Wundränder Glimmerblättchen verwendet hat. Ref. hat nämlich bei seinen Versuchen zunächst auch solche verwendet, sich dann aber davon überzeugt, daß man damit sehr viel schlechtere Erfolge erzielt als mit dicken Stanniolplättchen. Wahrscheinlich hängt das damit zusammen, daß die Glimmerplättchen nicht nachgiebig sind, infolgedessen bei dem weiteren Wachstum des in der Koleoptilen eingeschlossenen Laubblattes sich verschieben und dabei das Keimblatt zerreißen (vgl. z. B. Fig. 3—5 des Verf.s). Das ist bei den Stanniolplättchen ganz anders, wie übrigens der Ref. in seiner Arbeit über diesen Gegenstand S. 203 ausgeführt hat. Wie bei der ersten Arbeit des Verf.s, so muß der Ref. auch bei dieser wieder bedauern, daß der Verf. über die entscheidenden Versuche des Ref. hinweggegangen ist. Auch van der Wolk erhielt übrigens positive phototropische Krümmungen, als er die Einschnitte auf der Hinterseite der Koleoptilen anbrachte und Stanniolplättchen in die Wunden

einschob. Die Sachlage ist also nunmehr die, daß der Ref. und van der Wolk in vielen Versuchen, wobei die Wundränder durch Stanniolplättchen getrennt wurden, und ferner der Ref. in einer Anzahl von Versuchen, in denen die Wundränder durch Herausschneiden von »Fensterchen« aus den Keimblättern voneinander getrennt wurden, positive Erfolge erzielt haben, während der Verf. mit Glimmerplättchen keine Krümmungen in den Koleoptilbasen erhalten hat. Daß der Ref. übrigens sehr dicke und nicht poröse Stanniolfolien verwendet hat, ist so selbstverständlich, daß es kaum hervorgehoben zu werden braucht. — Schließlich bestreitet der Verf. noch, daß eine phototropische Reizleitung beobachtet werden könne, wenn man in die Keimblätter doppelseitige quere Einschnitte mache und die Wundränder voneinander (durch Glimmerplättchen) trenne. Richtig ist daran nach den Erfahrungen des Ref., daß bei solcher Versuchsanordnung die phototropische Krümmung der verdunkelten Basis meist recht gering bleibt; feststellen aber läßt sie sich, darin stimmen die Aussagen des Ref. und van der Wolks wieder überein! Sonach stehen nach wie vor die Beobachtungen des Ref. und des Verf.s unvermittelt einander gegenüber, nur daß van der Wolk die des Ref. durch eigene Versuche bestätigt hat. Um so wünschenswerter wäre es, wenn die merkwürdigen Dekapitationsversuche des Verf.s bald nachgemacht würden, namentlich, da der Verf. in dieser Arbeit angibt, daß er auch die Leitung des geotropischen Reizes von der dekapitierten Spitze in den Koleoptilstumpf habe nachweisen können! Was aus diesen Dekapitationsversuchen gefolgert werden muß, wird die Zukunft zu entscheiden haben. Jedenfalls aber vermag sich der Ref. nach den Ergebnissen seiner mannigfach variierten Verwundungsversuche dem Schlusse des Verf.s nicht anzuschließen, es seien noch keine Beweise dafür beigebracht, daß der phototropische Reiz bei *Avena* sich allseitig und zwar sowohl in der Längs-, als auch in der Querrichtung fortpflanzen könne.

H. Fitting.

Wilschke, Alfred, Über die Verteilung der phototropischen Sensibilität in Gramineenkeimlingen und deren Empfindlichkeit für Kontaktreize.

Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. Abt. I. 1913. 122, 65—110.

Nach der Entdeckung von van der Wolk, daß die Avenakoleoptilen kontaktempfindlich sind, ist die Frage berechtigt, ob die bekannte Versuchsmethodik Rotherts einwandfreie Aufschlüsse über die Verteilung der Sensibilität in den Gramineenkeimlingen zu geben vermag. Ihr ist der Verf. mit einer neuen Belichtungsmethode nachgegangen, die ohne alle Verdunkelungsvorrichtungen lokale Belichtung gestattet. Dabei

hat er zugleich versucht, die Größe der Sensibilität in den einzelnen Zonen zu ermitteln. Für die Versuche wurden die Keimlinge von *Avena sativa*, *Panicum miliaceum*, *Phalaris canariensis*, *Lolium perenne* und *Phleum pratense* verwendet. Das Hauptergebnis ist eine völlige Bestätigung von Rotherts Beobachtungen, so daß seine Verdunkelungskäppchen, -schürzchen und -deckelchen nicht als diskreditiert zu betrachten sind. Der 2 mm lange Spitzenteil der Keimlinge also ist vor allem phototropisch empfindlich (die Reizschwelle der positiven Krümmungen liegt für *Avena* bei 25 M.-K.-S., für *Phalaris* bei 90 M.-K.-S., für *Lolium* bei 225 M.-K.-S., für *Phleum* bei 240 M.-K.-S., für *Panicum* bei 405 M.-K.-S.), während die Wachstumszonen und die Basen der Koleoptilen sehr viel weniger und zwar nahezu gleich sensibel sind (Schwellen für *Avena* etwa 20250 bis 24300 M.-K.-S., für *Phalaris* 105300 M.-K.-S., für *Phleum* 122850 M.-K.-S.). Die Hypokotyle sind phototropisch sehr wenig, bei *Panicum* ebenso wie die Koleoptilbasen nicht sensibel. Eine akropetale phototropische Reizleitung konnte der Verf. nicht nachweisen.

Außer auf die Verteilung der phototropischen Sensibilität wurde auch auf die der photischen Empfindlichkeit geachtet, die sich in der Wachstumshemmung äußert. Während das Wachstum der Koleoptilen durch Lichtmengen bis zu 800000 M.-K.-S., ausgenommen *Panicum*, nicht merklich gehemmt wird, ist das bei den Hypokotylen schon durch Lichtmengen von 140400 M.-K.-S. (*Avena*) bis zu 210000 M.-K.-S. (*Lolium*) der Fall. Die Verteilung dieser Empfindlichkeit ist ganz abweichend von der phototropischen, entsprechend den Beobachtungen des Ref., die auch insofern bestätigt werden, als der Verf. diese photische Empfindlichkeit ebenfalls für die Koleoptilen und die Transmission der Erregung zu den Hypokotylen festgestellt hat. Obwohl also das Wachstum der Koleoptilen durch die Belichtung wenig gehemmt wird, löst solche Belichtung doch eine starke Wachstumshemmung in den nicht belichteten Hypokotylen aus! Genauer verfolgt wurden diese Dinge aber nicht.

Schließlich hat der Verf. die Versuche van der Wolks mit Kontaktreizen wiederholt und weiter ausgedehnt. Eine solche Kontaktreizbarkeit wurde bei allen untersuchten Keimlingen gefunden. Merkwürdigerweise ist aber der 3 bis 4 mm lange Spitzenteil der Koleoptilen, bei *Panicum* sogar die ganze Koleoptile nicht sensibel. Die größte Empfindlichkeit wurde vielmehr in den Wachstumszonen der Koleoptilen beobachtet: schon wenn man sie 10mal mit einem Holzstabe reibt, krümmen sich die Koleoptilen deutlich. Die Koleoptilbasen sind wieder viel weniger sensibel; noch weniger sensibel sind die Hypokotyle. Bei

Panicum aber, wo die Sensibilität auf das Hypokotyl beschränkt ist, genügt schon geringe Reizung zur Auslösung einer Krümmung. Gleichstarke Reizung gegenüberliegender Seiten ruft keine Reaktion hervor. Reizung der Spitze hemmt eine Gegenreizung in der Wachstumszone nicht.

H. Fitting.

Schley, Eva O., Chemical and physical changes in geotropic stimulation and response.

Bot. Gaz. 1913. 56, 480—489.

Verf. beschäftigt sich in dieser Arbeit mit den eigenartigen Stoffwechselveränderungen, die von Gr. Kraus in tropistisch gereizten Organen entdeckt worden, seitdem aber nicht mehr Gegenstand von Untersuchungen gewesen sind. Sie bestätigt die Angabe dieses Forschers, daß nach der tropistischen Reizung der Säure- und der Zuckergehalt sich in den Längshälften des Organes in eigenartiger Weise ändern. Diese Verhältnisse wurden von ihr an den Keimstengeln von *Vicia Faba* untersucht. Wie Kraus findet sie, daß im ungereizten Keimstengel der Säuregehalt in der Spitze am größten ist. Legt man die Stengel horizontal, so nimmt bereits ganz kurze Zeit nach der Reizung und jedenfalls schon vor Beginn der geotropischen Krümmung der Säuregehalt auf der später konkaven Seite zu bis zu einem Maximum, das bereits 7 Minuten nach dem Umlegen erreicht wird. Hierauf nimmt er sehr schnell wieder ab. Inzwischen ist die Säure auch auf der später konvexen Seite vermehrt worden und zwar bis zu einem Maximum, etwa 30 Minuten nach Beginn der Reizung, so, daß die Säuremenge hier nun etwas größer ist als in der Konkavseite. Allmählich wird der Säuregehalt in beiden Flanken gleich. So bleibt es während der Krümmung. Wenn der Stengel sich dann wieder gerade streckt, so nimmt die Säuremenge auf der anfänglich konkaven Seite wieder ab. Nach der Verf. sind die Vorgänge also wesentlich komplizierter als Kraus gefunden hatte: nach ihm vermindert sich der Säuregehalt infolge der Reizung auf der konvex werdenden Seite. Leider hat die Verf. ihre Versuchsprotokolle nicht so ausführlich mitgeteilt, daß man sich ein Urteil darüber bilden könnte, wieweit ihre Zahlen beweiskräftig sind.

Kraus hatte ferner noch beobachtet, daß in tropistisch gereizten Organen der Zucker auf der konvexen Seite zunächst zu-, dann abnahm. Die Verf. beobachtete im Gegensatze dazu eine Zunahme des Zuckers auf der Konkavseite, wie sie überhaupt eine Zunahme des Trockengewichtes auf der Konkavseite feststellen konnte. Leider hat sie die Veränderungen im Zuckergehalte nicht weiter verfolgt.

H. Fitting.

Richter, Oswald, Über die Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit von Keimlingen durch Narkotika.

Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Mat. nat. Kl. Abt. I. 1913. 121, 1183—1228.

Ob Laboratoriumsluft und Narkotika den Phototropismus steigern oder ebenso wie den Geotropismus, doch viel schwächer herabsetzen, das ist eine noch unstrittene Frage. Dem Verf., der das erstere behauptet hatte, war von Guttenberg ganz entschieden entgegengetreten. Entscheidend müssen vor allem die phototropischen Präsentationszeiten in reiner und in unreiner Luft sein. Solche zu bestimmen, und zwar unter Ausschluß des Geotropismus durch Rotation der Versuchspflanzen senkrecht zur horizontalen Klinostatenachse, hat sich der Verf. in dieser Arbeit bemüht. Für solche Versuche sind Erbsen-, Wicken- und Linsenkeimlinge ungeeignet wegen der starken Nutationen, die sie in unreiner Luft am Klinostaten ausführen. Deshalb wurden Keimpflanzen von *Avena* verwendet. Als der Verf. etwas länger als die Präsentationszeiten reizte, krümmten sich bei der Rotation die Pflanzen in reiner Luft schwächer und später als in Laboratoriumsluft und in Ätheratmosphäre. Der Verf. weist darauf hin, daß weder die Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit in der Narkotikaatmosphäre, noch eine Hemmung des Autotropismus zur Deutung dieser Beobachtungen herangezogen werden können.

Was nun die minimalen Lichtmengen betrifft, die noch eben Krümmung auslösten, so erhielt der Verf. in reiner Luft erst bei 60,99 M.-K.-S. Krümmungen, in Leuchtgas- oder Ätheratmosphäre dagegen schon bei 45,74 M.-K.-S. In beiden Versuchsreihen wurden Lichtquellen und Licht gleicher Intensitäten verwendet. Die Präsentationszeit betrug in unreiner Luft 3, in reiner 4 Sekunden. Die Zahl der mitgeteilten Versuchsprotokolle ist wohl zu gering, um dieses Ergebnis bereits als völlig gesichert erscheinen zu lassen. Bei Versuchen anderer Autoren wurde jedenfalls die Reizschwelle wesentlich tiefer gefunden. Ob diese Differenz mit der Versuchsanordnung des Verf.s sich erklären läßt, ist zunächst nicht zu übersehen. Ist das Ergebnis aber als einwandfrei zu betrachten, so dürfte es für die Meinung des Verf.s sprechen, daß Narkotika die phototropische Empfindlichkeit erhöhen. H. Fitting.

Mildbraed, J., Botanik, in »Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika-Expedition 1907—1908, unter Führung Adolf Friedrichs, Herzogs zu Mecklenburg«. Bd. II.

Klinkhardt & Biermann, Leipzig. 1910—1914. 718 S. 78 Taf.

Dieses Werk bedeutet einen großen Fortschritt in der botanischen Erforschung Afrikas. Im deskriptiv-systematischen Teil ist eine unge-

wöhnliche Menge von Neuheiten behandelt; dabei zeugt er überall von dem förderlichen Zusammenwirken der Bearbeiter und von Dr. Mildbraed, der als Beobachter, Sammler und Herausgeber eine Leistung vollbracht hat, die unter den vieljährigen afrikanischen Arbeiten des Berliner Botanischen Museums eine der bemerkenswertesten ist.

Im Schlußkapitel S. 603 bis 691 schildert Verf. die Vegetationsverhältnisse im Arbeitsgebiet der Expedition, d. h. vom Viktoria-Njanza westwärts bis zum mittleren Kongo. Die spezielle Formationskunde der Tropen wird hier durch gute Beschreibungen bereichert. Neben dem typischen Regenwald des östlichen Kongosystems lernen wir z. B. genau die vertikale Stufung der Vegetation an den bisher fast unbekanntem hohen Kirunga-Vulkanen kennen, die bei dem verschiedenen geologischen Alter der einzelnen Kegel merkwürdig ungleich ist. An dem jugendlichen Ninagongo machen die Formationen einen »unfertigen« Eindruck, während am Karissimbi alles ausgeglichen scheint: einige wenige Arten sind zur Herrschaft gelangt und haben sich ganz massenhaft entwickelt, »als wollte die Natur sie in riesigen Reinkulturen vorführen«: 2200 bis 3000 m Bambusbestand von *Arundinaria alpina*, dann lichter Hageniawald mit üppigen Hochstauden, bei 3300 m *Senecio adnivalis* mit dichtem *Alchemilla*-Teppich. Sehr bemerkenswert ist die Beobachtung, daß die Grasflur der Hochlagen am Kilimandscharo und Kamerunberg sowohl dem Ruwenzori, wie den Kirunga-Vulkanen abgeht; am Ruwenzori folgt dem Bambusmischwald unmittelbar der Ericaceenwald mit riesiger Moosentwicklung in der subalpinen Stufe und dichten Seneciobeständen in der alpinen.

Das wichtigste Ergebnis von Mildbraeds Reise ist die Sicherstellung, Begrenzung und floristische Kennzeichnung des großen äquatorialen Regenwaldgebietes in Afrika. Der Skepsis gegenüber, mit der De Wildeman in einigen Rezensionen seinen vorläufigen Angaben darüber (im Reisewerk der Expedition) begegnet ist, betont Verf. mit berechtigter Entschiedenheit den primären Zustand dieser riesigen Hylaea, die Unabhängigkeit ihres Regenwaldes von den Flüssen und ihr floristisch einheitliches Wesen. Viele Gattungen, die bisher nur von der Westküste bekannt waren, wurden von ihm an den äußersten Ostgrenzen des Kongosystems nachgewiesen: was man früher unter »westafrikanischer Waldprovinz« verstand, erstreckt sich tatsächlich in völliger Geschlossenheit bis zum Westrand des großen Grabens. Unterbezirke darin zu begrenzen, ist heute noch unmöglich.

Verf. hat den Vorzug gehabt, auf der Durchquerung des Erdteils die meisten seiner Formationen und die floristische Verteilung ihrer Elemente selbst beobachten zu können. Interessant sind daher die ab-

schließenden Auffassungen, zu denen er gelangt: »Die räumlichen Entfernungen bedeuten bei der Verteilung der Pflanzenwelt des äquatorialen Afrikas wenig, vielmehr sind nicht nur ökologisch, sondern auch in floristischer Hinsicht die klimatischen Verhältnisse, wie sie jetzt herrschen und wie sie einst waren, durchaus maßgebend.« Nachhaltig wirke noch die Vergangenheit. Wenn die montane Flora der hohen Berge Afrikas, die Savannen des ganzen Sudans, die Waldgebiete der äquatorialen Waldzone floristisch so einheitlich sind, so möchte Verf. das auf die nivellierende Wirkung der Pluvialperiode Afrikas zurückführen. Doch wenn er dabei auf den Unterschied gegenüber dem malayischen Gebiete und der Neotropis hinweist, wo die floristischen Differenzen viel stärker, die engbegrenzten Endemiten viel zahlreicher seien, so berührt er damit ein Thema, das man heute noch nicht zu erledigen vermag, das vielmehr erst die floristische Erfahrung der Zukunft entscheiden kann. L. Diels.

Nova Guinea, Résultats de l'expédition scientifique néerlandaise à la Nouvelle-Guinée en 1912 et 1913 sous les auspices de A. Franssen Herderschee. Vol. XII. Botanique Livr. 1.

Leide, Brill. 1913. 4^o, 108 S. 28 Taf.

In dieser neuen Lieferung des niederländischen Neuguinea-Werkes setzt J. J. Smith die Bearbeitung der zahlreich eingehenden Orchideen fort. Sein Beitrag ist für die spezielle Kenntnis der Familie wichtig durch die kritischen Auseinandersetzungen mit R. Schlechter, der gleichzeitig die Orchideen des deutschen Anteils von Neuguinea publiziert. L. Diels.

Koorders, S. H., Exkursionsflora von Java, umfassend die Blütenpflanzen. IV. Bd.: Atlas. 1. Abteilung: Familie 1 bis 19.

G. Fischer, Jena. 1913. 81 S.

Diese Sammlung von schwarzen Abbildungen und Analysen zahlreicher javanischer Pflanzen wird die Brauchbarkeit der zuletzt in dieser Zeitschr. 1913, 5, 41 angezeigten Flora sehr wesentlich erhöhen. Es sollen etwa 15 Abteilungen erscheinen; die vorliegende erste enthält die Gymnospermen und die Monokotylen bis zu den Gräsern.

L. Diels.

Schips, M., Zur Öffnungsmechanik der Antheren.

Beih. bot. Centralbl. I. 1913. 31, 1—92.

Die Arbeit stammt aus dem Laboratorium von Ursprung und wendet sich gegen die Theorie, welche Kohäsionserscheinungen für die Öffnung der Antheren verantwortlich macht.

Der erste Teil der Arbeit beginnt mit einer Untersuchung über die Größe der hygroskopischen Schrumpfung und über die Größe der Kohäsionsverkürzung der Faserzellen. Es wird nur Material benützt, »welches seit Entnahme aus der Blüte trocken aufbewahrt war«, und zu den Messungen werden Faserzellen verwendet, die durch Zerteilen der Faserschicht mit Nadeln isoliert worden sind. Die mittleren Werte für die Kohäsionsverkürzung (der Längsachse der Faserzellen) bei vier verschiedenen Pflanzen sind: 8,8, 9,4, 7,2 und 8,9%, diejenigen für die Gesamtverkürzung nach beendetem hygroskopischen Austrocknen: 29,3, 27,2, 30,2 und 30,7%. Da nun bei der Öffnung der Antheren im Mittel eine Verkürzung von 30 bis 50% statthat, ist nach Sch. die Leistungsfähigkeit der Kohäsion nicht ausreichend, um die Antherenöffnung bewirken zu können. Wenn diese Zahlen einwandfrei wären, würden sie allerdings die Berechtigung der Kohäsionstheorie sehr in Frage stellen. Sie verlieren aber ihre Beweiskraft, wenn man folgendes berücksichtigt: 1. Der angegebene Wert von 30 bis 50% für die Verkürzung der Antheren bei der Öffnung beziehen sich nicht auf das Auseinanderschlagen der Antherenklappen allein, sondern auf die Gesamtverkürzung, welche die Antheren, nachdem sie geöffnet sind, bei weiterem Austrocknen erfahren. Die Schrumpfung während der Phase der Klappenöffnung ist relativ gering, nach früheren Messungen des Ref. beträgt sie z. B. für *Lilium tigrinum* und *Hemerocallis fulva* nur ca. 16%. 2. Der Öffnungsvorgang in natura findet an lebenden Antheren statt, während Schips nur tote Zellen gemessen hat. Es müßte also zu den Kohäsionswerten, die Verf. angegeben hat, noch die Verkürzung, die durch Aufhebung des Turgors eintritt und bis 10% betragen kann¹, hinzuaddiert werden.

Kapitel 2 bis 7 der Arbeit bringen Nachuntersuchung und Kritik folgender von anderen Autoren zugunsten der Kohäsionstheorie angeführten Punkte:

1. Der Luftgehalt der Antheren während der Öffnung und das Öffnen der Antheren in feuchter Luft. Verf. untersucht den Luftgehalt der Antherenklappen an Schnitten, die er in Olivenöl beobachtet. Die Methode, Schnitte unter Öl herzustellen, lehnt er ab, weil er fand, daß Olivenöl in vollständig trockenes Hollundermark oder in Antherenklappen, »die schon seit Monaten trocken gelegen hatten«, nach wenigen Sekunden eindringt. Ref. bezweifelt nach seinen Beobachtungen, daß Olivenöl in geschlossene trockene Zellen so schnell eindringt, wie Verf. annimmt. Keinesfalls gilt das aber für Zellen frischer Antheren, auf die es hier allein ankommt,

¹) Jahrb. f. wiss. Bot. 1909. 47, 193.

deren Membranen wasserdurchtränkt sind. Die Schipssche Kritik der angeführten Methode ist somit zurückzuweisen. Verf. untersucht nun die relative Häufigkeit der Luftblasen zahlenmäßig, indem er die in der Luft präparierten Stücke der Antherenklappen in Öl einlegt, skizziert und mittels der Wägemethode den Prozentsatz der blasenführenden Zellen bestimmt. Er findet zur Zeit des Aufreißen der Naht 12 bis 27%, wenn die Klappen auseinandergeschlagen waren 33 bis 37% blasenhaltige Zellen. Diese Zahlen, die wiederum für die Kohäsionstheorie bedenklich wären, beruhen z. T. jedenfalls auf der fehlerhaften Methode, die Schnitte in Luft herzustellen. Zum anderen Teil werden sie ihre Erklärung in der Außerachtlassung der Größe der Luftblasen finden. Ref. hat in eben geöffneten Klappen ebenfalls (wenn auch nur vereinzelt) Luftblasen gefunden, die aber niemals in diesem Stadium das ganze Zellumen ausfüllten. Solche Blasen, die gerade ein Kennzeichen des Kohäsionsmechanismus sind, durften natürlich bei den Zählungen von Sch. nicht berücksichtigt werden. Schließlich ist zu bedenken, worauf schon Steinbrinck¹ hingewiesen hat, daß auch die Membranen der meisten ganz mit Blasen erfüllten Zellen noch nicht nennenswert Wasser hygroskopisch verloren haben könnten, solange sie von wasserhaltigen Zellen umgeben sind.

2. Über Faltenbildung der dünnen Membranen. Verf. vermißt Zerknitterungen der Membranen der Faserzellen, die natürlich (vgl. auch Steinbrinck l. c.) nicht nötig sind, wenn sich Faltungen nachweisen lassen. Faltungen gibt Verf. selbst für die epidermalen Tangentialwände an (S. 33), wenn sie auch nur geringfügig sein sollen und auf besondere Weise erklärt werden. Die Untersuchungsmethode des Verf. kann aber überhaupt über die Frage der Kohäsionsfalten keine entscheidende Antwort bringen, da Verf. nur trockene und nachträglich aufgeweichte statt lebender Antheren zu seinen Untersuchungen verwendet hat. Daß eine Kohäsionskontraktion an den isolierten Faserzellen stattfindet und beim Erscheinen der Gasblasen unter Zucken wieder zurückgeht, hat Verf. selbst (S. 10/11) an einzelnen Zellen beobachtet.

Zwei weitere Kapitel, deren Inhalt Verf. selbst keine entscheidende Bedeutung zumessen kann, sowie die Kritik der Vakuum-Methode, auf die Steinbrinck selbst geantwortet hat, können hier übergangen werden².

¹) Ber. d. d. bot. Ges. 1913. 31.

²) In den Ber. d. d. bot. Ges. (1914. 32, 167) repliziert Schips auf Steinbrincks zitierte Kritik und hält die Richtigkeit seiner Angaben aufrecht. Steinbrinck hat dem Straßburger Institut Präparate von Antheren zugeschickt, die nach natürlichem Aufspringen und vollständiger Verkürzung in Wasser so lange aufgeweicht worden waren, daß zwar die Zellunina der Faserzellen sich nicht mit Wasser füllen

3. Methode der Öffnung durch wasserentziehende Flüssigkeiten. Dieses Kapitel bekämpft die angebliche Voraussetzung für die Beweisführung des Ref., die in der Annahme bestehen soll, daß die Membranen der Antherenwandungen durch $MgCl_2$ -Lösung bis zum größtmöglichen Verkürzungszustand entwässert werden. Die Behauptung, daß die Verkürzung durch Entwässerung in $MgCl_2$ -Lösungen die absolut größtmögliche sei, hat Ref. nie aufgestellt, sondern nur angenommen, daß die Membranen bei längerem Aufenthalt in gesättigter $MgCl_2$ -Lösung mehr und mehr entwässert würden, bis ein Gleichgewichtszustand erreicht sei, welcher den für diese $MgCl_2$ -Lösung größtmöglichen Verkürzungszustand darstelle¹. Das ganze 7. Kapitel, welches durch zahlreiche Messungen diese vom Ref. unter anderen verwendete Methode und Beweisführung bekämpfen sollte, bringt also nur eine Bestätigung der Voraussetzungen des Ref. und kann somit nichts gegen die Kohäsionstheorie beweisen.

Im zweiten Hauptteil der Arbeit behandelt Verf. den hygroscopischen Öffnungsmechanismus und findet, daß bei der hygroscopischen Verkürzung der Faserzellen den dünnen Wandteilen die Hauptleistung zufalle, daß die Schrumpfung der Verdickungsfasern allein nicht ausreicht, um eine Öffnungsbewegung hervorzurufen.

E. Hannig.

Linde, P., Zur Kenntnis der *Cladothrix dichotoma* Cohn.

Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1913. 39, 369.

Verf. hat *Cladothrix dichotoma* Cohn auf einprozentigen Agar mit $\frac{1}{2} \text{‰}$ Fleischextrakt rein gezüchtet und an den gewonnenen Reinkulturen näher studiert. Entgegen A. Meyer und Miehle sieht Verf. keinen Grund, *Cladothrix* von den echten Bakterien zu trennen. Bezüglich der äußeren Morphologie der Zellen und des Fadenverbandes, der Verzweigung, der Entstehung und Keimung der Schwärmsporen kommt er wesentlich zu den gleichen Ergebnissen wie frühere Untersucher, kann dagegen die von Ellis angegebene Zugehörigkeit echter Spirillen zum Entwicklungsgang von *Cladothrix* ebensowenig bestätigen, wie den angeblichen Zusammenhang mit der *Zoogloea ramigera*. *Sphaerotilus natans*

konnten, die ganzen Antheren aber durch Quellen der Zellmembranen die ursprüngliche Länge annehmen. Diese Antheren waren im Vakuum ausgetrocknet worden. Sie zeigen die normale Länge der frischen Antheren und geschlossene Antherenklappen. Die Präparate bilden also einen einwandfreien Beleg der Steinbrinckschen Experimente, angesichts deren die entgegengesetzten Resultate, die Schips bei 153 Versuchen erhalten hat, schwer verständlich erscheinen.

¹) Ref. hat zudem (l. c. S. 297) besondere Versuche angeführt, in denen gezeigt wird, daß lufttrockene Antherenmembranen in gesättigter $MgCl$ -Lösung aufquellen.

Kützing ist, wie schon Kolkwitz und Ellis annahmen, synonym mit *Cladotrix dichotoma* Cohn.

Als Kohlenstoffquelle können die Eiweißstoffe und ihre Abbauprodukte (Peptone, Aminosäuren) sowie Glycerin, Hexite (Mannit), Mono- und Disaccharide, nicht aber Stärke, Dextrin u. dgl. dienen, als Stickstoffquelle außer den bereits genannten organischen Stickstoffverbindungen auch Nitrite und Ammoniumsalsze.

Behrens.

Löhnis, F., und Green, H. H., Über die Entstehung und die Zersetzung des Humus, sowie über dessen Einwirkung auf die Stickstoffassimilation.

Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1914. 40, 52.

Unter dem vieldeutigen Begriff: Humus, verstehen die Verff. die dunkel gefärbte, keine Struktur mehr zeigende organische Masse, wie sie, aus den verschiedensten pflanzlichen und tierischen Resten entstanden, im Boden zu finden ist. Bei den Versuchen ging im Gemisch mit Sand (1:10) Stalldünger am schnellsten in Humus über, langsamer der Gründünger und noch später das Stroh, während Zucker fast gar keinen Humus lieferte und Torf nur wenig angegriffen wurde. Die Humusbildung schien bei beschränktem Luftzutritt am günstigsten zu verlaufen. Die aus den verschiedenen organischen Stoffen erhaltenen Humusarten wurden mit Natronlauge ausgezogen und aus den Lösungen mit Salzsäure reinere stickstoffhaltige Humuskörper gefällt. Als diese in Erde der natürlichen Zersetzung überlassen wurden, ergaben sich Unterschiede bezüglich der Neigung des Stickstoffs zur Mineralisation. Die Stickstoffbindung in Mannitlösung durch Azotobakter werde durch geringe Mengen (0,2 %) aller Humuspräparate, besonders aber des Stallmishumus, wesentlich gefördert. Nach einigen Versuchen scheint das auf einer Verbesserung der Nährlösung in chemischer Beziehung zu beruhen.

Da die wirkenden Organismen — mit Ausnahme der Versuche mit Azotobakter — nicht bekannt und nicht untersucht sind, so bieten die Untersuchungen der Verff. wenig mehr als Anregungen zu Forschungen auf dem schwierigen Gebiete.

Behrens.



Neue Literatur.

Allgemeines.

- Giesenhagen, K.**, Lehrbuch der Botanik. 6. Aufl. Grub, Stuttgart. 1914. 8^o, 440 S.
Hansen, A., Repetitorium der Botanik für Mediziner, Pharmazeuten, Lehramtskandidaten und Studierende der Forst- und Landwirtschaft. 9. umgearb. u. erweit. Aufl. A. Töpelmann, Gießen. 1914. 8^o, IV, 224 S.
Winterstein, H., Handbuch der vergleichenden Physiologie. 41. Lief. Bd. III. Physiologie des Energiewechsels. Physiologie des Formwechsels. II. Fischer, Jena. 1914. 8^o, 947—1060.

Bakterien.

- Bornand, M.**, Contribution à l'étude du *Bacterium salmonicida*. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 73, 355—358.)
Eisenberg, Ph., Untersuchungen über die Variabilität der Bakterien. (Ebenda. 449—488.)
Giemsa, G., Zur Schnellfärbung (Romanowsky-Färbung) von Trockenausstrichen. (Ebenda. 493—496.)
Isabolinsky, M., und **Smoljan, L.**, Über die Wirkung einiger Anilinfarbstoffe auf Bakterien. Nebst einem Beitrag über die Farbstofffestigkeit der Bakterien. (Ebenda. 413—427.)
Löhnis, F., Bodenbakterien und Bodenfruchtbarkeit. Bornträger, Berlin. 1914. 8^o, 70 S.
Rosenthal, E., und **Patai, J. A.**, Über die proteolytische Aktivität von Streptokokken-, Staphylokokken- und Coli-Kulturen. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 73, 406—413.)
Skene, M., A contribution to the physiology of the Purple Bacteria. (The new phytolog. 1914. 13, 1—17.)
Söhngen, N. L., Umwandlungen von Manganverbindungen unter dem Einfluß mikrobiologischer Prozesse. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. 40, 545—555.)

Pilze.

- Atkinson, G. F.**, The development of *Armillaria mellea*. (Mycolog. Centralbl. 1914. 4, 113—121.)
Brenner, W., Die Stickstoffnahrung der Schimmelpilze. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. 40, 555—647.)
Brocq-Rousseu, Etude de l'*Acremonium Potronii* Vuill. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 150—157.)
Bubák, Fr., Eine neue Rhizosphaera. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 188—191.)
Davis, S., Fleshy Fungi of Stow, Massachusetts. (Rhodora. 1914. 16, 45—52.)
Neuberg, C., und **Steenbock, H.**, Über die Bildung höherer Alkohole aus Aldehyden durch Hefe II. Übergang von Valeraldehyd in Amylalkohol. (Biochem. Zeitschr. 1914. 59, 188—192.)
Nienburg, W., Zur Entwicklungsgeschichte von *Polystigma rubrum* DC. (Zeitschr. f. Bot. 1914. 6, 369—453.)
Sartory, A., Étude d'une nouvelle espèce de Citromyces. *Citromyces Bumtzi* n. sp. (Compt. rend. soc. biol. 1914. 76, 605—607.)
Weese, J., Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Calonectria*. (Mycolog. Centralbl. 1914. 4, 121—132.)

Algen.

- Hoyt, W. D.**, Some effects of colloidal metals on *Spirogyra*. (The bot. gaz. 1914. 57, 193—212.)
Kolkwitz, R., Über Wasserblüten. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 349—356.)
Mc Lean, R. C., A method of staining Cyanophyceae. (The new phytolog. 1914. 13, 70—71.)

Virieux, J., Sur la reproduction d'un Périidien limnétique, *Peridinium Westii* Lemm. (Compt. rend. soc. biol. 1914. 76, 534—536.)

Flechten.

Famincyn, A., Beitrag zur Kenntnis der Zoosporen der Lichenen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 218—222.)

Savicz, V. P., Zum Studium der Flechten und der Flechtenformationen im östlichen Sumpfgebiet des Gouvernements Pskow. (Bull. jard. imp. bot. Pierre le Grand. 1913. 13, 134—148.)

Moose.

Camus, F., Sur l'extension vers le Nord de deux Hépatiques méridionales. (Bull. soc. bot. France. 1913 [1914]. 60, 624—628.)

Migliorato, E., Prima aggiunta all' elenco bibliografico della flora epaticologica dell'Abruzzo e del Napoletano. (Ann. di botanica. 1914. 12, 201—206.)

Paul, H., Zur Geographie der deutschen Laubmoose. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 47—60.)

Scherrer, A., Untersuchungen über Bau und Vermehrung der Chromatophoren und das Vorkommen von Chondriosomen bei *Anthoceros*. (Festschr. Eröffnung Inst. f. allg. Bot. Zürich. 1914. 177—232.)

Farnpflanzen.

Bancroft, N., Pteridosperm anatomy and its relation to that of the Cycads. (The new phytolog. 1914. 13, 41—68.)

Petry, L. C., The anatomy of *Ophioglossum pendulum*. (The bot. gaz. 1914. 57, 169—192.)

Pickett, F. L., The development of the prothallium of *Camptosorus rhizophyllus*. (Ebenda. 228—238.)

Robinson, W. J., A taxonomic study of the Pteridophyta of the Hawaiian Islands. IV. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 51—60.)

Gymnospermen.

Church, A. H., On the floral mechanism of *Welwitschia mirabilis*, Hooker. (Proc. r. soc. London. 1914. B. 87, 354—355.)

Devisé, R., Le fuseau dans les microsporocytes du *Larix*. (Compt. rend. 1914. 158, 1028—1030.)

Klinken, J., Über das gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Koniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde. (Bibl. botan. 1914. Heft 84. 1—41.)

Marsh, A. S., Notes on the anatomy of *Stangeria paradoxa*. (The new phytolog. 1914. 13, 15—29.)

Morphologie.

Briquet, J., Sur l'organisation et les affinités des Capparidacées à fruits vésiculeux. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 435—448.)

Fedde, F., Über die merkwürdige Staubfädenbildung bei *Hypocoum dimidiatum* Delile. (Ebenda. 29—31.)

Lingelsheim, A., Ein Fall von Blattfiederung bei *Corylus Avellana* L. (Ebenda. 607—610.)

Migliorato, E., Unione anormale dei carpelli nei fiori normali dialicarpellari (*Sin-carpellia*). (Ann. di botanica. 1914. 12, 207—209.)

Zelle.

Bitter, G., Weitere Untersuchungen über das Vorkommen von Steinzellkonkretionen im Fruchtfleisch beerentragender Solanaceen. (Abhandl. naturw. Ver. Bremen. 1914. 23, 114—163.)

- Buscalioni, L.**, Ricerche sulla costituzione dei plastidi, in rapporto specialmente alla presenza dei lipoidi ed alla funzione fotosintetica dei cloroplasti. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 657—672.)
- Guilliermond, A.**, Etat actuel de la question de l'évolution et du rôle physiologique des mitochondries d'après les travaux récents de cytologie végétale. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 129—150.)
- Scherrer, A.**, s. unter Moose.

Gewebe.

- Bancroft, N.**, s. unter Farnpflanzen.
- Janssonius, H. H.**, Mikrographie einiger technisch wichtigen Holzarten aus Surinam. (Verh. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam II Sect. 1914. 18, No 2. 1—50.)
- Koketsu, R.**, Studien über die Milchröhren und Milchzellen einiger einheimischer Pflanzen. (Journ. coll. sc. univ. Tokyo. 1913. 35, 6, 1—57.)
- Marsh, A. S.**, s. unter Gymnospermen.
- Petry, L. C.**, s. unter Farnpflanzen.
- Solereeder, H.**, Zwei Beiträge zur systematischen Anatomie. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 578—585.)

Physiologie.

- Brenner, W.**, s. unter Pilze.
- Crump, W. B.**, Notes on water-content and the wilting-point. (The Journ. of ecology. 1913. 1, 96—99.)
- Curtius, Th.**, und **Franzen, H.**, Über die chemischen Bestandteile grüner Pflanzen. (Ann. d. Chem. [Liebig]. 1914. 404, 93—130.)
- Harder, R.**, Über den autotropischen Ausgleich mechanisch aufgezwungener Krümmungen des Sprosses. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 197—206.)
- Hoyt, W. D.**, s. unter Algen.
- Iwanoff, L.**, Zur Frage nach der Beteiligung der Zwischenprodukte der alkoholischen Gärung an der Sauerstoffatmung. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 191—197.)
- Jacobacci, V.**, Ricerche sul rapporto tra la sensibilità geotropica nella radice e la presenza e l'orientamento degli statoliti. (Ann. di botanica. 1914. 12, 165—176.)
- Kelley, W. P.**, The function of manganese in plants. (The bot. gaz. 1914. 57, 213—227.)
- Klinken, J.**, s. unter Gymnospermen.
- Lakon, G.**, Über einige Abweichungen im herbstlichen Laubfall und ihre Natur. Ein Beitrag zur Frage der jährlichen Periodizität. (Biol. Centralbl. 1914. 34, 161—170.)
- Laurent, J.**, Du rôle de la glycérine dans les anomalies de structure qu'elle provoque chez le *Pisum sativum* L. (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 592—601.)
- Lundegårdh, H.**, Grundzüge einer chemisch-physikalischen Theorie des Lebens. Fischer, Jena. 1914. 8^o, V, 63 S.
- Miyake, K.**, Influence of the salts common in alkali on soils upon the growth of rice plant V. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 28, 1—5.)
- Neuberg, C.**, Die Gärungsvorgänge und der Zuckerumsatz der Zelle. (S.-A. Handbuch d. Biochem. Fischer, Jena. 1913. 8^o, 42 S.)
- , und **Welde, E.**, Phytochemische Reduktionen I. Umwandlung der Nitrogruppe in die Aminogruppe. (Biochem. Zeitschr. 1914. 60, 472—479.)
- , und **Steenbock, H.**, s. unter Pilze.
- Rosé, E.**, Etude des échanges gazeux et de la variation des sucres et glucosides au cours de la formation des pigments anthocyaniques dans les fleurs de *Cobaea scandens*. (Compt. rend. 1914. 158, 955—958.)
- Sawada, K.**, Notes on the species of *Bremia*. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 28, [74]—[84].) (Japanisch.)
- Schips, M.**, Zu den Bemerkungen Steinbrincks über meine Antherenarbeit. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 167—173.)
- Sievers, A. F.**, Distribution of alkaloids in the Belladonna plant. (Amer. Journ. of Pharm. 1914. 86, 97—111.)

- Skene, M.**, s. unter Bakterien.
- Tottingham, W. E.**, A quantitative chemical and physiological study of nutrient solutions for plant cultures. (Physiol. research. 1914. **1**, 133—136.)
- Vogt, E.**, Über den Einfluß vertikaler Belichtung auf die Zuwachsbewegung der Kolcoptile von *Avena sativa*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 173—179.)
- Wager, H.**, The action of light on chlorophyll. (Proc. r. soc. London. 1914. B. **87**, 386—407.)
- Warner, Ch. H.**, Formaldehyde as an oxidation product of chlorophyll extracts. (Ebenda. 378—385.)
- Willstätter, R.**, Über die Farbstoffe der Blüten und Früchte. (Sitzgsber. preuß. Akad. d. Wiss. 1914. 402—411.)
- Wintersein, H.**, s. unter Allgemeines.

Fortpflanzung und Vererbung.

- d'Angremond, A.**, Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen. (Festschr. Eröffnung Inst. allg. Bot. Zürich. 1914. 233—286.)
- Eisenberg, C.**, s. unter Bakterien.
- Gates, R. R.**, Breeding experiments which show that hybridisation and mutation are independent phenomena. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914. **11**, 209—279.)
- Irmscher, E.**, Die Verteilung der Geschlechter in den Infloreszenzen der Bignoniaceen unter Berücksichtigung der morphologischen Verhältnisse. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. **50**, 556—577.)
- Leake, H. M.**, Note on the »fructing male« of *Phoenix dactylifera* L. (The new phytolog. 1914. **13**, 69—70.)
- Schneider, H.**, Über die Prophasen der ersten Reifeteilung in Pollenmutterzellen, insbesondere bei *Thelygonum Cynocrambe* L. (Arch. f. Zellforschg. 1914. **12**, 359—372.)
- Stomps, Th. J.**, Parallele Mutationen bei *Oenothera biennis* L. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 179—188.)
- Weinzieher, S.**, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Xyris indica* L. (Flora. 1914. [2] **6**, 393—432.)

Ökologie.

- Bitter, G.**, *Solanum morelliforme*, eine baumbewohnende Verwandte der Kartoffel. (Abh. naturw. Ver. Bremen. 1914. **23**, 225—239.)
- Büsgen, M.**, Kieselpflanzen auf Kalkboden. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. **50**, 526—538.)
- Church, A. H.**, s. unter Gymnospermen.
- Dingler, H.**, Zur ökologischen Bedeutung der Flügel der Dipterocarpaceen-Früchte. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. **50**, 1—14.)
- Fischer, E.**, Lassen sich aus dem Vorkommen gleicher oder verwandter Parasiten auf verschiedenen Wirten Rückschlüsse auf die Verwandtschaft der letzteren ziehen? (Zool. Anzeiger. 1914. **43**, 487—490.)
- Hauri, H.**, und **Schröter, C.**, Versuch einer Übersicht der siphonogamen Polsterpflanzen. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. **50**, 618—656.)
- Kamerling, Z.**, Welche Pflanzen sollen wir »Xerophyten« nennen? (Flora. 1914. [2] **6**, 433—454.)
- Kirchner, O. v.**, **Loew†, E.**, und **Schröter, C.**, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Spezielle Ökologie der Blütenpflanzen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 19. Lief. E. Ulmer, Stuttgart. 1914. I. Bd., 3. Abtlg., S. 513—608.
- König, J.**, **Hasenbäumer, J.**, und **Krönig, R.**, Die Trennung der Bodenteile nach dem spezifischen Gewicht und die Beziehungen zwischen Pflanzen und Boden. (Landw. Jahrb. 1914. **46**, 165—252.)
- Schenck, H.**, Die myrmekophilen *Acacia*-Arten. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. **50**, 449—487.)

- Tansley, A. G., and Adamson, R. S.,** Reconnaissance in the Cotteswolds and the Forest of Dean. (The Journ. of Ecology. 1913. 1, 81—98.)
- Tobler, F.,** Die Mangrove der Insel Ulenge (Deutsch-Ostafrika). (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 398—404.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Aaronsohn, A.,** Notules de phytogéographie palestinienne II. Espèces en voie d'extinction. (Bull. soc. bot. France. 1913 [1914]. 60, 585—592.)
- Allorge, P.,** Contribution à l'étude floristique du Vexin français. (Ebenda. 609—612.)
- Berger, A., und Dinter, C.,** Succulenta Dinteriana. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 586—592.)
- Brandt, M.,** Übersicht über die afrikanischen Arten der Gattung Rinosea Aubl. (Ebenda. 405—418.)
- Briquet, J.,** s. unter Morphologie.
- Britton, N. L.,** Studies of West Indian plants. V. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 1—25.)
- Chodat, R.,** Die geographische Gliederung der Polygala-Arten in Afrika. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 111—123.)
- Clements, F. E., and Schwartz-Clements, E.,** Rocky Mountain flowers. Wilson, White Plains & New York. 1914. 80.
- Diels, L.,** Diapensiaceen-Studien. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 304—330.)
- Engler, A., und Prantl, K.,** Die natürlichen Pflanzenfamilien. Ergänzungsheft III, enthaltend die Nachträge IV zu den Teilen II—IV usw., bearbeitet von R. Pilger und K. Krause. Engelmann, Leipzig und Berlin. 1914. Lief. 1. 1—96.
- Fedtschenko, B.,** Vorläufiges Verzeichnis einiger Arten der Gattung Tulipa. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 611—617.)
- Gilg, E.,** Zur Frage der Verwandtschaft der Salicaceae mit den Flacaurtiaceae. (Ebenda. 424—434.)
- Griggs, R. F.,** Observations on the behavior of some species at the edges of their ranges. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 25—50.)
- Hayek, A. v.,** Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. Lief. 1. F. Deuticke, Wien. 1914.
- Höck, F.,** Die Beschränkung pflanzlicher Verwandtschaftsgruppen von höherem Range als Gattungen auf einzelne Lebensreiche und Pflanzengebiete. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 15—24.)
- Hoffmann, J.,** Alpenflora für Alpenwanderer und Pflanzenfreunde. 2. Aufl. von K. Giesenhagen. Schweizerbart, München. 1914. 160, 147 S.
- Jardin botanique de l'état (Buitenzorg).** Icones Bogoienses. Vol. IV, fasc. 3. E. J. Brill, Leiden. 1913. 80, IV u. S. 169—237.
- Knuth, R.,** Ein Beitrag zur Systematik und geographischen Verbreitung der Oxalidaceen. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 215—237.)
- Koorders, S. H.,** Floristischer Überblick über die Blütenpflanzen des Urwaldes von Tjibodas auf dem Vulkan Gede in West-Java nebst einer Nummerliste und einer systematischen Übersicht der dort für botanische Untersuchung von mir nummerierten Waldbäume. (Ebenda. 278—303.)
- Kossinsky, C.,** Note sur la flore du gouvernement Kostroma. (Bull. jard. imp. bot. Pierre le Grand. 1913. 13, 119—133.)
- Krause, E. H. L.,** Die Gräser Elsaß-Lothringens. Bruchstück einer Landesflora. (Mitt. d. philomath. Ges. Elsaß-Lothringen. 1913 [1914]. 5, 1—161.)
- , **K.,** Englerophytum, eine neue afrikanische Gattung der Sapotaceen. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 343—348.)
- Makino, T.,** Observations on the Flora of Japan. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 28, 31—36.)
- Matsuda, S.,** A list of plants from Ning-po, Cheh-kiang. (Ebenda. 5—20.)
- Migliorato, E.,** Illustrazione dell'inedita e manoscritta »Flora pithecusana, ossia catalogo alfabetico delle piante vascolari dell'isola d'Ischia« di Giacomo Stefano Chevalley de Rivaz (1834), botanico non conosciuto. (Ann. di botanica. 1914. 12, 177—200.)

- Monnet, P.**, Une excursion botanique dans le Nord-Est de la Californie. (Bull. soc. bot. France. 1914. 60, 601—609.)
- Muschler, R.**, Monographische Übersicht der afrikanischen *Aspilia*-Arten. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 331—342.)
- Nakano, H.**, The vegetation of lakes and swamps in Japan. II, Lake Suwa. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 28, [65]—[74].) (Japanisch.)
- Niedenzu, F.**, Über die Fortentwicklung in der Familie der *Malpighiaceae*. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 162—175.)
- Pax, F.**, und **Hoffmann, K.**, Alte Kulturpflanzen aus Schlesien. (Ebenda. 593—604.)
—, Die Flora des Siebenbürgischen Hochlandes. (Ebenda. 32—40.)
- Pilger, R.**, Über *Plantago* Section *Plantaginella* Decne. (Ebenda. 61—71.)
- Preuß, H.**, Versuch einer pflanzengeographischen Gliederung Westpreußens. (Ebenda. 124—140.)
- Rickli, M.**, Über *Cassiope tetragona* (L.) D. Don. (Ebenda. 268—277.)
- Rosendahl, C. O.**, A revision of the genus *Mitilla* with a discussion of geographical distribution and relationships. (Ebenda. 375—397.)
- Rübel, E.**, Die Kalmückensteppe bei Sarepta. (Ebenda. 238—248.)
- Ruhland, W.**, Zur geographischen Verbreitung der *Eriocaulaceen*. (Ebenda. 363—374.)
- Schellenberg, G.**, Revision der Gattung *Limeum* L. (Ebenda. 152—161.)
- Schlechter, R.**, Die Gattung *Pappea* Eckl. et Zeyh. (Ebenda. 419—423.)
- Schönland, G.**, Über die Gattung *Angea* Thunb. (Ebenda. 41—46.)
- Schulz, O. E.**, *Bidens chinensis* (L.) Willd. und verwandte Arten. (Ebenda. 176—187.)
- Skene, M.**, Wild flowers. (The people's books.) Jack, London. 1914. 16^o, 92 S.
- Solms-Laubach, H. Graf zu**, Über *Dichorisandra undata* Linden. (Bot. Jahrb. [Engl.] 1914. 50, 25—28.)
- Stapf, O.**, The southern element in the british flora. (Ebenda. 509—525.)
- Ulbrich, E.**, Über einige *Malvaceen*-Gattungen aus der Verwandtschaft von *Gossypium* L. (Ebenda. 357—362.)
- Vollmann, F.**, Flora von Bayern. Ulmer, Stuttgart. 1914. 8^o, 840 S.
- Weberbauer, A.**, Die Vegetationsgliederung des nördlichen Peru um 5^o südlicher Breite. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 72—94.)
- Wildemann, E. de**, À propos de phytogéographie. (Ebenda. 141—151.)
- Winkler, H.**, Neue Revision der Gattung *Carpinus*. (Ebenda. 488—508.)
—, Die Pflanzendecke Südost-Borneos. (Ebenda. 188—208.)
- Wittmack, L.**, Einige neue *Solanum*-Arten aus der *Tuberarium*-Gruppe. (Ebenda. 539—555.)

Palaeophytologie.

- Brockmann-Jerosch, H.**, Zwei Grundfragen der Palaeophytogeographie. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 249—267.)
- Jongmans, W.**, und **Kukuk, P.**, Die *Calamariaceen* des rheinisch-westfälischen Kohlenbeckens. (Meded. s'Rijks Herbar. Leiden. 1913. No. 20. S. 1—89 und Atlas Taf. 1—22.)
- Kidston, R.**, On the fossil flora of the Staffordshire coal fields. III. The fossil flora of the Westphalian series of the south Staffordshire coal field. (Transact. r. soc. Edinburgh. 1914. 50. I. 73—190.)

Angewandte Botanik.

- Böhmer, G.**, Siebenjährige Rübenanbauversuche (1904—1910). (Arb. d. d. Landwirtsch.-Ges. 1913. Heft 243. 8^o, 357 S.)
- Brockmann-Jerosch, H.**, Vergessene Nutzpflanzen. (Wissen und Leben. 1914. 7, 22 S.)
- Fruhworth, C.**, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. I. Bd. Allgemeine Züchtungslehre der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 4. Aufl. Parey, Berlin. 1914. 8^o, 422 S.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Bernatzky, J.**, Über das Krautern des Weinstockes. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1914. 24, 129—138.)
- Bohutinsky, G.**, Entwicklungsabweichungen beim Mais. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 222—248.)
- Fallada, O.**, Über die im Jahre 1913 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. (Österr.-ungar. Zeitschr. Zuckerind. u. Landwirtsch. 1914. 43, 1—12.)
- Fedde, F.**, s. unter Morphologie.
- Graebner, P.**, Dickenwachstum und Stockfäule. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 209—214.)
- Lingelsheim, A.**, s. unter Morphologie.
- Montemartini, L.**, Sopra lo svernamento delle »ruggini« dei cereali nella loro forma uredospoica. (Riv. patol. veget. 1914. 7, n. 2, 1—5.)
- Müller, H. C.**, und **Molz, E.**, Versuche zur Bekämpfung des Roggenstengelbrandes (Urocystis occulta [Wallr.] Rabenh.). (D. landw. Presse. 1914. No. 13, 5 S.)
- , —, Versuche zur Bekämpfung der durch Pleospora trichostoma hervorgerufenen Streifenkrankheit der Gerste. (Ebenda. No. 17. 11 S.)
- , —, Über den Steinbrand des Weizens. (Fühlings landw. Zeitg. 1914. 63, 204—214.)
- Orton, W. A.**, Potato wilt, leaf-roll, and related diseases. (Bull. U. S. dep. agric. No. 64. Bur. plant ind. 1914. 1—48.)
- , Lessons from american potato growers from german experiences. (Ebenda. 1913. No. 47. 1—12.)
- Sorauer, P.**, Untersuchungen über Gummifluß und Frostwirkungen bei Kirschbäumen. III. Prüfung der Wundreiztheorie. (Landw. Jahrb. 1914. 46, 253—274.)
- Tischler, G.**, Über latente Krankheitsphasen nach Uromycesinfektion bei Euphorbia Cyparissias. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50, 95—110.)
- Wehmer, C.**, Zur Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwammwirkung infolge des Gerbstoffgehalts. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 206—218.)

Technik.

- Ambrohn, H.**, und **Köhler, A.**, Methoden zur Prüfung der Objektivsysteme. Apertometer und Textplatte nach Abbe. (Übung. z. wiss. Mikrosk. Heft 3. Hirzel, Leipzig. 1914. 8^o, 21 S.)
- Beck, C.**, The binocular microscope of the past, and a new form of instrument. (Journ. r. microsc. soc. 1914. 1, 17—23.)
- Giemsa, G.**, s. unter Bakterien.
- Heydenreich, L.**, Ein Thermoregulator mit Wasser für Thermostaten. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 73, 444—448.)
- Jentzsch, F.**, The binocular microscope. (Journ. r. microsc. soc. 1914. 1, 1—17.)
- Mc Lean, R. C.**, s. unter Algen.

Verschiedenes.

- Blaschke, P.**, Die Raupen Europas mit ihren Futterpflanzen. Ein vollständiger Raupenkalender nebst einer lepidopterischen Botanik. Graser, Annaberg i. Erzgebirge. 1914. 8^o, 264 + 75 S.
- Endre, G.**, Historia horti botanici nec non cathedrae botanicae regiae scientiarum universitatis Hungaricae Budapestensis 1770—1866. Budapest. 1914. 8^o, 200 S.
- Ernst, A.**, Festschrift zur Eröffnung des neuen Instituts für allgemeine Botanik an der Universität Zürich. Fischer, Jena. 1914. 8^o, 286 S.

Mitteilungen.

Biologische Versuchsanstalt der kaiserlichen Akademie
der Wissenschaften in Wien.

Seit 1. Januar 1914 ist die biologische Versuchsanstalt in Wien (II., Prater, Vivarium) in den Besitz der k. Akademie der Wissenschaften übergegangen. Die biologische Versuchsanstalt dient der experimentellen Erforschung der Organismen, insbesondere der experimentellen Morphologie und Entwicklungsphysiologie, sowie der vergleichenden Physiologie und den Grenzgebieten der Biophysik und Biochemie. Sie ist ein wissenschaftliches Forschungsinstitut und keine Unterrichtsanstalt.

Die Leitung der Anstalt bleibt Hans Przibram und Leopold von Porthem anvertraut. Paul Kammerer wurde zum k. k. Adjunkten ernannt.

Behufs Benützung von Arbeitsplätzen wende man sich an einen Leiter oder an einen Vorstand der unten angeführten Abteilungen.

Buitenzorg.

Anfang Mai wurde in Buitenzorg das neue Fremden-Laboratorium eröffnet; es erhielt den Namen Treub-Laboratorium. Die Leitung desselben hat Dr. F. C. von Faber.

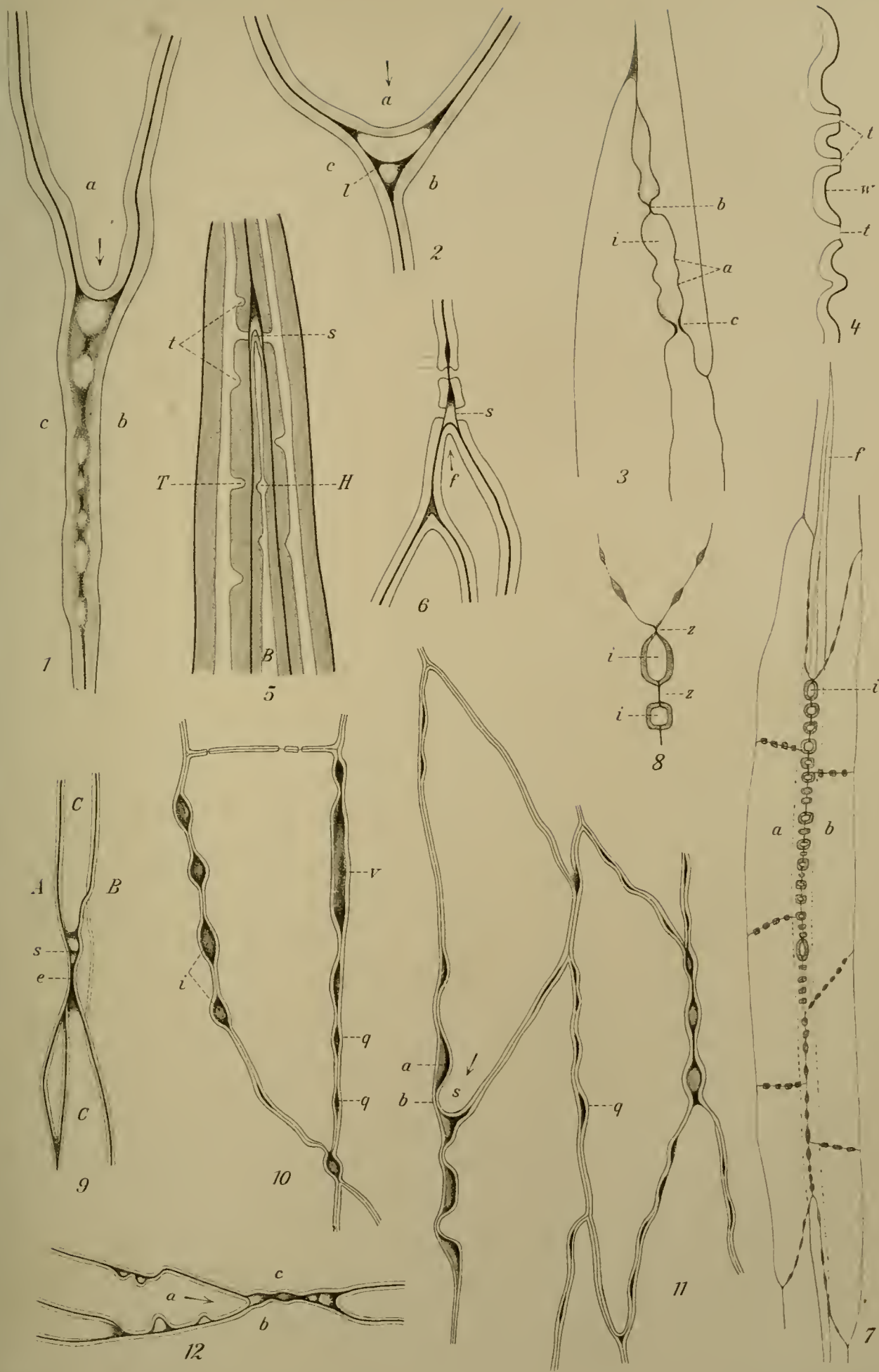


Personal-Nachrichten.

Am 1. Februar starb zu Pará in Brasilien Dr. Jakob Huber, Direktor des dortigen Museo Goeldi.

Am 28. April starb in Paris Professor Philipp van Tieghem.





F. Meff gez.

E. Lane, Lith. Inst. Berlin

Seit April 1913 erscheint:

Die Süßwasser-Flora

Deutschlands, Österreichs und der Schweiz

Bearbeitet von

Prof. Dr. G. Beck, R. v. Mannagetta und Lerchenau (Prag), Dr. O. Borge (Stockholm), J. Brunnthaler (Wien), Dr. W. Heering (Hamburg), Prof. Dr. R. Kolkwitz (Berlin), Dr. E. Lemmermann (Bremen), Dr. J. Lütkemüller (Baden bei Wien), W. Mönkemeyer (Leipzig), Prof. Dr. W. Migula (Eisenach), Dr. M. v. Minden (Hamburg), Prof. Dr. A. Pascher (Prag), Prof. Dr. V. Schiffner (Wien), Prof. Dr. A. J. Schilling (Darmstadt), H. v. Schönfeldt (Eisenach), C. H. Warnstorf (Friedenau bei Berlin), Prof. Dr. J. N. F. Wille (Christiania), Kustos Dr. A. Zahlbruckner (Wien).

Herausgegeben von

Prof. Dr. A. Pascher (Prag).

Einteilung:

- *) Heft 1: **Flagellatae I.** Allgemeiner Teil von A. Pascher: *Pantostomatinae, Protomastiginae, Distomatinae* von E. Lemmermann. Mit 252 Abbildungen im Text. (IV, 138 S.) 1914. Preis: 3 Mark 50 Pf., geb. 4 Mark.
- *) Heft 2: **Flagellatae II.** *Chrysomonadinae, Cryptomonadinae, Eugleninae, Chloromonadinae und gefärbte Flagellaten unsicherer Stellung.* Von A. Pascher und E. Lemmermann. Mit 398 Abbildungen im Text. (IV, 192 S.) 1913. Preis: 5 Mark, geb. 5 Mark 50 Pf.
- *) Heft 3: **Dinoflagellatae (Peridineae) (Flagellatae III).** Von A. J. Schilling. Mit 69 Abbildungen im Text. (IV, 66 S.) 1913. Preis: 1 Mark 80 Pf., geb. 2 Mark 30 Pf.
- Heft 4: **Volvocales (Flagellatae IV)** mit dem allgemeinen Teile der *Chlorophyceae*. (*Chlorophyceae I.*) Von A. Pascher.
- Heft 5: **Tetrasporales, Protococeales.** (*Chlorophyceae II.*) Von E. Lemmermann und J. Brunnthaler.
- Heft 6: **Ulotrichales, Mikrosporales, Oedogoniales.** (*Chlorophyceae III.*) Von W. Heering.
- Heft 7: **Siphonales, Siphonogladiales** (*Chlorophyceae IV.*) Von W. Heering.
- Heft 8: **Desmidiaceae.** Von J. Lütkemüller.
- *) Heft 9: **Zygnemales.** Von O. Borge und A. Pascher. Mit 89 Abbildungen im Text. (IV, 51 S.) 1913. Preis 1 Mark 50 Pf., geb. 2 Mark.
- *) Heft 10: **Bacillariales (Diatomeae).** Von H. v. Schönfeldt. Mit 379 Abbildungen im Text. (IV, 187 S.) 1913. Preis: 4 Mark, geb. 4 Mark 50 Pf.
- Heft 11: **Heterokontae, Phaeophyceae, Rhodophyceae.** Von W. Herring. — **Charales.** Von W. Migula.
- Heft 12: **Schizophyceae.** Von F. N. Wille.
- Heft 13: **Schizomyceetes.** Von R. Kolkwitz. — **Fungi.** Von M. von Minden. — **Lichenes.** Von A. Zahlbruckner.
- *) Heft 14: **Bryophyta (Sphagnales, Bryales, Hepaticae).** Von C. H. Warnstorf, W. Mönkemeyer, V. Schiffner. Mit 500 Abbildungen im Text. (IV, 222 S.) 1914. Preis: 5 Mark 60 Pf., geb. 6 Mark 20 Pf.
- Heft 15: **Pteridophyta, Anthophyta.** Von G. von Beck.
- Heft 16: **Phytoplankton.** Von A. Pascher.

—— Die mit *) versehenen Hefte sind bereits erschienen. ——

Fortsetzung auf Seite 4 des Umschlags.

Die Süßwasser-Flora erscheint gewissermaßen als Gegenstück zur Süßwasserfauna (herausgegeben von A. Brauer) und auch in ihrem Kleide. Die Süßwasser-Flora geht aber weit über den Rahmen der Süßwasserfauna hinaus: sie umfaßt Deutschland, Österreich und die Schweiz und behandelt auch viele Formen der anstoßenden Randgebiete. Damit ist der Benutzer in den Stand gesetzt, nicht nur Wiederholungs-, sondern auch Neubeobachtungen zu machen und damit auch seine floristische Kenntnis zu erweitern. Großes Gewicht wurde ferner auch gelegt auf die Betonung ungeklärter Formen, strittiger Fragen in bezug auf Entwicklungsgeschichte und Verwandtschaft, sowie auf Hinweise auf Lücken in unserem Wissen über die einzelnen Hydrophyten. Dadurch wieder kann der Benutzer glückliche Zufälle in der Erlangung geeigneten Materials, und wie sehr ist jeder besonders bei den Niederen auf derartige glückliche Zufälle angewiesen, auch zur Vervollständigung unseres Wissens verwenden.

Als ein besonderer Vorzug der Süßwasser-Flora ist die ausgiebige Beigabe von Textfiguren zu bezeichnen. Es wurden soweit als möglich alle Arten in einfachen Textfiguren abgebildet, die speziell die für das Erkennen wichtigen Details klar wiedergeben. Ein großer Teil dieser Figuren sind Originalzeichnungen, oft nach Originalpräparaten gefertigt — dies trifft besonders zu für die Desmidiaceae, Peridineae, Chrysomonaden, die Moose spez. Sphagnales und Bryales usw. — Mit ihren weit über 7000 Textfiguren (und annähernd 10 000 Einzelfiguren) läßt die Süßwasser-Flora alle bisher erschienenen einschlägigen Werke weit hinter sich. — Die „Süßwasser-Flora“ stellt den ersten Versuch dar, die Gesamtheit der heimischen Süßwasserorganismen in Wort und Bild, sowie in kritischer, wissenschaftlich völlig auf der Höhe stehender Weise, darzustellen.

Trotzdem eine derart ausgiebige figürliche Darstellung das Erkennen der Arten ungemein erleichtert, wurde großes Gewicht gelegt auf die Abfassung klarer Bestimmungsschlüssel, die leicht und sicher zur Erkennung der Art führen sollen. Der Umstand, daß die einzelnen Gruppen nur von den besten Kennern bearbeitet wurden, hat auch hier über Schwierigkeiten in der Darstellung hinweggeholfen, die immer in den Fällen auftreten, in denen es sich um rein kompilatorische Darstellung einer Disziplin durch einen Nichtfachmann handelt. Das Prinzip einheitlich gemachter Bestimmungsschlüssel wurde ruhig in den Fällen durchbrochen, wo die Eigenart einer Gruppe einen anderen Modus für praktische erscheinen ließ: das Hauptgewicht wurde immer auf Klarheit und Sicherheit bei der Benutzung gelegt. — Das es dabei gelang, die einzelnen Arten und Gattungen in einer Reihenfolge zu behandeln, die unseren derzeitigen Anschauungen über die Verwandtschaftsverhältnisse möglichst entspricht, erhebt die Süßwasser-Flora weit über eine zum bloßen Bestimmen dienende Exkursionsflora.

Im allgemeinen wurde das vorausgesetzt, was die gebräuchlicheren Lehrbücher der Botanik (Bonner Lehrbuch, Giesenhagen, Prantl-Pax, Chodat u. a.) bringen. Gleichwohl erschien es im Interesse von Anfängern für angezeigt, der speziellen Behandlung jeder einzelnen größeren Gruppe noch einen allgemeinen Teil vorzuschicken, der das Wichtigste aus der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, der Biologie, den Untersuchungs-, Kultur- und Präpariermethoden enthält.

Betont sei ferner, daß die vorliegende Bearbeitung größtenteils keine bloße Kompilation wie es viele der in letzter Zeit speziell über die niederen Pflanzen erschienenen Florenwerke darstellt. Viele Gruppen erfuhren, manche das erstmalig überhaupt eine kritische Durcharbeitung, es sei hier nur auf die Chryso- und Cryptomonaden, die Peridineen und andere Flagellaten, die Volvocales, Protococcales, die Ulotrichales, Desmidiaceae, Cyanophyceae und viele andere Familien verwiesen, kritische Bearbeitung, die sich wohl mehr dem Fachmann als solche darbieten.

Das Heft Phytoplankton ist hauptsächlich für jene Hydrobiologen gedacht, die, ohne Botaniker von Fach zu sein, sich in diesem Heft leicht, ohne sich erst durch die ungeheuere Zahl der Süßwasserformen durcharbeiten zu müssen, über die planktonischen Formen orientieren können.

Die **Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz** erscheint in Taschenformat in 16 einzelnen, selbständigen Heften, die völlig geschlossene Gruppen behandeln. Bis Ende 1914 wird das Werk abgeschlossen sein.

==== Jedes Heft ist einzeln käuflich. ====

Diesem Hefte liegt ein Prospekt bei von Gustav Fischer in Jena, betr.: **Biochemie der Pflanzen** von Dr. phil. et med. **Friedrich Czapek**.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · SIEBENTES HEFT

MIT 5 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des siebenten Heftes.

	Seite
I. Originalarbeit.	
Ernst G. Pringsheim, Über den Einfluß der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze. Mit 5 Kurvenfiguren	577
II. Sammelreferat.	
Fischer, Ed., Die Publikationen über die Biologie der Uredineen im Jahre 1913	625
III. Neue Literatur.	
	636

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Über den Einfluß der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze.

Von

Ernst G. Pringsheim.

Mit 5 Kurvenfiguren.

I. Einleitung.

Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, welche chemischen Elemente für pflanzliche Organismen notwendig sind und in welchen Verbindungen sie am besten geboten werden. Dagegen hat man der Bedeutung der Menge der Nährstoffe für das Ausmaß der Vermehrung, also den zahlenmäßigen Zusammenhängen zwischen Nahrung und Ansatz lebender Substanz nur nebenher einige Aufmerksamkeit geschenkt.

Bei chlorophyllfreien Pflanzen, die sich für eine derartige Untersuchung am besten eignen, können alle für die Ernährung notwendigen Substanzen in Lösung geboten werden. Ihre Menge hängt von dem Volumen und der Konzentration der Nährlösung ab. Der Einfluß beider auf das Wachstum von kleinsten Anfängen, z. B. einigen Sporen aus, läßt sich theoretisch nicht voraussagen. Nur so viel ist von vornherein klar, daß in einer größeren Lösungsmenge bei Verbrauch desselben Nährstoffquantums mehr unverbrauchte Nahrung zurückbleibt als in einer kleinen, wodurch auch hier schließlich der Gehalt an Nährstoffen für die Vermehrung ausschlaggebend werden wird.

Die Konzentration der Nährlösung beeinflußt aber in verschiedenartiger Weise das Wachstum. Wird sie zu hoch, so ist eine Hemmung der Vermehrung unvermeidlich, die neben etwa auftretenden »Giftwirkungen« eines Nährstoffes einer durch den osmotischen Druck der Lösung erschwerten Wasseraufnahme zuzuschreiben ist. Bei Herabsetzung der Konzentration werden diese Hemmungen vermieden. Dafür kommt aber schließlich ein Mangel an Nahrungsstoffen zustande, der gleichfalls eine

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Verminderung des Wachstums bedingt. In diesem Bereich wird der Zusammenhang zwischen Vermehrung und Nährstoffmenge am klarsten sein.

Wird die Konzentration nur eines Nahrungsstoffes vermindert, während die übrigen in genügender Menge vorhanden sind, so ist das Wachstum hauptsächlich von dem einen, in seiner Konzentration abgestuften abhängig, der, wie man sich seit Liebig ausdrückt, ins Minimum gesetzt ist. Sind alle Nährstoffe in genügender Menge gegeben und auch nicht durch Giftwirkung oder zu hohen osmotischen Druck schädlich, so erreicht das Wachstum die relativ höchste Stufe, das »Optimum«.

Vom Optimum nach abwärts ist also ein Stoff im Minimum; er ist es, der das Wachstum bestimmt und beschränkt. Es fragt sich nun, wie das Erntegewicht unter möglichst einfachen experimentellen Bedingungen von der Menge der Nährstoffe abhängt, ob es ihr etwa einfach proportional ist? Dabei ist zunächst an den Höhepunkt und Endzustand der Entwicklung zu denken. Bevor dieser aber erreicht ist, muß die Menge der organismischen Substanz von kleinen Anfängen aus zunehmen. Wie verläuft nun dieser Anstieg, und in welcher Abhängigkeit steht er seinerseits von der gebotenen Nährstoffmenge oder Konzentration, besonders im Anfange der Entwicklung, solange der Verbrauch im Verhältnis zur Gesamtmenge noch gering ist? Man könnte annehmen, daß das Wachstum anfänglich von der Nährstoffkonzentration unabhängig wäre, solange jede Substanz noch in genügendem Maße vorhanden ist, daß also im Anfang eine dem Organismus eigentümliche maximale Vermehrungsgeschwindigkeit zu beobachten wäre, bis ein Mangel an einer der lebenswichtigen Substanzen eintritt oder das Wachstum auf andere Weise gehemmt wird. Die andere Möglichkeit wäre die, daß die Vermehrung von vornherein von der Konzentration der Nährstoffe abhinge. Dazu könnte etwa die relative Verarmung in der Nähe der wachsenden Zellen führen.

Während über die Hemmung durch größere Konzentrationen ziemlich viel Beobachtungen gesammelt worden sind, sind die angedeuteten Fragen noch wenig bearbeitet. Und doch wären sie nicht nur an sich von theoretischem Interesse, sondern sie könnten auch für andere Untersuchungen von Bedeutung werden,

so für die Technik der Nährlösungsbereitung, die bisher — etwa in bezug auf die Nährsalze in Pilz- und besonders Algennährlösungen — meist ganz willkürlich gehandhabt worden ist, dann für die Frage der Ertragssteigerung durch Giftspuren, für die Methode der Erntegewichtsbestimmung bei Ernährungsversuchen u. a. m.

Das Programm, das hier kurz skizziert wurde, ist so umfangreich, daß bisher nur ein ganz kleiner Teil bearbeitet werden konnte. Denn um verlässliche Ergebnisse zu bekommen, müssen vielfach Durchschnittswerte aus einer größeren Anzahl von Einzelbestimmungen gewonnen werden. Auch ist oft die Deutung eines Versuches von dem Ausfall eines anderen abhängig.

Die ersten Versuchsreihen wurden mit einer in der üblichen Weise willkürlich gemischten Pilznährlösung angestellt. Die Konzentrationsabstufungen wurden durch Verdünnung einer konzentrierten Lösung hergestellt, wobei den niederen Stufen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde, weil hier von allerlei Störungen freiere Ergebnisse erwartet werden durften. Es wurde dann der allmähliche Zuwachs an Pilzsubstanz bei verschieden reichlicher Ernährung durch Wägung festgestellt. Ferner prüfte ich den Einfluß der Konzentrationsänderung nur eines Nährstoffes und schließlich den anderweitiger Einflüsse auf die Abhängigkeit des Wachstums von der Nährstoffmenge.

Das experimentelle Material, das von seiten älterer Autoren in den uns hier interessierenden Fragen gesammelt worden ist, verdankt seine Entstehung fast durchwegs der Notwendigkeit, für die Bearbeitung anderer Fragen eine Grundlage zu schaffen. So hat J. Nikitinsky¹⁾ die Ernten von *Aspergillus niger* in verschieden konzentrierten Nährlösungen gewogen und A. Richter²⁾ die Zunahme des Trockengewichtes im Laufe des Wachstums an demselben Pilze geprüft. Auf die Ergebnisse wird noch zurückzukommen sein. W. Benecke³⁾ hat gewisse

¹⁾ Nikitinsky, J., Über die Beeinflussung der Entwicklung einiger Schimmelpilze durch ihre Stoffwechselprodukte. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 1904. **40**, 1.

²⁾ Richter, A., Zur Frage der chemischen Reizmittel. *Centralbl. f. Bakt.* II. Abt. 1901. **7**, 417.

³⁾ Benecke, W., Die zur Ernährung der Schimmelpilze notwendigen Metalle. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 1895. **28**, 502 ff. und 522, sowie: Die Bedeutung des Kaliums und des Magnesiums für Entwicklung und Wachstum des *Aspergillus niger* v. Th., sowie einiger anderer Pilzformen. *Bot. Zeitg.* 1896. **54**, 130.

Nährsalze in ihrer Konzentration abgestuft und gefunden, daß schon Spuren, etwa von Kalium, genügen, Wachstum zu ermöglichen, daß aber eine Vermehrung des im Minimum vorhandenen Kaliums eine nicht ganz proportionale Steigerung des Wachstums bedingt, bis die Erntemenge sich einem Grenzwerte nähert. Eine der unserigen ähnliche Fragestellung ist bei Rubner¹⁾ zu finden, der verschiedene Verdünnungen einer Fleischextraktlösung auf die Erzielung von Bakterienernten quantitativ prüfte. Das Ergebnis war, daß bei Abnahme der Nährstoffkonzentration die Erntemenge nicht proportional, sondern stärker fiel.

Einige Zahlen, die unser Thema berühren, hat auch Falk²⁾ an *Sporodinia* ermittelt. Benecke³⁾ weist auf sie hin und betont die Proportionalität zwischen Zuckergabe und Erntegewicht bei genügender Stickstoffgabe. Doch sind die Zahlen recht spärlich und scheinen auf Einzelkulturen zu beruhen. Eine Versuchsreihe mit längerer Abstufung wurde bei bloßer Peptonernährung gewonnen. Sie zeigt gleichfalls annähernde Proportion zwischen Nährstoff und Ernte.

Damit dürften die auf das Thema bezüglichen Angaben erschöpft sein. Sie enthalten außer der Rubnerschen alle mehr Andeutungen als abgerundete Ergebnisse.

II. Methodik.

Die angewandten Methoden sind sehr einfach. Die verschiedenen Pilze, die als Versuchsobjekte dienten, wurden in Erlenmeyerkolben von möglichst gleicher Form und Größe gezogen, und zwar im Thermostaten bei 30°. Da die Nährlösungen schwach sauer reagierten, genügte einmaliges Erhitzen im Dampftopf zum Sterilisieren, wobei die Konzentration der Lösung sich nicht änderte, soweit das aus Wägungen der Kolben vor und nach dem Sterilisieren zu ersehen war.

Geimpft wurde mit gut durchgeschüttelten Aufschwemmungen

¹⁾ Rubner, M. Beziehungen zwischen Bakterienwachstum und Konzentration der Nahrung. Arch. f. Hyg. 1906. 57, 162.

²⁾ Falck, R., Die Bedingungen und die Bedeutung der Zygotenbildung bei *Sporodinia grandis*. Beitr. z. Biol. d. Pflanz. (Cohn). 1902. 8, 273 u. 259.

³⁾ Benecke, W., Zur Technik von Ernährungsversuchen, Lafar. Handb. d. techn. Mykologie. Jena. 1904—1907. 1, 374.

von Hefezellen oder Pilzsporen immer mit derselben Platinöse. Wie vergleichende Versuche ergaben, genügt das zur Erzielung gleichförmiger Resultate, so daß also die genaue Zahl der Impfzellen für das Ergebnis nicht wesentlich ist; doch wurden stets Durchschnittswerte aus mindestens 2 bis 4 gleichen Kulturen gezogen. Vielfach erwies sich auch eine größere Zahl als notwendig. Falls einmal, was selten vorkam, eine Kultur nach dem Ansehen und Wägungsergebnis wesentlich hinter den anderen zurückblieb, wurde sie nicht mit berücksichtigt, worauf am gegebenen Orte hingewiesen wird.

Das Erntegewicht wurde nach dem Abfiltrieren und Trocknen auf einer analytischen Wage festgestellt. Als Filter kamen solche von Schleicher und Schüll zur Anwendung. Sie wurden vor dem Gebrauch mit Bleistift bezeichnet, mit destilliertem Wasser gewaschen, um etwa lose anhängende Fasern zu entfernen, und erst im Trockenschrank, dann im Exsikkator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Nach dem Filtrieren wurde kurz mit destilliertem Wasser nachgewaschen, bei 60° oder 80° und im Exsikkator getrocknet und wieder gewogen. Das Wägen mußte wegen der Hygroskopizität des Papierees sowohl wie der Pilzmasse bei feineren Versuchen im Wägegläschen vorgenommen werden. Sonst ergeben sich merkliche Fehler. So war z. B. das Gewicht von Gläschen + Filter einmal beim Herausnehmen aus dem Exsikkator:

$$\begin{array}{r} \text{Glas} + \text{Filter} = 33,561 \text{ g} \\ \text{Glas} = 32,767 \text{ „} \\ \hline \text{Filter} = 0,794 \text{ g} \end{array}$$

Das Wägegläschen wurde nun 10 Minuten an der Luft offen stehen gelassen, nun ergab sich:

$$\begin{array}{r} \text{Glas} + \text{Filter} = 33,574 \text{ g} \\ \text{Glas} = 32,767 \text{ „} \\ \hline \text{Filter} = 0,807 \text{ g} \end{array}$$

Es hatte also 13 mg Wasser angezogen, und das in 10 Minuten.

Ganz entsprechende Zahlen erhielt ich bei solchen Kontrollversuchen mehrfach.

Noch größer waren die Fehler, wenn die Ernte auf dem Filter war und länger Zeit hatte, Wasser anzuziehen. So war einmal nach dem Trocknen das Gewicht von

$$\begin{aligned} \text{Glas} + \text{Filter} + \text{Ernte} &= 37,072 \text{ g} \\ \text{Glas} &= 33,888 \text{ „} \\ \hline \text{Filter} + \text{Ernte} &= 3,184 \text{ g} \end{aligned}$$

Nach einem Tage an der Luft:

$$\begin{aligned} \text{Glas} + \text{Filter} + \text{Ernte} &= 37,189 \text{ g} \\ &= 33,888 \text{ „} \\ \hline &3,301 \text{ g} \end{aligned}$$

Es waren also 117 mg Wasser angezogen worden, fast vier Prozent des Gewichtes. Diese Zunahmen waren in Parallelversuchen nahezu gleich.

Sollte die Vermehrung der Pilzmasse im Laufe des Wachstums bestimmt werden, so konnte das nicht an denselben Kulturen geschehen. Für jede Bestimmung wurden dann (3—)4 gleiche Kolben angesetzt, also im ganzen viermal soviel als Etappen festgestellt werden sollten, und von Zeit zu Zeit, gewöhnlich jeden zweiten Tag, wurden 4 Kulturen abfiltriert und getrocknet. Waren die Werte nicht gleichförmig genug, so wurde der Versuch wiederholt.

Als Versuchsobjekte wurden herangezogen: *Penicillium luteum*, *Aspergillus niger*, *Mucor stolonifer*, *Mucor rhizopodiiformis* und ein aus Preßhefe isolierter *Saccharomycet*, der schwach gäerte und sich durch Deckenbildung auszeichnete. Neben dem *Aspergillus* ergab besonders der letzte gute Resultate. Er wuchs gleichmäßig an, zeigte schon dem bloßen Auge quantitative Unterschiede und ging nicht durchs Filter.

Sollte die gesamte Nährstoffmenge abgestuft werden, so wurden die Lösungen zunächst in konzentrierter Form angesetzt und dann dem Volumen nach verdünnt. Meist kam die folgende in Anwendung:

Rohrzucker	200 g
(NH ₄) ₂ SO ₄	20 g
KH ₂ PO ₄ + H ₂ O	1 g
Mg SO ₄ + 7 H ₂ O	1 g
Zitronensäure	0,5 g

gelöst und auf 1000 ccm aufgefüllt.

Manchmal wurde auch noch 1 g Asparagin hinzugefügt, da nicht alle Pilze ohne organisch gebundenen Stickstoff gut auskommen. Das gilt z. B. für *Mucor stolonifer*.

In den Fällen, in denen es auf genaue Dosierung der Stickstoffmenge oder auf den Einfluß von Giftspuren ankam, wurde reinste Saccharose von Merck, sonst gewöhnlicher Hutzucker verwendet.

Ebenso mußte das Wasser für die Giftversuche sehr rein sein. Es wurde daher das käufliche destillierte Wasser mit Hilfe eines Liebig'schen Kühlers, in dem das Kühlrohr aus Jenaer Normalglas bestand, noch einmal destilliert. Die sonstigen Vorsichtsmaßregeln waren die üblichen. Die Methoden reichten im allgemeinen jedenfalls aus, gut vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wofür man die Belege in den Protokollen findet. Die Vergleichskulturen sind einander meist ähnlicher im Ertrag als bei Richards und den anderen älteren Autoren.

III. Die Abhängigkeit der Ernte von der Nährstoffmenge.

Bevor an die eigentlichen Aufgaben herangegangen werden konnte, mußten einige Vorfragen erledigt werden, die auch an sich von Interesse sind.

Das erste war, zu erproben, ob die angewandte Vorsicht genügte, in Parallelkulturen einigermaßen gleiche Ernten zu erzielen, denn nur dann war ein Vergleich und die Erlangung brauchbarer Mittelwerte aus nicht gar zu vielen Einzelversuchen möglich.

I. Drei 200 ccm-Kolben wurden mit je 100 ccm der auf das Zehnfache verdünnten asparaginhaltigen Nährlösung, die also 2% Rohrzucker enthielt, gefüllt und mit dem *Saccharomyceten* geimpft. Nach einer Woche bei 30° ergaben sich als Erntegewichte 213, 206 und 212 mg. Die größte Abweichung betrug also 3½%. Das genügte für meine Zwecke, wie sich in der Zukunft noch vielfach zeigte. Doch ließen sich manchmal größere Differenzen nicht vermeiden.

Weitere Versuche galten den Einfluß, den die Höhe der Flüssigkeitsschicht und dadurch mittelbar die nicht immer genau gleiche Form der Gefäße ausübte. Um diese Einflüsse in übertriebenem Maße einwirken zu lassen, damit eine obere Grenze

für die Fehlerquellen gefunden werden könnte, ging ich so vor, daß von derselben Nährlösung verschiedene Mengen angewendet wurden. Jedesmal kamen Kolben zur Anwendung, die etwa das Doppelte der Flüssigkeitsmenge fassen konnten. In den größten Gefäßen war die Schichtdicke natürlich am größten. Die Nährlösung war wieder auf das Zehnfache verdünnt worden, enthielt also 2% Rohrzucker.

a) Die Erntegewichte an Hefe waren nach einer Woche die folgenden:

Flüssigkeitsmenge	Ernten	Auf 100 ccm umgerechnet
250 ccm	182 mg	73 mg
100 „	83 „	83 „
50 „	54 „	108 „
25 „	24 „	96 „
15 „	14 „	93 „

b) In einem zweiten Versuche ergaben sich nach zwei Wochen:

Flüssigkeitsmenge	Ernten	Auf 100 ccm umgerechnet
250 ccm	297 mg	119 mg
100 „	147 „	147 „
50 „	78 „	156 „
25 „	35 „	140 „
15 „	20 „	133 „

c) Und schließlich, wenn erst nach drei Wochen filtriert und eine 1proz. Zuckerlösung verwendet wurde:

Flüssigkeitsmenge	Ernten		Durchschnitt	Auf 100 ccm umgerechnet
200 ccm	206 mg	205 mg	205,5	102,7
100 „	113 „	107 „	110	110
75 „	79 „	68 „	73,5	106 (98)
50 „	58 „	52 „	55	110
25 „	28 „	27 „	27,5	110

Der eine Wert für 75 ccm ist offenbar zu niedrig; benutzen wir den anderen, so erhalten wir eine besser in die Reihe passende Zahl.

Betrachten wir zuerst die letztgenannten Ergebnisse, so finden

wir, daß die Erntegewichte einigermaßen den Flüssigkeits- und damit den Nährstoffmengen entsprechen. Die Abweichungen sind nicht groß und würden bei einer größeren Anzahl von Vergleichskulturen wohl noch geringer werden. Was das Zurückbleiben in der höchsten Flüssigkeitsmenge bedeutet, ersieht man am besten aus dem Vergleich mit den kürzer währenden Versuchen a und b, wo dieser Unterschied noch größer ist. Je kürzer die Versuchszeit, desto niedriger die relativen Werte für die Ernten in der größten Flüssigkeitsmenge. Hier haben die Zellen, die ja überall aus ungefähr gleicher Impffzahl hervorgehen, offenbar noch nicht Zeit gehabt, den verfügbaren Raum zu erfüllen und die Nährstoffe auszunutzen, zumal die Flüssigkeitsschicht bei großer Lösungsmenge tiefer ist, die Pilzhaut aber an der Oberfläche schwimmt. Schwerer zu deuten ist das anfängliche Zurückbleiben des Anwachs in den kleinsten Kolben. Vielleicht spielt hier die absolute Menge des in den Flüssigkeiten gelösten Sauerstoffes oder dgl. eine Rolle.

Das Hauptergebnis wird dadurch nicht berührt. Es besteht darin, daß bei genügend langer Ausdehnung der Versuche die Ernte ziemlich genau der gebotenen Nahrung entspricht, daß aber auch nach kürzerer Zeit die Abweichungen nicht so groß sind, daß man z. B. der zufälligen kleinen Verschiedenheit in der Form der Kolben Bedeutung zusprechen müßte. Ferner zeigen die Versuche sehr klar, daß schon lange vor Erreichung des höchsten Pilzgewichtes die absolute Menge der vorhandenen Nährflüssigkeit Einfluß auf den Zuwachs hat.

Hieran schloß sich die nächste Frage: Entspricht auch bei verschiedener Konzentration die Ernte der Nährstoffmenge? Ein hier verwertbarer Versuch stammt von Nikitinsky¹⁾. Er legte als »normal« (N) die folgende Nährlösung zugrunde: 4% Rohrzucker, 1% NH₄NO₃, 0,5% KH₂PO₄, 0,25% MgSO₄, 0,05% KCl und erzielte die folgenden Ernten:

	$\frac{N}{2}$	N	2N	3N	4N	5N	6N	7N	8N	9N	10N
% Zucker	2	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
mg Ernte	227	392	713	1016	1430	2053	2115	2166	2010	1920	1815

¹⁾ Nikitinsky, J., Über die Beeinflussung der Entwicklung einiger Schimmelpilze durch ihre Stoffwechselprodukte. Jahrb. f. wiss. Bot. 1904. 40, 68.

Annähernd proportional der Zuckermenge war die Ernte also bis 20% Zucker. Von 32% an sank sie auch absolut. Der Einfluß der Versuchsdauer wurde nicht berücksichtigt. Da, wie wir sehen werden, in den höheren Konzentrationen das Wachstum länger anhält, kann die Proportionalität später immer noch erreicht werden.

Immerhin muß es eine Grenze geben, über die hinaus die Pilzmasse auch bei den größten Nährstoffgaben nicht anwachsen kann.

Es kommen dann chemische und osmotische Hemmungen ins Spiel. Für meine Zwecke mußten daher zunächst verhältnismäßig niedrige Konzentrationen angewandt werden, über deren Ausmaß die folgenden Versuche entscheiden sollten:

III. Die gleiche Nährstoffmenge, nämlich 2 ccm der konzentrierten Lösung, wurde auf das 25-, 50-, 100-, 200fache verdünnt, wobei wieder die Kolben die doppelte Menge Flüssigkeit fassen konnten. Hefepilz:

Zucker- konzentration	Ernte nach 10 Tagen		Summe
0,025 %	38 mg	47 mg	85
0,05 %	60 „	55 „	115
0,1 %	59 „	65 „	124
0,2 %	50 „	48 „	98

Hier wie in ähnlichen Versuchen entsprechen also die Erntegewichte auch nicht annähernd mehr der Nährstoffmenge, vielmehr finden wir bei einer bestimmten Verdünnung, die, wie wir sehen, recht beträchtlich ist, ein Maximum. Doch kommt neben dem Einfluß der verschiedenen großen Flüssigkeitsmenge, der, wie gezeigt, in derselben Richtung auf ein Maximum bei mittlerer Nährlösungsquantität hinwirkt, bei der kurzen Versuchsdauer zu der Wirkung der Konzentrationsverschiedenheiten noch der Zeitfaktor hinzu. Das geht aus späteren, wie auch aus den unter II angeführten Versuchen klar hervor. Um auch einen Einblick in den Einfluß des anderen, des Konzentrationsfaktors zu gewinnen, wurden die folgenden Versuche angestellt.

IV. Es wurden gleiche Mengen verschieden stark verdünnter Nährlösung verwendet. Der Versuch, wieder mit dem *Saccharomyces*, lief 33 Tage, wodurch sich das Maximum des Ernte-

gewichtetes nach höheren Konzentrationen verschob. Jeder Kolben von 200 ccm Fassungsgröße enthielt 100 ccm Nährlösung.

Verdünnung	Zucker	Ernte	Relative Werte
8 : 100	1,6%	13 mg	32
12 : 100	2,4 „	27 „	45
16 : 100	3,2 „	39 „	49
20 : 100	4 „	55 „	55
30 : 100	6 „	82 „	54
40 : 100	8 „	96 „	48
50 : 100	10 „	124 „	49

Die Pilzmasse entspricht nun ungefähr der Zuckergabe, da der Pilz bei der längeren Versuchsdauer Zeit gehabt hat, die größeren Nährstoffmengen auszunutzen. Auf 1 g Zucker kommen durchschnittlich 12 mg Hefe. Die relativen Erntemengen sind also nicht sehr verschieden, doch ergibt sich deutlich ein Optimum bei 4% Zucker, während besonders die stärksten Verdünnungen mit 8 mg Hefe auf 1 g Zucker zurückbleiben. Das Maximum beträgt 14 mg Hefe auf 1 g Zucker.

Da die Frage, ob bei verschiedenen Nährlösungskonzentrationen die Ernte der Nährstoffmenge entspricht, ein besonderes Interesse beansprucht, so wurde sie auch noch an anderen Pilzen geprüft. Zur Anwendung kamen *Aspergillus niger* und *Mucor rhizopodiformis*.

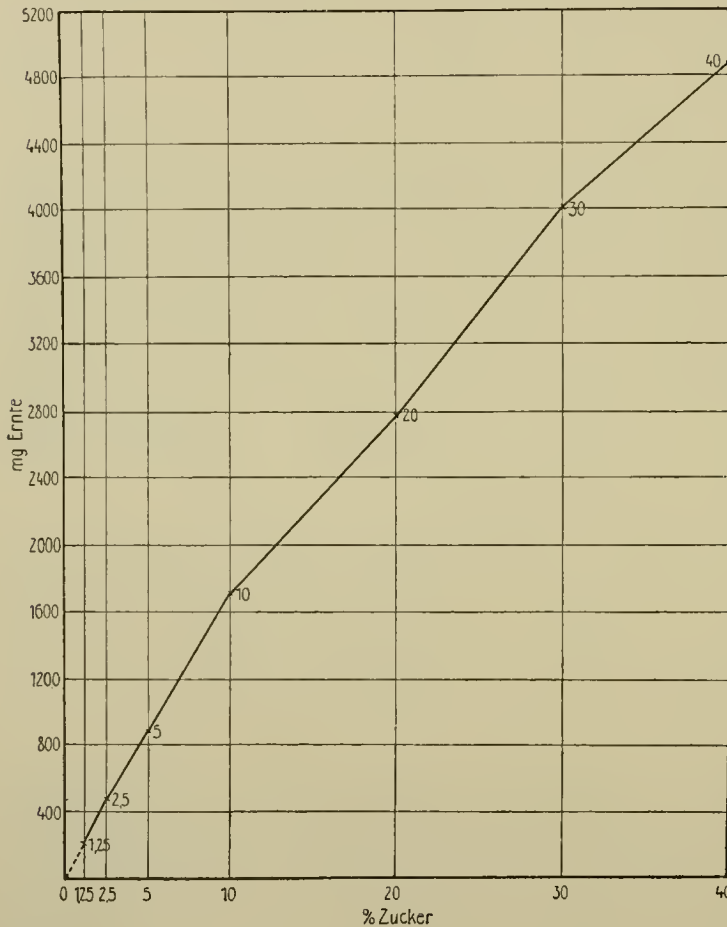
V. *Aspergillus niger* verträgt besonders hohe osmotische Drucke und vermag auch große Zuckermengen gut auszunutzen. Dementsprechend ist hier die Proportionalität zwischen Nährstoffmenge und Pilzernte recht weitgehend. Zur Anwendung kam die oben angegebene Nährlösung mit anorganisch gebundenem Stickstoff und zwar in Konzentrationen, die von 1,25 bis 40% Zucker abgestuft waren. Von Ammonsulfat war immer der zehnte Teil des Zuckergewichtes zugegen.

Es wurden dabei die folgenden Ernten erzielt:

Aspergillus niger.

% Zucker	1,25	2,5	5	10	20	30	40
Erntedurchschnitt in mg	231	454	893	1701	2782	4029	4855

Die Durchschnitte sind aus 2 bis 10 Einzelbestimmungen berechnet (vgl. Protokolle S. 616). Bei den höchsten Konzentrationen von 20 bis 40% Zucker dürfte die Zeit von der Impfung bis zur Ernte, welche 17 Tage betrug, nicht ganz bis zur Erzielung des maximalen Erntegewichtes ausgereicht haben, da, wie wir später sehen, der Höhepunkt um so später erreicht wird, je



Kurve 1. *Aspergillus niger*, Ernten in verschiedenen konzentrischen Nährlösungen. Vers. V.

Verlängerung, die punktiert angedeutet ist, den Nullpunkt.

Daß *Aspergillus niger* so hohe Konzentrationen von Zucker auszunutzen versteht, verdankt er neben seiner Unempfindlichkeit gegen die eigenen Stoffwechselprodukte wohl hauptsächlich seiner Anpassungsfähigkeit an hohe osmotische Drucke. Um deren Einfluß auf die Ernten zu erproben, wurde ein besonderer Versuch angestellt, bei dem die Nährlösung neben 5% Zucker und den nötigen Salzen noch Kaliumnitrat in Konzentrationen

größer die Nährstoffmenge ist. Trotzdem zeigt die Kurve I, die aus den obigen

Durchschnittswerten konstruiert wurde, keine beträchtliche Abweichung vom geradlinigen Verlaufe, hinter dem nur die höchsten Werte zurückbleiben. Es ist bemerkenswert, daß auch bei 40% Zucker gegenüber 30% eine noch immer bedeutende Steigerung des Anwachsens zustande kommt. Zwischen 10 und 1,25%

ist die Kurve genau geradlinig und schneidet in ihrer

von 0, 1, 2, 4 und 8% enthielt. Da genug Ammonstickstoff vorhanden war und Nitrat von *Aspergillus niger* nur schlecht ausgenützt wird, war ein ernährungsphysiologischer Einfluß des Salpeters kaum zu befürchten. 1% KNO_3 entwickelt etwa denselben osmotischen Druck wie 5% Rohrzucker, so daß also die höchsten Drucke schon recht beträchtlich waren. Trotzdem waren die Ernten im Durchschnitt von je 4 Kulturen annähernd konstant. Erst bei 5% Rohrzucker und 8% Salpeter machte sich eine schwache Hemmung bemerkbar, so daß nur etwa 850 mg geerntet wurden gegen etwa 950 mg des Durchschnittes der übrigen Ernten. Der osmotische Druck entspricht dann aber schon dem einer 45proz. Zuckerlösung.

VI. Anders ist das Verhalten von *Mucor rhizopodiformis*, der so große Nährstoffmengen nicht auszunutzen versteht. Hier finden wir nur bei niederen Konzentrationen annähernde Proportionalität zwischen Pilzernte und Nährstoffkonzentration. Die Zahl der Versuche reicht nicht aus, um genaue Parallelität zwischen beiden zu erweisen (vgl. Protokolle S. 617). Deutlich bleiben aber bei höheren Konzentrationen, etwa von 2% Zucker ab, die Erntemengen zurück, bis schließlich bei 20% Zucker die Ernte absolut genommen nicht größer ist als bei 10%.

Mucor rhizopodiformis.

1. Versuch, Dauer 6 Tage

Zucker in %	. . . . .	0,05	0,1	0,2	0,4
Durchschnitt der Ernten in mg		13	21	37	82

2. Versuch, Dauer 22 Tage

Zucker in %	. . . . .	0,1	0,2	0,4	1	2
Durchschnitt der Ernten in mg		20	66,5	141,5	247,5	385

3. Versuch, Dauer 8 Tage

Zucker in %	. . . . .	1,25	2,5	5	10	20
Durchschnitt der Ernten in mg		53,5	68	86	118	115

Die Zahlen können, wie gesagt, nur angenähert richtig sein. Man sieht aber doch deutlich, besonders in dem letzten Versuche, daß die höheren Konzentrationen hemmend wirken. Ferner ist wiederum ersichtlich, daß nur in den niedersten Konzentrationen schon nach einer Woche das Endergebnis erreicht

ist. Man vergleiche die Ernte bei 0,1 % Zucker in Versuch 1 und 2. Schon bei 0,2 % aber ist die Ernte nach 22 Tagen fast doppelt so groß als nach 6 Tagen. Hier spielt also der Zeitfaktor hinein, der die Schlüsse so erschwert, daß er eine besondere Untersuchung nötig macht, in die wir sogleich eintreten. Es sei nur noch betont, daß das Ergebnis, hauptsächlich des dritten Versuches, daß *M. rhiz.*, die höheren Zuckermengen nicht voll auszunutzen vermag, keineswegs durch die zu kurze Versuchsdauer allein vorgetäuscht sein kann. Man vergleiche die Ernten in 1,25 und 2,5 % von Versuch 3 mit denen in 1 und 2 % von Versuch 2, woraus sich ergibt, daß auch nach 22 Tagen in einer 2 % Zucker enthaltenden Nährlösung noch nicht annähernd die doppelte Erntemenge erzielt ist als bei 1 % Zucker. Bei diesen Konzentrationen ist nach acht Tagen auf Grund der doppelten Zuckermenge 1,3 mal so viel, nach 22 Tagen 1,5 mal so viel geerntet worden als bei der einfachen Zuckermenge.

Die geschilderten Versuche haben gelehrt, daß vergleichbare Ergebnisse zu erzielen sind, auf die kleinere Verschiedenheiten in der Form der Gefäße ohne Einfluß bleiben müssen. Ferner sehen wir, daß der größeren Nährstoffmenge nicht nur ein höheres Endgewicht der Pilzdecke, sondern von vornherein eine regere Wachstumstätigkeit entspricht, ganz gleich ob die größere Nährstoffmenge in einem größeren oder dem gleichen Flüssigkeitsvolumen geboten wird wie die kleinere.

Eine Proportionalität zwischen Erntegewicht und Nährstoffmenge besteht aber nur unter idealen Umständen, von denen durch zu hohe Konzentration und zu kurze Versuchszeit Abweichungen bedingt werden. Über den letztgenannten Faktor soll uns der nächste Abschnitt unterrichten.

IV. Gang der Vermehrung bei verschiedenen Nährstoffkonzentrationen.

Von den in der Einleitung gekennzeichneten Problemen ist das erste, die Abhängigkeit der erzielten Organismenproduktion von der gebotenen Nährstoffmenge, schon durch die Versuche des vorigen Abschnittes in der Hauptsache gelöst. Wir sahen, daß im idealen Falle jedem Mengenteil der Nahrung eine ge-

wisse Pilzmasse entspricht, die weitgehend unabhängig von der Konzentration sein kann. Dagegen machte sich der Zeitfaktor stark bemerkbar, indem in den höheren Konzentrationen eine längere Versuchsdauer nötig war, um die maximale Ernte zu erzielen als bei den niedrigeren. Nimmt man noch hinzu, daß das Gewicht der Pilzdecke nach Überschreitung des Höhepunktes der Entwicklung durch Abgabe von Stoffen und Atmung wieder abnimmt, so ergibt sich klar die Bedeutung des zweiten Programmpunktes, der Feststellung des Vermehrungsganges bei verschiedener Nährstoffmenge auch für die Klärung der ersten Frage.

Unabhängig davon aber ist es von besonderem Interesse, zu wissen, wie die ersten Stadien der Vermehrung in quantitativer Hinsicht durchlaufen werden, ob z. B. jeder Pilz eine ihm eigentümliche Wachstumsgeschwindigkeit besitzt, so daß er zur Verdoppelung seines Gewichtes immer eine bestimmte Frist braucht und nur mit der Länge der Zeit größere Nährstoffmengen auszunutzen imstande ist oder ob günstigere Bedingungen von vornherein eine beschleunigte Entwicklung gestatten. Für die letztere Möglichkeit sprechen freilich schon die Erfahrungen an höheren Pflanzen, aber eine bestimmte Antwort ist für die ganz anders gearteten Pilze doch bisher kaum zu geben.

Den Gang der Gewichtszunahme eines Pilzes in Nährlösungen haben schon H. Kunstmann¹⁾, A. Richter²⁾ und T. Carlson³⁾ festgestellt. Sie finden übereinstimmend untereinander und mit mir eine erst steile, dann immer weniger steigende Vermehrungskurve, die nach einer gewissen Zeit ihren Höhepunkt erreicht, um wieder abzufallen. Der letztgenannte Autor stellt auch fest, daß durch Verdünnung der Würze die relative Ausbeute erst stark, dann immer weniger steigt, um schließlich konstant zu werden, wodurch also Proportionalität zwischen Ernte und Nährstoffmenge erzielt wäre. Leider ist mir seine

¹⁾ Kunstmann, H., Über das Verhältnis zwischen Pilzernte und verbrauchter Nahrung. Diss. Leipzig. 1895. S. 17.

²⁾ Richter, A., a. a. O. S. 428.

³⁾ Carlson, T., Geschwindigkeit und Größe der Hefevermehrung in Würze. Biochem. Zeitschr. 1913. 57, 322.

Kurve, Fig. 3, aus Mangel an Erklärungen unverständlich geblieben. Jedenfalls hat keiner der genannten Autoren die Hauptaufgabe gelöst, die ich mir in diesem Abschnitte gestellt habe, die Abhängigkeit des zeitlichen Zuwachses von der Nährstoffkonzentration zu klären.

Hier liegen nun aber die Versuche von Rubner¹⁾ vor, der ein Bakterium aus der Proteusgruppe in verschiedenen verdünnten Fleischextraktlösungen kultivierte und die Zunahme der Organismenmenge nach verschiedenen Zeiten an Parallelkulturen feststellte. Die Menge der organismischen Substanz wird dabei aus Bestimmungen des Stickstoff- und Schwefelgehaltes eines die Bakterien mit einschließenden Kupferniederschlags erschlossen. Was zunächst den Höhepunkt der Entwicklung anbelangt, so standen bei ihm »die maximalen Ernten in festem, nicht aber in proportionalem Verhältnis zur Konzentration«²⁾. Wenn die Konzentrationen fielen wie 100 : 50 : 25 : 12,5 : 6,25, so fielen die Ernten wie 100 : 41 : 12 : 5 : 2 oder bezogen auf gleiche Nährstoffmenge wie 100 : 82 : 48 : 40 : 32.

Das heißt: die Ausnutzung ist in den geringsten Konzentrationen am schlechtesten. Bei Carlson und mir war das Umgekehrte der Fall.

Der Gang der Vermehrung war nicht geradlinig ansteigend. »Die größte Lebhaftigkeit des Anwuchses herrscht in den ersten zwei Tagen. In der weiteren Versuchszeit nimmt die Menge der neu gewachsenen Bakterien immer ab.« »Die Konzentration ist ein Einfluß, der vom ersten Moment ab eine bestimmte, fest fixierte Wirkung äußert.« »Die Ernten stehen stets nach gleichen Zeiten des Wachstums in bestimmtem, von der Konzentration der Nährlösung abhängigem, gleichbleibendem Verhältnis«³⁾.

Diese Ergebnisse deuten also auf die Möglichkeit, zahlenmäßig klare Ergebnisse auch für meine Versuchsobjekte zu erzielen, bei denen nicht Pepton wie im Fleischextrakt, sondern Zucker die Energiequelle darstellt, die Art des Wachstums für

¹⁾ Rubner, M., Beziehungen zwischen Bakterienwachstum und Konzentration der Nahrung. Arch. f. Hyg. 1906. 57, 162.

²⁾ a. a. O. S. 186.

³⁾ a. a. O. S. 183.

die an die Oberflächenschichten gebundenen Organismen so ganz anders ist und auch die Methode der Erntebestimmung von der Rubnerschen abweicht. Es schien zudem nicht überflüssig, die allgemeine Gültigkeit der obigen Regeln zu erproben.

Für die in diesem Abschnitt mitzuteilenden Versuche wurde immer die asparaginfreie Nährlösung mit Ammonsulfat als Stickstoffquelle verwendet. Von diesem Salz war der zehnte Teil der Zuckermenge zugegen. Versuchsobjekt war die Hefe, weil bei ihr die Beimpfung und das Anwachsen am gleichmäßigsten zu gestalten war. Es kamen je 100 ccm der verschieden stark verdünnten Lösung in 200 ccm-Erlenmeyerkolben zur Anwendung. Besonders bei den niederen Konzentrationen mußten die Versuche mehrfach wiederholt werden, da die Abweichungen sonst zu groß waren, als daß brauchbare Mittelwerte hätten erzielt werden können. Besser wäre es gewesen, überall noch mehr Zahlen zu sammeln. Das verbot sich aber aus Mangel an Zeit. Die Hauptergebnisse kommen auch so klar heraus. Freilich fehlen noch Daten für die späteren Zeiten bei den höheren Konzentrationen. Doch dürften vor allem die Kurven schon zeigen, daß prinzipiell Neues kaum mehr zu erwarten wäre.

Durchschnitt der Hefeernten in mg Trockengewicht.

Zucker in %	Tage nach der Impfung								
	2	4	6	8	10	13	17	21	25
0,2	11,6	22	22,6	22,7	23		21		
0,4	20	39		47	60	66,7	66,2	67	60
0,8	56	82	103	122	125	124	131	139,5	140
1,2	61	100	101	110	121			144?	
1,6	64	104	120	134	144		184?		
3,2	100,5	170		193	193	342			
4,8	104	186	201	212	212	235			
8	108	180	183	175	171				

Die Tabelle gibt die Durchschnitte der bei verschiedenen Konzentrationen nach kürzerer oder längerer Zeit ermittelten Hefetrockengewichte an. Die Einzelwerte findet man in den Protokollen (S. 619 u. 620). Die Durchschnitte wurden dann in Kurvenform graphisch dargestellt. In die Fig. 2 wurden aber der Übersichtlichkeit wegen nur die Werte für 0,2, 0,4, 0,8, 1,6, und 4,8 %

Rohrzucker eingetragen. Die Kurven für 3,2 und 8% Zucker waren noch weniger glatt als die eingezeichneten und würden sich und die Kurve für 4,8% Zucker mehrfach kreuzen. Besonders bei der höchsten Konzentration ergaben sich Störungen, die nach anfänglich normalem Anstieg zu einem gegenüber den anderen Lösungen vorzeitigen Abfall der Kurve führten. Hierauf näher einzugehen, lag nicht im Plane der Arbeit.

Die Hauptergebnisse der Versuche sind folgende:

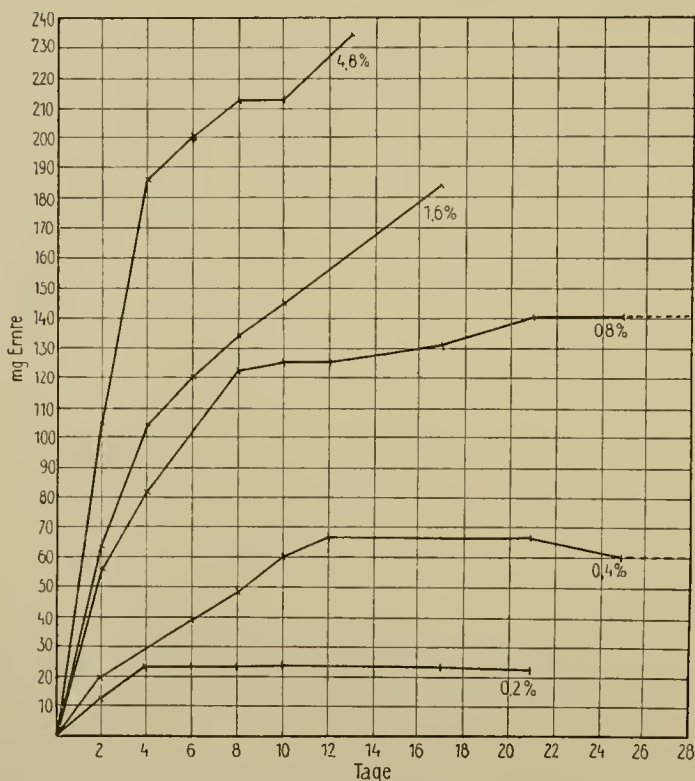


Fig. 2. Hefe, Zuwachs in verschiedenen konzentrierten Nährlösungen mit 0,2 bis 4,8% Zucker.

bis er ganz aufhört, die Kurve sich also der Horizontalen nähert.

4. Je höher die Konzentration, desto länger dauert der Anstieg, desto später wird daher die Konstanz des Erntegewichtes resp. der Höhepunkt der Entwicklung erreicht. Denn von einer wirklichen Konstanz kann nicht gesprochen werden, da sich — offenbar durch Atmung — das Erntegewicht ganz allmählich wieder verringert¹⁾.

¹⁾ Vgl. Richter, A., Zur Frage der chemischen Reizmittel. Centralbl. f. Bakt. II. 1901. 7, 422.

1. Jeder Nährlösungskonzentration entspricht eine bestimmte Vermehrungsgeschwindigkeit, die sich in sanfterem oder steilerem Anstieg der Kurve bemerkbar macht.

2. Je höher die Konzentration (innerhalb der Grenzen der Versuche), desto schneller ist der Zuwachs, desto steiler also die Kurve.

3. Im Anfang ist der Zuwachs am stärksten, allmählich wird er schwächer,

Bei der niedersten Konzentration (0,2 ‰ Zucker) ist der Zuwachs nur gering. Bei der höchsten (8 ‰) ist er anfangs immer noch stärker als bei der nächst niederen (4,8 ‰), so daß die Grenze, von der ab von vornherein Hemmung eintritt, nicht erreicht wurde. Die Hefe ist eben ein an hohe Zuckerkonzentration angepaßter Organismus.

Die für jede Nährstoffkonzentration gefundene erst starke, dann allmählich abnehmende Vermehrung haben schon die im Anfange dieses Abschnittes genannten Autoren festgestellt. Sie dürfte also eine allgemeine Regel darstellen. Nur Carlson¹⁾ fand ganz im Anfang geringere Zuwachsgrößen. Vielleicht mußte sich seine Hefe erst an die veränderten osmotischen Verhältnisse anpassen.

Daß von vornherein eine üppigere Ernährung auch beschleunigten Zuwachs gestattet, fand Rubner ebenso wie ich. Dieses Autors Ergebnis, daß jederzeit das Verhältnis zwischen Nährstoffmenge und Organismenmasse konstant ist, kommt in meinen Zahlen nur angenähert zum Ausdruck, genau aber auch bei ihm nur nach Korrekturen und Abrundungen.

Am bezeichnendsten ist der erste, nahezu geradlinige Anstieg, der bei den höheren Konzentrationen so sehr viel steiler ist als bei den schwächeren. Man sieht daraus, wie stark der Ansatz beschleunigt werden kann. Später sind die im Versuche gebotenen Verhältnisse durch Verbrauch an Nahrung und Abscheidung von Stoffwechselprodukten geändert, und kommen daher die Abhängigkeitsverhältnisse nicht mehr klar zum Ausdruck. Eine schlechtere Ausnutzung der niederen Konzentrationen wie bei Rubner ist bei mir nicht ersichtlich, dagegen ein Zurückbleiben der höheren, indem hier der Anstieg zwar immer steiler vonstatten geht, aber doch nicht in dem Maße, daß Proportionalität zustande käme. Wenn diese also schließlich, wie oben gezeigt, doch annähernd erreicht wird, so liegt das an der länger dauernden Zunahme der Pilzmasse. Natürlich ist es möglich, daß ein Organismus besser an die Ausnutzung schwacher, ein anderer an die stärkerer Lösungen angepaßt ist. Doch berührt das die wichtigsten Ergebnisse nicht, die durch Übereinstimmung mit Rubners Befunden wohl als allgemeingültig erwiesen sind.

¹⁾ Carlson, T., a. a. O. S. 322.

V. Abstufung der Stickstoffmenge.

Während in den bisher geschilderten Versuchen stets die ganze, an sich willkürlich gewählte Nährlösung in ihrer Konzentration abgestuft worden war, wurde nun geprüft, was sich ergibt, wenn nur ein lebenswichtiges Element in verschiedenen, die anderen aber in gleichen Mengen zugegen sind. Solche Versuche sind bisher hauptsächlich von Benecke (a. a. O.) angestellt worden und zwar auch mit Pilzen. Zahlen gibt er hauptsächlich für solche Kulturen, in denen Kalium und Magnesium im Minimum waren. Er betont¹⁾, daß das Erntegewicht viel langsamer sinkt als der K-Gehalt, und fragt sich, woran das wohl liegen könne. Vielleicht ergibt sich aus meinen Zahlen eine Deutung. Benecke sieht den Grund z. T. in der CO₂-Stauung bei kräftigerem Wachstum. Sehr wesentlich kann dieser Einfluß aber nicht sein, denn sonst müßte sich etwas Derartiges in meinen Versuchen erst recht gezeigt haben. Die Versuche von Falck²⁾ können hier kaum eine Bedeutung beanspruchen, da er nur mit zwei Pepton- und zwei Glukosekonzentrationen arbeitete und bei der Abstufung des Peptons N- und C-Menge gleichzeitig verändert wurden.

Dagegen liegen Versuche über den Einfluß der Peptonmenge auf die Vermehrung der Hefe vor³⁾. Es wurden 15% Rohrzucker geboten. Die Ernte wurde durch Auszählen bestimmt.

% Pepton	7,2	3,6	1,8	0,9	0,45	0,22	0,11	0,06
Millionen Hefezellen	145	130	88	56	42	54	34	27

Mit Ausnahme einer Zahl ergibt sich eine gute Abstufung der Ernte, doch ist die Steigerung durch Verdoppelung der Stickstoffmenge gering. Noch weniger entsprach bei Leucin, Asparagin und Ammonsulfat die Ernte der Stickstoffmenge. Es mag das an der großen Wandelbarkeit des Stickstoffgehaltes der Hefe liegen.

In meinen eigenen Versuchen benutzte ich *Aspergillus niger* und wählte die Stickstoffverbindung als Substanz, die abgestuft werden sollte, weil sie in verhältnismäßig großer Menge be-

¹⁾ 1895, a. a. O. S. 506.

²⁾ a. a. O. S. 259.

³⁾ Pringsheim, H., Über die Stickstoffernährung der Hefe. *Biochem. Zeitschr.* 1907. **3**, 192.

nötigt wird. Ich kombinierte also verschiedene Mengen von Ammonsulfat mit Zucker als Kohlenstoffquelle, und zwar wurde hier reinste Saccharose angewandt. Auch wurde das käufliche destillierte Wasser mit einem Jenaer Glaskühler noch einmal destilliert und auch sonst besondere Vorsicht angewandt.

I. In dem ersten Versuch wurden 2 und 4% Saccharose, ferner 0,1% $MgSO_4$, 0,1% KH_2PO_4 und 0,05% kristallisierte Zitronensäure zugesetzt. Je zwei Kolben mit 50 ccm Lösung. Der Versuch dauerte 15 Tage.

$(NH_4)_2SO_4$ %	0,01	0,05	0,1	0,5	1	
Saccharose 2%	81	387	636	810	814	mg Ernte auf
„ 4%	112	441	765	1436	1506	100 ccm Lösung

Es ergab sich, daß bei geringen Stickstoffmengen die Ernte durch Erhöhung der Konzentration des Ammonsulfates weit mehr gesteigert wird als bei größeren. Bei 0,5% $(NH_4)_2SO_4$ war annähernd die maximale Ernte erreicht, unabhängig von der Zuckergabe. Doch war sie bei 4% Zucker fast doppelt so groß als bei 2%.

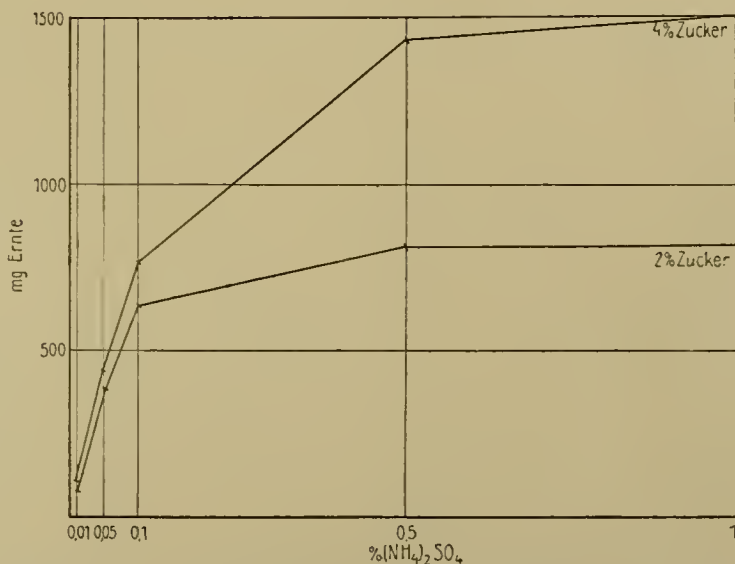


Fig. 3. *Aspergillus niger*, Ernte bei verschiedenen Stickstoffgaben.

Die obigen Erntewerte, die überall die Durchschnitte aus je zwei Bestimmungen darstellen (vgl. Protokolle S. 620), wurden zur Konstruktion der Kurven verwendet, aus denen noch deutlicher hervorgeht, wie der erst steile Anstieg mit der weiteren Zunahme der N-Menge immer flacher wird, bis die Kurven sich der Horizontalen nähern.

Ganz dasselbe Ergebnis zeitigten Versuche mit größeren Zuckermengen.

II. 10- und 20%ige Saccharoselösungen wurden wie im vorigen Versuche mit Nährsalzen versehen und durch Zitronensäure angesäuert. Dazu kamen verschiedene Ammonsulfatmengen, und zwar wurde hier noch eine niedrigere Stufe sowie Kolben ohne Zusatz der N-Quelle hinzugefügt. Je vier Kolben mit 50 ccm Lösung in 300 ccm fassenden Erlenmeyerkolben. Der Versuch dauerte 12 Tage (vgl. Protokolle S. 620).

$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	0,0	0,005	0,01	0,05	0,1	0,5	1	
Saccharose 10%	0,045	0,07	0,09	0,28	0,44	1,55	1,57	g Ernte auf 50 cm Lösung
„ 20%	0,04	0,10	0,11	0,29	0,56	2,72	2,74	

Der Versuch zeigt wiederum eine deutliche Abstufung der Ernten mit der Stickstoffgabe bis zu 0,5 % Ammonsulfat, von da ab Konstanz. Die maximalen Pilzgewichte stehen fast im Verhältnis der Zuckerkonzentrationen, aber nur innerhalb dieses Versuches. Im Vergleich zu dem vorigen sind sie zu niedrig, weil das Wachstum früher unterbrochen wurde. Mit Verringerung der Stickstoffgaben sinkt das Erntegewicht immer schneller, wenn auch nicht proportional mit der Abnahme des im Minimum vorhandenen Stickstoffes. Am besten stimmt die Proportionalität noch für 20 % Zucker zwischen 0,01 und 0,5 % $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$. Unterhalb von 0,01 % werden die Ergebnisse unsicher, zumal auch ohne N-Zusatz noch einige Flöckchen wachsen konnten. Ebenso fand Benecke¹⁾: »wenn man den Gehalt an KCl noch weiter sinken läßt (als 0,00003 %) hört ein Unterschied gegen „kaliumfreie“ Kulturen bald auf«.

Bei weniger als 0,1 % Ammonsulfat macht auch die Zuckerkonzentration nicht viel aus, hier ist die Ernte ganz von dem ins Minimum gedrängten Stickstoff, bei höheren N-Mengen dagegen mehr von der Zuckermenge abhängig. Die Kurven in Fig. 4 zeigen das wiederum sehr deutlich.

Die Hauptergebnisse dürften nunmehr klar sein. Demnach ist die Ernte meist nicht proportional der Stickstoffmenge, obgleich diese bei den niederen der angewandten Konzentrationen der begrenzende Faktor ist. Vielmehr steigen die Ernten bei allen geprüften Konzentrationen weniger als die Stickstoffgaben. Auch ergibt jede Stickstoffmenge außer den allergeringsten mit

¹⁾ Benecke, W., 1895, a. a. O. S. 503.

mehr Zucker ein stärkeres Wachstum als mit einer geringeren Menge. Denken wir uns aber die Kurven nach unten zu fortgesetzt, so nähern sie sich sehr dem geradlinigen Anstieg, und zwar bei 4 % Zucker früher als bei 2 %, bei 20 % früher als bei 10 %. Schließlich schneiden sie alle den Nullpunkt. Wären die Zuckermengen noch größer, so würde die Kurve offenbar auf eine immer größere Strecke hin annähernd geradlinig verlaufen.

Ganz ähnlich ist das Ergebnis in Beneckes Versuchen mit abgestufter K- und Mg-Menge, sofern wir die Konzentrationen vergleichen, in

denen der größeren Menge des abgestuften Elementes auch das höhere Erntegewicht entspricht. Wir würden also annähernde Proportionalität auch dort erst bei noch geringeren Gaben erwarten dürfen, wobei aber die zahlenmäßigen Beziehungen wegen

der Störungen durch Verunreinigungen kaum klar herauskämen. Die Stickstoffverbindung eignet sich für derartige Versuche wohl besser, weil der Bedarf an ihr größer ist.

Daß die Ernten nicht entsprechend der Menge des im Minimum vorhandenen Nährstoffes ansteigen, hat verschiedene Ursachen. Einmal werden die Wachstumsbedingungen durch die Vermehrung des Pilzes selbst ungünstiger. Die Kohlensäureanhäufung ist nur ein Grund dafür, zu dem noch die Verarmung an Sauerstoff, der Verbrauch der Energiequelle und die Anhäufung sonstiger Stoffwechselprodukte hinzukommen. Dann aber nähern wir uns auch mit steigender Konzentration eines Nährstoffes dem relativen Optimum, von dem ab eine weitere

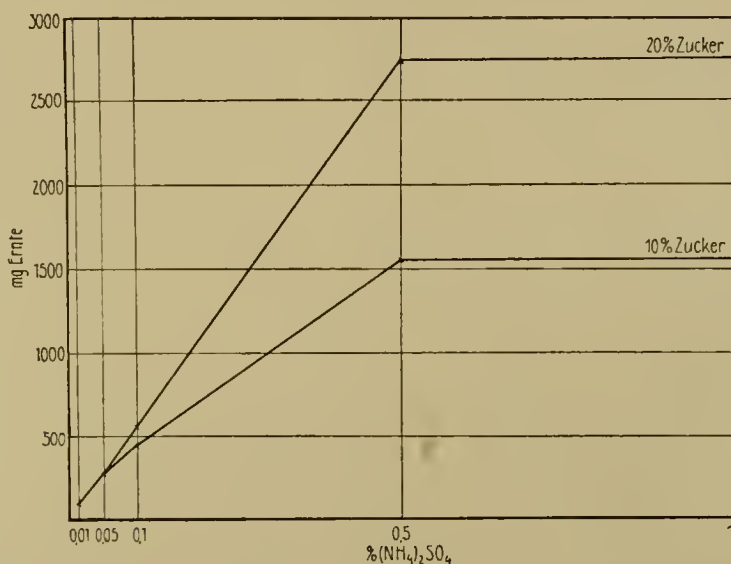


Fig. 4. *Aspergillus niger*, Ernte bei verschiedenen Stickstoffgaben.

Erhöhung der Menge dieses Stoffes nicht mehr fördert und unter Umständen selbst das Wachstum hindert. So fand Benecke¹⁾ folgende Ernten für verschiedene Magnesiumsulfatmengen:

% MgSO ₄	5	1,25	0,31	0,078	0,019	0,0049	0,0012	0,0003	0
mg Ernte	0,409	1,035	1,068	1,113	1,166	1,035	0,467	0,185	?

Die ohne Magnesiumzusatz unwägbare Ernte steigt also bis zu einer Gabe von 0,019% gleichmäßig an, um von da ab langsam wieder abzusinken. Für uns sind hier nur die niedersten Konzentrationen von Bedeutung, und da

ergibt sich, wie auch in meinen eigenen Versuchen mit Ammonsulfat, daß die geringeren Mengen eines in Minimum vorhandenen Nährstoffes verhältnismäßig mehr Ernte ergeben als die höheren, oder, wie Benecke¹⁾ es ausdrückt, daß sie besser ausgenutzt werden als diese.

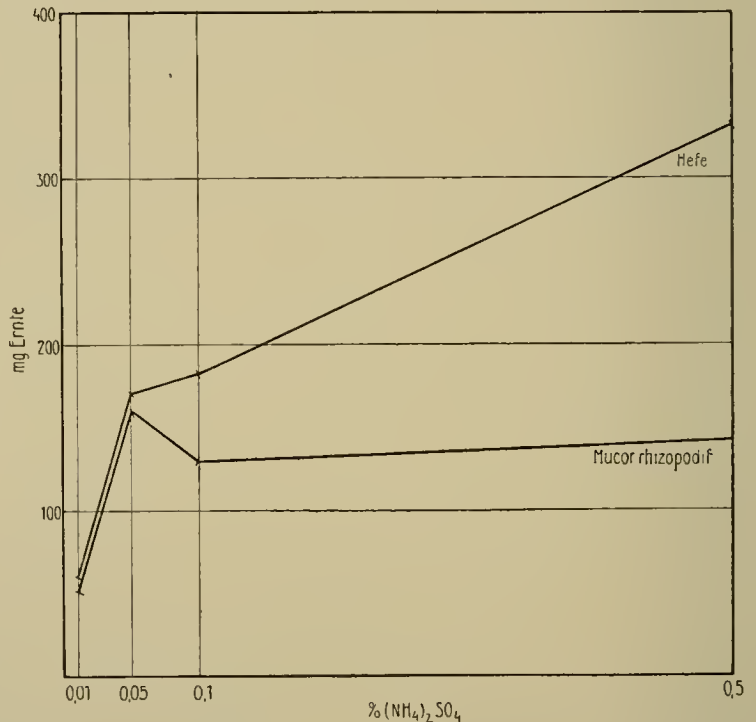


Fig. 5. Ernten bei verschiedenen Stickstoffgaben.

Im ganzen wird man also nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß eine Proportionalität zwischen dem im Minimum vorhandenen Stoffe und der Erntemenge nur dann besteht, wenn das Verhältnis zwischen dem ersteren und den übrigen Ernährungsfaktoren (Nährstoffen, evtl. Licht, Temperatur usw.) stark zugunsten der letzteren verschoben ist. Je weiter die übrigen Faktoren vom Optimum entfernt sind, desto weniger macht sich der Einfluß des einen im Minimum befindlichen bemerkbar.

III. Zur Stütze dieser Sätze habe ich einige weitere Versuche

¹⁾ Benecke, W., 1895, a. a. O. S. 522.

mit Hefe und *Mucor rhizopodiformis* angestellt, von denen hauptsächlich die erstere ganz entsprechende Resultate ergab, während der letztere, wohl wegen der zu geringen Zahl der Kolben (je 2 für eine Konzentration) eine Unregelmäßigkeit zeigte, die aber den gleichsinnigen Verlauf der Kurve nicht ganz verwischte (vgl. Fig. 5 und Protokolle S. 621).

Das Hauptergebnis dieses Abschnittes ist also das, daß die Ernten durch den im Minimum vorhandenen Stoff in ihrer Größe begrenzt sind, so daß jede Steigerung desselben auch einen vermehrten Pilzanwuchs zur Folge hat, daß aber niemals vollkommene Proportionalität zwischen beiden besteht. Nur unter idealen sonstigen Umständen und bei geringer Menge des im Minimum vorhandenen Stoffes nähert man sich dem Grenzfall einer vollkommenen Ausnutzung dieses Stoffes und damit der Proportionalität zwischen seiner Menge und dem Erntegewicht.

Bei Erhöhung der gebotenen Menge eines Nährstoffes steigt die Ernte nur bis zu einer festen Grenze, die allein durch gleichzeitige Vermehrung auch der anderen Nährstoffe überschritten werden kann. Deshalb ist auch die Produktion an Organismensubstanz nicht schlechthin durch den Vorrat an einem Nährstoffe bedingt, sondern gleichzeitig von allen andern abhängig. Bei Verbesserung der sonstigen Lebensbedingungen oder Verringerung der Menge eines Nährstoffes wird dieser im Minimum vorhandene immer besser ausgenutzt.

Die Auffassung über die zahlenmäßige Bedeutung des Gesetzes vom Minimum, zu der ich durch Versuche an Pilzen gekommen bin, würde eine besondere Bedeutung beanspruchen können, wenn sie auch auf höhere Pflanzen anzuwenden wäre. Ähnliche Fragen beschäftigen aber zurzeit in besonderem Maße die wissenschaftliche Landwirtschaft. Infolgedessen ist die Literatur über das Gesetz vom Minimum stark angeschwollen und für den, der nicht mitten in der Sache steht, schwer zu übersehen. Trotzdem und trotz der Verschiedenheit der Versuchspflanzen möchte ich nicht versäumen, einige Vergleiche zu ziehen, da die Ergebnisse sich teilweise gegenseitig ergänzen.

Auch macht die hauptsächlich von Mitscherlich¹⁾ versuchte mathematische Einkleidung den Anspruch allgemeinsten Gültigkeit, so daß die Natur des Versuchsorganismus ohne Bedeutung sein müßte. Liegen hier aber allgemeine Sätze vor, so könnte man selbst so weit gehen, die Lösung noch schwebender grundlegender Fragen an Pilzkulturen zu versuchen. Sie geben ja die Möglichkeit, die Bedingungen in ganz anderer Weise einheitlich und übersehbar zu gestalten als in Sandkulturen höherer Pflanzen oder gar im freien Felde.

Die nach Adolf Mayer²⁾ klassische Definition Wollnys für das Gesetz vom Minimum lautet: »Der Ertrag der Nutzpflanzen wird . . . von demjenigen Wachstumsfaktor beherrscht, der in geringster . . . Intensität unter den gerade vorliegenden Verhältnissen zur Wirkung gelangt«. Ein zahlenmäßiges Verhältnis ist damit nicht festgelegt. Mayer sagt aber weiter³⁾: »Der Einfluß irgendeines einfachen, im Minimum anwesenden Vegetationsfaktors auf die Größe der Ernte muß vernünftigerweise gedacht werden als direkt proportional seiner in Wirksamkeit tretenden Menge«. Die bei größeren Mengen dieses Faktors auftretende Abschwächung der Wirkung führt er auf Störungen verschiedener Art zurück. Pfeiffer⁴⁾ bezeichnet die einfache Proportionalität als »die frühere Annahme«.

Daß aber diese einfachste Beziehung der Proportionalität zwischen Minimalfaktor und Ernte unter tatsächlichen Verhältnissen nur innerhalb enger Grenzen verwirklicht ist, darüber sind sich alle Autoren einig. »Der untere Teil der Kurve ist meist geradlinig. . . Weiter bewegen sich alle beobachteten Abweichungen in dem Sinne, daß in den höheren Abschnitten der Kurve diese nach der Abszissenachse zu konkav wird«⁵⁾. Bei der Erklärung dieser Abweichungen spielt der Gedanke eine besondere Rolle, daß »bei den höheren Gaben leicht

¹⁾ Mitscherlich, E. A., Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrages. Landw. Jahrb. 1909. 38, 537.

²⁾ Mayer, Ad., Das Gesetz des Minimums eine logarithmische Funktion? Landw. Versuchsstationen. 1912. 78, 122.

³⁾ —, Ebenda. S. 120.

⁴⁾ Pfeiffer, Th., Das Gesetz des Minimums eine logarithmische Funktion? Landw. Versuchsstationen. 1912. 78, 132.

⁵⁾ Mayer, Ad., a. a. O. S. 119 u. 120.

irgendein anderer Vegetationsfaktor, so sehr man sich auch bemühte, sie alle im Überschuß zu gewähren, mit ins Minimum gelangen wird«. So nach Mayer¹⁾, dem sich in dieser Beziehung Pfeiffer²⁾ anschließt. Diese Erklärung des Nachlassens der Steigerung des Ertrages bei Erhöhung der Menge des ins Minimum gesetzten Faktors mit Hilfe der Vorstellung, daß er seine begrenzende Funktion nun an einen anderen abgibt, setzt voraus, daß dieser letztere bei einer Steigerung nun wieder eine höhere Produktion zuließe oder: »Die Pflanze kann den im Minimum vorhandenen Produktionsfaktor zu um so größerer Produktion benutzen, je mehr die anderen Produktionsfaktoren sich für sie im Optimum befinden.« Diesen Satz, das »Gesetz des Optimums« von Liebscher, weist aber derselbe Ad. Mayer als unlogisch und unbewiesen ab.

Die gleiche Ursache für das Zurückbleiben der Produktion hinter der Proportionalität mit der zunehmenden Menge des ins Minimum gesetzten Stoffes nimmt im Grunde auch Rodewald³⁾ an. Er betont, daß dann, wenn z. B. die Stickstoffmenge den begrenzenden Faktor darstellt, die der größeren N-Gabe entsprechende höhere Ernte auch den größeren Gehalt an diesem Stoffe besitzt. Daraus darf man aber schließen, daß die niedrigere Ernte, bei der das Verhältnis zugunsten der anderen Faktoren verschoben ist, den Stickstoff besser ausnutzt, und daß die bei höherer Stickstoffzufuhr erzielte Ernte einen niedrigeren Gehalt an diesem Elemente aufwies, wenn die übrigen Wachstumsfaktoren ein noch reichlicheres Gedeihen ermöglicht hätten. Somit hängt die Wirkung eines Faktors nicht nur von diesem einen, sondern gleichzeitig von allen anderen ab.

Die tatsächlichen Ergebnisse der Versuche an höheren Pflanzen stimmen, soweit sie sich mit ihnen vergleichen lassen, völlig mit denen an Pilzen überein. Auch Benecke und ich fanden eine mit der Zunahme des im Minimum vorhandenen Nährstoffs zunächst annähernd geradlinig, dann immer weniger steigende Produktion. Die verschieden gute Ausnutzung des

¹⁾ Mayer, Ad., a. a. O. S. 119 und 120.

²⁾ Pfeiffer, Th., a. a. O. S. 132.

³⁾ Rodewald, Herm., Das Gesetz vom Minimum. Landw. Versuchsstationen. 1912. 78, 248.

Minimalfaktors, je nach den sonstigen Bedingungen, bewies ich durch die verschieden hohe Ernte bei gleicher, hinter der besten zurückbleibenden Stickstoffgabe, aber verschiedener Zuckermenge. Diesen vergleichbare Versuche fehlen in den von mir daraufhin durchgesehenen Arbeiten der wissenschaftlichen Landwirte. Man kann aber nicht die zahlenmäßige Wirkung eines Nährstoffes ohne Berücksichtigung der übrigen ergründen. Nur für den Einfluß der Wassermenge auf die Stickstoffausnutzung fand ich in einer Arbeit¹⁾ Belege, aus denen hervorgeht, »daß bei überschüssiger, nicht aber bei beschränkter Wassergabe die Erntesteigerung bis zur höchsten N-Gabe lediglich proportional der Düngermenge verlief«.

Die verschieden gute Ausnutzung des im Minimum gebotenen Ernährungsfaktors, je nach den sonstigen Bedingungen, könnte sich theoretisch vom Anfang an zeigen. Nur solange der begrenzende Faktor die nach den sonstigen Verhältnissen zu erwartende optimale Ernte sehr stark herabsetzt, also im ersten Anfang der Kurve, die durch Eintragung der Ernten bei verschiedenen Gaben des Minimalstoffes gewonnen wird, wäre dann ein geradliniger Verlauf zu erwarten. Es gäbe keine scharfe Grenze zwischen der Gültigkeit der proportionalen Beziehung und einer logarithmischen.

Nun muß man aber bedenken, daß beim Fallen der Menge eines Nährstoffes dessen Gehalt im Organismus nicht ständig mit fallen kann, sondern ein Mindestgehalt zum Wachstum nötig ist. Es kann dann also nicht mehr hervorgebracht werden als diesem entspricht, die Proportionalität ist erreicht. Wird die Menge des Nährstoffes erhöht, so steigt über einem gewissen Wert nicht nur die Ernte, sondern auch der Gehalt an dem betreffenden Stoffe, was z. B. bei Kali in höheren Pflanzen weiter gehen wird als bei Stickstoff²⁾. Nun bleibt die Ernte hinter der Proportionalität zurück. Demnach scheint mir der vermittelnde Standpunkt von Pfeiffer berechtigt, nur soll man sich hüten, zu sehr zu verallgemeinern. Zur mathematischen

¹⁾ Pfeiffer, Th., Blanck, E., und Flügel, Alb., Wasser und Licht als Vegetationsfaktoren und ihre Beziehungen zum Gesetze vom Minimum. Landw. Versuchsstationen. 1912. 76, 191.

²⁾ Vgl. Pfeiffer, Th., Blanck, E., und Flügel, M., a. a. O. S. 195.

Formulierung der Gesetzmäßigkeiten wären meiner Meinung nach viel ausgiebigere experimentelle Grundlagen nötig als zurzeit zu Gebote stehen.

VI. Förderung durch kleine Giftmengen.

Je geringer die für die Vermehrung notwendige Menge eines unentbehrlichen Nährstoffes ist, desto schwieriger wird es, seine Unentbehrlichkeit nachzuweisen, da kleinste Spuren der häufigsten Elemente als Verunreinigung kaum auszuschließen sind. Hinzu kommt, daß auch durchaus entbehrliche Substanzen, und zwar besonders solche, die in höherer Konzentration »giftig«, also entwicklungshemmend wirken, in geringster Menge das Wachstum fördern können.

Aus diesem Grunde ist z. B. Raulin¹⁾, der Entdecker der Förderung durch Giftspuren, in den Irrtum verfallen, daß Zink für *Aspergillus* zu den unentbehrlichen Nährelementen gehöre. Auch gilt bis heute z. B. die Frage nicht für entschieden, ob Eisen für Pilze notwendig ist. Aber darüber hinaus ist die Reihe der unentbehrlichen Elemente, so wie sie in den Lehrbüchern angegeben wird, tatsächlich nur für wenige Organismen sicher gestellt und wird für die anderen allein der Einheitlichkeit wegen als gleich angenommen.

In zweifelhaften Fällen ist die Frage schwer zu lösen. Jedenfalls ist das Endergebnis der sogenannten Reizwirkung des Giftstoffes in vielen Fällen eine größere Ernte als ohne Gift mit derselben Nährstoffmenge. Nun haben wir aber gesehen, daß jeder Nährstoffkonzentration ein bestimmtes, für sie charakteristisches Erntegewicht entspricht. Somit gewinnt das Reizstoffproblem Beziehungen zu den hier behandelten Fragen. Vielleicht wäre es selbst möglich, nach genauer Kenntnis der quantitativen Gesetze, nach denen Nährstoffe und Giftstoffe, in verschiedenen Mengen zugesetzt, den Zuwachs fördern, in zweifelhaften Fällen die Entscheidung zwischen beiden zu treffen. Voraussetzung dafür wäre allerdings, daß solche einheitlichen Gesetze aufgefunden würden und daß eine scharfe Grenze zwischen Nährelementen und Reizstoffen besteht. Wie

¹⁾ Raulin, *Études chimiques sur la végétation*. Ann. sc. nat. Bot. Sér. V. 1869. 11, 91.

man sieht, ist das ein weites Feld, so daß nur die Anfänge zur Lösung der vorliegenden Probleme gemacht werden konnten.

Um einen ersten Einblick zu gewinnen, war es notwendig, die Wirkung der Giftförderung auf die Abhängigkeit der Erntemenge von der Nährstoffkonzentration zu untersuchen, also verschiedene Nährstoffmengen mit und ohne Reizstoff zu verwenden. Derartige Versuche liegen bisher nicht vor. Die Experimente von Raulin¹⁾, Richards²⁾, A. Richter³⁾ und Ohno⁴⁾ sind meist mit 5 % Saccharose angestellt worden.

Während ich in den bisher geschilderten Versuchen z. T. noch gewöhnlichen Hutzucker verwendet hatte und nur bei der Abstufung der Stickstoffmenge auf größte Reinheit der Substanzen geachtet worden war, mußte nun mit allen möglichen Vorsichtsmaßregeln gearbeitet werden. Die Kolben wurden mit Chromschwefelsäure gereinigt und besonders sorgfältig gespült, sowie mit reiner Watte verschlossen. Von Salzen sowohl wie von Saccharose kamen die reinsten Merckschen und Kahlbaumschen Präparate in Anwendung. Auch das Wasser wurde aus einem Kühler mit Jenaer Normalglas-Kühlrohr noch besonders destilliert. Die Temperatur im Thermostaten war wie immer 30°. Der *Aspergillus niger*, auf dessen Verwendung ich mich beschränkte, stammte von auf Fließpapier keimenden Samen und wurde auf Pflaumensaft-Zucker-Agar weiter gezüchtet. Als Gift diente das von früheren Autoren schon vielfach verwendete Zinksulfat.

I. Nachdem ein Vorversuch gezeigt hatte, daß eine tausendstel molekulare Zinksulfatlösung deutliche Hemmung bewirkt, wurde nun eine halb so starke Lösung verwendet und je zwei Kolben mit ihr versehen, zwei zum Vergleich ohne Gift gelassen. Die Stamm-Nährlösung enthielt 20 % Saccharose, 2 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,1 % KH_2PO_4 , 0,1 % $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ und 0,05 % kristallisierte Zitronensäure. Sie wurde dann im ganzen auf $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Richards, H. M., Die Beeinflussung des Wachstums einiger Pilze durch chemische Reize. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 1897. **30**, 665.

³⁾ Richter, A., Zur Frage der chemischen Reizmittel. *Centralbl. f. Bakt.* II. Abt. 1901. **7**, 417.

⁴⁾ Ohno, N., Zur Frage der chemischen Reizmittel. *Ebenda.* 1902. **9**, 154.

und $\frac{1}{16}$ verdünnt. 50 ccm Lösung in Kolben von 150 ccm Fassungsraum.

Rohrzucker %	20	10	5	2,5	1,25	
ZnSO ₄ $\frac{1}{1000}$ Mol.	4,71	2,22	1,12	0,54	0,27	Ernte in g
Kein Gift	2,87	1,88	1,01	0,51	0,26	

Die Erntegewichte stellen den Durchschnitt je zweier Kulturen nach 10 Tagen dar (vgl. Protokolle S. 621).

Der Versuch zeigt eine Förderung durch das Gift erst bei den höheren Nährstoff-Konzentrationen deutlich, eine Erscheinung, die sich immer wiederholte und die weiter unten besprochen werden soll. Die Abhängigkeit der Ernte von der Nährstoffmenge geht bei den Giftkulturen weiter hinauf proportional als ohne Gift. Denn im letzteren Falle wächst bei 10% und 20% nicht mehr doppelt so viel als bei der halben Konzentration, sondern beträchtlich weniger, während mit Gift die Proportionalität wieder sehr schön ausgeprägt ist. Darauf eben beruht die Überlegenheit der Ernten in den höheren Zuckerstufen mit dem Reizstoff gegen die Kulturen ohne ihn.

Daß in den früheren Versuchen selbst bei hohen Nährstoffkonzentrationen die Ernte noch der Zuckermenge entsprach, lag offenbar an den nicht besonders gereinigten Substanzen, besonders irgendwelchen Beimengungen des Zuckers, so daß ohne besonderen Zusatz die den neuen Giftversuchen entsprechende Ernte erzielt wurde.

II. In dem zweiten Versuche dieser Reihe wurden nur die beiden Zuckerkonzentrationen gewählt, die im ersten Versuche eine Förderung durch Gift ergeben hatten, dagegen wurde nun die Zinksulfatmenge abgestuft. Außerdem wurde der Versuch doppelt so lange, nämlich über 21 Tage ausgedehnt.

Je 50 ccm Lösung in 150 ccm-Kolben.

Zn SO ₄ Mol.	0	$\frac{1}{2000}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{250}$	
Rohrzucker 20%	0,66	3,09	3,02	2,78	2,12	Ernte in g
10%	0,61	2,00	2,51	2,51	1,92	

Die Erntegewichte stellen den Durchschnitt je zweier Kulturen dar (vgl. Protokolle S. 622).

Hier sind nun die Förderungen durch den Giftreiz noch bedeutend größer. Worauf dieser Unterschied beruht, vermag ich nicht sicher zu sagen. Da die Untersuchungen mehrere Jahre mit Unterbrechungen fortgeführt wurden, liegt zwischen beiden Versuchen ein größerer Zeitraum. Auch sonst fand ich, daß man Vergleiche am besten nur innerhalb eines Experimentes anstellt. Im übrigen sind die Ergebnisse in den hier in Betracht kommenden Punkten dieselben wie in Versuch I, d. h. bei höherer Nährstoffmenge ist die Förderung durch das Gift größer als bei kleinerer. Auch nähert sich bei den Giftkulturen die Beziehung zwischen Nährstoff- und Erntemenge mehr der Proportionalität als in den giftfreien Lösungen, ohne daß sie allerdings auch nur angenähert erreicht würde. Der Grund hierfür liegt vielleicht in Stickstoffmangel, da in diesen Versuchen bei 20% Zucker nur die Hälfte der Ammonsulfatmenge geboten wurde als in den älteren, nämlich überall 1% davon. Es bleiben deshalb die Ernten mit 20% Zucker gegen früher und gegen das Höchstmaß zurück. Warum sich diese Hemmung gerade in den giftfreien Lösungen so stark bemerkbar macht, ist noch unklar. Der nächste Versuch zeigt in der Beziehung nicht dasselbe Ergebnis.

Zum Vergleich mit angesetzte Kulturen mit der alten, nicht besonders gereinigte Substanz enthaltenden, aber ohne Giftzusatz verwendeten Nährlösung ergaben für 20% Zucker 2,08 und für 10% 1,30 g Ernte. Soll man sie zu den Kulturen mit allergeringster oder zu denen mit größerer Reizstoffmenge einordnen? Ich denke zu den ersteren, denn mit steigender Giftkonzentration werden die Unterschiede zwischen 10 und 20% Zucker, wie man sieht, immer kleiner, während sie hier beträchtlich sind. Die Versuche der früheren Kapitel mit abgestufter Gesamtnährstoffmenge und ohne gereinigte Substanzen entsprechen also solchen mit kleinsten Giftspuren.

III. Wiederum auf die Hälfte, also auf 0,5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ reduziert, aber überall dieselbe, war die Stickstoffgabe in dem nächsten Versuche. Hier ist außerdem, des Vergleichs mit den Richardsschen Versuchen wegen, die Zinksulfatkonzentration in Prozenten angegeben, wobei eine molekulare Lösung einer 28,8%igen entspricht. Je 50 ccm Lösung in 300 ccm-Kolben.

Zucker	5 %	20 %	
Zn SO ₄ +			Ernte
7 H ₂ O {	0,00 %	1,89	in g nach
	0,01 %	2,49	16 Tagen
	0,04 %	2,23	

Die Erntegewichte sind Durchschnittswerte aus je 4 Kolben (vgl. Protokolle S. 622).

Hier ist also die Förderung durch den Reizstoff, aber auch die absolute Größe der Ernte gering. Die Stickstoffmenge ist gar zu klein. Immerhin macht sich auch hier die Erntesteigerung bei höherer Zuckerkonzentration stärker bemerkbar als bei niederer.

IV. In diesem Versuche wurde, im Gegensatz zu dem vorigen, die Stickstoffmenge mit dem Zucker abgestuft, so daß auf 20 % Saccharose 0,8 und auf 5 % 0,2 % (NH₄)₂SO₄ kam. Da eine 0,04 %ige Zinksulfatlösung ferner in Versuch III zu stark zu sein schien, wurden hier geringere Mengen davon verwendet. Je 50 ccm Lösung in 300 ccm-Kolben.

Ammonsulfat	0,2 %	0,8 %	
Zucker	5 %	20 %	
Zn SO ₄ +			Ernte in g
7 H ₂ O {	0,000 %	1,98	nach
	0,004 %	2,91	16 Tagen
	0,008 %	2,70	

Die Erntegewichte stellen Durchschnittswerte aus je 4 gleichen Kulturen dar (vgl. Protokolle S. 623).

Die Ergebnisse entsprechen recht gut denen aus Versuch III. Die Herabsetzung der Giftmenge ist offenbar günstig, denn bei 20 % Zucker geben 0,004 % ZnSO₄ mehr Ernte als 0,008. Richards¹⁾ fand als Optimum 0,002—0,004 % und bei 0,008 % ZnSO₄ noch keine wesentliche Abnahme der Ernte. Groß ist dieser Einfluß nicht. Dagegen macht sich die Änderung der N-Gaben bemerkbar. Bei 5 % Zucker sind mit 0,2 % Ammonsulfat alle Ernten kleiner geworden als im vorigen Versuche mit 0,5 %, bei 20 % Zucker mit 0,8 % größer als mit 0,5 %. Die stärkere Förderung durch das Gift bei größerer Nährstoffmenge ist wieder deutlich, und gleichzeitig die Annäherung an die Proportionalität der Ernte mit der Zuckergabe, oder, wie man

¹⁾ Richards, a. a. O. S. 672.

hier auch sagen könnte, mit der Stickstoffgabe. Denn die gleichzeitige Abstufung beider bringt in diesem im Gegensatz zu dem vorigen Versuche das Verhältnis dem von 1:4 nahe, während dort der Stickstoffmangel die Nährwirkung der 20% Zucker nicht zur Entfaltung kommen ließ. Während ohne Gift das Verhältnis der Ernten auf 20 und 5% Zucker $1,89:0,79 = 2,4:1$ und mit Gift $2,23:0,88 = 2,5:1$ war, ist in dem neuen Versuch bei gleichzeitiger Stickstoffabstufung das Verhältnis ohne Gift: $1,98:0,73 = 2,7:1$ und mit Gift: $2,91:0,82 = 3,6:1$, also schon fast wie 4:1.

Demnach haben die Versuche über den Einfluß von Reizstoffen auf die Erntemenge bei verschiedenen Nährstoffkonzentrationen als Hauptergebnis gezeigt, daß die Ausnutzung der größeren Nährstoffgaben wesentlich verbessert wird, wenigstens wenn wir das Wachstum nach dem Erntegewicht beurteilen. Die Erniedrigung des »ökonomischen Koeffizienten«, d. h. des Verhältnisses der verbrauchten Nährstoffmenge zum erzielten Erntegewicht erweisen die Versuche mit verschiedenen Nährlösungskonzentrationen noch klarer als die mit gleichbleibender Nahrungsmenge.

Dagegen fiel in allen diesen Experimenten die Zurückdrängung der Konidienbildung durch gleichzeitigen Einfluß von Reizstoff und reichlicher Ernährung auf¹⁾, ein Umstand, den Richards²⁾ auch schon hervorhebt. Bei geringer Gift- und Nährstoffmenge wird die Konidienbildung reichlicher, die Erntesteigerung durch den Reizstoff geringer. Demnach gewinnt es den Anschein, als stünden die Unterdrückung der Konidienfruktifikation und die Förderung des Mycelwachstums in ursächlichem Zusammenhange, etwa in der Weise, daß die Sporenbildung durch den großen Verbrauch an Nährstoffen das Mycel erschöpft und sein weiteres Wachstum hemmt. In der Tat nimmt die Mycelmasse in den Giftkulturen deutlich länger zu als in den giftfreien³⁾, ebenso wie ja, wie oben gezeigt, eine größere Nährstoffmenge einen zeitlich länger andauernden Zu-

¹⁾ Vgl. Protokolle S. 621—623.

²⁾ Richards, H. M., a. a. O. S. 671.

³⁾ Anm. Das Ergebnis von A. Richter (a. a. O. S. 422), daß das Erntegewicht in Giftkulturen schneller ansteigt als ohne Gift, kann ich nicht bestätigen.

wachs bewirkt als eine kleinere. Bei Hefe, die in Flüssigkeiten keine Sporen bildet, konnte ich dementsprechend keine Zunahme des Erntegewichtes durch Giftreize nachweisen. Doch gilt diese Deutung zweifellos nicht für alle Fälle einer Reizwirkung durch Giftspuren, die ja auch z. B. bei der Hefegärung und ferner beim Wachstum höherer Pflanzen lange vor der Blütezeit nachgewiesen worden ist¹⁾. Wir sind also noch weit davon entfernt, die Gründe dieser sogenannten Reizwirkungen, unter die wir sicherlich sehr verschiedene Dinge einordnen, allgemein zu begreifen.

Im Folgenden wollen wir nun versuchen, ob wir aus derartigen Versuchen, in denen ein Stoff seiner Menge nach abgestuft wird, einen Schluß auf seine Bedeutung als Reiz- oder Nährstoff ziehen können, ein Problem, das in den einleitenden Abschnitten dieses Kapitels schon angedeutet wurde. Für Kupfersulfat einerseits und Ammonsulfat andererseits z. B. ist die Entscheidung nicht schwer. Freilich müssen wir hier die Herabsetzung des Erntegewichtes bei Überschreitung des Konzentrationsoptimums, die für den »Giftstoff« viel jäher ist als für den »Nährstoff«, ganz außer acht lassen, denn es kann ja eine chemische Verbindung in geringer Menge unbedingt erforderlich, in größerer aber doch schädlich sein. Dagegen sehen wir, daß die Herabsetzung der Konzentration unter das Optimum beim unentbehrlichen Nährstoff eine Herabsetzung der Ernte bis zu unwägbaren Spuren bewirkt, beim bloßen Reizstoff aber eine solche, die nur bis zu der Ernte ohne Gift geht und hinter der höchsten lange nicht in dem Maße zurücksteht. Bei den suboptimalen Konzentrationen liegt also die Entscheidung. Vergleichen wir z. B. die oben auf Seite 597 ff. mitgeteilten Versuche mit Ammonsulfat als Stickstoffgabe in verschiedenen Konzentrationen bei *Aspergillus* mit dem folgenden, von Ohno²⁾ herrührenden Versuche mit CuSO_4 als Reizstoff bei demselben Pilze:

1) Vgl. Czapek, F., *Biochemie der Pflanzen*. 2. Aufl. Jena. 1913. 1, 164.

2) Ohno, N., a. a. O. S. 155.

	0	1/32000	1/16000	1/8000	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	Mol. CuSO ₄
I	662	837	957	929	1004	940	922	770	502	mg Ernte
II	595	629	645	692	758	820	844	989	716	

Die Versuche I und II sind bei verschiedenen Temperaturen und verschiedener Dauer angestellt, und ergeben deshalb verschiedene Ernten, zeigen sonst aber beide dasselbe, nämlich eine ganz allmähliche Steigerung der Erntemenge mit der Erhöhung der Giftkonzentration. Bei Verdoppelung der Giftmenge beträgt die Förderung höchstens ein Siebentel. Überhaupt ist die ganze durch Giftreiz erzielte Ernteerhöhung in den günstigsten Fällen bei Richards, den späteren Autoren und mir gewöhnlich nur auf das Doppelte der giftfreien Kulturen, in vereinzelt Fällen auf das Drei- bis Vierfache gegangen.

Ganz anders bei der Abstufung eines Nährstoffes. Ich setze zum Vergleich noch einmal einen Versuch mit Ammonsulfat her:

(NH ₄) ₂ SO ₄ %	0,01	0,05	0,1	0,5	1	
Rohrzucker 2%	81	387	636	810	814	mg Ernte
4%	112	441	765	1436	1506	

Ohne Stickstoff ist die Ernte sehr gering, mit 0,05 % Ammonsulfat immerhin schon bei 2 % Zucker 4,8, bei 4 % 4mal so groß als bei 0,01 %. Bei noch geringeren Konzentrationen der Stickstoffquelle müßten die Steigerungen, wie aus der graphischen Darstellung Fig. 3 auf S. 597 ohne weiteres hervorgeht, noch beträchtlicher sein und sich der Proportionalität immer mehr nähern.

Um sich zu vergewissern, daß das nicht nur für die in größeren Mengen verbrauchten Stickstoffquellen, sondern auch für die übrigen Nährsalze gilt, vergl. man die auf S. 600 abgedruckten, von Benecke gewonnenen Zahlen für Magnesiumsulfat. Auch hier ist bei geringen Konzentrationen die Steigerung der Erntemenge durch Vermehrung des Nährstoffes recht beträchtlich und nähert sich bei abfallender Menge genau wie beim Ammonsulfat der Proportionalität, ohne sie freilich zu erreichen. Praktisch läßt sich dieses theoretisch zu fordernde Ergebnis eben nicht erzielen. Doch beträgt die Steigerung durch Vermehrung des im Minimum vorhandenen Nährstoffes auf das Doppelte gewöhnlich zu mindest ein Drittel bis einhalb. [Vergl. auch

die Versuche von Benecke mit KCl ¹⁾.] Der Unterschied gegen die Reizstoffe ist aber deutlich. Dasselbe ersah man aus den von Maertens²⁾ im Hallischen Botanischen Institute mit Blaualgen angestellten Versuchen, bei denen allerdings die Erntemenge nicht festgestellt wurde. Da aber hier mit reinen Nährsalzlösungen gearbeitet wurde, die weniger Substanz und daher auch weniger fremde Beimengen enthalten konnten als die mit den zudem schwerer zu reinigenden organischen Stoffen, so kam die außerordentliche Förderung der Vermehrung durch Spuren eines Nährsalzes bei reichlichem Vorhandensein der anderen in überraschender Deutlichkeit zum Ausdruck. Würde also das Problem vorliegen für eine Substanz, beispielsweise das Eisen, zu entscheiden, ob sie für Pilze oder Bakterien unentbehrlich oder nur förderlich ist, so wären möglichst eisenfreie Lösungen herzustellen und mit sehr geringen, abfallenden Mengen eines Eisensalzes zu versetzen. Nähert sich dann die Ernte mit Verminderung der Eisenmenge einem Werte, der hinter dem optimalen nicht sehr stark zurücksteht, sondern mindestens $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ davon beträgt, so liegt wahrscheinlich Reizwirkung vor. Wird die Ernte aber immer geringer bis zu einem sehr kleinen Betrage, so ist das Eisen unentbehrlich.

Schwierig bleibt freilich auch jetzt, wie bekannt, die Entscheidung durch die Gegenwart des betreffenden Stoffes als Verunreinigung und durch die Möglichkeit, daß es Stoffe gibt, die weder der einen noch der anderen Klasse einzuordnen wären, also unentbehrliche Reizstoffe sein könnten. Durch Verfolgung der Tendenz der die Erntegrößen bei abfallender Menge des fraglichen Stoffes wiedergebenden Kurve wird man unter Umständen einen Fingerzeig erhalten. Geht die Kurve bei Extrapolation annähernd durch den Schnittpunkt der Koordinatenachsen, so liegt ein unentbehrlicher Stoff vor, wird sie aber ein beträchtliches Stück oberhalb parallel mit der Abszissenachse, so wird es ein bloßer Reizstoff sein.

In der Praxis wird die Entscheidung also leider nach wie vor von der Möglichkeit abhängen, den fraglichen Stoff ganz

¹⁾ Benecke, W., a. a. O. S. 503.

²⁾ Maertens, H., Das Wachstum von Blaualgen in mineralischen Nährlösungen. Beitr. z. Biol. d. Pflanz. (Cohn), 1914, erscheint in kurzem.

oder fast ganz auszuschließen; doch wird man innerhalb des Gebietes, in dem die Förderung am ausgeprägtesten ist, aus dem Verhältnis der Zunahme der Ernte zur Zunahme des fördernden Stoffes Schlüsse ziehen können. Beträgt die Erntesteigerung bei Zunahme des fraglichen Stoffes auf das Doppelte optimal etwa $\frac{1}{7}$, so darf man auf bloße Reizwirkung schließen. Läßt sich aber eine Förderung um mindestens $\frac{1}{3}$ bei Verdoppelung der Menge des fördernden Stoffes erzielen, so dürfte stets ein Nährstoff vorliegen.

Sehen wir daraufhin die von Molisch¹⁾ über die Bedeutung des Eisens für *Aspergillus* gewonnenen Zahlen durch, so finden wir, daß maximal die Ernte durch Zusatz von Eisensulfat zu möglichst eisenfreien Nährlösungen auf das 4- bis 5-fache steigt. Das sind schon Zahlen, die für bloße Reizstoffe sehr hoch wären. Noch deutlicher ist ein Versuch, in dem die Lösung ohne zugesetztes Eisen nach dem Wachstum und der Entfernung des Pilzes mit Eisensulfat eine sehr gute, ohne dieses eine kaum merkbare zweite Ernte ergab. Aber auch die durch Erhöhung der Eisenmenge erzielten Steigerungen der Ernte sprechen für die Unentbehrlichkeit des Eisens. So wurden im 1. Versuche mit 0,02% FeSO_4 durchschnittlich 275, mit 0,04% 346 mg Ernte erzielt, also mit der doppelten Eisenmenge das 1,3fache, im 2. Versuche gar mit 0,004% durchschnittlich 710, mit 0,001% 220 mg, also mit der 4fachen Eisenmenge das 3,2fache, und schließlich im 3. Versuche mit 0,0005% FeSO_4 188, mit 0,001 275, mit 0,003 428 mg. Das sind Steigerungen, wie sie unter entsprechenden Verhältnissen bei bloßen Reizstoffen nicht vorkommen. Es mag immerhin das Eisen in den Versuchen von Molisch nebenher auch als Reizstoff gewirkt haben²⁾. Doch genügt, wie die Zahlen beweisen, diese Funktion des Eisens nicht, die Ergebnisse zu erklären. Für *Aspergillus niger* dürfte demnach auch nach den hier hervorgehobenen Anzeichen ein Zweifel an der Unentbehrlichkeit des Eisens nicht am Platze sein, womit die Frage freilich für andere Pilze noch nicht entschieden ist.

¹⁾ Molisch, H., Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena. 1892. S. 97 ff.

²⁾ Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1, 420.

VII. Rückblick.

Die geschilderten Versuche haben gezeigt, daß sich Pilze gut dazu eignen, einen Einblick in die zahlenmäßigen Beziehungen zwischen gebotener Nährstoffmenge und Produktion organischer Substanz zu gewinnen. Am klarsten sind die Verhältnisse bei niederen Konzentrationen, die Störungen durch osmotische und Giftwirkungen von Nährsubstanzen und Stoffwechselprodukten am wenigsten aufkommen lassen. Wird die Ernte zu geeigneter Zeit vorgenommen, so entspricht ihr Trockengewicht mit guter Annäherung der Nährstoffmenge, ist aber innerhalb ziemlich weiter Grenzen unabhängig vom Wasserquantum, also von der Stärke und Menge der Lösung. Der Nahrungsvorrat bewirkt von vornherein ein mehr oder weniger schnelles Ansteigen der Pilzmasse.

Eine Steigerung der Vermehrungsgeschwindigkeit und der Dauer des Wachstums, wodurch die Ernte erhöht wird, kann bis zu sehr hohen Nährstoffkonzentrationen erzielt werden. Freilich zeigt die Steigerung schließlich keine Proportionalität mehr mit der Nahrungsmenge, sondern bleibt mehr und mehr hinter ihr zurück. Durch die Reizwirkung gewisser »Giftstoffe« kann aber höher hinauf eine proportionale Zunahme der Ernte erzielt werden, als sie giftfreie Kulturen zeigen. Die fördernde Wirkung von Giftspuren, die sich hauptsächlich in höheren Nährstoffkonzentrationen zeigt, besteht demnach in einer besseren Ausnutzung der Nahrung, in einer Verminderung des »ökonomischen Koeffizienten«. Die Proportionalität zeigt die höchstmögliche Ausnutzung an. Auf einer Steigerung der Ausnutzung guter Ernährungsverhältnisse beruht offenbar auch der Erfolg der Elektrokultur, sowie der »katalytischen Düngung«, d. h. der Zufuhr von Reizstoffen bei höheren Pflanzen. Alle diese Methoden werden daher nur bei intensivster, womöglich Gartenkultur ihre Wirkung entfalten.

Bleibt dagegen ein einzelner Ernährungsfaktor hinter den anderen zurück, ist er stark im Minimum, so bedingt er ganz und gar die Höhe der Produktion. Er wird restlos ausgenutzt, die Ernte ist seiner Menge proportional und kann nur durch seine Vermehrung gehoben werden. Das gilt aber nur, solange die anderen Wachstumsfaktoren im Verhältnis zu dem einen sehr

bevorzugt sind. Denn dann entspricht der Gehalt des Organismus an diesem dem minimalen, eben noch Vermehrung zulassenden Maße. Wächst aber die Menge des im relativen Minimum gebotenen Stoffes, so nimmt die Pflanze mehr von ihm auf als unbedingt nötig ist, und damit beginnt der Einfluß der anderen Wachstumsfaktoren, die durch ihre Erhöhung die Ausnutzung des einen verbessern, so daß die Produktion weiterhin proportional wächst, soweit das überhaupt möglich ist. Damit aber entsprechen dann die Verhältnisse wiederum denen bei Abstufung aller oder doch der wichtigsten Wachstumsfaktoren, wie sie z. B. durch Veränderung der Konzentration der gesamten Nährlösung gegeben sind.

VIII. Protokolle.

Zu Abschnitt III, Versuchsreihe V, S. 587.

Aspergillus niger in verschiedenen Konzentrationen der folgenden Nährlösung:

Rohrzucker	200 g
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20 g
KH_2PO_4	1 g
$\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$	1 g
Zitronensäure	0,5 g

mit Wasser auf 500 ccm gebracht.

Verdünnung	Zuckergehalt	Ernten	Durchschnitt
$\frac{1}{1}$	40%	5,101 g	4,855
		4,609 g	
$\frac{3}{4}$	30%	4,109 g	4,029
		3,950 g	
$\frac{1}{2}$	20%	2,783 g	2,782
		2,953 g	
		3,127 g	
		2,755 g	
		2 800 g	
		2,766 g	
		2,418 g	
$\frac{1}{4}$	10%	2,655 g	1,701
		1,725 g	
		2,027 g	
		1,783 g	
		1,540 g	
		1,601 g	
		1,465 g	
		1,805 g	
		1,387 g	
		1,892 g	
1,784 g			

Verdünnung	Zuckergehalt	Ernten	Durchschnitt
$\frac{1}{8}$	5%	1,025	0,893
		0,998	
		0,813	
		0,799	
		0,845	
		0,850	
		0,829	
		0,872	
		0,913	
		0,910	
		0,844	
0,819			
$\frac{1}{16}$	2,5%	0,475	0,454
		0,555	
		0,384	
		0,402	
$\frac{1}{32}$	1,25%	0,265	0,231
		0,251	
		0,215	
		0,193	

Zu Abschnitt III, Versuchsreihe VI, S. 589.

Mucor rhizopodiformis in verschiedenen Konzentrationen der folgenden Nähr-
lösung:

Rohrzucker	200 g
NH ₄ NO ₃	20 g
Asparagin	0,5 g
KH ₂ PO ₄	1 g
MgSO ₄	1 g
Zitronensäure	0,5 g

mit dest. Wasser auf 500 ccm gebracht.

1. Versuch.

Verdünnung	Zuckergehalt	Ernten	Durchschnitt
$\frac{1}{800}$	0,05%	11	13
		15	
$\frac{1}{400}$	0,1%	22	21
		20	
$\frac{1}{200}$	0,2%	35	37
		40	
$\frac{1}{100}$	0,4%	65	82
		89	

2. Versuch.

$\frac{1}{400}$	0,1%	10	20
		20	
		16	
		34	

Verdünnung	Zuckergehalt	Ernten	Durchschnitt
$\frac{1}{200}$	0,2%	74 62 65 65	66,5
$\frac{1}{100}$	0,4%	156 135 138 137	144,5
$\frac{1}{40}$	1%	257 259 226 248	247,5
$\frac{1}{20}$	2%	391 316 373 461	385

3. Versuch.

Verdünnung	Zuckergehalt	Ernten	Durchschnitt
$\frac{1}{32}$	1,25%	60 51 53 50	53,5
$\frac{1}{16}$	2,5%	73 67 63 69	68
$\frac{1}{8}$	5%	82 80 94 88	86
$\frac{1}{4}$	10%	131 100 125 117	118
$\frac{1}{2}$	20%	101 103 109 147	115

Zu Abschnitt IV, S. 593.

Für die Versuche dieses Abschnittes wurde die auf S. 582 angegebene Lösung verwendet und entsprechend verdünnt. Die Impfung geschah stets mit derselben Platinöse aus einer Aufschwemmung, die durch Schütteln einer Kultur der Hefe in derselben Lösung mit 1% Zucker gewonnen worden war. Die Zellen lagen zunächst zum Teil am Boden, zum Teil hielten sie sich auch an der Oberfläche. Das Wachstum ging anfangs oben und unten vor sich. Bald hatte die Haut sich über die Flüssigkeitsoberfläche ausgebreitet, wenigstens in den stärkeren Lösungen. Sie wurde zunächst glatt, später faltig, dick. In diesem Zustand konnten die Kulturen

längere Zeit sich halten. Oft aber sanken Teile der Haut zu Boden und vermehrten den sonst schwachen Satz. Gärung mit Blasenbildung trat nur in den höchsten Konzentrationen auf. Doch konnte mit der Jodoformprobe stets Alkohol nachgewiesen werden.

Für jeden Versuch wurden so viele Kolben gleicher Art angesetzt, daß von Zeit zu Zeit, gewöhnlich jeden zweiten Tag drei bis vier zum Abfiltrieren genommen werden konnten. Waren die Abweichungen vom Mittelwert zu beträchtlich, so wurde der Versuch wiederholt. Besonders für die niederen Konzentrationen und die ersten Tage mußten größere Zahlenreihen gewonnen werden.

Hefeernten in Milligramm Trockengewicht

Tage nach der Impfung	2	4	6	8	10	13	17	21	25
0,2 % Zucker	13	23	26	26	24		22		
	8	22	26	26	25		19		
	11	22	27	22	23		20		
	10	28	25	23	24		19		
	11	23	23	21	22		25		
	11	17	16	25	27		23		
	11	24	21	17	24				
	12	19	17	21	20				
	11	20		20					
	13	20							
	15	22							
	13	23							
	Durchschnitt	11,6	22	22,6	22,7	23		21	
0,4 % Zucker	20	36		47	61	66	61	63	51
	20	47		53	63	58	66	74	58
	23	33		44	60	58	67	65	55
	19	39		44	56	61	71	66	59
	21	38		47	52	59			68
	19	40		48	69	65			51
	20				60	64			68
					61	61			62
						69			
					69				
					68				
					69				
Durchschnitt	20	39		47	60	66,7	66,2	67	60
0,8 % Zucker	58	85	102	117	125	118	132	143	140
	54	82	101	120	125	122	132	137	138
	56	75	104	124	124	128	130	138	141
	55	86	105	122	125	130	131	140	
Durchschnitt	56	82	103	122	125	124	131	139,5	140
1,2 % Zucker	59	95	104	105	121			144	
	60	106	95	113	126				
	60	95	110	115	120				
	64	105	97	109	118				
Durchschnitt	61	100	101	110	121			144?	

Hefeernten in Milligramm Trockengewicht.

Tag nach der Impfung	2	4	6	8	10	13	17	21	25
1,6% Zucker	68	93	114	121	145		184		
	63	106	130	129	148				
	61	105	117	146	139				
	62	114	120	141	178				
Durchschnitt	64	104	120	134	144		184?		
3,2% Zucker	100	170		194	200	322			
	99	167		189	196	347			
	99	169		194	183	358			
	104	175		193	191				
Durchschnitt	100,5	170		193	193	342			
4,8% Zucker	102	182	210	203	214	231			
	107	184	200	220	209	246			
	105	190	194	201	219	227			
	103	187	200	214	206	230			
Durchschnitt	104	186	201	212	212	235			
8% Zucker	110	170	183	168	165				
	106	186	178	184	171				
	109	184	198	174	176				
		181	175	176					
Durchschnitt	108	180	183	175	171				

Zu Abschnitt V, Versuchsreihe I, S. 597.

Je 50 ccm Lösung mit 0,1% $MgSO_4$, 0,1% KH_2PO_4 , 0,05% Zitronensäure, in 150 ccm-Kolben.

$(NH_4)_2SO_4$ %	0,01	0,05	0,1	0,5	1	
Saccharose 2%	51	196	308	403	403	mg Ernte
	30	191	328	407	411	
Summe	81	387	636	810	814	
Saccharose 4%	52	204	381	686	737	mg Ernte
	60	237	384	750	769	
Summe	112	441	765	1436	1506	

Zu Abschnitt V, Versuchsreihe II, S. 598.

Je 50 ccm in 300 ccm-Kolben, mit derselben Lösung wie oben, aber mehr Zucker.

$(NH_4)_2SO_4$ %	0,0	0,005	0,01	0,05	0,1	0,5	1	
Saccharose 10%	5	7	9	29	46	158	158	mg Ernte
	4	8	7	26	43	150	157	
		7	9	30	42	152	163	
		6	11	28	45	159	150	
Durchschnitt	4,5	7	9	28	44	155	157	

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ %	0,0	0,005	0,01	0,05	0,1	0,5	1	
Saccharose 20%	4	11	12	28	53	273	276	mg Ernte
	4	14	8	32	60	271	266	
		7	13	30	52	208	279	
		9	10	27	58	228	277	
Durchschnitt	4	10	11	29	56	272	274	

Zu Abschnitt V, Versuchsreihe III, S. 601.

Je 100 ccm in 200 ccm-Kolben. Lösung wie im vorigen Versuche mit 2% Saccharose.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0	0,01	0,05	0,1	0,5	
Mucor rhizopodif.	8	54	162	133	155	mg Ernte
	9	51	167	127	125	
Durchschnitt	8,5	52,5	164,5	130	140	
Hefe	3	59	173	180	324	mg Ernte
	0	—	169	182	340	
Durchschnitt	1,5	59	171	181	332	

Zu Abschnitt VI, Versuchsreihe I, S. 607.

Je 50 ccm in 150 ccm-Kölbchen mit der Lösung wie oben, in verschiedenen Stufen verdünnt. Je 2 Kolben ohne Gift, je 2 mit $\frac{1}{2000}$ Mol. ZnSO_4 -Lösung.

Verdünnung	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	
Saccharose %	20	10	5	2,5	1,25	
ohne Gift	2,783	1,725	1,025	0,475	0,265	Ernten in g
	2,953	2,027	0,998	0,555	0,251	
Durchschnitt	2,87	1,88	1,01	0,51	0,26	
mit Gift	4,402	2,103	1,124	0,526	0,270	Ernten in g
	5,018	2,331	1,114	0,551	0,265	
Durchschnitt	4,71	2,22	1,12	0,54	0,27	

Nach zwei Tagen. Überall gutes Wachstum, hauptsächlich am Rande, aber kein deutlicher Unterschied zwischen gifthaltigen und giftfreien Kulturen.

Nach drei Tagen. Im allgemeinen deutliche Abstufung nach der Konzentration. Das beste Wachstum scheint mit und ohne Gift bei 10% Zucker zu liegen. Ohne Gift überall Konidien, mit Gift keine. Dem Anschein nach in den höheren Konzentrationen mit Gift dichtere Mycelmasse.

Nach sechs Tagen. Überall schwarz von Sporen außer mit Gift bei 5 bis 20% Zucker. In diesen Kulturen Decke stark gewellt und dicht.

Versuchsreihe II, S. 607.

Je 50 ccm in 150 ccm-Kölbchen mit der folgenden Lösung: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1%, MgSO_4 0,1%, KH_2PO_4 0,1%, Zitronensäure 0,05%. Dazu 10 und 20% Saccharose.

ZnSO ₄ Mol.	0	1/200	1/1000	1/500	1/50	
Saccharose 20%	0,682	3,152	2,952	2,666	1,948	Ernten in g
	0,648	3,036	3,094	2,909	2,285	
Durchschnitt	0,66	3,09	3,02	2,78	2,12	
Saccharose 10%	0,648	2,016	2,047	2,974	1,870	Ernten in g
	0,565	1,995	2,073	2,047	1,974	
Durchschnitt	0,61	2,00	2,51	2,51	1,92	

Nach vier Tagen die Kulturen ohne Gift ganz schwarz von Konidien; die mit 10% Zucker und 1/2000 Mol. ZnSO₄ zeigen ganz wenig, die anderen Kolben fast gar keine schwarzen Sporen. Die Kulturen mit niedriger Giftkonzentration bis zu 1/500 Mol. zeigen schon dem bloßen Auge stärkeres Mycelwachstum als die ohne Gift. Bei den giftfreien Kulturen ist das Mycel locker, bei den gifthaltigen knorpelig, weiß, wulstig gefaltet. Zwei Kulturen mit gewöhnlichen Hutzucker ohne Gift sehen aus wie die Giftkulturen, haben aber mehr Konidien.

Versuchsreihe III, S. 609.

Je 50 ccm Lösung mit 0,5% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0,1% KH_2PO_4 und 0,05% MgSO_4 in 300 ccm-Kolben. Ernten in g nach 16 Tagen.

Saccharose	5%	Durchschnitt	20%	Durchschnitt
ZnSO ₄ 0%	0,73	0,79	1,96	1,89
	0,81		1,765	
	0,80		1,91	
	0,80		1,93	
ZnSO ₄ 0,01%	0,90	0,89	2,63	2,49
	0,84		2,34	
	0,91		2,52	
	0,91		2,46	
ZnSO ₄ 0,04%	0,90	0,88	2,18	2,23
	0,84		2,07	
	0,89		2,29	
	0,89		2,37	

Nach einem Tage überall Keimung, die höchsten Giftkonzentrationen hemmen aber etwas. Die giftfreien Kulturen auf 10% weisen lockere, die mit 20% muschelartig gekrümmte Mycelinseln auf. Mit 0,04% Keimung gerade mit bloßem Auge erkennbar.

Nach zwei Tagen ohne Gift, blasige Haut, die etwa die Hälfte der Oberfläche bedeckt. Konidien beginnen schwarz zu werden. Mit 0,01% ZnSO₄ stärker blasig, sehr wenig Konidien. Mit 0,04% weißliche dünne Haut, wenig.

Nach drei Tagen ohne Gift, Oberfläche fast bedeckt, teilweise schwarz von Konidien. Mit 0,01% ZnSO₄ ebenso große, aber weiße Decke mit vereinzelt Konidien. Mit 0,04% blasige, rein weiße Häute. Mit 20% Zucker ist mehr gewachsen als mit 5%.

Schließlich werden die Gifthäute dicht, runzelig, schneeweiß, fast ohne Konidien. Die ohne Gift bleiben locker, werden ganz schwarz. Mit 5% Zucker Oberfläche nicht ganz bedeckt. Die Flüssigkeit ist bei 0,01% ZnSO₄, besonders mit 5% Zucker gelb gefärbt, mit 0,04 ebenso wie ohne Gift farblos.

Versuchsreihe IV, S. 609.

Je 50 ccm Lösung in 300 ccm Kolben.

1. 20% Saccharose, 0,8% (NH₄)₂SO₄, 0,08% MgSO₄, 0,1% KH₂PO₄.
2. 5% Saccharose, 0,2% (NH₄)₂SO₄, 0,02% MgSO₄, 0,1% KH₂PO₄.

Saccharose	5%	Durchschnitt	20%	Durchschnitt
ZnSO ₄ 0%	0,77	0,73	2,09	1,98
	0,73		1,80	
	0,69		2,03	
	0,73		2,00	
ZnSO ₄ 0,004%	0,87	0,82	2,98	2,91
	0,79		2,98	
	0,81		2,95	
	0,81		2,74	
ZnSO ₄ 0,008%	0,77	0,81	2,55	2,70
	0,81		2,65	
	0,84		2,89	
	0,81		—	

Nach zwei Tagen überall gewachsen, keine Unterschiede zu erkennen.

Nach drei Tagen ohne Gift faltige Häute mit ziemlich viel Sporen. Oberfläche nicht ganz bedeckt. Mit 0,004% ZnSO₄ ähnlich, aber mit ganz wenig Konidien. Mit 0,008% ZnSO₄ Haut blasig, ohne Konidien. Mit 20% Zucker mehr gewachsen als mit 5%.

Weiterhin wird mit 20% Zucker die Oberfläche ganz, mit 5% etwa zu 2/3 bedeckt. Daran macht der Giftzusatz keinen Unterschied. Mit ZnSO₄ aber die Häute wieder knorpelig wulstig, fast oder ganz ohne Konidien. Nirgends Flüssigkeit gelb.

IX. Hauptergebnisse.

1. Bei ein- und derselben Nährlösung entspricht die Pilzernte dem Volumen der Flüssigkeit, bei gleichen Volumen angenähert der Nährstoffmenge.

2. Bei verschiedenen Mengen und Konzentrationen der Lösung bestimmt der Vorrat an Nährstoffen von vornherein die Geschwindigkeit des Zuwachses.

3. Je höher die Nährstoffkonzentration, desto steiler ist der zeitliche Anstieg des Pilzgewichtes und desto länger hält die Vermehrung an.

4. Die Proportionalität zwischen Erntegewicht und Nährstoffmenge gilt nur bis zu einer gewissen Konzentration, die für verschiedene Pilze verschieden hoch liegt.

5. Durch kleine Giftmengen, die eine fördernde Wirkung ausüben, wird weiter hinauf Proportionalität erzielt als ohne solchen Zusatz, so daß die Reizwirkung in einer besseren Ausnutzung größerer Nährstoffmengen besteht.

6. Wird ein einzelner Nährstoff in seiner Menge herabgesetzt und dadurch ins Minimum gebracht, so entspricht jeder Konzentration eine bestimmte Ernte. Seine Ausnutzung und damit die Produktionssteigerung durch seine Vermehrung ist aber von der Menge der anderen Nährstoffe abhängig und wird am höchsten bei im Verhältnis zu diesen geringsten Konzentrationen.

7. Eine bestimmte Vermehrung eines im Minimum vorhandenen Nährstoffes bewirkt eine größere Steigerung der Produktion als die entsprechende eines bloßen Reizstoffes, wodurch unter Umständen die Unterscheidung zwischen beiden möglich sein wird.



Besprechungen.

Die Publikationen über die Biologie der Uredineen im Jahre 1913.

Sammelreferat von Ed. Fischer.

Allgemeine theoretische Erörterungen über die Phylogenie der Uredineen bringt W. B. Grove (12). Seine Ausführungen gipfeln in der Auffassung, daß die Vorfahren dieser Pilze dem Endophyllumtypus entsprochen haben müssen, d. h. nur eine Sporenform besaßen, die zugleich Aecidio- und Teleutospore war. Von solchen Formen hätten sich dann zunächst diejenigen des -opsis-Typus abgeleitet, bei welchen sich die ursprüngliche »Aecidioteleutospore« in eine conidienartig (d. h. durch einfachen Keimschlauch) keimende Aecidiospore und eine mit Basidie keimende Teleutospore gespalten haben würde. Aus den -opsis-Formen wären weiterhin die Eu-Formen hervorgegangen und zwar zunächst die autoecischen und dann die heteroecischen. Die Brachy- und Mikroformen sind dagegen nach Groves Auffassung aus den Aut-Eu-Formen durch Wegfall von Sporenformen bzw. durch Beschleunigung der Teleutosporenbildung abzuleiten. Diese Auffassung der Phylogenie der Uredineen steht sicherlich mit allen heute bekannten cytologischen und biologischen Tatsachen am besten im Einklange. Höchstens ließe sich darüber streiten, ob nicht auch die -opsis-Formen, wenigstens zum Teil, als Rückbildungen angesehen werden müssen, da ja gerade in den Fällen, wo unter Einwirkung äußerer Einflüsse bei Eu-Formen eine Beschleunigung der Teleutosporenbildung eintritt, ein Zurückbleiben der Uredobildung beobachtet wird (Untersuchungen von O. Morgenthaler). Die Heteroecie denkt sich der Verf. mit Dietel zustande gekommen durch plötzliches Übergehen eines Entwicklungsabschnittes auf einen neuen Wirt.

Unter den Einzeluntersuchungen, die das Jahr 1913 über die Uredineen gebracht hat, erwähnen wir zunächst diejenigen, welche sich auf das Mycel und die Aufeinanderfolge der Fruchtkformen beziehen:

Dowson (7) unterwarf das Mycel von *Puccinia fusca* und *Aecidium leucospermum* in den Rhizomen von *Anemone nemorosa* einer genaueren

Untersuchung. Er konnte dasselbe in den Knospen und den angrenzenden Teilen des Rhizoms in allen Geweben außer Xylem und Phloëm nachweisen und zwar in den Knospen intercellular, in den älteren Rhizomteilen inter- und intracellulär. Beide Pilze entwickeln Haustorien in Form von kompliziert verknäuelten Gebilden mit zahlreichen Kernen. Im übrigen erwiesen sich sowohl bei *Aecidium leucospermum* als auch bei *Puccinia fusca* die Mycelzellen als einkernig. — Die cytologische Untersuchung des Mycels führte Olive (22) für *Puccinia Podophylli*, *P. obtogens* (= *suaveolens*) und *Uromyces Glycyrrhizae* zu interessanten Schlüssen in bezug auf die Auffassung der verschiedenen Fruchtformen: diese drei Arten gehören bekanntlich zu denjenigen Uredineen, deren Mycelien ganze Sprosse durchziehen. Auf den befallenen Blättern werden zuerst Pykniden sichtbar, dann folgen bei *Puccinia Podophylli* Aecidien und Teleutosporen, bei den beiden anderen Arten Uredo- und Teleutosporen. Bisher betrachtete man nun die auf die Pykniden folgenden Aecidiosporen bzw. Uredosporen als primäre, d. h. aus einem Sexualakte hervorgegangene, und erst die durch Neuinfektion aus diesen hervorgehenden lokalisierten Uredo- und Teleutosporenbildungen sah man als sekundäre an. Nun findet aber Olive in den pilzdurchzogenen Sprossen sowohl Mycel mit einkernigen als auch solches mit zweikernigen Zellen, mit anderen Worten gametophytisches und sporophytisches nebeneinander. Ersteres prädominiert in den jüngeren Gewebepartien des Wirtes und bildet Pykniden, gelangt aber nicht zur Bildung primärer, d. h. sexuell entstehender Aecidio- bzw. Uredosporen, da dies durch starkes Überwuchern des sporophytischen Mycels verhindert wird. Statt dessen kommt das gleichzeitig anwesende zweikernige sporophytische Mycel bei *P. Podophylli* zur Bildung sekundärer, asexuell entstehender Aecidiosporen, bei *P. obtogens* und *U. Glycyrrhizae* zur Bildung ebensolcher Uredolager. Es sind also z. B. die auf den deformierten Trieben von *Cirsium arvense* die Blattunterseite bedeckenden Uredolager nicht wie man bisher annahm primäre, sondern sekundäre: sie sind nicht am gleichen Mycel entstanden wie die ihnen vorangehenden Pykniden. Bezüglich der Entstehung dieser zweierlei Mycelien liegen keine direkten Beobachtungen vor, aber der Verf. äußert darüber folgende Vermutungen: aus der Infektion durch Teleutosporen im Frühjahr würde zunächst ein lokalisiertes, Pykniden und primäre Aecidien (bzw. Uredo) bildendes Mycel entstehen. Dieses gametophytische Mycel kann dann aber unter günstigen Umständen eine größere Ausdehnung gewinnen und die Sprosse durchziehen. Aus den primären Aecidio- bzw. Uredosporen geht dann aber andererseits das weitverbreitete sporophytische Mycel hervor. — E. Werth (25) untersucht das Verhalten und die Wirkungen

von *Endophyllum Sempervivi* auf seinen Wirt. Das Mycel perenniert hier, aber die *Sempervivumpflanze* wird durch dasselbe im Laufe der Jahre mehr und mehr geschwächt und geht schließlich zugrunde, doch vermögen die Ausläuferpflanzen durch starke Streckung ihrer Achsen dem Pilze zu entwachsen und bleiben gesund. Übereinstimmend mit den Resultaten anderer Forscher über die durch perennierende Uredineen hervorgerufenen Deformationen gab sich auch hier für das Blattgewebe ein Rückschlag in die weniger differenzierte Jugendform zu erkennen, sowie eine Hypertrophie des Grundgewebes, doch verliert sich letztere bei der mehrjährigen kranken Pflanze immer mehr. Bei reichlicher Wasserbedeckung bilden die Sporen von *Endophyllum Sempervivi* an Stelle von typischen Basidien einfache Keimschläuche; es ist das eine Anomalie, wie sie z. B. auch Dietel (s. letztjähriges Sammelreferat) bei anderen Uredineen unter besonderen Verhältnissen auftreten sah. Werth versuchte mit solchen Keimschläuchen eine Infektion der Nährpflanze zu erzielen; er gewann auch den Eindruck, daß sie einzudringen probieren; ihr Ende dringt tief in die spaltenförmige Kluft zwischen den gewölbten Oberhautzellen ein, in einem Falle wurde sogar das Einbohren durch eine Spaltöffnung beobachtet, aber eine sichere Infektion konnte nicht festgestellt werden, ist überhaupt auch in analogen Fällen bei der Keimung von Teleutosporen noch nie beobachtet worden. Während hier ein Fall vorliegt, in welchem ein *Endophyllum* unter Umständen statt Basidien einfache Keimschläuche treibt, ergaben umgekehrt die Beobachtungen von Kunkel (19) bei einer Pilzform, für die man bisher gewöhnliche Keimschlauchbildung annahm, eine endophyllumartige Keimung durch Basidien. Es betrifft dies das *Caeoma nitens*, das man, gestützt auf Infektionsversuche von Tranzschel und anderen als Aecidienform von *Gymnoconia interstitialis* ansah. Es ist das sehr auffallend, und weitere Versuche müssen nun lehren, ob die in den bisherigen Experimenten mit diesem Pilz aufgetretenen *Gymnoconia*-Teleutosporen am Ende doch auf eine Fremdinfection zurückzuführen sind. Für diese Annahme spricht auch der Umstand, daß Liro bei seinen Versuchen nur höchst unvollkommene Erfolge erzielt hat und daß (was ebenfalls von Liro hervorgehoben wird) an Stellen, wo die *Caeoma*form fast verheerend auftritt, die Teleutosporen fehlen oder sehr spärlich vorkommen können. Oder sollte es am Ende zweierlei *Caeoma nitens* geben, eines, das zu *Gymnoconia* gehört und ein anderes, das sich endophyllumartig entwickelt? Einen ähnlichen Gedanken hatte schon 1894 Lagerheim geäußert, indem er vermutete, daß vielleicht unter Umständen die Bildung der Teleutosporen ausfalle und das *Caeoma* sich als solches zu reproduzieren vermöge.

Die Frage, ob die in den Pykniden entstehenden Conidien nicht doch gelegentlich eine Rolle als Propagationsorgane zu spielen vermögen, wird von Jaczewski (16) berührt, der auf einer Frucht von *Pirus Malus* im September Aecidien von *Gymnosporangium tremelloides* beobachtete. Da in der betreffenden Gegend schon am 20. Mai alle Teleutosporenlager dieses *Gymnosporangiums* verschwunden sind, so erscheint ihm die Inkubationszeit zu lang, als daß die Infektion auf Basidiosporen zurückgeführt werden könnte; er erwägt daher die Möglichkeit einer Verbreitung der Aecidiengeneration durch die Pyknidensporen, obwohl es auch ihm nie gelungen ist, diese keimen zu sehen. Wir möchten dieser Vermutung gegenüber nur daran erinnern, daß namentlich bei einem einzeln auftretenden Infektionsflecken, wie er gerade auf jenem Apfel vorlag, die Ausbildung der Aecidien sich bei *Gymnosporangium* oft stark verzögern kann. Es erscheint uns daher auch hier nicht nötig, die Pyknidensporen zu Hilfe zu nehmen.

Eine Uredinee, die man immer nur im Uredozustande beobachtet hat, ist *Uredo alpestris*. Maire hatte sogar für sie einen besonderen Entwicklungstypus, die Pyro-Uredinales, aufgestellt. Da man aber bisher die Sporen dieses Pilzes noch nie direkt in Keimung gesehen hat, so war immerhin noch die Frage angebracht, ob es sich wirklich um eine Urediform handelt. Diese Frage löste A. J. Borggart (4) in bejahendem Sinne durch den Nachweis der Zweikernigkeit. Da wir ferner aus Bocks Untersuchung wissen, daß diese Uredosporen zu überwintern befähigt sind, so könnte es wohl sein, daß *Uredo alpestris* sich fort-dauernd nur durch Uredo erhält, obwohl damit noch nicht gesagt ist, daß sie ihre Teleutosporen ganz verloren hat.

Mit der schon so viel diskutierten Frage der Überwinterung bzw. Übertragbarkeit der Uredineen durch Vermittlung der Samen beschäftigten sich Blaringhem, Buchet und Beauverie. Blaringhem (3), der, offenbar im Sinne der Erikssonschen Mykoplasmatheorie, von der Übertragbarkeit der Rostkrankheiten durch die Samen überzeugt ist und schon in früheren Arbeiten für dieselbe eintrat, suchte für *Puccinia Malvacearum* die Bedingungen festzustellen, unter denen an *Althaea*-pflanzen, die aus äußerlich sterilisierten Samen in sterilen Kolben erzogen wurden, der Rost zum Ausbruche kommt. In seinen Versuchsergebnissen erblickt er die Bestätigung seines Satzes, daß in der Vergesellschaftung von Wirt und Parasit der erstere durch Wasserreichtum der Gewebe, der letztere durch Austrocknung derselben begünstigt werde. Gegen diese Annahmen wendet sich Buchet (5): In einer Versuchsreihe mit *Puccinia Malvacearum* erhielt er nur auf denjenigen *Althaea*-Sporenlager, bei welchen ein Sporenzutritt von außen erfolgt sein kann,

während alle von der Außenwelt abgeschlossenen gesund blieben. Ferner ergab sich auch, daß großer Wassergehalt der Nährpflanze keineswegs ein Hindernis für die Rostentwicklung darstellt. — Beauverie (2, 2a) fand bei verschiedenen Gramineen, besonders bei Weizen und Gerste, außerordentlich häufig an der Innenseite der Spelzen oder auch im Pericarp Uredo- und Teleutosporenlager und Mycel. Er ist der Meinung, daß die Uredosporen, wenn diese Gewebe sich im Frühjahr zersetzen, frei werden und die Keimlinge infizieren können. Nur ganz vereinzelt (bei Verletzung der stark kutinisierten Schicht, welche die Aleuronschicht bedeckt) können Mycelhyphen auch in das Endosperm gelangen, aber Beauverie glaubt nicht, daß dieselben befähigt seien, von da direkt in den Keimling hineinzuwachsen.

Die Möglichkeit der Überwinterung der Uredo, die nun schon von so vielen Seiten festgestellt worden ist, bestätigt aufs neue Baudys (1) in Böhmen für *Puccinia glumarum*, *bromina* und namentlich *P. dispersa*. Der Hauptsache nach wird in diesen Fällen der Pilz in den Blättern in Form von Uredomycel lebend erhalten bleiben, doch sprechen die Versuche von Baudys dafür, daß auch die Uredosporen selber bei kurz andauerndem Frost und längerem Austrocknen ihre Keimfähigkeit nicht einbüßen. — Daß Uredosporen lange keimfähig bleiben können, geht auch aus Experimenten von F. D. Fromme (10) hervor: derselbe konstatierte bei abgelösten Uredosporen, die er in kleinen Gelatine kapseln aufbewahrte, noch nach 84 Tagen 2% Keimungen. — Daß sich in Gebieten mit weniger ausgesprochenem Wechsel der Jahreszeiten heteroecische Arten ohne Gegenwart der Aecidienwirte ausschließlich durch die Uredo zu erhalten vermögen, ist ohne weiteres zu erwarten. Einen sehr schönen Beleg hierfür liefern die Beobachtungen von Eug. Mayor (20). Dieser fand in Kolumbien drei Arten von *Coleosporium*, obwohl dort Coniferen, die als *Aecidium*wirte in Betracht kämen, vollkommen fehlen. Auf dieselbe Weise erklärt sich wohl auch das Auftreten von Uredinopsisarten (s. unten sub Fraser) in diesem Gebiete. Aus der Gattung *Cronartium* dagegen fand Mayor in Kolumbien einen Vertreter, *C. praelongum*, der offenbar nicht heteroecisch ist, sondern einen verkürzten Entwicklungsgang aufweist, indem er auf ein und demselben Wirte (*Eupatorium*arten) Pykniden und Teleutosporen bildet, also offenbar *Aecidium* und Uredo überspringt. Übereinstimmend mit den Beobachtungen, die auch sonst in Tropengebieten gemacht wurden, zeigte sich auch hier, daß sehr häufig sofort keimende Teleutosporen angetroffen werden.

Die Abhängigkeit der Entwicklung der Uredineen von verschiedenen äußeren Faktoren unterwarf F. D. Fromme (10) für *Puccinia coronifera*,

die er in zahlreichen Generationen im Gewächshause kultivierte, einer genaueren Untersuchung. Er stellte fest, daß für eine erfolgreiche Infektion der Hauptfaktor ein hoher Feuchtigkeitsgrad ist: Bezeichnet man den bei Infektion unter Glasglocke erzielten Erfolg als den normalen, so konstatierte Verf., daß schon bei einer auf 93% herabgeminderten Luftfeuchtigkeit der Erfolg nur noch 6% jenes normalen betrug, und bei einer Luftfeuchtigkeit von 75 bis 80% blieb der Infektionserfolg ganz aus. Wesentlich von der Temperatur abhängig ist die Inkubationsdauer: sie war in einem der mit Uredo von *Puccinia coronifera* ausgeführten Versuche bei einer zwischen 20 und 30° schwankenden Temperatur um 5 Tage kürzer als bei einer Temperatur zwischen 14,5 und 21°. Endlich wurde festgestellt, daß eine zeitweilige Verdunkelung der Versuchspflanzen während der Inkubationszeit eine Verlängerung der letzteren zur Folge hatte. — Hier sei auch die Beobachtung des Ref. (8) angeschlossen, nach welcher bei *Puccinia Pulsatillae* Kalchbr. auf *Anemone pratensis* die Teleutosporenlager auf einem kränkenden Blatte früher reiften als an den gesunden, grün gebliebenen. Es steht dies mit dem Resultate der Untersuchungen O. Morgenthalers über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen im Einklang. — Die Frage, wodurch der Ort des Auftretens der Uredineensporenlager auf den Blättern ihrer Wirtspflanze bestimmt wird, hat Frl. F. Grebelsky (11) zum Gegenstande einer Untersuchung gemacht. Bisher hatte man sich gewöhnt, unter den Speciesmerkmalen der einzelnen Arten auch anzugeben, ob die Lager auf der Blattober- oder -unterseite oder ob sie beiderseitig auftreten. Frl. Grebelsky zeigte nun, daß hierfür bei den Uredolagern vor allem die Stellung der Spaltöffnungen in Betracht kommt: die Lager werden unter den Stomata angelegt, und durch Verstopfung der letzteren gelingt es die Bildung der Lager zu unterdrücken. Allerdings werden da, wo Spaltöffnungen beiderseitig vorhanden sind, die Lager nicht immer beiderseitig angelegt: *Uromyces Kabatianus* bildet sie z. B. auf *Geranium pyrenaicum* bei normaler Lage der Blätter fast nur unterseits; aber auf Blättern, die Frl. Grebelsky mit der Unterseite nach oben gedreht hatte, entstanden sie beiderseitig. Auch die Teleutosporenlager entstehen in vielen Fällen unter den Spaltöffnungen; aber es gibt auch Uredineen, bei denen sie von letzteren unabhängig angelegt werden; neben *Uredinopsis*, *Pucciniastrum*, *Melampsorella* und gewissen *Melampsoren* beobachtet man dies auch bei *Puccinia Ribis* und *Uromyces Aconiti Lycoctoni*, wo die Lager fast ausschließlich an der spaltöffnungsfreien Blattoberseite des Wirtes auftreten.

Heteroecie. Den wichtigsten Fortschritt in der Kenntnis des

Wirtswechsels brachte für das Jahr 1913 W. P. Fraser (9) durch den Nachweis, daß eine Reihe von farnbewohnenden Uredineen ihre Aecidien auf Coniferen entwickeln; es sind dies *Uredinopsis Struthiopteridis* auf *Onoclea Struthiopteris*, *U. Osmundae* auf *Osmunda Claytoniana*, *U. Atkinsonii* auf *Aspidium Thelypteris*, *U. Phegopteridis* auf *Phegopteris Dryopteris* und *U. mirabilis* auf *Onoclea sensibilis*. Dieselben bilden sämtlich auf *Abies balsamea* ein weißsporiges Aecidium, das bisher unter dem Namen *Peridermium balsameum* ging. In Bestätigung früherer Feststellungen infizierte ferner Fraser mit Erfolg: *Tsuga canadensis* durch Teleutosporen von *Pucciniastrum Myrtilli* und mit denen von *Melampsora Medusae*, sowie *Abies balsamea* mit den Teleutosporen von *Melampsora arctica*. — Für zwei nadelbewohnende Peridermien aus Nordamerika wiesen Hedgcock und Long (14) den Zusammenhang mit Coleosporien nach: *P. inconspicuum* Long auf *Pinus virginiana* gehört zu *Coleosporium inconspicuum* (Long) auf *Coreopsis verticillata*, *P. delicatulum* Arth. et Kern auf *Pinus rigida* zu *Coleosporium delicatulum* (Arth. et Kern) auf *Euthamia graminifolia*. — Nachdem im Jahre 1912 Hedgcock die Zugehörigkeit des *Peridermium filamentosum* Peck auf *Pinus ponderosa* zu einem Cronartium auf *Castilleja dargetan* hatte, zeigt Meinecke (21), daß auch das nahe verwandte, auf *Pinus contorta* lebende *P. stalactiforme* Arth. et Kern zu einem *Castilleja* bewohnenden Cronartium gehört. Von diesen beiden Cronartien heißt jetzt das erstere *C. filamentosum*, das letztere *C. coleosporioides*.

In Japan kam S. Ito (17) durch seine Versuche zum Resultat, daß die auf den Zweigen von *Juniperus chinensis* lebende Teleutosporenform von *Gymnosporangium japonicum* ihre Aecidien nicht, wie bisher angenommen wurde, auf *Pirus sinensis*, sondern auf *Pourthiaea villosa* (= *Photinia villosa*) bilden. Dagegen geht nach Versuchen von K. Hara die nadelbewohnende Form (= *G. Haraeanum*) auf *Pirus* über.

Für Europa liegt nur eine neue Feststellung einer Heteroecie vor: Ein in den Alpen auf *Peucedanum Ostruthium* auftretendes Aecidium steht nach P. Cruchets (6) Versuchen mit einer *Puccinia* auf *Polygonum Bistorta* im Zusammenhang. Dieselbe gehört zur Gruppe der *Pucc. Cari-Bistortae* und steht der *P. Mei-mamillata* Semad. sehr nahe. Cruchet nennt sie *P. Imperatoriae-mamillata*.

Pleophagie. Unsere Kenntnis der so überaus merkwürdigen Pleophagie von *Cronartium asclepiadeum*, das seine Teleutosporenwirte in den verschiedensten Familien auswählt, hat fernere Erweiterungen erfahren durch Versuche von Klebahn (18), nach welchen auch *Cronartium*formen auf *Pedicularis palustris* und *Tropaeolum minus* in

den Entwicklungskreis dieser Species gehören. Noch überraschender ist es aber, daß nach neuen Experimenten desselben Autors auch Coleosporiumarten sich als pleophag erweisen: *C. Campanulae*, *C. Euphrasiae*, *C. Melampyri* und *C. Tussilaginis* gehen nämlich auch auf die aus Chile stammende Solanacee *Schizanthus Grahami*, *C. Tussilaginis*, *C. Senecionis* und *C. Campanulae* auf *Tropaeolum minus* über.

Spezialisierung. Die Fortsetzung der Untersuchungen des Ref. (8) über die Spezialisierung von *Uromyces caryophyllinus*, welche bereits im letztjährigen Sammelreferat Erwähnung fanden, führten zum Ergebnis, daß mit Sporenmaterial aus dem Wallis sowohl *Saponaria ocymoides* wie auch *Tunica prolifera* infiziert werden können, während frühere Versuche ergeben hatten, daß *U. caryophyllinus* aus der Gegend von Heidelberg nur auf *Tunica prolifera* lebt und bloß ganz ausnahmsweise auf *Saponaria Uredolager* zu bilden vermag. Die Spezialisierung dieses Pilzes ist also in Baden und im Wallis nicht dieselbe. Diese Verschiedenheit steht wohl mit der Verbreitung der Teleutosporennährpflanzen in Beziehung; im Wallis kommen nämlich die beiden genannten Wirte häufig vor, während *Saponaria ocymoides* in Baden fehlt. Wir haben es somit bei der Form aus Baden offenbar mit einer Spezialisierung durch Abgewöhnung eines Wirtes zu tun, analog derjenigen, wie sie Klebahn bei *Puccinia Smilacearum-Digraphidis* in seinen Experimenten zustande gebracht und wie sie sich auch aus Treboux Beobachtungen über die Spezialisierung der Getreideroste (s. letztjähriges Sammelreferat) ergibt. — Ganz im Gegensatz dazu steht die ebenfalls vom Ref. untersuchte Spezialisierung der *Puccinia Pulsatillae* Kalchbr. (Syn. *Pucc. de Baryana* Thüm.) auf den Anemonen. Diese geht nicht der geographischen Verbreitung der Wirte parallel, sondern ihrer systematischen Verwandtschaft. Die auf *Anemone montana* auftretende Form dieser *Puccinia* entwickelt sich nur auf Anemonen des Subgenus *Pulsatilla* Sect. *Campanaria*, ist also nach ihrem biologischen Verhalten nicht identisch mit den auf Vertretern anderer Sektionen bekannten Formen desselben Pilzes. Man wird diese beiden Typen der Spezialisierung in Zukunft schärfer unterscheiden müssen als bisher.

Trotz zahlreicher Versuche ist die Wirtswahl von *Puccinia Polygoni* und *P. Polygoni-amphibii* immer noch nicht ganz genügend abgeklärt. Frl. G. Jacob (15) stellte daher weitere Experimente an, durch die die Nichtidentität dieser beiden Arten bestätigt wurde. Für die erstgenannte ergab sich als Aecidienwirt *Geranium columbinum*, für letztere *G. pratense*, *pusillum* und *pyrenaicum*. Außerdem wurde gezeigt, daß *Uromyces Kabatianus* zwar auf *Geranium maculatum*, *pyrenaicum* und *pusillum*, aber nicht auf *G. silvaticum*, einen der Hauptwirte des Uro-

myces Geranii, übergeht. Dadurch ist die Nichtidentität dieser zwei äußerst ähnlichen Uromyces-Arten sicher festgestellt.

Empfänglichkeit. Ref. hatte im Jahre 1912 gezeigt, daß die Periclinalchimäre *Crataegospilus Asnieresii* trotz ihrer Mespilusepidermis für *Gymnosporangium confusum* empfänglich ist. Dasselbe wies nun Frl. G. Sahli (23) auch für *Crataegospilus Dardari* nach, von dem man annimmt, daß seine zwei oberflächlichsten Schichten aus Mespilusgewebe bestehen. Allerdings schien hier die Infektion relativ langsam vor sich zu gehen. Weitere Versuche, die Frl. Sahli mit einer ganzen Reihe von Pomaceen-Bastarden zur Prüfung ihrer Empfänglichkeit gegen verschiedene *Gymnosporangien* ausführte, bestätigten mit wenigen Ausnahmen die Regel, nach welcher der Bastard sich empfänglich verhält, wenn von seinen Eltern wenigstens der eine empfänglich ist. Die wichtigste unter den Ausnahmen bildet *Bollwilleria*, welche die Systematiker als Bastard zwischen *Pirus communis* und *Sorbus Aria* betrachten; sie wurde nämlich von *Gymnosporangium Sabinæ* kaum und von *G. tremelloides* nicht infiziert, trotzdem ersteres auf *Pirus communis*, letzteres auf *Sorbus Aria* gedeiht. — Mit der erwähnten Regel steht es auch im Einklang, daß Guinier (13) im Freien den Bastard *Sorbus Aria* × *torminalis* (*S. confusa* Grml.) von *Gymnosporangium tremelloides* befallen fand. Allerdings knüpft Guinier an diese Beobachtung einen von dem oben geäußerten abweichenden Gedankengang an, wenn er sagt: »Le *Sorbus confusa* hérite donc à peu près à égal degré de l'immunité du *Sorbus torminalis* et de la réceptivité du *Sorbus Aria* pour le *Gymnosporangium tremelloides*. Il oppose au parasite une résistance insuffisante pour arrêter son développement mais assez grande pour limiter son extension et empêcher dans la majeure partie des cas la formation normale des écidies. Mais cette résistance n'est pas égale vis-à-vis de tous les individus de l'espèce parasite qui se développent simultanément sur une feuille. Le fait que certains d'entre eux seuls produisent des écidies paraît indiquer l'existence de races plus ou moins capables de vaincre l'immunité relative du *Sorbus confusa*«

In sehr eingehender Weise hat sich Wawilow (24) mit der Frage der Widerstandsfähigkeit und Empfänglichkeit verschiedener Getreidearten und -Rassen gegen Rost (und Meltau) beschäftigt. Zunächst stellte er fest, daß immune Getreidesorten zahlreicher zu erwarten sind denjenigen Rosten gegenüber, die sich in der Wirtswahl auf eine einzige Gattung beschränken, als gegenüber denen, die mehrere Gattungen zu befallen vermögen, oder wie es Verf. formuliert, »der Grad der Spezialisierung bestimmt die Wahrscheinlichkeit der Existenz immuner Formen«. So ist *Pucc. graminis* f. *Avenae* befähigt, außer *Avena* noch

eine ganze Reihe anderer Gattungen zu befallen: dementsprechend fand Wawilow beim Hafer nur zwei relativ resistente Sorten. Umgekehrt ergaben sich gegenüber *Pucc. coronifera* f. *Avenae*, »die fast ausschließlich der Gattung *Avena* angepaßt ist«, zahlreichere immune Haferrassen. Demgegenüber muß freilich auf die Befunde von Treboux hingewiesen werden, der für Südrußland feststellte, daß mit Uredosporen von *P. coronifera*, welche vom Hafer stammten, zahlreiche andere Gramineengenera infiziert werden können (s. unser letztjähriges Sammelreferat). Bei der scharf spezialisierten *Puccinia triticina* ergaben sich für die verschiedenen Weizenarten folgende Verhältnisse: Es sind

empfindlich:	resistent:
<i>Triticum vulgare</i> Vill (es gibt wenige resistente Rassen)	<i>Tr. durum</i> Desf.
<i>Triticum compactum</i> Host.	<i>Tr. polonicum</i> L.
<i>Triticum Spelta</i> L.	<i>Tr. turgidum</i> L.

Triticum dicocum hat sowohl empfindliche als resistente Formen.

Fast parallel damit gestaltet sich das Verhalten dieser Weizenarten zu *Erysiphe graminis* f. *Tritici*. — Wawilow untersuchte ferner die Abhängigkeit der Sortenresistenz von der Umgebung und kommt auch auf Grund einiger eigener Versuche zum Schluß, daß diese Frage wohl kaum in so entscheidend positiver Form zu lösen sei, wie dies einige Autoren zu tun geneigt waren. Auch die anatomische Struktur der Sorten ist für die Rostempfindlichkeit nicht maßgeblich. — In einem letzten Kapitel zeigt dann Verf., daß es möglich ist, besonders scharf spezialisierte Pilze als »physiologisches Reaktiv« zur Unterscheidung von Rassen zu verwenden. Er führt für die Getreidearten Fälle an, in denen es gelang, gestützt auf die Empfänglichkeit gegenüber Parasiten die Natur eines Bastards zu untersuchen, oder Rassen zu unterscheiden, die dann auch andere, morphologische und physiologische Verschiedenheiten erkennen ließen, oder auch Fehler in der Bestimmung von Getreideformen nachzuweisen. Endlich wird an der Hand mehrerer Beispiele auch darauf hingewiesen, daß nicht nur, negativ, Verschiedenheiten in der Empfänglichkeit zum Unterscheiden von Sorten führen können, sondern auch, positiv, aus der Übereinstimmung in der Empfänglichkeit auf die nähere Verwandtschaft oder Abstammung von Sorten geschlossen werden kann. Es werden Fälle angeführt, in denen ganz auffallend die Empfänglichkeit gewisser Weizenarten mit gewissen mehr oder weniger feststehenden Anschauungen über deren Verwandtschaft zusammentrifft. Wawilow äußert sich allerdings hier zurückhaltend und er hat Recht, denn es ist hier — wie Ref. schon an anderer Stelle¹⁾ einem Zoologen gegenüber ausgeführt hat — große

¹⁾ Zoologischer Anzeiger. 1914. 43, 487 ff.

Vorsicht am Platz im Hinblick auf die merkwürdigen Sprünge, welche in bezug auf die Empfänglichkeit z. B. bei *Cronartium asclepiadeum* beobachtet wurden (s. oben) und die uns zeigen, daß die Empfänglichkeit durchaus nicht unbedingt mit der systematischen Verwandtschaft parallel zu gehen braucht.

Literatur-Verzeichnis.

1. Baudys, E., Ein Beitrag zur Überwinterung der Rostpilze durch *Uredo*. *Ann. mycologici*. 1913. **11**, 30—43. (Mit Textfigur.)
2. Beauverie, J., Sur la question de la propagation des rouilles chez les graminées. *Compt. rend. des séances de l'Académie des Sciences. Paris.* 1913. **156**, 1391—1394.
- 2a. —, Fréquence des germes de rouille dans l'intérieur des semences de graminées. *Ebenda.* **157**, 787—790.
3. Blaringhem, L., Sur la transmission héréditaire de la rouille chez la Rose trémière (*Althaea rosea*). *Ebenda.* 1536—1538.
4. Borggardt, A. J., Über die Kernverhältnisse bei *Uredo alpestris*. *Mycologisches Centralbl.* 1913. **2**, 193—195.
5. Buchet, S., Sur la transmission des rouilles en général et du *Puccinia Malvacearum* en particulier. *Bull. soc. bot. France.* 1913. **60**, 12 S., 8^o.
6. Cruchet, P., Contribution à l'étude des Urédinées. Etude biologique et description de *Puccinia Imperatoriae-mamillata* nov. sp. *Mycologisches Centralbl.* 1913. **3**, 209—214.
7. Dowson, W. J., Über das Mycel des *Aecidium leucospermum* und der *Puccinia fusca*. *Zeitschr. f. Pflanzenkr.* 1913. **23**, 129—137. Taf. III.
8. Fischer, Ed., Beiträge zur Biologie der Uredineen 4—5. *Mycologisches Centralbl.* 1913. **3**, 145—149, 214—220.
9. Fraser, W. P., Further cultures of heteroecious rusts. *Mycologia.* 1913. **5**, 233—239.
10. Fromme, F. D., The culture of cereal rusts in the greenhouse. *Bull. Torrey bot. club.* 1913. **40**, 501—521.
11. Grebelsky, F., Über die Stellung der Sporenlager der Uredineen und deren Wert als systematisches Merkmal. *Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft.* 96. Jahresversammlung in Frauenfeld. 1913. II. Teil. 212—213.
12. Grove, W. B., The evolution of the higher Uredineae. *The new phytolog.* 1913. **12**, 89—106.
13. Guinier, Ph., Un cas de spécialisation parasitaire chez une Urédinée (Parasitisme de *Gymnosporangium tremelloides* R. Hartig sur l'hybride *Sorbus confusa* Grenli). *Compt. rend. hebdomadaires des séances de la société de Biologie.* 1913. **74**, 648—649.
14. Hedgcock, G. G., and Long, W. H., Notes on cultures of three species of *Peridermium*. *Phytopathology.* 1913. **3**, 250—251.
15. Jacob, Gina, Zur Biologie *Geranium* bewohnender Uredineen. (Vorläufige Mitteilung.) *Mycologisches Centralbl.* 1913. **3**, 158—159.
16. de Jaczewski, A., La rouille du pommier sur les fruits. *Bull. de la société mycologique de France.* 1913. **29**, 165—169. (Mit Textfigur.)

17. Ito, Seija, Kleine Notizen über parasitische Pilze Japans. The bot. mag. Tokyo. 1913. **27**, 220—223.
18. Klebahn, H., Uredineae in Kryptogamenflora der Mark Brandenburg Va. Heft IV. 1913. S. 723 ff.
19. Kunkel, Otto, The production of a promycelium by the aecidiospores of *Caecoma nitens*. Bull. Torrey bot. club. 1913. **40**, 361—366. (Mit Textfigur.)
20. Mayor, Eug., Contribution à l'étude des Uredinées de Colombie in O. Fuhrmann et Eug. Mayor Voyage d'exploration scientifique en Colombie. Mémoires de la société Neuchâtoise des sciences naturelles. 1913. **5**, 442—559.
21. Meinecke, E. P., Notes on *Cronartium coleosporioides* Arthur and *Cronartium filamentosum*. Phytopathology. 1913. **3**, 167—168.
22. Olive, Edgar W., Interningling of perennial sporophytic and gametophytic generations in *Puccinia Podophylli*, *P. obtogens* and *Uromyces Glycyrrhizae*. Ann. mycologici. 1913. **11**, 297—311. Taf. XV.
23. Sahli, Gertrud, Die Empfänglichkeit von Pomaceen-Bastarden und -Chimären für Gymnosporangien. (Vorläufige Mitteilung.) Mycologisches Centralbl. 1913. **3**, 10—11.
24. Wawilow, N., Beiträge zur Frage über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Getreide gegen parasitische Pilze. Arbeiten der Versuchsstation für Pflanzenzüchtung am Moskauer landwirtschaftlichen Institut. 1. Folge. Moskau. 1913. 8^o, 110 S. Mit 3 Tafeln. (Russisch mit deutschem Résumé.)
25. Werth, E., Zur Kenntnis des *Sempervivum-Rostes*. Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1913. **36**, 395—409. (1 Tafel und 3 Textfiguren.)

Neue Literatur.

Bakterien.

- Grey, E. Ch.**, The decomposition of formates by *Bacillus coli communis*. (Proc. r. soc. London. 1914. B. **87**, 461—472.)
- , The enzymes which are concerned in the decomposition of glucose and mannitol by *Bacillus coli communis*. (Ebenda. 472—484.)
- Jollos, V.**, Variabilität und Vererbung bei Mikroorganismen. (Zeitschr. f. induct. Abstammungs- u. Vererb.-Lehre. 1914. **12**, 14—35.)
- Kißkalt und Hartmann**, Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie. I. Teil: Bakteriologie von Dr. Karl Kißkalt. 3. Auflage. Fischer, Jena. 1914. 8^o, VIII, 112 S.
- Lockett, W. T.**, Oxidation of thiosulphate by certain Bacteria in pure culture. (Proc. r. soc. London. 1914. B. **87**, 441—444.)
- Thurn, O.**, Über die Lebensfähigkeit an Objektträgern angetrockneter ungefärbter und gefärbter Bakterien. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. **74**, 81—91.)
- Wigger, A.**, Untersuchungen über die Bakterienflora einiger Kraftfuttermittel in frischem und gärendem Zustande, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Einwirkung auf Milch. (Ebenda. II. 1914. **41**, 1—232.)

Pilze.

- Bezssonoff, N.**, Sur quelques faits relatifs à la formation du périthèce et la délimitation des ascospores chez les Erysiphaceae. (Compt. rend. 1914. **158**, 1123—1125.)
- Büren, G. v.**, Zur Cytologie von Protomyces. (Mycol. Centralbl. 1914. **4**, 197—198.)
- Eriksson, J.**, Sur l'apparition de sores et de mycélium de rouille dans les grains de céréales. (Compt. rend. 1914. **158**, 1194—1196.)

- Higgins, B. B.**, Life history of a new species of Sphaerella. (Mycol. Centralbl. 1914. **4**, 187—193.)
- Kuschke, G.**, Mycoflorae caucasicae novitates. (Mon. jardin bot. de Tiflis. 1913. Lief. 31. 23—27.)
- Usami, K.**, Mycologische Notizen über Awamori-Koji-Pilze (Aspergillus) und Rhizopus Delemar. (Mycol. Centralbl. 1914. **4**, 193—196.)

Algen.

- Koffe, H.**, Turgor und Membranquellung bei Meeresalgen. (Abhandlung No. 2 aus wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. XVII. Abt. Kiel. 1914. 120—167.)
- Lindau, G.**, Die Algen. IV. Bd., I. Abt. von Kryptogamenflora für Anfänger. Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende und Liebhaber. J. Springer, Berlin. 1914. VII, 219 S. m. 489 Fig.
- Prülzsch, O.**, s. unter Physiologie.

Moose.

- Douin, R.**, Sur le développement de l'appareil fructifère des Marchantiées. (Compt. rend. 1914. **158**, 1435—1438.)
- Evans, A. W.**, Hepaticae: Jall Peruvian expedition of 1911. (Transact. Connecticut acad. arts & sc. 1914. **18**, 291—345.)
- Haberlandt, G.**, Zur Entwicklungsphysiologie der Rhizoiden. (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. physik.-math. Cl. 1914. 384—401.)
- Strunk, R.**, Beiträge zur Kenntnis der Organisation der Moose. (Diss. Bonn. 1914. 8^o, 56 S.)

Farnpflanzen.

- Briquet, P.**, The ferns and flowering plants of Nantucket XII. (Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 71—89.)

Gymnospermen.

- Klinken, J.**, s. unter Gewebe.

Morphologie.

- Briquet, J.**, Thorella. Étude monographique du sudouest de la France. Étude monographique comprenant des recherches nouvelles sur les phyllomes septés des Ombellifères. (Ann. conservat. jard. bot. Genève. 1914. **17**, 235—277.)

Gewebe.

- Briquet, J.**, La déhiscence des calices capsulaires chez les Capparidées. (Arch. sc. phys. et nat. 1913. 534—548.)
- Klinken, J.**, Über das gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Coniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde. (Bibliotheca botanica. 1914. Heft 84.)
- Palladin, W.**, Pflanzenanatomie. Nach der 5. russischen Auflage übersetzt und bearbeitet von Priv.-Doz. Dr. S. Tschulok. B. G. Teubner, Leipzig. 1914. 8^o, IV, 195 S.
- Villani, A.**, Contributo allo studio dei nettarii del genere Cardamine (Tourn.) L. (Nuov. giorn. bot. ital. 1914. **21**, 247—264.)

Physiologie.

- Everest, A. E.**, The production of anthocyanins and anthocyanidins. (Proc. r. soc. London. 1914. B. **87**, 444—452.)
- Fosse, R.**, Présence simultanée de l'urée et de l'uréase dans le même végétal. (Compt. rend. 1914. **158**, 1374—1377.)
- Haberlandt, G.**, s. unter Moose.

- Kidd, F.**, The controlling influence of carbon dioxide in the maturation, dormancy, and germination of seeds. (Proc. r. soc. London. 1914. B. **87**, 408—422.)
- Koffe, H.**, s. unter Algen.
- Miyake, K.**, Influence of the salts common in alkali soils upon the growth of rice plant. II. (The bot. mag. Tokyo. 1913. **27**, 193—205.)
- Pellegreffi, M.**, I fermenti ossidanti nelle piante. (Arch. di farmacognosia. 1914. **3**, 78—100.)
- Prülzsch, O.**, Über die Ursachen der Dorsiventralität der Sprosse von *Fucus pumila* und einigen anderen Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 1—71.)
- Röder, F.**, Zur Regelung der Lebensvorgänge. (Biol. Centralbl. 1914. **24**, 294—302.)
- Simon, G. V.**, Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **24**, 71—188.)
- Wolff, J.**, Sur le mécanisme des phénomènes d'oxydation et de réduction dans les tissus végétaux. (Compt. rend. 1914. **158**, 1125—1127.)

Fortpflanzung und Vererbung.

- Farmer, J. B.**, On dimensions of chromosomes considered in relation to phylogeny. (Philos. transact. r. soc. London. 1914. B. **205**, 1—25.)
- Gregory, R. P.**, On the genetics of tetraploid plants in *Primula sinensis*. (Proc. r. soc. London. 1914. B. **87**, 484—492.)
- Home, A. S.**, Variability in *Stellaria graminea*. (The new phytolog. 1914. **13**, 73—82.)
- Johannsen, W.**, Über das vererbungstheoretische Interesse der Chimären. Eine kleine Rechtfertigung. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914. 56.)
- Jollos, V.**, s. unter Bakterien.
- Lehmann, E.**, Art, reine Linie, isogene Einheit. (Biol. Centralbl. 1914. **24**, 286—294.)
- , **E.**, Bemerkungen zu der vorstehenden Entgegnung Lotsys. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914. **12**, 154—156.)
- Lotsy, J. P.**, Meine Anschauungen über die Entwicklung des Deszendenzgedankens seit Darwin und den jetzigen Standpunkt, der Frage, eine Entgegnung zu der daran von Prof. Dr. E. Lehmann geübten Kritik. (Ebenda. 150—154.)
- Miyaji, Y.**, Untersuchungen über die Chromosomenzahlen bei einigen *Viola*-Arten. (The bot. mag. Tokyo. 1913. **27**, [443]—[460].)
- Nilsson-Ehle, H.**, Über einen als Hemmungsfaktor der Begrannung auftretenden Farbfaktor beim Hafer. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. 1914. **12**, 36—55.)
- Shull, G. H.**, Duplicate genes for capsuleform in *Bursa bursa-pastoris*. (Ebenda. 97—149.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Baccarini, P.**, Sopra alcuni Podaxon della Somalia. (Nuov. giorn. bot. ital. 1914. **21**, 241—247.)
- Burk, K.**, Die Walloneneichen in ihrer pflanzen- und wirtschaftsgeographischen Bedeutung. (Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturkde. in Wiesb. 1914. 52 S.)
- Buscalioni, L.**, e **Muscatello, C.**, Endemismi ed esodemismi nella flora italiana. (S.-A. Malpighia. 1914. 1—274.)
- Bornmüller, J.**, Florae Transcaucasiae novitates. (Mon. jardin bot. de Tiflis. 1913. 1—7.)
- Briquet, P.**, s. unter Farnpflanzen.
- Camus, E. G.**, Les Bambusées. Monographie, biologie, culture etc. Lechevalier, Paris. 1913. 4^o.
- , **A.**, Les Cyprès (Genre Cupressus). Monographie, systématique, biologie, culture, principaux usages. Lechevalier, Paris. 1914.
- Crowfoot, G. M.**, Some desert flowers. F. Diemer, Cairo. 1914. 8^o.

- Gibbs, L. S.**, Contribution to the flora and plant formations of Mount Kuiabalu and the highlands of British North Borneo. (The Journ. Linn. Soc. Bot. 1913. **42**, 1—240.)
- Hackel, E.**, Eine neue Colpodium-Art aus Russisch-Armenien. (Mon. jardin bot. de Tiflis. 1914. 8—10.)
- Hagen, H. B.**, Geographische Studien über die floristischen Beziehungen des mediterranen und orientalischen Gebietes von Afrika, Asien und Amerika. (Mitt. geograph. Ges. München. 1914. **9**, 111—222.)
- Kühns** botanischer Taschen-Bilderbogen für den Spaziergang. Leipzig, Verlagsinstitut. 1914. III. Heft, 5. Aufl. Enthält ca. 100 Abbdg. in naturgetreuer, farbiger Wiedergabe. (15 S.) IV. Heft, 5. Aufl. Enthält ca. 100 Abbdg. (16 S.)
- Lidforss, B.**, Résumé seiner Arbeiten über Rubus. (Zeitschr. f. induct. Abstammgs- u. Vererb.-Lehre. 1914. **12**, 1—13.)
- Majorow, A.**, Eine Notiz über Eremosparton aphyllum und andere Neuheiten der kaukasischen Flora. (Moniteur jardin botanique de Tiflis. 1913. Lief. 31. 1—23.)
- Matsuda, S.**, A list of plants from Ning-po, Cheh-Kiang. (The bot. mag. Tokyo. 1913. **27**, 205—212.)
- Molliard, M.**, Sur la nature pathologique de l'Alyssum densiflorum Lange. (Rev. gén. bot. 1914. **26**, 177—182.)
- Nakai, T.**, Terauchia. A new genus of Liliaceae found in Korea. (The bot. mag. Tokyo. 1913. **27**, [441]—[443].) (Japanisch.)
- Noelli, A.**, Mutinus caninus (Huds.) Fries var. levonensis n. var. (Nuov. giorn. bot. ital. 1914. **21**, 264—265.)
- Razdorski, W.**, Verzeichnis der um die Staniza Namskaja (Terek-Gebiet) gesammelten Pflanzen. (Moniteur jardin botanique de Tiflis. 1913. 27—51.)
- Rydberg, P. A.**, Phytogeographical notes on the Rocky Mountain region. (Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 89—105.)
- Sommerville, W.**, Die Mistel in England. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1914. **12**, 207—211.)
- Sosnowsky, D.**, Notes et observations sur quelques plantes du Caucase. (Moniteur jardin botanique de Tiflis. 1914. Lief. 32. 10—20.)
- Tubeuf, C. von**, Vorkommen der Mistel in Großbritannien und Irland. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft. 1914. **12**, 211—215.)
- , Aus dem Münchener Exkursionsgebiet. (Ebenda. 217—258.)

Palaeophytologie.

- Fossilium** catalogus. II: Plantae. Ed. a W. Jongmans. Pars 3: Jongmans, W.: Equisetales II: Archaeocalamites, Arthrodendromyston, Arthrodendron, Arthropityostachys, Arthropitys, Aspasia, Asterocalamites. W. Junk, Berlin. 1914. 8^o, S. 53—88.
- Nathorst, A. G.**, Die pflanzenführenden Horizonte innerhalb der Grenzsichten des Jura und der Kreide Spitzbergens. (Geol. förmig i Stockholm förhandl. 1913. No. 4. 273—281.)
- , How are the names Williamsonia and Wielandiella to be used? (Ebenda. No. 6. 361—366.)
- , Die Pflanzenreste der Rörage-Ablagerung. Aus: Goldschmidt, V. M., Das Devongebiet am Röragen bei Rörös. (Vidensk. Skriftes mat. nat. Kl. 1913. No. 9. 24 S.)

Angewandte Botanik.

- Briosi, G.**, Operiosita sino all' anno 1912 della stazione di botanica crittogamica (Laboratorio crittogamico) in Pavia. (Atti ist. bot. univ. Pavia. 1914. **216**, 67—102.)
- Dammerman, K. W.**, Het vraagstuk der fruit-vliegen voor Java. (Meded. afd. plantenzickt. 1914. No. 8. 1—11.)

- Jong, A. W. K. de**, Praktische bemestingsproeven. Verslag over 1912 en 1913. (Meded. agricult. chem. Labor. 1914. No. 6. 1—81.)
- Müller, F. A.**, The propagation of medicinal plants. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 105—130.)
- , **K.**, Über Amerikanerreben. (Bad. Landw. Wochenbl. 1914. 15 S.)
- , Wirkt die Kupferbespritzung auf das Gedeihen des Weinstockes nachteilig? (Hauptstelle Pflanzenschutz i. Baden Augustenberg. 1914. Flugbl. No. 4.)
- , Die Ursachen der Fruchtbarkeit der Obstbäume und die Wirkung des Fruchtbarkeitsgürtels. (D. Badische Obstzüchter. 1913. No. 5. 7 S.)
- Schlechter, R.**, Die Orchideen, ihre Beschreibung, Kultur und Züchtung. Handbuch für Orchideenliebhaber, Kultivateure und Botaniker, herausgegeben unter Mitwirkung von O. Beyrodt, H. Janke, G. Lindau und A. Malmquist. Mit 12 in Vierfarbendruck nach farbigen Naturaufnahmen hergestellten Tafeln und über 200 Textabbildungen. (In 10 Lief.) 1. Lief. (2 farbige Taf.) P. Parey, Berlin. 1914. 8^o, 1—96.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Beauverie, J.**, Sur l'efficacité des germes de rouilles contenus dans les semences des Graminées pour la propagation de la maladie. (Compt. rend. 1914. 158, 1196—1199.)
- Müller, K.**, Anleitung zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms. (Hauptstelle Pflanzenschutz Baden Augustenberg. 1914. Flugblatt No. 2.)
- Wahl, C. v.**, Die Borkenkäfer an den Obstbäumen und ihre Bekämpfung. (Ebenda. Flugblatt No. 3.)

Technik.

- Konrich**, Eine neue Untersuchungsmethode für anaerobe Sticksulturen. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 74, 191—192.)

Verschiedenes.

- Briquet, J.**, Notice biographique sur les botanistes Edouard et Alfred Huet de Pavillon. (Ann. conservatoire jard. bot. Genève. 1914. 17, 310—325.)
- Davidson, G.**, Report of the president of the academy for the year 1913. (Prov. California ac. sc. 1914. 4, 1—3.)
- Frimmel, F. v.**, Über einige antike Samen aus dem Orient. (Sitzgsber. k. k. Akad. Wiss. Wien. 1914. 173, 1—14.)
- Heinricher, E.**, Das neue botanische Institut der Universität Innsbruck. Fischer, Jena. 1914. 8^o.
- Jong, A. W. K. de**, Wetenschappelijke proefvelden. Verslag over het jaar 1913. (Meded. agricult. chem. labor. 1914. No. 7. 47 S.)
- Kirsten, F.**, Das Mikroskop und sein Gebrauch. Eine praktische Anweisung. E. Marré, Leipzig. 1914. 8^o, 15 S.
- Wahl, C. v.**, und **Müller, K.**, Bericht der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Baden an der großherzogl. landwirtschaftl. Versuchsanstalt Augustenberg für das Jahr 1913. Ulmer, Stuttgart. 1914. 8^o, 70 S.

Neue Veröffentlichungen.

Kurze Anleitung zum wissenschaftlichen Sammeln und zum Konservieren von Tieren.

Von Prof. Dr. Friedrich Dahl. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 274 Abbildungen im Text. (IX, 147 S. gr. 8^o.) 1914. Preis: 4 Mark, geb. 4 Mark 80 Pf.

Inhalt: Kurzer geschichtlicher Überblick über die Fortschritte im Sammeln. — 1. Die Orte, an denen zu sammeln ist und die geeignete Zeit zum Sammeln. Arten der Gewässer. Geländearten. Die Phytobiocönose. Die Zoobiocönose. Die Allobiocönose. — 2. Die Geräte zum Erbeuten der Tiere und die Art der Anwendung derselben. — 3. Das Präparieren, Konservieren und Verpacken der Tiere. — 4. Kurze Übersicht des Tierreichs für Sammler. Die Wirbeltiere (Säugetiere, Vögel, Kriechtiere, Lurche, Fische); die Manteltiere; die Weichtiere; die Gliederfüßer; die Würmer; die Stachelhäuter; die Pflanzen- oder Hohltiere; die Urtiere (Protozoa). — 5. Die Anlage einer wissenschaftlichen Dauersammlung. Die Forschsammlung; die Unterrichtssammlung; die Schausammlung. — Register.

Das Buch ist in seiner neuen Auflage seinem Prinzip treu geblieben. Im Gegensatz zu allen anderen Büchern ähnlichen Inhalts legt es besonderen Wert darauf, den Sammler auf die verschiedenen Lebensbedingungen aufmerksam zu machen, unter denen nach den bisherigen Erfahrungen Tiere verschiedener Art vorkommen, damit man in verhältnismäßig kurzer Zeit die Fauna einer Gegend annähernd erschöpfend sammeln kann. Ferner gibt das Buch — ebenfalls im Gegensatz zu anderen Büchern — dem Sammler, an der Hand zahlreicher Bilder, die Möglichkeit, sich über die Stellung eines jeden gefundenen Tieres im System in einer leichten und bequemen Weise zu unterrichten. Alle neueren Erfahrungen im Sammeln sind berücksichtigt. Im 1. Teil ist eine kurze Zusammenstellung der allerwichtigsten Fänge ergänzt worden, für den, der in aller kürzester Zeit möglichst viele Arten erbeuten möchte. Im 2. Teil ist der sehr formenreiche Kreis der Gliederfüßer, der Übersichtlichkeit wegen, klassenweise behandelt. Außerdem ist dem Sammler ein leicht zu verwendender Schlüssel gegeben.

Das Elisabeth Linné-Phänomen (sogen. Blitzen der Blüten) und seine Deutungen.

Zur Anregung und Aufklärung, zunächst für Botaniker und Blumenfreunde. Von Dr. Friedrich A. W. Thomas. Professor und Gymnasialoberlehrer a. D. Mitglied der Kaiserlichen Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Mit einer kleinen Farbtafel. (53 S. gr. 8^o.) 1914. Preis: 1 Mark 50 Pf.

Inhalt: Vorwort — 1. Geschichtliches. — 2. Mein Versuch von 1910. — 3. Weitere Versuche im Zimmer. — 4. Vorbedingung und Erklärung des Elisabeth Linné-Phänomens. — 5. Versuche an Blumen. — 6. Die Deutung der „blitzenden Blüten“ bei Schleiermacher und Goethe. — 7. Anhang: Erläuterungen und weitere Ausführungen. — 8. Verzeichnis der in der bisherigen Literatur zitierten Schriften und Urteile über das El. L.-Ph. — Autorenregister. Sachregister.

Die Arbeit behandelt eine überraschende Erscheinung, die, schon seit 17^{1/2} Jahrhunderten bekannt, aber oft angezweifelt, bis heute nicht völlig richtig gedeutet und noch in neuester Zeit als eine nur selten und schwer zu beobachtende bezeichnet worden ist. Der Verfasser macht sie durch seine Anleitung für jeden Blumenfreund zu einer leicht wahrnehmbaren. Aber er glaubt auch dem Kenner der physiologischen Optik einiges Neue zu bringen und ordnet alles so an, daß jeder Leser schnell finden wird, was er sucht.

Internaciona fotografala Lexiko en Ido, Germana, Angla, Franca ed Italiana. Da Dro L. de Pfaundler, emerit. Profesoro dil Universitato di Graz. Honor-Prezidanto dil Ido-Komitato e di la Fotografala Societo en Graz. Internationales photographisches Lexikon in Ido, Deutsch, Englisch, Französisch und Italienisch. 1914.

Preis: 1 Mark 20 Pf.

Die photographischen Ausdrücke sind in den modernen Sprachen oft so sehr abweichend untereinander, daß es kaum möglich ist, ihre Bedeutung zu erraten. Da gerade Reisende häufig Amateurphotographie treiben, so ist für sie oft das Bedürfnis vorhanden, mit Fachgenossen sich zu verständigen. Dazu dürfte das vorliegende Verzeichnis gute Dienste tun. Es verschafft nicht nur dem Idokundigen die Möglichkeit der Verständigung, sondern es dient allgemein dazu, ein photographisches Wort aus einer der 5 Sprachen in eine andere aus ihnen zu übersetzen.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Elemente der exakten Erblchkeitslehre

mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik.

Von

Dr. W. Johannsen,

Professor ord. der Pflanzenphysiologie an der Universität Kopenhagen.

Zweite deutsche, neubearbeitete und sehr erweiterte Ausgabe
in dreißig Vorlesungen.

Mit 33 Abbildungen im Text. (XI, 723 S. gr. 8^o.)

1913. Preis: 13 Mark, geb. 14 Mark,

Zeitschrift für Abstammungslehre. 1914:

Was die erste Auflage der „Elemente“ vor 4 Jahren war, ist die zweite Auflage heute: Eine vollständige, kritische, zusammenfassende Darstellung des heutigen Standes der Vererbungslehre. Sie ist das Handbuch der Vererbungswissenschaft, in dem jeder, der auf diesem Gebiete arbeitet, nachschlagen wird, wenn er sich über irgendeine Teildisziplin unterrichten will. Wohl jeder, der einigermassen die Massenproduktionen von Vererbungsarbeiten kennt, unter der wir heute schon leiden, wird die Riesenarbeit bewundern, die allein in der kritischen Durcharbeitung der Literatur liegt.

Das Buch ist größtenteils neu geschrieben, und besonders in den ersten Vorlesungen ist eine Fülle von neuem, sonst noch nicht veröffentlichtem Material mitgeteilt.

Der Erfolg, den die erste Auflage gehabt hat, Schule zu machen, aber nicht hinsichtlich irgendeiner bestimmten Lehrmeinung, sondern hinsichtlich der vorsichtig kritischen, nüchternen, exakten Denk- und Forschungsweise, dieser Erfolg möge auch der zweiten Auflage beschieden sein. Baur.

Kölnische Zeitung, 4. Januar 1914:

Prof. Johannsen gehört zu den Forschern, die dem Spekulieren abhold sind; das ist doppelt anzuerkennen auf einem Gebiet, wo manche die Phantasie mit besonderer Vorliebe spazieren führen, und wo es auch in der Tat aus allerhand Gründen nicht ganz leicht ist, den Blick immer nüchtern auf die Wirklichkeit gerichtet zu halten. Wer als Anfänger in die Elemente der Erblchkeitslehre eindringen möchte, wird diese Eigenschaft des Gelehrten gerade bei einer so verwickelten und schwierigen Materie, wie sie die Erblchkeitslehre darstellt, besonders schätzen. Die geistvolle Art, mit der er seine vorsichtige Stellungnahme überall begründet, und seine Sicherheit in der Beherrschung des Stoffes werden auch der neuen Auflage das Interesse der Fachkreise sichern.

Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht 1914:

Das vortreffliche Buch, ein Markstein in der Geschichte der jungen Vererbungswissenschaft, war seit zwei Jahren vergriffen. J. hat es stark erweitert, manche Punkte, z. B. die Widerlegung der „Mneme“-Lehre, viel ausführlicher behandelt; so hat das Buch von 34 auf 46 Bogen zugenommen. Zu rühmen ist neben der großen Reichhaltigkeit die strenge Sachlichkeit im Urteil und die scharfe Fassung der Begriffe — sehr notwendig gegenüber der Unbedenklichkeit mancher Vererbungs-Schriftsteller.

Friedenau.

Hugo Fischer.

Diesem Hefte liegen zwei Prospekte bei: 1) vom Verlag Gustav Fischer in Jena betr: „Molisch, Mikrochemie der Pflanze“ und 2) vom Verlag Paul Parey in Berlin SW. betr: „Schlechter, Orchideen“.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN'S
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · ACHTES HEFT

MIT 9 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des achten Heftes.

I. Originalarbeit.		Seite
Dr. A. H. Blaauw, Licht und Wachstum I. Mit 9 Textfiguren		641
II. Besprechungen.		
Artari, Al., Zur Physiologie der Chlamydomonaden. II. Einige neue Versuche und Beobachtungen		706
Blochwitz, A., Entstehung neuer Arten von Schimmelpilzen durch starke Lichtreize		712
Comère, J., De l'action du milieu considérée dans ses rapports avec la distribution générale des Algues d'eau douce		705
Elfving, Fredr., Untersuchungen über die Flechtengonidien		709
Morellet, L. et J., Les Dasycladacées du tertiaire Parisien		708
Pascher, A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz —, Über Flagellaten und Algen		704
Puschkarow, B. M., Über die Verbreitung der Süßwasserprotozoen durch die Luft		707
Skene, M., A Contribution to the Physiology of the Purple Sulphur Bacteria		713
III. Neue Literatur.		714

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Licht und Wachstum I.¹⁾

Von

Dr. A. H. Blaauw.

(Aus dem Laboratorium der Teyler-Stiftung, Haarlem.)

Mit 9 Textfiguren.

§ 1. Allgemeine Einleitung.

Die Untersuchungen über Krümmungsbewegungen haben in den letzten Jahren gezeigt, daß es beim Studium über den Einfluß der Energie auf die Funktionen des Lebens für die Kenntnis und die Analyse dieser Funktionen unbedingt nötig ist, systematisch und mit Genauigkeit zu bestimmen, nicht nur auf welche Weise, sondern besonders auch in welchem Maße das Leben auf ganz bestimmte Mengen von Energie reagiert, welche von minimalen bis zu recht großen Quantitäten variieren und außerdem auf verschiedene Weise über Zeit und Intensität verteilt werden. Daß dies erforderlich ist, war wohl von vornherein zu sagen, aber gerade die ersten Resultate dieser unentbehrlichen Untersuchungen, welche noch in ihrem ersten Anfange sind, haben deutlich gezeigt, daß man sich nicht mehr zufrieden geben kann mit der qualitativen Beschreibung der Reaktionen des Lebendigen, sondern daß jetzt die Beziehungen zwischen den Lebensfunktionen und der Energie genau quantitativ festgelegt werden müssen. Überall, wo bis jetzt nur die Art der Reaktion auf äußere Einflüsse festgestellt wurde, muß jetzt die quantitative Beziehung zwischen der Energie und der Reaktion des Organismus festgelegt werden.

Während auf dem speziellen Gebiet der Krümmungsbewegungen schon ein Stück in dieser Richtung gearbeitet wurde, ist hingegen das große Gebiet des Wachstums in

¹⁾ Wir veröffentlichen diese Abhandlung, obwohl wir der theoretischen Auffassung des Autors nicht in jeder Beziehung zustimmen. Red.

seiner Beziehung zur Energie noch gar nicht von der quantitativen Erforschung betreten. Das Wachstum ist eine so allgemeine und wichtige Äußerung des Lebens, daß die nähere Feststellung der Beziehungen zwischen Energie und Wachstum wohl vor allem ein Bedürfnis ist für die Möglichkeit einer weiteren Erforschung der Lebenserscheinungen.

Die Untersuchungen über die Beziehung zwischen Energie und Wachstum betreffen der Hauptsache nach den Einfluß des Lichtes, der Wärme und der Schwere auf das Wachstum. Bei jeder dieser drei Hauptgruppen müssen die Untersuchungen ungefähr nach demselben Schema ausgeführt werden, denn es handelt sich beim Einfluß der Energie auf die Lebensfunktionen besonders um einzelne allgemeine Prinzipien:

Erstens wie stark, wie schnell und in welcher Richtung die verschiedenartigen und verschieden großen Energiemengen die betreffende Funktion des lebendigen Systems aus ihrem Gleichgewicht treiben. Das ist jene Wirkung der Energie, welche man gewöhnlich, wenn sie sich auf eine Funktion der lebenden Zelle bezieht, als Reizwirkung gedeutet hat.

Zweitens handelt es sich darum, wie diese Funktion während und nach der Energiewirkung aus inneren Ursachen wieder in ihr ursprüngliches Gleichgewicht zurückgelangt, und in normalen Fällen allmählich zu diesem alten Ruhezustand zurückkehrt. Diese Wirkung hat man vielfach als »Ausklang« gedeutet.

Drittens hat man die Frage zu stellen, wie schnell und in welchem Maße die Funktion sich einer konstanten Energiezufuhr anpaßt; wie sie also von dem einen Gleichgewicht zu einem neuen, der geänderten Energiezufuhr entsprechenden Gleichgewicht übergeht, und welche quantitativen Beziehungen zwischen den verschiedenen Intensitäten der Energiezufuhr einerseits und den entsprechenden Gleichgewichten andererseits bestehen.

Schließlich kann man die Untersuchungen über das erste und zweite Prinzip kombinieren mit diesem dritten Prinzip. Also wird dabei untersucht, inwiefern bestimmte Energiemengen als »Reiz« wirken, wenn die Funktion nicht im Dunkelgleichgewicht ist, sondern sich verschiedenen bestimmten Intensitäten der Energiezufuhr angepaßt hat. Derartige Versuche betreffen also die Frage, wie schnell und wie stark eine Funktion von bestimmten

Energiemengen eben noch aus ihrem Gleichgewicht getrieben werden kann, nachdem sie schon mit einer bestimmten kontinuierlichen Energiezufuhr im Gleichgewicht stand. Solche Untersuchungen sind zum Teil für die Krümmungsbewegungen ausgeführt. Gewöhnlich findet man hier bei derselben Fragestellung eine andere Terminologie bevorzugt: auf welche Weise und in welchem Maße die Empfindlichkeit für den Lichtreiz abgeändert wird durch die von einer Lichtzufuhr hervorgerufenen Stimmungsänderung. Statt der Worte Stimmung und Stimmungsänderung wähle ich hier Gleichgewicht und Anpassung, weil damit mehr allgemein zwei Begriffe angedeutet werden, welche man vom Gebiet der physikalischen Reaktionen bis in die Welt der höchsten psychischen Erscheinungen verfolgen kann.

Die Erforschung dieser drei Prinzipien: die Zerstörung des Gleichgewichts durch die Energie, die Rückkehr zum Gleichgewicht und die Anpassung an das neue Gleichgewicht wäre in Verbindung mit den drei Hauptfaktoren, Licht, Wärme und Schwere, für das Wachstum allein schon ein ganzes Arbeitsprogramm. Ich beschränke mich vorläufig aber auf eine Untersuchung über Licht und Wachstum und möchte hier die ersten Resultate der Versuche über diesen Gegenstand mitteilen.

§ 2. Allgemeine Versuchseinrichtung zur Erreichung einer sehr konstanten Temperatur.

Bevor ich zu der Beschreibung der speziellen Versuche übergehe, sei hier eine Darstellung der allgemeinen Einrichtung gegeben, welche ich für diese Untersuchungen benutzte. Daß dies hier etwas ausführlich geschieht, sei damit begründet, daß diese Aufstellung auch für weitere Versuche benutzt und also später auf diese Beschreibung hingewiesen werden kann. Vielleicht werden diese Angaben zugleich in weiteren Kreisen bei mehreren physiologischen Untersuchungen von Nutzen sein.

Das Zimmer, welches mir von der Direktion der Teyler-Stiftung zu Haarlem zur Verfügung gestellt wurde, ist ein kleines Haus, das frei im Garten steht unter dem Schatten hoher Bäume, was für die Konstanz der Temperatur ein günstiger Umstand ist. Im Gemach, dessen Oberfläche $3\frac{1}{2} \times 9\frac{1}{2}$ m beträgt, ist ein Dunkelzimmer von $3\frac{1}{2} \times 3$ m eingerichtet. Im

dunkeln und im lichten Teil findet sich eine steinerne Säule. Während Wasser und Elektrizität angelegt sind, ist hingegen eine Gasleitung mit Absicht unterlassen worden. Zur Belichtung und für den Thermostaten diente die Elektrizität, zur eventuellen Erhitzung von Wasser usw. wurde eine Spiritusflamme oder auch Elektrizität benutzt. Das Dunkelzimmer wird gelüftet mittels eines kräftigen vom Licht abgeschlossenen elektrischen Ventilators, der die frische Luft aus dem hellen Zimmer bei offenen Fenstern zuführt.

Im Winter wird geheizt mit einem im Hellzimmer stehenden Dauerbrenner, der bequem zu regulieren ist. Durch den Ventilator wird die erwärmte Luft auch dem Dunkelzimmer zugeführt.

Da es sich in den beabsichtigten Untersuchungen besonders um das Studium der Wachstumserscheinungen und Wachstumskrümmungen und derer Abhängigkeit von verschiedenen äußeren Umständen handelt, so war es in erster Linie angezeigt, in durchaus genauer Weise die Temperatur regulieren oder konstant halten zu können. Außerdem mußten die Versuchsobjekte genau bei jener Temperatur kultiviert werden, welche auch bei den Versuchen selbst angewandt wurde, was in den meisten bisherigen Untersuchungen nicht der Fall war. Ich will nicht sagen, daß man damit vielfach bedeutende Fehler gemacht hat, aber ich wollte doch die Möglichkeit derartiger Fehler in meinen Versuchen ganz ausschließen. Dafür wurde die Kulturtemperatur bis auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ C genau der Versuchstemperatur gleich gehalten.

Bei der Aufstellung wurde dahin gestrebt, diese Temperatur mindestens bis auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ C konstant zu erhalten. Schließlich wurde für den Versuchskasten sogar eine Konstanz bis auf $0,02$ bis $0,01^{\circ}$ C erreicht, d. h. die Temperatur schwankte während eines Versuchs niemals mehr als $0,02^{\circ}$ C, während die Schwankung meistens weniger als $0,01^{\circ}$ C betrug. Die Temperaturen wurden gemessen mit einem in $0,01$ -Graden verteilten Beckmanschen Thermometer, welches mit einem Normalthermometer verglichen war.

Die Einrichtung besteht hauptsächlich aus drei Teilen: Ein Kulturkasten, ein Versuchskasten und der Erwärmungsapparat, welche einen zusammenhängenden Komplex bilden. Der

20×30×70 cm große Kulturkasten besteht aus drei Abteilungen, von welchen jede mit einer Tür verschlossen ist. In jedem Teil können ein bis vier horizontale Metallplatten eingelegt werden. Der ganze Kasten, mit Ausnahme der Türen, hat eine Doppelwand, durch deren 2¹/₂ cm weiten Zwischenraum das erwärmte Öl fließt, wie weiter unten näher beschrieben ist. Der ganze Kasten ist umkleidet mit Filztuch. Außerdem hat man noch zwei kleine Löcher für Thermometer und

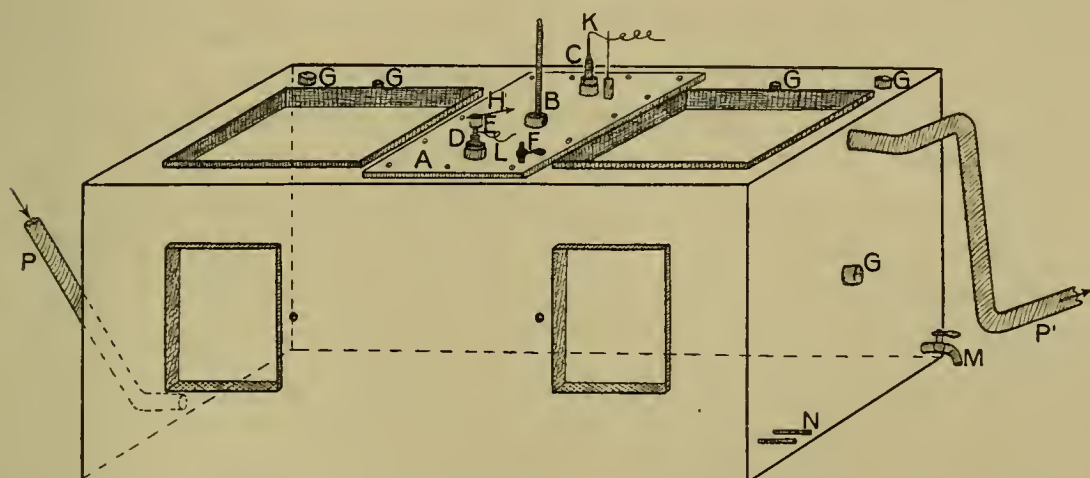


Fig. 1. Skizze des Versuchskastens mit den Ober- und Vorderfenstern der zwei Kämmerchen (die zwei Hinterfenster sind nicht angedeutet). A = Deckel zum Abschluß des Ölräume. B = Thermometer im Öl. C = Ende der Quecksilberröhre mit Kapillär. D = Ende der Quecksilberröhre mit Einstellschraube (E) und Zeiger (H). F = Hahn zum Ausfließen der Luft aus dem Ölräume. G = In das Kämmerchen führende Löcher zum Einbringen einer Achse oder eines Thermometers usw. K und L = Pole des Relais-Stroms. M = Hahn zum Ausfließen des Öls. N = Zwei Luftröhren, welche zu den Kämmerchen führen. P und P' = Die Röhren, welche das erwärmte Öl an- und abführen.

vier kleine Ventilatorröhren, welche mit ihrer Öffnung an der erwärmten Wand münden. Für eine kräftige Lufterneuerung wurde aber außerdem ein feines Röhrchen angelegt, welches eine Strecke durch das erwärmte Öl läuft und in den Kasten mündet und deshalb einen hindurchgeleiteten Luftstrom von der erforderlichen Temperatur eintreten lassen kann.

Der Versuchskasten (Fig. 1), dessen Umfang 27×29×65 cm beträgt, ist aus Messing gemacht, hat eine Doppelwand für das durchfließende, erwärmte Öl und besteht aus zwei durch eine

Ölwand getrennte kongruente Kammern, dessen innerer Raum $20 \times 20 \times 20$ cm beträgt. Jede Kammer hat drei Fenster: ein oberes von 15×15 cm, ein Vorder- und Hinterfenster von 8×10 cm. Jedes Fenster ist mit einem Asbestrand und mit einer Außen- und Innenplatte aus dickem Glas verschlossen, während der Raum zwischen den beiden Gläsern je nach den Versuchsumständen mehr oder weniger angefüllt wird, um etwaige Abkühlung zu vermeiden. Das Vorderfenster dient zur Beobachtung der Versuchsobjekte mittels eines Horizontalmikroskops (siehe unten), das mit dem Versuchskasten auf die steinerne Säule aufgestellt ist. Am Hinterfenster, welches außerdem eine Milchglasscheibe enthält, wird eine rote Lampe aufgestellt, welche das Objekt während der Beobachtung schwach beleuchtet. Das obere Fenster dient zur eventuellen Belichtung der Pflanzen. Jedes Fenster kann durch Verschiebung einer Kupferplatte vom Licht abgeschlossen werden. Zwischen den beiden Oberfenstern ist eine große Öffnung (A), welche zum Ölraum führt und verschlossen wird durch einen Deckel mit Schrauben. In diesem Deckel sind drei Löcher, eins für das Thermometer (B), zwei für die beiden Enden des Thermoregulators, wovon das eine Ende (C) zu einem Kapillarrohrchen ausgezogen ist, während das andere (D) von einer Schraube (E) verschlossen ist, womit das Niveau des Quecksilbers im Kapillarrohr reguliert wird. Auch findet man im Deckel ein Hähnchen (F), wodurch man eingeschlossene Luft ausströmen lassen kann. Durch zwei Röhrchen (N) kann frische Luft (oder andere Gase) in die Kämmerchen geführt werden; diese Röhrchen laufen ± 70 cm durch das Öl, bevor sie in die Kämmerchen münden.

Bei dem Bau des Apparates wurde besonders darauf geachtet, daß die Versuchspflanzen, welche immer in der vertikalen Mittelachse der Kammer aufgestellt werden, sich in einer Lage befinden, welche vollkommen symmetrisch ist in bezug auf die wärmezuführende und wärmeabführende Fläche. Inmitten der Seitenwand ist eine Öffnung (G) für das Thermometer, wodurch eventuell auch die Horizontalachse eines Klino-
staten eingeführt werden kann.

Der Erwärmungsapparat. Die Erwärmung dieser

beiden Kasten geschieht durch Zirkulation erwärmten Paraffinöls, welches durch bekleidete Röhren unten in den Mantel des Versuchskastens fließt, oben an der anderen Seite austritt, wieder durch ein Rohr weiterströmt, und an einer unteren Ecke in den Mantel des Kulturkastens eintritt, an der gegenüber gelegenen Ecke ausfließt und schließlich in die Unterhälfte der Zirkulationspumpe ausmündet.

Diese Pumpe besteht aus einem Unter- und Oberbassin, die durch einen Zylinder verbunden sind und in welchen ein Sauger das Öl aufzieht und darauf durch zwei Seitenrohre in das Oberbassin emporpreßt. Die Saugerstange wird durch einen Elektromotor getrieben. Dem Elektromotor ist ein Widerstand vorgeschaltet, womit man die Geschwindigkeit des Motors und also der Pumpe regulieren kann.

Im oberen Bassin der Pumpe hängen zwei Lampen gläser im Öl, worauf Drähte gewickelt sind, durch welche ein elektrischer Strom geleitet wird. Man kann den Strom entweder durch die beiden Walzen oder nur durch eine führen, je nachdem man eine schwächere oder stärkere Wärmeentwicklung wünscht. Außerdem ist diese Erwärmung genau zu regulieren mittels eines vorgeschalteten Widerstandes. Der Strom, der den Motor treibt und der, welcher die Erwärmung liefert, werden zusammen ein- oder ausgeschaltet. Das von der Pumpe emporgepreßte Öl fließt also an den erwärmten Drähten entlang und strömt erwärmt aus dem oberen Bassin durch das Rohr dem Versuchskasten zu.

Hiermit ist kurz die Erwärmungsweise beschrieben. Jetzt folgt die Beschreibung der Regulation dieser Heizungseinrichtung, welche zu einer konstanten Temperatur führt. Im Öl des Versuchskastens steht ein Thermoregulator. Um eine genaue Regulation zu erreichen, wurde dafür gesorgt, daß ein großes Quantum Quecksilber eine maximale Oberfläche hat. Da das Glasrohr an einem Ende sehr dünn ausgezogen und die Masse des Quecksilbers groß ist, so hat eine geringe Temperaturerhöhung schon eine erhebliche Steigung des Quecksilbers zur Folge und umgekehrt. Es war aber außerdem durchaus nötig, daß das Rohr, wie gesagt, eine möglichst große Oberfläche hatte, damit die Temperatur des zufließenden erwärmten Öls

so schnell wie möglich auf das Quecksilber übertragen wurde. Ein Regulator mit einem zylindrischen Toluolreservoir von 3 cm Durchmesser war trotz des großen Volumens durch seine geringe Oberfläche viel zu träge.

Im anderen Ende (D) des Quecksilberreservoirs steckt eine Schraube (E), womit man das Quecksilber höher oder niedriger stellen kann. Am Ende dieser Schraube ist ein Zeiger (H) angebracht, dessen Stand an einer Skala abzulesen ist. Durch Drehen der Schraube um einige Bogengrade kann man die Temperatur, worin die Pflanzen wachsen, z. B. um $0,02^{\circ}\text{C}$ erhöhen oder vermindern. Wenn das Öl die Temperatur erreicht hat, welche zur Erhaltung der für die Pflanzen erwünschten Temperatur erforderlich ist, so tritt das Quecksilber in Kontakt mit einer Platinnadel (K), welche im dünnen Ende der Röhre steckt und den einen Pol einer Akkumulatorenbatterie darstellt. Da nun das Quecksilber am anderen Ende dauernd in Verbindung steht mit dem andern Pol (L), so wird ein Strom geschlossen. Dieser Strom geht durch ein Relais, wodurch die Hauptleitung, die den Motor treibt und die Erwärmung besorgt, aufgehoben wird. Schon bei einer sehr geringen Abkühlung des Öls wird der kleine Strom unterbrochen und der Hauptstrom wieder während kurzer Zeit eingeschaltet. Mit dem Vorwiderstand des Erwärmungsstromes war dieses Spiel so zu regeln, daß die Pumpe und die Erwärmung ein bis zwei Minuten arbeiteten und vier bis fünf Minuten still standen. Die Konstanz der Temperatur ist noch zu erhöhen, wenn man während der Versuche die Pumpe durcharbeiten läßt, so daß nur die Erwärmung ein- und ausgeschaltet wird. Auf diese Weise blieb die Luft des Innenraumes stundenlang konstant, ohne daß die wechselnde Wirkung der Abkühlung und Erwärmung des Öls an dem in Hundertstel-Grade eingeteilten Thermometer zu erkennen war.

Es ist bekannt, daß das Quecksilber des Regulators an der Kontaktstelle bald schmutzig und damit die Regulierung der Temperatur ungenau wird. Es ist indes möglich, dem dadurch vorzubeugen, daß man den Strom des Regulators schwach genug wählt. Wenigstens trat bei einem Strom von 6 Milliampère keine merkliche Schwärzung des Quecksilbers auf. Ar-

beitet das Relais bei einem so schwachen Strom nicht kräftig und sicher genug, um den Hauptstrom auszuschalten, so kann man mit dem sehr schwachen Strom des ersten Relais den stärkeren Strom (z. B. 0,06 Amp.) eines zweiten Relais schließen, welcher dann imstande ist, die Hauptleitung kräftig zu unterbrechen.

Gewöhnlich werden die Versuche ausgeführt bei einer Temperatur, welche nur wenige Grade über der Zimmertemperatur liegt. Die Erwärmungseinrichtung wurde aber darauf berechnet, die Temperatur bis zu 30°C über die Zimmertemperatur auf-treiben zu können, damit also auch eventuell bei der Temperaturgrenze des Lebens gearbeitet werden konnte.

Bei der Beschreibung dieser Einrichtung für konstante Temperatur will ich besonders darauf hinweisen, daß ich sie größtenteils dem Herrn Konservator des physikalischen Laboratoriums, *Ihr. Dr. Elias*, verdanke.

Es fragt sich nun, ob eine so hohe Stabilität der Temperatur bei diesen Versuchen eine übertriebene oder eine notwendige Forderung ist; da diese Frage für die Aufstellung physiologischer Untersuchungen von großer Bedeutung ist, will ich hier mit einem Beispiel zeigen, wie vorsichtig man mit Temperaturschwankungen sein soll. Um den Einfluß kleiner Temperaturschwankungen zu prüfen, wurde das Wachstum des Sporangienträgers von *Phycomyces* bei konstanter Temperatur gemessen, und an einem bestimmten Moment ließ ich die Erwärmung und die Pumpe kurze Zeit durcharbeiten. Darauf wurde das Wachstum und die Temperatur gemessen. Zu meinem Erstaunen wurde das Wachstum nicht allmählich beschleunigt, aber es trat eine plötzliche Wachstumsverringering auf, worauf das Wachstum bald wieder anstieg.

Die Kurve der Fig. 2 zeigt das Resultat dieses Versuches. Man sieht daraus, daß eine plötzliche Änderung der Temperatur schon bei einer Steigerung von $\frac{1}{10}^{\circ}\text{C}$ beträchtlichen Einfluß auf das Wachstum ausüben kann. Die plötzliche Senkung des Wachstums scheint mir nicht durch die Wärmezufuhr an sich hervorgerufen zu werden, sondern durch eine kurzwährende Änderung des Feuchtigkeitsgehalts in der Atmosphäre der

Zelle. Darüber müssen aber ausführlichere Versuche angestellt werden. Ich wollte hier nur zeigen, daß eine so hohe Stabilität der Temperatur keine übertriebene Forderung ist. Man kann wohl sagen, daß Temperaturunterschiede von $\frac{1}{10}^{\circ}$ C in aufeinanderfolgenden Versuchen keinen bedeutenden Einfluß auf die Zahlen ausüben, aber plötzliche Schwankungen von $\frac{1}{10}^{\circ}$ C während eines Versuches können bei genauen Wachstumsmessungen einen starken Einfluß haben. Es versteht sich wohl, daß man besonders damit zu rechnen hat bei der Versuchsaufstellung in einem Dunkelzimmer, in dem die Pflanzen nicht in

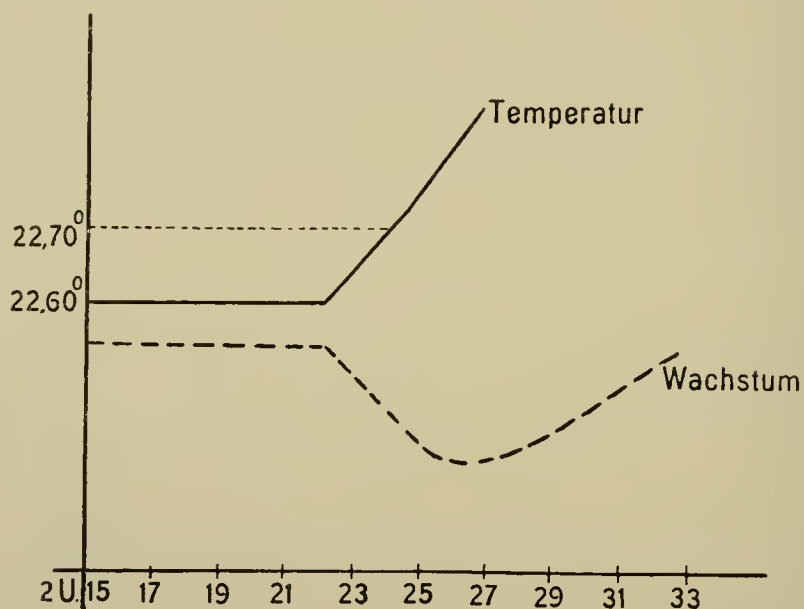


Fig. 2. Einfluß einer plötzlichen geringen Temperaturerhöhung auf das Wachstum.

einem gesonderten Thermostat aufgezogen werden, sondern wobei das ganze Zimmer, in welches der Experimentator ein- und ausgeht usw., wie es heißt, bis auf $\frac{1}{10}^{\circ}$ C konstant gehalten wird.

Natürlich gibt es viele Versuche, bei denen eine so große Stabilität der Temperatur ganz überflüssig ist, und wo das der Fall ist, da tut man, um ökonomisch zu arbeiten, auch besser daran, diese Zeit und Mühe kostende Forderung nicht zu stellen.

Die Photo-Wachstumsreaktion.

§ 3. Einleitung.

Wie in der allgemeinen Einleitung bemerkt wurde, war mir der dürftige Stand unserer Kenntnis über Energie und Wachstum die Anregung zu einer neuen Erforschung dieses Gebietes. Doch haben auch besonders die folgenden Überlegungen dazu geführt.

Die sehr zahlreichen Untersuchungen über Krümmungsbewegungen befassen sich mit der Erscheinung, daß die meisten wachsenden Pflanzenorgane Krümmungen ausführen, wenn einseitig Energie als Licht oder Wärme zugeführt wird, oder wenn man diese Organe aus jener Lage bringt, welche sie in Beziehung zur Schwere naturgemäß annehmen. Wie schon oben gesagt wurde, wurde das Studium dieser tropistischen Bewegungen in den letzten Jahren mit größerer Genauigkeit fortgesetzt. Die große Mehrzahl der gesammelten Tatsachen bezieht sich also auf die Erscheinung, daß die Organe krumm werden, wenn die Energie ungleichseitig einwirkt, während das Studium über die Wirkung einer radiärsymmetrisch zugeführten Energie fast ganz unterlassen wurde. Das findet wohl darin seine Ursachen, daß das Auftreten der Krümmung eine so auffallende und schon makroskopisch wahrnehmbare Erscheinung ist und also eine sehr bequeme Reaktion auf die Wirkung der Energie bildet. Doch wäre es in der Tat wünschenswert, erst zu untersuchen, welchen Einfluß die Energie ausübt, wenn sie ringsum gleichmäßig einwirkt, um dann als besonderer Fall zu prüfen, was geschieht, wenn die Energie auf die Pflanze nun nicht gleichseitig, sondern von einer bestimmten Seite her trifft. Da die Pflanze nun auf eine so auffällige und durch bestimmte Gesetze charakteristische Weise auf die ungleich zugeführte Energie reagiert, so konnte ich mir fast nicht denken, daß die Pflanze nicht auch eine ausgesprochene Reaktion zeigen würde in dem allgemeinen Fall, wo die Energie radiärsymmetrisch einwirkt. War auch dabei nicht mehr die auffallende Krümmung zu erwarten, so wäre es doch möglich, daß eine eventuelle Reaktion sich nicht auf gewisse, schwierig nachweisbare chemische Umwandlungen beschränken würde, sondern auch in

einer meßbaren Änderung des Wachstums zum Ausdruck käme. Nach den früheren Untersuchungen über einseitige Belichtung schien es mir später durch obige Überlegungen erwünscht, ein näheres Urteil über den Wert und das Wesen der Krümmungsreaktion zu verschieben, bis näher festgestellt wurde, auf welche Weise ein wachsendes Organ reagiert, wenn Licht, Wärme oder Zentrifugalkraft gleichseitig in bestimmten Mengen einwirkt.

Diese früheren Untersuchungen und die Literaturangaben haben mich überzeugt, daß die Lichtkrümmungen ein Effekt sind, dem eine photochemische Reaktion zugrunde liegt; daß also die Perzeption des Lichtes aus einer photochemischen Wirkung besteht, während schließlich die Krümmung als ein weit entfernter Erfolg dieser photochemischen Wirkung auftritt. Wenn in einem ganz komplizierten Gleichgewichtssystem der sämtlichen Zellreaktionen auch nur ein Glied direkt vom Licht beeinflußt wird, so kann dies natürlich wieder seinen Einfluß auf einen großen Komplex von Reaktionen haben und die später daraus resultierenden Wachstums- und Krümmungsvorgänge können ziemlich verwickelt erscheinen. Das wird besonders der Fall sein, wenn man nicht radiärsymmetrisch, sondern ungleichseitig belichtet, und in noch höherem Grade, wenn man nicht nur ungleichseitig, sondern sogar schief ungleichseitig belichtet, wie neuerdings in den Versuchen von K. Noack. Wie kompliziert die Verhältnisse dabei, z. B. bei *Phycomyces*, werden können, will ich am Ende dieser Arbeit erläutern.

Auf eine ausführliche Diskussion der Literatur will ich aber nicht eingehen, bevor ein großes Tatsachenmaterial gesammelt ist. — Die Literatur weist schon zahlreiche Untersuchungen und Diskussionen über die Krümmungserscheinung auf, wenn einseitig belichtet wird und außerdem intermittierend oder schief oder nach allseitiger Vorbelichtung oder mit allseitiger Nachbelichtung. Vor diesen besonderen Belichtungen sei hier die einfache, bis jetzt ganz beiseite gelassene Frage in den Vordergrund gestellt: Wie reagiert das natürliche Wachstum dieser Organe auf bestimmte Mengen Energie, welche radiärsymmetrisch zugeführt werden?

Obwohl die Literatur über den Einfluß des Lichtes auf das Wachstum in dieser Hinsicht dem Anfang derartiger Unter-

suchungen sehr wenig hoffnungsvoll entgegentrat, so zeigen die Versuche bei *Phycomyces*, daß die Zuführung bestimmter Mengen Energie beim Wachstum eine ganz auffallende Reaktion hervorruft, deren Bedeutung jene der Krümmungsreaktion weit übertrifft.

§ 4. Versuchsmethode.

Die Versuche, welche in dieser ersten Arbeit über Licht und Wachstum angeführt werden, beziehen sich ohne Ausnahme auf die Sporangienträger von *Phycomyces nitens*. Da es sich hier darum handelt, diesen Gegenstand von Grund aus zu untersuchen, so habe ich es bevorzugt, das Verhalten einer einzigen Zelle zu prüfen, bevor die Untersuchungen auch auf vielzellige Organe ausgedehnt wurden. Ist doch die Kenntnis der Erscheinungen der einzelnen Zelle tatsächlich ein Bedürfnis zum Verständnis der Erscheinungen eines Zellkomplexes. Außerdem ist die Durchsichtigkeit der Sporangienträger für den Begriff der Lichtstrahlenwirkung von nicht geringer Bedeutung, weil der Gang der Lichtstrahlen in einem solchen Pflanzenorgan in physikalischer Hinsicht ziemlich einfach ist. Zudem ist das Wachstum dieser Sporangienträger etwa dreimal schneller als z. B. bei Avenakeimpflanzen, was gerade im Anfang beim Aufsuchen einer möglichen Beeinflussung des Wachstums vom Licht ein günstiger Umstand ist.

Die Kultur.

Der Pilz wird auf festgeknetetem Brot in kleinen Porzellantöpfen im Kulturkasten aufgezogen, also bei der Temperatur, bei der auch die Versuche angestellt werden. Die Töpfe mit dem Brot werden vor der Impfung an einer Flamme — also nur oberflächlich — sterilisiert. Die trocken gewordene Brotoberfläche wird mit ein oder zwei Tropfen Leitungswasser befeuchtet und darauf geimpft. Auf diese Weise kann man Infektionen während der Versuche ebenso lang fernhalten, als wenn man die Sterilisation mehr vorschrittsmäßig — aber auch mit mehr Mühe — vorgenommen hätte. Die erste Generation der Sporangienträger, welche nach zwei bis drei Tagen erscheint, wird abgebrannt. Die neue kräftigere Generation ist

nach ein oder zwei Tagen fertig. Für die Versuche werden nur Sporangienträger benutzt, welche eine Länge von 3 bis 4 cm haben und deren Sporangien grau oder bereits schwarz geworden sind. Jeden folgenden Tag hat man wieder eine neue Generation zu seiner Verfügung, bis nach einigen Tagen die Kulturen von Infektionen überwuchert sind. Die große Schwierigkeit ist nun aber, dafür zu sorgen, daß man nur wenige aufrechte Sporangienträger in jeder Kultur bekommt,

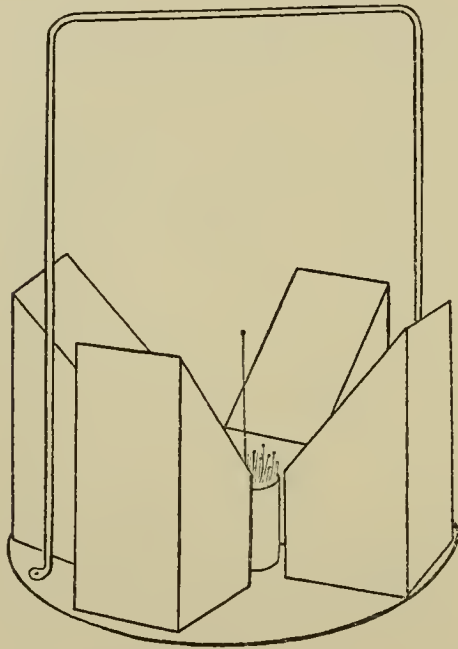


Fig. 3. Die Kultur inmitten der vier Spiegel auf einer Kupferplatte mit Bügel.

damit man bequem und schnell hieraus den besten wählen und die wenigen übrigen, welche bei der vier- oder achtseitigen Bestrahlung die Versuchszellen beschatten könnten, mit einer Pinzette ausziehen kann. Auf sehr verschiedene Weise habe ich dies zu erreichen versucht, doch kam ich immer wieder zu dem Schluß, daß es am besten ist, für ein normales Wachstum die Kultur unbedeckt zu lassen und einfach am vorigen Tage durch Ausziehen oder durch Anbrennen mit einem glühenden Federmesser die Kultur zu dezimieren. Die Kulturen sollen nicht in zu feuchter Luft aufgezogen werden, da die Sporangienträger

in einer etwas trockenen Luft kräftiger werden als in einer sehr feuchten Atmosphäre.

Der bei schwachem roten Licht ausgewählte Sporangienträger wird inmitten eines in Fig. 3 abgebildeten kleinen Gerüsts gestellt, wo er umgeben ist von einem Kreis von vier oder acht kleinen Spiegeln, welche einen Winkel von 45° zur Vertikalen bilden. Dieses Gerüst wird von oben her in das Kämmerchen des Versuchskastens im Zentrum aufgestellt, und das Kämmerchen wird wieder verschlossen mit den inneren und äußeren dicken Glasplatten, welche zum guten Abschluß auf einem Asbestrand angedrückt liegen, während zum Licht-

abschluß die kupferne Schiebewand vorgeschoben wird. Der Übergang vom Kulturkasten in den Versuchskasten dauert natürlich einige Minuten und ist eine leider unvermeidliche Unterbrechung der so konstant gehaltenen Versuchsbedingungen. Wenn man aber nur einige Zeit die Pflanze wieder in Ruhe läßt, so kann man am Wachstum deutlich bemerken, daß der Einfluß des Überbringens vorüber ist. Das anfangs mehr oder weniger unregelmäßige Wachstum nimmt nach kürzerer oder längerer Zeit seinen regelmäßigen Gang wieder auf. Ist auch die Temperatur des Kastens wieder ganz normal, so kann man ruhig den Versuch anfangen.

Die Messung des Wachstums.

Das Wachstum der Pflanze wird gemessen mittels eines Ablese-Mikroskops oder -Fernrohres, das mit dem Versuchskasten auf der steinernen Säule steht. Der Abstand von der Frontlinse bis zum Objekt beträgt bei einer 40maligen Vergrößerung ± 15 cm, so daß das Fernrohr gerade außerhalb des Versuchskastens bleibt und doch genügend vergrößert. Der Stand des Sporangiums ist an der Skala des Okularmikrometers abzulesen. Eine neue Schwierigkeit findet sich hier in der Benutzung des für die Beobachtung unentbehrlichen Lichtes. Das Licht, das einen Hintergrund bildet, gegen den die Pflanze als Silhouette hervortreten muß, soll rot und schwach sein und kurz dauern, damit die Pflanze keinen merklichen Einfluß von diesem Beobachtungslicht empfindet. Doch darf das Licht nicht zu schwach sein, denn die Beobachtung wird sonst sehr erschwert und dauert länger, so daß der Vorteil der schwächeren Belichtung wieder verloren geht durch eine längere Beobachtungszeit und eine ungenauere Ablesung. Also muß man hier je nach dem Objekte die günstigsten Umstände des Beobachtungslichtes aufsuchen. Besonders bei *Phycomyces* soll man vorsichtig sein mit dem roten Licht da, wie ich früher gezeigt habe (Bl. 1909 Seite 277) die Wirkung der gelben und roten Strahlen für *Phycomyces* bei weitem nicht so stark abnimmt wie für *Avena*.

Die schwache rote Lampe ist in einiger Entfernung von dem Hinterfenster des Versuchskastens aufgestellt. Ein Strom-

schlüssel für diese Lampe steht neben dem Fernrohr. Vor der Beobachtung werden die kupfernen SchiebWände des Vorder- und Hinterfensters weggeschoben. Die gewählte Beobachtungszeit wird an einer Uhr mit Sekundenzeiger mittels einer andern sehr schwachen roten Lampe abgelesen, und in diesem Momente wird mit dem Stromschlüssel die Beobachtungslampe eine kurze Weile eingeschaltet, der Stand des Sporangiums in dem Fernrohr abgelesen, die Lampe ausgeschaltet und die Kupferwände wieder vorgeschoben. Die Ablesungen werden gewöhnlich jede zweite bis fünfte Minute wiederholt, bisweilen auch mit kürzeren oder längeren Intervallen.

Die Belichtung.

Für die Bestrahlung der Pflanzen wurden zwei verschiedene Lichtquellen benutzt: eine Nernstlampe von ± 100 M.-K. und eine Nitralampe. Die Nernstlampe läßt ihr Licht horizontal auf einen Spiegel fallen, welcher unter 45° stehend die Strahlen senkrecht nach unten in das Kämmerchen wirft durch das obere Fenster. Das senkrecht von oben fallende Licht wird durch vier oder acht kleine dem Zentrum zugekehrten Spiegel horizontal reflektiert, wodurch das Pflänzchen vier oder achtteilig horizontal belichtet wird, während es durch eine kleine, runde Scheibe vor den direkt senkrecht von oben fallenden Strahlen geschützt wird. Um schwaches Licht zur Verfügung zu haben, wird die Entfernung der Versuchspflanze vergrößert, was wegen des kleinen Raumes im Dunkelzimmer nur durch Einfügung eines Spiegels zu erreichen war. Die Absorption der Spiegel und der dicken Glasfenster wurde in Rechnung gebracht bei der Lichtmessung, welche nach dem Lummer-Brodhunschen Photometersystem vorgenommen wurde. Für die Belichtung mit größeren Lichtmengen wurde die Nitralampe angewandt, deren Licht aus verschiedenen Entfernungen direkt senkrecht von oben in den Versuchskasten fiel. Die Strahlung dieser Nitralampe wird auf 3000 bis 4000 M.-K. angegeben. Das ist aber ein mittlerer Wert der Lichtstärke in verschiedener Richtung. Die Lichtstärke der hier nur in Betracht kommenden Strahlung senkrecht nach unten beträgt nach meiner Messung 8000 M.-K.

Es sei hier noch hervorgehoben, daß bei der Vergleichung dieser Lichtquelle mit dem so anders zusammengesetzten Lichte der Wallrathkerze immer ein grünblaues Glas vor das Auge gestellt wurde. Dieses Glas war das Wratten- η -Filter der Firma Wratten und Wainwright, Croydon, England. Es läßt besonders diejenigen Strahlen durch, für welche *Phycomyces* weitaus am empfindlichsten ist (Bl. 1909, S. 277). Deshalb gibt die gefundene Zahl viel richtiger das Verhältnis zwischen der Wirksamkeit der Lichtquelle und der Einheitskerze an. Schließlich sei hier noch darauf hingewiesen, daß also für die beabsichtigte radiärsymmetrische Belichtung eine acht oder vierteilige Bestrahlung gewählt wurde. Das hat sich nach längeren Überlegungen herausgestellt. Die Belichtung senkrecht von oben wurde ausgeschlossen, weil sie nur zu Fehlern hätte Anlaß geben können. Bei *Phycomyces* würde bei Idealstand des Sporangienträgers durch die Beschattung vom Sporangium das Licht die Zelle gar nicht erreichen, und falls der Stand nicht genau vertikal wäre, würde man nur eine fehlerhafte Belichtung erzielen. Auch konnte diese Belichtungsweise keine Anhaltspunkte geben zum Vergleich mit andern Pflanzen: die Belichtung von oben her bei *Phycomyces* mit ihrem schattenliefernden Sporangium wäre gar nicht zu vergleichen mit derselben Bestrahlung von z. B. *Avena*, wo die Strahlen auf die parabolöidförmige Spitze treffen würden. Besonders die Vergleichung dieser radiärsymmetrischen Belichtung mit dem Tatsachenmaterial der häufig angewandten einseitigen Bestrahlung war allein schon Veranlassung, diese radiärsymmetrische Belichtung in Form einer horizontalen seitlichen Bestrahlung auszuführen. Dies zu erreichen durch Rotieren des Pflanzenorgans, wie es u. a. in den Versuchen von Vines, Errera und Arisz (1913) vorgenommen wurde, war wegen der häufigen sehr genauen Wachstumsmessungen — und auch aus andern Gründen — nicht ausführbar. Ganz einfach war das Ziel zu erreichen auf die oben beschriebene Weise, besonders weil man bei der Messung doch nur eine Pflanze zugleich beobachten konnte. Dabei wird also das senkrecht von oben fallende Licht von den Spiegeln horizontal nach der im Zentrum stehenden Pflanze reflektiert.

Nach diesem Prinzip kommt man theoretisch dazu, den reflektierenden Spiegeln die Form der inneren Wand eines umgekehrten Kegelmantels zu geben, wobei die Versuchspflanze gerade in der Achse des Kegels steht. Damit wird man eine allseitige radiärsymmetrische Belichtung erreichen, deren Strahlen außerdem überall senkrecht auf die Zellwand treffen. Dabei würden aber alle Strahlen zu einer scharfen Brennnlinie inmitten der Zelle konzentriert, was erstens leicht zu Verletzungen oder anderen Nebenerscheinungen Anlaß geben könnte. Zweitens hätte man darin eine Quelle vieler ungeheurer Fehler bei denjenigen Pflanzen — und das würden

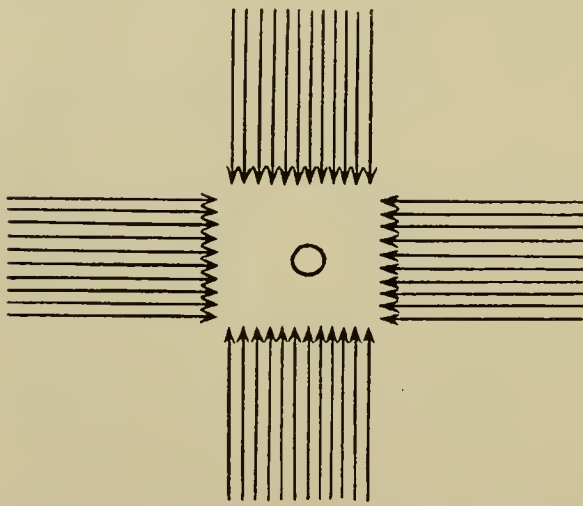


Fig. 4. Der Sporangienträger inmitten der vierseitigen horizontalen Belichtung.

wohl die sämtlichen Pflanzen sein —, deren Achse nicht genau mit der Brennnlinie zusammenfiel. Und schließlich könnte man diese Beleuchtungsweise mit stark konvergentem Licht wieder nicht vergleichen mit den einseitigen Belichtungen, welche, praktisch genommen, mit parallelem Licht ausgeführt sind. Deshalb wurde zu einer achtseitigen Bestrahlung mittels dieser Spiegel geschritten. Später bin ich dazu übergegangen, statt acht nur vier Spiegel zu benutzen, weil damit die Aufstellung viel leichter auszuführen ist. Wenn man nämlich vier Spiegel gebraucht, so können diese breiter sein, um noch innerhalb des durch das Oberfenster kommenden Lichtbündels zu bleiben, als wenn man acht Spiegel benutzt, und deshalb braucht man gar nicht so viel Sorgfalt aufzuwenden, daß das Pflänzchen wirklich innerhalb des Strahlenbezirks aller vier Spiegel zu stehen kommt, als bei der Belichtung mittels acht schmalerer Spiegel (Fig. 4). Von den vielen anfänglichen Versuchen mit acht Spiegeln werden hier nur drei angeführt, während später nur mit vier Spiegeln gearbeitet wurde. Die Resultate lassen keinen Unterschied erkennen, nur muß man natürlich darauf achten,

wohl die sämtlichen Pflanzen sein —, deren Achse nicht genau mit der Brennnlinie zusammenfiel. Und schließlich könnte man diese Beleuchtungsweise mit stark konvergentem Licht wieder nicht vergleichen mit den einseitigen Belichtungen, welche, praktisch genommen, mit parallelem Licht ausgeführt sind. Deshalb wurde zu einer achtseitigen Bestrahlung mittels dieser

daß bei acht Spiegeln der Pflanze die doppelte Lichtmenge zugeführt wird.

Die Versuchstemperatur. Die Versuche wurden angefangen bei einer Temperatur von genau 22° . Doch war zu bemerken, daß die Sporangienträger für die Versuche besser aufgezogen werden bei niedriger Temperatur. Nur die drei angeführten Versuche mit achtseitiger Belichtung wurden bei 22° C angestellt. Bei allen übrigen Versuchen war die Temperatur $17,54^{\circ}$ — $17,59^{\circ}$ C. Während also bei jedem Versuch für sich die Temperatur die oben beschriebene hohe Konstanz aufwies, schwankt außerdem die Temperatur in den verschiedenen Versuchen nicht mehr als um $\frac{1}{20}^{\circ}$ C.

§ 5. Die Versuche mit 210 M.-K.-S. (14 M.-K. \times 15 S.).

Die Versuche wurden angefangen mit einer achtseitigen Belichtung von 210 M.-K.-S., das ist $8 \times$ eine Belichtung, welche bei einseitiger Bestrahlung eine deutliche Krümmung hervorruft. Als nun nach dieser Belichtung auf die oben beschriebene Weise das Wachstum weiter beobachtet wurde, trat eine Reaktion auf, welche ganz unerwartet war und welche um so deutlicher hervortrat, je schneller die Beobachtungen nach der Belichtung aufeinander folgten. Obwohl man anfangs bei einer so frappanten, aber doch unbekanntem Erscheinung seinen Augen nicht traut, so war doch bald jeder Zweifel verschwunden, als es sich herausstellte, daß es keine einzige Zelle gab, welche nach der Bestrahlung nicht sehr deutlich dieselbe Reaktion zeigte.

Es werden hier aus den vielen Versuchen mit 210 M.-K.-S. 9 Tabellen angeführt. Die Versuche der Tabellen 1—3 sind mit acht, jene der Tabelle 4—9 mit vier Spiegeln ausgeführt. Unter Verweisung auf diese Tabellen will ich hier die Reaktion mit ihren Kardinalpunkten und zugleich die Anordnung der weiteren Tabellen besprechen. In der oberen Reihe werden die Beobachtungszeiten in Minuten angegeben. In allen Tabellen ist das so eingerichtet, als hätte die Belichtung immer um 0 Minuten stattgefunden.

Die Minuten der folgenden Beobachtungen geben also direkt die Zeit, welche seit der Belichtung verflossen ist. Die Zeit

vor der Belichtung steigt bis 60 Min. (= Zeit der Belichtung) hinauf. In der unteren Reihe steht das mittlere Wachstum pro Minute in der zwischen zwei Beobachtungen verlaufenen Zeit. Dieser Wachstumswert ist in Skalenteilen ausgedrückt, wobei ein Skalenteil = 49μ ist. Es ließen sich nun die folgenden Erscheinungen feststellen und zwar bei sämtlichen Versuchen:

1. Das Wachstum bleibt nach der Belichtung während 2—4, im Mittel während $3\frac{1}{2}$ Minute, vollkommen dasselbe wie vor der Belichtung.

2. Nach $\pm 3\frac{1}{2}$ Minuten wird das Wachstum auf einmal rasch und kräftig beschleunigt und erreicht gewöhnlich nach 6—8 im Mittel nach 7 Minuten seinen höchsten Wert.

3. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist um diese Zeit mindestens $2 \times$, im Mittel $2\frac{1}{4}$ oder $2\frac{1}{2} \times$ größer als dem Normalwert entspricht. Es wurden aber auch Fälle beobachtet, wo sie auf den vierfachen Normalwert gesteigert wurde (u. a. Tab. 9).

4. Darauf nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit wieder ab und erreicht nach 10—18, im Mittel nach 14 Minuten den Normalwert.

5. Die Geschwindigkeitsabnahme bleibt aber fast niemals hierauf stehen. Die Abnahme wird noch weiter fortgesetzt, so daß das Wachstum auf $\pm 75\%$ des Normalwertes sinkt, um darauf wieder zu steigen und schließlich nach 20—24 Minuten die normale Geschwindigkeit zu erreichen und weiter beizubehalten.

Das ist der Verlauf der Reaktion, welche das Wachstum einer im Dunkelgleichgewicht befindlichen Zelle aufweist, nach der Bestrahlung mit einer mäßigen Lichtmenge. Für diese Reaktion des Wachstums auf Licht schlage ich den einfachen Namen »Photowachstumsreaktion« vor. Will man vorsichtig sein mit diesem Ausdruck, oder wird es sich herausstellen, daß es noch ganz andere Reaktionen des Wachstums auf Licht gibt, welche gar nicht unter den Gesichtspunkt der hier beschriebenen Reaktion fallen, so können wir jedenfalls reden von der primären Photowachstumsreaktion, weil wir es hier zu tun haben mit der ersten Reaktion, welche das Dunkelwachstum nach einer Belichtung aufweist. Da wir aber schon die sehr komplizierten,

bei langwährender Belichtung auftretenden Änderungen in der Gestaltung der Pflanze, welche nicht nur das Wachstum, aber auch andere Prozesse betreffen, als »photomorphotische« Wirkung unterscheiden, da wird es vielleicht schon genügen, wenn wir hier einfach reden von der Photowachstumsreaktion.

Die Tab. 1 bis 9 geben also Beispiele dieser Reaktion bei Bestrahlung durch 210 M.-K.-S. von vier oder acht Seiten. Außerdem findet man in Fig. 5 E eine Kurve der Reaktion, welche aus den mittleren Werten der gefundenen Zahlen zusammengestellt ist. Natürlich wird man bei den Zahlen der Tabelle bald bemerken, daß erstens die individuelle Variation ziemlich groß ist: das Dunkelwachstum variiert gewöhnlich bei der Temperatur von $17\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ von $0,5$ bis $1,00$ Skalenteile pro Minute. Nur ausnahmsweise ist das Wachstum geringer oder schneller. Es wurden auch mehrere Versuche mit sehr träge wachsenden Individuen angestellt, von denen Tab. 2 ein Beispiel gibt. Es ist nun wichtig, hier hervorzuheben, daß auch bei den sehr langsam wachsenden Individuen die Photowachstumsreaktion genau dieselbe war und bei 210 M.-K.-S. verhältnismäßig eine ebenso starke Wachstumsbeschleunigung aufwies.

Bei der Untersuchung zahlreicher Sporangienträger begegnet man bisweilen Individuen, welche anscheinend doch auch ganz gesund sind, aber fast kein Wachstum zeigen, d. h. im Laufe einer Stunde nehmen sie gar nicht oder nur wenige Skalenteile an Länge zu. Ich habe auch bei derartigen Individuen versucht, ob das Licht — wie man wohl an anderen Objekten festgestellt hat — vielleicht auslösend wirken und zeitlich das Wachstum hervorrufen könnte. Dies war aber nicht der Fall. Nun kann man natürlich sagen, gerade diese Exemplare zeigen, daß sie nicht gesund sind, doch würde dies völlig stimmen mit dem Befund bei den sehr langsam wachsenden Zellen, welche ungefähr mit einer proportionalen Wachstumsbeschleunigung auf die Bestrahlung reagieren.

Neben der individuellen Variation in der Wachstumsgeschwindigkeit bemerkt man die Schwankungen in den Zahlen des Dunkelwachstums. Diese können teils echte Schwankungen im Wachstum sein, teils können sie als Beobachtungsfehler angesehen werden. Sie sind aber nicht sehr beträchtlich. Nur

bei den schwachen Belichtungen werden diese Wachstumschwankungen und Beobachtungsfehler störender, worauf später näher hingewiesen wird.

Außerdem muß man besonders darauf achten, daß die Zahlen stark abhängen von der Frequenz der Beobachtungen. Es ist unbedingt nötig zum Auffinden des Reaktionsverlaufs, die Beobachtungen nach der Belichtung rascher aufeinander folgen zu lassen. Doch ist klar, daß dabei der Fehler der für das Wachstum pro Minute angegebenen Zahlen größer wird und daß zudem die Anzahl der Beobachtungen beschränkt bleiben muß, damit nicht das Licht der roten Lampe eine Rolle spielt. Diese Schwierigkeiten der Versuchsmethode werden hier nur angeführt, um die Unvollkommenheit zu entschuldigen. Wohl kann man natürlich die Genauigkeit der mittleren Werte viel weiter treiben durch eine größere Zahl von Versuchen. Aber bei der Ausdehnung der Versuche muß man doch immer sich die Frage stellen, ob eine gewisse weitere Steigerung der Genauigkeit bei Aufwand von viel mehr Zeit und Mühe für das bessere Verständnis der Sache noch lohnend ist. Und so habe ich mich hier besonders mit *Phycomyces* bei jeder Lichtmenge auf eine gewisse Anzahl von Versuchen beschränkt, denn jeder, der sich mit diesen Untersuchungen an *Phycomyces* beschäftigt wird, bemerkt bald, wie viele Versuche mißlingen, bevor man eine genügende Zahl brauchbarer Versuche gesammelt hat. So ist bei dem einen Sporangienträger das Wachstum aus irgendeiner Ursache sehr unregelmäßig, oder nimmt bei einem anderen stark ab, oder es tritt eine kleine Krümmung auf, welche die Fortsetzung der Messung unmöglich macht, oder man macht selbst bei der Ablesung der Zeit oder des Wachstums bei dem schwachen Lichte irgendeinen Fehler usw. Weiter will ich die Schwierigkeiten nicht hervorheben. Es war aber gut, einmal auf sie hinzuweisen zum Verständnis der kleinen Unregelmäßigkeiten in den Zahlen.

Man kann nun weiter die Zahlen der Tabellen von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachten. Erstens ist es wichtig, auf den zeitlichen Verlauf der Reaktion zu achten, wobei sich die folgenden Zeitpunkte hervorheben:

1. Der Zeitpunkt, in welchem die Wachstumsbeschleunigung

anfängt. Wie gesagt liegt dieser Moment $\pm 3\frac{1}{2}$ Minuten nach dem Anfang der Belichtung von 210 M.-K.-S. Er ist ziemlich scharf zu bestimmen, da die Beschleunigung sehr kräftig auftritt. Besonders ist hier noch zu betonen, daß die Beschleunigung also nicht direkt mit der Belichtung langsam anfängt, sondern daß eine wesentliche Reaktionszeit von 2 bis 4 Minuten existiert.

2. Der Zeitpunkt, in welchem das Wachstum seinen Höhepunkt erreicht. Er ist ebenfalls ziemlich genau festzustellen und schwankt wenig. In den Tabellen wurde dafür das Mittel jener Periode angenommen, welche das höchste Wachstum aufwies. Die Fehler werden dabei selten größer als $\frac{1}{2}$ Minute sein können.

3. Die Zeit, in welcher das Wachstum unter den normalen Wachstumswert herabfällt und 4. die Zeit, in welcher das Wachstum wieder ganz normal geworden ist. Diese beiden Zeitpunkte sind nicht so scharf ausgeprägt und variieren etwas stärker.

In den Bemerkungen unter den Zahlen der Tabellen findet man die ersten zwei Zeitpunkte der Reaktion aufgezeichnet. Ich habe davon abgesehen, auch die Zeit anzugeben, in der das Wachstum gerade seinen minimalen Wert erreicht, weil diese Zeit in den meisten Versuchen wenig scharf ausgeprägt ist.

Neben dem zeitlichen Verlauf der Reaktion muß man achten auf den Betrag der Wachstumsbeschleunigung. Erstens kann man den höchsten Wert, zu welcher die Wachstumsgeschwindigkeit aufsteigt, feststellen. Da bei den gefundenen Zahlen dieser höchste Wert doch immer ein mittlerer Wert ist während $1\frac{1}{2}$ oder 2 Minuten, so ist wahrscheinlich das maximale Wachstum noch etwas höher, als die Zahlen angeben. Dieser höchste Wachstumswert wird in den Tabellen in Prozenten des Normalwertes ausgedrückt. Man wird sehen, daß dieser Wert stark schwankt in den Versuchen mit der gleichen Lichtmenge. Vielleicht wird er aber bei weniger variierenden Versuchsobjekten eine größere Stabilität aufweisen.

Außer der Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit kann man auch den Gesamtbetrag der Wachstumssteigerung bestimmen. Man berechnet also, wieviel die Pflanze mehr an Länge zugenommen hat, als wenn sie normal weiter gewachsen

wäre. Dabei kann man achten auf die Wachstumsvergrößerung, welche die Zelle anfänglich in ihrer Beschleunigungsperiode aufweist, oder man kann den wirklichen Wachstumsgewinn berechnen, welchen die Pflanze während der ganzen Reaktion erfährt, wobei also auch die spätere Wachstumsverringerng mit in Betracht gezogen ist. Ich habe es bevorzugt, die anfängliche Wachstumsvergrößerung anzugeben, also ohne die Wachstumsverringerng, da meines Erachtens diese Wachstumsverringerng nur sekundär auftritt. Die Wachstumsvermehrung wird aber nicht einfach in Skalenteilen angegeben, da sie abhängig ist von dem Normalwert der betreffenden Versuchspflanze. Um also diese Größe in den verschiedenen Versuchen zur gegenseitigen Vergleichung unabhängig zu machen von der individuellen Wachstumsgröße, werden die Zahlen der Skalenteile der Wachstumsvermehrung dividiert durch den Normalwert des Wachstums. Die Größe der Wachstumsvermehrung wird also ausgedrückt in »Wachstumsminuten«. So hat also die Bestrahlung mit 210 M.-K.-S. der Versuchspflanze von Tab. I eine Wachstumsvergrößerung von vier »Wachstumsminuten« gegeben, d. h. die Pflanze erfährt durch die Bestrahlung eine Extralängenzunahme, für die sie selbst im Dunkeln eine Zeit von 4 Minuten brauchen würde. Man sieht, daß auch dieser Wert, der im Mittel 9,81 Wachstumsminuten beträgt, erhebliche Schwankungen zeigt.

Auf den Wert und die Anwendung dieser Größe werde ich später noch zurückkommen; zum Verständnis der Tabellen war es aber nötig, schon hier auf sie hinzuweisen.

Tabelle 1. Achtseitige Belichtung mit 210 M.-K.-S.

Zeit	36 ¹ / ₂	43	50 ¹ / ₂	59	3 ¹ / ₂	5	6 ¹ / ₂	8	9 ¹ / ₂	11	14	19	23	26	30
Wachstumswert	0,77	0,87	0,88	0,89	1,83	1,50	1,33	1,00	0,67	0,58	0,65	0,81	0,75	0,81	

Mittleres Wachstum 0,85; Anfang der Reaktion nach 3¹/₂ Minuten; Höhepunkt nach ± 4¹/₂ Minuten; höchster Wert 215%; Wachstumsvergrößerung 4 Wachstumsminuten.

Tabelle 2. Achtseitige Belichtung mit 210 M.-K.-S.

Zeit	47 ¹ / ₂	58 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	4	6	8	10	12	15	20	30
Wachstumswert	0,36	0,33	0,40	0,50	0,75	0,75	0,50	0,50	0,35	0,38	

Mittleres Wachstum 0,36; Anfang der Reaktion nach ± 3 Minuten; Höhepunkt nach 8 Minuten; höchster Wert 214%; Wachstumsvergrößerung 7,33 Wachstumsminuten.

Tabelle 3. Achtseitige Belichtung mit 210 M.-K.-S.

Zeit	$53\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$	$5\frac{3}{4}$	$7\frac{3}{4}$	$9\frac{3}{4}$	$11\frac{3}{4}$
Wachstumswert	0,88	0,88	2,00	2,25	1,00	0,75	

Mittleres Wachstum 0,88; Anfang der Reaktion nach $3\frac{3}{4}$ Minuten; Höhepunkt nach 6 Minuten; höchster Wert 256%; Wachstumsvergrößerung 5,92 Wachstumsminuten.

Tabelle 4. Vierseitige Belichtung mit 210 M.-K.-S.

Zeit	51	56	59	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Wachstumswert	0,65	0,75	0,75	0,88	1,25	1,50	1,38	0,88	0,75	0,50	0,50	
Zeit		20	23	26	29							
Wachstumswert	0,63	0,75	0,75	0,68								

Mittleres Wachstum 0,70; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 7 Minuten; höchster Wert 214%; Wachstumsvergrößerung 6,8 Wachstumsminuten.

Tabelle 5. 210 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	49	59	1	3	5	7	9	11	13	16	19	22
Wachstumswert	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	0,83	1,00	0,83	0,67	0,42	0,42	
Zeit		25	29	$35\frac{1}{2}$	$39\frac{1}{2}$	$43\frac{1}{2}$						
Wachstumswert	0,50	0,44	0,50	0,50	0,50							

Mittleres Wachstum 0,50; Anfang der Reaktion nach 5 Minuten; Höhepunkt nach 10 Minuten; höchster Wert 200%; Wachstumsvergrößerung 7 Wachstumsminuten.

Tabelle 6. 210 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$44\frac{1}{2}$	$47\frac{1}{2}$	$50\frac{1}{2}$	$55\frac{1}{2}$	$58\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,67	0,67	0,65	0,67	0,67	0,63	0,75	1,25	1,50	
Zeit		$11\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$				
Wachstumswert	1,13	0,75	0,58	0,50						

Versuch abgebrochen wegen eintretender Krümmung.

Mittleres Wachstum 0,66; Anfang der Reaktion nach 4 Minuten; Höhepunkt nach 8 Minuten; höchster Wert 227%; Wachstumsvergrößerung 6,29 Wachstumsminuten.

Tabelle 7. 210 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$46\frac{1}{2}$	$49\frac{1}{2}$	53	56	59	3	4	6	8	10	12	15
Wachstumswert	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,25	1,63	1,63	1,25	1,25	0,83	
Zeit		18	21	24	27	30	33					
Wachstumswert	0,67	0,50	0,42	0,50	0,50	0,50						

Mittleres Wachstum 0,50; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 6 Minuten; höchster Wert 326%; Wachstumsvergrößerung 19,5 Wachstumsminuten.

Tabelle 8. 210 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	43	51	2	4	6	8	10	12	14	18	21	24 ^{1/2}
Wachstumswert	0,69	0,68	0,88	1,25	2,75	2,63	2,00	1,63	1,00	0,58	0,64	

Mittleres Wachstum 0,68; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 7 Minuten; höchster Wert 404 0/0; Wachstumsvergrößerung 22,60 Wachstumsminuten.

Tabelle 9. 210 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	48	51	54	57	1	3	5	7	9	11	13	15
Wachstumswert	0,75	0,67	0,75	0,75	0,88	1,00	1,63	1,63	1,13	1,00	0,63	
Zeit		17 ^{1/2}	19 ^{1/2}	21 ^{1/2}	23 ^{1/2}	25 ^{1/2}	27 ^{1/2}	31 ^{1/2}	34 ^{1/2}			
Wachstumswert	0,60	0,50	0,63	0,75	0,75	0,75	0,81	0,75				

Mittleres Wachstum 0,73; Anfang der Reaktion nach 2 Minuten; Höhepunkt nach 7 Minuten; höchster Wert 223 0/0; Wachstumsvergrößerung 7,86 Wachstumsminuten.

§ 6. Versuche mit 30, 4, 1 und 1/4 M.-K.-S.

30 M.-K.-S.

Nach den achtseitigen Belichtungen mit 210 M.-K.-S. wurden auch Versuche bei achtseitiger Belichtung mit 56 M.-K.-S. angestellt. Diese ließen schon deutlich erkennen, daß die Reaktion schwächer war als bei 210 M.-K.-S. und die Reaktionshöhe fast niemals über 200 0/0 aufstieg. Diese Versuche werden hier nicht angeführt, weil alle weiteren Belichtungen mit vier Spiegeln gemacht wurden. Die Tab. 10 bis 14 und Fig. 5 D geben die Resultate nach vierseitiger Bestrahlung mit 30 M.-K.-S. (2 M.-K. \times 15 S.). Die Reaktion ist merklich schwächer als bei der vorigen Belichtung; doch schwanken die Zahlen so stark, daß die höheren Werte der Reaktionshöhe die niederen und sogar die mittleren Werte bei 210 M.-K.-S. überschreiten können. Während die Belichtung siebenmal geringer ist, scheint die Reaktion verhältnismäßig wenig abgeschwächt. Man kann die Resultate ungefähr folgendermaßen zusammenfassen:

Die Reaktionszeit ist noch genau die gleiche wie bei 210 M.-K.-S., beträgt also im Mittel 3^{1/2} Minuten. Die Reaktionshöhe wird ebenfalls nach derselben Zeit, also nach \pm 7 Minuten erreicht. Die Reaktionshöhe steigt nur sehr selten über 200 0/0, beträgt im Mittel 175 bis 200 0/0. Die Wachstumsbeschleunigung dauert etwas weniger lange und ist im Mittel

nach $11\frac{1}{2}$ Minuten, statt 14 Minuten bei 210 M.-K.-S., beendet. Die Wachstumsverringering verläuft ungefähr wie bei den vorigen Belichtungen, sinkt nicht so tief, scheint aber wohl eben so lang oder noch länger zu dauern. Die Zahlen für die gesamte Wachstumsvergrößerung schwanken wieder sehr erheblich, aber doch ist die durch die Bestrahlung erhaltene Wachstumsvermehrung deutlich ungefähr um die Hälfte geringer als bei 210 M.-K.-S. ($\pm 4,93$ Wachstumsminuten).
4 M.-K.-S.

Die Belichtungsmenge wurde weiter verringert, um zu bestimmen, ob bei kleinen Lichtmengen noch eine meßbare Wachstumsvergrößerung festzustellen ist (Tab. 15 bis 20; Fig. 5 C). Es folgen hier die Versuche mit 4 M.-K.-S. (2 M.-K. \times 2 S.). Obwohl die Reaktion wieder merklich abgeschwächt ist, so ist sie doch noch sehr deutlich und bequem festzustellen. Die Reaktionszeit scheint jetzt etwas länger zu werden; wenigstens betrug sie nach den Versuchen im Mittel 4 Minuten statt $3\frac{1}{2}$ Minuten. Doch ist diesem kleinen Unterschied noch nicht mit Gewißheit irgendwelcher Wert beizulegen.

Die Reaktionshöhe wird wieder nach ± 7 Minuten erreicht, sie steigt im Mittel auf $\pm 155\%$, statt 175 bis 200% bei 30 M.-K.-S. Auch ist die Wachstumsbeschleunigung früher abgelaufen (nach $\pm 10\frac{1}{2}$ Minuten, statt $\pm 11\frac{1}{2}$ Minuten bei 30 M.-K.-S. Die Abnahme des Wachstums unter den Normalwert tritt wieder deutlich auf, aber die ganze Reaktion ist schon nach ± 16 Minuten

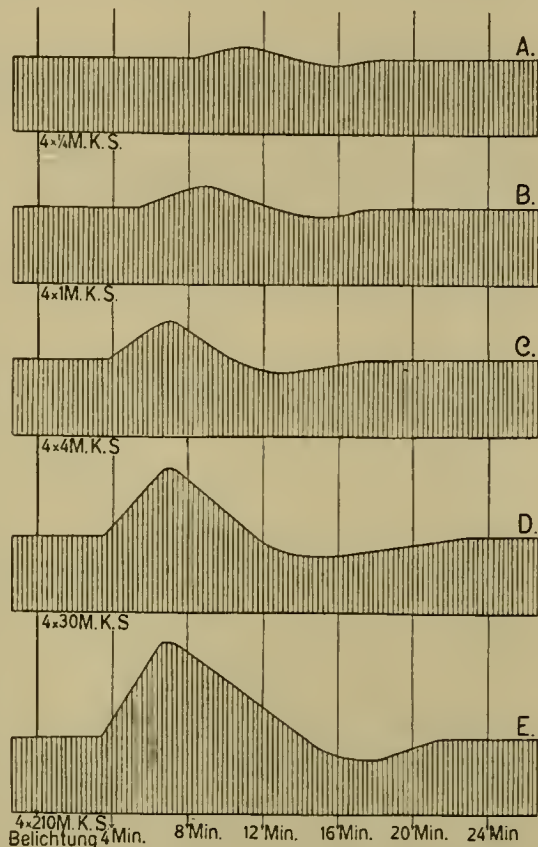


Fig. 5. A bis E. Schema der Photowachstumsreaktion bei verschiedener Lichtmenge. Auf der Abszisse ist die Zeit angegeben durch vertikale Linien, deren Entfernungen vier Minuten darstellen. Die Ordinaten geben das Verhältnis der Wachstumsgeschwindigkeit.

beendet. Der ganze Betrag der Wachstumsvergrößerung ist wieder stark vermindert und beträgt nur ungefähr die Hälfte ($\pm 2,52$ Wachstumsminuten) der bei 30 M.-K.-S. festgestellten. Man sieht, daß die Werte wieder regelmäßig abgenommen haben und daß von einer wirklichen Schwelle noch nichts zu spüren ist.

1 und $\frac{1}{4}$ M.-K.-S.

Es werden die Bestimmungen jetzt stets schwieriger. Die Photowachstumsreaktion wird geringer und verläuft flacher, wodurch sie vielfach schwierig zu unterscheiden ist von den gewöhnlichen Schwankungen im Wachstum, welche veranlaßt werden durch innere Ursachen oder Messungsfehler. Sieht man sich die Zahlen an, so versteht man wohl, daß ein Messungsfehler von $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{8}$ Skalenteil einen erheblichen Unterschied zwischen zwei kurz aufeinander folgenden Wachstumswerten geben kann, — und wie leicht macht man bisweilen bei der kurzen, schwachen, roten Belichtung im Fernrohr derartige Fehler! Im Vergleich zu der kräftigen Reaktion bei den vorigen Lichtmengen kamen diese Schwankungen kaum in Betracht. Bei der schwachen, nur kaum feststellbaren Reaktion sind sie aber relativ groß und erschweren die genaue Bestimmung der Reaktion. Obwohl also der Prozentsatz der durch irgendeine Ursache mißlungenen Versuche hier erheblich zunimmt, so ist immerhin das Resultat auch bei den folgenden winzigen Lichtmengen noch mit Gewißheit festzustellen.

Bei Belichtungen mit 1 M.-K.-S. ($2 \text{ M.-K.} \times \frac{1}{2} \text{ S.}$) ist die Reaktionszeit stark verlängert und beträgt $\pm 5\frac{1}{2}$ Min. (Tab. 21 bis 26; Fig. 5 B). Der Höhepunkt wird entsprechend später erreicht nach ± 9 Min., die Beschleunigung ist nach ± 13 Min. beendet. Während die ganze Reaktion also verschoben ist, findet man auch hier, daß sie nicht nur schwächer geworden ist, sondern auch kürzer dauert. Die Reaktionshöhe beträgt noch $\pm 130\%$ des Dunkelwachstums; auch hat die Wachstumsverringering entsprechend abgenommen. Die ganze Reaktion ist im Mittel nach $\pm 17\frac{1}{2}$ Min. abgelaufen. Der Betrag der Wachstumsvergrößerung ist im Mittel $1,62$ Wachstumsminuten.

Da auch noch bei 1 M.-K.-S. die Reaktion festzustellen war, wurde die Belichtung noch einmal auf den vierten Teil ab-

geschwächt. Auch bei dieser Beleuchtung mit $\frac{1}{4}$ M.-K.-S. (2 M.-K. \times $\frac{1}{8}$ S.) hatte die Reaktion entsprechend abgenommen, war aber doch — trotz der Schwierigkeiten — noch durch Messung festzustellen (Tab. 27 bis 31; Fig. 5 A). Die Reaktion tritt noch später ein, im Mittel nach $8\frac{1}{2}$ Min.; der Höhepunkt wird nach ± 11 Min., das Ende der Beschleunigung nach ± 14 Min. erreicht. Die Reaktion ist also noch weiter von der Zeit der Belichtung entfernt und dauert etwas weniger lange. Die Reaktionshöhe beträgt im Mittel $\pm 120\%$, doch kann diese Zahl wegen der obengenannten Ursachen ziemlich ungenau sein. Die Wachstumsverringering, welche so viel kleiner ist als die Beschleunigung, war natürlich noch schwieriger zu messen, doch wurde sie in den meisten Versuchen ebenfalls nachgewiesen. Der Betrag der anfänglichen Wachstumsvergrößerung ist im Mittel $\pm 0,89$ Wachstumsminuten.

Ich habe davon abgesehen, die Wirkung von noch geringeren Lichtmengen zu prüfen, weil ich glaube, bei der angewandten Versuchsmethode an der Grenze der mit Genauigkeit meßbaren Reaktion angelangt zu sein. Die mit $\frac{1}{4}$ M.-K.-S. bestrahlten Versuchspflanzen sind während der ganzen Beschleunigungsperiode im Mittel nur $\frac{3}{4}$ Skalenteil mehr gewachsen als die nicht belichteten Pflanzen. Man versteht wohl, daß es äußerst schwierig wird, einen noch geringeren Effekt bei geringeren Lichtmengen mit Gewißheit zu messen. Aber während hier die schwierigen Umstände der Wachstumsmessung eine Grenze stellen, so ist doch der Wirkung des Lichtes auch in diesen winzigen Lichtmengen durchaus keine wirkliche Grenze gezogen. Während man den Effekt bei den immer kleiner werdenden Energiemengen auch jedesmal verringert findet, ist von einer Annäherung an eine wirkliche Schwelle oder Grenze gar nichts zu spüren. Ich werde aber später noch auf die gefundenen Zahlen und die daraus ableitbare Beziehung zwischen Lichtmenge und Reaktionsgröße näher zurückkommen.

Tabelle 10. 30 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$53\frac{1}{2}$	$58\frac{1}{2}$	2	4	6	8	$10\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$	19	22
Wachstumswert	0,63	0,64	0,63	1,00	1,25	0,80	0,50	0,55	0,58	

Mittleres Wachstum 0,63; Anfang der Reaktion nach 4 Minuten; Höhepunkt nach 7 Minuten; höchster Wert 200% ; Wachstumsvergrößerung 3,81 Wachstumsminuten.

Tabelle 11. 30 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	45	49	57	1	3	5	7	9	11	13	15	17	21
Wachstumswert	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00	0,75	0,63	0,63	0,75	0,75	

Mittleres Wachstum 0,75; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 6 Minuten; höchster Wert 133 0/0; Wachstumsvergrößerung 2,00 Wachstumsminuten.

Tabelle 12. 30 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	39 ¹ / ₂	46 ¹ / ₂	49	52 ¹ / ₂	56	1	3	5	7	9	11
Wachstumswert	0,96	0,95	0,93	1,00	1,00	0,94	0,88	1,38	1,50	0,94	
Zeit	15	18	21 ¹ / ₂	26							
Wachstumswert	0,59	0,67	0,79	0,86							

Mittleres Wachstum 0,96; Anfang der Reaktion nach 5 Minuten; Höhepunkt nach 7 Minuten; höchster Wert 156 0/0; Wachstumsvergrößerung 1,98 Wachstumsminuten.

Tabelle 13. 30 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	53	56	59	2	4	5	7	9	11	13 ¹ / ₂	16 ¹ / ₂
Wachstumswert	0,75	0,67	0,67	0,81	0,88	1,13	1,38	1,25	0,80	0,58	
Zeit	19 ¹ / ₂	22 ¹ / ₂	25 ¹ / ₂								
Wachstumswert	0,50	0,63	0,63								

Mittleres Wachstum 0,69; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 8 Minuten; höchster Wert 200 0/0; Wachstumsvergrößerung 5,88 Wachstumsminuten.

Tabelle 14. 30 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	46	49 ¹ / ₂	52 ¹ / ₂	55 ¹ / ₂	58 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂	8 ¹ / ₂	10 ¹ / ₂
Wachstumswert	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,83	1,25	1,88	1,69	
Zeit	14	17	20	23	26	29	31	34		
Wachstumswert	1,29	0,75	0,54	0,42	0,58	0,71	0,75	0,71		

Mittleres Wachstum 0,67; Anfang der Reaktion nach \pm 3 Minuten; Höhepunkt nach 7¹/₂ Minuten; höchster Wert 280 0/0; Wachstumsvergrößerung 13,05 Wachstumsminuten.

Tabelle 15. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	46 ¹ / ₂	49 ¹ / ₂	52 ¹ / ₂	57 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	3 ¹ / ₂	5 ¹ / ₂	8 ¹ / ₂	10 ¹ / ₂	12 ¹ / ₂
Wachstumswert	0,92	0,92	0,90	1,00	1,00	0,88	1,25	1,25	1,00	
Zeit	14 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂	22 ¹ / ₂	27 ¹ / ₂	31 ¹ / ₂	35 ¹ / ₂				
Wachstumswert	0,75	0,83	0,80	0,80	0,88	1,00				

Mittleres Wachstum 0,93; Anfang der Reaktion nach 5¹/₂ Minuten; Höhepunkt nach 8¹/₂ Minuten; höchster Wert 134 0/0; Wachstumsvergrößerung 1,87 Wachstumsminuten.

Tabelle 16. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$4^{2\frac{1}{2}}$	$4^{5\frac{1}{2}}$	0	3	5	7	9	11
Wachstumswert	0,58	0,60	0,63	0,81	0,75	0,56	0,63	

Mittleres Wachstum 0,60; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 4 Minuten; höchster Wert 135%; Wachstumsvergrößerung 1,22 Wachstumsminuten.

Tabelle 17. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$5^{2\frac{1}{2}}$	$5^{5\frac{1}{2}}$	$1^{\frac{1}{2}}$	$2^{\frac{1}{2}}$	$4^{\frac{1}{2}}$	$6^{\frac{1}{2}}$	$8^{\frac{1}{2}}$	$10^{\frac{1}{2}}$	$13^{\frac{1}{2}}$
Wachstumswert	0,79	0,80	0,88	0,81	1,13	1,56	1,31	0,75	
Zeit	17	19	21	$24^{\frac{1}{2}}$	$27^{\frac{1}{2}}$	$31^{\frac{1}{2}}$	$35^{\frac{1}{2}}$		
Wachstumswert	0,61	0,75	0,75	0,86	0,75	0,81	0,88		

Mittleres Wachstum 0,81; Anfang der Reaktion nach $4^{\frac{1}{2}}$ Minuten; Höhepunkt nach $7^{\frac{1}{2}}$ Minuten; höchster Wert 193%; Wachstumsvergrößerung 3,88 Wachstumsminuten.

Tabelle 18. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	34	38	42	46	$5^{2\frac{1}{2}}$	56	$1^{\frac{1}{2}}$	$3^{\frac{1}{2}}$	$5^{\frac{1}{2}}$	$7^{\frac{1}{2}}$
Wachstumswert	0,56	0,50	0,56	0,60	0,57	0,56	0,54	0,69	0,81	
Zeit	$9^{\frac{1}{2}}$	12	$15^{\frac{1}{2}}$	21						
Wachstumswert	0,75	0,50	0,57	0,55						

Mittleres Wachstum 0,56; Anfang der Reaktion nach $3^{\frac{1}{2}}$ Minuten; Höhepunkt nach $6^{\frac{1}{2}}$ Minuten; höchster Wert 145%; Wachstumsvergrößerung 2,04 Wachstumsminuten.

Tabelle 19. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$4^{2\frac{1}{2}}$	$4^{5\frac{1}{2}}$	$4^{9\frac{1}{2}}$	$5^{2\frac{1}{2}}$	56	$1^{\frac{1}{2}}$	$2^{\frac{1}{2}}$	$4^{\frac{1}{2}}$	$6^{\frac{1}{2}}$	$8^{\frac{1}{2}}$
Wachstumswert	0,75	0,81	0,83	0,79	0,78	0,81	0,88	1,06	1,31	
Zeit	11	14	16	19	21	24	27			
Wachstumswert	1,20	1,00	0,69	0,58	0,63	0,83	0,75			

Mittleres Wachstum 0,79; Anfang der Reaktion nach $3^{\frac{1}{2}}$ Minuten; Höhepunkt nach $7^{\frac{1}{2}}$ Minuten; höchster Wert 166%; Wachstumsvergrößerung 4,32 Wachstumsminuten.

Tabelle 20. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	44	51	58	3	5	7	9	11	13	15	18	$25^{\frac{1}{2}}$
Wachstumswert	0,82	0,82	0,80	1,13	1,25	1,13	0,88	0,63	0,75	0,83	0,77	

Mittleres Wachstum 0,81; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 6 Minuten; höchster Wert 156%; Wachstumsvergrößerung 2,80 Wachstumsminuten.

Tabelle 21. I M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	4 ¹ / ₂	47	5 ⁰	53	57	1	4	7	9	11	13
Wachstumswert	0,75	0,67	0,67	0,75	0,69	0,75	0,67	0,88	0,75	0,88	
Zeit		15 ¹ / ₂	18 ¹ / ₂	21 ¹ / ₂	24 ¹ / ₂						
Wachstumswert		0,60	0,67	0,75	0,75						

Mittleres Wachstum 0,71; Anfang der Reaktion nach 7 Minuten; Höhepunkt nach 10 Minuten; höchster Wert 124%; Wachstumsvergrößerung 1,04 Wachstumsminuten.

Tabelle 22. I M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	45	49 ¹ / ₂	53 ¹ / ₂	56	1 ¹ / ₂	3 ¹ / ₂	5 ¹ / ₂	7 ¹ / ₂	9 ¹ / ₂	11 ¹ / ₂
Wachstumswert	0,92	0,94	0,90	0,92	0,92	1,00	1,06	1,38	1,13	
Zeit		13 ¹ / ₂	15 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂	20	22 ¹ / ₂	26 ¹ / ₂			
Wachstumswert		1,00	0,94	0,88	0,85	0,85	0,91			

Mittleres Wachstum 0,92; Anfang der Reaktion nach 3¹/₂ Minuten; Höhepunkt nach 8¹/₂ Minuten; höchster Wert 150%; Wachstumsvergrößerung 2,09 Wachstumsminuten.

Tabelle 23. I M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	48	51	54	1 ¹ / ₂	3	5	7	9	11	13	15
Wachstumswert	0,88	0,83	0,90	0,85	1,00	1,00	1,06	1,00	1,00	0,88	
Zeit		18	21	24	27						
Wachstumswert		0,79	0,92	0,83	0,88						

Mittleres Wachstum 0,88; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 8 Minuten; höchster Wert 120%; Wachstumsvergrößerung 1,51 Wachstumsminuten.

Tabelle 24. I M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	47	50	53	56	1	4	7	10	12	15	18	22	26
Wachstumswert	0,83	0,92	0,83	0,80	0,83	0,83	1,00	1,00	0,58	0,75	0,88	0,81	

Mittleres Wachstum 0,84; Anfang der Reaktion nach 7 Minuten; Höhepunkt nach 9¹/₂ Minuten; höchster Wert 119%; Wachstumsvergrößerung 0,95 Wachstumsminuten.

Tabelle 25. I M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	43 ¹ / ₂	48	53 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	4 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂	8 ¹ / ₂	10 ¹ / ₂	12 ¹ / ₂	14 ¹ / ₂	16 ¹ / ₂
Wachstumswert	0,69	0,72	0,66	0,63	0,88	1,06	1,00	0,94	0,56	0,56	
Zeit		18 ¹ / ₂	23 ¹ / ₂								
Wachstumswert		0,69	0,60								

Mittleres Wachstum 0,67; Anfang der Reaktion nach 4¹/₂ Minuten; Höhepunkt nach 7¹/₂ Minuten; höchster Wert 158%; Wachstumsvergrößerung 3,57 Wachstumsminuten.

Tabelle 26. 1 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	43	48	57	1	4	7	9	11	13	17	21	26	30
Wachstumswert	0,60	0,56	0,56	0,58	0,58	0,63	0,63	0,63	0,56	0,56	0,56	0,56	

Mittleres Wachstum 0,57; Anfang der Reaktion nach 7 Minuten; Höhepunkt nach 10 Minuten; höchster Wert 111%; Wachstumsvergrößerung 0,58 Wachstumsminuten.

Tabelle 27. 1/4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	32 ^{1/2}	40	47	57	2	6	10	14	18	22	26	30	35
Wachstumswert	0,60	0,64	0,60	0,60	0,56	0,56	0,69	0,69	0,61	0,56	0,56	0,60	

Mittleres Wachstum 0,60; Anfang der Reaktion nach 10 Minuten; Höhepunkt nach 14 Minuten; höchster Wert 115%; Wachstumsvergrößerung 1,17 Wachstumsminuten.

Tabelle 28. 1/4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	30 ^{1/2}	38 ^{1/2}	52 ^{1/2}	56 ^{1/2}	1 ^{1/2}	4 ^{1/2}	6 ^{1/2}	8 ^{1/2}	10 ^{1/2}	12 ^{1/2}
Wachstumswert	1,03	1,09	1,00	0,95	1,00	1,00	1,13	1,25	1,00	
Zeit	15 ^{1/2}	19 ^{1/2}	23 ^{1/2}	26 ^{1/2}						
Wachstumswert	0,75	0,81	1,00	1,00						

Mittleres Wachstum 1,03; Anfang der Reaktion nach 6^{1/2} Minuten; Höhepunkt nach 9^{1/2} Minuten; höchster Wert 121%; Wachstumsvergrößerung 0,61 Wachstumsminuten.

Tabelle 29. 1/4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	54	58	2	5	7	9	11	13	15	18	22
Wachstumswert	1,00	1,06	1,06	1,00	1,00	1,13	1,06	1,13	0,92	1,00	
Zeit	28	32	37	42							
Wachstumswert	1,08	1,05	1,05	1,05							

Mittleres Wachstum 1,03; Anfang der Reaktion nach 9 Minuten; Höhepunkt nach 12 Minuten; höchster Wert 110%; Wachstumsvergrößerung 1,04 Wachstumsminuten.

Tabelle 30. 1/4 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	43	46	49	55 ^{1/2}	58 ^{1/2}	1 ^{1/2}	4 ^{1/2}	6 ^{1/2}	8 ^{1/2}	10 ^{1/2}
Wachstumswert	0,67	0,67	0,62	0,63	0,67	0,67	0,56	0,56	0,88	
Zeit	12 ^{1/2}	14 ^{1/2}	18 ^{1/2}	21 ^{1/2}	25					
Wachstumswert	0,69	0,69	0,53	0,61	0,64					

Mittleres Wachstum 0,63; Anfang der Reaktion nach 8^{1/2} Minuten; Höhepunkt nach 9^{1/2} Minuten; höchster Wert 141%; Wachstumsvergrößerung 1,14 Wachstumsminuten.

Tabelle 31. $\frac{1}{4}$ M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$44\frac{1}{2}$	$48\frac{1}{2}$	$52\frac{1}{2}$	$56\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,94	0,88	0,88	0,75	0,81	0,75	1,00	1,00	
Zeit		$12\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$	$23\frac{1}{2}$				
Wachstumswert	0,88	0,91	0,88	0,88					

Mittleres Wachstum 0,86; Anfang der Reaktion nach $7\frac{1}{2}$ Minuten; Höhepunkt nach $9\frac{1}{2}$ Minuten; höchster Wert 116 $\frac{0}{0}$; Wachstumsvergrößerung 0,49 Wachstumsminuten.

§ 7. Versuche mit 16000, 240000 und 1920000 M.-K.-S.

Wenden wir uns jetzt zu den Belichtungen mit sehr großen Lichtmengen, so läßt sich feststellen, daß die regelmäßige Steigerung der Wachstumsreaktion bis zu 210 M.-K.-S. bei größeren Lichtmengen bald aufhört, daß ferner die Wachstumsbeschleunigung geringer wird und die bis zu 210 M.-K.-S. regelmäßig anwachsenden Kurven in der Fig. 5 jetzt andere Formen bekommen. Wir sind also mit diesen Lichtmengen in das Gebiet der Überbelichtungen angelangt. Die Erscheinungen werden dabei komplizierter, und bei den verschiedenen oder auch bei derselben Lichtmenge verläuft die Reaktion sehr verschiedenartig. Ich habe mich beschränkt auf die Prüfung von drei Lichtmengen, bei welchen die Photowachstumsreaktionen in ihrem Charakter sich sehr deutlich voneinander unterscheiden. Die Resultate werden hier wieder kurz zusammengefaßt:

16000 M.-K.-S. (4000 M.-K. \times 4 S.) (Tab. 32 bis 35; Fig. 5 F.) Die Wachstumsbeschleunigung tritt wieder nach $\pm 3\frac{1}{2}$ Minuten ein, erreicht ihren Höhepunkt nach fast 7 Minuten ($6\frac{3}{4}$); sie steigt aber im Mittel nur bis 175% hinauf und die Reaktion dauert viel weniger lange. Die Beschleunigung ist im Mittel schon nach $13\frac{1}{2}$ Minuten und die ebenfalls sehr verkürzte Wachstumsverringernug im Mittel schon nach $16\frac{3}{4}$ Minuten beendet. Die Wachstumsvermehrung beträgt ungefähr nur die Hälfte von der bei 210 M.-K.-S. Obwohl die Messungen längere Zeit fortgesetzt wurden, habe ich eine weitere Reaktion nicht mit Gewißheit beobachten können. Frühere Versuche mit acht Spiegeln bei 3400 M.-K.-S. Nernstlicht hatten schon ein ähnliches Resultat aufgewiesen. Die ganze Reaktion scheint also stark komprimiert zu sein. Ich glaube, daß man dies fol-

gendermaßen zu verstehen hat: Bei diesen starken Belichtungen tritt die Gegenreaktion, welche die Wachstumsverringering zur Folge hat, schon so viel schneller ein als bei den schwachen Bestrahlungen, daß sie zum Teil schon zusammenfällt mit der Reaktion, welche die Wachstumsbeschleunigung bewirkt. Wachstumsverringering und Wachstumsbeschleunigung fallen sozusagen zum Teil zusammen, d. h. sie heben einander teil-

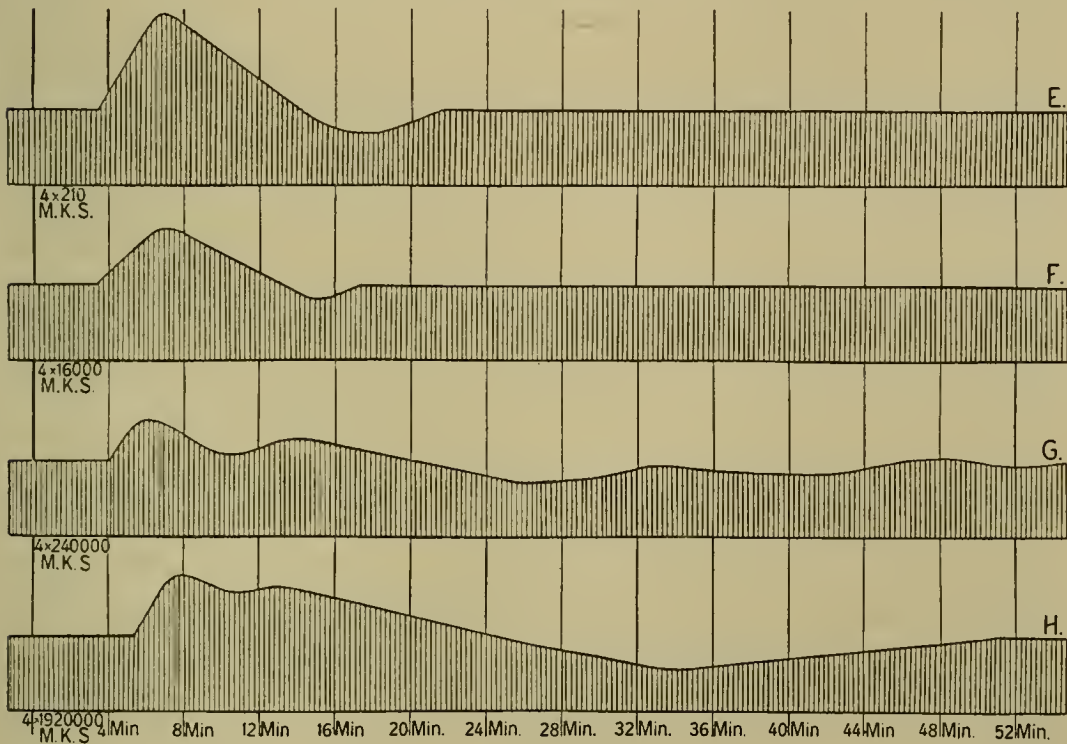


Fig. 5. E bis H. Schema der Wachstumsreaktion bei verschiedener Lichtmenge. Die Kurve E ist zum Vergleich hier wiederholt. Die Kurve G ist nicht aus mittleren Zahlen, sondern ungefähr nach Tabelle 36 konstruiert.

weise auf. Doch gibt es schon bei dieser Lichtmenge Individuen, welche nicht so regelmäßig reagieren und welche den Übergang bilden zu der Reaktionsart bei noch größeren Lichtmengen. Bei diesen Individuen (Tab. 35) sieht man bei der Wachstumsbeschleunigung eine vorübergehende Senkung des Wachstums, während im weiteren Verlauf das Wachstum Schwankungen aufweist.

240000 M.-K.-S. (Tab. 36—38; Fig. 5 G.) Bei dieser Lichtmenge (8000 M.-K. \times 30 S.) ist die Reaktion am meisten ver-

wickelt. Es werden hier drei Beispiele angeführt, wobei die Reaktionen ziemlich verschieden sind. Dadurch kann man nicht leicht eine Kurve konstruieren aus dem mittleren Verlauf der Reaktion. Die Kurve G der Fig. 5 ist hauptsächlich nach den Werten der Tab. 36 zusammengestellt. Die Wachstumsbeschleunigung tritt auf von ± 4 bis ± 20 Min. Der höchste Wert wird wieder nach ± 7 Min. erreicht und beträgt im Mittel $\pm 175\%$. Die Beschleunigung weist in allen drei Versuchen eine Senkung (nach 10 bis 14 Min.) und darauf wieder eine kleine Erhöhung auf. Der Normalwert wird nur sehr langsam erreicht nach ± 20 Min. Nach ± 25 Min. tritt die Wachstumsverringering ein und darauf gehen die Versuche ziemlich auseinander. Sie stimmen aber darin überein, daß von jetzt an das Wachstum wohl eine Stunde oder länger unregelmäßig bleibt, indem Verringerungsperioden abwechseln mit Perioden, worin das Wachstum fast den Normalwert erreicht oder sogar eine kleine Beschleunigung aufweist. Der Betrag der Wachstumsverringering kann hier den der Wachstumsvermehrung übertreffen.

Während bei 16000 M.-K.-S. die Reaktion noch ziemlich einfach war, sieht man hier, daß bei noch mehr Licht die Beschleunigung die Anti-Reaktion doch längere Zeit verdecken kann, als bei den schwächeren Belichtungen. Doch wird sie ziemlich niedrig gehalten durch die Anti-Reaktion, während schon durch die kleine Senkung bei 10 bis 14 Min. die Wirkung dieser Anti-Reaktion zu bemerken ist. Nach ungefähr 25 Min. wird die Anti-Reaktion die stärkere, und es tritt Wachstumsverringering auf, aber es bleibt dann weiter eine schwache Wachstumsschwingung, indem positive und negative Tendenz einander abwechseln. Außerdem muß noch darauf hingewiesen werden, daß man kurz vor der Beschleunigung anscheinend eine kleine Wachstumsverringering beobachtet. Ich weiß noch nicht, ob man ihr einigen Wert beizumessen hat und halte es vorläufig für wahrscheinlich, daß sie von einer Wärmewirkung bei diesen starken Belichtungen herrührt. Daher habe ich sie nicht in der Fig. 5 G aufgenommen.

1920000 M.-K.-S. (32000 M.-K. \times 60 S.) Bei dieser Belichtungsweise fiel das Licht erst durch eine 2 cm dicke Schicht kalten Wassers, aber es konnte nicht verhindert werden, daß

durch das Licht oder die Hitze der Nitralampe, welche dem Kasten viel näher gebracht wurde, während der Belichtungsminute die Temperatur in dem Kämmerchen etwas erhöht wurde. Doch wurde diese Erhöhung genau aufgezeichnet, und es ergab sich, daß diese nur $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{25}$ ° C betrug und daß die Temperatur nach der Belichtung bald wieder normal wurde. Da ich aber früher bei $\frac{1}{10}$ ° Temperaturerhöhung eine kurzwährende Wachstumsverringering beobachtet habe, so ist es möglich, daß die niederen Werte (besonders vor der Beschleunigung) und die längeren Reaktionszeiten, welche man in den meisten dieser Versuche findet, dieser kleinen Temperaturerhöhung zugeschrieben werden müssen. —

Außerdem darf man nicht vergessen, daß der Wärmeeinfluß in der Zelle selbst viel größer sein kann als am Thermometer. — Betrachten wir jetzt die Reaktionen bei dieser noch größeren Lichtmenge, so ist es interessant zu bemerken, daß der Reaktionsverlauf hier wieder viel einheitlicher wird und viel schärfer festzustellen ist. Die Reaktion scheint erst nach 5 bis 6 Min. einzutreten. Die Wachstumsbeschleunigung erreicht ihren Höhepunkt anscheinend nach $8\frac{1}{2}$ Min. und beträgt dann im Mittel 180%. Die Beschleunigung dauert längere Zeit und nimmt nur sehr langsam ab. Nach ± 25 Min. ist das Normalwachstum erreicht, und es fängt die Wachstumsverringering an, welche bald nach ± 34 Min. ihren niedrigsten Wert erreicht (50 bis 60% des Normalwachstums). Das Wachstum steigt später langsam aber sehr regelmäßig an, um erst nach 25 bis 60 Min. wieder den Normalwert zu erreichen, welcher — soweit ich bemerken konnte — auch weiter beibehalten wird. Der Betrag der Wachstumsvermehrung kann von dem der Wachstumsverringering übertroffen werden.

Größere Lichtmengen habe ich nicht untersucht. Die Vergrößerung der Lichtstärke würde die Temperatur um mehr als $\frac{1}{10}$ ° C erhöht haben und die Genauigkeit also herabsetzen, während die Verlängerung der Belichtungszeit vermieden wurde, da bei dieser Reaktion die Zelle sich vielleicht schon rasch an das Licht anpaßt. Erst in einer späteren Arbeit will ich über das Wachstum und die Anpassung bei dauernder Belichtung berichten, da dies in ein anderes Kapitel gehört. Doch kann

ich hier schon mitteilen, daß z. B. bei dauernder sehr starker Belichtung mit 8000 M.-K. das Wachstum nach Erreichung eines Beschleunigungsmaximums mit periodisch wiederkehrenden, aber stets kleiner werdenden Anstiegen nach ± 45 Min. einen konstanten Wert erreicht, welcher $\pm 70\%$ des Normalwachstums beträgt.

Tabelle 32. 16 000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$45\frac{1}{2}$	$48\frac{1}{2}$	$51\frac{1}{2}$	$54\frac{1}{2}$	$57\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	
Wachstumswert	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,63	0,63	0,75	1,00	1,13		
Zeit		$12\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	$30\frac{1}{2}$	$33\frac{1}{2}$	$36\frac{1}{2}$	$39\frac{1}{2}$	$42\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,38	0,67	0,67	0,67	0,58	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67

Mittleres Wachstum 0,67; Anfang der Reaktion nach $4\frac{1}{2}$ Minuten; Höhepunkt nach $9\frac{1}{2}$ Minuten; höchster Wert 169 $\%$; Wachstumsvergrößerung 2,58 Wachstumsminuten.

Tabelle 33. 16 000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	46	49	55	58	1	3	5	7	9	11	13	15
Wachstumswert	0,75	0,83	0,83	0,75	0,63	1,00	1,63	1,63	1,13	0,83	0,75	
Zeit		17	19	22	25	28	31	40	43			
Wachstumswert	0,50	0,75	0,75	0,75	0,83	0,75	0,75	0,83				

Mittleres Wachstum 0,78; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 7 Minuten; höchster Wert 209 $\%$; Wachstumsvergrößerung 6,03 Wachstumsminuten.

Tabelle 34. 16 000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$46\frac{1}{2}$	$50\frac{1}{2}$	54	$1\frac{1}{2}$	3	5	7	9	$11\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,81	0,79	0,81	0,80	1,38	1,13	1,13	0,80	0,88	0,63	
Zeit		$17\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$	$21\frac{1}{2}$	$24\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	$30\frac{1}{2}$	$33\frac{1}{2}$	$38\frac{1}{2}$	44	
Wachstumswert	0,63	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	

Mittleres Wachstum 0,80; Anfang der Reaktion nach 3 Minuten; Höhepunkt nach 4 Minuten; höchster Wert 173 $\%$; Wachstumsvergrößerung 3,25 Wachstumsminuten.

Tabelle 35. 16 000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	$48\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	20	
Wachstumswert	0,64	0,75	1,00	1,00	0,88	0,63	0,75	0,75	0,50		
Zeit		$23\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}$	$37\frac{1}{2}$	41	$44\frac{1}{2}$	$48\frac{1}{2}$	52	56
Wachstumswert	0,64	0,75	0,75	0,67	0,67	0,79	0,64	0,69	0,64	0,69	

Mittleres Wachstum 0,64; Anfang der Reaktion nach $\pm 3\frac{1}{2}$ Minuten; Höhepunkt nach $\pm 6\frac{1}{2}$ Minuten; höchster Wert 156 ‰. Wachstumsvergrößerung 4,14 Wachstumsminuten.

Man sieht das Wachstum schwanken zwischen höheren und niederen Werten. Dieser Versuch bildet den Übergang zu den folgenden Versuchen.

Tabelle 36. 240000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	43 $\frac{1}{2}$	48 $\frac{1}{2}$	53 $\frac{1}{2}$	58 $\frac{1}{2}$	1	3	5	7	9	11	
Wachstumswert	0,90	0,90	1,00	0,90	0,88	1,00	1,38	1,25	1,00		
Zeit		13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
Wachstumswert	1,13	1,13	1,00	1,00	0,88	0,88	0,88	0,75	0,75	0,63	
Zeit		33	35	37	39	41	43	45	47 $\frac{1}{2}$	50	52
Wachstumswert	0,88	0,88	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,90	1,00	
Zeit		54	56	58	60	62	64	66	68 $\frac{1}{2}$	70 $\frac{1}{2}$	72 $\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,88	1,00	1,00	0,88	0,75	0,75	0,75	0,90	0,88	0,88	
Zeit		74 $\frac{1}{2}$	77 $\frac{1}{2}$	79 $\frac{1}{2}$	81 $\frac{1}{2}$						
Wachstumswert	0,75	0,75	0,88	0,88							

Die Reaktion zeigt mehrere An- und Absteigungen und schwankt später zwischen normalen und verringerten Wachstumswerten.

Mittleres Wachstum 0,92; Anfang der Reaktion nach ± 4 Minuten; Höhepunkt nach 6 Minuten; höchster Wert 150 ‰; Wachstumsvergrößerung 3,28 Wachstumsminuten.

Tabelle 37. 240000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	48	52 $\frac{1}{2}$	57	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,72	0,72	0,67	0,63	0,88	1,38	1,50	1,13	1,00	
Zeit		15 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	25 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{2}$	31 $\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,88	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,63	0,63	
Zeit		33 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{1}{2}$	37 $\frac{1}{2}$	39 $\frac{1}{2}$	41 $\frac{1}{2}$	43 $\frac{1}{2}$	45 $\frac{1}{2}$	47 $\frac{1}{2}$	49 $\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,50	0,50	0,75	0,75	0,63	0,75	0,63	0,88	0,63	
Zeit		51 $\frac{1}{2}$	53 $\frac{1}{2}$	55 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{1}{2}$					
Wachstumswert	0,75	0,75	0,50	0,75						

Mittleres Wachstum 0,69; Anfang der Reaktion nach 3 $\frac{1}{2}$ Minuten; Höhepunkt nach 8 $\frac{1}{2}$ Minuten; höchster Wert 217 ‰; Wachstumsvergrößerung 10,44 Wachstumsminuten.

Tabelle 38. 240000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	29	39	49	59	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$
Wachstumswert	0,90	1,00	0,95	0,90	0,88	1,00	1,50	1,50	1,38	1,13	

Zeit		15 ^{1/2}	17 ^{1/2}	19 ^{1/2}	21 ^{1/2}	24	26	28	31	34	37	
Wachstumswert	1,00	1,13	1,13	1,25	0,90	0,75	0,75	0,67	0,75	0,67		
Zeit		40	43	46	49	52	55	58	61	64	67	70
Wachstumswert	0,75	0,83	0,83	0,92	1,00	0,75	0,67	0,83	0,75	0,75	0,92	

Mittleres Wachstum 0,94; Anfang der Reaktion nach $\pm 4\frac{1}{2}$ Minuten; Höhepunkt nach $7\frac{1}{2}$ Minuten; höchster Wert 159%; Wachstumsvergrößerung 5,40 Wachstumsminuten.

Tabelle 39. 1920000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit		46 ^{1/4}	49 ^{1/4}	52 ^{1/4}	55 ^{1/4}	58 ^{1/4}	1 ^{1/4}	3 ^{1/4}	5 ^{1/4}	7 ^{1/4}	9 ^{1/4}
Wachstumswert	1,00	1,00	0,92	0,92	0,88	0,88	1,75	1,75	1,75	1,75	
Zeit		11 ^{1/4}	13 ^{1/4}	16 ^{1/4}	19 ^{1/4}	22 ^{1/4}	25 ^{1/4}	28 ^{1/4}	31 ^{1/4}	34 ^{1/4}	
Wachstumswert	1,63	1,38	1,42	1,25	1,17	1,00	0,83	0,58	0,75		
Zeit		37 ^{1/4}	40 ^{1/4}	44 ^{1/4}	47 ^{1/4}	51 ^{1/4}	55 ^{1/4}				
Wachstumswert	0,75	0,92	0,81	1,00	1,06	1,06					

Mittleres Wachstum 0,95; Anfang der Reaktion nach $\pm 5\frac{1}{4}$ Minuten; Höhepunkt nach $\pm 7\frac{1}{4}$ Minuten; höchster Wert 184%; Wachstumsvergrößerung 8,95 Wachstumsminuten.

Tabelle 40. 1920000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit		44	47	50	53	56	59	2	5	8	9	11	13
Wachstumswert	0,83	0,92	0,92	0,75	0,75	0,83	0,83	1,67	1,75	1,50	1,38		
Zeit		15	17	19	22	25	27	29	31	33	35		
Wachstumswert	1,50	1,25	1,38	1,25	1,00	0,88	0,63	0,50	0,50	0,50			
Zeit		39	42	45	48	51	54	57					
Wachstumswert	0,69	0,58	0,67	0,83	0,83	0,83	0,83						

Mittleres Wachstum 0,83; Anfang der Reaktion nach 5 Minuten; Höhepunkt nach $8\frac{1}{2}$ Minuten; höchster Wert 211%; Wachstumsvergrößerung 13,35 Wachstumsminuten.

Tabelle 41. 1920000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit		49 ^{1/4}	54 ^{1/4}	57 ^{1/4}	1 ^{1/4}	3 ^{1/4}	5 ^{1/4}	7 ^{1/4}	9 ^{3/4}	11 ^{3/4}	13 ^{3/4}
Wachstumswert	0,60	0,67	0,75	0,75	0,63	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	
Zeit		15 ^{3/4}	18 ^{1/4}	20 ^{1/4}	22 ^{1/4}	24 ^{1/4}	26 ^{1/4}	28 ^{1/4}	31 ^{1/4}	33 ^{1/4}	
Wachstumswert	1,00	0,90	0,88	0,88	0,88	0,75	0,75	0,50	0,50		
Zeit		35 ^{1/4}	38 ^{1/4}	41 ^{1/4}	44 ^{1/4}	47 ^{1/4}	50	53	56	59	
Wachstumswert	0,38	0,42	0,42	0,50	0,50	0,58	0,50	0,58	0,58		
Zeit		62	65	68							
Wachstumswert	0,67	0,67	0,67								

Mittleres Wachstum 0,67; Anfang der Reaktion nach $5\frac{1}{4}$ Minuten; Höhepunkt nach $\pm 6\frac{1}{4}$, ± 10 und ± 16 Minuten; höchster Wert 149%; Wachstumsvergrößerung 6,78 Wachstumsminuten.

Tabelle 42. 1920000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	38	46	54	58	2	4	6	8	10	12	14
Wachstumswert	0,75	0,69	0,75	0,69	0,50	0,63	1,00	1,13	1,13	1,25	
Zeit		16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
Wachstumswert	0,88	0,75	0,83	0,83	0,67	0,33	0,33	0,33	0,50	0,42	
Zeit		46	49	52	56	59	62	65	68		
Wachstumswert	0,67	0,58	0,58	0,56	0,67	0,67	0,67	0,67			

Mittleres Wachstum 0,69; Anfang der Reaktion nach 6 Minuten; Höhepunkt nach 13 Minuten; höchster Wert 181%; Wachstumsvergrößerung 7,09 Wachstumsminuten.

Tabelle 43. 1920000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	49 ^{1/2}	52 ^{1/2}	55 ^{1/2}	58 ^{1/2}	1 ^{1/2}	5	7	9	11 ^{1/2}	13 ^{1/2}
Wachstumswert	0,67	0,67	0,67	0,67	0,71	1,25	1,13	1,30	1,25	
Zeit		15 ^{1/2}	17 ^{1/2}	21	24	27	30	33	36	39
Wachstumswert	1,13	1,00	1,07	1,00	1,00	0,67	0,42	0,33	0,50	
Zeit		42	45	48	51	54				
Wachstumswert	0,58	0,58	0,58	0,67	0,67					

Mittleres Wachstum 0,67; Anfang der Reaktion nach 5 Minuten; Höhepunkt nach 6 und 10^{1/4} Minuten; höchster Wert 194%; Wachstumsvergrößerung 14,57 Wachstumsminuten.

Tabelle 44. 1920000 M.-K.-S. Vierseitig.

Zeit	43 ^{1/2}	46 ^{1/2}	49 ^{1/2}	52 ^{1/2}	55 ^{1/2}	58 ^{1/2}	1 ^{1/2}	3 ^{1/2}	5 ^{1/2}	7 ^{1/2}	9 ^{1/2}
Wachstumswert	0,67	0,67	0,75	0,67	0,75	0,75	0,63	0,63	1,25	1,13	
Zeit		11 ^{1/2}	13 ^{1/2}	16 ^{1/2}	18 ^{1/2}	21 ^{1/2}	26 ^{1/2}	28 ^{1/2}	30 ^{1/2}	32 ^{1/2}	
Wachstumswert	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	0,61	0,63	0,63	0,63		
Zeit		34 ^{1/2}	37 ^{1/2}	40 ^{1/2}	42 ^{1/2}	44 ^{1/2}	47 ^{1/2}	51 ^{1/2}	54 ^{1/2}	57 ^{1/2}	60 ^{1/2}
Wachstumswert	0,63	0,58	0,50	0,50	0,50	0,67	0,50	0,50	0,67	0,67	

Mittleres Wachstum 0,69; Anfang der Reaktion nach 5^{1/2} Minuten; Höhepunkt nach 6^{1/2} Minuten; höchster Wert 181%; Wachstumsvergrößerung 4,66 Wachstumsminuten.

§ 8. Die Gesetzmäßigkeit bei der Photowachstumsreaktion.

Da die verschiedenen Resultate der Versuche über die bedeutende Einwirkung des Lichtes auf das Wachstum jedesmal für die aufeinander folgenden Lichtmengen ziemlich kurz mitgeteilt sind, muß ich für eine Zusammenfassung dieser Tatsachen auf jene Seiten verweisen.

Es bleibt aber übrig, noch einmal das Gesamtbild der Photowachstumsreaktion zu übersehen, wobei die Fig. 5 A—H ein bequemes Hilfsmittel ist und eine ausführliche Wiederholung überflüssig macht. Darum will ich hier nur noch einige wichtige Punkte hervorheben.

Die Reaktionszeit, d. h. die Zeit, welche von dem Anfang der Belichtung bis zu dem Reaktionseintritt verläuft, scheint eine wirkliche zu sein. Nach der Belichtung verstreichen einige Minuten, in welchen das Wachstum, soweit ich feststellen konnte, vollkommen normal bleibt. Wohl schien es mir bisweilen, als ob das Wachstum zwischen der Belichtung und der Beschleunigung etwas unter dem Normalwert war. Die Tab. 2, 6, 12, 15, 25?, 27?, 30, 31, und mehr noch einige Tabellen bei den sehr starken Belichtungen, scheinen hierauf zu deuten. Doch bezweifle ich noch, ob man dieser Beobachtung einen wirklichen Wert beizumessen hat. Bei den sehr starken Belichtungen kann, wie schon gesagt, die Wärme eine Rolle mitspielen. Die Reaktionszeit und die Zeit bis das maximale Wachstum erreicht ist, werden bei steigenden Lichtmengen von $4 \times \frac{1}{4}$ bis etwas mehr als 4×4 M.-K.-S. von 8 (resp. $11\frac{1}{2}$) Minuten auf $3\frac{1}{2}$ (resp. 7) Minuten verkürzt. Der mittlere Wert für die Reaktionszeit läßt sich auch bei den höchsten Lichtmengen weiter nicht verkürzen. Ob dies durch Temperatureinflüsse zu erreichen ist, bleibt hier natürlich außer Betracht.

Weiter ist es wichtig, noch einmal darauf hinzuweisen, daß also jede Wachstumsbeschleunigung normalerweise von einer Wachstumsverringerung gefolgt wird, auch bei äußerst geringen Lichtmengen. Nur bei den höchsten Lichtmengen kann der Betrag dieser Wachstumsverringerung den der Wachstumsbeschleunigung durch die lange Reaktionsdauer übertreffen. Gewöhnlich kann man sagen, daß sich bei den geringeren Lichtmengen der Betrag der Wachstumsverringerung auf ungefähr $\frac{1}{3}$ der Wachstumsbeschleunigung beläuft.

Während die Wachstumsverringerung zugleich mit der Zunahme der Wachstumsvermehrung sich bei den ansteigenden mäßigen Lichtmengen ausbreitet, so bemerkt man schon oberhalb 4×200 M.-K.-S., daß die Antireaktion, welche die Wachstumsverringerung bewirkt früher eintritt, und daß dadurch bei

Lichtmengen von einigen Tausenden M.-K.-S. die Wachstumsvermehrung und -verringerng einander teilweise aufheben. Bei den viel größeren Lichtmengen, z. B. oberhalb $4 \times 200\,000$ M.-K.-S. sind Reaktion und Antireaktion, welche sich in Beschleunigung und Verringerung des Wachstums äußern beide stark angewachsen. Die Beschleunigung hält lange an, obwohl sie in ihrer Höhe von der Antireaktion gehemmt wird, und sie wird erst allmählich von der Wachstumsverringerng übertroffen. Das geschieht bei $4 \times 240\,000$ M.-K.-S. sozusagen nur mangelhaft und mit Mühe, aber bei $4 \times 2\,000\,000$ M.-K.-S. folgt die Wachstumsverringerng wieder kräftig und scharf ausgeprägt auf die allerdings ziemlich lange andauernde Wachstumsbeschleunigung.

Wir kommen jetzt zu der wichtigen Frage, welche Beziehung zwischen Energiezufuhr und Effekt besteht. Es ist wohl kein Zweifel, daß bei der Einwirkung nur die Energiemenge maßgebend ist, wenn nur die Belichtungszeit verhältnismäßig kurz bleibt, damit Anpassung vermieden wird. Wie schnell diese Anpassung bei den verschiedenen Intensitäten auftritt, will ich in einer späteren Arbeit untersuchen. Wir beschäftigen uns hier nur mit der Einwirkung bestimmter Lichtmengen auf eine im Dunkelgleichgewicht befindliche Pflanzenzelle.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß wir hier ohne Zweifel von einem Dunkelgleichgewicht reden können, und daß die Auffassung von van der Wolk (1912, S. 64), daß eine Pflanze unter derartigen Umständen sich nicht im Gleichgewicht befinden würde, sondern als energiehungrig angesehen werden muß, nur eine tendenziöse Biologen-Auffassung ist. Dann muß man aber auch alle chemischen Gleichgewichte, welche für Energie (Wärme oder Licht) empfindlich sind (und welche sind das nicht?) energiehungrig nennen. Aber dann streitet »Energiehunger« auch nicht mit dem Gleichgewichtsbegriff, und ist somit das Wort »Energiehunger« für Energieempfindlichkeit ganz überflüssig, und man sollte einen solchen neuen, tendenziösen und verwirrenden Ausdruck gar nicht gebrauchen.

In einem solchen Fall, wo die Pflanze im Gleichgewicht ist, gilt das Energiemengegesetz (Fröschel 1908, Blaauw 1908) und es wird — was auch von vornherein wohl zu verstehen ist

— aus dem folgenden Kapitel deutlich werden, daß das Energiemengegesetz ohne nähere Prüfung für die Photowachstumsreaktion Gültigkeit besitzt. Es ist vielleicht nicht überflüssig, hier noch einmal zu betonen, daß überall, wo das Energiemengegesetz anscheinend nicht zutrifft, entweder Überbelichtung durch zu große Lichtmengen oder Anpassung durch viel zu lange Belichtung stattgefunden hat. Wo bisweilen in der Literatur der Wert dieses Gesetzes bestritten wird, sind immer diese Faktoren im Spiel, ohne daß der Untersucher versteht, daß durch diese besonders bei ungenauen Versuchen so häufig auftretenden Komplikationen die Gültigkeit des Energiemengegesetzes nur verdeckt und der Wert dieses Gesetzes gar nicht beeinträchtigt wird. Man sehe z. B. eine Arbeit von H. Jacobi (1911), wo die Forscherin gerade um die Gültigkeit des Energiemengegesetzes zu prüfen den Effekt von 100 M.-K., während 3 Stunden mit 50 M.-K., während 6 Stunden vergleicht und zu dem Schluß kommt, das Reizmengegesetz gelte nicht. Jeder, der etwas von der Reizphysiologie versteht, weiß wohl, welchen Wert man diesen Versuchen zuzuschreiben hat.

Kehren wir also zu der Frage zurück, welche Beziehung zwischen Energiemenge und Wachstumseffekt bei der im Dunkelgleichgewicht befindlichen Zelle möglicherweise besteht. Wir müssen da erst darüber klar werden, nach welcher Größe wir den Effekt beurteilen dürfen. Daß die Reaktionszeit hierfür nicht in Betracht kommt, braucht wohl nicht mehr gesagt zu werden. Besser könnte man die Reaktionshöhe dafür anwenden, wenn nicht zugleich mit der Steigerung dieser Reaktionshöhe auch die Dauer der Wachstumsbeschleunigung zunähme. Es ist klar, daß wir für die Beurteilung des Effekts den Gesamtbetrag der Wachstumsvermehrung wählen müssen. In diesem Betrag des Extrawachstums liegen die beiden Faktoren: Reaktionshöhe und Beschleunigungsdauer eingeschlossen, denn die zur Folge der Energieabsorption entstandene chemische Änderung in der Zelle führt zu einem bestimmten Betrag an Extrawachstum, und dieser Betrag verteilt sich auf eine gewisse Weise über die Dauer und die Stärke der Wachstumsbeschleunigung. Man kann sogar die Wachstumsvermehrung ungefähr berechnen aus dem halben Produkt der Reaktionshöhe und der

Reaktionsdauer (vergl. Fig. 5). Doch findet man dabei Werte, welche etwas geringer sind als die wirkliche Wachstumsvermehrung, welche man aus den Versuchszahlen direkt mit viel größerer Genauigkeit berechnet. Das rührt wahrscheinlich daher, daß entweder die Reaktionshöhe etwas höher angenommen werden muß, als die mittleren Werte während 2 Minuten angeben, oder daß die auf- und absteigende Linie nicht gerade, sondern besonders nach der Spitze zu ein wenig konvex verläuft, was wohl wahrscheinlicher ist.

Vergleichen wir also die Zahlen der Wachstumsvermehrung mit der Menge der zugeführten Energie. Wir lassen dabei die Effekte der Überbelichtungen, also der Belichtungen von mehr als 4×210 M.-K.-S., außer Betracht.

Die fünf verschiedenen Lichtmengen, dessen Effekte untersucht wurden, verhalten sich folgendermaßen:

$$1 : 4 : 16 : 120 : 840.$$

Nehmen wir für jede dieser Lichtmengen den mittleren Wert der Zahlen, welche in jeder Gruppe für die Wachstumsvermehrung gefunden sind, so bekommen wir resp.:

$$0,89, 1,62, 2,52, 5,37 \text{ und } 9,81 \text{ (Wachstumsminuten).}$$

Als ich nun diese Zahlen gefunden hatte, da fiel es mir auf, daß bei den Lichtmengen 4 M.-K.-S., 30 M.-K.-S. und 210 M.-K.-S. die Effekte jedesmal ungefähr verdoppelt wurden, während die Energiemengen zufälligerweise fast um das achtfache erhöht waren. Ich habe darauf von den oberen Zahlen, welche das Verhältnis der Energiemengen andeuten, die Kubikwurzel gezogen, und ich lasse hier das Verhältnis dieser Kubikwurzelwerte folgen und wiederhole darunter noch einmal das Verhältnis der Wachstumsvermehrungen bei diesen Lichtmengen. Man bekommt dann:

$$\sqrt[3]{1} : \sqrt[3]{4} : \sqrt[3]{16} : \sqrt[3]{120} : \sqrt[3]{840}$$

$$= 1 : 1,59 : 2,53 : 4,93 : 9,44$$

$$0,89 : 1,62 : 2,52 : 5,37 : 9,91 \text{ (Verhältnis der Effekten).}$$

Aus dieser auffallenden Übereinstimmung schließe ich auf das folgende Gesetz:

Die Wachstumsvermehrung bei der Photowachstumsreaktion von *Phycomyces* steigt proportional mit der Kubikwurzel aus der zugeführten Energiemenge.

Wenn man also die Wachstumsvermehrung, welche zu einer gewissen Energiemenge gehört, n -mal vergrößern will, so muß man die Energiemenge n^3 -mal vergrößern.

Wie schon gesagt, hört diese Gesetzmäßigkeit bei den größeren Lichtmengen oberhalb 4×210 M.-K.-S. auf. Bei den oberen Zahlen wird es auffallen, daß die Zahlen der zwei Reihen nicht nur dasselbe Verhältnis aufweisen, sondern daß es sogar ungefähr dieselben Zahlen sind. Das ist selbstverständlich ein reiner Zufall. Die wesentliche Übereinstimmung liegt natürlich nur in dem gleichen Verhältnis. Daß dieses Verhältnis in den beiden Reihen so schön stimmt, ist zum Teil wohl ein Glück, da bei so großer Variabilität der Zahlen und so wenigen Versuchen eine so gute Übereinstimmung fast nicht zu erwarten war. Darum weise ich noch einmal mit Absicht darauf hin, daß die mittleren Zahlen schon festgestellt waren und erst darauf das Gesetz darin gefunden wurde.

Will man die Wachstumsvermehrung nicht in Wachstumsminuten, sondern einfach in Skalenteilen ausdrücken, so muß man bei einer genügenden Zahl von Versuchen natürlich genau dasselbe Verhältnis finden, denn in diesem Fall würden die Zahlen der Verhältnisreihen alle mit dem mittleren Wachstumswert der Versuchspflanzen multipliziert, und das mittlere Wachstum der Versuchspflanzen ist natürlich bei einer genügenden Zahl in jeder Gruppe dasselbe.

Die für das Verhältnis zwischen Belichtungsmenge und Wachstumseffekt (= zwischen Reiz und Reaktion) aufgefundene Gesetzmäßigkeit hat selbstverständlich einen Sinn. Wir wollen aber dieser Gesetzmäßigkeit hier noch nicht den Wert eines Gesetzes beilegen, bevor die Resultate bei anderen Objekten gezeigt haben, ob derartige Zahlenverhältnisse wohl allgemein vorkommen und man von einem Kubikwurzelgesetz reden kann.

Man hüte sich, die bei *Phycomyces* gefundene Gesetzmäßigkeit mit der Weber-Fechnerschen Formel zu verwechseln. Diese Formel stimmt gar nicht mit den hier angeführten Tatsachen. Zu lange haben die Physiologen und Biologen schon den Nachweis der Fechnerschen Formel als Hauptziel ihrer

Untersuchungen aufgesucht. Überall, wo eine Reizreaktion im Verhältnis zur Reizgröße nur langsam zunahm, haben die Biologen, wenn die Zahlen nur ungefähr stimmten oder oft sogar ohne Zahlen, das »psycho-physische Gesetz« angeführt. Man muß aber nicht vergessen, daß auch für die Schwärzung der photographischen Platte und viele andere Prozesse das »psycho-physische« Gesetz innerhalb bestimmter Grenzen anwendbar ist. Auch bei der Photowachstumsreaktion wird es bei dem Übergang zu den Überbelichtungen eine Strecke geben, wo man wohl die Fechnersche Formel anwenden kann. Und das wird überall der Fall sein, wo eine Reizreaktion schon unter dem Einfluß einer Anti-Reaktion zustande kommt. Wenn dies aber noch nicht der Fall ist, da kann man klarere Beziehungen finden als die Fechnersche Formel, und die hier gefundene Gesetzmäßigkeit ist davon ein Beispiel.

§ 9. Wachstum und Krümmung bei einseitiger Belichtung.

Nach der Beschreibung der Photowachstumsreaktion bei radiärsymmetrischer Belichtung gelangen wir zu der Frage: Tritt die Photowachstumsreaktion auch bei einseitiger Belichtung auf und hat sie mit dem bekannten Phototropismus etwas zu schaffen?

Man braucht die Pflanze nur einmal einseitig zu belichten und das Wachstum zu beobachten, um auf diese Frage sofort die Antwort zu bekommen. Wir wollen hier verschiedene Fälle der einseitigen Belichtung nur mit Beispielen, welche in den Tabellen 45—53 gegeben sind, erläutern. Da wir uns in Hinsicht auf den zur Verfügung stehenden Raum ein wenig beschränken müssen und da es auch überflüssig ist, für die verschiedenen Stadien der einseitigen Belichtung mittlere Zahlen zu berechnen, da begnüge ich mich mit der Anführung dieser Beispiele und der schon längst bekannten Tatsachen.

Fangen wir an mit Tabelle 45. Es wird einseitig belichtet mit 120 M.-K.-S. (2 M.-K. \times 60 S.). Man betrachtet das Folgende: Während die Zelle noch ganz gerade bleibt, tritt in der normalen Zeit die Photowachstumsreaktion ein. Zwischen 6 $\frac{1}{2}$ und 9 Minuten, also zurzeit als die Wachstumsbeschleunigung bei vierseitiger Belichtung ihren Höhepunkt erreicht, tritt eine sehr schwache

Krümmung ein, welche allmählich stärker wird, bis sie um ± 21 Minuten stehen bleibt und später zurückgeht.

Um dies zu verstehen, müssen wir auf den Gang der Strahlen in der Zelle achten. Die Zelle ist eine zylindrische Linse auf dem Wege der parallelen Lichtstrahlen. Bei senkrechtem Einfall wird das Licht gebrochen, und innerhalb der Zelle (der zylindrischen Linse) konvergiert das Licht von der Vorderseite nach der Hinterseite. Eine Brennpunktlinie wird nicht innerhalb, sondern hinter der Zelle gebildet, aber das Licht wird stark auf der von der Lichtquelle abgekehrten Seite konzentriert, ungefähr wie dies in Fig. 6 deutlich gemacht wird. Dies ist keine

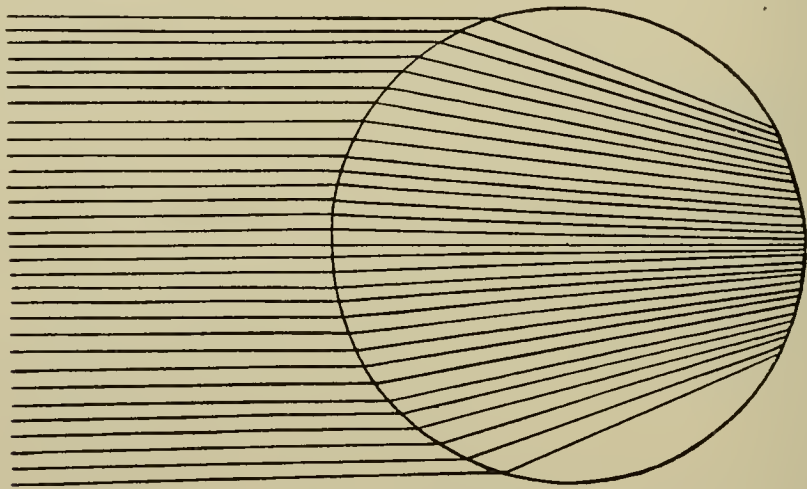


Fig. 6. Skizze der ungefähren Strahlbrechung im Sporangienträger von *Phycomyces*.

Hypothese, sondern eine physikalische Tatsache, welche wir nicht umgehen können. Man kann hierüber auch auf einfacher Weise klar werden, indem man eine mit Wasser gefüllte Glasröhre senkrecht zu den Sonnenstrahlen aufstellt und ein dünnes, weißes Papier gegen die Hinterglaswand hält. Außerdem kann man auch mikroskopisch die starke Konzentration des Lichtes auf die Hinterwand der Zelle am Objekte selbst deutlich beobachten. Man hüte sich dabei, die starke Reflexion des Lichtes an den Außenwänden der Zelle (»nitens!«) mit der Lichtkonzentration im Innern der Zelle zu verwechseln.

Wo das Licht an der Hinterwand der Zelle stark konzentriert ist, ruft es eine stärkere Wachstumsreaktion der Zellwand hervor.

Bei der Lichtmenge im obengenannten Beispiel tritt die Wachstumsreaktion an Vorder- und Hinterseite zur gleichen Zeit auf, da die Reaktionszeit schon ihr Minimum hat: Eine Wachstumsbeschleunigung tritt also auf. Diese erreicht aber an der Hinterwand einen etwas höheren Wert als an der Vorderseite: Es tritt also eine Krümmung ein, und wenn das Wachstum beiderseits kleiner wird, so bleibt es doch einige Minuten an der Hinterseite größer als an der Vorderseite: Die Krümmung wird stärker. Die Wachstumsverringering ist an der stärker belichteten Hinterseite etwas tiefer und später als bei der Vorderseite: die Krümmung geht nicht weiter und wird rückgängig.

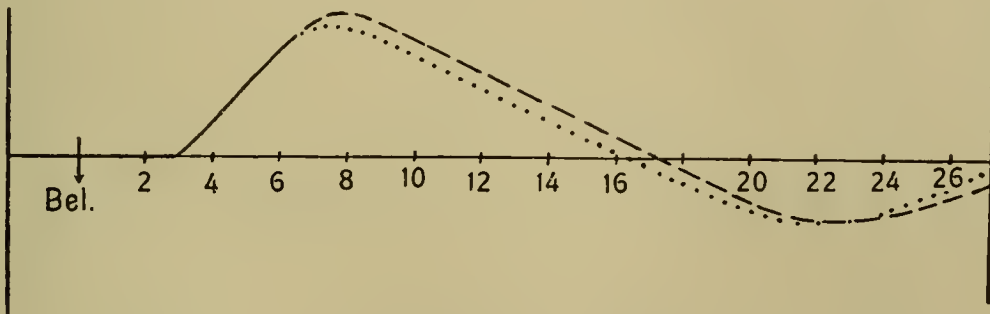


Fig. 7. Schematische Darstellung der Reaktion der Tabelle 45 zur Erklärung der Krümmung. — — — = Wachstum der Rückseite.
 = Wachstum der Vorderseite.

Diesen Vorgang kann man nun immer wieder beobachten, wie oft man auch die Versuche wiederholt. Die Krümmungen treten nur auf infolge der verschiedenen Photowachstumsreaktion der Vorder- und Hinterseite der Zelle. Es entsteht niemals eine Krümmung ohne vorhergehende Wachstumsreaktion.

Könnten wir genau die Kurven der Wachstumsreaktionen der Vorder- und Hinterseite aufstellen, so würden wir ebenso genau den Verlauf des phototropischen Krümmung kennen. Wo diese Kurven einander decken, entsteht keine Krümmung oder wird eine bestehende Krümmung nicht weiter verstärkt. Sobald diese Kurven aber divergieren, entsteht eine Krümmungsbewegung in positiver oder negativer Richtung.

Ungefähr können wir wohl ein Schema dieser Doppelkurve

bilden, und Fig. 7 gibt dies ungefähr für die besprochene Tabelle 45.

Betrachten wir die Tabelle 46. Hier sehen wir bei 30 M.-K.-S. (2 M.-K. \times 15 S.) die Krümmung fast zu gleicher Zeit mit der Beschleunigung auftreten (4 bis 6 Minuten), da bei dieser geringen Lichtmenge die beiden Kurven schon vom Anfang an divergieren. Die Beschleunigung dauert weniger lange, und nach $12\frac{1}{2}$ bis 15 Minuten hört die Krümmungsbewegung schon auf und die Krümmung geht später zurück.

Wir wollen jetzt noch geringere Lichtmengen einseitig zuführen. Die Beobachtungen werden erschwert, da die auftretenden Krümmungen immer sehr schwach bleiben und nur

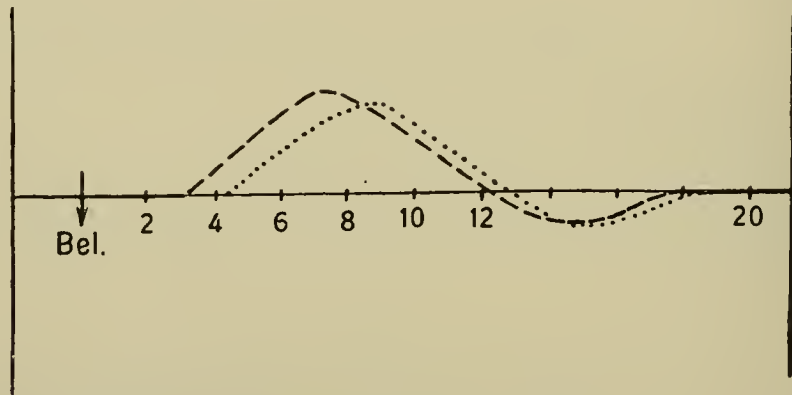


Fig. 8. Schematische Darstellung der Reaktion der Tabelle 47 zur Erklärung der Krümmung. — — — = Wachstum der Rückseite.
 = Wachstum der Vorderseite.

wenige Minuten bestehen. Auch kann man, alle 2 Minuten beobachtend, sehr kleine Krümmungen übersehen, welche innerhalb dieser 2 Minuten entstehen und verschwinden und welche gerade die Theorie bestätigen. Da außerdem, wie genügend bekannt, die Variabilität groß ist, so findet man Individuen, welche z. B. bei 4 M.-K.-S. eine stärkere Reaktion aufweisen als andere bei 10 M.-K.-S. Wenn man aber mehrere Versuche gesammelt hat, so findet man darunter alle feinen Übergänge, wie die Theorie sie fordert. Doch will ich daraus nur noch zwei Reaktionstypen hervorheben, welche am meisten auftreten, während die anderen Versuche nur Übergangstypen zwischen diesen zwei und der schon beschriebenen Reaktion der Tabellen 45 und 46.

An Tab. 46 schließt sich das Beispiel der Tab. 47 (Fig. 8). Bei diesen geringen Lichtmengen fängt die Beschleunigung bei der stärker belichteten Hinterseite — ganz in Übereinstimmung mit der schwachen vierseitigen Belichtung (Fig. 5) — etwas früher an als bei der schwächer belichteten Vorderseite: eine schwache Krümmung tritt also ein (3 bis 5 Min.), noch bevor eine gemeinschaftliche Wachstumsbeschleunigung zu beobachten ist. Darauf (5 bis 7 Min.) fängt auch die Vorderwand zu reagieren an, wodurch Wachstumsbeschleunigung der Zelle auftritt, welche deutlich festzustellen ist, da die Krümmungen bei dieser Belichtung sehr schwach bleiben. Doch wird die Krümmung noch etwas stärker, da die Hinterseite schon mehr beschleunigt ist als die Vorderwand, wo die Beschleunigung gerade angefangen hat. Da aber bei dieser kleinen Lichtmenge nicht nur der Anfang der Reaktion, sondern auch der Höhepunkt und der ganze Verlauf der Reaktion bei schwächerer Belichtung etwas später auftritt im Vergleich zu einer etwas größeren Belichtung, so tritt ein Augenblick ein, wo das Wachstum der stärker belichteten Hinterseite schon abnimmt, wenn das Wachstum der Vorderseite seinen Höhepunkt erreicht: Die positive Krümmungsbewegung hört auf, und meistens geht die Krümmung zurück. Der Sporangienträger kann dadurch wieder gerade werden oder mehr oder weniger seine (allerdings schwache) Krümmung beibehalten. Da die ganze Reaktion der Vorderseite etwas später ist als an der Hinterseite, so kann an der Hinterwand das Wachstum schon etwas früher anfangen, zum Normalwert anzusteigen, als bei der Vorderseite: Es entsteht dann, wie in Tab. 47 und 48, schließlich noch (15 bis 18 Min.) eine winzige positive Krümmung. Wie gesagt, handelt es sich um äußerst kleine, bald verschwindende Krümmungen, welche, wie ich berechnete, z. B. 3 bis 4⁰ betragen. Die Erklärung dieser Reaktionsart ist am Schluß also ein wenig anders als ich es mir in der vorläufigen Mitteilung dachte.

Die Reaktion der Tab. 47 ist ungefähr im Schema der Fig. 8 ausgedrückt.

Die Tab. 48 zeigt dieselbe Reaktionsart wie Tab. 47, aber doch ist die Reaktion schon merklich schwächer, so daß die

gemeinschaftliche Wachstumsbeschleunigung der Vorder- und Rückseite nur sehr schwach hervortritt.

Beobachtet man jetzt schwächer reagierende Individuen oder führt man noch weniger Licht zu, so muß man denjenigen Fällen begegnen, wo die Reaktion der Hinterseite wohl noch wahrnehmbar ist, aber jene der Vorderseite fast nicht mehr konstatiert werden kann. Diese Fälle fand ich wirklich bei 1, 2 und 4 M.-K.-S. (einseitig!), und sie werden gewiß auch bei geringeren Lichtmengen noch bisweilen auftreten (s. Tab. 48 u. 49). Man beobachtet hier gar keine gesamte Wachstumsbeschleunigung der Zelle, sondern es tritt eine schwache Krümmung ein durch die auf diese Weise eben merkliche Beschleunigung der Rückseite. Diese Krümmung geht wieder zurück durch die später auftretende Wachstumsverringering der Hinterwand oder vielleicht zu gleicher Zeit auch durch die sehr geringe Wachstumsbeschleunigung der Vorderseite.

Schließlich begegnet man bei diesen geringen Lichtmengen auch denjenigen Individuen, bei welchen nach so schwacher Belichtung keine Reaktion, weder Beschleunigung noch Krümmung, mit Bestimmtheit mehr nachzuweisen ist. Zum Überfluß geben die Tab. 51 und 52 auch von diesen Versuchen zwei Beispiele.

Aus diesen Versuchen geht weiter hervor, daß die Grenze der wahrnehmbaren phototropischen Krümmung weit niedriger liegt, als ich früher (1909) dachte, und daß ich in den früheren Untersuchungen einen viel höheren Effekt für die Beurteilung des Phototropismus angenommen habe, als die »eben merkliche« Krümmung. Die hier beschriebenen, in den ersten 15 Minuten auftretenden Krümmungen sind damals zum Teil übersehen, vielleicht weil die Beobachtung nur bei sehr schwacher Vergrößerung stattfand.

Die Grenze der bei dieser Beobachtungsweise wahrnehmbaren Krümmungen kann man jetzt auf ± 1 M.-K.-S. bringen. Doch muß ich nachdrücklich betonen, daß ich nach früheren und den hier beschriebenen Befunden und anderen Literaturangaben (besonders Arisz, 1911) das Bestehen einer wirklichen Schwelle beim Phototropismus sowie bei der Photowachstumsreaktion entschieden abweise. Man kann nur sprechen von

einem Gebiet oder einer Grenze, wo die Erscheinung für uns äußerlich wahrnehmbar wird.

Tabelle 45. 120 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
46	0,63	(Die wegen auftretender Krümmung nicht mehr zuverlässigen Zahlen stehen zwischen Klammern)
50	0,65	
55	0,67	
58	0,63	
2	0,80	
4 ^{1/2}	0,88	Krümmung eben angefangen
6 ^{1/2}	0,90	
9	(0,88)	
11	(0,80)	
13 ^{1/2}		Krümmung stärker
16		" "
19		" "
21		Krümmung nicht weiter Krümmung geht zurück
24		
27		

Tabelle 46. 30 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
40 ^{1/2}	0,90	Die Krümmung hat angefangen Krümmung stärker
50 ^{1/2}	0,83	
58	0,79	
1 ^{1/2}	0,80	
4	1,00	" "
6	1,56	
8 ^{1/4}	(1,43)	" "
10		
12 ^{1/2}		Krümmung nicht weiter Krümmung geht zurück
15		
18		
21		

Tabelle 47. 10 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
40 ^{1/2}	0,97	Krümmung eben angefangen Stärkere, aber doch schwache Krümmung Krümmung nicht weiter Gerade
47 ^{3/4}	0,96	
53 ^{1/2}	1,00	
1	1,00	
3	1,00	" "
5	1,25	
7	1,63	Anfang einer Krümmung Sehr schwache Krümmung
9	1,50	
11	1,10	Krümmung nicht weiter
13 ^{1/2}	0,80	
16	0,75	
18	0,85	
21		

Tabelle 48. 2 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
4 ¹ / ₄	0,87	
5 ² / ₄	0,89	
5 ⁷ / ₄	0,81	
1 ¹ / ₄	0,88	
3 ¹ / ₄	0,88	
7 ¹ / ₄	0,88	Anfang der Krümmung
9 ¹ / ₄	0,88	Sehr schwache Krümmung
11 ¹ / ₄	1,00	Krümmung nicht weiter
13 ¹ / ₄	0,88	Krümmung geht zurück
15 ¹ / ₄	0,75	Gerade
17 ¹ / ₄	0,70	Sehr schwache Krümmung
19 ³ / ₄	0,80	Schwache Krümmung
22 ¹ / ₄		Krümmung nicht weiter

Tabelle 49. 8 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
38 ³ / ₄	0,92	
50 ³ / ₄	0,96	
57	1,00	
1	1,00	
3	0,89	
5 ¹ / ₄	1,00	Die Krümmung hat angefangen
7 ¹ / ₄	1,00	Krümmung stärker
9 ¹ / ₄	1,00	Krümmung nicht weiter
11 ¹ / ₄	0,90	Krümmung geht zurück
16 ¹ / ₄		

Tabelle 50. 4 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
47 ¹ / ₂	0,86	
54 ¹ / ₂	0,85	
1 ¹ / ₂	0,88	
2 ¹ / ₂	0,88	
4 ¹ / ₂	0,75	
6 ¹ / ₂	0,88	
8 ¹ / ₂	0,88	Krümmung angefangen
10 ¹ / ₂	0,88	Krümmung etwas stärker
12 ¹ / ₂	(0,75)	" " "
14 ¹ / ₂	(0,75)	" " "
16 ¹ / ₂	(0,75)	Krümmung nicht weiter
18 ¹ / ₂		

Tabelle 51. 2 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
49 ¹ / ₂	0,94	
1 ¹ / ₂	1,00	
3 ¹ / ₂	0,88	Keine Krümmung
5 ¹ / ₂	1,00	
7 ¹ / ₂	1,00	
9 ¹ / ₂	1,00	
11 ¹ / ₂	0,80	
14	1,00	
16		

Tabelle 52. 4 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
48	0,80	
53	0,81	
57	0,81	
1	0,75	Keine Krümmung
3	0,75	
5	0,83	
7	0,75	
10	0,67	
12		

Tabelle 53. 840 M.-K.-S. Einseitig.

Zeit	Wachstums- wert	Bemerkungen
36	1,07	
50	1,00	
57	0,85	
4	2,00	
5 ^{1/2}	2,00	
7 ^{1/2}	1,20	
10	1,25	
12		
14		Krümmung deutlich
16		Krümmung stärker
18		„ „

Für die schwachen und mäßigen Belichtungen habe ich bis in Einzelheiten zu beweisen versucht, daß der Phototropismus nur durch ungleiche Wachstumsreaktion der Vorder- und Rückseite auftritt. Nach meiner Ansicht stimmen die angeführten Tatsachen so völlig mit dieser Auffassung, daß es fast überflüssig ist, noch weitere Beweise in so feinen Details für stärkere Belichtungen anzuführen. Doch will ich noch im kurzen die folgenden Beweise liefern.

An die Tab. 45 bei 120 M.-K.-S. schließt sich die letzte Tab. 53 bei 840 M.-K.-S. an. Da die Wachstumsvermehrung bei dieser Lichtmenge den überhaupt möglichen Höhepunkt erreicht, so ist nicht nur der Anfang, sondern meistens auch die Höhe der Beschleunigung für Vorder- und Rückseite dieselbe: Die Reaktion erreicht ihren höchsten Wert, ohne daß eine Krümmung noch eingetreten ist. Darauf wird aber die Krümmung merklich, da die stärker belichtete Rückseite ihre Beschleunigung etwas länger beibehält als die Vorderseite. Aus diesem Grunde divergieren die Wachstumskurven der Vorder-

und Rückseite früher oder später, nachdem sie erst einen gemeinschaftlichen Höhepunkt erreicht haben. Schematisch ist dies ungefähr in Fig. 9 dargestellt.

Ich muß davon absehen, von den verwickelten Beziehungen bei den Überbelichtungen in Einzelheiten Rechnung abzulegen. Schon bei 840 M.-K.-S. und höher findet man Individuen, welche sich fast nicht krümmen, weil die Reaktionen der Vorder- und Rückseite fast gleich sind. Auch kann eine sehr geringe negative Krümmung erst auftreten, wenn die Beschleunigung der stärker belichteten Rückseite schon etwas mehr herabgedrückt ist als an der Vorderseite, worauf dann aber wieder eine positive Krümmung folgt, indem besonders die Wachstumsverringerung bei diesen noch schwachen Überbelichtungen verkürzt ist, am meisten also an der Rückseite.

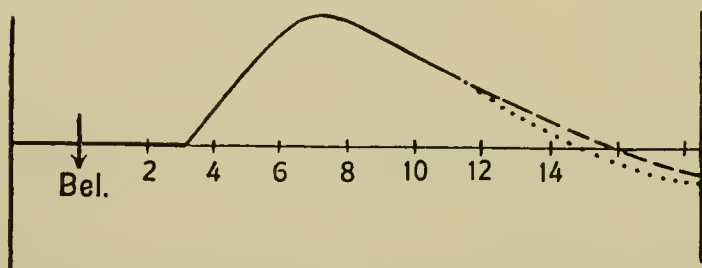


Fig. 9. Schematische Darstellung der Reaktion der Tabelle 53 zur Erklärung der Krümmung. — — — = Wachstum der Rückseite. . . . = Wachstum der Vorderseite.

Wichtiger und lohnender ist es aber, das Folgende hervorzuheben: Bei Überbelichtungen von 100000 M.-K.-S. und mehr (und auch bei 16000 M.-K.-S. der Tab. 35) haben wir das typische schwankende

Wachstum beobachtet (Fig. 5 G). Völlig damit in Einklang stehen die früheren Befunde bei einseitiger Belichtung (Bl. 1909, S. 294):

»Bei dieser Lichtquantität (88000 bis 200000 M.-K.-S.) kann die Reaktion manchmal höchst eigentümlich sein. Aus den Reaktionen bei dieser Lichtquantität merkt man sehr deutlich, daß es einen Streit zwischen einer negativen und positiven Erscheinung gibt; denn auch ein und dasselbe Individuum sieht man oft zwischen dieser positiven und negativen Reaktion (Krümmung) schwanken.«

Der wellenförmige Verlauf des Wachstums der ungleich belichteten Vorder- und Rückseite gibt also den Anlaß zu diesen wiederholten Schwankungen zwischen positiven und negativen Bewegungen!

Die Entstehung der negativen Krümmungen bei noch größeren Lichtmengen (besonders oberhalb 2 Mill. M.-K.-S.) ist auch ohne weiteres klar. Wir sahen, daß bei diesen sehr großen Lichtmengen die Wachstumsverringering immer kräftiger auftritt. Es ist recht deutlich, daß dies jetzt zu negativen Krümmungen führt, indem die Verringerung an der stärker beleuchteten Rückseite der Zelle etwas kräftiger hervortritt als an der Vorderseite.

Wir wissen, daß die negativen Krümmungen erst recht kräftig werden bei Durchbelichtung mit sehr hohen Intensitäten. Ich habe auch schon erwähnt, daß bei so hoher Intensität (8000 M.-K.) das Wachstum schließlich auf einen niedrigen konstanten Wert (z. B. 75 %) herabgedrückt wird. Es ist nun auch wieder recht verständlich, daß bei dauernder einseitiger Belichtung die Rückseite auf einen etwas niedrigen Wert herabgedrückt wird als die Vorderseite, und wenn auch der Unterschied der erhaltenen konstanten Werte vielleicht nicht groß sein wird, so führt er doch bei der dauernd unterhaltenen Belichtungsungleichheit zu kräftigen, negativen Krümmungen.

Es ist nun meines Erachtens ohne Zweifel bewiesen, daß der ganze Phototropismus von *Phycomyces* nichts anders bedeutet als die Resultante der ungleichen Photowachstumsreaktion der ungleich beleuchteten Vorder- und Rückseite der Zelle.

§ 10. Schluß.

I. Eine Lichtmenge ruft in der wachsenden Zelle eine typische Wachstumsreaktion hervor, welche nach ganz bestimmten Gesetzen verläuft.

II. Der Phototropismus von *Phycomyces* ist die Resultante der Photowachstumsreaktionen an der Vorder- und Rückseite der Zelle.

In diesen zwei Hauptergebnissen sind die verschiedenen Resultate der in dieser Arbeit mitgeteilten Versuche zusammengefaßt. In einer früheren Arbeit (1909) habe ich auf Grund einer großen Zahl von Versuchen und Literaturangaben die Ansicht vertreten, daß alle bekannten Tatsachen über Photo-

tropismus unabweisbar zu der Auffassung führen, »daß der Lichtreiz auf photochemischem Wege aufgenommen wird« (S. 334). Dabei habe ich die Wahrscheinlichkeit ausgesprochen, daß die Lichtenergie von einer Reaktion des normal verlaufenden Stoffwechselprozesses perzipiert wird und sagte u. a. (S. 365): »daß eine Änderung, z. B. eine Beschleunigung oder Verzögerung im Stoffwechselprozesse sich in kürzerer Zeit auch offenbaren wird in einer Änderung des Wachstums, läßt sich sehr gut denken.«

Ich glaube, daß diese Arbeit für *Phycomyces* genügend beweist, daß dies gerade der Fall ist. Die photochemische Absorption der Lichtenergie (= die photochemische Perzeption des Lichtreizes) ist wohl die Grundlage des Phototropismus, so wie ich das in der früheren Arbeit zu beweisen versucht habe, aber diese Lichtabsorption hat zur nächsten Folge die merkwürdige Wachstumsreaktion, während der Phototropismus nur sekundär notwendig auftritt durch ungleichseitige Wachstumsreaktion.

Da aber gegen diese rein-photochemische Auffassung der Lichtperzeption neuerdings in einer Arbeit von K. Noack wieder eine auffallend scharf ablehnende Stellung angenommen ist, so muß ich leider hier im kurzen zeigen, wie fehlerhaft die genannte Arbeit ist, welche der Verfasser u. a. mit diesen Worten schließt: »Daß Bls. Annahme einer einfachen photochemischen Wirkung des Lichtes nach all dem Auseinandergesetzten nicht länger aufrecht erhalten werden kann, braucht wohl nicht erst gesagt werden.«

1. Der Verfasser geht von der unrichtigen Vorausstellung aus, daß im allgemeinen die Lichtstärke in den phototropischen Pflanzenorganen von vorn nach hinten abnimmt. Wie dies bei *Avena* der Fall ist, laß ich hier noch ruhen, aber bei dem ebenfalls von Noack untersuchten *Phycomyces* ist dies gerade nicht der Fall, hier nimmt die Lichtstärke von vorn nach hinten zu. Wie der Gang der Strahlen sein konnte, dem widmet der Verf. wohl einige Zeilen, doch geht er nicht tief genug darauf ein. Während er in der Ungewißheit dieser für die Beurteilung der physiologischen Tatsachen allernotwendigsten ersten physikalischen Umständen beruht, meint der Verf. leider, daß er doch mit Recht physiologische Schlüsse ziehen darf.

2. Ebenso unrichtig ist der Gedanke des Verf., daß bei der Schiefstellung der zylindrischen Organe zum Lichteinfall physikalisch nur der Lichteinfall (nach dem Sinus des Ablenkungswinkels) sich ändert. Der Gang paralleler Strahlen in einer schief gestellten zylindrischen Linse ist nicht so einfach zu berechnen, aber wir können uns z. B. für *Phycomyces* ziemlich genau darüber klar werden, wenn wir wieder eine Glasröhre mit Wasser gefüllt mit parallelen Sonnenstrahlen beleuchten und in verschiedene Winkel zum Lichteinfall bringen. Wenn man das tut, so wird es einem erst recht deutlich, wie weit die Vorstellung Noacks von der Wirklichkeit entfernt ist. Die Konzentration des Lichtes von vorn nach hinten, welche, wie gesagt, auch an der Zelle selbst zu beobachten ist, wird bei schiefem Lichteinfall immer stärker; das Licht wird also an der Hinterseite auf einem immer kleineren Bezirk zu einer ungemein starken Intensität konzentriert, und bei 30° liegt die Brennlinie gerade auf der Hinterwand. Wird der Einfallswinkel kleiner, so bewegt sich die Brennlinie von der Hinterwand nach der Mitte der Zelle zu. Es ist also kein Zufall, daß gerade die Versuche um $\pm 30^{\circ}$ um $\pm 150^{\circ}$ in der Noackschen Arbeit eine bedeutende Rolle spielen und man versteht jetzt wohl, wie viele verwirrende Resultate die Versuche mit schiefem Lichteinfall aufweisen können. Wo, wie bei *Avena*, ein Teil des Lichtes in der Pflanze diffus wird (worauf auch Noack selbst hinweist), da werden die Verhältnisse noch mehr verwickelt sein. Außerdem ist der Strahlengang ganz verschieden, je nachdem das Blatt die Coleoptile mehr oder weniger ausfüllt.

3. Bei *Avena* wird der Lichteinfall unter gleichen Winkeln von oben und unten als physikalisch genau gleich gedacht. Dabei wird ganz außer Betracht gelassen, daß der Lichteinfall von oben immer stärker die paraboloidförmige Spitze bestrahlt, welche dazu vielfach hohl ist — und wie man sich dabei den Strahlengang innerhalb der Spitzenzellen denken muß, ist nicht leicht zu sagen. Diese Belichtung von oben wird physikalisch gleichgestellt mit der Belichtung in denselben kleinen Winkeln von unten, wobei — z. B. bei 160° — die Strahlen, wie der Verfasser selbst sagt, erst in der Hälfte der Versuchspflanze das Objekt erreichen. Der Verf. trägt hiergegen kein Bedenken,

weil der untere Teil so wenig empfindlich sei. Doch braucht man nur eine kleine Skizze zu machen von dem Lichteinfall bei 160° und von der Länge und Dicke der Pflanze, um zu sehen, wie wenig von der an der Hälfte der Vorderseite angreifenden Lichtmenge die Rückseite erreichen wird. Es ist ganz selbstverständlich, daß die Belichtung von oben her auf diese Weise stärker wirkt als eine derartige Belichtung von unten unter gleichen Winkeln. Ich will hier aber noch nicht näher auf die Verhältnisse bei *Avena* eingehen, sondern wollte nur betonen, wie der Lichteinfall unter gleichen Winkeln von unten und oben, besonders in den kleinen Winkeln, bei *Avena* bei weitem nicht physikalisch gleich zu nennen ist. Darum fehlt der Konklusion Noack's, daß die Pflanze die Lichtrichtung empfindet, die Begründung.

4. Dasselbe gilt auch für *Phycomyces*; denn wenn man von dem Verhältnis der Größe des Sporangiums, der Entfernung der Wachstumszone vom Sporangium und der Länge dieser Wachstumszone eine Skizze macht, so sieht man, daß bei Belichtungen von oben unter Winkeln von 30° und kleiner ein beträchtlicher Teil der wachsenden Zone selbst vom Sporangium beschattet ist. Schon aus diesem Grund kann man eine niedrigere »Schwelle« bei 150° als bei 30° erwarten. Deshalb ist auch bei *Phycomyces* der Vergleich des Lichteinfalls von oben und unten verfehlt und sind somit bei *Phycomyces* wie bei *Avena* die Gründe, welche den Verfasser zu der Annahme einer Lichtrichtungspertzeption führen, durchaus unrichtig.

Weiter gehe ich nicht auf die Details dieser Arbeit ein. Ich glaube gezeigt zu haben, daß durch diese Fehler die Resultate entstanden sind, welche den Verf. zu unrichtigen Auseinandersetzungen geführt haben, wodurch einfachere und klarere Auffassungen bei Seite gestellt werden und schließlich »die spezifischen Eigenschaften des Protoplasmas« die undeutlichen Resultate entschuldigen müssen. Es ist mir unangenehm, daß ich so persönlich auf diese Arbeit habe antworten müssen, aber ich glaube, daß es für die Aufklärung unserer physiologischen Kenntnis ein erstes Bedürfnis ist, derartige bedeutende Fehler, welche neue Komplikationen bringen, einzusehen und zu beseitigen.

Der Phototropismus ist bei *Phycomyces*, wie hier gezeigt wurde, nur eine Resultante der ungleichen Wachstumsreaktion der ungleich belichteten Seiten der Zelle, und die Annahme einer speziellen Perzeption der Lichtrichtung ist hier ganz überflüssig und entbehrt jeder Begründung. Damit kommt man — wie schon in einer vorläufigen Mitteilung (1913) gesagt wurde — wieder zu dem einfachen Prinzip der de Candolleschen Theorie zurück, obwohl die Wirklichkeit, welche zu diesem Prinzip zurückführt, bei weitem nicht so einfach ist, wie de Candolle sich dies damals gedacht hat.

Die Untersuchungen über Licht und Wachstum werden fortgesetzt mit Stengel und Wurzel höherer Pflanzen, um zu prüfen, ob hier vielleicht ähnliche Erscheinungen wie bei der einzelnen Zelle von *Phycomyces* auftreten. Auf die Schlußfolgerungen, welche noch weiter aus den hier angeführten Ergebnissen bei *Phycomyces* abzuleiten sind, will ich hier nicht zu sehr eingehen. Es scheint mir besser, erst weitere Tatsachen auf einem größeren Gebiet zu sammeln.

Als diese Arbeit abgeschlossen war, erschien gerade eine vorläufige Mitteilung von E. Vogt, der bei vertikalem Lichteinfall bei *Avena* in gleicher Weise eine Wachstumsbeschleunigung beobachtet hat. Die beigegebene Figur zeigt die Reaktion bei einer vertikalen Belichtung mit 100 M.-K. \times 900 S. (also bei starker »Überbelichtung«). Die Art der wellenförmigen Reaktion stimmt mit der bei derartigen Lichtmengen gefundenen Reaktion bei *Phycomyces* (Tab. 36 bis 38 und Fig. 5 G) überein. Auch die Wachstumsverringering vor der Beschleunigung tritt bei Vogt auf. Ich habe bei Tab. 36 bis 38 darauf hingewiesen, daß ich diese Wachstumsverringering schließlich nicht als zu der Photoreaktion gehörig ansehen dürfte und vielmehr glaubte, daß sie der kleinen Temperaturerhöhung zugeschrieben werden müßte. Auf die Beschreibung der Wachstumsverringering als Folge einer plötzlichen kleinen Temperaturerhöhung (§ 2) sei hier verwiesen. Doch werde ich hoffentlich später noch Gelegenheit haben, näher festzustellen, ob diese Wachstumsverringering dem Lichte oder der Wärme zugeschrieben werden muß.

Es sei hier noch erwähnt, daß vielleicht ein enger Zusammen-

hang bestehen kann zwischen der Photowachstumsreaktion und dem besonders von Tröndle (1910) untersuchten wichtigen Einfluß des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Weitere Literaturangaben über den Einfluß des Lichtes auf das Wachstum und über verschiedene Auffassungen vom Wesen des Phototropismus lasse ich hier beiseite. Schon in der genannten, vorläufigen Mitteilung habe ich einige Angaben aus der Literatur angeführt und darauf hingewiesen, wie durch viel zu lange Belichtung, durch viel zu große Lichtmengen, durch intermittierende Belichtung, durch inkonstante Temperatur usw. die eigentliche Photowachstumsreaktion bis jetzt unbekannt geblieben ist. Die Unbekanntheit mit dieser typischen Reaktion ist wieder die Ursache, daß man in der Botanik in der letzten Zeit so wenig Zusammenhang zwischen Wachstum und Tropismen sucht und daß den tropistischen Erscheinungen zu viel Theorie gewidmet und zu viel Rätselhaftes zugeschrieben wird. Hoffentlich wird es hier bei *Phycomyces* auch nach Anderer Urteil gelungen sein, den Schleier vom Phototropismus abzuheben, und wenn damit für viele dem Phototropismus sein Reiz genommen wird, so sind wir doch vielleicht der Wirklichkeit etwas näher gekommen.

Der Direktion der Teyler-Stiftung spreche ich meinen aufrichtigen Dank aus für die angenehme Gelegenheit und die guten Hilfsmittel, die mir im Laboratorium geboten wurden. Besonders dem Herrn Konservator, *Ihr. Dr. G. Elias*, danke ich verbindlichst für das fortwährende Interesse, das er meinen Versuchen und häufigen technischen Fragen immer freundlichst gezeigt hat. Für den Biologen muß es als ein günstiger Umstand betrachtet werden, in der unmittelbaren Nähe eines physikalischen Zentrums arbeiten zu dürfen.

Haarlem, Mai 1914.

Literatur.

- Arisz, W. H., (1911). Proceedings Kon. Ak. v. Wetensch. Amst. 1911.
—, (1913). Ebenda. 1913.
- Blaauw, A. H., (1908). Ebenda. 1908.
—, (1909). Die Perzeption des Lichtes. Rec. trav. bot. Néerlandais. 5.
—, (1913). Proceedings Kon. Ak. v. Wetensch. 1914. (Communicated Dec. 1913.)
- Errera, L., (1884). Bot. Zeitg. 1884. 42.
- Fröschel, P., (1908). Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Abt. I. 1908. 118.
- Jacobi, H., (1911). Ebenda. 1911. 120.
- Noack, K., (1914). Zeitschr. f. Bot. 6. Heft 1.
- Tröndle, A., (1910). Jahrb. f. wiss. Bot. 48.
- Vines, S. H., (1878). Arb. Würzburg II. 1878.
- Vogt, E., (1914.) Ber. d. d. bot. Ges. 32. Heft 3.
- Wolk, P. C. v. d., (1912). Public. sur la Physiol. végét. Nymegen. 1912.



Besprechungen.

Pascher, A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.

Heft 1: Flagellatae I. G. Fischer, Jena. 1914.

Das erste Heft dieser Publikation enthält zunächst eine gedrängte Darstellung der Organisation und Ernährungsweise, der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Vermehrung, sowie der Systematik und Biologie der Flagellaten. Der Herausgeber der Flora, Pascher selbst, hat darin die wichtigsten Ergebnisse der in letzter Zeit so regen Flagellatenforschung verarbeitet und dabei die oft phantasievollen Angaben der Literatur einer kritischen Betrachtung unterzogen. Besonders berechtigt erscheint mir seine Skepsis in bezug auf die meist an fixiertem Material gemachten Beobachtungen über Sexualität der Flagellaten. Dagegen lauten einige Angaben des Verf.s meines Erachtens zu positiv, wo etwas mehr Reserve am Platze gewesen wäre, so z. B. diejenigen über die Abstammung farbloser Formen von Chromatophoren tragenden (S. 19) und über die Verwandtschaft der Zygophyten sowie der Myxomyceten. Das hindert aber nicht, daß diese Einleitung umfassend und klar den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse wiedergibt.

Dasselbe gilt von der im gleichen Heft enthaltenen systematischen Bearbeitung der farblosen niederen Flagellaten durch Lemmermann, nämlich der Pantostomatinen, Protomastiginen und Distomatinen, an der ich nichts auszusetzen finde.

Senn.

Pascher, A., Über Flagellaten und Algen.

Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 136—160.

Eine frisch geschriebene Übersicht über die Anschauungen, zu welchen der unermüdete Flagellaten- und Algenforscher durch seine neuen Beobachtungen geführt worden ist. Diese selbst teilt er am Schluß in Form von kurzen Diagnosen mit. Bei der Neugruppierung der gefärbten Flagellaten und der Algen stellt Verf. mehrere parallel verlaufende Stämme fest, innerhalb deren dieselben Entwicklungsstufen zu unterscheiden sind.

Mit Ausnahme der Amöboidie kennen wir diese Entwicklungsstufen

bei den Chlorophyceen schon lange. Auf Grund seiner neuen Funde führt nun Verf. dieselbe Gruppierung mit Geschick auch innerhalb der anderen Stämme durch.

Als solche figurieren erstens die Chrysophyten, welche die Chryso-monadalen, Heterokonten und Diatomeen enthalten. Die für diese Gruppierung angeführten Gründe lassen sich hören; immerhin sollten sie noch durch die ausführliche Beschreibung der diese Anordnung rechtfertigenden neuen Formen gestützt werden.

Im Gegensatz zu früheren Arbeiten des Verf.s sind die Phaeophyten als besonderer zweiter Stamm von den Chrysophyten losgelöst worden und stehen vorläufig noch isoliert.

Der dritte Stamm, derjenige der Pyrrophyten, umfaßt außer den durch fadenbildende Formen erweiterten Cryptomonadalen und Dinoflagellaten die neue Gruppe der Desmokokonten, in welchen Verf. neue Formen mit den schon bekannten Exuviaella, Proocotron und Dinophysis vereinigt. Der im Gegensatz zur früheren Auffassung des Verf.s vorgenommenen Abtrennung der Cryptomonadinen von den Chryso-monadinen und dem Anschluß der Dinoflagellaten an die Cryptomonadinen kann ich durchaus zustimmen, da ich stets dafür eingetreten bin.

Die Eugleninen und Chloromonadinen werden, jedenfalls mit Recht, als vorläufig noch völlig isoliert stehende Stämme betrachtet.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß die Conjugaten von den Diatomeen entfernt und auf Grund der Kernverhältnisse bei der Zygosporienkeimung von Spirotaenia den Chlorophyceen angegliedert werden. Daß Verf. die Oedogoniaceen bei den Chlorophyceen beläßt, ist jedenfalls richtig; es wäre wohl konsequent, innerhalb des Chlorophyceen-Stammes eine dritte Entwicklungsreihe anzunehmen, die den Di- und Tetrakonten des Verf.s völlig gleichwertig ist.

Die vorliegende Darstellung enthält jedenfalls manches Richtige und wird in jeder Beziehung anregend wirken. Ob sich alle darin geäußerten neuen Ideen als richtig erweisen lassen, kann jetzt noch nicht beurteilt werden. Jedenfalls ist aber der Wissenschaft wie dem Verf. zu wünschen, daß sein Gesundheitszustand ihm erlauben möge, für die Richtigkeit seiner Ideen recht bald die Beweise zu liefern. Senn.

Comère, J., De l'action du milieu considérée dans ses rapports avec la distribution générale des Algues d'eau douce.

Bull. soc. bot. France. 1913. 60. Mém. 25.

Zuerst 21 Seiten Definitionen der verschiedenen Formationen! Dann ein sehr allgemein gehaltener Abschnitt über den Einfluß der

verschiedenen ökologischen Faktoren, deren Intensität nur ausnahmsweise in Zahlen ausgedrückt wird. Immerhin finden sich hier einige interessante Beobachtungen, so z. B. über die ungünstige Wirkung eines regen Schiffsverkehrs auf die Algenflora eines Kanals. Ob aber nur die physikalische Trübung des Wassers schuld daran ist, wie Verf. annimmt, oder nicht vielmehr die mit dem Schiffsverkehr notwendig verbundene chemische Verunreinigung, scheint mir nicht entschieden zu sein. Ferner ist der Hinweis von Bedeutung, daß sich die Süßwasser-algen an das Meerwasser leichter anpassen als Meeresalgen an das Süßwasser.

Am wertvollsten ist jedenfalls das letzte Drittel der Arbeit, das von der biologischen Verbreitung der Algen handelt (S. 62—93). Besonders scheinen mir die Angaben über die Vorliebe bestimmter Algengruppen für bestimmte Standorte, sowie über die Periodizität in der Entwicklung der Algen Neues zu enthalten.

Senn.

Artari, Al., Zur Physiologie der Chlamydomonaden.

II. Einige neue Versuche und Beobachtungen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 53, 527.

Chlamydomonas Ehrenbergii wuchs autotroph weniger gut als heterotroph mit Glukose am Licht aber ohne Kohlensäure. Das beste Wachstum wurde bei mixotropher Ernährung erzielt. Nitrit war schlechter als Nitrat, Kalisalpeter ebenso gut wie Ammonnitrat. In einer neunproz. Glukoselösung und einer isotonischen zwölfproz. Magnesiumsulfatlösung trat Wachstum ohne Schwärmerbildung ein. Selbst nach 3 Jahre fortgesetzter Kultur in derartigen hochkonzentrierten Lösungen wurde der Organismus aber in verdünnteren Nährflüssigkeiten wieder beweglich. In diesen werden die Individuen nach einiger Zeit kleiner. Hohe Temperatur dagegen erhöht die Körpergröße.

Weiter wurden einige Beobachtungen an einem, der *Dunaliella viridis* Teodoresco nahestehenden Organismus angestellt. Salzkristalle aus einem Salzsee wurden mit so viel Wasser übergossen, daß ein ungelöster Rest blieb. Schon nach dreißig bis vierzig Min. waren schwärmende Individuen des beim Auskristallisieren unbeweglich gewordenen Organismus zu beobachten.

Im ruhenden Zustande hat die *Dunaliella* durch ihre ineinandergeschachtelten Schleimhüllen Ähnlichkeit mit der in starken Lösungen kultivierten *Chlamydomonas Ehrenbergii*.

Ernst G. Pringsheim.

Puschkarew, B. M., Über die Verbreitung der Süßwasserprotozoen durch die Luft.

Arch. f. Protistenkunde. 1913. 28, 323—362. Mit Taf. XVII—XVIII und 5 Fig. im Texte.

Arbeiten, die derart wichtige, allgemein biologische Probleme behandeln, pflegen in ihren Resultaten in allen Lehrbüchern und Darstellungen Eingang zu finden. Gerade deshalb ist in der Verwertung der Resultate um so größere Vorsicht geboten. P. nimmt in dieser Arbeit die Versuche von Ehrenberg, Schewiakoff und Lindner über die Bedeutung der bewegten Luft als Transportmittel mit anderen, es sei aber gleich vorweggenommen, kaum besseren oder mehr ausreichenden Methoden auf. Er sucht die in der Luft schwebenden Sporen aufzufangen und aus ihnen die normal vegetativen Organismen zu ziehen. Seine Methoden sind sehr einfach. Offene flache Schalen mit der Nährflüssigkeit werden tagelang der Luft ausgesetzt, mittels steriler Trichter wird Regenwasser aufgefangen, durch Röhren, mit Watte gefüllt und feinen Eingängen versehen, wird Luft durchgesogen. Ohne auf die speziellen Resultate einzugehen, sei gleich betont, daß die Zahl der aufgefangenen Protozoen recht gering war: neben Hefen, Bakterien 13 verschiedene Protozoen (2 Rhizopoden, 2 Ciliaten, d. a. Flagellaten). Im Sommer fanden sich mehr, im Winter weniger. — P. schließt nun aus seinen Versuchsergebnissen, daß die bewegte Luft nur in ganz untergeordneter Weise als Transportmittel für die Protozoencysten diene (auf 1 cm nur 2 Cysten), daß man daher den Kosmopolitismus zahlreicher Protozoen nicht auf Rechnung der bewegten Luft, deren Bedeutung darin sehr überschätzt werde, zu stellen sei. — Ref. hat schwere Bedenken gegen diese Schlüsse. Zunächst erscheinen die Methoden in keiner Weise ausreichend, die untersuchte Luft erscheint doch für eine derartig allgemeine Schlußfolgerung quantitativ viel zu klein. Dann aber trifft P. bereits durch die verwendeten Nährlösungen eine scharfe Auslese unter den in so mangelhafter Weise erhaltenen »Luft«protozoen. Vor allem sind alle autotrophen Flagellaten bei Anwendung von Erbsenwasser, Fleischaufguß usw. völlig ausgeschlossen. Aber auch die allermeisten heterotrophen Protozoen gehen nicht ohne weiteres darin auf. Was P. schließlich in seinen Kulturen erhält, sind eben einige wenige Formen, die sich in der angewendeten Lösung halten und vermehren können, soweit sie nicht in der Konkurrenz mit den mitaufgehenden Hefen, Bakterien und anderen Pilzen unterlegen sind. Und dieser verschwindende Rest, der gewiß nur einen winzigen Bruchteil der de facto in Cystenform in der Luft schwebenden Protozoen ausmacht, ist gewiß in keiner Weise eine ausreichende Basis für derart weitgehende Schlüsse, wie sie P. zieht.

Ja gerade aus dem Umstande, daß sich trotz der mangelhaften Auf-fangevorrichtung und der massenmordenden Kulturmethoden (P. fand im Durchschnitt auf 1 cm 2 Cysten; nimmt man nur diese Zahl als Grundlage des Cystengehaltes des Luftmeeres, so ergibt sich ja bereits daraus eine Zahl, die direkt das Gegenteil von P.s Behauptung darstellt), noch immer einzelne Protozoen am Schlusse der Versuchsserien fanden, möchte Ref. schließen, daß die bewegte Luft eine große Zahl Protozoencysten enthalten muß. Das stimmte auch mit den allgemeinen Erfahrungen überein, die jeder mit Luftinfektionen bei anderen Organismen gemacht hat. Ferner ist gerade die von P. gemachte Annahme, daß Protozoencysten immer auf festem Substrat gebildet werden, sich daher nicht für Lufttransport eignen, falsch: gerade die allermeisten Flagellaten und wohl auch viele Ciliaten und Rhizopoden bilden ihre Cysten frei. So ist die Untersuchung P.s für das behandelte Problem eben durch die methodischen Mängel sowie durch falsche Annahmen bedeutungslos. Ref. kann aber im Anschluß an dieses Urteil auch hier nicht die Bemerkung unterdrücken, wie wenig Wert es hat, wissenschaftliche Anfänger vor solch weitreichende, allgemeine biologische Probleme zu stellen, zu deren annähernden Lösung eine Unsumme methodischer Erfahrung, wie ausreichende, allgemein biologische Vorbildung, gehört. Das Resultat dieses Verfahrens sind totgeborene Arbeiten, die aber wegen des behandelten allgemeinen Problems immer und immer wieder in Lehrbüchern, biologischen Darstellungen Aufnahme finden und durch die stetige Wiederanführung ihrer Resultate mit der Zeit den Anstrich absoluter Verläßlichkeit gewinnen, die sie nie besitzen haben.

A. Pascher.

Morellet, L. et J., Les Dasycladacées du tertiaire Parisien.

Mem. de la soc. Geologique de France. no. 47. 1913. 21. f. 1. 4^o, 43 S.
3. Taf. u. 24 Textfig.

Im Jahre 1877 hat Munier Chalmas seine vorläufige Mittheilung über fossile Dasycladeen des Pariser Beckens in den Comptes rendus publicirt. Er hat darin 82 Gattungen namentlich aufgezählt, aber leider nicht beschrieben. Da eine weitere versprochene Bearbeitung niemals erfolgt ist, hat man die Bedeutung dieser Namen zum Theil gar nicht feststellen können. Jetzt haben sich die Autoren dieser Arbeit das große Verdienst erworben, eine eingehende Behandlung dieser dem Eocän des Pariser Beckens entstammenden Formen zu liefern. Sie haben mit großer Mühe sich an die Entzifferung der Munierschen Genusnamen gemacht, und es ist ihnen bis auf die von 6 Gattungen gelungen. Deren Namen werden nun wohl für immer verloren sein.

Sie selbst haben dann etliche neue Genera beschrieben. Zu den Dasycladeae *sensu strictiori*, deren Typus *Cymopolia* (*Polytrypa*) bildet, werden jetzt drei Genera gestellt, nämlich: *Cymopolia*, *Meminella*, *Larvaria*, *Neomeris* und *Lembinella*. Zu den Bornetelleen gehören *Dactylopora Zittelina*, *Digitella* und *Jodotella*. Isolierte Sporangien aus dieser Familie, die verschiedenen Gattungen angehören können, hatte Munier Chalmas unter den Namen *Terquemella* zusammengefaßt.

Zu den Acetabularieen gehören *Acicularia* mit den Subgenera *Briardina* und *Clypeina*. Daran schließen sich nun noch zwei Gruppen von nicht ganz sicherer Hierhergehörigkeit, deren Sporangien ganz unbekannt bleiben. Das sind die *Thyrso-porelliden* mit den Gattungen *Thyrso-porella* und *Belzungia* und die *Uteriden*, die nur *Uteria* umschließen.

Es werden von allen diesen Gattungen die einzelnen Species genau beschrieben und abgebildet; es würde aber den Raum des Referats überschreiten, darauf im einzelnen einzugehen. Wer sich mit diesen Formen beschäftigen oder sich nur über dieselben orientieren will, kann ja doch der vorliegenden Abhandlung nicht entrathen. Die meist schematisierten Textfiguren erweisen sich als sehr nützlich fürs Verständnis. Die Abbildungen auf den Tafeln sind gut und naturgetreu, doch würde man sie in manchen Fällen in etwas größerem Maßstab ausgeführt wünschen.

H. Solms.

Elfving, Fredr., Untersuchungen über die Flechtengonidien.

Acta societ. scientiar. fennicae. 1913. 44, No. 2. 71 S. 8 Taf.

Elfving hat schon im Jahre 1902 eine Mitteilung gemacht, in der er die Entstehung der Gonidien aus den Hyphen behauptete. In der vorliegenden größeren Arbeit gibt er zu, daß seine damaligen Behauptungen teils nicht richtig, teils ungenügend begründet gewesen seien; gleichzeitig berichtet er aber über eine Menge neuer Beobachtungen eines genetischen Zusammenhanges zwischen Flechtenhyphen und Gonidien. Da diese durch sorgfältige Zeichnungen und zahlreiche Mikrophotogramme belegt sind, wird man seine Angaben nicht ohne Nachprüfung beiseite schieben dürfen.

Einen großen Teil der Arbeit füllt die klare und objektive Schilderung der historischen Entwicklung der Flechtenfrage. Sie gehört wohl zu dem Besten, was hierüber geschrieben worden ist.

Der zweite Teil beginnt mit den Beobachtungen an der schon früher untersuchten *Parmelia* (*Evernia*) *furfuracea*. Hier soll es vorkommen, daß die Hyphenenden in den äußersten Zweigspitzen seitlich kleine kugelige Ausstülpungen treiben, die zu Gonidiengröße heranwachsen und dann ergrünen. Wenn man des Verf. Abbildungen daraufhin prüft,

wird man nicht finden, daß diese Behauptung durch eine lückenlose Entwicklungsreihe belegt ist. Das geht schon aus seinen eigenen Worten hervor: »Wenn diese kugelige Zelle ergrünt, ist die Gonidie fertig. Wie sich der Chromatophor mit dem Pyrenoid aus dem farblosen Plasma differenziert, habe ich nicht ermitteln können.« Die betreffenden Entwicklungsstadien sind von E. nur sehr selten gefunden, so daß sich die Flechte zur Entscheidung der Frage offenbar nur schlecht eignet.

Leichter werden sich die Angaben über *Physcia pulverulenta* nachprüfen lassen, wo etwa 5% der untersuchten Thalluslappen Gonidienanfänge enthielten. Hier sollen sie durch eine Art freier Zellbildung innerhalb der ausgewachsenen Hyphen entstehen. Der Verf. glaubt auch die allmähliche Differenzierung des Chromatophors und das Auftreten des Pyrenoids verfolgt zu haben.

Am meisten innere Wahrscheinlichkeit scheint mir aber die Darstellung zu haben, die Elfving von der Gonidienneubildung in den Hyphen von *Arthonia radiata* gibt. Von diesen hypophloeodischen Krustenflechten mit *Chroolepus*gonidien ist es seit Frank bekannt, daß die Hyphen in jungen Stadien gonidienfrei im Periderm wuchern. Nach Frank sollen die Algen dann von außen einwandern, was an und für sich nicht wunderbar ist, weil wir wissen, daß *Chroolepus* Korkschichten durchbohrt. Auffallend ist nur, daß sie — nach Frank — »ausnahmslos ohne farbige Ölkörnchen sind, ihr Protoplasma keine merklich grüne Farbe zeigt, und zudem die Zellmembranen meist minder kräftig gebaut sind«. Franks Beweisführung dafür, daß das, was er für einwandernde Gonidien ansah, wirklich *Chroolepus*zellen waren, ist also — darin muß man Elfving zustimmen — nicht lückenlos. Er glaubt nun diese Lücke dadurch ausfüllen zu können, daß er in gonidienfreien Hyphen von *Arthonia* mehr oder weniger kugelförmige Anschwellungen gefunden hat, deren plasmatischer Inhalt durch einen Riß der Membran herausschlüpft, allmählich ergrünt, Öltröpfchen bekommt und zu einem *Chroolepus*faden auswächst. Er kann hier eine ganze Reihe von Zwischenstadien vorführen, trotzdem wird man sagen müssen, daß alle Figuren auch mit der Frankschen Auffassung in Einklang stehen. Es fehlt nämlich der strenge Beweis, daß die Zellen, die die Anfänge der Chlorophyllbildung zeigen, wirklich von den aus den Hyphen rührenden farblosen Plasmaklumpchen herkommen. Aber dies ist jedenfalls das Objekt, bei dem des Verf. Versuch am wenigsten zum Widerspruch herausfordert.

Als gänzlich mißlungen wird man dagegen seine Beweisführung bei *Ephebe pubescens*, *Peltigera aptosa* und *Nephroma arcticum* bezeichnen müssen. Für *Ephebe* bildet er zum ersten Male junge Keimpflanzen ab, bei denen interessanterweise nicht, wie es für die erwachsenen

Pflanzen bekannt ist, die Stigonemazellen formbildend sind, sondern die Hyphen. Mit diesen Keimlingen bringt nun Elfving ganz willkürlich kleine Gewebekörper in Verbindung, die er auf demselben Substrat gefunden hat. Sie bestehen teils nur aus einem plektenchymatischen Hyphengeflecht, teils zeigen sie unregelmäßig geformte grünliche Flecken — die angeblichen Anfänge der Anthocyanbildung — und teils einzelne deutliche blaugrüne Zellen zwischen den Hyphen. Es fehlt aber sowohl der Nachweis, daß die kleinen farblosen Gewebekörper von Ephebepflanzen herrühren, als auch der, daß die verschiedenen Entwicklungsstadien in genetischem Zusammenhange stehen. Wenn ein solcher besteht, müßte er sich gerade in diesem Falle ziemlich leicht durch Kulturversuche nachweisen lassen, und es ist im Interesse des Verf. zu bedauern, daß er sie nicht angestellt hat. Nur auf diesem Wege ließe sich ja seine Hypothese einwandfrei beweisen.

Nicht viel überzeugender sind die Angaben, daß die Nostocgonidien in den Cephalodien von *Peltigera aptosa* aus den Hyphen entstünden. Das, was er als Gonidienanfänge zeichnet, hat weder in der Form noch in der Farbe Ähnlichkeit mit Nostoczellen. Auch fehlen alle Übergänge zwischen jenen merkwürdigen grasgrünen, eckigen Gebilden und den Algen. Das zeigen Stadien, wie sie in Fig. 36 abgebildet sind, wo beide unvermittelt nebeneinander liegen.

Auch in den Cephalodien von *Nephroma arcticum* sollen die Gonidien durch Neubildung entstehen. Elfving bestätigt die Forsselschen Angaben über die hypogene Entstehungsgeschichte dieser Cephalodien und belegt sie durch schöne Mikrophotogramme. Diese Photographien, die nach künstlich gefärbten Präparaten hergestellt sind, sollen dann gleichzeitig die Umbildung der Hyphen in Gonidien beweisen. Auf den Reproduktionen sehen natürlich zufällig dunkler gefärbte Hyphen und die sogenannten Gonidienanlagen ganz gleich aus. Zur Entscheidung der hier in Rede stehenden Frage können sie deshalb wenig beitragen, zumal der Verf. selber nur zwei von den vielen abgebildeten Fällen »für objektiv beweisend« hält. Aber gerade von diesen (Fig. 26 und 34) gilt die erwähnte Unzulänglichkeit der Reproduktion.

Es folgen dann noch kurze Angaben über grünlich gefärbte hyphenartige Gebilde in regenerierten Thalluslappen von *Peltigera canina* und über unbestimmte pilzähnliche Gebilde, die auch grüne Zellen erzeugen.

Wenn man also an die Elfvingsche Arbeit einen strengen Maßstab anlegt — und dazu verpflichtet die Wichtigkeit der angeschnittenen Frage — so wird man sagen müssen, daß ihre Ergebnisse nicht gewichtig genug sind, um das »Dogma« von der Algenatur der Gonidien zu erschüttern.

Nienburg.

Blochwitz, A., Entstehung neuer Arten von Schimmelpilzen durch starke Lichtreize.

Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 100—105. 2 Textfig.

Verf. setzte die jungen, in der Entwicklung begriffenen Conidienträger von *Aspergillus clavatus*-Kulturen längere Zeit der Wirkung einer gewöhnlichen Glühlampe aus und wiederholte diese Behandlung mit den folgenden Generationen, die stets aus Conidien der längsten Träger abgeleitet wurden. Es resultierte so eine Form des Pilzes mit merklich größeren Conidienträgern, welche dem *Aspergillus giganteus* Wehm. ähnlich ist, und Verf. glaubt, daß hier durch Lichtreiz die eine Art des *Aspergillus* in die andere übergeführt ist. Die Tatsache wäre sicher von besonderem Interesse und verdiente näher verfolgt zu werden; nach den nur im Umriß wiedergegebenen Daten des Verf. sind noch keineswegs alle Bedenken beseitigt, da nicht näher gezeigt wird, daß der hochwüchsige *A. clavatus* wirklich in allen Einzelheiten mit dem wirklichen *A. giganteus* übereinstimmt; hierfür sind keineswegs allein Größe und allgemeiner Bau des Conidienträgers entscheidend; beide Pilze sind auch physiologisch verschieden (Wachstumsoptimum, Gelatineverflüssigung, Farbstoffbildung), ebenso stimmt das Mycel nicht überein. Im allgemeinen sind auch wohl die Größendifferenzen erheblicher, als sie sich aus den Bildern des Verf. ergeben; die Träger messen hier (Fig. 1 und 2) ungefähr 1 cm (*A. clavatus*) und 3 cm (*A. giganteus*), was einer wirklichen Größe von ungefähr 0,3 mm bzw. 1 mm entsprechen würde (3fache Vergrößerung ist angegeben). Bei Vergleich gut wachsender Kulturen beider Pilze erhält man aber das Verhältnis von ca. 1:10 (*A. clavatus* = 1 mm, *A. giganteus* = 1 cm und darüber). Übrigens tritt *A. giganteus* auch in einer Zwergform auf, die mit bloßem Auge nicht von den Rasen des *A. clavatus* Desmar. zu unterscheiden ist, unter veränderten Verhältnissen aber die Riesenträger erzeugt (»Dimorphismus« der Conidienträger).

Beide Pilze finden sich gelegentlich auf Malz resp. Maische; wenn sich ein wirklicher Übergang der einen in die andere Form erweisen ließe, so dürfte unter natürlichen Verhältnissen Lichtreiz dabei jedenfalls keine Rolle spielen; *A. giganteus* ist nach dem bisherigen keineswegs eine Laboratoriumsrasse. Die Schlußfolgerungen des Verf. bedürften also wohl noch genauerer Begründung. Wehmer.

Skene, M., A Contribution to the Physiology of the Purple Sulphur Bacteria.

The new Phytolog. 1914. 13. Nos. 1 e 2.

Die roten Schwefelbakterien, die wegen ihres massenhaften Auftretens in der Natur eine auffällige Erscheinung bilden, sind bereits

mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Ihre Ernährungsansprüche wurden zuerst von Winogradsky näher untersucht. Er kam zu dem Resultat, daß sie zu ihrem Wachstum Schwefelwasserstoff unbedingt nötig haben, daß sie eine geringe Menge Sauerstoff und sehr wenig organische Substanz brauchen.

Engelmann versuchte 1888 zu beweisen, daß die Purpurbakterien im Lichte wie die grünen Pflanzen Kohlensäure assimilieren können, eine Ansicht, die Winogradsky und Molisch zu widerlegen versuchten.

Molisch kultivierte eine Reihe von Purpurbakterien und zeigte, daß sie mit organischer Substanz besonders gut im Lichte gedeihen, ohne Schwefelwasserstoff nötig zu haben. Es muß aber hier betont werden, daß der Begriff »Purpurbakterien« nicht recht präzise ist. Es werden hierunter sowohl rote, schwefelspeichernde Bakterien verstanden, als auch solche, in deren Körper Schwefel niemals nachweisbar ist. Der Unterschied dieser beiden, wahrscheinlich ernährungsphysiologisch gänzlich verschiedenen Bakteriengruppen ist von Molisch nicht genügend hervorgehoben worden.

Verf. der vorliegenden Arbeit versuchte nun, die Ernährungsansprüche der echten roten Schwefelbakterien, also solcher Formen, in deren Körper elementarer Schwefel nachweisbar ist, festzustellen. Es gelang ihm leider nicht diese Organismen in Reinkultur zu erhalten, aber die von ihm mit Rohkulturen erhaltenen Resultate sind recht interessant und dürften für weitere Untersuchungen Anlaß geben.

Die vom Verfasser untersuchten Purpurbakterien gedeihen in Rohkulturen am besten in einer mineralischen Nährlösung, die Ammonsulphat als Stickstoffquelle und Calciumcarbonat zum Neutralisieren der gebildeten Säure enthielten.

Alle untersuchten organischen Kohlenstoff- und Stickstoff-Quellen erzeugten durchaus keine Förderung des Wachstums, sondern erwiesen sich im Gegenteil meist als wachstumshemmend.

Ein Wachstum der Bakterien war nur in Gegenwart von Schwefelwasserstoff zu beobachten, andere Schwefel-Verbindungen konnten den Schwefelwasserstoff nicht ersetzen. Außerdem erwies sich das Licht zum Wachstum der Bakterien als unbedingt notwendig.

Die Untersuchungen des Verfassers machen es also wahrscheinlich, daß die echten roten Schwefel-Bakterien Kohlenstoff-autotroph sind.

R. Lieske.



Neue Literatur.

Allgemeines.

- Emerling, O.**, Praktikum der chemischen, biologischen und bakteriologischen Wasseruntersuchung. (Sammlg. naturw. Praktika. Bd. IV. Bornträger, Berlin. 1914. 8^o, 200 S.)
- Justs botanischer Jahresbericht.** Herausgegeben von F. Fedde. 38. Jahrg. (1910.) II. Abt. 3. Heft. Technische und Kolonialbotanik 1910 (Schluß). Palaeontologie. Pflanzengeographie von Europa 1908—1910.
- , 40. Jahrg. (1912.) I. Abt. 2. Heft. Allgemeine und spezielle Morphologie und Systematik der Siphonogamen 1912 (Schluß). Teratologie 1912. Geschichte der Botanik 1912. Allgemeine Pflanzengeographie und Pflanzengeographie außereuropäischer Länder.
- Nußbaum, M., Karsten, G., und Weber, M.**, Lehrbuch der Biologie für Hochschulen. 2. Aufl. Engelmann, Leipzig und Berlin. 1914. 598 S.
- Rein, R.**, Leitfaden für biologische Schülerübungen in den oberen Klassen höherer Lehranstalten. Quelle und Meyer, Leipzig. 1914. 8^o, 162 S.
- Wiesner, J. v.**, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Versuch einer technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches. Unter Mitwirkung von M. Bamberger, W. Figgdor, F. R. v. Höhnel u. a. 3. umgearb. u. erweit. Aufl. I. Bd. W. Engelmann, Leipzig. 1914. 8^o, X, 759 S. m. 98 Fig.

Bakterien.

- Emerling, O.**, s. unter Allgemeines.
- Greaves, J. E.**, A study of the bacterial activities of virgin and cultivated soils. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41**, 444—460.)
- Klaeser, M.**, Die Reduktion von Nitraten zu Nitriten und Ammoniak durch Bakterien. (Ebenda. 365—430.)
- Lipman, C. B., and Burgess, P. S.**, Antagonism between anions as affecting soil Bacteria. (Ebenda. 430—460.)
- Lumière, A., et Chevrotier, J.**, Sur la vitalité des cultures de gonocoques. (Compt. rend. 1914. **158**, 1820—1821.)
- Pascher, A.**, Über Symbiosen von Spaltpilzen und Flagellaten mit Blaualgen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 339—352.)
- Rotky, K.**, Veränderungen von Bakterien im Tierkörper. VIII. Versuche über die Kapselbildung des Milzbrandbacillus. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. **74**, 285—294.)
- Schroeder, H.**, The bacterial content of coal. (Ebenda. II. 1914. **41**, 460—470.)
- Simonini, A.**, Über die Einwirkung seltener Erden auf Bakterien. (Ebenda. I. 1914. **74**, 343—348.)

Pilze.

- Bertrand, G., et Rosenblatt, M.**, Peut-on étendre la thermorégénération aux diverses diastases de la levure? (Compt. rend. 1914. **158**, 1823—1826.)
- Buchta, L.**, Über den Einfluß des Lichtes auf die Sprossung der Hefe. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41**, 340—351.)
- Dodge, B. O.**, s. unter Algen.
- Fernbach, A., et Schoen, M.**, Nouvelles observations sur la production de l'acide pyruvique par la levure. (Compt. rend. 1914. **158**, 1719—1722.)
- Fries, T. C. E.**, Zur Kenntnis der Gastromyceten-Flora in Torne Lappmark. (Svensk bot. tidskr. 1914. **8**, 235—244.)
- Hariot, P.**, Deux Chytridiacées nouvelles. (Compt. rend. 1914. **158**, 1705—1707.)
- Harper, R. A.**, Cleavage in *Didymium melanospermum* (Pers.) Mac Or. (Am. Journ. of bot. 1914. **1**, 127—144.)

- Kita, G.**, Einige japanische Schimmelpilze. (Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41**, 351—364.)
- , Über die Asporogenität der Sojahefen. (Ebenda. 364—365.)
- Kurssanow, L.**, Über die Peridientwicklung im *Aecidium*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 317—328.)
- Malinowski, E.**, Sur la division des noyaux dans les basides et sur le passage de la chromatine dans les spores chez *Cyathus olla* (Batsch). (Poln. m. deutsch. Rés.) (Compt. rend. soc. sc. Varsovie. 1913. **6**, 583—597.)
- Östling, G. J.**, Über die Inversion von Rohrzucker durch *Aspergillus niger*. (Mycol. Centralbl. 1914. **4**, 233—236.)
- Pringsheim, E. G.**, Über den Einfluß der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze. (Zeitschr. f. Bot. 1914. **6**, 577—625.)
- Rawitscher, F.**, Zur Sexualität der Brandpilze: *Tilletia tritici*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 310—315.)
- Saccardo, P. A.**, Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum. Neue Aufl. gr. 8^o Patavii. Vol. XXI. Supplementum universale. Pars VIII. Hymenomycetæ — Phycomycetæ, auctoribus P. A. Saccardo et Alex. Trotter. (Anastasischer Neudr.) R. Friedländer & Sohn, Berlin. 1914. XV, 928 S.
- Thomas, P.**, Sur les rapports des substances protéiques de la levure avec la sucrase. (Compt. rend. 1914. **158**, 1597—1600.)
- Wehmer, C.**, *Coremium silvaticum* n. sp. nebst Bemerkungen zur Systematik der Gattung *Penicillium*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 373—384.)
- Wolk, P. C. van der**, *Rhizostilbella rubra* (n. gen., n. spec.), a by-fruit form of *Ascobolus parasiticus* (nov. spec.); and its connection with the »Sclerotium disease« of certain tropical cultivated plants (*Sclerotium omnivorum* n. spec.) (Mycol. Centralbl. 1914. **4**, 236—241.)
- Woronichin, N. N.**, *Plectodiscella Piri*, der Vertreter einer neuen Ascomyceten-Gruppe. (Ebenda. 225—233.)

Algen.

- Collins, F. S.**, The marine Algae of Vancouver island. (Bull. Victoria Memor. Mus. 1913. 99—137.)
- Dodge, B. O.**, The morphological relationships of the Florideae and the Ascomycetes. (Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 157—202.)
- Esmarch, F.**, Untersuchungen über die Verbreitung der Cyanophyceen auf und in verschiedenen Böden. (Diss. Kiel.) Heinrich, Dresden. 1914. 8^o, 52 S.
- Heering, W.**, VI. Ulotrichales, Mikrosporales, Oedogoniales. (Chlorophyceae 3.) Heft 6 von A. Pascher, Die Süßwasserflora. Fischer, Jena. 1914. 16^o, 250 S.
- Pascher, A.**, s. unter Bakterien.
- Schiller, J.**, Vorläufige Ergebnisse der Phytoplankton-Untersuchungen auf den Fahrten S. M. S. »Najade« in der Adria 1911/12. I. Die Coccolithophoriden. (Sitzgsber. Kaiserl. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. I. 1913. **122**, 597—616.)
- , Vorläufige Ergebnisse der Phytoplankton-Untersuchungen auf den Fahrten S. M. S. »Najade« in der Adria. II. Flagellaten und Chlorophyceen. (Ebenda. 622—629.)
- Schmidt, A.**, Atlas der Diatomaceen-Kunde. 77. u. 78. Heft. (Je 4 Taf. m. 4 Bl. Erklärungen.) O. Reisland, Leipzig. 1914.
- Schubnig, B.**, Bemerkungen über die Rotalge *Ceramothamnium adriaticum* Schiller. (Österr. bot. Zeitschrift. 1914. **44**, 85—93.)
- Svedelius, N.**, Über die Zystokarpiebildung bei *Delesseria sanguinea*. (Svensk bot. tidskr. 1914. **8**, 1—33.)

Flechten.

- Lettau, G.**, Nachweis und Verhalten einiger Flechtensäuren. (Hedwigia. 1914. **55**, 1—78.)

- Lynge, B.**, Die Flechten der ersten Regnell'schen Expedition. Die Gattungen *Pseudoparmelia* gen. nov. und *Parmelia*. (Arkiv f. bot. 1914. 13, Nr. 13. 1—172.)
- Salomon, H.**, Über das Vorkommen und die Aufnahme einiger wichtiger Nährsalze bei den Flechten. (Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.) 1914. 54, 309—354.)

Moose.

- Evans, A. W.**, Notes on New England Hepaticae. (Rhodora. 1914. 16, 62—76.)
- Glowacki, J.**, Eine neue europäische Art von *Antitrichia* Brid. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 136—138.)
- Massalongo, C.**, Hepaticae tripolitanae a R. Pampanini anno 1913 lectae. (Bull. soc. bot. ital. 1914. 1—10.)
- Melin, E.**, Sphagnum-biologische Studien. I. Zur Kenntnis der vegetativen Vermehrung der Sphagnaceen. (Svensk bot. tidskr. 1914. 8, 191—200.)
- Piskernik, A.**, Die Plasmaverbindungen bei Moosen. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 107—120.)
- Winter, H.**, Beiträge zur Kenntnis der Laubmoosflora von Madeira und Teneriffa. (Hedwigia. 1914. 55, 82 ff.)
- Wojnar, H.**, Über die Knospelage der Botrychien. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 101—107.)

Farnpflanzen.

- Lüderwaldt, H.**, Verzeichnis der im Jaraguágebiet gesammelten bzw. beobachteten Farne. (Hedwigia. 1914. 55, 79—81.)
- Oberste-Brink, K.**, Beiträge zur Kenntnis der Farne und farnähnlichen Gewächse des Culms von Europa. (Jahrb. kgl. preuß. geol. Landesanst. 1914. 63—153.)

Gymnospermen.

- Neuwirth, M.**, Ein endoparasitischer Pilz in den Samenanlagen von *Cycas circinalis*. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 134—136.)

Morphologie.

- Bernbeck**, Das Höhenwachstum der Bäume. (Bot. Jahrb. [Engl.]. 1914. 50. Beibl. 114. 19—24.)
- Furlani, J.**, Zur Heterophyllie von *Hedera Helix* L. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 153—169.)
- Kamerling, Z.**, Sind die Knollen von *Batatas edulis* Choisy Wurzeln oder Stengel? (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 352—360.)
- Schwarze, C.**, s. unter Gewebe.

Zelle.

- Bielstein, E.**, Über die Art der Kristallbehälter im Rhizom von *Iris*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 360—367.)
- Lundegårdh, H.**, Zur Mechanik der Kernteilung. (Svensk bot. tidskr. 1914. 8, 161—181.)
- , Protoplasmastruktur (Sammelreferat). (Arch. f. Zellforschg. 1914. 12, 589—598.)
- Piskernik, A.**, s. unter Moose.
- Rothert, W.**, Neue Untersuchungen über Chromoplasten. (Bull. acad. sc. Cracovie. Cl. sc. math. et nat. B. 1914. 1—54.)

Gewebe.

- Schwarze, C.**, Vergleichende entwicklungsgeschichtliche und histologische Untersuchung reduzierter Staubblätter. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 54, 189—242.)

Physiologie.

- André, G.**, Sur le développement du bourgeon chez une plante vivace (Châtaignier commun). (Compt. rend. 1914. 158, 1517—1520.)
- Blaauw, A. H.**, The primary photo-growth reaction and the cause of the positive phototropism in *Phycomyces nitens*. (Koninkl. Akad. vetensk. Amsterdam. 1914. 16, 774—786.)
- Blaringhem, L.**, Sur une modification du développement des tissus maternels produite par la pollination. (Compt. rend. soc. biol. 1914. 76, 855—857.)
- Bloch, E.**, Sur les modifications produites dans la structure des racines et des tiges par une compression extérieure. (Compt. rend. 1914. 158, 1701—1704.)
- Buchta, L.**, s. unter Pilze.
- Chouchak**, Influence du courant électrique continu sur l'absorption des substances nitritives par les plantes. (Compt. rend. 1914. 158, 1907—1910.)
- Czapek, F.**, Weitere Beiträge zur Physiologie der Stoffaufnahme in die lebende Pflanzenzelle I. Über die Annahme von Lipokolloiden in der Plasmahaut. (Intern. Zeitschr. phys. chem. Biol. 1914. 1, 108—123.)
- Findlay, A.**, Der osmotische Druck. Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. Guido Szivessy. Mit einer Einführung zur deutschen Ausgabe von Wilh. Ostwald. Th. Steinkopff, Dresden. 1914. 8^o, VIII, 96 S.
- Heidmann, A.**, Über Richtungsbewegungen, hervorgerufen durch Verletzungen und Assimilationshemmung. (Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. I. 1913. 122, 1228—1254.)
- Heinricher, E.**, Bei der Kultur von Misteln beobachtete Korrelationserscheinungen und die das Wachstum der Mistel begleitenden Krümmungsbewegungen. (Ebenda. 1259—1278.)
- Hooker, H. D.**, Thermotropism in roots. (The plant world. 1914. 17, 135—153.)
- Jacobi, H.**, Einwirkung von Feuchtigkeit und Licht auf das Längenwachstum von Keimlingen. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 94—101.)
- Kamerling, Z.**, On the regulation of the transpiration of *Viscum album* and *Ripalis Cassytha*. A contribution to the knowledge of the antagonism between the guard cells of the stomata and the adjacent cells of the epidermis. (Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam. 1914. 16, 1008—1020.)
- Kidd, F.**, The controlling influence of carbon dioxide in the maturation, dormancy and germination of seeds. II. (Proc. r. soc. London. 1914. B. 87, 609—625.)
- Kindler, Th.**, Gametophyt und Fruchtsatz bei *Ficaria ranunculoides*. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 73—80.)
- Klaeser, M.**, s. unter Bakterien.
- Koriba, K.**, Mechanisch-physiologische Studien über die Drehung der *Spiranthes* Ähre. (Journ. coll. sc. Tokyo. 1914. 36, 1—179.)
- Kratzmann, E.**, Sonnen- und Schattenblätter bei *Asarum europaeum* L. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 169—174.)
- Neff, F.**, Über Zellumlagerung. (Zeitschr. f. Bot. 1914. 6, 465—557.)
- Östling, G. J.**, s. unter Pilze.
- Pringsheim, H.**, Über den gegenwärtigen Stand der Stärkechemie. (Die Landw. Versuchsstat. 1914. 84, 267—282.)
- , **E. G.**, s. unter Pilze.
- Schuepp, O.**, Wachstum und Formwechsel des Sproßvegetationspunktes der Angiospermen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 328—339.)
- Shive, J. W.**, and **Livingston, B. E.**, The relation of atmospheric evaporating power to soil moisture content at permanent wilting in plants. (The plant world. 1914. 17, 81—121.)
- Simroth, H.**, Die Pendulationstheorie. 2. Aufl. Grethlein, Berlin. 1914. 8^o, 597 S.
- Steinbrinck, C.**, Das Verhalten ausgetrockneter und wiederbenetzter Antheren im Vakuum. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 367—373.)

- Stoklasa, J.**, Über die Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die chlorophyllhaltige Zelle. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1914. **24**, 193—203.)
- Tobler, Fr.**, Physiologische Milchsaf- und Kautschukstudien. I. (Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.) 1914. **54**, 265—308.)
- Tunmann, O.**, Über Mikrochemie und Biologie der Pflanzenstoffe. (Ber. d. d. pharm. Ges. 1914. **24**, 253—280.)
- Woycicki, Z.**, Über die Verbreitung der Stärke und des Kalziumoxalats in den Blütenorganen und über die Veränderungen während der Frucht- und Samenbildung bei *Malva silvestris* L. (Kosmos, Lwow. 1913. **38**, 1244—1261.)

Fortpflanzung und Vererbung.

- Bateson, W.**, Mendels principles of heredity. 3d. impr. Cambridge Univ. Press. 1914. 8^o, 16 + 414 S.
- Brandege, K. L.**, Variation in *Oenothera ovata*. (Univers. California publ. Bot. 1914. **6**, 41—50.)
- Fisher, G. C.**, Seed development in the genus *Peperomia*. (Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 137—157.)
- Kylin, H.**, Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Rhodomela virgata* Kjellm. (Svensk bot. tidskr. 1914. **8**, 33—70.)
- Renner, O.**, Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. (Flora. 1914. [2] **7**, 115—150.)
- Samuelsson, G.**, Über die Pollenentwicklung von *Anona* und *Aristolochia* und ihre systematische Bedeutung. (Svensk bot. tidskr. 1914. **8**, 181—190.)
- Tackholm, G.**, Zur Kenntnis der Embryosackentwicklung von *Lopezia coronata* Andr. (Ebenda. 223—234.)
- Tammes, T.**, Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel. (Rec. trav. bot. Néerlandais. 1914. **11**, 55—68.)

Ökologie.

- Esenbeck, E.**, Beiträge zur Biologie der Gattungen *Potamogeton* und *Scirpus*. (Flora. 1914. [2] **7**, 151—212.)
- Faber, F. C. v.**, Die Bakteriensymbiose der Rubiaceen. (Erwiderung und ergänzende Mitteilungen.) (Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.) 1914. **54**, 243—264.)
- Fritsch, K.**, Die Vermeidung der Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. (Mitt. naturw. Ver. Steierm. 1913. **50**, 118—135.)
- Heintze, A.**, Om hydrokor spridning af vegetationsklädda tufvor. (Über hydrochore Verbreitung vegetationsbekleideter Rasen.) (Svensk bot. tidskr. 1914. **8**, 253—262.)
- Kirchner, E. v., Loew, E., und Schröter, C.**, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Lief. 19. Bd. 1. 3. Abt. Bogen 33—38. Liliaceae. Ulmer, Stuttgart. 1914.
- Košanin, N.**, Lebensweise des Kirschlorbeers auf dem Berge Ostrozub in Serbien. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. **44**, 139ff.)
- Nußbaum, M., Karsten, G., und Weber, M.**, s. unter Allgemeines.
- Pascher, A.**, s. unter Bakterien.
- Rothert, W.**, Beobachtungen an Lianen. (Bull. acad. sc. Cracovie Cl. sc. math. et nat. B. 1913. 750—807.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Ascherson, P., und Graebner, P.**, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Lief. 84 und 85. Bd. VII. Geraniaceae usw. Bogen 6—15. Engelmann, Leipzig. 1914.
- , Dasselbe. Lief. 86. Bd. V. Amarantaceae. Bogen 15—19.)

- Christiansen, A.**, Taschenbuch einheimischer Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Lebensverhältnisse. (191 farb. Pflanzenbilder auf 48 Taf. u. 168 S. Text mit 98 Abbdg.) J. F. Schreiber, Eßlingen. 1914. kl. 8^o, 160 S.
- Eckardt, W. R.**, und **Hauck, E.**, Deutschlands Holzgewächse mit besonderer Berücksichtigung der bei uns kultivierten Bäume und Sträucher. Thomas, Leipzig. 1914. 308 S.
- Ekman, E. L.**, Neue Malvaceen aus dem brasilianischen Staate Paraná. (Arkiv f. bot. 1914. 13, Nr. 14. 1—10.)
- , West Indian Vernoniæ. (Ebenda. 1—106.)
- Elfstrand, M.**, Hieratia alpina aus Nordrußland und dem Uralgebirge. (Svensk bot. tidskr. 1914. 8, 201—222.)
- Engler, A.**, und **Irmscher, E.**, Neue Arten der Gattung Saxifraga aus Zentralasien. (Bot. Jahrb. (Engl.) 1914. 50, Beibl. 114. 38—45.)
- Fernald, M. L.**, Some annual halophytic Asters. (Rhodora. 1914. 16, 57—62.)
- Hagen, H. B.**, Geographische Studien über die floristischen Beziehungen des mediterranen und orientalischen Gebietes zu Afrika, Asien und Amerika. Teil I. (Mitt. Geograph. Ges. München. 1914. 9, 111—222.)
- Morton, F.**, Beiträge zur Kenntnis der Flora von Nord-Dalmatien. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 44, 174—183.)
- Nagel, K.**, Studien über die Familie der Juglandaceen. (Bot. Jahrb. (Engl.) 1914. 50, 459—530.)
- Novopokrovskij, J.**, Kurze Mitteilung über eine Reise nach den auf Sandböden belegenen Forstrevieren der Donschen Kosaken im Sommer 1913. (Ebenda. Beibl. 114. 28—33.)
- Pammel, L. H.**, and others, The weed flora of Jowa. (Jowa geol. surv. Bull. Nr. 4. Des Moines. 1913. 8^o, 912 S.)
- Pampanini, R.**, Piante nuove della Tripolitania setentrionale. (Bull. soc. bot. ital. 1914. 10—20.)
- Pittier, H.**, New or noteworthy plants from Colombia and Central America — 4. (Contrib. U. S. nat. herbar. 1914. 18, 1—86.)
- Raymond-Hamet**, Über zwei neue amerikanische Sedum. (Bot. Jahrb. (Engl.) 1914. 50, Beibl. 114. 25—27.)
- Sieghardt, E.**, Vom Leben in Wald und Feld. Biologische Bilder aus der heimischen Pflanzenwelt. Maier, Ravensburg. 1914. 16^o, 104.
- Solms-Laubach, H. Graf zu**, Sapria himalayana Griff. und ihre Beziehungen zu Richthofenia siamensis Hosseus. (Bot. Jahrb. (Engl.) 1914. 50, Beibl. 114. 34—37.)
- Sylvén, N.**, Nya växtlokaler från Torne Lappmark. (Svensk bot. tidskr. 1914. 8, 71—82.)
- Tobler-Wolff, G.**, und **Tobler, Fr.**, Vegetationsbilder vom Kilimandscharo. (12 Taf. u. 12 S. Text m. 1 eingedr. Kartenskizze.) Heft 2 u. 3. XII. Reihe von Vegetationsbilder, herausg. von Proff. Drs. G. Karsten und H. Schenck. G. Fischer, Jena. 1914.
- Ule, E.**, Beiträge zur Kenntnis der brasilianischen Manihot-Arten. Nach dem von L. Zehntner in Bahia gesammelten Material. (Bot. Jahrb. (Engl.) 1914. 50, Beibl. 114. 1—12.)
- , Hevea brasiliensis Müll. Arg. im überschwemmungsfreien Gebiet des Amazonenstromes. (Ebenda. 13—18.)

Palaeophytologie.

- Cayeux, L.**, Existence de nombreuses traces d'Algues perforantes dans les minerais de fer oolithique de France. (Compt. rend. 1914. 158, 1539—1541.)
- Nathorst, A. G.**, Neuere Erfahrungen von dem Vorkommen fossiler Glacialpflanzen und einige darauf besonders für Mitteldeutschland basierte Schlußfolgerungen. (Geol. forening. Stockholm förhandl. 1914. 267—307.)
- Pelourde, F.**, Sur quelques végétaux fossiles du Tonkin. (Bull. sero-géol. Indochine. 1913. I. 1—11.)

Angewandte Botanik.

- Merkel, Fr.**, Berichte über Sortenversuche 1913. I. Sommersaaten: Hafer, Sommerweizen, Feldbohnen, Felderbsen, Futter- und Zuckerrüben. (Arb. d. d. Landwirtsch.-Ges. Heft 256. D. Landw. Ges. Berlin. 1914. gr. 8^o, 405 S.)
- Molz, E.**, Über den Zuckerrübenbau auf der Azoreinsel S. Miguel. (D. Landwirtsch. Presse. 1914. Nr. 21 und 23.)
- Remy, Th.**, und **Vasters, J.**, Beobachtungen über die Unkrautbekämpfung durch Kainit. (Landwirtsch. Jahrb. 1914. 46, 627—657.)
- Rosenthaler, L.**, Über eine chinesische Rhabarberwurzel. (Ber. d. d. pharm. Ges. 1914. 24, 234—242.)
- Strohmer, F.**, **Fallada, O.**, und **Radeberger, L.**, Über die Schwankungen des Stickstoffgehaltes bei Zuckerrübenwurzeln derselben Abstammung. (Österr.-Ungar. Zeitschr. Zuckerind. u. Landw. 1914. 43, 1—15.)
- Wehmer, C.**, Versuche über die Bedingungen der Holz-Ansteckung und -Zersetzung durch Merulius (Hausschwammstudien V). (Mycol. Centralbl. 1914. 4, 241—252.)
- Wiesner, J. v.**, s. unter Allgemeines.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Harter, L. L.**, und **Field, E. C.**, Die Welkekrankheit oder Stengelfäule der Süßkartoffel (*Ipomoea batatas* Poir). (Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1914. 24, 204—207.)
- Tubeuf, C. von.**, Sklerotien in reifen Fichtenzapfen. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1914. 12, 344—349.)

Verschiedenes.

- Buysman, M.**, Botanischer Garten in Nongko Djadjar bei Lawang (Ost-Java). (Flora. 1914. [2] 7, 213—226.)
- Faber, F. C. von.**, Zur Eröffnung des Treub-Laboratoriums in Buitenzorg. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 315—317.)
- Hegi, G.**, Aus den Schweizerlanden. Naturhistorisch-geographische Plaudereien. Orell Füßli, Zürich. 1914. 128 S.
- Mac Dougal, D. T.**, Annual report of the director of the department of botanical research. (Carnegie inst. Yearbook. 1913. 12, 57—87.)
- Molisch, H.**, Der Naturmensch als Entdecker auf botanischem Gebiete. (Votr. Ver. naturwiss. Kenntn. Wien. 1914. 54, 27 S.)

HANDWÖRTERBUCH DER NATUR- WISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Prof. Dr. **E. Korschelt**-Marburg (Zoologie), Prof. Dr. **G. Linck**-Jena (Mineralogie und Geologie), Prof. Dr. **F. Oltmanns**-Freiburg (Botanik), Prof. Dr. **K. Schaum**-Leipzig (Chemie), Prof. Dr. **H. Th. Simon**-Göttingen (Physik), Prof. Dr. **M. Verworn**-Bonn (Physiologie) und Dr. **E. Teichmann**-Frankfurt a. M. (Hauptredaktion).

Vollständig in 10 Bänden.

Soeben erschienen:

78. Lieferung

enthaltend Bogen 49—58 des X. Bandes

Zelle und Zellteilung — Zeolithe

Die letzten Artikel und das ausführliche Sachregister für alle 10 Bände befinden sich bereits im Druck und werden in Kürze als Schlusflieferungen zur Ausgabe gelangen.

Der Gesamtpreis ist 200 Mark, gebunden 230 Mark.

Die erste Lieferung kann von jeder Buchhandlung zur Ansicht vorgelegt werden; ein Probeheft (mit 32 Seiten Text) wird kostenfrei geliefert.

Urteile der Presse:

Apotheker-Zeitung, vom 14. März 1914: Es ist staunenerregend, was hier an naturwissenschaftlichem Wissen und Können zusammengetragen worden ist. Es dürfte auch den Anspruchvollsten in jeder Weise und auf allen Gebieten aufs beste befriedigen.

Zentralblatt für Zoologie, allgemeine und experimentelle Biologie, Bd. II, Heft 11/12: ... ein Unternehmen, das in diesem Umfang und in der Großartigkeit des vorliegenden Werkes wenigstens in der deutschen Literatur bisher noch nicht seinesgleichen hatte. Das H. d. N. wird in jeder größeren Bibliothek als ein Hilfsmittel zu rascher Orientierung sehr willkommen sein; dem einzelnen aber wird es selbst eine Bibliothek im kleinen sein, die über alle Fragen des großen Gebietes der Naturwissenschaften Aufschluß erteilt.
Schubert (Berlin).

Neue freie Presse, Wien, vom 20. Februar 1913: Es ist überflüssig, auf die Qualität und Quantität des Gebotenen besonders einzugehen, wo man nur nachschlägt, die modernsten Ergebnisse.

Entomologische Blätter, vom 15. Oktober 1912: Nicht nur allen Bibliotheken, sondern auch jedem Gebildeten, der die Fühlung mit den zahlreichen Einzelgebieten der modernen Naturforschung nicht verlieren will, kann die Anschaffung des Handwörterbuchs empfohlen werden.
H. Bickhardt.

Mikrokosmos, vom 4. November 1912: Ein monumentales Werk, dem die Literatur anderer Völker Ähnliches bisher nicht an die Seite zu stellen hat. Die seit Januar 1912 erschienenen Bände haben in jeder Beziehung gehalten, was vom Verlag in der Ankündigung versprochen worden war.

Soeben wurde vollständig:

FLORA

oder

Allgemeine Botanische Zeitung

Früher herausgegeben von der Kgl. Bayer. Botanischen Gesellschaft in Regensburg.

Neue Folge. Sechster Band (der ganzen Reihe 106. Band) 4 Hefte.

Herausgeber: **Dr. K. Goebel**

Professor der Botanik in München.

Mit 7 Tafeln und 185 Abbildungen im Text. (IV, 432 S. gr. 8°.)

Preis: 20 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

- Botanischer Garten in Nongko Djadjar bei Lawang (Ost-Java).** Von M. Buysman.
- Beiträge zur Kenntnis der Chenopodiaceen.** Von Fritz M. Cohn. Mit 27 Abbild.
- Studien zur Verlanbung und Verknollung von Sproßanlagen bei Wasserkultur.**
Von J. Dopuscheg-Uhlár. Mit 6 Abbildungen.
- The Derminative Action of Environic Factors Upon Neobeckia aequatica Greene.** Von D. T. Mac Dougal. With 14 figures in text.
- Embryobildung bei Balanophora.** Von A. Ernst. Mit 2 Tafeln.
- Studien über den Bau der Fruchtwand der Papilionaceen und die hygroskopische Bewegung der Hülsenklappen.** Von Michael Fueskó. Mit 24 Abbildungen.
- Monographische Studien an Treubia insignis Goebel.** Von C. Grün. Mit 3 Tafeln und 14 Abbildungen.
- Physiologische Untersuchungen über Farnprothallien.** Von Isaburo-Nagai. Mit 18 Abbildungen.
- Welche Pflanzen sollen wir „Xerophyten“ nennen?** Von Z. Kamerling.
- Versuche über die Metakutisierung.** Von H. Mager. Mit 4 Abbildungen.
- Morphologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Thelygonum Cynocrambe L.** Von Hans Schneider. Mit 23 Abbildungen.
- Beiträge zur Kenntnis des Scheitelwachstums und der Verzweigung bei Selaginella.** Von Arthur Wand. Mit 45 Abbildungen.
- Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von Xyris indica L.** Von Simon Weinzieher. Mit 2 Tafeln und 10 Abbildungen.

Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.

Herausgegeben von Prof. Dr. **A. Pascher** (Prag).

Heft 6: **Chlorophyceae III.** Ulotrichales, Microsporales, Oedogoniales.
Bearbeitet von W. Heering (Hamburg). Mit 385 Abbildungen im Text.
(250 S.) 1914. Preis: 6 Mark, geb. 6 Mark 60 Pf.

Diesem Hefte liegen zwei Prospekte bei 1) vom Verlag Paul Parey in Berlin SW. 11 betr.: „Grafe, Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen“, und 2) vom Verlag F. E. Macdonald, Nijmegen (Holland) betr.: „van der Wolk, Publications sur la Physiologie Végétale“.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · NEUNTES HEFT

MIT 1 DOPPELTAFEL UND 4 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des neunten Heftes.

I. Originalarbeit.	Seite
Hans Kauffmann, Über den Entwicklungsgang von <i>Cylindrocystis</i>. Mit 1 Tafel und 4 Textfiguren	721
II. Besprechungen	
Ascherson Paul und Graebner, Paul, Synopsis der mitteleuropäischen Flora	784
Beck v. Mannagetta und Lerchenau, G., Vegetationsstudien in den Ostalpen. III. Die pontische Flora in Kärnten und ihre Bedeutung für die Erkenntnis des Bestandes und des Wesens einer postglazialen Wärmeperiode in den Ostalpen	778
Brainerd, Ezra, Four hybrids of <i>Viola pedatifida</i>	780
Davis, B. M., The problem of the origin of <i>Oenothera Lamarckiana</i> de Vries	780
Hegi, Gustav, Illustrierte Flora von Mitteleuropa	783
Knight, R. C., and Priestley, J. H., The respiration of plants under various electrical conditions	784
Krieger, Rudolf, Beiträge zur Kenntnis der Artenfrage der Knöllchenbakterien einiger Leguminosen	782
Kylin, Harald, Über Enzymbildung und Enzymregulation bei einigen Schimmelpilzen	776
Lundegårdh, Henrik, Grundzüge einer chemisch-physikalischen Theorie des Lebens	777
Magnus, W., Die Entstehung der Pflanzengallen, verursacht durch Hymenopteren	780
Stieger, Anton, Über das Vorkommen von Hemicellulosen in Wurzelstöcken, Rhizomen und Wurzelknollen	775
—, Untersuchungen über die Verbreitung des Asparagins, des Glutamins, des Arginins und des Allantoins in den Pflanzen	775

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 ..
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 ..
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 ..
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 ..

Über den Entwicklungsgang von *Cylindrocystis*.

Von

Hans Kauffmann.

Mit Tafel 3 und 4 Textfiguren.

Einleitung.

Klebahn war der erste, der sich nach de Barys klassischen »Untersuchungen über die Familie der Conjugaten« (1858) wieder eingehend mit Zygotenstudien befaßte und dabei die moderne Färbungstechnik zu Hilfe nahm. Er untersuchte speziell die Desmidiaceen in den beiden Gattungen *Closterium* und *Cosmarium* (1891) und fand, daß bei der Keimung durch zweimalige Teilung des Zygotenkernes vier Kerne gebildet werden, von denen je ein »Großkern« und je ein »Kleinkern« den beiden entstehenden Keimlingen mitgegeben werden. Daß eine Chromosomenreduktion damit verbunden ist, dürfte sich aus seinen Figuren (Taf. XIII, Fig. 6a und 9) mit Sicherheit ergeben. Durch Karsten (1909), Tröndle (1911) und Kurssanow (1911) wurden dann die Reifungs- und Keimungsvorgänge in den Zygoten von *Spirogyra* und *Zygnema* klargestellt und gezeigt, daß auch hier aus dem Zygotenkern durch Reduktionsteilung vier Kerne hervorgehen, von denen ein »Großkern« auf den einen Keimling übertragen wird, während die drei anderen zugrunde gehen. — Inzwischen waren auch mehrere Arbeiten über die vegetative Teilung der Zygnemaceen erschienen, und auch von den Desmidiaceen war die vegetative Teilung einer Gattung untersucht worden. Nur über die einfachste Familie der Conjugaten, über die Mesotaeniaceen, fehlen seit de Bary genauere Untersuchungen vollständig, die einen Vergleich mit den beiden anderen Familien gestatteten. — Wohl hat Klebahn

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

bei *Cylindrocystis* (1888) die Verschmelzung der Kerne in der Zygote und später je einen Kern in den vier Keimlingen beobachtet, aber zu »abschließenden Resultaten« ist er, wie er selbst sagt, nicht gekommen. Die Schwierigkeit, die sich hier der Untersuchung keimender Zygoten entgegenstellt, liegt weniger »in der Kleinheit der Objekte«, als vielmehr in der Aufgabe, die nötige Menge der Zygoten zu erhalten und vielleicht noch weit mehr in dem völlig ungleichmäßigen Verlauf der Keimung. Es wurde nun versucht, den ganzen Entwicklungsgang von *Cylindrocystis*: die Teilung der vegetativen Zelle, die Conjugation und die Reifung und Keimung der Zygote zu verfolgen.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit erhielt ich von Herrn Prof. Dr. Friedrich Oltmanns. Für das warme Interesse, das er derselben stets entgegenbrachte, sage ich ihm meinen verbindlichsten Dank. Auch ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. Arthur Tröndle für die vielfachen Ratschläge herzlichst zu danken.

Das Material.

Cylindrocystis Brébissonii Menegheni ist eine kosmopolitische, einzellige Conjugatenform, die, in vielen Eigenschaften ziemlich primitiv erscheinend, systematisch zur Familie der Mesotaeniaceen gestellt wird. In Freiburgs Umgebung weit verbreitet, lieferten besonders die Hochmoore des Schwarzwaldes¹⁾ die besten und reichlichsten Fundstellen. Hier ist *Cylindrocystis* in vereinzelt Exemplaren in fast allen Lachen, den sogenannten Schlenken, zu finden. Doch oft, vor allem im Frühjahr und Herbst, kommt diese Alge in den Mooren in größeren Kolonien vor und tritt dann entweder in einer mehr oder weniger dicken Schleim- oder Schaumschicht an der Oberfläche der Lachen auf, oder aber sie bildet ein feines grünliches Polster am Boden. Dasselbe besteht aus zahlreichen Flocken, in denen viele *Cylindrocystis*-zellen durch die reichlich von ihnen ausgeschiedene Gallerte vereinigt sind. Die Flocken sind meist 2 bis 3 cm lang und 1 bis 1½ cm breit, ja vereinzelt können sie eine Länge von

¹⁾ Das Hirschenmoor bei Hinterzarten, das Moor von Erlenbruck und das Feldseemoor waren die am meisten aufgesuchten Fundorte.

6 bis 7 cm und eine Breite von 4 cm erreichen. An ihren oberen Rändern, die wellig und oft schwach zurückgeschlagen sind, findet das kräftigste Wachstum statt, wie schon an der tiefer grünen Farbe erkenntlich. Nach unten zu, wo ihre gallertige Grundmasse dem Schlamme aufsitzt, nimmt die Zahl der einzelnen Individuen immer mehr ab. Solchen »Flockenkolonien« entnommen, ging *Cylindrocystis* in Kultur am besten an. Überhaupt scheint die Alge, wenn sie in dieser Form auftritt, lebenskräftiger zu sein, da sie dann viel reichlicher Teilungsstadien liefert und nach Untersuchungen von Buchheim¹⁾ einen höheren Turgor besitzt. Im »Originalwasser des Fundortes« gelassen und in kleinen Gefäßen an hellen Fensterplätzen aufgestellt, setzen sich die einzelnen, durch den Transport auseinandergerissenen *Cylindrocystis*gruppen meist bald wieder zu neuen Flocken zusammen. Wenn auch die meisten Polster in der Natur durch andere Algen mehr oder weniger stark verunreinigt sind, so finden sich doch fast immer bei der Untersuchung einer großen Zahl solcher Kolonien einige ziemlich reine, brauchbare Kulturen. Viele konnten über ein Jahr gehalten werden.

Gute Kulturen, die an etwas dunkleren Stellen aufbewahrt wurden, zeigten bald eine deutliche Anordnung der Flocken in der Richtung des einfallenden Lichtes. Die einzelnen Zellen bewegten sich nach dem dem Lichte entgegengerichteten Rand der Flocke hin, sammelten sich dort reichlich an und waren mit ihrer Längsachse meist parallel zueinander und zu den Einfallsstrahlen orientiert. Zudem war das Wachstum an der dem Licht zugekehrten Stelle lebhafter. Das grünliche Polster am Grunde des Glases sah so wie gekämmt aus. Besonders deutlich war das nach Versuchen mit dem Dunkelkasten. *Cylindrocystis* führt also phototaktische Bewegungen innerhalb der Gallertmasse, welche die einzelnen Zellen zur Flocke verbindet, aus, und vielleicht kommen sie auf analoge Weise wie bei den Desmidiaceen zustande.

A. Die vegetative Zelle von *Cylindrocystis* und ihre Teilung.

Zunächst erschien es erwünscht, die Teilung der vegetativen *Cylindrocystis*zelle — des Gametophyten — kennen zu lernen,

¹⁾ In seiner erst später erscheinenden Arbeit.

um einen Anhaltspunkt für die später zu untersuchende Reduktionsteilung in der Zygote — im Sporophyten — zu haben. Auch dürfte ein Vergleich der Teilungsvorgänge eines Vertreters der einfacheren Familie der Mesotaeniaceen mit den schon bekannten Teilungen von Closterium (Desmidiaceen) und von Spirogyra und Zygnema (Zygnemaceen) von Interesse sein. Doch bevor wir auf die Teilung selbst näher eingehen, sei noch kurz der Zellkern im ruhenden Zustande, der Bau des Chromatophores und die Mikrochemie des Kernes besprochen.

Zur Untersuchung wurden einzelne Flocken mit der Pipette auf den mit Eiweiß bestrichenen Objektträger gebracht und entweder mit vom Rathscher Lösung oder mit 50proz. Alkohol fixiert. Durch beide Mittel werden die Kerne gut erhärtet. Wenn auch vom Rath vielleicht der Chromatophoren wegen vorzuziehen wäre, so ist doch der Alkohol das praktischere Mittel, da er nach allmählicher Steigerung das als Klebemittel dienende Eiweiß gleich gerinnen läßt, und man hier die so sehr störende Ausspülung nicht braucht. Die Objekte wurden dann noch einige Stunden in absolutem Alkohol aufbewahrt und mit Eisenhämatoxylin gefärbt. Bei der Differenzierung entfärbten sich Plasma und Chromatophoren früher als Pyrenoide und Kern. Nucleolen und Pyrenoide zeigten gleiche Färbbarkeit.

1. Der Zellkern im ruhenden Zustand und der Bau des Chromatophores.

Wie schon aus der Beobachtung der lebenden *Cylindrocystis*-zellen hervorgeht, greifen die beiden Chromatophoren in der Mitte der Zelle meist fest aneinander, nur unmittelbar im Zentrum einen mehr oder weniger hellen Raum lassend, die Barys »Vakuole«, aus welchem der Kern, der von einzelnen Lappen der Chromatophoren umfaßt wird, nur teilweise, doch dann oft mit dem Nucleolus hervorschaut. Was Lutman für *Closterium* angibt, gilt auch hier: der Nucleolus wurde von älteren Autoren als Kern, der sichtbare Teil des Kerngerüsts von A. Braun als »Schleimhülle« und von de Bary als eine Summe von »Schleimfäden« angesehen (de Bary, Taf. VII E. Fig. 2). Gut fixierte und gefärbte Zellen zeigen die Lagerung des Kernes weit deutlicher als lebende Objekte. Der Kern hat

eine rundliche oder viereckige Gestalt. Er liegt zwischen den beiden Chromatophoren und wird von einzelnen Lappen derselben teilweise bedeckt (Textfig. 1). Für gewöhnlich zeigt er nur ein Kernkörperchen, das intensiv Farbe speichert. Stellenweise finden sich zwei oder drei Nucleolen, doch wenn einmal in einer Kultur vorhanden, dann zahlreicher. Von den Tochterkernen der Doppelzellen weist, wenn überhaupt, dann jeder zwei Nucleolen auf. In der Prophase beteiligen sich scheinbar beide Nucleolen an der Chromatinausscheidung, und mit Säuren behandelte Kerne haben entsprechend zwei Negative. Die Kernmembran ist deutlich ausgebildet. Das Netzgerüst des Kernes stellt ein feines, körniges Gerinnsel dar. Der Durchmesser des ruhenden Kernes beträgt in der Regel $10\ \mu$, bei rechteckigen Kernen sind die Größenverhältnisse etwa $14:7\ \mu$.

Die eigenartige Form der Chromatophoren konnte von den alten Beobachtern nicht richtig wiedergegeben werden. Sie ist eben in inhaltsreichen Zellen sehr schwer zu erkennen, wie schon die verschiedenen Abbildungen von *Cylindrocystis* in systematischen Werken zeigen. Pringsheim (1912, S. 330) suchte kürzlich die in dieser Hinsicht angeblich »unvollkommene« Figur von de Bary durch eine neue zu ersetzen. Aber auch sie dürfte nicht befriedigen und eine nicht mehr ganz normale, auf jeden Fall chlorophyllärmere Zelle darstellen. Mit vom Rath fixierte, gefärbte und dann später in Nylol nicht noch nachträglich geschrumpfte Zellen lassen die Gestalt der Chromatophoren weit besser erkennen als lebende Objekte (Textfig. 1).

Die Achse des Chromatophores bildet ein meist längliches, seltener rundliches Pyrenoid mit einem kräftigen Stärkering, der von einer dünnen Chromatophorenschicht umgeben ist. Von



Textfig. 1. Vegetative Zelle von *Cylindrocystis Brebissonii* Menegh. Nach gefärbtem Präparat (vom Rath, fixiert Oktober 1912, Eisenhämatoxylin).

dieser Hüllschicht strahlen dann zahlreiche Chromatophorenlappen nach allen Seiten aus. Die einzelnen Chromatophorenlappen stellen nun nicht, wie man aus verschiedenen Zeichnungen der *Cylindrocystiszelle* schließen möchte, und wie es bei vielen *Desmidiaceen* der Fall ist, einheitliche Platten dar, die das Pyrenoid auf seiner ganzen Längsseite flügelartig umgeben, sondern es sind zahlreiche Teilstücke, die ganz unregelmäßig an beliebiger Stelle der Pyrenoidenachse entspringen. Sie verlaufen in der Längsrichtung des Chromatophores und damit der Zelle, sind oft ein wenig gewellt und gegen die Innenfläche der Zellwand zu etwas abgeplattet. Mit dem Mikrotom angefertigte Querschnitte durch die *Cylindrocystiszelle* lassen dementsprechend drei konzentrische Kreise erkennen. Der innerste, tief schwarz gefärbte Kreis stellt das Pyrenoid dar, der folgende weiße Ring die Stärkehülle, und der anschließende, verhältnismäßig dünne, aber dunkle Ring, die den Amylonherd umgebende Chromatophorensubstanz. Von letzterer gehen dann radiäre Strahlen aus, die in den verschiedenen Schnitten ein und derselben Zelle in beliebiger Richtung verlaufen. Wie schon de Bary mitteilte, zeigen chlorophyllärmere Zellen, besonders aber solche, deren Pyrenoide nicht so langgestreckt sind, eine den *Zygnemaarten* sehr ähnliche Inhaltsstruktur.

2. Die mikrochemische Untersuchung des Kernes.

Nach den neueren Arbeiten der Kernmorphologen über die Spirogyrateilung nimmt der Nucleolus an der Chromosomenbildung mehr oder weniger regen Anteil, ja Mitzkewitsch (1898) und Berghs (1906) stimmen darin überein, daß die Chromosomen direkt aus dem Nucleolus, der als Sitz des Chromatins angesehen wird, entstehen. Diese Auffassung bestätigte nun Tröndle (1912) durch eine neue mikrochemische Untersuchung der Spirogyrakerne. Er zeigte, daß die Spirogyra-Nucleolen in Übereinstimmung mit den Chromosomen höherer Pflanzen und im Gegensatz zu den Nucleolen derselben in starken Säuren und schwachen Alkalien löslich sind, daß sie also Eigenschaften aufweisen, die den Nucleoproteiden zukommen. Es erschien nun erwünscht, das diesbezügliche Verhalten der Kerne von *Cylindrocystis*, dieser einfachen Conjugatenform, kennen zu lernen.

Einzelne Cylandrocystisflocken wurden mit 50%igem Alkohol fixiert und mit Eiweiß auf dem Objektträger aufgeklebt. Darauf wurden die Objekte den einzelnen Reagenzien ausgesetzt, mit Wasser ausgewaschen und zur weiteren Ausspülung noch einen bis drei Tage in konzentriertem Alkohol aufbewahrt, um endlich mit Eisenhämatoxylin gefärbt zu werden.

1. Das Verhalten zu starken Säuren.

Zunächst wurden die Objekte eine Minute lang mit konzentrierter Salpetersäure behandelt. Die Kerne waren nur wenig zusammengezogen. Die Nucleolen waren gelöst, ihre Negative scharf. Der übrige Kern war wie sonst tief gefärbt und ließ keine besondere Struktur erkennen. Kerne mit zwei Nucleolen zeigten entsprechend zwei Negative. Nach fünf Minuten langer Behandlung mit konzentrierter Salpetersäure wurden gleiche Bilder erhalten. Auch bei zehn Minuten langer Einwirkung waren die Nucleolen gelöst, doch in sehr vielen Fällen war der Kern dann sehr stark geschrumpft, wodurch die Bilder an Deutlichkeit verloren, und die Nucleolennegative nur noch schwach erkennbar waren. In frischem, unfixiertem Material, das fünf Minuten in der konzentrierten Salpetersäure verblieb, waren die Nucleolen herausgelöst, die Kerne zeigten aber vielfach einen unregelmäßigen Umriß. Die Nucleolen von *Cylandrocystis* verhalten sich also wie die Nucleolen von *Spirogyra* bei Anwendung von konzentrierter Salpetersäure. Sie verschwinden, während die übrigen Eiweißsubstanzen des Kerns nicht angegriffen werden, jedenfalls äußerlich keine Veränderung zeigen. Doch während bei *Spirogyra* nach zwei Minuten noch keine und erst nach sechs bis zehn Minuten eine Lösung zu beobachten ist, tritt sie bei *Cylandrocystis* schon nach einer Minute ein.

Wurden die Kerne fünf Minuten lang konzentrierter Salzsäure ausgesetzt, so waren die Nucleolen gut gelöst, der Kern nicht oder nur sehr wenig geschrumpft (Fig. 1).

Durch konzentrierte Schwefelsäure wurden nach fünf Minuten langer Einwirkung die Kernkörperchen gelöst. Die Zellulosemembran war verschwunden. Die Pyrenoidstärke war gelöst und zeigte deutliche Negative. Kerngerüst, Pyrenoide und Zellplasma waren unverändert.

Mit Phosphor-Wolframsäure in gesättigter Lösung erhielt Tröndle bei einstündiger Behandlung keine Lösung der Nucleolen, sondern die Kerne von Spirogyra zeigten wundervolle Färbung, so daß es den Anschein hatte, als ob das Farbstoffspeicherungsvermögen des Kerns durch dieses Verfahren gesteigert worden sei. Auch die Chromosomen höherer Pflanzen konnte er bei gleicher Behandlung nicht lösen. *Cylindrocystis* wurde nun verschieden lang einer gesättigten Lösung von Phosphor-Wolframsäure ausgesetzt. Nach einer Stunde hatten einige Nucleolen die Farbe noch tief gespeichert, andere waren angegriffen, die meisten aber waren gelöst. Dasselbe Ergebnis wurde nach zweistündiger Behandlung erreicht. Hatte die Säure 5, 9 und 30 Stunden lang auf die Zellen eingewirkt, so waren alle Kernkörperchen vollständig verschwunden, das Kerngerüst aber war wie sonst gefärbt und kaum etwas zusammengezogen (Fig. 2). Zum Vergleich wurden Spirogyrafäden und Mikrotomschnitte der Wurzelspitze von *Vicia faba* ebenfalls längere Zeit mit der Phosphor-Wolframsäure behandelt. Bei Spirogyra war der Nucleolus nach 5½, 10 und 20 Stunden noch sichtbar, und erst nach 40 Stunden waren an seiner Stelle scharf umgrenzte Negative zu beobachten. *Vicia faba* zeigte gelöste Chromosomen, während hier das Kernkörperchen erhalten blieb, und zwar waren hier die Chromosomen nach 24 Stunden noch deutlich vorhanden, nach 48 Stunden waren sie zum größten Teil und nach 72 Stunden ganz verschwunden. Also auch mit Phosphor-Wolframsäure erreicht man dasselbe Resultat wie mit den übrigen Säuren, nur ist der Widerstand, den die Nucleolen von *Cylindrocystis* und Spirogyra und die Chromosomen höherer Pflanzen diesmal bieten, größer, und nimmt er bei den verschiedenen Versuchsobjekten in der eben aufgeführten Reihenfolge zu.

Die Nucleolen von *Cylindrocystis* zeigen also ebenso wie die Spirogyra-Nucleolen die den Nucleoproteiden eigentümliche Eigenschaft der Löslichkeit in starken Säuren. Bei *Cylindrocystis* treten aber die Negative oft schon nach etwas kürzerer Zeit auf als bei Spirogyra.

2. Das Verhalten zu Alkalien.

Von Alkalien wurde nur konzentriertes Ammoniak untersucht. Die Objekte wurden ca. 40 Stunden dem konzentrierten

Ammoniak ausgesetzt. Die Nucleolen waren zum Teil tief schwarz gefärbt, ein größerer Teil war angegriffen und zeigte entweder hellere Flecken oder bleichere Färbung. Wieder einige Nucleolen waren ganz gelöst. Wie die Spirogyra-Nucleolen setzen auch die Kernkörperchen von *Cylindrocystis* dem Ammoniak einen etwas stärkeren Widerstand entgegen als die Chromosomen höherer Pflanzen.

Es zeigt also der Nucleolus von *Cylindrocystis* ein gleiches Verhalten wie der Nucleolus von *Spirogyra* und die Chromosomen höherer Pflanzen. Er wird von starken Säuren und Alkalien gelöst, während das Kerngerüst keine Veränderung erkennen läßt. Wir dürfen uns daher auch ihn in chemischer Hinsicht »so gut wie sicher« aus Nucleoproteiden zusammengesetzt denken und haben in ihm den Sitz des Chromatins zu erblicken. Wegen dieses von den Nucleolen höherer Pflanzen abweichenden Verhaltens können wir ihm die von Carnoy (1884) für das Spirogyra-Kernkörperchen vorgeschlagene Bezeichnung »Nucleonucleolus« geben.

Da ich bei *Penium digitus*, *Tetmemorus*, einigen Closterien und anderen Desmidiaceen ein gleiches Verhalten fand, scheint mir diese Nucleoproteidnatur der Nucleolen für die ganze Gruppe der Conjugaten charakteristisch zu sein, zumal auch in den erst neueren Arbeiten über die Closterium- und Zygnuma-Teilung das Kernkörperchen irgendwie mit der Chromosomenbildung in Beziehung gebracht wird.

3. Die vegetative Teilung von *Cylindrocystis*.

Die einzige Angabe in der Literatur über die Zellteilung von *Cylindrocystis* findet sich bei de Bary (1858). Er schreibt da S. 35 u. a.: »Zwischen den auseinanderrückenden Hälften eines jeden Amylonkerns erscheint bald ein kreisförmiger heller Raum, anfangs undeutlich, bald scharf umgrenzt; in seiner Mitte tritt endlich ein Zellkern auf. Der ursprüngliche Kern der Zelle samt seiner Vakuole ist bei der Bildung der beiden sekundären noch deutlich vorhanden; später verschwindet er, und die Zelle wird in der Mitte durch eine zarte, ebene Querwand geteilt« (siehe de Bary, Taf. VII E, Fig. 4—7). Diese mit einfacheren Mitteln und durch bloße Beobachtung des natürlichen Objektes

gewonnene Anschauung, zu einer Zeit, wo sich die Auffassungen über das Wesen der Kernteilung noch nicht so verdichtet hatten, ist seitdem nicht weiter vertieft worden.

Die reichlichsten Teilungsstadien erhielt ich in frischen Kulturen, die ca. ein bis zehn Tage vorher den Mooren entnommen wurden, da während dieser Zeit sich die Flocken neu bildeten und vergrößerten. Kulturen, die durch andere Algen, in der Regel von Desmidiaceen, Diatomeen, Chroococcus usw. mehr oder weniger stark verunreinigt waren, oder mit der Zeit wurden, aber auch länger stehende, gut aussehende Kulturen, schränkten die anfangs sehr lebhaftete Teilung allmählich ein.

Die vegetative Teilung von *Cylindrocystis* findet tags und nachts statt. Doch dürfte die Teilungsintensität am Tage weit geringer sein, wie ein Vergleich der Menge der einzelnen Teilungsstadien, die zu den verschiedenen Tag- und Nachtzeiten beobachtet wurden, ergab. Das Maximum liegt ungefähr zwischen $\frac{1}{2}$ 12 und $\frac{1}{2}$ 2 Uhr nachts, also um Mitternacht, weshalb von zehn bis drei Uhr nachts der größte Teil des Materiales fixiert wurde.

Vergleichen wir damit den Eintritt der vegetativen Teilung bei anderen bis jetzt untersuchten Conjugaten. Bei den Desmidiaceen dürften noch die gleichen Verhältnisse herrschen wie bei *Cylindrocystis*. Von *Penium* und *Tetmemorus* fand ich tagsüber einige Teilungsstadien. Lutman (1911) untersuchte seine Closterienteilung an nächtlich fixierten Objekten, und er gibt an, »Closterium divides from 10 P.M. to 5 A.M.« Also tags und nachts tritt Teilung ein, wenn sie auch nachts weit am stärksten ist. Nur nachts findet die Teilung von *Zygnema* statt, der ausgewachsenen Fäden sowohl wie der jungen Keimlinge, und zwar nach übereinstimmenden Beobachtungen von Escocoyez (1907), Merriman (1906) und Kurssanow (1912) »hauptsächlich in der ersten Nachthälfte (9 bis 12 Uhr)«. Bezüglich *Spirogyra* stimmen die neueren Beobachter mit Strasburger überein, der schon in seiner »Zellbildung und Zellteilung« (1880) mitteilte, daß sich die Zellen ausschließlich nachts teilen und »der Vorgang zwischen 10 und 12 Uhr zu beginnen pflegt«.

Aus den bis jetzt vorliegenden Daten ist die Tendenz der Trennung der Ernährungs- und Wachstumsfunktion und eine

Verschiebung der letzteren auf die Nachtzeiten von den niederen zu den höherstehenden Conjugaten deutlich zu erkennen. Die äußeren Lebensbedingungen üben nun ja, wie schon von mehreren Autoren erwähnt, einen Einfluß auf den Eintritt der Zellteilung aus. Doch dürften sich die Mesotaeniaceen und Desmidiaceen stärker durch die verschiedenen Faktoren beeinflussen lassen als die höherstehenden Zygnemaceen, bei denen die Teilungsfunktion mehr festgelegt ist.

Bevor sie sich teilen, zeigen die Zellen von *Cylindrocystis* eine beträchtliche Längenzunahme. Die beiden Chromatophoren strecken sich stark und leiten damit ihre erst später erfolgende Einschnürung ein.

Im Anfang des Teilungsvorganges nimmt dann der Zellkern an Umfang zu, dehnt sich aus und rundet sich ab. Es treten größere und kleinere kugelige »Chromatinmassen« im Kerne auf, die wie das Kernkörperchen die Farbe speichern. Meist, vor allem wenn erst wenige vorhanden, sind einige dem Nucleolus genähert oder ihm dicht angelehnt. Ja, in einigen Fällen möchte es bei oberflächlicher Betrachtung scheinen, als ob sie mit ihm eine Masse bildeten. Bei verschiedener Einstellung erkennt man dann, daß diese Chromatinmassen teilweise unter oder auf dem Nucleolus liegen, nur vereinzelt ist eine scharfe Grenze zwischen ihnen und dem Kernkörperchen nicht klar zu sehen. Später scheinen sie sich im Kern mehr zu verteilen. Wir erhalten so Kerne, die neben ihrem Nucleolus 2, 3, 5 . . . 12, 17, 18, 20 und nur selten mehr von diesen noch ungleich großen Chromatinmassen enthalten. Die Kernmembran ist deutlich vorhanden, der Nucleolus bis zuletzt tief gefärbt und scharf umrissen (Fig. 3 a bis d.)

Schließlich wird die Kernmembran aufgelöst, und das Kernkörperchen, das in der Bildung der Chromatinmassen nicht vollständig aufgegangen ist, verschwindet. Auf jeden Fall ist es in den folgenden Stadien der Prophase nicht mehr zu sehen. Jetzt befinden sich zirka 18 bis 20 tief gefärbte Chromosomen an der Stelle des früheren Kernes zwischen den nun etwas auseinandergerückten Chromatophoren. Sie liegen frei, in eine protoplasmatische Grundmasse eingebettet, und sind nun ungefähr gleich groß, würfel- oder breit-stäbchenförmig (Fig. 4).

Vielleicht wird die Kernmembran vor dem Kernkörperchen aufgelöst, denn ein leider nur einmal beobachtetes Stadium (Fig. 5) zeigte den typischen Nucleolus mit zirka 38 Chromatinmassen frei im Zentrum der Zelle liegend. Andererseits könnte es sich hier aber auch um einen besonderen Reichtum an Chromatin handeln und damit das lange Erhaltenbleiben des Nucleolus und gleichzeitig die ausnahmsweise hohe Zahl der Chromatinmassen zu erklären sein.

Aus diesen rein morphologischen Beobachtungen würde ich noch keine weitere Deutung über die Entstehung der Chromosomen herauszulesen wagen, wenn nicht die schon oben ausführlicher behandelte mikrochemische Untersuchung des Kernes zu Hilfe käme. Um nun noch über die Verhältnisse der ersten Stadien der Prophase Aufklärung zu erlangen, wurde eine Gruppe nächtlich fixierter *Cylindrocystiszellen*, in der Teilungsstadien schon früher nachgewiesen waren, mit konzentrierter Salpetersäure fünf Minuten lang behandelt und dann gefärbt. Nach längerem Suchen konnten eindeutige Kerne gefunden werden, die neben dem Negativ des Nucleolus mehrere kleine Negative zeigten. Es unterliegt mir keinem Zweifel, daß es sich hier um Kerne der Prophase handelt. Fig. 6 gibt einen solchen Kern wieder, der an Stelle des gelösten Nucleolus ein deutliches, scharf umgrenztes Negativ aufweist, und im Kerngerüst befinden sich zum Teil in nächster Nähe desselben und von ihm teilweise bedeckt die kleineren Negative der Chromatinmassen. Daraus dürfte hervorgehen, daß diese »Chromatinmassen« der Prophase aus Nucleoproteiden, aus Chromatin bestehen, also aus der Substanz, die, wie wir schon oben sahen, im Nucleolus ihren Sitz hat.

Das vielfache Auftreten der größeren und kleineren Chromatinmassen in so unmittelbarer Nähe des Kernkörperchens gestattet daher die Vermutung, daß sie aus dem Nucleolus entstehen, indem dieser die in ihm enthaltene Chromatinsubstanz in Form jener Chromatinmassen, die sich dann später zu den Chromosomen umgestalten, langsam aus sich heraustreten läßt.

Die Annahme einer Beteiligung des Kernkörperchens an der Bildung der Chromosomen kehrt ja bei verschiedenen Autoren, die sich mit der Zellteilung von Conjugaten beschäftigt haben,

mehr oder weniger entschieden wieder. Indem ich auf die diesbezüglichen ausführlichen Zusammenstellungen von Mitzke-witsch (1898) und von Lutman (1911) verweise, sei hier nur an einige Angaben erinnert. Nach Moll (1893), Mitzke-witsch und Berghs (1906) soll im Kerngerüst von *Spirogyra* kein Chromatin oder nur sehr wenig enthalten sein, und bei der Teilung sollen alle Chromosomen unmittelbar aus dem Nucleolus gebildet werden. Berghs (1906, S. 63 bis 64) faßt seine Beobachtungen folgendermaßen zusammen: »Bientôt le nucléole perd son aspect homogène . . . il semble granuleux dans toute sa masse Au stade, où il paraît entièrement granulé, le nucléole montre bientôt une diminution de colorabilité. . . . Seuls les filaments plus larges et plus deuses ont conservé toute leur affinité pour les colorants. Ce sont les chromosomes« und weiter unten »On voit que les chromosomes se dégagent du nucléole quiescent au sein duquel ils étaient contenus. Le réseau périnucléolaire n'est pas intervenu dans leur constitution. Pendant toute la durée des évolutions prophasiques décrites, ce réseau n'a pas changé d'aspect« (S. 65).

In einer erst neueren sehr interessanten Arbeit über die Teilung des *Spirogyra*-kernes glaubt Miß Merriman (1913), daß die Chromosomen teilweise aus der Substanz des Nucleolus und teilweise aus der des Netzwerkes entstehen.

Bezüglich der Zygnemateilung schreibt Miß Merriman (1906, S. 45 bis 46): »As the nuclei pass from the quiescent to the active state, the centrally lying mass (nucleolus) disintegrates into small bodies; at the same time the granules lying at the periphery increase in size. . . . As the result of the disintegration of the central body and the growth of the other granules, there may be seen lying within the nucleus twenty or more granules (chromosomes).«

Escoyez (1907) hat ebenfalls *Zygnema* untersucht und glaubt sicher zu sein, daß die Chromosomen morphologisch nicht aus dem Kernkörperchen entstehen. Sie nehmen ihren Ursprung im Kerngerüst, aber er kann nicht abstreiten, daß der Nucleolus vielleicht die Chromatinmasse ergänzt. »Jamais nous ne voyons le nucléole se décomposer en un certain nombre de granules chromatiques qui donneraient des chromo-

somes, ainsi que le décrit dans son matériel Miß Merriman... Il n'y a donc certainement pas de rapports morphologiques entre le nucléole et les chromosomes. Si par conséquent le nucléole contribue à l'édification des chromosomes ce ne peut être qu'en leur cédant de la substance. Les figures semblent parler en faveur de ces relations entre nucleolus et chromosomes, déjà admises pour plusieurs objets« (S. 359).

Über die Desmidiaceen liegt erst die Arbeit von Lutman (1911) vor, der die Closterienteilung untersuchte. Er schreibt S. 418:

»The apparently small quantity of chromatin in the reticulum, combined with the small size of the chromatin granules observed on it as compared with the density and size of the spireme would certainly lead one to suspect, however, that the material from the diminished nucleolus was being transferred to it. Of one fact there can be no question, and that is that the substratum of the spireme itself arises in the extranucleolar part of the nucleus and not as . . . others have found in Spirogyra, inside the nucleolus«, und weiter unten, S. 424 bis 425 heißt es: »the chromosomes do not come morphologically from the nucleolus, there is a possibility that part of the material from that body goes to form them«. So nähert sich Lutman wieder mehr der Auffassung von Escoyez über Zygnema.

Auch bei *Cylindrocystis* kann von einer solchen morphologischen Herausgestaltung der Chromosomen aus dem Nucleolus, wie sie für *Spirogyra* beschrieben ist, nicht die Rede sein. Dagegen dürfte aber, wie wir schon oben sahen, das Kernkörperchen als Sitz des Chromatins die Substanz zu ihrer Bildung liefern und diese langsam in Gestalt jener kleinen »Chromatinmassen«, die sich dann später zu den Chromosomen umformen, aus sich heraustreten lassen.

Ob nun neben dem Chromatin noch eine andere Substanz in dem Nucleolus enthalten ist, wie es Meunier und vor allem Mitzkewitsch (1898) und Berghs (1906) für *Spirogyra* annehmen, ist schwer zu entscheiden. Es spricht nichts Wesentliches dafür, aber auch nichts dagegen. Die protoplasmatische Grundmasse, in welche die Chromosomen während der Prophase und der Metaphase eingebettet sind, dürfte vor allem die

Substanz des Kerngerüsts darstellen. In ihr könnte ja theoretisch eine zweite Nucleolenmasse verteilt sein, aber es ist nichts zu beobachten, was an die Verhältnisse bei *Spirogyra* erinnerte.

Wie schon gesagt, zeigt der Gametophyt, die vegetative Zelle von *Cylindrocystis*, 18 bis 20 Chromosomen, wovon mir 20 die richtige Zahl zu sein scheint. Denn in der Prophase wurden 18, 20, 19, 20, 19—20, 20, 20, 20, 20 Chromosomen, in der Metaphase wurden $2 \times (9-10)$, 2×10 , 2×10 , 2×10 , 2×10 Chromosomen und in der Anaphase wurden $2 \times (10+10)$, $2 \times (10+10?)$ und $2 \times (9-10) + 2 \times (9-10)$ Chromosomen gezählt. Wir nehmen also 20 als die haploide Chromosomenzahl an. In dem einen schon erwähnten Falle der beginnenden Prophase fanden sich ca. 38 größere und kleinere Chromatinmassen neben dem Nucleolus. Sonst wurden nur 20 bis 23 als Höchstzahl beobachtet. Ob hier oder überhaupt nicht alle Chromatinmassen zu Chromosomen werden, was ja nicht zu sein braucht, oder ob einige sich vorher zur Bildung der bestimmten Zahl 20 vereinigen, muß ebenso wie bei *Zygnema*, wo Miß Merriman (1906) ähnliche Verhältnisse fand, unbestimmt bleiben. Im Laufe der allmählichen Herausgestaltung der einzelnen Chromosomen muß dann auch die verschiedene Größe der einzelnen Chromatinmassen ausgeglichen werden.

Die Chromosomen rücken dann immer mehr zusammen und ordnen sich zu einem sich nach und nach schließenden Ringe an (Fig. 7). Die so entstandene, verhältnismäßig breite Kernplatte steht senkrecht zur Längsachse der Zelle zwischen den beiden Chromatophoren (Fig. 8). In der oberen Reihe sind die einzelnen Chromosomen, meist zehn an der Zahl, deutlich sichtbar, in der unteren sind sie oft weniger scharf und verschwommen. Die einzelnen Chromosomen haben die Gestalt von kleinen, breiten Stäbchen oder Würfeln. Von Spindelfasern ist nichts mit Sicherheit zu sehen. Auch am lebenden Objekt, an dem die Äquatorialplatte mit den einzelnen Elementen sehr deutlich hervortritt, ist nichts Derartiges zu beobachten. Die Kernplatte ist in ein feines, gleichmäßig körniges Plasmagerinnsel eingebettet, das sich wie ein Band in ungefähr Spindelbreite zwischen den beiden Chromatophoren hinzieht und sich von dem übrigen Plasma nur durch seine größere Dichte unterscheidet.

Über die Art der Entstehung der Tochterchromosomen läßt sich bei der Kleinheit der Objekte wenig aussagen. Die günstigsten Präparate dieses Stadiums zeigen eine Doppelplatte, deren oberer Teil zwei Reihen von je zehn Tochterchromosomen erkennen läßt. Die einzelnen Elemente der einen Reihe liegen, wo deutlicher zu beobachten, dicht unter denen der anderen, und es erweckt so den Anschein, daß sie durch bloße Querteilung entstanden sind (Fig. 9).

Während der Anaphase treten die beiden Platten der Tochterchromosomen mehr und mehr auseinander (Fig. 10), bis sie am Rande je eines Chromatophores angelangt sind. Hier löst sich jeder Ring in eine Gruppe unregelmäßig liegender Elemente auf, und die immer lichter gewordene Plasma-*brücke*, in welche die Kernplatte eingebettet war, zieht sich auch nach jenen Stellen, den beiden Polen, zurück. Die Zahl der einzelnen Tochterchromosomen nimmt dann immer mehr ab. Von ihrer Zusammenlagerung, einer Neuformierung des Nucleolus aus ihnen, wie es z. B. Berghs (1906) für *Spirogyra* annimmt, ist nichts zu sehen. In Fig. 11 sind auf der einen Seite 16, auf der anderen 12 Tochterchromosomen zu erkennen. Andere Objekte zeigen neun und elf, oder acht bis neun und sechs bis sieben, oder drei bis sechs und zwei bis drei. So nehmen die einzelnen Elemente ab. Sie dürften aufgelöst werden.

Schließlich läßt eine tiefgefärbte Masse zunächst noch ohne scharfen Umriß und ohne Andeutung eines Kernkörperchens den in Neubildung begriffenen Tochterkern erkennen. In ihm dürften jetzt Entmischungsvorgänge stattfinden, durch welche die fein verteilte, auf jeden Fall nicht in sichtbarer Form auftretende Chromatinsubstanz wieder im Nucleolus aufgespeichert wird. Als Resultat der Telophase liegen dann zwei mit einem deutlichen Kernkörperchen und einem feinen, körnigen Gerüstwerk versehene Tochterkerne vor oder auf den Enden der beiden Chromatophoren. Sie sind scharf umgrenzt und nehmen bald an Umfang etwas zu. In sehr vereinzelt Fällen zeigen sie noch einige kleine Granula, vielleicht Reste der Chromosomen.

Hand in Hand mit dem Kerne teilen sich die beiden Chro-

matophoren der Cylindrocystiszelle mit ihren Pyrenoiden. Diese Teilung wird bereits vor den Stadien der Prophase damit eingeleitet, daß sich die Chromatophoren immer mehr strecken. Hierdurch erreichen die schon an und für sich länglichen Pyrenoide eine beträchtliche Längenzunahme. Die Farbe wird schließlich nicht mehr gleichmäßig von ihnen aufgenommen. An den Enden der Pyrenoide wird meist tiefer gespeichert als nach der Mitte zu. Hierauf schnüren sie sich nach und nach ein und nehmen eine mehr biskuitförmige Gestalt an. Die umgebende Stärkemasse, die aus einzelnen Körnern besteht, die nur durch zarte, kaum sichtbare Chromatophorenstränge getrennt sind, dehnt sich gleichzeitig der Längsstreckung des Amylumherdes entsprechend. Ist dann das Pyrenoid in der Mitte etwas eingerissen, so dringt die Stärkemasse in die Einschnürung weiter vor, um nach vollendeter Teilung die Tochterpyrenoide langsam auseinanderzurücken.

Im engsten Zusammenhang mit der Pyrenoidteilung steht die Teilung der Chloroplasten selbst. Durch die Dehnung der Chromatophoren sind natürlich die einzelnen Chromatophorenlappen besonders in der Mitte auseinandergelassen worden. Aber die Einschnürung erfolgt in der Regel erst kurz nachdem die Amylonherde eingerissen sind und meist in gleicher Höhe mit diesen. Nur in selteneren Fällen tritt sie gleichzeitig oder gar früher ein, so daß dann die Tochterchromatophoren bloß noch durch das Pyrenoid zusammenhängen. Diese Vorgänge sind nur an chlorophyllärmeren Zellen deutlicher zu sehen, wo die Zahl der einzelnen Lappen geringer ist und so die Einrißstelle nicht verdeckt wird. So weit ist der Teilungsvorgang der Chloroplasten meist gediehen, wenn sich die Tochterkerne gebildet haben. Später scheinen sich die Tochterpyrenoide wieder etwas zu kontrahieren. Der Stärkering wird vollständig geschlossen und die lappige Gestalt der Tochterchromatophoren an der Einrißstelle langsam regeneriert. — Nun beginnt die Wanderung der jungen Kerne nach ihrem zukünftigen Lagerungsorte zwischen den frisch geteilten Chloroplasten. Vom Zentrum der Zelle aus geht der Weg zunächst zur Membran und dann an ihr entlang erst vor die Einschnürungsstelle, da die neuen Teilstücke der Chromatophoren meist noch eng anein-

andergedrängt sind (Textfig. 2). Mit ihrem Auseinanderweichen tritt der Kern an seinen Platz. Die gleiche Richtung brauchen die Tochterkerne auf ihrem Wege nicht einzuschlagen. Dieser kann auf der einen Zellseite, jener auf der anderen wandern, dieser über, jener unter den seitlichen Chromatophorenlappen entlang.



Textfig. 2. Kernwanderung: Die beiden Tochterkerne vor der Chromatophoreneinschnürungsstelle. Alkohol fixiert am 22. Oktober 1912 11¹/₂ Uhr nachts.

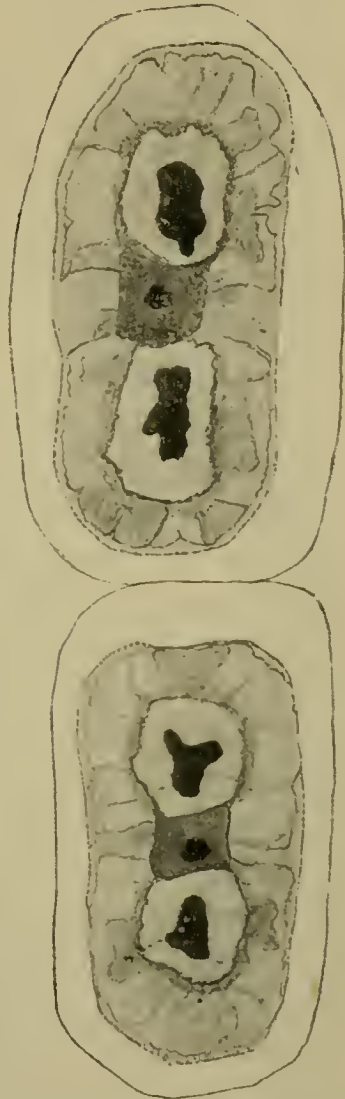
Ob sich die jungen Kerne nun passiv, durch irgendwelche Plasmaströmung an ihren zukünftigen Ort bringen lassen, oder ob sie sich aktiv, gewissermaßen amöboid bewegen, wie es Lutman (1911) für Closterium angibt, ob es sich endlich um einen Fall der Chemotaxis handelt, das ist schwer zu sagen. An natürlichen Objekten ließ sich jedenfalls nichts darüber entnehmen, und die verschiedene Gestalt der Tochterkerne auf ihrem Wege sowohl wie vor der Chromatophoreneinschnürungsstelle braucht noch kein bestimmter Hinweis auf eine amöboide Bewegung zu sein.

Bald nachdem der Tochterkern vor oder an seinem Bestimmungsorte angelangt ist, tritt die Querwand ähnlich wie bei Spirogyra, Zygnema und Closterium von der Mutterzellwand ausgehend auf. Durch allmähliche Spaltung derselben trennen sich beide Teile der Doppelzelle zu selbständigen neuen Individuen (Textfig. 3).

Eine vollständige Neubildung der Membran, wie sie von Wisselingh (1912) für Closterium usw. annimmt, konnte ich nicht beobachten. Wenn auch Buchheim¹⁾ bei seiner Kultivierung von Cylindrocystis in 7 bis 10% iger Zuckerlösung eine Membranneubildung der einzelnen Tochterzellen innerhalb der ehemaligen, verschleimten Wand fand, so dürfen diese Fälle wohl nicht ohne weiteres auf normal lebende Individuen übertragen werden.

¹⁾ In seiner erst später erscheinenden Arbeit.

Wie erwähnt greifen in der Zelle Kernteilung und zweifache Pyrenoid-Teilung mit entsprechender Chromatophoreneinschnürung Hand in Hand. Die beiden Tochterpyrenoide sind in der Regel schon langgestreckt, wenn der ruhende Kern sich zur Teilung anschickt, und mit der Bildung der Tochterkerne ist die Einschnürung der Chromatophoren mit ihren Amylonherden meist beendet. Eine entsprechende Regulation dieser Vorgänge dürfte irgendwie bestehen, jedenfalls theoretisch zu fordern sein. Doch es kommen auch Ausnahmen vor, wo das feine Zusammengreifen der einzelnen Prozesse eine Störung erfahren hat. Es wurden Zellen beobachtet, die ein Pyrenoid mit dem entsprechenden Chromatophor geteilt zeigten, das andere war noch ungeteilt oder in Teilung; Zellen, die schon vier Chromatophoren mit einem noch vollständig ruhenden Kern enthielten, und auf der anderen Seite Doppelzellen mit zwei Tochterkernen, die aber auf die Teilung des Pyrenoids und des Chromatophores noch warten müssen, ja die Tochterzellen hatten sich schon getrennt und das Pyrenoid war noch in Ruhe. Auch die Membranbildung tritt nicht immer gleichzeitig auf. Aber alle diese Fälle sind Seltenheiten und fallen nur bei der großen Masse der untersuchten Objekte auf.



Textfig. 3. Die beiden Tochterzellen. Alkohol fixiert am 22. Oktober 1912 11 $\frac{1}{2}$ Uhr nachts.

B. Befruchtung bei *Cylindrocystis*, Reifung und Keimung der Zygoten.

Nachdem wir so die vegetative Zelle und ihre Teilung kennen gelernt haben, wollen wir nun zur Zygote übergehen. Es soll unsere Aufgabe sein, das ganze Schicksal der Zygote, ihre Entstehung, ihre weitere Ausreifung und schließlich ihre Keimung zu verfolgen.

1. Die Befruchtung bei *Cylindrocystis*

a) Kopulationsversuche.

Schon vielfach wurden Versuche beschrieben, in denen man durch bestimmte äußere Bedingungen den Conjugationsprozeß glaubte ausgelöst zu haben. Die bei mehreren Conjugaten angewandten Methoden wurden nun auch bei *Cylindrocystis* zum Teil unter den verschiedensten Kombinationen untersucht.

Nach Klebs (1896) soll starke Belichtung, unter Umständen direkte Besonnung die Conjugation anregen, die dann durch Zusatz von organischen Stoffen, wie Rohrzucker, noch begünstigt wird. Die entsprechenden Versuche an *Cylindrocystis* schlugen fehl, selbst das Klebssche Versuchsobjekt, *Closterium*, gab keinen Erfolg.

Den *Spirogyra*-Versuchen Beneckes (1909) entsprechend wurden *Cylindrocystis*-Kolonien, bei welchen in der Natur vereinzelt junge Zygoten aufgetreten waren, in Nährlösungen, denen stickstoffhaltige Stoffe fehlten, weiter gezogen. Aber eine Zunahme der Conjugation blieb aus. Versuche mit rein vegetativen Kulturen waren erst recht erfolglos.

Pringsheim (1912) hat kürzlich *Cylindrocystis* in einer Lösung kultiviert und dann bald verschiedene Stadien der Kopulation gefunden. Wenn er selbst damit auch keine spezielle Kopulationslösung geben wollte, so wurden doch Versuche mit jener Flüssigkeit angestellt. Aber eine Kultur, die sehr vereinzelte Zygoten zeigte, wurde durch sie nicht zu weiterer Conjugation angeregt.

Nach diesen kurzen Angaben will ich verzichten, näher auf die zahlreichen Versuche einzugehen, da eindeutige, positive Resultate eben nicht erzielt wurden. Die Kulturen wuchsen alle, namentlich anfangs gut vegetativ weiter, aber die gewünschte Conjugation wurde nicht ausgelöst. Bis jetzt dürfte noch das, was Benecke (S. 533) für seinen besonderen Fall schreibt, weitere Gültigkeit haben: »Umgekehrt hat man allerdings noch nicht mit Sicherheit gelernt, *Spirogyren*, die kräftig vegetativ wachsen, jederzeit zur Kopulation zu veranlassen; dazu ist vielmehr „Kopulationsstimmung“ nötig . . . Diese Stimmung der Alge auszutreiben ist man also jederzeit imstande, sie zu erwecken gelingt nicht immer.«

Erwähnt sei hier noch, daß auch Kulturversuche auf festem Boden, besonders auf Agar, angestellt wurden. Benutzt wurde eine anorganische Nährlösung, wie sie Beyerinck (Küster, S. 107) angab:

100 ccm dest. Wasser
0,05 g $\text{NH}_4 \text{NO}_3$
0,02 g $\text{KH}_2 \text{PO}_4$
0,02 g Mg SO_4
0,01 g Ca Cl_2
Spur Fe SO_4

Dazu kamen 2 g Agar, gut ausgewaschen.

Geimpft wurde nach dem Strichverfahren, seltener durch Aufschwemmung. Bakterienfreie Kulturen zu gewinnen machte ich nicht zu meiner Aufgabe. Dagegen wurden artreine Kulturen bald erzielt. Die *Cylindrocystis*-Zellen (auch *Penium cucurbitinum*, *Closterium* usw.) wuchsen sehr gut an und bildeten schöne, rundliche Kolonien von unregelmäßig zusammenliegenden Zellen, gerade so, wie sie Pringsheim (1912, Tafel 10, Figur 5) für seinen Algenboden abbildet. Die Zellen sahen ganz normal aus. Nur in einigen Fällen traten vereinzelt Gruppen von fadenförmigen Gebilden auf. Bei ihnen waren die sonst länglichen Pyrenoide in zahlreiche rundliche zerfallen. Scheidewände, welche die fadenbildenden Formen in mehrere Zellen geteilt hätten, wurden nicht angelegt, obwohl meist zwei bis vier Kerne in ihnen beobachtet wurden. Einige bessere Kulturen haben sich jetzt zwei Jahre gehalten. Aber das Wachstum ist, wenn auch andauernd, so doch zu langsam, als daß die Kultur als Materialquelle für Teilungsstudien in Betracht kommen könnte. Kopulation wurde nicht beobachtet.

b) Das Zygotenmaterial.

Mit der Ergebnislosigkeit des Versuches, die Zygoten durch bestimmte Kultivierung zu erzielen, war man nun ganz auf die natürlichen Fundorte der Alge angewiesen. In den Hochmooren werden ja vereinzelt *Cylindrocystis*-Zygoten, besonders im Frühjahr und Spätherbst, häufiger angetroffen. Aber die für Reifungs- und Kernteilungsstudien an nicht gerade einfachen Objekten so notwendige Menge, die Zygoten-Reinkultur, ist

äußerst selten zu finden. Zeigten doch z. B. von über 120 im Laufe des Herbstes 1912 eingesammelten guten *Cylindrocystis*-kolonien elf sehr vereinzelt und nur zwei zahlreiche Zygoten. Die Conjugation tritt in der Natur nur in einzelnen Kolonien auf, und da wird sie meist nur von wenigen, seltener von einer größeren Zahl von Individuen ausgeübt. »Conjugationsepidemien« waren wenigstens zu der Zeit, während der ich die Moore untersuchte — von Ostern 1912 bis 1914 — nur sehr selten zu beobachten. Es ist eben nicht so, daß in der Natur mit zunehmender Trockenheit im Sommer und mit eintretender Kälte im Winter Zygotenbildung auftreten müßte und die einzelnen Arten nur durch diese Dauerzustände die ungünstigen Zeiten ertragen könnten. Die einzelnen vegetativen Zellen von *Cylindrocystis*, ja ganze Flocken, frieren im Winter im Eis ein, oder suchen Schutz am Grunde der zugefrorenen Tümpel, und im Sommer kann man reichlich lebensfähige Zellen im Schlamme der ausgetrockneten Lachen finden, solange er nicht zu viel Feuchtigkeit verloren hat. Strenge Winter dürften von den vegetativen Zellen leichter ertragen werden als allzu trockene Sommer.

Die Zygotenkulturen wurden ebenfalls im »Originalwasser des Fundortes« gelassen und ein bis zwei Monate an hellen Fensterplätzen zur Ausreifung der Zygosporien aufbewahrt. Eine bemerkenswerte Zunahme der Kopulation trat nur in sehr vereinzelt Fällen ein, und nur bei den Kolonien, in denen in der Natur die Conjugation in größerer Zahl aufgetreten war und sich noch in dem Anfangsstadium befand. Den größten Teil der Kulturen ließ ich dann in Glasschalen langsam austrocknen.

Fixiert wurde mit absolutem Alkohol, ausnahmsweise auch mit vom Rath. Die Färbung geschah mit Eisenhämatoxylin. Um das Eindringen des Farbstoffes durch die dreihäutige Membran zu ermöglichen, wurden die Zygoten, nachdem sie mit Eiweiß auf dem Objektträger aufgeklebt waren, »leicht gequetscht«, wie das ja bei Zygotenstudien üblich ist.

c) Die Befruchtung.

Die Befruchtung, wie sie an natürlichen Objekten zu beobachten ist, wurde bereits von de Bary (1858) eingehend be-

schrieben und ist dem nicht mehr viel hinzuzufügen. Schon er weist darauf hin, daß meistens kleine, scheinbar erst vor kurzem durch Teilung entstandene Zellen die Conjugation zeigen. Die verhältnismäßig geringe Streckung der Pyrenoide verschmelzender Zellen im Vergleich zu denen ausgewachsener Zellen ist in dieser Hinsicht besonders auffallend.

Auch bei verschiedenen Desmidiaceen sind es vorwiegend jüngere Zellen, die kopulieren. So sind z. B. bei vielen *Closterium*- und *Micrasterias*-Arten die um die Zygoten herumliegenden leeren Membranen der Gameten noch vollständig unentwickelt, die eine Hälfte ist wesentlich kleiner als die andere. Die Frage, ob nun bei jenen Desmidiaceen Schwesterzellen conjugieren, wie de Bary annimmt, bedarf meines Erachtens einer erneuten Prüfung.

Nachdem die beiden Kopulationsfortsätze der parallel oder seltener gekreuzt nebeneinander liegenden Gameten vereinigt und ihre Berührungsflächen aufgelöst sind, dehnt sich der Kopulationsschlauch gleichmäßig nach oben und unten aus. Auf diese Weise werden die kopulierenden Zellen auseinandergeschoben, und dadurch kommt die Längsachse der Zygote meist senkrecht zur Richtung der conjugierenden Mutterzellen zu stehen. Die viereckige Zygote wird anfangs nur von der gemeinsamen Muttermembran umgeben. Die vier Chromatophoren liegen in gleichen Abständen von den vier Ecken der Zygote. Sie stoßen mehr oder weniger fest aneinander, bloß im Zentrum wieder einen gemeinsamen Raum, eine »Vakuole« freilassend, in dem schon de Bary die Kerne beobachtete. Anfangs ist der Inhalt gleichmäßig grün gefärbt, später immer dunkler werdend. Der Kopulationsprozeß scheint nicht wie bei verschiedenen Spirogyren (*Spirogyra communis* nach Overton) an die Nachtzeit gebunden zu sein, sondern tags und nachts vor sich zu gehen.

In einer kurzen Notiz führte Archer (1874), leider ohne Abbildung, einen Fall vor, wo eine *Cylindrocystis*art — nach seiner Ansicht *Cylindrocystis Brebissonii* —¹⁾ eine Doppelzygote bildete,

¹⁾ Eine Verwechslung mit *Cylindrocystis diplospora* Lund (*Penium diplosporum* Jacobs) scheint mir wenig wahrscheinlich, da die Zellen jener Art in der Mitte eingeschnürt sind, weshalb sie zeitweise zur Gattung *Penium* gerechnet wurden; zudem hatte sich Archer schon vorher eingehend mit der Familie der Mesotaeniaceen beschäftigt, kannte also ihre wichtigsten Vertreter.

so wie sie bei einigen Penien, Spirotaenien usw. beobachtet wird, und durch paarweise Conjugation zweier sich vorher teilender Gameten entsteht. Er glaubt nun, daß *Cylindrocystis Brebissonii* auf zwei Weisen kopuliert, einerseits eine einzige Zygote und andererseits, in selteneren Fällen, eine Doppelzygote erzeugt. In Kulturen mit jüngeren Conjugationsstadien habe ich niemals eine solche Doppelzygotenbildung beobachtet. Dagegen habe ich mehrmals zwei benachbarte, reife Zygoten gefunden, die mit ihren in Färbung und Struktur übereinstimmenden Membranen meist gegeneinander abgeplattet, dicht aneinander lagen und gleiche Gestalt und Größe aufwiesen. Auch inhaltlich zeigte sich Übereinstimmung, da in beiden Zygoten die Chromatophoren gleich stark kontrahiert und die Pyrenoide und Stärkeringe gleich weit reduziert waren. Wenn diese vereinzelt, erst in reifem Zustand aufgefundenen, scheinbar durch Gallerte verbundenen Zygoten auch nicht ohne weiteres auf eine Doppelzygotenbildung schließen lassen, so ist doch die Möglichkeit einer paarweisen Kopulation nicht von der Hand zu weisen. Auf jeden Fall dürfte aber die Doppelzygotenbildung bei *Cylindrocystis* eine sehr seltene, eine Ausnahmeerscheinung sein, so interessant sie auch wäre, im Hinblick auf diejenigen Formen von *Penium* und *Spirotaenium*, bei denen dieser Kopulationsmodus regelmäßig stattfindet.

Nachdem de Bary (1858) bereits die beiden Gametenkerne in der jungen Zygote¹⁾ beobachtet hatte, sah Klebahn (1888) als erster an einem gefärbten Präparat ihre Verschmelzung. Auf Taf. VII, Fig. 21 seiner kurzen Mitteilung gibt er eine Zygospore wieder, die einen Kern mit noch beiden Nucleolen zeigt.

In ganz jungen Zygoten liegen die Gametenkerne anfänglich noch zwischen ihren Chromatophoren wie in der vegetativen Zelle. Jedoch bald begeben sie sich nach der Mitte. Sie lagern sich meist direkt aneinander und platten sich an den Berührungstellen ab. Diese Zusammenlagerung dauert bei *Cylindrocystis* nicht lange. Die Grenzlinie zwischen beiden Kernen verschwindet.

¹⁾ Wenn er auch »Andeutungen zweier oder eines Zellkernes« in der reifen Zygote wahrgenommen haben will, so dürfte das auf einem Irrtum beruhen, da in ihr die Kerne schon verschmolzen sind und der Zygotenkern durch die dicke Membran und das reichliche Öl verdeckt wird.

Der anfänglich ziemlich große Verschmelzungskern kontrahiert sich bald etwas (Fig. 12—14). Die Vereinigung vollzieht sich schon, bevor die zweite Membran gebildet wird. Sie tritt also, wie bei den meisten Zygnemen, gleich nach der Kopulation ein. Bei den Spirogyren findet sie bekanntlich später, während oder nach der Bildung des Mesospors statt, ebenso bei Mesocarpus (Klebahn), und bei den Desmidiaceen erfolgt sie erst nach der Ruheperiode, vor der Keimung.

Auffallenderweise fehlt dem Zygotenkern von *Cylindrocystis* das Kernkörperchen. Während der Kern der vegetativen *Cylindrocystis*-zelle einen deutlichen, verhältnismäßig großen Nucleolus besitzt, ist ein solcher in den Kernen der reifen Zygoten nicht zu finden (Fig. 16, 17). Bei allen anderen bis jetzt untersuchten Zygoten der Conjugaten zeigten die Kerne eindeutige Nucleolen.

In der Regel sind die Kernkörperchen in den beiden Gametenkernen noch deutlich zu beobachten, und in dem jungen Verschmelzungskern kopulieren sie miteinander wie bei *Spirogyra*, *Zygnema* und *Closterium*.

Aber der so gebildete »Verschmelzungsnucleolus« verschwindet bald, noch bevor die zweite Zygotenhaut angelegt wird. Manchmal ist der Nucleolus bereits in den Gametenkernen nicht mehr deutlich, sondern nur noch als ein sehr kleines Gebilde schwach zu sehen, ja manchmal fehlt er schon hier. In den Kernen der reifen Zygosporen wurde in keinem Falle ein eindeutiger Nucleolus wahrgenommen, auch nicht in den Zwei- und Vierkernstadien während der Keimung. Erst in den Kernen der Keimlinge tritt er wieder auf. Der ganze Zygotenkern stellt ein scharf umgrenztes, feinkörniges Gerinnsel dar. Er speichert viel tiefer Farbe als der Kern der vegetativen Zelle bei gleicher Behandlung, und es hat den Anschein, daß das Chromatin hier im ganzen Kerne gleichmäßig verteilt ist.

Der Durchmesser des rundlichen Zygotenkernes beträgt gewöhnlich 5μ , also ungefähr die Hälfte des Durchmessers des vegetativen Zellkernes. Bei mehr ovalen Zellkernen sind die Größenverhältnisse etwa $5 : 3$ oder 4μ . Die Größenverminderung des Zygotenkernes dürfte durch Wasserverlust mitbedingt sein und ihre ökologische Bedeutung in einem Schutz des Kernes während der Ruheperiode liegen.

Wie der Vermischungsvorgang des im Nucleolus enthaltenen Chromatins mit der Substanz des Kernes im einzelnen vor sich geht, ist schwer festzustellen. Auch konnte nicht die genügende Menge der ganz jungen Conjugationsstadien zur Untersuchung aufgefunden werden. Doch dürften Kerne, wie sie in Fig. 15 abgebildet sind und mehrfach angetroffen wurden (vergl. Fig. 12), Glieder jenes Prozesses sein. Der Verschmelzungskern zeigt hier neben dem deutlichen Nucleolus mehrere, wie er tief gefärbte, kugelige Massen. Diese Bilder erinnern nun stark an die betreffenden Stadien der Prophase während der Teilung der vegetativen Zelle. Doch bleiben hier die vielleicht auf gleiche Weise aus dem Kernkörperchen heraustretenden, oder durch bloßes Zerfallen desselben entstehenden »Chromatinmassen« nicht erhalten, sondern werden weiter mit der Substanz des Kerngerüsts vermischt. Auf jeden Fall scheint sich der Vermischungsvorgang wegen des sehr seltenen Auftretens dieser Stadien rasch abzuspielden.

Durch die mikrochemische Untersuchung hinter den Verbleib des Chromatins zu kommen, ist nicht eindeutig gelungen. Es wurden fixierte, aufgedrückte Zygoten 5 bis 10 Minuten mit konzentrierter Salpetersäure behandelt und später gefärbt. Die Kerne waren deutlich vorhanden, kaum oder gar nicht geschrumpft und hatten mehr oder weniger stark die Farbe gespeichert. Allerdings waren sie in der Regel nicht so tief gefärbt wie sonst. Im Kern der vegetativen Zelle ist das Chromatin im Nucleolus in größerer Menge vereint und läßt daher hier nach der Lösung ein deutliches Negativ zurück. Im Zygotenkern dürfte es zu fein verteilt sein, um im Kerngerüst, das ja so wie so Farbe aufnimmt, auf diese Weise in Form von kleinen Negativen wahrgenommen werden zu können. Aber vielleicht weist die geringere Färbbarkeit der mit der Säure behandelten Zygotenkerne darauf hin, daß die ganze Kernmasse Substanz, eben Chromatin, verloren hat.

2. Die Reifung der Zygoten.

In den ersten sechs Wochen nach der Conjugation finden mehrere Veränderungen in der Zygote statt, die als Reifungserscheinungen zusammengefaßt werden.

a) Ölbildung.

Bekanntlich wird in den Zygoten von *Spirogyra*, *Zygnema* und denen der *Desmidiaceen* die vorhandene Stärke während der Reifung in Öl verwandelt, das vor der Keimung wieder in Stärke umgesetzt wird. Die gleichen Vorgänge finden auch bei *Cylindrocystis* statt. Werden junge Zygoten mit Jodjodkalium behandelt, so treten vier große, homogen schwarz erscheinende Flecken auf, daneben zahlreiche kleinere, dunkle Körner. Das zeigt, daß neben der reichlich vertretenen Pyrenoidstärke der beiden Chromatophorenpaare noch eine Menge Stromastärke vorhanden ist. Öl ist zunächst nicht oder nur sehr wenig zu beobachten. Reift die Zygote nun allmählich heran, so nimmt die durch Jodjodkalium sich schwarz färbende Masse immer mehr ab, während mit Osmiumsäure mehr Öl nachzuweisen ist. Die Stromastärke verschwindet zuerst. Dann wird die Stärkehülle der Pyrenoide langsam abgebaut. In reifen Zygoten war mit Jod keine Stromastärke und nur noch sehr wenig Pyrenoidstärke deutlich nachzuweisen, während die tiefe Färbung mit Osmiumsäure reichlich Öl anzeigte. Diese Umwandlung ist in den Hauptzügen nach etwa 4 bis 6 Wochen beendet. Der Überführung der Stärke in Öl dürfte die ökologische Bedeutung eines Kälteschutzes der Zygote zukommen. Doch diese Deutung ist, wenn auch mehrfach in der Literatur angegeben, noch nicht sicher bewiesen.

Der vollständige Verlust der Pyrenoidstärke tritt nur dann ein, wenn auch die Pyrenoide gänzlich schwinden, was in allen Zygoten, die eine sehr lange Ruheperiode durchzumachen haben, im Laufe derselben, also nach der eigentlichen Reifungszeit allmählich stattfindet. Nur in den Zygoten, die schon im jungen Zustand der Austrocknung stark ausgesetzt sind, scheint Pyrenoid und Stärkering frühzeitiger, während der Reifung oder gleich darnach gänzlich rückgebildet zu werden.

b) Das Verhalten der Chromatophoren und Pyrenoide.

Wenn in den jüngeren Zygoten von *Cylindrocystis* die vier Chromatophoren auch nicht so lang gestreckt sind, wie in ausgewachsenen vegetativen Zellen, sondern mehr an diejenigen

der eben erst durch Teilung hervorgegangenen Tochterzellen erinnern, so sind sie doch im Vergleich zu denen der reifen Zygoten groß und mit kräftigem Pyrenoid und Stärkering versehen. Sie nehmen zunächst den größten Teil des Raumes der Zygoten ein und umgeben den im Zentrum gelegenen Verschmelzungskern meist symmetrisch (Fig. 16). Im weiteren Verlauf der Reifung nimmt ihr Umfang merklich ab. Ihre feine lappige Gestalt verschwindet allmählich. Sie schrumpfen teilweise recht stark zusammen und nehmen eine immer mehr gedrungene Form an. Am Ende der Reifungsvorgänge beobachtet man dann vier ungefähr gleichgroße Klumpen mit unregelmäßigem Umriß (Fig. 17).

Nicht immer sind die vier Chromatophoren am lebenden, reifen Objekt zu erkennen. Oft werden sie durch das Öl ganz verdeckt. In solchen Fällen wurde dann das auf den Chromatophorengelalt zu untersuchende Material ohne vorherige Fixierung in verdünntes Glycerin gelegt, wie das Tröndle (1907) angab, wobei die Zygoten nicht plasmolysiert wurden. Schon nach zirka zwölf Stunden waren sie durch diese Glycerinbehandlung aufgeheilt. Man erkennt dann die Chromatophoren deutlich als ungefähr gleich große, rundliche Ballen von grüner Farbe.

Auch die Pyrenoide der Chromatophoren nehmen ab. Sie zerfallen oft in mehrere Teile, von denen einige scheinbar gelöst werden. Der Rest kontrahiert sich stark. So sind im Gegensatz zu früher nur noch sehr kleine Pyrenoide in den Chromatophoren der reifen Zygoten zu beobachten. In anderen Fällen sind sie noch stärker reduziert, nicht mehr deutlich wahrzunehmen, oder sie scheinen ganz zu fehlen. Auf jeden Fall speichern sie die Farbe nicht mehr so wie sonst. Ob die Pyrenoide hier ganz aufgelöst sind, ihre Substanz vielleicht fein verteilt ist, oder ob nur ihre Färbbarkeit durch irgendwelche stoffliche Veränderung abgenommen hat, vermag ich ebenso wenig wie Klebahn, der zuerst die gleichen Verhältnisse bei den Closterien fand, bestimmt zu entscheiden. Doch möchte ich annehmen, daß es sich nur um einen vorübergehenden Verlust des Farbspeicherungsvermögens handelt. Erst in den Keimungsstadien treten die Pyrenoide allmählich wieder auf.

Die Abnahme der Pyrenoide ist in den einzelnen Zygotenkulturen verschieden. Nach meinen bisherigen Beobachtungen dürfte der Grad der Reduktion der Pyrenoide in Beziehung stehen zu der Art und zu der Länge der Ruheperiode, welche die Zygote durchzumachen hat. Sind die jungen Zygoten schon früh dem Austrocknen ausgesetzt, so geht die Reduktion rascher vor sich, als wenn sie sich in ihrem natürlichen Medium, dem Moorwasser, befinden und dort ihre Reife und erste Ruhe durchmachen. In sehr lange ruhenden Zygoten scheint sie mit der Zeit bis zum völligen Verschwinden der Pyrenoide fortzuschreiten. So hatten in anfangs feucht gehaltenen Zygoten die Pyrenoide zwar an Umfang stark abgenommen, aber sie waren als solche deutlich erhalten und zeigten einen schwachen Stärkering. Fünf bis sechs Monate konnten sie so beobachtet werden. Ruhten die Zygoten dann noch länger, so ging auch hier die Reduktion langsam weiter, bis Pyrenoide und Stärkering nicht mehr sichtbar waren. Zygoten, die gleich ziemlich trocken aufbewahrt wurden, zeigten in der Regel schon nach wenigen Wochen weder deutliche Pyrenoide noch Stärkeringe, oder diese waren nur sehr schwach angedeutet.

c) Die Zygotenmembran.

Nach de Bary (1858) besteht die Membran der Zygote von *Cylindrocystis* aus zwei Häuten. Eine dritte, die Innenhaut, hat er noch nicht beobachtet. Doch auch hier finden sich drei Häute wie bei *Spirogyra*, *Zygnema* und den *Desmidiaceen*. Exospor und Mesospor sind leicht zu erkennen, die innerste, das Endospor, nicht immer. Besonders in jüngeren Zygoten ist das Endospor undeutlich, in sehr lange ruhenden Zygoten, deren Inhalt geringer geworden, wird es klarer.

Wie schon erwähnt, ist die junge Zygote anfänglich von der gemeinsamen Membran der beiden Mutterzellen umgeben. Während der Reifung zieht sich nun der Inhalt der Zygosporen ein wenig zusammen und umgibt sich innerhalb der Muttermembran mit einer neuen, farblosen Haut, dem Exospor. Später tritt eine zweite Haut, das Mesospor auf, das anfangs gleichfalls hell erscheint. Es ist etwas dicker und nimmt bald eine gelbliche bis tief bräunliche Farbe an. Nur in ganz ver-

einzelten Fällen blieb es farblos. Die Außenfläche zeigt im ausgebildeten Zustande mehr oder weniger feine Rauigkeiten. Doch nicht bei allen Zygoten ist das Mesospor granuliert, bei vielen erscheint es ganz glatt. Kurz nach der zweiten Haut wird die dritte, das Endospor angelegt. Es zeigt ungefähr die gleiche Dicke wie das Mesospor und ist hell bis schwach gelblich. Diese Entwicklung pflegt zwei bis vier Wochen nach der Kopulation beendet zu sein. Durch die Kontraktion des Zygoteninhaltes bei der Bildung der dreihäutigen Wand wird die die ganze Zygote anfänglich umgebende Muttermembran, besonders an den Ecken, etwas abgehoben. Vielleicht wird dieser Vorgang, wie auch de Bary annimmt, durch gleichzeitig ausgeschiedene Gallerte unterstützt. Die Muttermembran verschleimt dann allmählich und ist an länger ruhenden Zygoten nicht mehr zu erkennen.

Mikrochemische Untersuchungen zeigten bald, daß die dreihäutige Zygotenmembran von *Cylindrocystis* sich in ihrer Zusammensetzung eng an die von *Spirogyra* anschließt, welche von Tröndle (1907) eingehend studiert wurde.

Exospor und Endospor bestehen auch hier aus Zellulose. Sie werden durch konzentrierte Schwefelsäure, durch Kupferoxydammoniak gelöst und durch Chlorzinkjod blau gefärbt.

Werden Zygoten mehrere Stunden in konzentriertes Kaliumhydroxyd gebracht, so wird das Endospor von dem Mesospor abgehoben und dadurch deutlicher.

Das Mesospor ist undurchlässig für Farbstoffe. Fixierungsmittel, wie Alkohol, vom Rath, Jodjodkalium, Osmiumsäure und Chromsäure dringen ein. Die Unfärbbarkeit in Phloroglucin und Salzsäure und in Millonschem Reagenz zeigt, daß das Mesospor weder verholzt noch eiweißhaltig ist. Konzentrierte Schwefelsäure zeigt selbst bei drei- bis viertägigem Einwirken keine Lösung. Konzentrierte Chromsäure dagegen löst die Mittelhaut nach mehreren (fünf bis zehn) Stunden völlig, was unter dem Mikroskop direkt beobachtet werden konnte. Konzentrierte Kalilauge gibt nach mehrtägiger Behandlung keine Veränderung, kochende Kalilauge keine Verseifung. Diese Versuche zeigen, daß das Mesospor nicht verkorkt ist.

Das bisherige Verhalten legte es nun nahe zu prüfen, ob

wir hier in der Mittelhaut analog wie bei *Spirogyra* eine Zellulose-Grundlage vor uns haben.

Konzentrierte Salpetersäure entfärbt das Mesospor nach ein bis zwei Tagen. Die ursprüngliche gelbe Farbe ist dann geschwunden. Der bleibende farblose Bestandteil löst sich nun in konzentrierter Schwefelsäure nach mehreren Tagen vollständig. Je länger die konzentrierte Salpetersäure vorher einwirkte (ein bis zwei Wochen), um so rascher wurde der helle Membranrest in Lösung gebracht. Auch durch Kupferoxydammoniak wird der zurückbleibende Teil der Mittelhaut gelöst.

Wir dürfen also hier wie bei *Spirogyra* annehmen, daß zwei Bestandteile das Mesospor aufbauen. Der helle Bestandteil ist in Kupferoxydammoniak und in konzentrierter Schwefelsäure löslich, zeigt also typische Zellulose-Eigenschaften. Der gelbe Bestandteil, der durch konzentrierte Salpetersäure in obigem Versuche gelöst wird, kann auch durch längere Behandlung in Kupferoxydammoniak freigelegt werden. Er unterscheidet sich von dem Kork durch seine leichte Löslichkeit in konzentrierter Chromsäure, ferner durch die Nichtverseifung in kochender Kalilauge, und stimmt mit ihm überein in der Löslichkeit in Salpetersäure, der Nichtlöslichkeit in Schwefelsäure.

Ähnlich wie bei *Spirogyra* besteht also auch die Mittelhaut der Zygoten von *Cylindrocystis* aus einer Zellulose-Grundsubstanz, die mit Stoffen, die dem Kork verwandt sind, inkrustiert ist.

Die ausgebildete Zygote hat meistens die Gestalt eines runden oder »stumpfviereckigen Kissens«. In der Aufsicht erhält man mehr oder weniger regelmäßig viereckige, ovale und kreisförmige Bilder. Nicht selten treten H-förmige Zygosporen auf, die darauf zurückzuführen sind, daß der Kopulations-schlauch sich nicht wie sonst gleichmäßig nach oben und unten ausdehnte und die neue Membran sich dann später der gemeinsamen Haut der Mutterzellen anpaßte.

Andere, manchmal ganz bizarre Figuren dürften meist äußeren Bedingungen, vor allem mechanischen Hemmungen während der Membranbildung ihre Entstehung verdanken.

Im Durchschnitt beträgt die Länge der Zygoten 26 bis 46 μ ; ihre Breite 26 bis 33 μ . Die größte beobachtete Zygote zeigte folgendes Verhältnis: 44,4:56 μ und die kleinste 18,5:18,5 μ .

Die hohe Widerstandsfähigkeit der dreihäutigen Membran, besonders der Mittelhaut, dürfte sicher eine ökologische Bedeutung haben. Die reifen Zygoten sinken zu Boden und verbringen im Schlamm, in dem ständig Zersetzungen organischer Stoffe stattfinden, ihre Ruheperiode. Hier wird die Wandung vor Schädigungen bewahren können.

Der Boden kann im Sommer ganz austrocknen und im Winter fest gefrieren, die Zygote vermag das in der Natur sowohl wie im Kulturglas, dank ihrer Membran, gut zu ertragen. Besonders gegen das Austrocknen ist die Zygote weit widerstandsfähiger als die vegetative Zelle. Dem Boden einer vollständig ausgetrockneten Straßenpfütze wurden lebensfähige Zygoten entnommen, von der Wand der Kulturgefäße wurden monatelang angetrocknete Zygoten mit dem Messer abgekratzt, und sie waren noch keimungsfähig.

Als wichtigstes Verbreitungsmittel der Zygoten kommt vor allem der Wind in Frage. Das wurde an einer Zygosporien führenden Wegpfütze, die nach und nach austrocknete, beobachtet. Nach einer stürmischen Woche war auf dem Boden der bezeichneten Stelle nichts mehr von ihnen nachzuweisen.

In den ausgereiften Zygoten scheint keine Assimilation stattzufinden. Denn die stark umgeformten Chromatophoren, die in der braunen, dicken Zygotenmembran eingeschlossen und von reichlich Öl verdeckt sind, dürften kaum assimilatorisch tätig sein, zumal die Zygoten oft tief in den Schlamm geraten. Nur die Dissimilation geht während der Ruheperiode, wenn auch abgeschwächt, weiter, wie man aus der Abnahme des Reservestoffes in länger ruhenden Zygoten schließen darf.

3. Die Keimung der Zygoten.

Die reife Zygote, im natürlichen Zustand betrachtet, ist ganz mit größeren und kleineren Öltröpfen erfüllt. Sie ist gelb oder braun und hat oft ein trübes Aussehen. Die Chromatophoren sind vielfach, besonders bei länger ruhenden und bei trocken aufbewahrten Zygoten, nicht sichtbar, bei feucht gehaltenen und nur ein halbes Jahr ruhenden Zygoten dagegen scheinen sie meist als vier kleine grünliche Flecken mehr oder weniger schwommen unter dem Öl hindurch.

Wie gefärbte Objekte zeigen, liegt der Kern, der seit seiner Entstehung aus den beiden Gametenkernen außer dem Verlust des Kernkörperchens keine Veränderung erfahren hat, ungefähr in der Mitte der Zygote und wird von den vier Chromatophoren mehr oder weniger symmetrisch umgeben. Doch diese Lagerung ist, wenn auch häufig, durchaus nicht konstant. Die Chromatophoren können einander genähert sein, sich zu Gruppen vereinigen oder fest zusammengepreßt als einziger Ballen erscheinen. In letzterem Falle liegt dann der Kern meist auf dem Chromatophorenballen. In den bizarren Zygotenformen ist die Lagerung wiederum eine andere und dürfte durch die jeweilige Gestalt bedingt sein.

Über die Länge der Ruheperiode, welche die Cylindrocystiszygote durchzumachen hat, bis die Keimung eintritt, macht de Bary keine Mitteilung. Auch sind mir sonst keine Angaben darüber in der Literatur bekannt geworden.

Zygotenkulturen, die vom Frühjahr 1912 stammten, wurden in je zwei Portionen aufbewahrt. Ein Teil wurde im »Originalwasser des Fundortes« gelassen, das regelmäßig nachgefüllt wurde, der andere Teil wurde langsam eingetrocknet. In der ersten Portion blieben die Zygoten ein ganzes Jahr in Ruhe. Erst im April 1913 traten Keimlinge auf. Die trockenen Zygoten wurden im Herbst 1912 teilweise in abgestandenes Brunnenwasser gebracht. Es traten dann Keimlinge auf, aber nur sehr vereinzelt und unregelmäßig. So wurden zwei- und vierkernige Zygoten nach 14 Tagen, nach vier, acht und mehr Wochen beobachtet, der größte Teil blieb aber in Ruhe. Wurden die eingetrockneten Zygoten im Herbst 1912 mit Moorwasser, das durch seinen Gehalt an Humussubstanzen braungelb gefärbt ist, behandelt, so traten die Zwei- und Vierkernstadien etwas früher auf (nach sieben bis zehn Tagen), doch der größte Teil blieb auch hier wieder im Ruhezustand. Der größere Rest der eingetrockneten Frühjahrszygoten wurde dann nach einer Ruhezeit von einem Jahr im März 1913 mit filtriertem Moorwasser übergossen. Nach 14 Tagen wurden die ersten vierkeimigen Zygoten wahrgenommen, doch die Keimung verlief sehr unregelmäßig und erstreckte sich auf mehrere Monate.

Auch in der Natur konnten Herbst 1912, nachdem die aus-

getrockneten Lachen wieder Wasser erhalten hatten, keine keimenden Zygoten beobachtet werden. Doch werden im Moor die reifen Zygoten, auch da, wo sie in größerer Menge gebildet wurden, mit der Zeit so sehr auseinandergetrieben, daß durch eine negative Beobachtung noch nicht auf das vollständige Fehlen der Herbstkeimung geschlossen werden darf.

Die besseren Zygotenkulturen vom Herbst 1912 wurden langsam eingetrocknet, dann im März 1913 zum größten Teil mit filtriertem Moorwasser übergossen und an sonnigen Fenstern aufgestellt. Die ersten vierkernigen Zygoten traten hier nach drei Wochen auf, aber der ganze Keimungsvorgang verlief wieder sehr unregelmäßig und erstreckte sich von April bis August. Anfang September war der größte Teil endlich ausgekeimt, nur wenige Zygoten waren noch in Ruhe.

Die feuchtgehaltenen Herbstkulturen keimten ebenfalls im Frühjahr aus, aber der Vorgang verlief hier noch viel unregelmäßiger den ganzen Sommer über bis zum Herbst. In den Mooren wurden die ersten keimenden Zygoten Ende April gefunden.

In der Natur dürfte wohl nur ein kleiner Teil der im Frühjahr gebildeten Zygoten schon im Herbst auskeimen. Die Hauptmasse scheint bis zum nächsten Frühjahr zu ruhen und dann gemeinsam mit den Herbstzygoten auszukeimen, nachdem der Moorboden, der ja im Winter tief gefriert und sich nur langsam wieder erwärmt, die nötige Wassermenge erhalten hat. Aber jedenfalls wird hier die Keimung gleichmäßiger verlaufen und sich bloß über wenige Wochen erstrecken.

Da die Temperatur der Hochmoore nach Messungen von Buchheim und Rabanus¹⁾ im Laufe eines Tages großen Schwankungen unterworfen ist, von 6° des nachts auf 31° am Tage steigen kann, so wurden auch die Kulturschalen künstlich solchen Unterschieden ausgesetzt, um vielleicht auf diese Weise die Keimung der Zygoten gleichmäßiger zu gestalten. Die Kulturen kamen nachts in einen Eiskasten, wo sie auf 5,5 bis 6° abgekühlt wurden, und tags wurden sie am Ostfenster auf ca. 26 bis 30° erwärmt. Vier Wochen lang wurde dies

¹⁾ Rabanus, Beiträge zur Kenntnis der Periodizität und der geographischen Verbreitung der Algen Badens. Diss. Freiburg i. B. 1914.

fortgesetzt, aber ein wirklich die Keimung begünstigender Einfluß konnte nicht beobachtet werden. Doch der Versuch wurde vielleicht etwas zu spät angestellt.

Wenn Herbst 1912 die mit Moorwasser angesetzte Kultur etwas rascher keimte als die mit abgestandenem Brunnenwasser, so konnte im Frühjahr 1913 ein wirklich auffallender Unterschied nicht beobachtet werden. Die ersten Keimlinge traten in beiden Kulturen etwa gleichzeitig auf, und in beiden erstreckte sich die Keimung auf die gleich lange Zeit.

Auch durch verschieden starke Besonnung wurde die Keimung nicht gleichmäßiger gestaltet.

Eingehendere Versuche, die so dringend nötig wären, konnten leider nicht ausgeführt werden, um das seltene Material, das cytologischen Untersuchungen dienen sollte, nicht aufs Spiel zu setzen.

Da die Keimung der Zygoten in den einzelnen Kulturen so völlig ungleichmäßig verlief, indem sie sich über mehrere Monate ausdehnte, war es natürlich unmöglich, eine größere Zahl von Reduktionsteilungsstadien zu erhalten. Dies um so weniger, als die Teilung nicht auf eine bestimmte Zeit beschränkt ist, sondern tags und nachts stattfindet. Aber die wenigen Stadien, die nach langem Suchen endlich aufgefunden wurden, sind eindeutig und dürften so ein sicheres Bild der Reduktionsteilung liefern. Die in der Natur beobachteten keimenden Zygoten sind so sehr zerstreut, daß ihre Verwertung ganz unmöglich war.

Der Beginn der Keimung ist schon am lebenden Objekt durch das allmähliche Verschwinden des Öles gekennzeichnet. Hierdurch werden die vier Chromatophoren wieder sichtbarer. Sie treten als grüne Körper deutlich hervor, auch wird ihr Umriß jetzt weit schärfer. Der ganze Inhalt der Zygote erscheint viel lebhafter als während der Ruhezeit. Oft zeigt er wieder eine grünliche Färbung. Mit dem langsamen Verschwinden des Öles geht, wie die Untersuchung mit Jodjodkalium zeigt, eine allmähliche Zunahme von Stärke, speziell von Pyrenoidstärke, Hand in Hand. Auch die Zygotenhaut wird allmählich etwas heller und durchsichtiger. Sie läßt die Farbe jetzt eher durchdringen. Dies scheint darauf zu deuten, daß

stoffliche Veränderungen auch in ihr, besonders aber im Mesospor auftreten, durch welche die Haut spröder und so ein späteres Einreißen vorbereitet und erleichtert wird.

Da die verschiedenen Teilungsstadien nur in sehr vereinzelt Exemplaren gefunden wurden, so kann der Zeitpunkt des Eintrittes der Reduktionsteilung nicht so genau angegeben werden wie bei der vegetativen Teilung. In dem am Tage fixierten Materiale wurden einige Prophasen und mehrere zweikernige Zygoten angetroffen. Die übrigen Stadien stammen aus Proben, die nachts fixiert worden waren. Dementsprechend scheint also die Reduktionsteilung bei *Cylindrocystis* gleichmäßig stark tags und nachts stattzufinden, geradeso wie bei den Desmidiaceen, die Klebahn »zu verschiedenen Zeiten«¹⁾ fixierte. Wie Kursanow angibt, trifft dies auch für *Zygnema* zu, während nur bei *Spirogyra* die Reduktionsteilung nach Tröndle und Karsten auf die Mitternacht beschränkt ist.

Die bei den vegetativen Zellen im Laufe der phylogenetischen Entwicklung eingetretene Trennung der Ernährungs- und Wachstumsfunktion und die Verlegung der letzteren auf die Nachtzeit hat hier bei den Zygoten keinen Zweck, da sie nicht assimilieren. Bei *Spirogyra* jedoch dürfte diese Arbeitsteilung so stark ausgeprägt sein, daß sie auch die Zygotentheilungen beherrscht.

Da der Nucleolus, wie wir sahen, gleich nach der Verschmelzung der beiden Gametenkerne aufgelöst und das in ihm enthaltene Chromatin im ganzen Zygotenkern fein verteilt worden ist, so muß dementsprechend zu Beginn der Teilung der ganze Zygotenkern an der Chromosomenbildung beteiligt sein und ein Entmischungsvorgang in ihm stattfinden.

Zunächst nimmt der Kern etwas an Umfang zu. Es treten Chromatinkörperchen in ihm auf, erst unscharf und nur wenige (3, 4, 6, 8), dann immer deutlicher und mehrere (zirka 25 bis 30). Schließlich erhalten wir ein Bild, wie es in Fig. 18 wiedergegeben ist. In der Mitte der Zygote liegt der scharf umgrenzte Kern, der von zahlreichen tiefschwarz gefärbten, kugeligen oder würfeligen Chromatinkörperchen erfüllt ist. Von ihnen wurden 30, die deutlich zu unterscheiden waren, eingezeichnet, doch

¹⁾ Nach brieflicher Mitteilung an Tröndle.

konnten bei Eintragung in verschiedene Ebenen zirka 38 gezählt werden (Fig. 18a), also fast doppelt so viel wie bei der vegetativen Teilung, wo 20 Chromosomen festgestellt wurden.

Fig. 19 zeigt eine Prophase. Hier ist die Kernmembran aufgelöst, und auf dem Chromatophorenballen liegt ein Haufen von kleinen Chromosomen in unregelmäßiger Anordnung. Es sind zirka 20 bis 22, jedenfalls nicht mehr. Diese ordnen sich nun zur Kernplatte an (Fig. 20a und b). In Fig. 20a wurden 19 Chromosomen eingezeichnet, die deutlich unterscheidbar waren. Durch einen kleinen Druck konnte dieselbe Zygote in eine andere Lage gebracht und so die Anzahl der einzelnen Elemente besser festgestellt werden (Fig. 20b). Es ergaben sich diesmal zirka 20 Chromosomen, also die haploide Zahl. Auf jeden Fall waren es nicht mehr als 23¹⁾.

Fig. 21 stellt ein schon weiter entwickeltes Stadium dar, in dem die zwei Ringe von Tochterchromosomen auseinanderweichen. Die einzelnen Elemente sind nicht zu erkennen, sie sind zu dicht aneinandergedrängt. Auch ist die obere und untere Reihe der beiden Ringe sehr verschwommen. Die Doppelplatte ist in ein feines, gleichmäßig körniges Plasmagerinnsel von etwa ovaler Form eingebettet und liegt auf dem Chromatophorenballen. Die Spindel der ersten Teilung verläuft meist in der Längsachse der Zygote und damit quer zur Richtung der kopulierenden Mutterzellen, gerade wie bei *Zygnema* und *Spirogyra* (Kurssanow).

Die angegebenen Befunde dürften wohl so zu deuten sein: Zu Beginn der Teilung entstehen im ganzen Zygotenkern Chromatinkörperchen in diploider Zahl. In Fig. 18 wurden 38 gefunden, theoretisch müssen es 40 sein. Diese Chromatinkörperchen verschmelzen dann wahrscheinlich paarweise und liefern so die Chromosomen in haploider Zahl (20). Die Kernmembran löst sich alsdann auf, und die Chromosomen liegen frei im Zentrum der Zygote. So tritt schon während der Prophase der ersten Teilung (Fig. 19) die haploide Chromosomenmenge auf, und diese wird auf die beiden Tochterkerne übertragen (Fig. 20). In der Zygote, in der Sporenmutterzelle von *Cylindro-*

¹⁾ Herr Dr. Tröndle, der diese Präparate bereitwilligst untersuchte, konnte jene Zahlen bestätigen.

cystis findet also eine Reduktion der Chromosomenzahl zu Beginn der Keimung statt.

In den nun folgenden Stadien der Anaphase weichen die Tochterchromosomen weiter auseinander. Die Spindel selbst wird schmaler, und beide Kernplatten lösen sich in zwei unregelmäßige, tiefgefärbte Gruppen auf. Die einzelnen Elemente sind selten in größerer Zahl zu erkennen (Fig. 22). Die zwei neugebildeten Tochterkerne zeigen zunächst noch einen recht unscharfen und eckigen Umriß. Allmählich runden sie sich ab. Nucleolen sind in ihnen nie zu beobachten, höchstens einige Chromosomen, die noch nicht aufgelöst sind, bzw. ihr Speicherungsvermögen noch nicht verloren haben. Da die Spindel recht kurz ist, liegen beide Kerne zunächst meist sehr dicht zusammen (Fig. 23).

Die beiden Tochterkerne rücken nun etwas auseinander und scheinen gleich in weitere Teilung einzutreten, wie das meistens und auch bei den bis jetzt untersuchten verwandten Desmidiaceen und Zygnemaceen der Fall ist. Beide Teilungen verlaufen streng gleichzeitig.

Die Prophase der zweiten Teilung ist in Fig. 24 dargestellt. In jedem Kerne differenzieren sich wieder die Chromatinkörperchen heraus. Diesmal sind es aber weit weniger, ca. 10 und 11. Andere Exemplare zeigen 4 und 5, oder 9 und 13.

Das folgende Stadium (Fig. 25) zeigt die beiden Spindeln. Sie liegen senkrecht zur Längsachse der Zygote und damit senkrecht zur Richtung der Spindel der ersten Teilung. Einzelne Elemente sind wenigstens verschwommen zu erkennen, und ihre Zahl konnte einigermaßen geschätzt werden. Bei der einen Spindel waren 8, bei der anderen 9 Chromosomen in der oberen Reihe angedeutet. Da nun in der unteren Reihe mindestens ebenso viel Chromosomen liegen wie in der oberen, so beträgt die Chromosomenzahl etwa 16 bis 18, sie kommt also der haploiden Zahl 20 sehr nahe.

Die Tochterchromosomen weichen auseinander und werden unsichtbar. Es entstehen so vier tief schwarz gefärbte Flecken von erst unregelmäßigem Umriß. Sie liegen zunächst paarweise dicht aneinander, da die Spindeln der zweiten Teilung ebenfalls sehr kurz sind. Langsam runden sich dann die Tochter-

kerne ab. Nucleolen traten in keinem einzigen Falle auf und wurden in den folgenden Stadien nur einmal beobachtet (Fig. 27).

Bei *Cylindrocystis* bleiben nun alle durch Reduktionsteilung gebildeten Tochterkerne als »Großkerne« erhalten und werden auf die vier entstehenden Keimlinge verteilt. Sie gleichen dem Verschmelzungskern, dem »primären Kern« der Zygote, nur sind sie etwas kleiner und haploid.

Die vier Tochterkerne wandern nun auf die einzelnen Chromatophoren, die während der ganzen Teilungsvorgänge äußerlich keine Veränderung erfahren haben. Jetzt scheint in dem Keimungsgang eine kleine Ruhe einzutreten, und auch die Weiterentwicklung scheint sich viel langsamer zu vollziehen, da die Vierkernstadien und alle folgenden im Gegensatz zu den bisherigen recht häufig aufgefunden wurden. Erst wenn die vier Kerne sich den einzelnen Chromatophoren aufgelagert haben, scheinen diese in Teilung zu treten (Fig. 26). Sie dehnen sich aus und schnüren sich in der Mitte ein. Die Kerne treten darauf zwischen die Tochterchromatophoren, bei denen allmählich die Pyrenoide und ihre Stärkeringe wieder sichtbar werden (Fig. 28).

Das Protoplasma verdichtet sich nun immer mehr um je ein Chromatophorenpaar mit dem dazu gehörenden Kern, bis schließlich die vier jungen Keimlinge von je einer Membran umgeben werden (Fig. 29 u. 30).

Die weiteren Vorgänge konnte schon de Bary (1858) am lebenden Objekt beobachten. Die erst rundlichen oder ovalen Keimlinge stoßen dicht aneinander und sind an den Berührungsflächen abgeplattet. Ihre Lage ist beliebig. Anfangs befinden sie sich meist in einer Ebene, später überdecken sie sich mehr oder weniger. Nachdem sie sich dann allmählich gestreckt haben, liegen sie häufig parallel neben- und übereinander.

Erst jetzt tritt in dem Zellkern der Keimlinge wieder der Nucleolus auf. Die nun lebhaft grün gefärbten Chromatophoren nehmen langsam ihre typische lappige Gestalt an. Auch zeigen manche Keimlinge schon jetzt größere Mengen Stromastärke neben der Pyrenoidstärke. Ihre Assimilationsarbeit scheint demnach schon in der Zygote kräftig einzusetzen, denn allzugroß darf die aus dem Öl umgewandelte Stärkemenge nicht angesetzt werden.

Durch die weitere Ausdehnung der Keimlinge wird die Membran der Zygote gesprengt, und aus der meist weit aufklaffenden Spalte treten die jungen Zellen nacheinander aus. Zunächst bleiben die vier Keimlinge in der Nähe der leeren Zygotenhaut liegen und nehmen allmählich die Größe erwachsener Zellen an, denen sie anfangs beträchtlich nachstehen.

Klebahn (1891) gibt an, daß er mitunter bloß zwei oder drei Keimlinge in der Zygote von *Cylindrocystis* beobachtet hat. Solche Fälle konnte ich bis jetzt nicht mit Sicherheit feststellen. Läßt man sich doch hier leicht durch Zygoten täuschen, bei denen schon ein oder zwei Keimlinge ausgetreten sind, und bei denen der vielleicht sehr schmale Spalt in der Membran wenig deutlich ist. Es ist möglich, daß Klebahns Befunde so zu erklären sind.

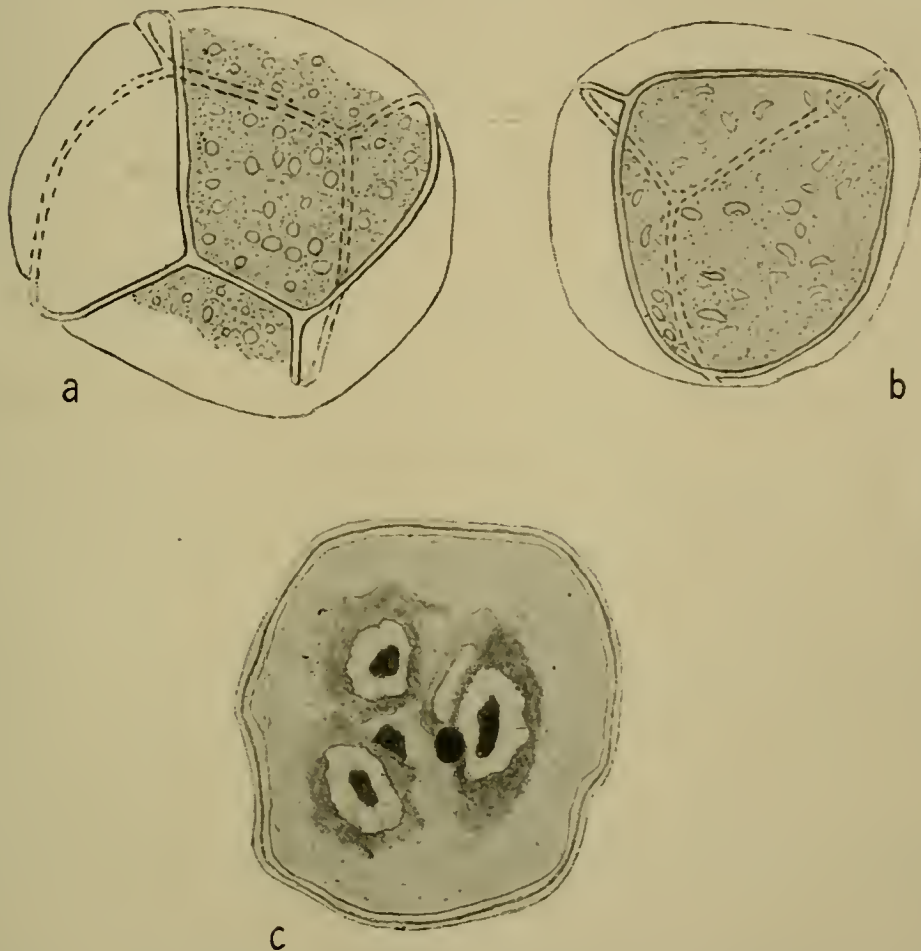
C. Eine Standortsform von *Cylindrocystis Brebissonii* Menegh.

An einem feuchten Felsen bei Bad Sulzburg am Belchen (i. Sch.) wurde Herbst 1911 und Herbst 1912 eine Kolonie von *Cylindrocystis* beobachtet, deren vegetative Zellen sich wenig von *Cylindrocystis Brebissonii* unterscheiden, deren Zygoten aber in mehrfacher Hinsicht ein abweichendes Verhalten aufweisen.

Diese Form bildet bei der Conjugation keine Kopulationsfortsätze, sondern der Inhalt der beiden conjugierenden Zellen tritt hier aus je einer dem Kopulationsfortsatz entsprechenden ovalen Öffnung aus und zieht sich, zwischen den leeren Schalen der beiden Gameten liegend, zu einer in der Aufsicht meist kreisförmigen oder abgerundet viereckigen Zygosporie zusammen. Die Zygote bildet alsdann ihre eigene Membran aus. Dieser Conjugationsmodus erinnert an die Verhältnisse bei vielen Desmidiaceen, wie *Micrasterias*, *Staurastrum*, *Penium*, *Closterium* usw., wo ebenfalls der Zygosporie die leeren Schalen der beiden Mutterzellen noch seitlich anhängen. Öfters bleibt ein Teil des Zellinhaltes in den leeren Gametenschalen zurück, und die reife Zygote erhält so ein bis zwei ohrförmige Anhänge.

Die Verschmelzung der beiden Gametenkerne erfolgt erst später, während oder kurz nach der Ausbildung der dreihäutigen Zygotenmembran. Auch hier verschwindet das Kernkörperchen entweder vor oder gleich nach der Kernvereinigung (Textfig.

4 c). Die Ausreifung der Zygoten verläuft den typischen *Cylindrocystis*zygoten analog. Nur die Membran zeigt in ihrer Ausbildung Besonderheiten. Das Mesospor ist in der Regel weit kräftiger granuliert, indem es auffallend große kugelige oder kommaförmige Erhebungen besitzt. Weiter weist hier das Mesospor deutliche Leisten auf, die besonders bei gefärbten Zygoten



Textfig. 4. Standortsform (?) von *Cylindrocystis Brebissonii*. a und b = stark granuliert Zygotenmembran mit Leisten. c = Zygote mit 3 häutiger Membran, Gametenkerne noch nicht verschmolzen. Alkohol fixiert am 9. November 1912.

klar hervortreten. Durch diese Leisten erscheint die Membran wie aus mehreren Teilstücken zusammengesetzt (Textfig. 4 a u. b).

Die vegetativen Zellen stimmen mit denen der typischen *Cylindrocystis Brebissonii* überein, nur sind sie etwas schmäler. Ihre Breite beträgt 16μ , ihre Länge 45 bis 90μ , während die *Cylindrocystis*form der hiesigen Moore eine Breite von 22μ und

eine Länge von 70 bis 90 μ aufweist. Die Chromatophoren sind meist tiefer grün gefärbt, und dem Auftreten an trockeneren Stellen entsprechend ist die Gallerte, in welche die Zellen eingebettet sind, dichter.

Den besonderen Conjugationsmodus hat schon de Bary (1858, S. 36) beschrieben und durch einige Figuren (Tafel VII E. 14 bis 16) erläutert. Die anderen Abweichungen aber hat er nicht erwähnt. Auch bezüglich des Fundortes macht er keine Angaben. Mir scheint es nun, daß wir es hier mit einer besonderen Standortsform von *Cylindrocystis Brebissonii Menegheni* zu tun haben, einer Form, die an feuchten Felsen, Mauern usw. auftritt und hier jene besonderen Eigenschaften annimmt¹⁾. Außer an der oben angeführten Stelle wurde sie noch einmal in der Ravennaschlucht an einer Mauer beobachtet.

D. Der Generationswechsel bei Conjugaten und Diatomeen.

Die Keimung von *Cylindrocystis* stellt von allen bis jetzt untersuchten Keimungen bei Conjugaten den ursprünglichsten Typus dar. Der Sporophyt, die diploide Zygote, liefert durch Tetratenteilung vier Keimlinge mit je einem haploiden Kern. Bei den Desmidiaceen und Zygnemaceen wird nun die Zahl der entstehenden Keimlinge reduziert, aber die Mitosen bleiben gleichsam zum Zweck der Chromosomenreduktion erhalten. Bei *Closterium* und *Cosmarium* entstehen zwei Keimlinge mit je einem Großkern und einem Kleinkern, bei *Zygnema* und *Spirogyra* wird bloß ein Keimling gebildet, und von den vier Kernen schwillt nur einer zum Großkern an, die drei übrigen gehen als Kleinkerne zugrunde. Die Großkerne dieser beiden abgeleiteten Typen werden auf die Keimlinge übertragen, während die Kleinkerne, deren Anzahl der Zahl der reduzierten Keimlinge entspricht, im Plasma aufgelöst werden.

Auch darin zeigt *Cylindrocystis* das ursprünglichere Verhalten, weil die Reduktionsteilung des Zygotenkernes erst nach der Ruheperiode, zu Beginn der Keimung erfolgt. Bei den Desmidiaceen tritt sie nach Klebahn ebenfalls erst vor der Kei-

¹⁾ Doch diese Annahme vermag ich zunächst noch nicht sicher zu begründen. Da die Keimung noch nicht eingetreten ist, konnte nicht festgestellt werden, ob auch sie Abweichungen aufweist.

mung auf, nachdem die hier später erfolgende Vereinigung der beiden Gametenkerne vollzogen ist. Von den Zygnemaceen verhalten sich nur *Spirogyra jugalis* und *Spirogyra communis* so, während bei *Spirogyra neglecta*, *calospora*, *longata*, *crassa* und auch bei *Zygnema stellinum* die Reduktionsteilung verschoben ist und schon kurz nach der Kernverschmelzung, während der Reifung der Zygote, vor der Ruheperiode, stattfindet.

Die Zygote von *Cylindrocystis* ist also die größte Zeit über diploid, während einige *Spirogyra*- und *Zygnemazygoten* schon mit der Reifung haploid werden und mit dem haploiden Großkern, dem »sekundären Zygotenkern« die Ruheperiode bis zur Keimung durchmachen.

Bei *Spirogyra calospora* und *longata* tritt während der ersten Teilung des Zygotenkernes noch die diploide Zahl von Chromosomen auf, und jeder der beiden Tochterkerne erhält die gleiche Zahl. Bei der zweiten Teilung wird dann nur die haploide Zahl gebildet. So dürfte sich nach Klebahn's Figuren (1891, Taf. 13, Fig. 6a und 9) auch *Closterium* verhalten. *Spirogyra neglecta* und *jugalis* zeigen nach Karsten und Tröndle eine Weiterentwicklung. Es entstehen auch hier während der ersten Teilung doppelt so viel Chromosomen wie bei der zweiten, sie sind aber zu Paaren angeordnet und verschmelzen auf dem Wege nach den beiden Polen. *Zygnema* weist wiederum einen etwas weiter entwickelten Typus auf. Hier tritt nach Kurssanow während der Diakinese die diploide Zahl auf, und noch vor der ersten Prophase findet eine Chromosomenvereinigung statt. Ähnlich verhält sich nun auch *Cylindrocystis*. Im Zygotenkern werden zu Beginn der ersten Teilung zunächst Chromatinkörperchen in diploider Anzahl herausdifferenziert, die sich dann wahrscheinlich zu Paaren zusammenlegen und verschmelzen. Während der Prophase findet sich dann schon die haploide Chromosomenzahl vor.

Nach den Beobachtungen von Chmielewsky (1890) und Tröndle (1907) an *Spirogyra* und denen von Kurssanow (1911) an *Zygnema* werden die männlichen Chromatophoren gleich nach der Ausbildung der dreihäutigen Zygotenwand zerstört, während die weiblichen erhalten bleiben und bei der Keimung dem einen in der Zygote entstehenden Keimling

mitgegeben werden. Für die Desmidiaceen nahm Klebahn (1891) noch eine paarweise Verschmelzung der Chromatophoren der beiden Sexualzellen an. Doch dies beruht auf einem Irrtum. Bei *Penium*, *Closterium* und *Staurastrum* fand ich, daß von den vier Chromatophoren der jungen Zygote im Laufe der Reifung zwei zugrunde gehen. Die beiden erhaltenen werden wahrscheinlich¹⁾ nach je einer Teilung auf die entstehenden zwei Keimlinge übertragen. Bei *Cylindrocystis* bleiben nun sämtliche vier Chromatophoren der beiden Gameten erhalten, und je eines wird bei der Keimung je einem der vier entstehenden Keimlinge mitgegeben, nachdem es sich vorher noch geteilt hat.

Cylindrocystis zeigt auch hier wieder das primitivere Verhalten. Mit der Verminderung der in der Zygote gebildeten Keimlinge auf zwei bei den meisten Desmidiaceen und auf einen bei den Zygnemaceen mußte auch die Zahl der Chromatophoren entsprechend reduziert werden. Dies vollzieht sich derart, daß bei den Desmidiaceen die eine Hälfte der in die Zygote eingetretenen Chromatophoren bald nach der Kopulation zerstört wird, die andere aber erhalten bleibt, und vor der Keimung sich jedes Chromatophor noch teilt wie bei *Cylindrocystis*. Bei den Zygnemaceen wird ebenfalls die Hälfte der Chromatophoren zerstört, doch fällt hier ihre spätere Teilung noch weg, so daß das weibliche Chromatophor einfach auf den einen Keimling übertragen wird.

Von allen bis jetzt untersuchten Conjugaten zeigt also der Sporophyt von *Cylindrocystis* fast überall die ursprünglichsten Verhältnisse. Nur bezüglich des Eintrittes der haploiden Chromosomenzahl weist er eine Weiterentwicklung auf.

Es fragt sich nun, wie verhalten sich die beiden anderen Gattungen der Mesotaeniaceen während der Keimung? Die Zygote von *Mesotaenium* bildet nach de Bary ebenfalls vier Keimlinge. Wenn auch diese Gattung etwas einfacher gebaut ist, da die vegetativen Zellen nur ein einziges, plattenförmiges Chromatophor besitzen, so dürfte doch der ganze Keimungs-

¹⁾ Da das Zygotenmaterial von *Closterium* und *Penium* bisher noch nicht in Keimung trat, konnte das Verhalten der Chromatophoren hierbei noch nicht genauer verfolgt werden. Figuren, die den Zerfall der Chromatophoren während der Reifung zeigen, sollen in einer späteren zusammenhängenden Arbeit folgen.

gang sich nicht prinzipiell von dem bei *Cylindrocystis* unterscheiden. Die Gattung *Spirotaenia* dagegen scheint sich mehr an die Desmidiaceen anzuschließen. Denn nach noch unveröffentlichten Beobachtungen von Prof. Pascher, auf die ich weiter unten zurückkomme, werden hier im Sporophyten nur zwei Keimlinge gebildet, während die beiden anderen unterdrückt sind.

Eine analoge Rückbildung, wie sie bei der Keimung der Conjugaten-Zygoten sich findet und durch die Reduzierung der Keimlinge bedingt ist, wird bekanntlich auch bei der Auxosporenbildung vieler Diatomeen — der Pennaten — beobachtet.

Bei *Rhopalodia gibba* werden nach Klebahn (1896) in den zwei nebeneinanderliegenden Zellen vor der Conjugation je vier Kerne — wahrscheinlich durch Reduktionsteilung — gebildet. Es entstehen je zwei Tochtergameten mit je einem Großkern und einem Kleinkern. Darauf findet eine paarweise Kopulation statt, wobei nur die Großkerne sich vereinigen.

Bei *Surirella saxonica* unterbleibt die Zellteilung der beiden zusammenliegenden Zellen. Es entstehen aber nach Karsten (1912) durch Reduktionsteilung noch je vier Kerne, ein Großkern und drei Kleinkerne. Die Großkerne verschmelzen später, die Kleinkerne degenerieren.

Die Rückbildung geht dann bei *Cocconeis* noch weiter, indem hier nur noch je eine Kernteilung in einen Großkern und einen Kleinkern stattfindet.

Schließlich kennt man noch apogame Formen, wie *Synedra affinis* und *Rhabdonema arcuatum*, wo jede Tochterzelle sich sogleich zur Auxospore streckt und eine Verschmelzung überhaupt nicht mehr stattfindet. Hier dürfte die Sexualität verloren gegangen sein.

Vielleicht dürfen wir auch hier bei den Pennaten diese einzelnen Typen der Auxosporenbildung von Formen ableiten, bei denen, den vier Kernen entsprechend, vier Gameten gebildet wurden. Doch Anhaltspunkte für diese rein theoretische Annahme fehlen noch vollständig.

Schon Klebahn (1896) fiel die Ähnlichkeit der Verhältnisse bei *Closterium* auf der einen und bei *Rhopalodia* auf der anderen Seite auf. Aber auch bereits er wies auf den »bemerkenswerten

Unterschied« hin, daß bei den Desmidiaceen die Vorgänge der Befruchtung folgen, während sie bei Rhopalodia ihr vorausgehen und zweimal nebeneinander verlaufen. Das Gleiche gilt für Spirogyra und Zygnema einerseits und Surirella andererseits. Bei den Conjugaten sind die vegetativen Zellen eben haploid, bei den Diatomeen, speziell den Pennaten, dagegen diploid. Die Rückbildung der Keimlinge bei den einzelnen Gruppen der Conjugaten und die Rückbildung der Gameten bei den Pennaten sind zwei analoge Erscheinungen, die sich in beiden Reihen gesondert entwickelt haben dürften.

Nun findet bei einigen Mesotaeniaceen und einigen Desmidiaceen ein abweichender Conjugationsmodus statt, der theoretisch von großem Interesse ist. Während die meisten Arten der Gattungen Spirotaenia, Penium und Closterium sich bei der Conjugation geradeso wie Cylindrocystis verhalten, indem zwei Zellen zu einer Zygote verschmelzen, zeigen einige Arten dieser Gattungen ein besonderes Verhalten. Es sind dies: Spirotaenia condensata Bréb., Spir. obscura Ralfs., Penium didymocarpum Lund, Cylindrocystis diplospora Lund, Closterium lineatum Ehrbg. und Clost. Ralfsii Bréb. Hier zerfallen die beiden zusammenliegenden Zellen zunächst in je zwei Tochtergameten von abweichendem Aussehen, die dann paarweise kopulieren und zwei benachbarte oder gegeneinander abgeplattete Zygoten bilden.

Dieser Conjugationsmodus einiger Spirotaenia-Arten usw. erinnert sehr an die oben erwähnte Auxosporenbildung bei Rhopalodia, und man neigt leicht dazu, in jenen Formen Verbindungsglieder zwischen den Conjugaten und den Diatomeen zu sehen. Doch zuvor müßten noch die Kernverhältnisse aufgeklärt werden, denn jene Annahme wäre nur möglich, wenn die vegetative Zelle von Spirotaenia diploide Kerne zeigte wie Rhopalodia. Karsten scheint für diese Voraussetzung einzutreten, da er im Handwörterbuch der Naturwissenschaften (II. Bd., S. 729) schreibt: »Spirotaenia, als Typus der Mesotaeniaceen angenommen, würde an das Verhalten der pennaten Diatomeen anklingen: in beiden Fällen Bildung je zweier Gameten vor der Kopulation, voraussichtlich unter Reduktion der Chromosomenzahl. Die Zellen müssen also diploid sein.«

Wenn diese Frage auch nur durch eine genaue Unter-

suchung der Kernverhältnisse entschieden werden kann, so halte ich doch Karstens Ansicht für wenig wahrscheinlich. Sollte wirklich bei einigen Arten der Gattungen *Spirotaenia*, *Penium* und *Closterien* die Tetratenteilung wie gewöhnlich innerhalb der Zygote erfolgen, bei einigen anderen Arten derselben Gattungen aber auf einmal schon vor der Conjugation? Sollten *Spirotaenia obscura* Ralfs. und *Spir. condensata* Bréb. diploid sein, während die anderen Arten wie alle anderen Conjugaten haploid sind? Es müßte also die so einheitliche Klasse der Conjugaten, ja es müßten einzelne Gattungen auseinandergerissen werden, bloß um ihren Anschluß an die Diatomeen zu ermöglichen. Liegt es da nicht näher, die Reduktionsteilung auch bei jenen Formen dort zu suchen, wo sie überall bei den Conjugaten stattfindet: während der Keimung? Zumal da nach noch unveröffentlichten Untersuchungen von Prof. Pascher¹⁾ bei der Keimung in jeder der beiden Zygoten von *Spirotaenia* zwei Keimlinge mit je einem Kern gebildet werden, daneben noch zwei kleine Klümpchen von kernartigem Aussehen.

Die Annahme von Karsten, daß *Spirotaenia* diploid ist, und daß die Chromosomenreduktion bei der Bildung der beiden Tochtergameten vor der Conjugation erfolgt, scheint mir unhaltbar zu sein. Also auch diesen Parallelerscheinungen bei der Doppelzygotenbildung und bei der Auxosporenbildung von *Rhopalodia* dürfte kein tieferer phylogenetischer Zusammenhang zukommen.

Etwas anders steht es mit den haploiden *Centricae*, speziell mit *Corethron Valdiviae*. Hier scheint die Zygotenkeimung derjenigen von *Closterium* zu entsprechen. Karsten schreibt über diese Parallelbildung im II. Bd. des Handwörterbuches S. 729: »Dagegen sind die Desmidiaceen den *Centricae* unter den Diatomeen vergleichbar, deren Zygoten voraussichtlich ebenfalls mit zwei einer Tetradenteilung entstammenden Keimlingen keimen, indem je ein Kern jedes Keimlings zum Kleinkern verkümmert. Zellen also haploid, nur innerhalb der Zygote diploid.« Doch geht bei diesen Formen eine Bildung von zahlreichen Microsporen der Kopulation voraus. Eine solche Er-

¹⁾ Für diese Angaben bin ich Herrn Prof. Dr. Pascher zu besonderem Danke verpflichtet.

scheinung ist aber bei den Desmidiaceen bis jetzt noch nicht beobachtet. Theoretisch ließe sich ja eventuell die Entstehung zweier abweichend aussehender Tochtergameten aus je einer der kopulierenden Zellen als Rest einer ehemaligen Microsporenbildung ansehen. Doch ist es unmöglich, eine solche willkürliche Annahme zu begründen, sie bleibt dem Ermessen eines jeden Einzelnen überlassen. Zudem erhält durch das Auftreten der Geißeln bei den Microsporen von *Biddulphia* die bislang gemeinsame Eigenschaft beider Klassen, das Fehlen der Cilien eine Lücke, eine Eigenschaft, welche bisher mit als Argument für die nahe Verwandtschaft der Conjugaten und Diatomeen (*Acontae*) galt. Es fragt sich nun, ob man der Ähnlichkeit der Zygotenkeimung bei den Desmidiaceen einerseits und bei *Corethron* andererseits tiefere Bedeutung beilegen, oder ob man sie, wie in den anderen Fällen, als analoge Erscheinung erklären will. Ich selbst neige der letzteren Annahme zu und glaube, daß weitere Untersuchungen über die verwandtschaftliche Beziehung zwischen Conjugaten und Diatomeen — speziell über die Mikrochemie der Kerne — zu der Ansicht führen werden, die Schenk in der 12. Auflage des »Bonner Lehrbuches« S. 295 ausspricht, daß »beide Gruppen getrennt voneinander ihren Ausgang aus Flagellaten genommen haben«.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

a) Die vegetative Zelle von *Cylindrocystis* und ihre Teilung.

1. Der Nucleolus von *Cylindrocystis* ist in starken Säuren und in Alkalien löslich. Er zeigt also Eigenschaften, die den Nucleoproteiden zukommen, und wir haben daher in ihm den Sitz des Chromatins zu erblicken. Diese Nucleoproteidnatur der Nucleolen ist nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen für die ganze Klasse der Conjugaten charakteristisch.

2. Die vegetative Teilung findet tags und nachts statt, wenn sie auch nachts, besonders um Mitternacht, weit am stärksten ist.

3. Zu Beginn der Kernteilung scheint aus dem Nucleolus die in ihm enthaltene Chromatinsubstanz langsam in Gestalt größerer und kleinerer kugeligter Chromatinmassen herauszu-

treten. Diese Chromatinmassen sind zunächst, vor allem, wenn erst wenige vorhanden, dem Kernkörperchen dicht angelagert, dann verteilen sie sich mehr im Kerne und wandeln sich später zu den Chromosomen um.

4. Während der Prophase befinden sich ca. 20 Chromosomen (haploide Zahl) an der Stelle des Kernes zwischen den beiden Chromatophoren. Sie ordnen sich zu einer ziemlich breiten Kernplatte an, die senkrecht zur Längsachse der Zelle steht und in eine protoplasmatische Grundmasse von ungefähr Spindelbreite eingebettet ist. An den Polen angelangt, nimmt die Zahl der einzelnen Tochterchromosomen, die scheinbar durch Querteilung entstehen, ab. Eine tiefgefärbte Masse ohne scharfen Umriß und ohne Kernkörperchen zeigt den in Neubildung begriffenen Tochterkern an. In ihm wird dann erst später wieder durch irgendwelchen Entmischungsvorgang die Chromatinsubstanz im Nucleolus aufgespeichert.

5. Die Chromatophoren mit ihren Pyrenoiden teilen sich durch Einschnürung. Die Tochterkerne wandern dann zwischen je zwei Tochterchromatophoren. Die Querwand tritt von der Mutterzellwand ausgehend auf. Durch allmähliche Spaltung derselben trennen sich die beiden Tochterzellen.

b) Befruchtung bei *Cylindrocystis*, Reifung und Keimung der Zygoten.

6. Die Vereinigung der beiden Gametenkerne vollzieht sich gleich nach der Conjugation, noch bevor das Mesospor gebildet wird.

7. Der Kern der reifen Zygoten zeigt nie einen Nucleolus. Kurz nach der Verschmelzung der beiden Gametenkerne oder schon vorher verschwindet er, um erst in den Keimlingen wieder aufzutreten. Das Chromatin dürfte im ganzen Zygotenkern fein verteilt sein.

8. Während der Reifung der Zygoten wird die Stromastärke und der größte Teil der Pyrenoidstärke in Öl verwandelt.

9. Bei *Cylindrocystis* bleiben die vier Chromatophoren in der Zygote erhalten, aber ihr Umfang nimmt deutlich ab. Auch die Pyrenoide werden mehr oder weniger stark rückgebildet.

10. Die Membran der reifen Zygote besteht aus drei Häuten. Exospor und Endospor sind aus Zellulose aufgebaut. Das Mesospor wird von einer Zellulose-Grundsubstanz gebildet, die mit korkartigen Stoffen inkrustiert ist.

11. Die Teilung des Zygotenkernes zu Beginn der Keimung findet tags und nachts statt.

12. Im Anfang der ersten Teilung treten ca. 40 Chromatinkörperchen (diploide Zahl) im ganzen Kerne auf. Diese lagern sich dann wahrscheinlich paarweise zusammen und verschmelzen. Während der Prophase befinden sich nur noch ca. 20 Chromosomen frei im Zentrum der Zygote. Diese haploide Zahl wird auf die beiden Tochterkerne übertragen. Die Spindel der ersten Teilung verläuft in der Längsachse der Zygote und damit quer zur Richtung der kopulierenden Mutterzellen. Es findet also eine Reduktion der Chromosomenzahl in der Zygote von *Cylindrocystis* zu Beginn der Keimung statt.

13. Die beiden Tochterkerne teilen sich gleich wieder und zwar streng gleichzeitig. Während der Prophase der zweiten Teilung entstehen die Chromatinkörperchen gleich in haploider Zahl in beiden Kernen. Die beiden Spindeln stehen senkrecht zur Spindel der ersten Teilung.

14. Die vier gebildeten Tochterkerne bleiben erhalten und werden auf die vier entstehenden Keimlinge verteilt. Sie lagern sich den vier Chromatophoren auf, welche sich alsdann teilen. Je ein Tochterchromatophorenpaar mit dem dazu gehörenden Kern liefert einen Keimling. Erst jetzt tritt in den Kernen der Keimlinge wieder der Nucleolus auf.

Figurenerklärung.

Die Figuren wurden sämtlich nach mit Eisenalaun-Hämatoxylin gefärbten Präparaten mit Hilfe des Zeichenoculares gezeichnet. Vergrößerung 1000/1. Homogene Immersion 1/12. Ocular IV. Leitz.

Fig. 1 bis 11. Vegetative Zelle.

Fig. 1. 50% Alkohol fixiert, konzentrierte HCl 5 Minuten. Fe-Hämatox. Nucleolus gelöst, der übrige Kern erhalten und tief gefärbt.

Fig. 2. 50% Alkohol fixiert, 30 Stunden Phosphorwolframsäure. Fe-Hämatox. Nucleolus gelöst.

Fig. 3 a bis d. Größere und kleinere kugelige Chromatinmassen neben dem Nucleolus im Kern; v. Rath fixiert am 25. Oktober 1912, 5¹/₂ Uhr tags, 10¹/₂ und 2¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 4. Prophase ca. 20 Chromosomen frei im Zentrum der Zelle. 70% Alkohol fixiert am 18. September 1912, 12¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 5. ca. 38 größere und kleinere Chromatinmassen. Nucleolus noch tief gefärbt und scharf umrissen, Kernmembran geschwunden; v. Rath fixiert am 25. Oktober 1912, 12 Uhr nachts.

Fig. 6. Nucleolus und Chromatinmassen gelöst. 50% Alkohol fixiert am 22. November 1912, 11¹/₂ Uhr nachts, 5 Minuten. HNO₃, Fe-Hämatox.

Fig. 7. Prophase, ca. 20 Chromosomen, Einordnung zur Kernplatte; v. Rath fixiert am 25. Oktober 1912, 12 Uhr nachts.

Fig. 8. Kernplatte mit ca. 20 Chromosomen in Protoplasmamasse von ungefähr Spindbreite eingebettet; v. Rath fixiert am 25. Oktober 1912, 11¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 9. Doppelplatte; vom Rath fixiert am 25. Oktober 1912, 11¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 10. Auseinanderweichen der Doppelplatte, 2 (9—10) + 2 (9—10) Chromosomen. Nur die obere Reihe der Ringe eingezeichnet; v. Rath fixiert am 25. Oktober 1912, 11¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 11. Anaphase 12 + 16 Chromosomen an den Enden der beiden Chromatophoren; v. Rath fixiert am 25. Oktober 1912, 11¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 12 bis 30. Der Sporophyt¹⁾.

Fig. 12. Junge Zygote. Gametenkerne vor der Verschmelzung, ihre Nucleolen in Auflösung begriffen. 50% Alkohol fixiert am 26. Mai 1913.

Fig. 13. Junge Zygote. Verschmelzung der Gametenkerne. Zygotenmembran noch nicht gebildet.

Fig. 14. Junge Zygote. Verschmelzungskern mit Nucleolus. Alkohol fixiert Mai 1912.

Fig. 15. Junge Zygote. Verschmelzungskern. Nucleolus in Auflösung begriffen, mehrere wie er tiefgefärbte Körperchen. 50% Alkohol fixiert Mai 1912.

Fig. 16. Reife Zygote mit dreihäutiger Membran. Alkohol fixiert am 11. November 1913.

Fig. 17. Reife Zygote mit dreihäutiger Membran. Chromatophoren, Pyrenoide nebst Stärkering stark reduziert. 11. März 1913.

Fig. 18. Keimende Zygote, Kern mit Chromatinkörperchen ca. 30 eingezeichnet. Absoluter Alkohol fixiert am 3. Juni 1913, 11 Uhr nachts.

Fig. 18a. Derselbe Kern, ca. 38 Chromatinkörperchen in verschiedenen Ebenen eingezeichnet.

Fig. 19. Keimende Zygote, Prophase, ca. 20 Chromosomen. Alkohol fixiert am 10. Juni 1913, 10¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 20a. Anordnung zur Kernplatte, ca. 19 Chromosomen. Absoluter Alkohol fixiert am 10. Juni 1913, 10¹/₂ Uhr nachts.

¹⁾ Die dreihäutige Membran der reifen Zygoten ist schematisch gezeichnet, nur der Umriß des Mesospors wurde genau mit Hilfe des Zeichenapparates eingetragen.

Fig. 20b. Dieselbe Zygote in anderer Lage, Chromosomen besser sichtbar, ca. 20, jedenfalls nicht über 23.

Fig. 21. Doppelplatte. Spindel in Längsachse der Zygote. Absoluter Alkohol fixiert am 3. Juni 1913, 10¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 22. Anaphase. Ca. 5 + ca. 4 Chromosomen noch zu erkennen. Absoluter Alkohol fixiert am 26. Mai 1913, 10 Uhr nachts.

Fig. 23. Keimende Zygote mit zwei Kernen dicht aneinander liegend. Absoluter Alkohol fixiert am 26. Mai 1913, 11 Uhr nachts.

Fig. 24. Doppelte Prophase, ca. 11 + ca. 10 Chromatinkörperchen in den Kernen. Absoluter Alkohol fixiert am 3. Juni 1913, 11 Uhr nachts.

Fig. 25. Doppelte Spindel. Spindel der zweiten Teilung senkrecht zur Längsachse der Zygote. 2 mal 8 und 2 mal 9 Chromosomen, d. h. je ca. 20. Absoluter Alkohol fixiert am 3. Juni 1913, 11¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 26. Keimende Zygote, vier Großkerne auf den Chromatophoren liegend. Absoluter Alkohol fixiert am 26. Mai 1913, 11 Uhr nachts.

Fig. 27. Keimende Zygote, vier Großkerne mit Nucleolen (Ausnahme). Drei Chromatophoren schon geteilt. Absoluter Alkohol fixiert am 3. Juni 1913, 10¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 28. Vier Kerne zwischen je einem Tochterchromatophorenpaar. Absoluter Alkohol fixiert am 22. Oktober 1912, 2 Uhr nachts.

Fig. 29. Protoplasma um die vier jungen Keimlinge gesondert. Absoluter Alkohol fixiert am 22. Oktober 1912, 2¹/₂ Uhr nachts.

Fig. 30. Vier junge Keimlinge mit Membranen. Absoluter Alkohol fixiert am 2. Oktober 1912, 2¹/₂ Uhr nachts.


Literaturverzeichnis.

1. Allen, Charles, Die Keimung der Zygote bei Coleochaete. Ber. d. d. bot Ges. 1905. **23**, 285—292. Mit Taf. XIII.
2. Archer, W., Observations on the genera *Cylindrocystis*, *Mesotaenium* and *Spirotaenia* etc. Quart. Journ. of microsc. Science. 1866. **6**, 203—224.
3. —, On the Conjugation of *Spirotaenia condensata* and of *Sp. truncata*. Ebenda. 1867. N. S. **7**, 186—193. Mit Tafel VIII.
4. —, Double-spored or Twin-spored form of *Cylindrocystis Brebissonii*. Ebenda. 1874. N. S. **14**, 423.
5. de Bary, A., Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig. 1858.
6. Benecke, W., Über die Ursachen der Periodizität im Auftreten der Algen auf Grund von Untersuchungen über die Bedingungen der Zygotenbildung bei *Spirogyra communis*. Int. Revue f. Hydrobiol. 1908—1909. 533.
7. Berghs, Jules, Le noyau et la sinèse chez le spirogyra. La cellule. 1906 **23**, 53—86. Mit 2 Tafeln.
8. Braun, A., Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, insbesondere in der Lebens- und Bildungsgeschichte der Pflanze. Leipzig. 1851.

9. Escoyez, E., Le noyau et la Caryocinèse chez le zygema. La cellule. 1907. **24**, 553—566. Mit 1 Tafel.
10. Karsten, G., Die Entwicklung der Zygoten von *Spirogyra jugalis* Ktzig. Flora. 1909. **99**, 1—11. Mit Tafel I.
11. —, Über die Reduktionsteilung bei der Auxosporenbildung von *Surirella Saxonica*. Zeitschr. f. Bot. 1912. **4**, 417—426. Mit Taf. VII.
12. Karsten, G., Conjugatae. Handwb. d. Naturwiss. **2**, 725—729. Jena. 1912.
13. —, Diatomeae. Ebenda. **2**, 960—970. Jena. 1912.
14. Klebahn, H., Über die Zygosporen einiger Conjugaten. Ber. d. d. bot. Ges. 1888. **6**, 160—166. Mit Tafel VII.
15. —, Die Keimung von *Closterium* und *Cosmarium*. Jahrb. f. wiss. Bot. 1891. **22**, 415—443. Mit Tafeln XIII u. XIV.
16. —, Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung. Ebenda. 1896. **29**, 595—654. Mit Tafel X.
17. Klebs, G., Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Fischer, Jena. 1896.
18. Kurssanow, L., Über Befruchtung, Reifung und Keimung bei *Zygnema*. Flora. N. F. 1911. **4**, 65—84. Mit Tafel I—IV.
19. Küster, E., Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. Teubner, Leipzig. II. Aufl. 1913.
20. Lotsy, J. P., Vorträge über botanische Stammesgeschichte. Fischer, Jena. 1907. I. Bd.
21. Lundegårdh, H., Fixierung, Färbung und Nomenklatur der Kernstrukturen. Arch. f. mikr. Anat. 1912. **80**, 223—273. Abt. I.
22. —, Chromosomen, Nucleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei der Karyokinese nebst anschließenden Betrachtungen über die Mechanik der Teilungsvorgänge. Beitr. z. Biol. d. Pflanz. 1912. 373—542.
23. Lütkemüller, J., Über die Gattung *Spirotaenia* breb. Österr. bot. Zeitschr. 1895. **1**, 51 u. 88. 1903. 396 u. 483.
24. Lutman, B. F., Cell and Nuclear division in *closterium*. The botanical Gaz. 1911. **51**, 401—430. Plate XXI u. XXIII.
25. Merriman, Nuclear Division in *zygnema*. Ebenda. 1906. **41**, 43—53. Plate III u. IV.
26. —, Nuclear Division in *spirogyra crassa*. Ebenda. 1913. **56**, 319—330. Plate XI u. XII.
27. Mitzkewitsch, Über die Kernteilung bei *Spirogyra*. Flor. 1898. **85**, 81—124. Mit Tafel V.
28. Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen. Jena. 1904 u. 1905. 2 Bde.
29. Pringsheim, Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. I. Die Kultur von Algen in Agar. Beitr. z. Biol. d. Pflanz. 1912. **11**, 305—333.
30. Tröndle, A., Über die Kopulation und Keimung von *Spirogyra*. Bot. Zeitg. 1907. 187—217. Mit Tafel V.
31. —, Über die Reduktionsteilung in den Zygoten von *Spirogyra* und über die Bedeutung der Synapsis. Zeitschr. f. Bot. 1911. **3**, 593—619. Mit Tafel V.

32. —, Der Nucleolus von Spirogyra und die Chromosomen höherer Pflanzen. Ebenda. 1912. **4**, 721—747. Tafel IX.
 33. West, W., and West, G. S., A monograph of the British Desmidiaceae. 1904. **1**. London.
 34. Wisselingh, van, Über die Zellwand von Closterium. Zeitschr. f. Bot. 1912. **4**, 337—389.
-

Erst nach Abschluß meiner Arbeit erhielt ich Kenntnis von:

- Lütkemüller, J.: Die Gattung *Cylindrocystis* Menegh. Verhandl. der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1913. 212—230. Mit Tafel II.
- Neuenstein, H. v., Über den Bau des Zellkerns bei den Algen und seine Bedeutung für ihre Systematik. Arch. f. Zellforsch. **13**, 1—91.
- 

Besprechungen.

Stieger, Anton, Über das Vorkommen von Hemicellulosen in Wurzelstöcken, Rhizomen und Wurzelknollen.

Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 86, 270.

Fünfzehn verschiedene Rhizome und Zwiebeln, sowie Wurzeln (Asparagus, Iris, Allium, Rumex, Rheum, Paeonia, Armoracia, Alchemilla, Medicago, Daucus, Heracleum, Lysimachia, Taraxacum, Mirabilis), sowie die oberirdischen Teile der Wüstenpflanze *Anabasis aretioides* wurden mit Hilfe der bekannten Methoden nach Beseitigung von löslichen Stoffen, Amylum, Eiweiß, auf Hemicellulosen untersucht. Allenthalben wurden Galaktose und Arabinose als Hydratationsprodukte gefunden (Galaktose fehlte nur bei *Asparagus*), und Mannose, sowie Fruktose waren abwesend.

Die Arbeit bringt auch eine Literaturzusammenstellung über Hemicellulosen.

Physiologische Gesichtspunkte werden nicht berührt. Czapek.

Stieger, Anton, Untersuchungen über die Verbreitung des Asparagins, des Glutamins, des Arginins und des Allantoin in den Pflanzen.

Zeitschr. f. physiol. Chemie. 1913. 86, 245.

Mitteilung über den Gehalt von über 30 bisher nicht näher geprüften verschiedenen Materialien (Rhizome, junge Triebe, Wurzeln, oberirdische Teile von Pflanzen differenter Familien) an den im Titel genannten Stoffen, unter Benutzung der in der Literatur beschriebenen Darstellungsmethoden. Beachtenswert ist das Vorkommen von Arginin in den unterirdischen Sproßorganen von Ranunculaceen, Glutamin bei *Iris*, Allantoin bei *Anabasis*, *Anchusa* und *Borago*, Vernin bei *Taraxacum*. An der Hand dieser und der früher von verschiedenen Untersuchern konstatierten Vorkommnisse ergeben sich manche Anhaltspunkte für die Kenntnis der Verbreitung der Amide. Glutamin ist vorwiegend

bei den Centrospermen, Cruciferen, Polypodiaceen vorhanden, Asparagin bei Gräsern, Rosaceen, Leguminosen und Compositen, während die Umbelliferen, wahrscheinlich auch die Labiaten und Solanaceen, beide Stoffe annähernd gleich oft produzieren. Bezüglich der Ursachen der in einigen Fällen beobachteten Inkonstanz von Asparagin- und Glutaminbildung konnte wesentlich Neues nicht ermittelt werden. Besonders hingewiesen sei darauf, daß die vorliegende Arbeit eine Reihe neuer Befunde über das biochemisch sehr interessante Allantoin (welches im tierischen Purinstoffwechsel als Endprodukt über den Abbau der Harnsäure erscheint) erbringt.

Czapek.

Kylin, Harald. Über Enzyymbildung und Enzymregulation bei einigen Schimmelpilzen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 53, 465.

Bekanntlich haben die vor längerer Zeit angestellten Untersuchungen von J. Katz bisher das eingehendste Material für unsere Kenntnis der regulatorischen Enzyymbildung geliefert, und es erschien angesichts der großen Fortschritte der Enzymlehre im letzten Dezennium sehr verdienstlich, diese Forschungen einer methodischen Revision zu unterwerfen. Wie nötig dies war, zeigt die vorliegende Arbeit. Man weiß aus zahlreichen Untersuchungen, daß Diastase gegen eine Erhöhung der Wasserstoffionen-Konzentration sehr empfindlich ist und ihre Wirkung bei Methylorange-Neutralität am intensivsten ist. Bei der Wiederholung der seinerzeit von Katz ausgeführter Versuche über Diastasebildung von *Aspergillus* in stärkefreier Zuckernährlösung fand nun Kylin in der Tat, daß das Ausbleiben diastatischer Wirkungen nicht, wie angenommen worden war, auf Nichtproduktion von Enzym beruht, sondern auf Störungen durch Ansäuerung der Nährlösung. Sorgt man für Aufrechterhaltung neutraler Reaktion während der ganzen Kulturperiode, so läßt sich immer die stattfindende Erzeugung stärkelösender Enzyme nachweisen. Ebenso konnte Verf. bei Abwesenheit von Saccharose oder Maltose immer die Entstehung von Invertin bzw. Maltase im pilzlichen Stoffwechsel feststellen. Gibt es sonach kein Ausbleiben von Fermentproduktion bei Abwesenheit der betreffenden spaltbaren Substrate, so tritt doch, wie es Katz angab, deutlich eine regulatorische Mehrproduktion von Diastase zutage, verhältnismäßig noch mehr bei *Penicillium* als bei *Aspergillus*, wenn der Nährboden Stärke enthält. Ebenso wird mehr Invertin gebildet, wenn man Saccharose darreicht, als wie wenn diese Zuckerart nicht anwesend ist. Ähnliches gilt von dem Einflusse der Maltosedarreicherung auf die Erzeugung von Maltase durch *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger*.

Solche Erscheinungen faßt Verf. unter dem Namen »quantitative Enzymregulation« zusammen. Zweifellos sind dies sehr allgemein stattfindende physiologische Vorgänge. Recht zurückhaltend äußert er sich über die Frage, ob eine »qualitative Enzymregulation«, d. h. ein Unterbleiben der Bildung bestimmter Enzyme bei Abwesenheit der betreffenden spaltbaren Stoffsubstrate anzunehmen ist. Er ist nur für die Angabe von Knudson, wonach *Aspergillus Tannase* ausschließlich auf tanninhaltiger Nährlösung produziert, geneigt, eine Ausnahme für wahrscheinlich zu halten. Sonst handelt es sich voraussichtlich immer nur um Mehrproduktion eines Enzyms, das wenigstens in geringer Menge unter allen Lebensbedingungen des Pilzes gebildet wird. Ref. hat dasselbe schon vor längerer Zeit auch für die Erscheinung, daß *Penicillium* das bei der enzymatischen Zersetzung verholzter Zellmembranen wirksame Ferment nur bei Kultur auf Holzsubstrat nachweisen läßt, in analoger Weise angenommen. Czapek.

Lundegårdh, Henrik. Grundzüge einer chemisch-physikalischen Theorie des Lebens.

Verlag von Gustav Fischer, Jena. 1914. 63 S.

Der Titel der Schrift könnte die Erwartungen mancher Leser, insbesondere die Meinung der Physiologen auf eine andere Bahn leiten, als sie der Verf. zu betreten wünscht. Aber S. 54 sagt Verf. ausdrücklich: »Denn unsere Absicht ist es nicht, das Leben durchaus chemisch-physikalisch zu „erklären“. Dies ist unmöglich, aus dem einfachen Umstand, daß Tatsachen fehlen. Wir haben vielmehr untersuchen wollen, ob es nicht möglich, d. h. denkbar wäre, auf dem Boden der allgemeinen Physiologie und Chemie der Zelle Richtlinien für eine Kausale (chemisch-physikalische) Erklärung der Formbildung überhaupt zu ziehen. Im vorhergehenden haben wir in zusammengezogener Darstellung eine solche Deduktion versucht. Die analytischen Begriffe wurden dabei in kausaler Sprache transponiert, und diese kausale Sprache ist nicht etwa beliebig erfunden, wie in den Theorien Weismanns u. a., sondern dieselbe, deren man sich seit langem in der chemischen und physikalischen Physiologie (Biochemie) bedient.«

Damit ist auch über den Inhalt und die Richtung der Schrift das Wesentlichste gesagt. Da Verf. nicht den Anspruch erhebt, vom Standpunkte der allgemeinen Physiologie eine »chemisch-physikalische Theorie des Lebens« zu geben, sondern in dem wichtigsten Abschnitte seiner Schrift (»Die ontogenetische Formbildung«) sich wesentlich mit den Problemen der formativen Reizerfolge und der Ersatzbildungen befaßt,

so gehört Lundegårdhs Schrift eigentlich vor das Forum der Morphologie, und die berufenen Vertreter der Morphologie werden darüber zu urteilen haben, was mit dem Satze, »daß die Ontogenie ein Phänomen der Massenwirkung sei« und ähnlichen Aussprüchen mehr, für die Wissenschaft gewonnen ist. Im ganzen bemüht sich Verf. an Stelle der Annahme von Strukturen, Mechanismen, Anlagen usw., chemische Bedingungen und Reaktionsverkettungen, potentielle physikalische Leistungen zu setzen, womit er unzweifelhaft für viele Fälle im Rechte ist. Jedoch ist leider mit allgemeinen Ausführungen dieser unbestimmten Art wissenschaftlich nicht viel getan.

Die im Eingange des Buches gegebenen Darlegungen »Hauptmerkmale der chemischen Organisation der Zelle«, »Die allgemeine physikalische Organisation der Zelle«, »Die Regulationen« enthalten manche für den Physiologen bedenklich erscheinende Ansichten. Daß z. B., wie S. 3 behauptet wird, ausgewachsene, noch lebensfrische Zellen fast ausschließlich aërob atmen, während embryonale, wachsende Gewebe sich in bedeutendem Grade der anaëroben Atmung zu bedienen scheinen, dürfte nicht nur dem Ref. eine überraschende Äußerung sein. Wenn S. 14 gesagt wird, daß »in dergleichen Kolloiden (Gele oder Sole) komplizierte Lösungsverhältnisse und elektrische Kapillarerscheinungen herrschen«, oder wenn man den so oft wiederkehrenden Gebrauch des Schlagwortes »Massenwirkung« in ganz vager Weise beobachtet, so muß bedauert werden, daß vollkommen hypothetische Vorstellungen mit Ausdrücken, die in der jetzigen physikochemischen Umgangssprache üblich sind, zu verschleiern gesucht werden. Viele der vom Verf. mit aner kennenswertem Eifer angeschnittenen Fragen, finden sich wohl abgegrenzt und scharf präzisiert in Pfeffers Physiologie Bd. II eingehend behandelt, und es wäre sicher von Vorteil gewesen, wenn diese längst festgelegten Ausgangspunkte die gebührende Beachtung gefunden hätten.

Czapek.

Beck v. Mannagetta und Lerchenau, G., Vegetationsstudien in den Ostalpen. III. Die pontische Flora in Kärnten und ihre Bedeutung für die Erkenntnis des Bestandes und des Wesens einer postglazialen Wärmeperiode in den Ostalpen.

Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. Abt. I. Mai 1913. 122, 157—367. Taf. I—III.

Für die Rubrizierung der südalpinen Florenelemente hat Verf. dadurch, daß er mit der illyrischen Flora so vertraut ist, wichtige

Gesichtspunkte gewonnen. Verbreiteten Vorstellungen entgegen überzeugt er z. B. davon, daß die pontischen Elemente nicht alle xerotherm sind, sondern daß es darunter Oreophyten, Mesophyten, Xerophyten der Eichenwälder und der Heidetriften, ja sogar einige Sumpfpflanzen gibt. Man wird sich also Beck's Begrenzung der Pontiker unbedenklich anschließen können, wenn man das »pontische Element« rein geographisch faßt. Einen anderen Inhalt freilich erhält es, sobald genetische oder historische Erwägungen mitsprechen. Der Ausdruck »Element« ist eben mehrdeutig, und diese Tatsache, die Jerosch in ihrer Geschichte der Schweizerischen Alpenflora so gut besprochen hat, beachtet auch Beck vielleicht nicht genügend, wenn er die von Scharfetter und von Adamović gegebenen Schätzungen des pontischen Elementes beanstandet.

Nach seinen eigenen Kriterien veranschlagt, umfaßt dies Element in Kärnten 223 Arten. Ihre Verbreitung in den 25 von ihnen bevorzugten Bezirken des Landes hat Verf. gründlich untersucht; er stellt sie nach den Angaben der Literatur und eigenen Beobachtungen S. 191—304 und auf Karte 1—3 ausführlich dar. Setzt man ihr geographisches Verhalten in Beziehung zur Lage der Schneegrenze, so läßt sich ableiten, daß selbst in den zur letzten Eiszeit unvergletscherten Gebieten Ostkärntens von den pontischen Elementen höchstens einige Stauden die Eiszeit zu überdauern vermochten. Die allermeisten Arten können dorthin erst postglazial eingewandert sein. Dasselbe gilt natürlich für alle Bewohner der damals vergletscherten Teile der Ostalpen. Als Zeit jener Einwanderung hatte Verf. früher nach seinen Studien im Isonzo- und oberen Save-Tale die Gschnitz-Daun-Interstadialzeit festgesetzt; diese Datierung bestätigt sich jetzt für Kärnten, in dessen südöstlichen Grenzgebirgen die Schneegrenze damals wahrscheinlich um 300 m höher lag als in der Jetztzeit. In der Tat stammen von den spontanen Pontikern Kärntens 168 aus den südlichen und südöstlichen Nachbarländern; 26 sind östlichen Ursprungs. Ihr heutiges Vorkommen in Kärnten zeigt Reliktcharakter: offenbar hat das kältere Daunstadium bei den empfindlicheren Spezies die Continuität der Areale vielfach stark gelockert. Heute können sich die Pontiker an günstigen Stellen halten, eine Weiterverbreitung in der Gegenwart aber scheint kaum stattzufinden, und auch ein kräftigeres Nachrücken aus dem Süden hält Verf. für nicht möglich, weil die Pässe entweder auch heute noch ungangbar sind oder schon auf der Südseite der Ketten die Vorkommnisse zu wenig kompakt und nicht zahlreich genug sind, um als Stütz- und Ausgangspunkte einer Expansion zu dienen.

L. Diels.

Brainerd, Ezra, Four hybrids of *Viola pedatifida*.

Bull. Torrey bot. club. 1914. 40, 249.

Die Abhandlung bringt einige Beobachtungen über das Aufspalten einiger wildwachsenden Hybride zwischen *V. pedatifida* und verwandten Arten. Näher untersucht werden in mehreren Generationen die Nachkommen von *V. papilionacea* \times *pedatifida*, *V. pedatifida* \times *sagittata* und *V. pedatifida* \times *sororia*. Die Bastarde (F_1), von natürlichen Standorten stammend, zeigen in Kultur mehr oder weniger komplizierte Aufspaltungen, die ihre Hybridnatur deutlich beweisen.

Für mehrere Merkmale findet eine regelrechte Mendelsche Aufspaltung statt, bei anderen dagegen kommen Spaltungen vor, die mit den zu erwartenden Zahlenverhältnissen nicht ganz in Einklang sind.

Die Elternformen und andere konstante Formen treten unter den Nachkommen relativ häufig auf. Hagem.

Davis, B. M., The problem of the origin of *Oenothera Lamarckiana* de Vries.

The new phytolog. 1914. 12, 233.

Verf. weist darauf hin, daß das *Oenothera Lamarckiana*-Material de Vries' vielleicht seinen Ausgangspunkt in einer *Oenothera Lamarckiana* hat, die ungefähr 1860 von der Firma Carter and Company in London verkauft wurde, und er sucht daher an die Frage nach der Beschaffenheit dieser Kulturen näher heranzutreten. Einen wichtigen Beitrag hierzu liefert er durch die Beschreibung einer *O. Lamarckiana* aus dem Gray-Herbarium der Harvard Universität, eine Pflanze, die 1862 von Dr. Asa Gray in Cambridge (Mass.) gezüchtet wurde. Das betreffende Exemplar aus dem Gray-Herbarium weicht in mehreren Merkmalen bedeutend von der jetzigen *O. Lamarckiana* de Vries ab.

Verf. diskutiert weiter das Vorkommen der *O. Lamarckiana* und nahe verwandter Formen in der englischen Flora. Hagem.

Magnus, W., Die Entstehung der Pflanzengallen, verursacht durch Hymenopteren.

Mit 32 Abbildungen im Text und 4 Doppeltafeln. G. Fischer, Jena. 1914. 100 Seiten.

Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen des Verf. beziehen sich vornehmlich auf die von Cynipiden und Tenthredinen (*Pontania*-Arten) erzeugten Gallen. Seine Mitteilungen über die Gallen der

rosenbewohnenden und zahlreicher eichenbewohnender Cynipiden bestätigen und erweitern vor allem die Weidelschen Resultate; die Untersuchungen über die Pontanien schließen sich an Beyerincks Versuche an, deren Ergebnisse zu bestätigen dem Verf. in neuerer Zeit gelang.

Bei allen Gallenbildungen der Hymenopteren läßt sich nach Verf. zwischen zwei Stadien unterscheiden: einem unspezifischen, nicht differenzierten kallusartigen und einem spezifischen oder differenzierten, in dem sich alle charakteristischen Merkmale der prosoplasmatisch-histioiden Gallen entwickeln. Bei der Frage nach den Faktoren, welche die Gallenbildung veranlassen, behandelt Verf. die beiden Stadien getrennt. Für das unspezifische Stadium kommt er zu dem Resultat, daß es in erster Linie eine Folge der Verwundung ist, welche das Muttertier oder die junge Larve dem Wirtsgewebe beibringen. Zu den wichtigsten entwicklungsgeschichtlichen Ergebnissen, die Verf. schildert, gehört die Erkenntnis, daß in der Tat jeder Gallbildung eine Verwundung vorausgeht. Bei den Cynipiden kommt zu den Wirkungen des letzteren noch die eines vom Ei oder von der jungen Larve ausgeschiedenen Stoffes, dessen zellenlösende Kraft die Bildung eines Hohlräume im Wirtsgewebe veranlaßt, in das die Larve einsinkt; bei den Tenthredinen und Chalciden hingegen hat der vom Muttertier bzw. vom Ei ausgeschiedene Stoff nach Ansicht des Verf.s nur die Fähigkeit, das unspezifische Wundgewebe zu besonders starker Entwicklung zu bringen. Auch für das zweite spezifische Stadium der Gallenbildung liegt — was die Hymenopteren betrifft — nach dem Verf. kein Grund vor, spezifische chemische Wirkungen im Sinne Beyerincks, des Ref. u. a. anzunehmen: die relativ einfach gebauten Tenthredinengallen gleichen auch späterhin den typischen Wundgeweben so stark, daß Verf. sie in erster Linie als Reaktion des Wirtsgewebes auf dessen fortgesetzte Verwundung durch das weidende Cecidozoon zurückführen möchte. Bei den Cynipidengallen hingegen findet Verf. die Larven »vom Beginn des zweiten Entwicklungsstadiums an eingebettet in eine eiweißhaltige Flüssigkeit, die als sehr geeignetes Medium für den Stoffwechselverkehr angesehen werden muß«, so daß Verf. zur Annahme einer ständigen und spezifisch stofflichen Einwirkung geführt wird. Diese stellt sich Verf. vermutungsweise derart vor, daß der Parasit Stoffe liefere, welche die Wirkung der im Wirtsgewebe enthaltenen Enzyme hindern oder aufheben können und zwar in ganz spezifischer Weise nach Art der Antienzyme.

Daß die Scheidung in ein frühes unspezifisches und ein späteres spezifisches Entwicklungsstadium geeignet ist, die entwicklungsmechanische Analyse der Gallengese zu fördern, scheint dem Verf. nicht erwiesen.

Auch alle normalen Teile der Pflanze beginnen mit einer unspezifischen Phase, und die Charaktere, die in dem spezifischen Stadium eines Gebildes sichtbar werden, können ja gar wohl durch Faktoren veranlaßt sein, die schon während der unspezifischen Phase wirksam waren. Die Ähnlichkeit der Pontaniagallen mit Wundgewebe ist gewiß groß, aber es fehlt auch nicht an wichtigen Unterschieden zwischen beiden; weder dem Verf. noch anderen Autoren ist es gelungen, durch Verwundung an Weidenblättern Gebilde zu erzeugen, die halbwegs als »künstliche« Pontaniagallen hätten angesprochen werden können; die Unterschiede in der Reaktion verschieden alter Blätter auf gleichartige Reize reichen nicht aus, um den Unterschied zwischen den verschiedenen Pontaniagallen zu erklären. Bei der Kritik, welcher Verf. die Anschauungen des Ref. unterzieht, wird namentlich die von diesem vorgeschlagene Unterscheidung in organoide und histioide Gallen eingehend behandelt. Durch die Tatsache, daß es an Übergängen zwischen beiden Gruppen nicht fehlt, und daß die Frage nach der Zugehörigkeit der Gallenformen zu dieser oder jener Abteilung oft Schwierigkeiten macht, wird nach Ansicht des Ref. diese Einteilung für den Morphologen noch nicht wertlos; die andere Tatsache, daß die organoiden Gallen aber experimentell wohl sämtlich »nachahmbar« sind, während die prosoplasmatisch-histioiden Gallen nach wie vor kein Analogon unter den experimentell erzeugbaren Mißbildungen haben, deutet darauf hin, daß die Unterscheidung auch für den entwicklungsmechanisch interessierten Gallenforscher brauchbar bleibt.

Küster.

Krieger, Rudolf, Beiträge zur Kenntnis der Artenfrage der Knöllchenbakterien einiger Leguminosen.

Aus dem Hygien. Institut der Königl. Tierärztl. Hochschule zu Dresden.
Inaugural-Diss.

Trotz der zahlreichen Untersuchungen, die bisher in der Literatur über die Knöllchenbakterien der Leguminosen vorliegen, ist bisher nicht mit Sicherheit entschieden worden, ob es sich bei diesen wissenschaftlich interessanten und praktisch wichtigen Mikroorganismen bei den verschiedenen Leguminosen um verschiedene Arten oder nur um Varietäten derselben Art handelt.

Die Untersuchungen zur Entscheidung dieser Frage wurden meist so ausgeführt, daß versucht wurde, an steril aufgezogenen Leguminosen durch Infektion mit Wurzelbakterien die Knöllchen zu erzeugen. Die Resultate fielen recht verschieden aus, viele Autoren nahmen auf Grund ihrer Untersuchungen Artverschiedenheit, andere wieder Artgleichheit an.

Verf. versuchte nun, mit Hilfe serologischer Untersuchungen die Frage zu entscheiden, und zwar wendete er hauptsächlich Agglutination

und Komplementbindung an. Nur in einzelnen Fällen wurde die Präcipitations-Methode gebraucht. Er arbeitete mit Reinkulturen von Knöllchenbakterien, die von 19 verschiedenen Leguminosenarten isoliert worden waren.

Als Versuchstiere wurden Kaninchen verwendet, die jeweils mit einem Stamme des *Bac. radicola* vorbehandelt wurden. Das auf diese Weise gegen einen Stamm eingestellte Serum wurde mit jedem der 19 Stämme als Antigen in Agglutinationsversuchen ausstitriert.

Bei auf Agar kultivierten Stämmen konnte die Agglutination nicht angewendet werden, da eine gleichmäßige Aufschwemmung der Bakterien wegen ihres Gehaltes an zähem Schleim nicht gelang. Hier wurden Komplementbildung und Präcipitation angewendet.

Auf Grund der sorgfältig ausgeführten Untersuchungen stellte Verf. folgende Verwandtschaftsgruppen der Knöllchenbakterien, benannt nach ihren Wirtspflanzen, auf:

1. *Lupinus perennis*, *L. angustifolius*, *L. luteus*, *Ornithopus sativus*.
2. *Vicia sativa*, *Pisum arvense*.
3. *Medicago lupulina*, *M. sativa*, *Melilotus albus*, *Trigonella Foenumgraecum*.
4. *Lotus uliginosus*, *Anthyllis vulneraria*, *Tetragonolobus purpurea*.

Zwischen *Vicia Faba* und *Vicia sativa* konnte keine Verwandtschaft festgestellt werden. *Phaseolus vulgaris*, *Trifolium pratense*, *Onobrychis sativa* und *Soja hispida* erwiesen sich weder untereinander noch mit den anderen untersuchten Stämmen als verwandt.

R. Lieske.

Hegi, Gustav, Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

Lehmanns Verlag, München. 1913, 1914.

Fünf weitere Lieferungen sind wieder erschienen. Lieferung 35 enthält die von Hegi selbst bearbeiteten Papaveraceen und Cruciferen. Wer die gediegene Einleitung zu den Cruciferen liest, wird sofort die Überzeugung gewinnen, daß er in Hegis Flora ein vorzügliches Nachschlagebuch besitzt, das eine ungewöhnlich reiche Quelle wissenswerter Tatsachen bildet. Wesentlich kürzer ist Bd. 6, Lief. 2—5 gehalten, nämlich die von A. Hayek bearbeiteten Familien der Scrophulariaceen, Orobanchaceen, Lentibulariaceen, Globulariaceen, Plantaginaceen und Rubiaceen. Es wäre wünschenswert, daß auch die von Hegi selbst nicht geschriebenen Bände in gleicher Darstellung durchgeführt würden. Das Abbildungsmaterial ist gut, bis auf einzelne Figuren, die das Wachstum der Pflanzenarten demonstrieren sollen. So wären besser z. B. *Mimulus* (Fig. 23), *Veronica Beccabunga* (Fig. 36),

Galium Mollugo (Fig. 116) u. a. fortgeblieben. Ob es notwendig ist, *Plantago major* in seinem Wachstum bildlich darzustellen, wird nicht jeder bejahen. Pax.

Ascherson, Paul, und Graebner, Paul, Synopsis der mitteleuropäischen Flora.

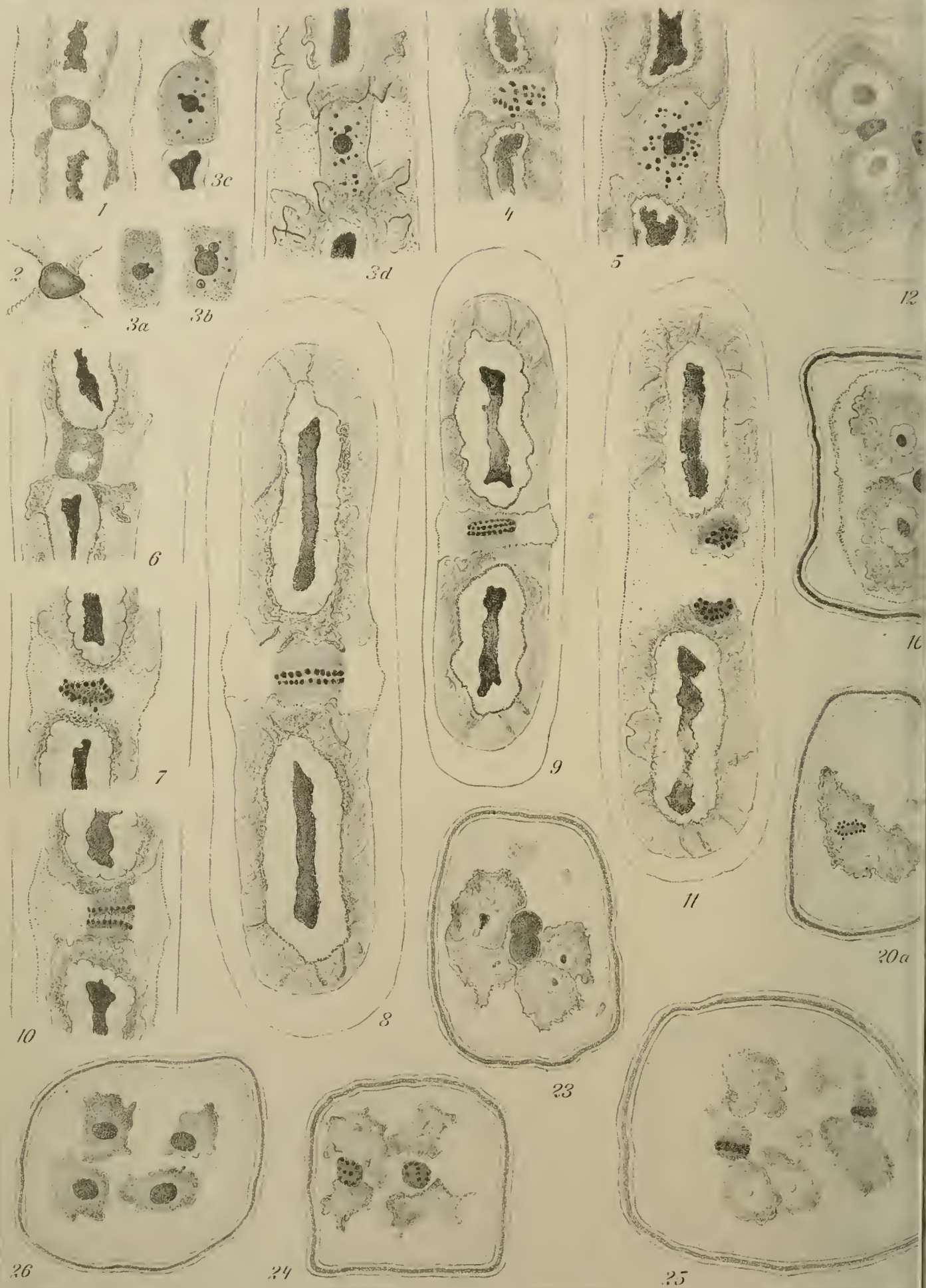
Lief. 83—86. W. Engelmann, Leipzig und Berlin. 1913, 1914.

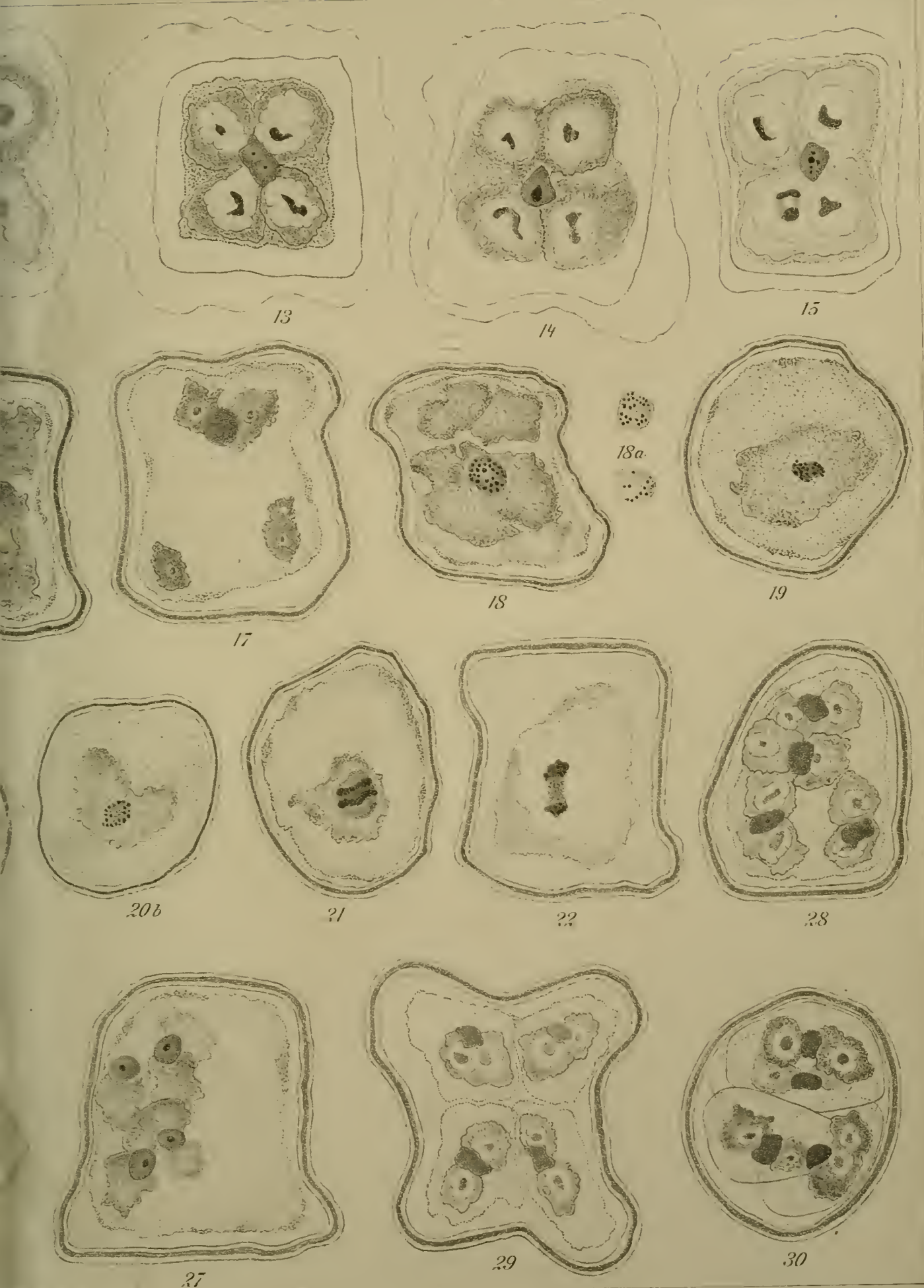
Nach dem Tode Aschersons muß die gewaltige Arbeit, die die Herausgabe der Synopsis bedingt, ganz von dem zweiten Autor geleistet werden; die Herausgabe des Werkes schreitet erfreulich vorwärts. Nachdem am 19. Dezember Lieferung 83 erschienen war, folgten ihr Mitte Mai die drei übrigen Lieferungen. Sie enthalten in der bekannten gründlichen und gewissenhaften Bearbeitung den Schluß der *Chenopodiaceae* und den Anfang der *Amarantaceae*. Für die Gattung *Amarantus* selbst ist A. Thellung in Zürich als Mitarbeiter gewonnen worden. Die Doppellieferung 84 und 85 bringt den Schluß der *Geraniaceen*, die kleineren Familien der *Oxalidaceen*, *Tropaeolaceen*, *Linaceen*, *Zygophyllaceen*, *Cneoraceen* und den Beginn der *Rutaceen*. Pax.

Knight, R. C., and Priestley, J. H., The respiration of plants under various electrical conditions.

Ann. of bot. 1914. 28, 135—161. 6 Fig.

Die Erfolge der Elektrokultur im Freiland — Erntemehrung und Verfrühung der Reife — haben den Verf. den Plan nahe gelegt, einzelne Stoffwechselfunktionen auf ihre Beeinflussung durch elektrische Ströme zu untersuchen, und fürs erste haben sie nun die Atmung betrachtet. Sie gingen dabei von dem Gedanken aus, daß ein erhöhter respiratorischer Energieumsatz auf das Wachstum günstig einwirken könne. Keimende Erbsensamen und im Dunkeln gehaltene Keimlinge wurden mit direkten Strömen von 10^{-6} — $150 \cdot 10^{-6}$ Ampère und mit Entladungen behandelt, die Ströme von ähnlicher Stärke hervorbrachten. Wenn, bei stärkeren Strömen, eine Steigerung der Atmung sich bemerkbar machte, so entsprach sie der durch die Ströme hervorgebrachten Wärmewirkung, eine weitere, stimulierende Wirkung der Elektrisierung fehlte also. Die im Freien wirksamen Entladungen sind so schwach, daß sie nicht einmal die Temperatur der Pflanzen zu erhöhen vermögen. Somit kann die Atmung durch die Elektrokultur nicht einflußt werden. O. Renner.





13

14

15

17

18

18a

19

20b

21

22

28

27

29

30

Kopra-Produktion und Kopra-Handel

Von

Dr. Max Birk

(Probleme der Weltwirtschaft, Schriften des Instituts für Seeverkehr und Weltwirtschaft an der Universität Kiel. Hrsg. von Prof. Dr. Bernhard Harms. Band 15.)

(X, 186 S. Lex.-Format.)

1913. Preis: 6 Mark.

Inhaltsverzeichnis:

Erster Teil. **Die Kultur der Kokospalme.**

1. Grundlagen und Verbreitung der Kokoskultur. 1. Die natürlichen Bedingungen. 2. Die kulturellen Einflüsse: auf Verbreitung, auf Nutzung. — **2. Ökonomik der Kokoskultur.** 1. Die Träger der Unternehmung. 2. Anforderungen an den Unternehmer in bezug auf Kenntnisse, auf Tatkraft, auf Leistungsfähigkeit. 3. Rentabilität. — **3. Die Technik der Kokoskultur.** 1. Die Anlage von Kokospflanzungen. 2. Die Bewirtschaftung von Kokospflanzungen.

4. Die Kokoskultur im vorder- und hinterindischen Anbaugebiet. 1. Vorderindien: Ceylon, Malabarküste, Ostküste und Inselgruppen. 2. Hinterindien: Java, Sumatra, Borneo, Philippinen, Siam und Cochinchina, Malaiische Halbinsel. — **5. Die Kokoskultur im pazifischen, amerikanischen und afrikanischen Anbaugebiet.** 1. Ozeanien: Neu-Guinea, Fidschi-Inseln, Samoa, Französisch-Ozeanien und Hawaii. 2. Amerika. 3. Afrika.

Zweiter Teil. **Die Aufbereitung der Kopra.**

6. Aufgaben, Ziele und Grundprobleme der Koprabereitung. 1. Das Qualitätsproblem. 2. Das agronomisch-statische Problem.

7. Der Stand der Aufbereitungstechnik in den einzelnen Erzeugungsländern (die Gründe und Antriebe der Differenzierung). 1. Technik der Aufbereitung. 2. Die Bedingtheit der Technik durch die Aufkauforganisation. — **8. Eingreifen der Kolonialverwaltungen in die Kopraproduktion (bisherige Erfolge und künftige Aufgaben).** 1. Bisherige Bestrebungen und Erfolge auf dem Gebiete „Koprapolitik“. (Maßnahmen, die eine Förderung der Kopraerzeugung in quantitativer und qualitativer Beziehung bezwecken.) 2. Die künftigen Aufgaben der Koprapolitik mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Kolonien.

Dritter Teil. **Der Koprahandel.**

9. Funktion und Organisation des Koprahandels und seine Entwicklungstendenzen.

10. Der Koprahandel in den einzelnen Produktionsgebieten und seine Probleme. 1. Das vorderindische Handelsgebiet: Ceylon, Malabar. Das hinterindische Handelsgebiet. 3. Das pazifische Handelsgebiet. 4. Das ostafrikanische Handelsgebiet.

Schlußbetrachtung: Der Kopraweltmarkt. Seine Entwicklung und seine Zukunft. — **Anhang:** Kontrakt über Teilladungen asiatischer/australischer Kopra des Verbandes der deutschen Ölmühlen zur Wahrung ihrer gemeinschaftlichen Interessen.

International Review, Nr. 523, Nov. 1913:

This book, which bears the imprint of earnest study, we have now before us, and without the slightest hesitation we hasten to bring it under the notice of our readers, as it contains much that is instructive for those concerned is the copra culture and trade. The work is divided into chapters and the following subjects are treated consecutively: Basis and extent of the cocos-culture, economic side of the cocos-culture, the technical side of cocos-culture, the cocos-culture in India and Further India, the cocos-culture in America and Africa, the preparation of copra, and the copra trade.

Great care has been bestowed on the get up of this work, which is quite in keeping with the matter within its pages.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Pflanzenphysiologie

Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen einschließlich Bakteriologie und Hydrobiologie mit Planktonkunde

Von

R. Kolkwitz

Mit 12 zum Teil farbigen Tafeln und 116 Abbildungen im Text. (V, 258 S. gr. 8^o.)

1914. Preis: 9 Mark, geb. 10 Mark.

Süddeutsche Apotheker-Zeitung, Nr. 43 vom 29. Mai 1914:

Das vorliegende Werk hat sich aus den „Pflanzenphysiologischen Versuchen zu Übungen im Winter“, die die Studierenden an der Berliner Universität und Landwirtschaftlichen Hochschule durchzumachen hatten, entwickelt, und stellt jetzt ein stattliches, reich mit instruktiven Tafeln und Textfiguren ausgestattetes Werk dar. Die Einteilung ist derart durchgeführt, daß im ersten Teil an Hand der Phanerogamen die Kohlenstoff-assimilation, die Verarbeitung der Kohlensäure zu organischen Verbindungen, behandelt wird; hieran schließt sich die experimentelle Veranschaulichung des bei der Atmung vor sich gehenden Abbauprozesses. Der erste Teil schließt mit Erläuterung leicht ausführbarer Versuche, welche die Funktion von Wasser und Luft bei der Ernährung der Pflanze erklärt.

Im ersten Teil, der die Kryptogamen behandelt, werden die physiologischen und ökologischen Versuche unter Zugrundelegung einer systematischen Disposition erläutert. Als besonders interessant sei hier auf die fünfte Gruppe verwiesen, die Algen, Plankton und Ökologie der Gewässer behandelt; sie enthält praktische Anweisung zum Studium des Planktons, die dabei verwendeten verschiedenartigen Instrumente werden unter Hervorhebung ihrer Vor- und Nachteile beschrieben.

Die Anschaffung der Kolkwitzschen Pflanzenphysiologie kann jedem, der für diesen interessantesten Teil der Botanik Interesse hat, warm empfohlen werden. Die Beschreibung der einzelnen Versuche ist so eingehend, daß man dieselben leicht, auch ohne weitere Anleitung eines Lehrers, selbst ausführen kann. Schmiedel.

Vorlesungen über technische Mykologie

Von

Dr. Franz Fuhrmann,

Dozent der technischen Mykologie und Chemie der Nahrungs- und Genußmittel an der technischen Hochschule und Privatdozenten der Bakteriologie an der Universität zu Graz

Mit 140 Abbildungen im Text. (VIII, 455 S. gr. 8^o.)

1913. Preis: 15 Mark, geb. 16 Mark.

Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich, 1913:

In dem vorliegenden Werke ist in musterhafter Form und nicht allzu gedrängt, alles Wissenswerte über technische Mykologie niedergelegt, das für ein erfolgreiches Weiterarbeiten auf diesem Gebiete erforderlich ist. Die „Vorlesungen“ sollen auch nicht die großen Handbücher (Migula, Lafar usw.) entbehrlich machen, sondern denjenigen, der den Inhalt der „Vorlesungen“ inne hat, befähigen, mit Leichtigkeit die großen Handbücher zu benutzen. Doch enthält das Buch auch für denjenigen, der sich auf dem schwierigen Gebiete der Mykologie orientieren will, ohne weitere eingehendere Studien zu beabsichtigen, eine lückenlose Darstellung der wichtigsten Tatsachen auf diesem Gebiete. Kornauth.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN'S

HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG · ZEHNTES HEFT

MIT 8 TEXTFIGUREN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des zehnten Heftes.

I. Originalarbeit.		Seite
Albert Ottenwälder, Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. Mit 8 Figuren im Text		785
II. Besprechungen.		
Nußbaum, M., Karsten, und G. Weber, M., Lehrbuch der Biologie für Hochschulen		849
Mez, C., und Gohlke, K., Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaften der Angiospermen		849
Gohlke, K., Die Brauchbarkeit der Serumdiagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreich		849
Lange, Leo, Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales		850
de Vries, Hugo, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung Oenothera		854
Tammes, T., Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel		855
Kidston, R., und Gwynne Vaughan, On a new species of <i>Tempskya</i> from Russia		857
III. Neue Literatur.		858

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung.

Von

Albert Ottenwälder.

Mit 8 Figuren im Text.

—
Aus dem botanischen Institut der Universität Tübingen.
—

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Einleitung.

Über den Einfluß des Lichtes auf die Samenkeimung sind in den letzten Jahren zahlreiche Arbeiten ausgeführt worden. Während man aber anfänglich den übrigen bei der Keimung maßgebenden Faktoren nicht die genügende Beachtung schenkte, ist in jüngerer Zeit immer mehr erkannt worden, daß bei der Samenkeimung ebenso wie bei jedem anderen physiologischen Prozesse einerseits auf innere, von der Mutterpflanze überkommene Bedingungen, andererseits auf alle von außen kommenden Einflüsse Rücksicht genommen werden muß. Eine eingehende historische Übersicht über das Problem der Lichtkeimung zu geben, kann ich mir ersparen, da verschiedene Zusammenstellungen hierüber aus nicht weit zurückliegender Zeit vorliegen. Ich werde im folgenden daher näher nur auf die neuesten Arbeiten eingehen und die älteren nur insofern in Betracht ziehen, als sie von Bedeutung für meine Erörterungen sind.

Nach den bisherigen Untersuchungen ist bekannt, daß von inneren Bedingungen insbesondere die Nachreifeerscheinungen der Samen die Lichtkeimung beeinflussen (Jönsson 1883, Heinricher 1899, Kinzel 1907).

Von äußeren Einflüssen spielt vor allem die Temperatur eine ausschlaggebende Rolle. Cieslar 1883, Kinzel 1907, Lehmann 1911 und 1912, Gaßner 1911, Baar 1912). Die wich-

tigste Feststellung über den Temperatureinflu ist, daß Samen, welche bei einer bestimmten Temperatur nur im Lichte keimen, bei höheren Temperaturen auch im Dunkeln zum Keimen zu bringen sind. Auch hat Baar gefunden, daß gewisse Samen je nach der Temperatur durch das Licht gefördert oder gehemmt werden. Diese starke Abhängigkeit von der Temperatur konnte im Laufe meiner Untersuchungen immer bestätigt werden. Doch wurden von mir spezielle Versuche über Temperatureinflüsse im Laufe meiner Untersuchungen nur insoweit angestellt, als sie zur Ausführung der vorliegenden Arbeit notwendig waren.

ber die Mitwirkung des Substrates sind schon verschiedene Untersuchungen ausgeführt worden (Lehmann 1909, Gaßner 1911, Becker 1912, Lehmann und Ottenwälder 1913.) Durch diese ist festgestellt worden, daß bei bestimmten Samen, die auf Filtrierpapier, welches mit destilliertem Wasser getränkt war, nicht keimten, unter denselben übrigen Bedingungen auf Erde, Knopscher Nährlösung, Säuren eine Keimung erfolgte. Doch waren die über die Substratwirkung angestellten Versuche erst an wenigen Säuren durchgeführt worden. Auch sind erst vorläufige Versuche über den Einflu schwacher Säuren bei der Lichtkeimung veröffentlicht worden. Es war vor allem noch zu untersuchen, wie weit verbreitet diese Säurewirkung ist, und wie sie sich im einzelnen äußert.

In neuester Zeit hat man auch der Lichtintensität, welche bei der Keimung wirksam ist, einige Aufmerksamkeit zugewandt. Nach den Angaben Ganers (1911) und Haacks (1912) war zu schließen, daß die Samen verschiedener Pflanzen durch sehr verschiedene Intensitäten beeinflut werden. Auch geht schon aus den Versuchen Lehmanns (1912, S. 368) hervor, daß die Keimung von Samen derselben Pflanze bei Bestrahlung durch verschiedene Intensitäten sehr verschieden verläuft. Doch fehlten hierüber noch genauere Versuche. Es ist bis jetzt nichts bekannt über den Verlauf der Wirkung verschiedener Intensitäten auf dieselben Samen und über die untere Grenze des wirksamen Lichts, ebensowenig über eine eventl. Abhängigkeit der Intensität von der Temperatur. Diese Probleme werden in den folgenden Untersuchungen in erster Linie zur Behandlung kommen.

Ein weiterer Faktor, der bei der Lichtkeimung maßgebend ist, ist der Sauerstoff der Luft. Dies ergab sich insbesondere aus den Untersuchungen Gaßners (1911). Von mir wurden jedoch keine speziellen Untersuchungen über den Einfluß des Sauerstoffs angestellt. Dieser wurde nur insofern berücksichtigt, als bei den Versuchen immer eine regelmäßige Lüftung des Versuchszimmers vorgenommen wurde.

Die in der vorliegenden Arbeit niedergelegten Untersuchungen beschäftigen sich also in der Hauptsache mit der Frage: wie wird die Keimung »lichtempfindlicher« Samen durch die Lichtintensität und das Substrat beeinflußt? Berücksichtigung fanden aber nur solche Samen, die vom Licht in der Keimung gefördert werden. Samen, die vom Licht in der Keimung gehemmt werden, wurden von mir nicht untersucht. Zunächst werde ich nach Erörterung des Methodischen einige notwendige Voruntersuchungen zusammenstellen.

Methodisches.

Die Versuche wurden im großen und ganzen in derselben Weise angestellt und ausgeführt, wie es von Lehmann (1912 S. 492) im einzelnen beschrieben ist. Abgesehen von einem geringen Teil der Versuche, die im Laboratoriumszimmer oder in der Vermehrung zur Ausführung kamen, wurde als Versuchsraum das Dunkelzimmer des botanischen Institutes in Tübingen benützt, das, während dieser Zeit ausschließlich für meine Versuche zur Verfügung stand. Die Versuche befanden sich hier in zwei Rodewaldschen Keimapparaten bei konstanten Temperaturen; auf konstante Temperaturen wurde ganz besonders geachtet. Versuche, bei denen Temperaturschwankungen von einem Grad und darüber beobachtet wurden, sind im folgenden grundsätzlich nicht in Betracht gezogen worden. Im allgemeinen betragen diese Schwankungen nicht mehr als $\frac{1}{2}$ Grad.

Gleichmäßige Feuchtigkeit wurde dadurch zu erreichen gesucht, daß in die zu den Versuchen benützten Petrischalen stets die gleiche Anzahl von Filtrierpapierlagen gebracht wurde, und diese mit gleichen Flüssigkeitsmengen (meist 12 bis 15 ccm) befeuchtet wurden. Außerdem war durch ständiges Nachsaugen

von Wasser durch die Unterlage eine feuchte Atmosphäre in der Umgebung der Schalen hergestellt. So wurde ein Austrocknen des Filtrierpapiers vermieden; trockneten dennoch manchmal einzelne Schalen schneller aus, so wurde mit Wasser, das im Keimapparat vorgewärmt war, nachgegossen. Zu stark ausgetrocknete Schalen wurden natürlich nicht berücksichtigt. In den allermeisten Fällen diente als Substrat chemisch reines säurefreies Filtrierpapier (Schleicher und Schüll Nr. 595). Dieses wurde mit destilliertem Wasser, das im Institut hergestellt wurde, in eben angegebener Weise befeuchtet. Über andere Substrate wird an den betreffenden Stellen Näheres angegeben werden.

Die Beleuchtung geschah, abgesehen von den im Laboratoriumszimmer und in der Vermehrung ausgeführten Versuchen, welche dem Tageslicht ausgesetzt waren, durch künstliches Licht, das ununterbrochen während der ganzen Zeit der Versuche leuchtete. Anfänglich diente als Lichtquelle Gaslicht (Grätzinlampe), später kam elektrisches Licht (Osramlampen) zur Verwendung. Über letzteres werden weiter unten nähere Angaben gemacht.

Die Verdunklung der Schalen geschah mittels Blechbüchsen.

Wie schon angeführt, wurde auch für genügende Durchlüftung des Versuchsraums gesorgt.

Material.

Die Samen, die ich zu meinen Versuchen verwendet habe, sind zum allergrößten Teil auch von mir geerntet worden. Ein geringer Teil wurde von Haage & Schmidt bezogen. So war, abgesehen von den letzteren, die Herkunft und der genaue Tag der Ernte, und damit das Samenalter bekannt. Bei der Ernte habe ich, soweit es möglich war (so bei *Verbascum* und *Scrophularia*), nur Samen derselben Pflanze entnommen, bei anderen aber stammten die Samen von Pflanzen, die auf einem möglichst eng begrenzten Raum zu finden waren (so bei den *Epilobium*-Arten, *Oenothera biennis*, *Ranunculus*), so daß sowohl die auf die Samen während der Reife einwirkenden äußeren Bedingungen als auch die inneren Verhältnisse bei den miteinander in Vergleich gezogenen Samen soweit wie möglich dieselben waren.

Bei meinen Untersuchungen wurde weniger Wert gelegt.

auf die Benutzung einer möglichst großen Zahl verschiedener Samenarten; die wesentlichen Feststellungen wurden vielmehr immer zunächst an *Epilobium*-Arten, meist *Epilobium hirsutum* gemacht und dieselben erst nachträglich auf andere Arten ausgedehnt. Die Samen von *Epilobium hirsutum* erwiesen sich deswegen als besonders geeignet, weil sie bei Temperaturen, die für die Durchführung der Versuche günstig liegen, im Dunkeln fast nicht keimten, und weil die Keimung bei diesen Samen in vier bis fünf Tagen unter günstigen Bedingungen schon beinahe vollständig abgelaufen ist. Zur Erweiterung der Funde an *Epilobium hirsutum* wurden aus ähnlichen Gründen herangezogen: *Lythrum Salicaria*, *Verbascum thapsiforme*, *Scrophularia nodosa* und einige andere.

Das Auszählen der Samen wurde von mir selbst vorgenommen; es kamen dabei immer nur gute Samen zur Verwendung. In den weitaus meisten Fällen wurde bei den Versuchen mit je 2 mal 100 Samen gearbeitet, 100 in einer Schale; außerdem waren immer Kontrollschalen bei den einzelnen Versuchen im Dunkeln zum Vergleich vorhanden. Es sei kurz erwähnt, daß ich zu meinen Versuchen etwa 150000 Samen gezählt habe.

Allgemeines über die Keimung der benützten Samen.

Über die Resultate, die ich an Samen erhielt, welche nur zur Orientierung untersucht wurden, für die folgenden Fragen aber nicht in Betracht kommen, wird an anderer Stelle berichtet werden. Hier wird nur auf das Verhalten der Samen eingegangen, die später für die Untersuchungen über Substrat und Lichtintensität benützt wurden. Von diesen wurden, wie schon erwähnt, *Epilobiumsamen* am meisten verwendet.

Epilobium.

Samen von *Epilobium* waren schon von Kinzel zu Untersuchungen über Lichtkeimung herangezogen worden; Kinzel hatte deren starke Beeinflussung durch das Licht bei der Keimung zuerst nachgewiesen; später hatte dann Lehmann die Abhängigkeit dieser Beeinflussung von der Temperatur genauer untersucht. Über die von mir gewonnenen Ergebnisse an verschiedenen *Epilobiumsamen* sei hier nur angeführt, daß sich die

einzelnen Arten in ihrem Verhalten gegenüber dem Licht sehr erheblich unterscheiden. So zeigte sich, daß bei den von mir untersuchten Samen von *Epilobium angustifolium*, *E. adnatum* bei Temperaturen von 20 bis 25 Grad kaum von einer Beeinflussung der Keimung durch das Licht gesprochen werden kann, während Samen von *Epilobium hirsutum*, *E. roseum*, *E. parviflorum*, bei diesen und auch noch höheren Temperaturen durch das Licht bei der Keimung eine äußerst starke Begünstigung erfahren; daher konnten nur diese letzteren Samen zu den untenstehenden Versuchen verwendet werden. In der Mitte zwischen beiden Extremen steht *E. montanum*; dieses zeigt bei den angewandten Temperaturen eine starke Beeinflussung durch das Licht, keimt aber auch im Dunkeln schon sehr stark. Worin dieses verschiedene Verhalten begründet ist, darüber lassen sich bis jetzt nur Vermutungen aussprechen, doch werden mit weniger Wahrscheinlichkeit äußere Faktoren (wie Kinzel meint), die während der Reife oder Nachreife eingewirkt haben, in Betracht zu ziehen sein, als besser »spezifische Bedingungen« der Samen selbst. — Aber nicht allein verschiedene Arten von *Epilobium* verhielten sich bei der Keimung dem Licht gegenüber verschieden, sondern sogar Samen der gleichen Art z. B. *Epilobium hirsutum* ergaben in gewissen Grenzen erhebliche Unterschiede. Dies ersieht man am deutlichsten aus den Versuchen, die mit verschiedenen Lichtintensitäten angestellt wurden (s. u.); doch auch im Dunkeln machten sich bei gleichen Temperaturen Unterschiede geltend. So keimten im Frühjahr 1914 Samen der Sorte I bei 25 Grad im Dunkeln längere Zeit überhaupt noch nicht, während die einer andern Sorte II bei dieser Temperatur in ca. 10 Tagen zu 10 bis 15% keimten, und dann eine Weiterkeimung einstellten. Eine dritte, von Haage & Schmidt bezogene Samensorte III keimte ähnlich stark wie die letzteren, doch wurden dann die übrigen Samen im Dunkeln von Pilzen gefallen und zerstört, so daß das Resultat dadurch beeinträchtigt wurde. Auffallend hierbei ist, daß gerade Samen höheren Alters im Dunkeln diese stärkere Keimung bei 25 Grad aufweisen; doch ist es aus meinen Versuchen nicht möglich, diese Verschiedenheit der Keimung verschiedener Samen von *Epilobium hirsutum* bei gleicher Temperatur mit Sicherheit auf

eine Abhängigkeit vom Nachreifestadium zurückzuführen. *Epilobium roseum* schließt sich seinem Verhalten nach an *Epilobium hirsutum* an, ebenso *E. parviflorum*; dies stimmt mit Lehmanns und Kinzels Untersuchungen überein (vergl. zu diesen Angaben die Tabellen, die weiter unten bei Substrat und Intensität angeführt sind).

Lythrum.

Neben den Samen von *E. hirsutum* wurden am häufigsten Samen von *Lythrum Salicaria* zu meinen Versuchen verwendet. Über das Verhalten dieser Samen bei der Keimung berichtet Kinzel 1913. S. 46: »Soweit die Prüfungen reichen, sind die Vertreter dieser Familie bei der Keimung ihrer Samen ganz an das Licht gebunden. Sowohl bei *Peplis* wie bei *Lythrum* verläuft die Keimung sehr langsam und kann im letzteren Fall nicht durch starke Abkühlung beschleunigt werden.« Diesen Angaben liegen Untersuchungen bei 18 bis 20 Grad zugrunde. Doch ist es auch bei diesen Samen wichtig, bei verschiedenen Temperaturen zu untersuchen; so konnte ich feststellen, daß schon eine Erhöhung der Temperatur um 5 bis 10 Grad eine äußerst rasche, in zwei bis drei Tagen ablaufende Keimung im Licht bewirkt, und daß bei Temperaturen, die um 30 Grad liegen, auch im Dunkeln sehr rasche Keimung erfolgt. Hierzu seien folgende Tabellen angeführt:

Tabelle 1.

Material	Lythrum Salicaria, gesammelt am 11. X. 12 bei Neckarsulm												
Versuchsbedingungen	23 ⁰ 1 hell ² und dunkel						30 ⁰ hell und dunkel						
Beginn 25. XI. 12	hell			dunkel			Beginn 17. XII. 12	hell			dunkel		
	a	b	%	a	b	%		a	b	%	a	b	%
27. XI. 12	44	38	41	0	0	0	19. XII. 12	99	98	98,5	0	0	0
28. XI. 12	94	97	95,5	0	0	0	20. XII. 12	99	98	98,5	3	6	4,5
29. XI. 12	97	99	98	0	0	0	21. XII. 12	99	98	98,5	6	16	11
9. XII. 12	97	99	98	0	0	0	3. I. 13	99	98	98,5	9	17	13

1) Wo bei den folgenden Tabellen nichts Näheres bemerkt ist, handelt es sich immer um Versuche, die im Keimapparat ausgeführt wurden und bei denen Filtrierpapier und destilliertes Wasser als Substrat diente.

2) Wo nichts anderes bemerkt, sind die Versuche mit Gaslicht bei einer Beleuchtungsstärke von ca. 150 H.-K. ausgeführt worden.

Tabelle 2.

Material	wie in Tabelle 1		
Versuchsbedingungen	20°, 150 H.-K.		
Beginn 19. I. 14	a	b	%
21. I. 14	0	0	0
22. I. 14	0	1	0,5
23. I. 14	0	1	0,5

Anm. Dieser Versuch und auch ein Teil der späteren dürfen nicht ohne weiteres mit Tabelle 1 verglichen werden, da das Alter der Samen nicht das gleiche war.

(vgl. hierzu noch die unter Substrat und Lichtintensität angefuhrten Tabellen Nr. 29, 40 und 60).

Die starke Abhängigkeit der Lichtkeimung von der Temperatur ist also auch bei diesen Samen bewiesen. Doch liegt die optimale Temperatur für *Lythrum* im Vergleich mit *Epilobium* um einige Grade höher.

Verbascum thapsiforme.

Ohne an dieser Stelle auf die Verschiedenheit der Angaben einzelner Autoren über die Keimung von *Verbascum*-Samen einzugehen, erörtere ich die allerdings sehr komplizierten Verhältnisse nur für die Samen, die später benützt wurden, und nur soweit, als es für den späteren Zweck notwendig ist. Für diese Samen gilt das Gleiche wie für die seitherigen; die Wirkung des Lichtes macht sich erheblich mehr geltend bei entsprechend höheren Temperaturen; bei weiterer Steigerung derselben erfolgt schließlich Keimung im Dunkeln.

Die eine Samensorte, gesammelt am 31. XII. 12., verhielt sich während der Zeit, in der sie zu den späteren Versuchen verwendet wurden, folgendermaßen (s. Tab. 3, S. 793).

Eine andere Samensorte, gesammelt am 10. X. 13., verhielt sich in der Zeit, als sie zu den später beschriebenen Versuchen Verwendung fand, folgendermaßen (s. Tab. 4, S. 793).

Es sei hier nur angefuhrt, daß sich ergeben hat, daß die Keimung der Samen von *Verbascum thapsiforme* sehr stark von Nachreifeerscheinungen einerseits und von Frostwirkung andererseits abhängt.

Tabelle 3.

Material	Verbascum thapsiforme, gesammelt am 31. XII. 12 bei Neckarsulm										
Versuchsbedingungen	20°						24°				
Beginn 11. I. 13	hell			dunkel			Beginn 8. II. 13	dunkel			
	a	b	%	a	b	%		a	b	%	
16. I. 13	9	36	22,5	0	0	0	11. II. 13	5	8	6,5	hell nicht untersucht
17. I. 13	58	68	63	0	0	0	12. II. 13	11	18	14,5	
18. I. 13	61	68	64,5	0	0	0	14. II. 13	21	28	24,5	
24. I. 13	63	68	65,5	0	0	0	18. II. 13	23	29	26	
							29. II. 13	23	30	26,5	

Tabelle 4.

Material	Verbascum thapsiforme, gesammelt am 5. X. 12 bei Neckarsulm			
Versuchsbedingungen	23°		26°	
Beginn 21. XI. 13	hell	dunkel	hell	dunkel
24. XI. 13	0	0	9	0
25. XI. 13	1	0	62	0
26. XI. 13	15	0	97	0

Scrophularia nodosa.

Samen von *Scrophularia nodosa* wurden zuerst von Kinzel auf ihr Verhalten gegenüber dem Licht untersucht; er stellte fest, daß die Samen dieser Pflanze bei 20 Grad langsam und nur im Lichte keimten. Ich habe im Anschluß daran diese Samen untersucht, und kann die Angabe Kinzels bestätigen. Die nicht sehr lange nachgereiften Samen keimen im Dunkeln bei 20 Grad nicht, dagegen im Licht und hier nur langsam. Auch bei 22 und 23 Grad habe ich innerhalb 12 Tagen noch keine Keimung im Dunkeln beobachtet. Bei 25 Grad beginnen im Dunkeln Keimlinge zu erscheinen; im Licht verläuft die Keimung schneller. Bei 26 Grad werden die Keimlinge im Dunkeln reichlicher. Hierzu führe ich folgende Tabellen an:

Tabelle 5.

Material	Scrophularia nodosa, gesammelt am 10. X. 13 bei Neckarsulm													
Versuchsbedingungen	22 ^o						25 ^o						26 ^o	
Beginn 1. XI. 13	hell			dunkel			hell			dunkel			Beginn 18. XI. 13	dunkel
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%		
5. XI. 13	0	0	0	0	0	0	21	17	19	0	0	0	22. XI. 13	0
6. XI. 13	0	0	0	0	0	0	35	36	35,5	0	0	0		
7. XI. 13	0	0	0	0	0	0	43	41	42	0	0	0	24. XI. 13	6
8. XI. 13	7	4	5,5	0	0	0	60	52	56	0	0	0	25. XI. 13	10
10. XI. 13	16	11	13,5	0	0	0	77	69	73	0	0	0	26. XI. 13	26
11. XI. 13	17	15	16	0	0	0	79	72	75,5	0	0	0		
14. XI. 13	18	16	17	0	0	0	79	73	76	3	0	1,5		

Digitalis.

Von Digitalis-Arten habe ich zu den weiteren Untersuchungen nur Digitalis purpurea verwenden können, da die beiden andern untersuchten Arten *D. ambigua* und *D. lutea* sich bei den benutzten Temperaturen (22 bis 25 Grad) nicht als stark vom Licht abhängig erwiesen (vgl. dazu eine später erscheinende Mitteilung).

Die Keimung von *D. purpurea* verlief anfänglich bei 25 Grad folgendermaßen:

Tabelle 6.

Material	Digitalis purpurea, gesammelt am 29. IX. 13 im Schönbuch					
Versuchsbedingungen	25 ^o					
Beginn 5. XII. 13	hell			dunkel		
	a	b	%	a	b	%
8. XII. 13	6	1	3,5	0	0	0
9. XII. 13	17	3	10	0	0	0
12. XII. 13	41	41	41	1	2	1,5
13. XII. 13	47	48	47,5	1	3	2
15. XII. 13	60	68	64	3	5	4
17. XII. 13	70	72	71	4	9	6,5
18. XII. 13	75	74	74,5	6	9	7,5

(Vgl. auch noch die nachgereiften Samen in Tabelle 35, S. 830).

Oenothera biennis.

Die Samen von *Oenothera biennis*, über deren Beeinflussung bei der Keimung durch das Licht schon Kinzel berichtete, zeigten dieses Verhalten nur bei Temperaturen um 20 Grad, während bei höheren Temperaturen wohl noch eine Beschleunigung der Anfangsgeschwindigkeit der Keimung, aber nicht mehr eine Erhöhung der Keimprozente sich einstellte. Hierzu die folgenden Versuche:

Tabelle 7.

Material	Oenothera biennis, gesammelt am 8. X. 13 im Odenwald											
Versuchsbedingungen	23 ^o						26 ^o					
Beginn 5. XI. 13	hell			dunkel			hell			dunkel		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
7. XI. 13	2	2	2	0	0	0	28	27	27,5	4	5	4,5
8. XI. 13	16	12	14	0	1	0,5	55	73	64	22	16	19
10. XI. 13	18	14	16	0	4	2	60	74	67	64	57	60,5
11. XI. 13	18	14	16	0	4	2	63	74	68,5	81	72	76,5
12. XI. 13	18	14	16	0	6	3	63	75	69	86	88	87
13. XI. 13	18	14	16	0	6	3	63	75	69	86	89	87,5
14. XI. 13	18	15	16,5	0	6	3	63	76	69,5	86	89	87,5

Bei 20 Grad erschienen im Dunkeln innerhalb 12 Tagen 2%. Die günstige Beeinflussung der Oenotherasamen durch das Licht ist also auf wenige Temperaturgrade beschränkt.

Gloxinia.

Schon durch die Arbeiten von Figdor (1907 und 1912) und Lehmann (1909 und 1912) ist die starke Abhängigkeit der Keimung der Gloxiniasamen von Licht bekannt geworden. Eine Keimung unter Ausschluß des Lichtes zu erzielen, ist bis jetzt nicht gelungen; auch ich habe dies an *Gloxinia hybrida* versucht durch sukzessive Erhöhung der Temperatur bis auf 40 Grad, doch ohne Erfolg. Auch die Versuche, die Samen anzustechen oder mit anderen Mitteln zu behandeln, schlugen fehl. Es liegen hier noch ungeklärte Verhältnisse vor.

Ranunculus.

Was die *Ranunculus*-Arten betrifft, so habe ich Begünstigung der Keimung durch das Licht bei den Samen von *Ranunculus acer* festgestellt.

Tabelle 8.

Material	Ranunculus acer, gesammelt am 12. VII. 12. im botanischen Garten zu Tübingen									
Versuchsbedingungen	30°						21°			
Beginn 9. XI. 12	hell			dunkel			Beginn 20. I. 13			
	a	b	%	a	b	%		a	b	%
14. XI. 12	4	0	2	0	0	0	24. I. 13	12	11	11,5
18. XI. 12	11	10	10,5	0	0	0	27. I. 13	24	19	21,5
22. XI. 12	23	15	19	1	0	0,5	28. I. 13	25	21	23
26. XI. 12	48	26	37	1	0	0,5				
30. XI. 12	75	66	70,5	2	0	1				
3. XII. 12	83	73	78	2	0	1				
9. XII. 12	85	85	85	2	0	1				

Man sieht, daß auch hier die Nachreife eine große Rolle spielt, denn Samen, die anfänglich bei 30° im Dunkeln nicht keimten, keimten später schon bei niedrigeren Temperaturen (21 Grad) im Dunkeln.

Auch Samen von *Ranunculus sceleratus* habe ich untersucht; der Einfluß des Lichtes auf die Keimung dieser Samen ist von Lehmann festgestellt worden. Meine Untersuchungen ergaben, soweit sie in der Vermehrung ausgeführt wurden, eine Bestätigung der Funde Lehmanns. Brachte ich die Samen aber in den Keimapparat, so erhielt ich unter den angewandten Versuchsbedingungen — konstante Temperaturen von 20 und 30 Grad — während derselben Zeit, als die Versuche in der Vermehrung dauerten, im Licht keine oder nur sehr spärliche Keimungen, und im Dunkeln überhaupt keine. Ob Temperatur oder Lichtwechsel bei diesen Samen ausschlaggebend ist, wie es den Anschein hat, muß durch weitere Untersuchungen festgestellt werden.

Aus den angeführten Tatsachen ergibt sich, daß bei Untersuchungen über Lichtkeimung eine genaue Beachtung der während der Keimung herrschenden Außenbedingung unerläßlich ist, daß aber auch auf innere, im Samen verborgene Verhältnisse Rücksicht genommen werden muß. Es dürfen demnach nicht einmal Samen derselben Art untereinander verglichen werden, wenn sie verschiedenes Samenalter haben oder verschiedener Herkunft sind.

Lichtintensität.

In der Einleitung wurde schon darauf hingewiesen, daß die Beeinflussung der Keimung »lichtempfindlicher« Samen durch Licht ganz verschiedener Stärke erfolgt. Dies hat sich aus dem Vergleich der Arbeiten Gaßners und Haacks ergeben. Während der erstere fand, daß Kiefern Samen in ihrer Keimung schon durch $\frac{1}{3}$ H.-K. begünstigt werden, mußte der letztere, um eine Wirkung des Lichtes bei der Keimung der Samen von *Chloris ciliata* zu erzielen, verhältnismäßig sehr hohe Intensitäten anwenden. Lichtstärken von 100 Kerzen hatten keine, solche von 800 bis 900 Kerzen nur geringe Wirkung, erst 1200 Kerzen und darüber übten starke Beeinflussung auf die Keimung aus. Damit war das verschiedene Verhalten verschiedener Samen festgestellt; es war aber auch noch die Frage offen: Wie werden dieselben Samen durch verschiedene Lichtintensitäten in ihrer Keimung beeinflußt? Lubimenko (1911) stellte zur Beantwortung dieser Frage einfache Versuche mit natürlichem Licht an, indem er durch Dazwischenschalten verschiedener Papierlagen das Licht abschwächte. Er kam dabei zu wenig befriedigenden Resultaten. Eingehender hat sich Lehmann mit dieser Frage beschäftigt. Er formulierte die Frage auf Grund seiner Feststellungen über die Verknüpfung von Temperatur- und Lichtwirkung bei der Keimung folgendermaßen: Welchen Einfluß haben verschiedene Lichtintensitäten bei bestimmten Temperaturen? Auf Grund dieser Frage stellte er die folgenden Versuche an. Er untersuchte Samen von *E. hirsutum* bei der Temperatur von 20 bzw. 21 Grad und den folgenden Beleuchtungsintensitäten: 6,25, 150 H.-K. Dabei findet er eine verschieden starke Wirkung; 6 H.-K. wirken erheblich weniger als 25 und 150 H.-K. Der Abfall der Wirkung von 150 zu 25 H.-K. war dagegen nicht als sehr erheblich befunden worden. Doch wurden hierbei von Lehmann die Endresultate verschieden lang dauernder Versuche verglichen. Eine bessere Vergleichung ergibt sich aber, wenn man die Anzahl der erschienenen Keimlinge nach etwa einer Woche, vom Versuchsbeginn an gerechnet, in Betracht zieht. Dann erhält man folgende Übersicht (vgl. hierzu die Tabellen Lehmanns 1912).

Es ergibt sich dann immer noch ein erheblicher Abfall der Wirkung von 150 H.-K. zu der von 25 H.-K.; von 25 zu 6 H.-K. erfolgt nach der Figur am vierten Tag kein Abfall, während für den 7. Tag die Angabe bei 6 H.-K. fehlt.

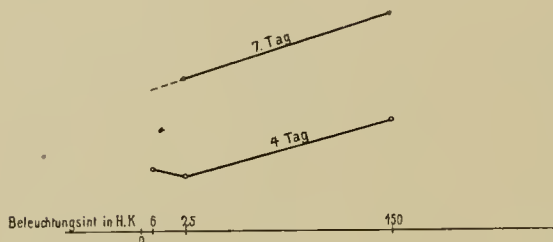


Fig. 1.

An diese Versuche habe ich angeknüpft, um in diese Verhältnisse mehr Klarheit zu bringen. Dabei untersuchte ich:

1. Die Wirkung höherer und niederer Beleuchtungsintensitäten bei derselben Temperatur,
 2. die Wirkung der Intensität bei verschiedenen Temperaturen.
- Bevor ich aber zu meinen Ergebnissen übergehe, muß ich noch einiges über die Methoden nachtragen, welche speziell bei den Versuchen über die Intensitätswirkung in Frage kamen.

Methodisches

zu den Versuchen mit verschiedenen Lichtintensitäten.

Zu den Versuchen mit verschiedenen Intensitäten wurden stets Osramlampen benutzt. Die den Samen zugestrahlte Beleuchtungsintensität kann aber bei der Benutzung solcher Lampen nicht nach der auf der Lampe vermerkten Kerzenstärke berechnet werden, da die Strahlungen nach den verschiedenen Richtungen des Raumes erheblich voneinander abweichen, die Lampe aber für eine mittlere Strahlungsstärke geacht ist. Für meine Versuche kamen aber bei der Lage der Lampe über den Keimapparaten nur die nach abwärts oder schwach seitwärts gerichteten Strahlen zur Geltung; nach dieser Richtung ist die Lichtstärke aber gerade am geringsten. (Die Lampen in geneigter Lage anzuwenden war unmöglich, weil dieselben dabei Schaden leiden.)

So war es für meine Versuche nur möglich, die Beleuchtungsintensität auf der belichteten Fläche direkt photometrisch zu bestimmen. Dies war auch deshalb nicht zu umgehen, da, je nach dem horizontalen Abstand der Untersuchungsschalen

von der vom Mittelpunkt der Lampe auf den Keimapparat gefällten Senkrechten, die Beleuchtungsintensität erhebliche Unterschiede aufwies, was auf die Konstruktion der Lampen zurückzuführen ist. So wurde z. B. für eine 620kerzige Lampe, welche in der Entfernung, wie sie aus der auf der Lampe vermerkten Lichtintensität berechnet wurde, eine Beleuchtungsstärke von 500 H.-K. hätte hervorrufen sollen, durch Photometrieren bestimmt, daß die Beleuchtungsintensität in dieser Entfernung senkrecht unter der Lampe nur 84 Kerzen, 20 cm von der Senkrechten entfernt 200 Kerzen und 25 cm entfernt 228 Kerzen betrug. Die Beleuchtung nahm also zu, trotzdem der Abstand von der Lampe größer wurde. Bei Benutzung einer 10kerzigen Lampe erhielt man in 100 cm Entfernung anstatt 10 Kerzen senkrecht nach unten 2,5 Kerzen, 15 cm davon entfernt 3,5 und 20 cm seitlich 4,5 Kerzen Beleuchtungsstärke.

Die Messung der Beleuchtungsintensität läßt sich bei mittleren und höheren Intensitäten mittels des Weberschen Photometers mit einer für meine Versuche ausreichenden Genauigkeit ausführen. Das betreffende Photometer, das schon von Prof. Lehmann zu seinen früheren Versuchen verwendet wurde, hat auch mir wieder Herr Prof. Wolf in Tübingen in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt. Es sei ihm hierfür an dieser Stelle noch besonders gedankt. Die Beleuchtungsintensität wurde stets in der gleichen Richtung, in der das Licht während der Versuche auf die Schalen strahlte, gemessen. Es wurden deshalb immer nach einem bestimmten Plan die Aufstellung der Schalen vorgenommen. Die Berechnung der Beleuchtungsintensität geschah nach der Formel: $E = C \frac{10000}{r^2}$, wobei C eine Apparatkonstante, r die photometrische Einstellung bedeutet. Auf diese Weise konnte die Beleuchtungsstärke bis auf 2 H.-K. abwärts mit genügender Genauigkeit festgestellt werden. Niedrere Beleuchtungsintensitäten konnten sodann durch Vergrößerung des Abstandes der Lichtquelle oder durch Benützung einer weiter unten beschriebenen Blendenvorrichtung erreicht werden. Seitliche Reflexion, die an und für sich wegen der Schwärzung des Dunkelzimmers gering war, wurde auf doppelte Weise ausgeschlossen. Die Schalen wurden im Apparat mit Kragen aus

schwarzem Karton, die auf der Innenseite eingerust waren, umgeben. Die Lampen wurden in ein Gehäuse gebracht, das die Form eines oben geschlossenen und unten offenen Pyramidenrumpfes hatte und das so konstruiert war, daß im wesentlichen nur Licht auf die beiden Keimapparate fallen konnte. Inwendig war dasselbe mit Ruß geschwärzt.

Um niedrigere Beleuchtungsintensitäten zu erhalten, wurde dieser Kasten auf der Unterseite, nachdem die benutzten Lampen innerhalb befestigt waren, bis auf eine kleine genau gemessene Öffnung lichtdicht abgeschlossen. Hinter dieser Öffnung wurde eine Mattscheibe befestigt und sodann die von dieser Scheibe bei bestimmter Flächengröße ausgestrahlte Intensität photometrisch bestimmt. Die Intensität konnte mittels des Weber-schen Photometers bis auf eine halbe Kerze gemessen werden nach der Formel: $J = C \cdot \frac{R^2}{r^2}$, wo C eine Apparatkonstante,

R den Abstand des Photometers von der Lichtquelle, r wiederum die Ablesung auf dem Photometer bedeutet. Niedere Beleuchtungsintensitäten wurden sodann erhalten durch entsprechende Entfernung der leuchtenden Fläche von den Schalen, und durch Verkleinerung der leuchtenden Fläche. Die Beleuchtungsintensität kann dann nach folgender Formel berechnet werden, wobei vorausgesetzt ist, daß die Lichtstrahlen die Blende senkrecht durchsetzen und senkrecht auf die beleuchtete Fläche auffallen:

$E = \frac{e \cdot f}{d^2}$; hierin ist e die Flächenhelligkeit, d. h. die von einem qcm der leuchtenden Fläche ausgestrahlte Intensität, f die in qcm gemessene Blendengröße und d der in m gemessene Abstand der beleuchteten Fläche von der Blende (Näheres s. Liebenthal, Praktische Photometrie 1907). Auf diese Weise bin ich auf $\frac{1}{400}$ H.-K. herabgegangen.

Die bei den Versuchen benutzten Petrischalen wurden unmittelbar vorher ausgekocht. Für die entsprechenden Samen wurden bei den aufeinanderfolgenden Versuchen immer dieselben Schalen und Deckel benutzt. Tropfenbildung an der Unterseite der Deckel und der Glasfläche des Keimapparates konnte durch Anwendung einer Seife verhindert werden, wie sie gegen das Anlaufen der Brillengläser verwendet wird. Doch wurde hier-

von bei den Petrischalen nur spärlich und sehr sorgfältig Gebrauch gemacht und dann stets ein Abfließen möglicherweise noch auftretender Tropfen in die Schale vermieden. Während der Versuche standen immer Kontrollschalen mit denselben Samen im Dunkeln. Das Auszählen bei den Versuchen mit niederen Intensitäten wurde so rasch wie möglich innerhalb weniger Minuten vorgenommen; diese kurze Belichtung kann sicher nicht von Bedeutung sein, denn es ergab sich auch schon bei dem ersten Auszählen, innerhalb zwei Tagen nach Beginn des Versuches, ob die Keimung rascher oder schwächer verlief. Bis dahin blieben die Samen ungestört unter dem Einfluß der niederen Intensität. Bei sämtlichen Versuchen wurde immer 48, 72, 96 Stunden nach dem Beginn der Versuche ausgezählt. Die dabei erhaltenen Werte sind im folgenden miteinander verglichen worden.

Ausführung der Versuche.

Die Versuche wurden auch hier zunächst mit Samen von *Epilobium hirsutum* durchgeführt, und zwar mit Samen verschiedener Herkunft und verschiedenen Alters. Die oben schon angeführte Tatsache, daß sich solche verschiedene Samen gegenüber Licht- und Temperatureinflüssen bei der Keimung sehr erheblich unterscheiden, wird bei diesen Untersuchungen mit verschiedenen Lichtintensitäten noch viel auffallender. Daher konnten wiederum nur Samen gleichen Alters und gleicher Herkunft untereinander in Vergleich gezogen werden, wenn es galt, die Abhängigkeit der Keimung bei konstanter Temperatur von der Lichtintensität aufzufinden. In der folgenden Tabelle 9 sind die bei verschiedenen Lichtintensitäten bei 25 Grad erhaltenen Ergebnisse zusammengestellt. Auf Grund dieser Ergebnisse wurden die auf Seite 803 und 804 stehenden Kurven gezeichnet, indem auf der Abszissenachse die angewandten Beleuchtungsintensitäten, als Ordinaten die entsprechenden Keimprozentage nach 48, bzw. 72, 96 Stunden aufgezeichnet sind.

Der Abkürzung halber werden die am 10. X. 1913 gesammelten Samen von *Epilobium hirsutum* mit E. h. I bezeichnet sein, die am 14. IX. 1912 gesammelten mit E. h. II und die von Haage und Schmidt bezogenen (Samenalter unbekannt) mit E. h. III (s. Tab. 9, S. 802).

Tabelle 9.

Material Versuchsbedingungen	Epilobium hirsutum I, II, III										
	25 ⁰ und verschiedene Beleuchtungsstärken										
	E. h. I ¹⁾			E. h. II ¹⁾			E. h. III ¹⁾				
	a	b	%	a	b	%	a	b	%		
1. 500 H.-K. Beginn 26. III. 14 3 ^h n.											
28. III. 3 ^h n.			Blieb wegen Platzmangels im Apparat weg			53	45	49	52	51	51,5
29. III. 3 ^h n.						78	69	73,5	69	71	70
30. III. 3 ^h n.						84	78	81	74	74	74
2. 300 H.-K. Beginn 16. IV. 11 ^{1/2} ^h v.											
18. IV. 11 ^{1/2} ^h v.	46	54	50	48	38	43	68	63	65,5		
19. IV. 11 ^{1/2} ^h v.	74	74	74	78	67	72,5	78	75	76,5		
20. IV. 11 ^{1/2} ^h v.	82	81	81,5	85	76	80,5	82	78	80		
3. 150 H.-K. Beginn 9. III. 5 ^{1/2} ^h n.											
11. III. 5 ^{1/2} ^h n.	41	36	38,5	51	52	51,5	63	55	59		
12. III. 5 ^{1/2} ^h n.	67	56	61,5	73	72	72,5	78	70	74		
13. III. 5 ^{1/2} ^h n.	74	58	66	82	81	81,5	81	78	79,5		
4. 70 H.-K. Beginn 4. III. 5 ^{1/2} ^h n.											
6. III. 5 ^{1/2} ^h n.	34	27	30,5	51	40	45,5	42	47	44,5		
7. III. 5 ^h n.	54	44	49	68	65	66,5	63	70	66,5		
8. III. 5 ^h n.	62	56	59	81	75	78	68	73	70,5		
5. 3 H.-K. Beginn 13. III. 5 ^{1/2} ^h n.											
15. III. 6 ^h n.	16	19	17,5	35	31	33	63	53	58		
16. III. 5 ^{1/2} ^h n.	28	30	29	53	42	47,5	70	61	65,5		
17. III. 5 ^{1/2} ^h n.	32	32	32	61	51	56	71	61	66		
(18. III. 11 ^{1/2} ^h v.	32	32	32	69	60	64,5	72	64	68)		
6. 0,5 H.-K. Beginn 18. III. 11 ^{1/2} ^h v.											
20. III. 11 ^{1/2} ^h v.	11	12	11,5	27	30	28,5	46	45	45,5		
21. III. 11 ^{1/2} ^h v.	13	19	16	46	42	44	56	63	59,5		
22. III. 11 ^{1/2} ^h v.	19	21	20	60	58	59	62	67	64,5		
7. 1/100 H.-K. Beginn 4. IV. 4 ^h n.											
6. IV. 4 ^h n.	8	8	8	10	17	13,5	24	34	29		
7. IV. 4 ^h n.	19	18	18,5	25	38	31,5	50	52	51		
8. IV. 4 ^h n.	29	22	25,5	37	56	46,5	61	61	61		
8. 1/400 H.-K. Beginn 8. IV. 4 ^h n. Nachgesehen am 11. IV. 4 ^h , ohne vorher das Zimmer geoffnet zu haben Kontrollen im Dunkeln zur selben Zeit	12	7	9,5	23	20	21,5	29	22	25,5		
			0			2			0		

¹⁾ Im Dunkeln erschienen in derselben Zeit bei Ep. I kein Keimling, bei Ep. II und III höchstens 2 bis 3%.

Die graphische Darstellung S. 803, Fig. 2, zeigt, daß von 300 H.-K. zu 70 H.-K. ein sehr deutlicher, einer geraden Linie nahekommender Abfall vorhanden ist; zwischen 3 und 0,5 H.-K. ist der Abfall stärker. Ein weiterer leichter Abfall tritt zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{400}$ H.-K. auf. Die untere Schwelle war bei $\frac{1}{400}$ H.-K. noch nicht erreicht, sie dürfte noch niedriger als bei $\frac{1}{1000}$ H.-K. liegen.

Die Übersichtskurve auf Seite 804, Fig. 3, zeigt, daß, abgesehen von den nach 48 Stunden auftretenden geringen Ungenauigkeiten, die möglicherweise den Einflüssen der Quellung zugeschrieben werden müssen, von 500 bis 70 H.-K. und wahrscheinlich auch noch darüber hinaus, eine beinahe vollständig gleichmäßige Keimung erfolgt. Dann tritt ein Abfall gegen 3 bzw. 0,5 Kerzen auf, der aber nicht so

stark ist wie bei den vorher besprochenen Samen. Von da ab erfolgt ein äußerst schwacher Abfall bis $\frac{1}{400}$ Kerze, der Schwellenwert liegt sehr wahrscheinlich weit niedriger als bei den Samen von *Epilobium hirsutum* I.

Der Verlauf der Kurven bei *Epilobium hirsutum* III ist ganz ähnlich wie bei *Epilobium hirsutum* II (s. S. 804, Fig. 4). Nur machen sich bei diesen Samen nach 48 Stunden Ungenauigkeiten noch stärker geltend. Anscheinend ist der Einfluß von 500 Kerzen schon von schädigenden Wirkungen begleitet, denn es findet ein leichter Anstieg von 500 zu 300 Kerzen statt; dann verläuft die Keimung nahezu gleichmäßig bis zu 3 Kerzen, auch von da ab erfolgt nur ein ganz allmählicher Abfall, der erst unter $\frac{1}{100}$ Kerze stärker zu werden beginnt. Eine auffallend starke Keimung findet noch bei $\frac{1}{100}$ H.-K. statt (50% in 3 Tagen), während in derselben Zeit im Dunkeln nur ca. 2 bis 3 Keimlinge erscheinen.

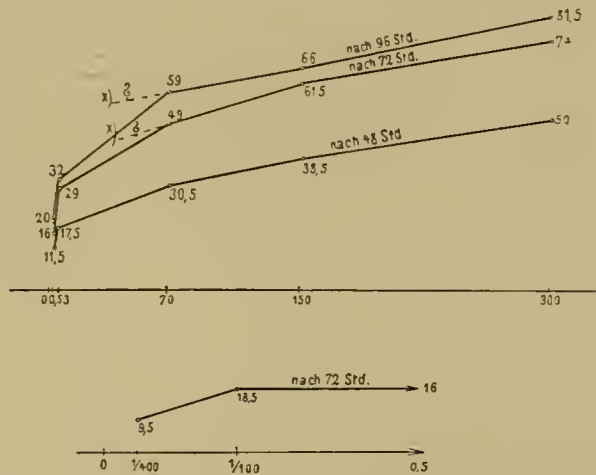


Fig. 2. *Epilobium hirsutum* I. 25⁰.

Anm. Von 70 H.-K. abwärts setzt sich der Abfall wahrscheinlich noch weiter in der Richtung 300 H.-K. bis 70 H.-K. fort und wird erst weiter unten stärker werden.

Vergleicht man die Keimung der verschiedenen Epilobium-
samen untereinander, so zeigt sich wiederum, wie oben bei der
Temperaturwirkung, daß auch die Intensitäten des Lichtes die

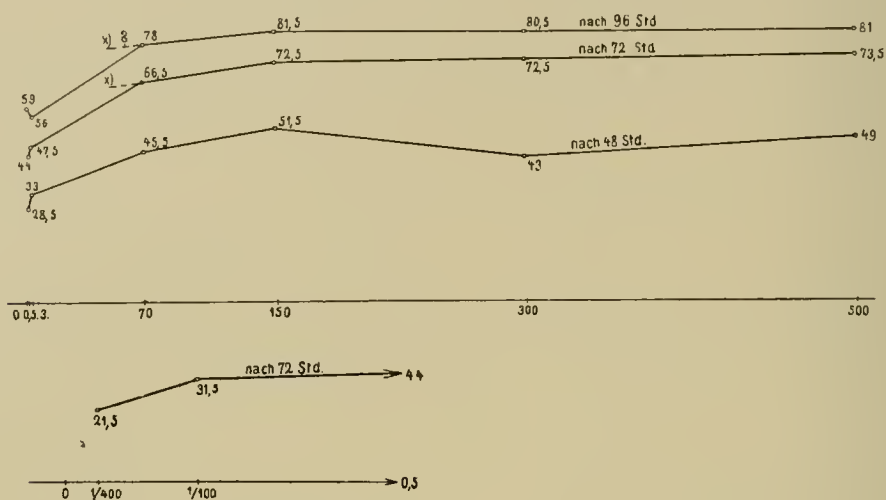


Fig. 3. Epilobium hirsutum II. 25°.

Siehe Anm. zu Fig. 2.

Keimung der Samen je nach Alter und Herkunft verschieden
beeinflussen. So wirken gleiche Lichtintensitäten auf die einen
Samen ganz anders als auf die andern. Es keimen z. B. bei

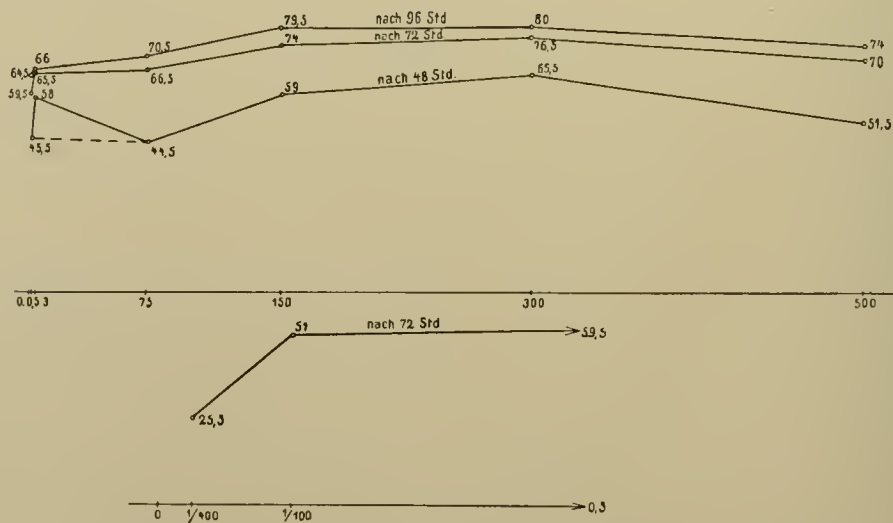


Fig. 4. Epilobium hirsutum III. 25°.

3 Kerzen nach 92 Stunden von E. h. III 66%, von E. h. II 56%
und E. h. I nur 32% der Samen, oder bei 1/400 Kerze 25%
bzw. 21 und 10%. Besonders bemerkenswert ist, daß Intensi-

tätsunterschiede sich bei der Keimung der verschiedenen Samen ganz unterschiedlich bemerkbar machen, was sich am anschaulichsten aus der Betrachtung des Verlaufs der Kurven ergibt. E. h. I hat einen raschen Anstieg von niederen zu höheren Intensitäten, während ein solcher bei den andern Epilobiumsamen bei höheren Intensitäten äußerst schwach ist und nur bei niederen Intensitäten stärker in die Erscheinung tritt.

So steigt die Zahl der Keimlinge bei Erhöhung der Kerzenzahl von 70 auf 300 H.-K. bei E. h. I um 22 %, bei E. h. II und E. h. III dagegen nur um 2,5 % (96 Stunden nach der Belichtung). Von 3 auf 70 H.-K. ist der Anstieg für E. h. I 27, für E. h. II 22, für E. h. III nur 13 %.

Sehr bemerkenswert ist, daß bei der Temperatur von 25 Grad alle Epilobiumsamen noch von außerordentlich niederen Intensitäten begünstigt werden; ich habe noch durch $\frac{1}{400}$ Kerze eine deutliche Förderung der Keimung innerhalb der Versuchszeit nachweisen können. Doch auch bei dieser Lichtstärke unterscheiden sich die drei Samensorten noch in ihrer Keimung; während die Samen I nur noch zu 12 % und 7 % keimen, erscheinen von E. h. II noch 23 und 20 %, von E. h. III 22 und 29 %. Es wird demnach die untere Grenze der Lichtstärke für die Samen von E. h. I höher liegen als für die Samen von E. h. II und E. h. III.

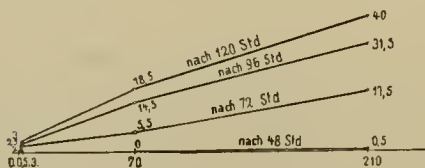
Wir wenden uns nunmehr den Versuchen zu, welche bei anderer Temperatur (20°) mit Epilobiumsamen angestellt wurden. Es sind hierbei aber nur die Samen I untersucht worden (S. Tab. 10, S. 806.)

Diese Versuche zeigen, daß die Lichtintensität bei der Keimung bei niederer Temperatur eine viel bedeutendere Rolle spielt als bei höherer. Bei 20° müssen viel höhere Intensitäten angewandt werden als bei 25°, um gleich starke Keimung zu erzielen. So zeigt ein Vergleich, daß, um am 4. Tage zu 30 % Keimungen zu gelangen, bei 20° 210 H.-K. einwirken müssen, während bei 25° dazu schon 3 H.-K. genügen. Damit hängt auch zusammen, daß die untere Grenze für die wirksamen Intensitäten bei 20° schon früher erreicht ist als bei 25°, sie liegt schon zwischen 3 und 0,5 H.-K., während sie bei 25°

Tabelle 10.

Material	Epilobium hirsutum I								
	20 ⁰ und wechselnde Beleuchtungsintensitäten								
Versuchsbedingungen	a	b	%	Kontrolle im Dunkeln		a	b	%	Kontrolle im Dunkeln
1. 210 H.-K. Beginn 16. XII. 13 11h									
18. XII. 13 11h	1	0	0,5	0					
19. XII. 13 11h	18	17	17,5	1					
20. XII. 13 11h	31	32	31,5	1					
21. XII. 13 11h	40	40	40	1					
(22. XII. 13 11h	47	46	46,5	1)					
2. 70 H.-K. Beginn 10. XII. 13 11h									
12. XII. 13 11h	0	0	0	0					
13. XII. 13 11h	6	5	5,5	0					
14. XII. 13 11h	14	15	14,5	0					
15. XII. 13 11h	17	20	18,5	0					
3. 3 H.-K. Beginn 12. I. 14 11h									
14. I. 14 11h	0	0	0	0					
15. I. 14 11h	1	3	2	0					
16. I. 14 11h	1	4	2,5	0					
17. I. 14 11h	1	5	3	0					
4. 0,5 H.-K. Beginn 23. I. 14 11h									
25. I. 14 11h	0	0	0	0					
26. I. 14 11h	0	0	0	0					
27. I. 14 11h	0	0	0	0					

weit unter $\frac{1}{400}$ Kerze liegt. Bei den Versuchen bei 20⁰ ist auch noch die erheblich langsamere Keimung beachtenswert; am 2. Tage war bei Intensitäten bis zu 70 H.-K. noch keine Keimung erfolgt, während bei 10 H.-K. erst 0,5 % erschienen waren.

Fig. 5. Epilobium hirsutum I. 20⁰.

Licht und Temperatur üben also auch auf die Keimungsgeschwindigkeit einen erheblichen Einfluß aus.

Bei den bisher angefuhrten Versuchen wurde auf die Quellung nicht Rücksicht genommen. Deswegen ergaben sich auch Unregelmäßigkeiten nach 48 Stunden, die sich an den folgenden Tagen ausglich. Im folgenden sind nun einige Versuche angefuhrt, bei denen die Quellung Berücksichtigung fand, indem die Samen zunächst im Dunkeln 48 Stunden gequollen und darnach belichtet wurden. Sodann wurde zur Aufstellung genauer Kurven mehrmals am Tage ausgezählt und die Werte in ein Koordinatensystem eingetragen. Auf der Abszissenachse wurden die Zeitintervalle, die Keimprozente auf die entsprechenden Ordinaten abgetragen. Dadurch erhielt man

Kurven die sehr gleichmäßig verlaufen, und die sich theoretisch berechnen lassen (s. S. 807 und 808). Auf diese Weise ließ sich auch ungefähr der Beginn der Keimung feststellen; die Keimung setzte bei einer Beleuchtung von 3 H.-K. und 70 H.-K., ungefähr gleichmäßig nach 21 Stunden vom Beginn der Beleuchtung an gerechnet, ein. Zu Anfang erfolgte sodann rasche Keimung, die immer langsamer wurde, bis sie schließlich so

Tabelle 11.

Material	Epilobium hirsutum II		
Versuchsbedingungen	Die Samen wurden 48 Stunden gequollen (im Dunkeln), und darauf belichtet. 70 H.-K. Beides bei 25°		
Beginn der Belichtung 9. III. 5 ¹ / ₂ h n.	Zahl der Keimlinge		
	v. 200	%	
10. III. 8 ³ / ₄ h v.	2)	1)	aus der Zeit im Dunkeln
12 h	2)	1)	
3 ³ / ₄ h n.	21	10,5	
5 ³ / ₄ h n.	47	23,5	
11. III. 8 ¹ / ₂ h v.	130	65	
3 ¹ / ₄ h n.	143	71,5	
6 ¹ / ₄ h n.	145	72,5	
12. III. 8 ³ / ₄ h v.	161	80,5	
5 ³ / ₄ h n.	167	83,5	
13. III. 9 ³ / ₄ h v.	177	88,5	
4 ¹ / ₂ h n.	178	89	

langsam verlief, daß innerhalb von mehreren Tagen nur noch einige wenige Keimlinge erschienen. Die Kurven nähern sich also mehr und mehr der Horizontalen. Im übrigen zeigt ein Vergleich der beiden auf S. 807 und 808 angeführten Kurven, was schon aus den früher angeführten Versuchen hervorging, daß der Unterschied der Wirkung von 3 H.-K.

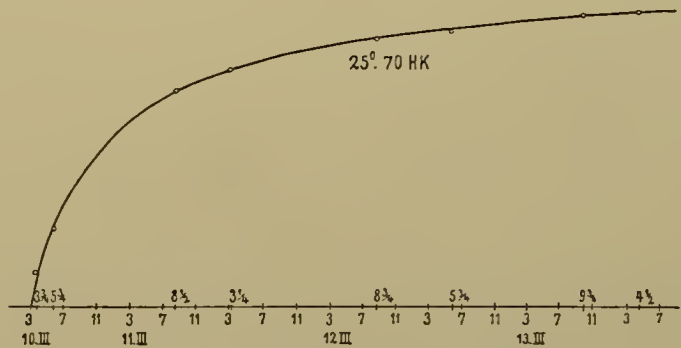


Fig. 6. Epilobium hirsutum II.

S. Anm. auf S. 808.

und 70 H.-K. Beleuchtungsintensität kein sehr großer war. Bei 70 H. K. ist der Verlauf der Kurve steiler als bei 3 H.-K., die Geschwindigkeit der Keimung war also im ersten Fall größer als im letzten.

Tabelle 12.

Material	Epilobium hirsutum II	
Versuchsbedingungen	Die Samen wurden 48 Stunden gequollen (im Dunkeln), und darauf belichtet. 3 H.-K. Beides bei 25°	
Beginn der Belichtung 15. III. 6 ^h n.	Zahl der Keimlinge	
	v. 200	%
16. III. 10 ^{3/4} h v.	3	1,5
3 ^{1/4} h n.	3	1,5
5 ^{1/4} h n.	27	13,5
17. III. 9 ^{1/2} h v.	97	48,5
11 ^{3/4} h v.	103	51,5
18. III. 10 ^{1/4} h v.	138	69
19. III. 10 ^{1/4} h v.	155	77,5
20. III. 10 ^{1/2} h v.	164	82
21. III. 11 ^{1/2} h v.	171	85,5

aus der Zeit im Dunkeln

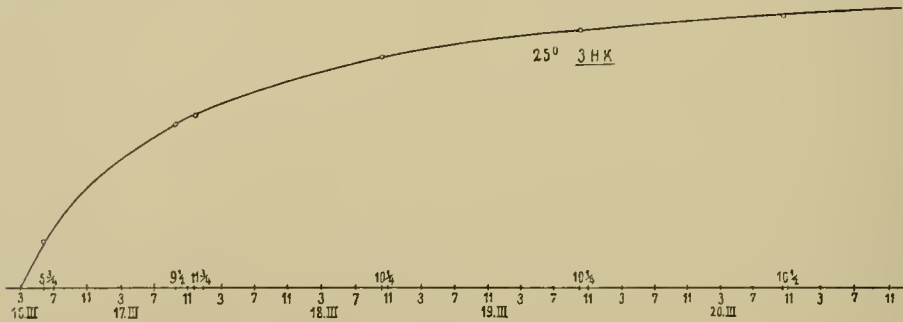


Fig. 7. Epilobium hirsutum II.

Anm. Die auf S. 807 und 808 angeführten Kurven sind theoretisch berechnet und aufgezeichnet, und hierauf sind die Versuchswerte (Ringe) eingetragen worden. Man sieht, wie genau diese Werte aufeinander stimmen. Dies ist nicht der Fall, wenn das Licht direkt einwirkte, ohne daß Quellung im Dunkeln vorausgegangen war. Dann verlaufen derartige Kurven zu Anfang unregelmäßig und erst etwa vom zweiten Tag ab (also nach 48 Stunden) verlief die Keimung regelmäßig nach Kurven weiter.

Zur Ergänzung der früheren Versuche schlieÙe ich noch die Versuche von Lythrum Salicaria an (s. Tab. 13, S. 809).

Ich stelle hierzu auch noch einige Versuche an Lythrum Salicaria bei anderen Temperaturen und mit genau gemessenen Beleuchtungsstärken (s. Tab. 14, S. 810).

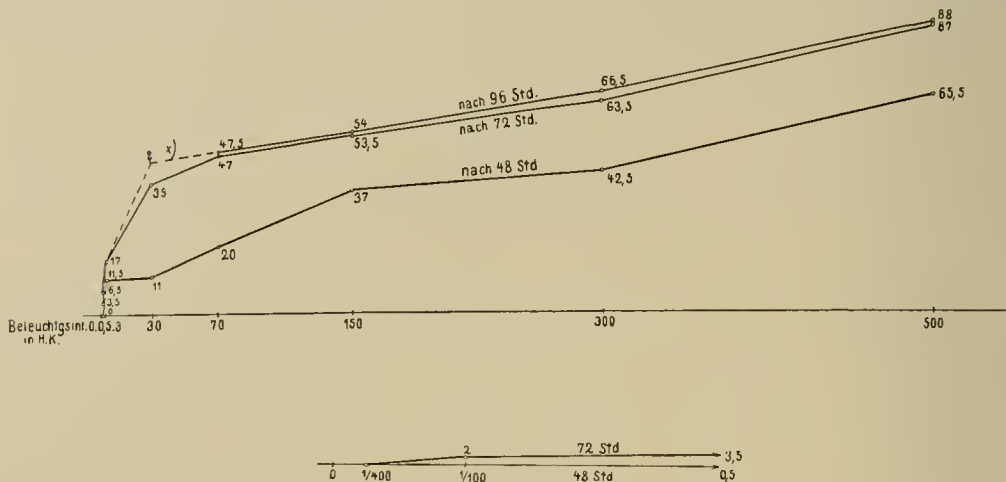
Aus diesen Versuchen zeigt sich also wiederum wie bei den Versuchen mit Epilobiumsamen die stark fördernde Wirkung der höheren Temperatur und der stärkeren Beleuchtungsintensität, sowohl, wenn man die Geschwindigkeit der Keimung als die Anzahl der Keimlinge in Betracht zieht. Ebenso lassen sich Beziehungen zwischen Temperatur und Intensität erkennen.

Tabelle 13.

Material	Lythrum Salicaria, gesammelt 11. X. 12 bei Neckarsulm							
Versuchsbedingungen	25° und wechselnde Beleuchtungsintensitäten							
	a	b	%	Kontrolle im Dunkeln		a	b	%
1. 500 H.-K. Beginn								
26. III. 14 3 ^h n.								
28. III. 14 3 ^h n.	63	68	65,5	Im Verlauf sämtlicher hier angeführten Versuche ist kein Keimling bei 25° im Dunkeln erschienen	2. 300 H.-K. Beginn			
29. III. 14 3 ^h n.	81	93	87		16. IV. 14 11 ^{1/2} h v.			
30. III. 14 3 ^h n.	83	93	88		18. IV. 14 11 ^{1/2} h v.	47	38	42,5
					19. IV. 14 11 ^{1/2} h v.	67	60	63,5
3. 150 H.-K. Beginn					20. IV. 14 11 ^{1/2} h v.	69	64	66,5
9. III. 14 5 ^{1/2} h n.					4. 70 H.-K. Beginn			
11. III. 14 5 ^{1/2} h n.	27	47	37		4. III. 14 5 ^{1/2} h			
12. III. 14 5 ^{1/2} h n.	43	64	53,5		6. III. 14 5 ^{1/2} h	15	25	20
13. III. 14 5 ^{1/2} h n.	43	66	54,5		7. III. 14 5 ^h	44	50	47
					8. III. 14 5 ^h	45	50	47,5
					9. III. 14 5 ^h	45	50	47,5
5. 30 H.-K. Beginn					6. 3 H.-K. Beginn			
19. XII. 13 11 ^{1/2} h					13. III. 14 5 ^{1/2} h			
21. XII. 13 11 ^{1/2} h	12	10	11		15. III. 14 6 ^h	5	18	11,5
22. XII. 13 11 ^{1/2} h	41	38	39,5		16. III. 14 5 ^{1/2} h	10	24	17
					17. III. 14 5 ^{1/2} h	10	24	17
					18. III. 14 11 ^{1/2} h	10	24	17
7. 0,5 H.-K. Beginn					8. 1/100 H.-K. Beginn			
18. III. 11 ^{1/2} h					4. IV. 14 4 ^h			
20. III. 11 ^{1/2} h	0	0	0		6. IV. 14 4 ^h	0	1	0,5
21. III. 11 ^{1/2} h	1	6	3,5		7. IV. 14 4 ^h	1	3	2
22. III. 11 ^{1/2} h	6	7	6,5		8. IV. 14 4 ^h	2	4	3
9. 1/400 H.-K. Beginn								
8. IV. 14 4 ^h								
Nachgesehen am 11. IV. 4 ^h , ohne vorher das Zimmer geöffnet zu haben	0	0	0					

Aus der graphischen Übersicht über die bei 25° angestellten Versuche mit *Lythrum Salicaria* (Tab. 13, Fig. 8) erkennt man, daß Intensitätsdifferenzen sich hier erheblich geltend machen. Es tritt ein ähnlich steiler Abfall der Kurve auf, wie es für E. h. I der Fall war. Sehr steil wird derselbe hier von 30 H.-K. ab-

wärts; man hat dann bei $\frac{1}{400}$ H.-K den Schwellenwert erreicht. Doch kann auch für Lythrum nicht gesagt werden, daß



S. Anm. zu Fig. 2.

Fig. 8. Lythrum Salicaria. 25°.

dies die absolute untere Grenze ist, denn bei Erhöhung der Temperatur wird dieselbe ganz analog wie bei Epilobium viel Tabelle 14.

Material	Lythrum Salicaria, gesammelt 11. X. 12							
Versuchsbedingungen	20° und 30 H.-K. bzw. 150 H.-K.							
	30 H.-K.				150 H.-K.			
	a	b	%		a	b	%	
Beginn 19. XII. 13				Beginn 19. I. 14				ImDunkeln bei dieser Tempe- ratur keine Keimung
21. XII. 13	0	0	0	21. I. 14	0	0	0	
22. XII. 13	0	0	0	22. I. 14	0	1	0,5	
				23. I. 14	0	1	0,5	
Versuchsbedingungen	30° und 70 H.-K. Hell und dunkel							
	hell				dunkel ¹⁾			
	a	b	%		a	b	%	
Beginn 28. I. 14 11h								
29. I. 14 11 ¹ / ₂ h	8	8	8		0	0	0	
30. I. 14 11h	96	94	95		60	45	52,5	
31. I. 14 11h	97	96	96,5		97	98	97,5	

Versuchsbedingungen: 35° dunkel.

Beginn 10. II. 5^h: am 12. II. 9^h v. waren alle 100% gekeimt.

¹⁾ Beim Vergleich dieses Versuches mit dem in Tabelle 1 angefuhrten wird auffallen, daß die Keimung bei 30° im Dunkeln in beiden Fällen sehr verschieden

niedriger zu liegen kommen; bei Erniedrigung der Temperatur liegt der Schwellenwert höher und zwar bei 20° anscheinend in der Nähe von 150 H.-K., wie sich aus der Tab. 14 ersehen läßt. Die Temperatur von 25° ist für *Lythrum Salicaria* weniger optimal als für *Epilobium I.* Es würde ihr etwa eine Temperatur, die für *Ep. I.* zwischen 20° und 25° liegt, entsprechen.

Betrachten wir nochmals im allgemeinen, was sich aus den Versuchen über die Lichtintensität ergab. Es zeigte sich, daß zwischen der Lichtintensität und der Temperatur bei der Keimung eine starke gegenseitige Abhängigkeit besteht. Je niedriger die Temperatur ist, desto höhere Intensitäten müssen angewandt werden, um einen bestimmten Erfolg zu erzielen, desto auffallender wird also hierbei die Abhängigkeit der Keimung vom Licht in die Erscheinung treten. Bei verhältnismäßig höheren Temperaturen, die schon mehr an der Grenze liegen, oberhalb welcher bereits Keimung im Dunkeln erfolgt, genügen schon sehr schwache Beleuchtungsstärken, um zu einem ähnlichen Erfolg zu gelangen. Bei Überschreitung dieser Grenze kann man eine Lichtwirkung nur noch an der Erhöhung der Keimungsgeschwindigkeit und nicht mehr an der Erhöhung der Keimprozente (wenn nach Tagen gemessen) feststellen (vgl. *Lythrum*). Ob sich aus diesen Versuchen weitere Schlüsse ableiten lassen, etwa nach welcher Regelmäßigkeit der Abfall der Lichtwirkung vor sich geht, ist fraglich. Sicherlich läßt sich daraus kein Fechnersches Gesetz ableiten. Eher wäre ein Abfall nach einer geraden Linie herauszufinden, was dann auf chemische Wirkung des Lichtes hinweisen würde. Dies aber aus den vorliegenden Versuchen behaupten zu wollen, ist, abgesehen von den zahlreichen Schwankungen, schon deshalb nicht angängig, weil nicht bekannt ist, wie der Abfall der Energie der bei der Keimung wirksamen Strahlen vor sich geht. Es dürfen nicht — wie schon Sachs (1874) betont hat — ohne weiteres photometrische Messungen, die nur auf die Verläufe, trotzdem das Samenmaterial dasselbe war. Es liegt dies daran, daß der Versuch der Tabelle 1 ein Jahr früher ausgeführt wurde als der dieser obigen Tabelle. Es ist damit deutlich gezeigt, wie stark Nachreifeerscheinungen die Keimung beeinflussen.

unser Auge wesentlich beeinflussenden Strahlen abgestimmt sind, herangezogen werden. Es ist daher Aufgabe späterer Forschungen, zunächst einmal einwandfrei die Wirkung verschiedenwelligen Lichtes unter Berücksichtigung der Energie der einzelnen Spektralbezirke festzustellen. Was bis jetzt über die Wirkung von verschiedenfarbigem Licht bekannt geworden ist, ist wegen der mangelhaften Berücksichtigung der energetischen Verhältnisse der einzelnen Spektralbezirke nicht einwandfrei. Auch wäre es wichtig zu wissen, wie die chemisch wirksamsten Strahlen, die ultravioletten, die Keimung beeinflussen, denn bei allen bisher angewandten Untersuchungsmethoden sind dieselben ausgeschlossen gewesen. Dann erst würden sich endgültige Vorstellungen über die Lichtwirkung machen lassen, was aus meinen Versuchen noch nicht möglich ist.

Im Anschluß an die eben angefuhrten Versuche über die Wirkung der Lichtintensität habe ich mich der Beantwortung einer weiteren Frage zugewandt: Welchen Einfluß hat eine verschieden lange Belichtung der Samen im Keimbett auf die Keimung? Es ist nach dem Vorhergehenden selbstverständlich, daß die Lösung dieser Frage nur unter Berücksichtigung der Lichtintensität und der Temperatur in Angriff genommen werden kann. Bisher sind hierüber zwei Untersuchungen ausgeführt, jedoch blieb bei diesen die Intensität des Lichtes unberücksichtigt. Raciborski (1900) teilt mit, daß Tabaksamen, wenn sie gequollen sind, schon bei der Belichtung von einer Stunde stark in ihrer Keimung gefördert werden. Und Kinzel fand für Nigellasamen, die durch das Licht in der Keimung gehemmt werden, daß schon bei einer Belichtung von 3 Minuten diese hemmende Wirkung zum Vorschein kam. Demnach erschien es besonders interessant (auch war es für die Ausfuhung der vorhergehenden Untersuchungen notwendig zu wissen), wie derartige Untersuchungen bei den von mir benutzten Samen ausfallen.

Die Versuche wurden wiederum an Samen von *Epilobium hirsutum* durchgeführt und zwar zunächst mit Samen im ungequollenen Zustand. Die Samen wurden also sofort nach dem Einlegen ins Keimbett 1, 5, 8, 24 und 48 Stunden bekannten Beleuchtungsintensitäten ausgesetzt und dann ins

Dunkle gebracht. Ich stelle im folgenden die betreffenden Tabellen zusammen.

Tabelle 15.

Material	Epilobium hirsutum I.																				
Versuchsbedingungen	25 ⁰ . Belichtungsdauer 1, 5, 8, 24, 48 Std.																				
Beg. 17. I. 14	hell			48 Std.			24 Std.			8 Std.			5 Std.			1 Std.			dunkel		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
	25 ⁰ und 250 H.-K.																				
19. I. 14	51	40	45,5	64	40	52	48	40	44	4	6	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20. I. 14	77	68	72,5	85	75	80	67	62	64,5	11	18	14,5	3	3	3	0	1	0,5	0	0	0
21. I. 14	81	73	77	89	79	84	72	67	69,5	12	22	17	5	5	5	3	1	2	0	0	0
22. I. 14	82	75	78,5	89	79	84	72	69	70,5	12	23	17,5	5	6	5,5	3	1	2	0	0	0
Beg. 10. XII. 13	25 ⁰ und ca. 70 H.-K.																				
12. XII. 13	31	23	27	48	52	50	57	32	44,5	2	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. XII. 13	62	52	57	76	77	76,5	73	61	67	10	22	16	1	2	1,5	0	1	0,5	0	0	0
15. XII. 13	69	70	69,5	84	83	83,5	74	65	69,5	12	25	18,5	1	4	2,5	0	1	0,5	0	0	0
16. XII. 13	69	70	69,5	84	83	83,5	74	65	69,5	12	25	18,5	1	4	2,5	0	1	0,5	0	0	0
Beg. 12. I. 14	25 ⁰ und 3 H.-K.																				
14. I. 14	15	15	15	8	14	11	9	5	7	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15. I. 14	25	34	29,5	19	24	21,5	16	8	12	1	3	2	1	1	1	0	5	2,5	0	3	1,5
16. I. 14	27	37	32	24	28	26	16	10	13	3	3	3	1	3	2	2	6	4	0	4	2
17. I. 14	28	37	32,5	24	29	26,5	20	10	15	3	3	3	1	3	2	2	6	4	0	4	2

Anmerkung zu diesen Versuchen. Wenn bei diesen Versuchen Unregelmäßigkeiten auftraten derart, daß bei 48stündiger Belichtung mehr Keimlinge erschienen als bei ständiger Belichtung, so lag dies daran, daß bei der großen Anzahl von Schalen die einen Schalen weiter von der Lichtquelle entfernt waren als die anderen. Die Versuche sollen deswegen auch nicht mit den früheren in Vergleich gezogen werden. Auch wurde das Auszählen nicht genau in Intervallen von 24 Stunden vorgenommen.

Tabelle 16.

Material	Epilobium hirsutum I.																				
Versuchsbedingungen	20 ⁰ . Belichtungsdauer 1, 5, 8, 24, 48 Std.																				
Beg. 17. I. 14	hell			48 Std.			24 Std.			8 Std.			5 Std.			1 Std.			dunkel		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
	20 ⁰ und ca. 250 H.-K.																				
19. I. 14	8	2	5	0	1	0,5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20. I. 14	29	17	23	11	21	16	10	19	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21. I. 14	32	17	24,5	20	32	26	14	21	17,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22. I. 14	32	19	25,5	20	34	27	14	21	17,5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beg. 10. XII. 13	20 ⁰ und ca. 70 H.-K.																				
12. XII. 13	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. XII. 13	6	5	5,5	11	9	10	2	3	2,5	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15. XII. 13	14	15	14,5	20	17	18,5	3	5	4	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16. XII. 13	17	20	18,5	20	18	19	3	5	4	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beg. 12. I. 14	20 ⁰ und 3 H.-K.																				
14. I. 14	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15. I. 14	1	3	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16. I. 14	1	4	2,5	2	1	1,5	3	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17. I. 14	1	5	3	2	2	2	3	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bei 20° hat für diese Samen von E. I eine Belichtungsdauer von 1—8 Stunden bei keiner Lichtstärke einen Erfolg, 24 stündige Belichtung hat keine wesentliche Wirkung bei niederen und mittleren Beleuchtungsstärken, und erst bei höheren Intensitäten findet eine Keimung statt. Erst 48 stündige Belichtung hat denselben Erfolg wie ständige Belichtung und zwar bei sämtlichen untersuchten Beleuchtungsstärken.

Bei 25° gestalten sich die Verhältnisse anders. Bei niederen Intensitäten liegen sie hier ebenso wie bei 20°, und höheren Intensitäten, so daß also 1-, 5-, 8 stündige Einwirkung des Lichts ohne Einfluß ist, 24 stündige schon stärkere und 48 stündige die volle Wirkung besitzen. Bei mittleren und höheren Intensitäten wirkt schon eine 5 stündige Belichtung, wenn auch sehr schwach, erheblicher äußert sich 8 stündige Belichtung; und bei 24 stündiger Einwirkung des Lichts erscheint schon die volle, der ständigen Belichtung entsprechende Keimzahl.

Es ergibt sich also, daß die notwendige Belichtungsdauer sehr stark von der Temperatur und von der Beleuchtungsintensität abhängt. Je höher die Temperatur und je stärker die Beleuchtungsintensität ist, desto kürzer fällt die Belichtungsdauer aus.

Von großem Interesse war nun noch, zu erfahren, welche Belichtungszeit bei gequollenen Samen nötig ist, um sie zur Keimung zu veranlassen. Es wurden demnach Samen zunächst im Dunkeln eine genügend lange Zeit zur Quellung ausgesetzt und dann ins Licht gebracht. So wurde bei den folgenden Versuchen vorgegangen.

Tabelle 17.

Material	Epilobium hirsutum IV, ges. 4. IX. 12 bei Neckarsulm																				
Versuchsbedingungen	25° und zirka 70 H.-K. Die Samen vor der Belichtung 17 Stunden gequollen																				
Beginn der Belichtung 20. II. 14	hell			48 Std.			20 Std.			8 Std.			5 Std.			1 Std.			dunkel		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
21. II. 14	14	8	11	26	16	21	5	2	3,5	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
22. II. 14	41	28	34,5	51	36	43,5	30	25	27,5	12	6	9	2	2	2	2	0	1	0	2	1
23. II. 14	54	47	50,5	69	53	61	45	35	40	17	7	12	5	4	4,5	3	1	2	0	2	1
24. II. 14	65	70	67,5	74	60	67	48	40	44	17	9	13	8	4	6	4	3	3,5	0	2	1
25. II. 14	67	77	72	75	60	67,5	49	40	44,5	17	10	13,5	9	4	6,5	4	3	3,5	0	2	1

Anmerkung. Wegen Materialmangels konnten diese Versuche nicht mit den-

Dieser Versuch zeigt, daß 48stündige Belichtungsdauer bei einer vorhergehenden Quellungsdauer von 17 Stunden den gleichen Erfolg hat wie ständige Belichtung. Bei 20stündiger Belichtung keimen dagegen schon 30% weniger; 8stündige Belichtung hat geringe und 5stündige ganz schwache Wirkung. Das Licht von 70 H.-K. wirkt also auch nach vorhergehender Quellung nicht momentan. Erst nach einer Belichtungsdauer, die zwischen 20 und 48 Stunden liegt, ist der volle Erfolg erzielt. (Für wenige Samen genügt allerdings schon eine Belichtungsdauer von 5 Stunden.)

Nachdem durch die vorausgehenden Untersuchungen einiges über die Stärke des Lichts und die Beleuchtungsdauer bekannt geworden ist, stellte ich noch einige Versuche an, um über das Wesen der Lichtwirkung Anhaltspunkte zu gewinnen. Ich suchte zunächst festzustellen, ob das Licht die Quellung der Samen beeinflußt. Zu diesem Zwecke führte ich folgenden Versuch aus: Samen von *Epilobium hirsutum* wurden zu gleicher Zeit in den Keimapparat gebracht, die einen sofort ins Licht, die andern zuerst ins Dunkle und erst nach 15 Stunden ins Licht. selben Samen ausgeführt werden, wie bei den obigen Versuchen ohne Berücksichtigung der Quellung verwendet wurden. Eine gleichzeitige Untersuchung mit Samen, die nicht gequollen waren, hatte folgendes Ergebnis:

Tabelle 18.

		Samen und Versuchsbed. wie oben. Die Samen vor der Belichtung nicht gequollen, sondern mit den obigen zusammen zu gleicher Zeit sofort belichtet.															
Beginn 20. II. 14	hell	48 Std.			20 Std.			8 Std.			5 Std.			1 Std.			dunkel
		a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	
21. II. 14	s. oben	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	s. oben
22. II. 14		7	21	14	4	5	4,5	4	1	2,5	0	0	0	0	1	0,5	
23. II. 14		34	43	38,5	11	9	10	10	1	5,5	0	5	2,5	0	2	1	
24. II. 14		42	47	44,5	16	15	15,5	12	1	6,5	3	5	4	0	4	2	
25. II. 14		45	47	46	17	18	17,5	13	2	7,5	6	6	6	0	5	2,5	

Bei diesen Samen genügte 48stündige Belichtung ohne vorherige Quellung noch nicht, um die gleiche Wirkung wie bei ständiger Belichtung zu erzielen. Beim Vergleich mit den Versuchen an früheren Samen sieht man, daß auch die Belichtungsdauer bei Samen von *Epilobium hirsutum* verschiedener Herkunft und verschiedenen Alters verschieden ist.

Tabelle 19.

Material	Epilobium hirsutum IV					
Versuchsbed.	25 ⁰ 70 H.-K. Siehe Text!					
Beginn 19. II. 14	vom 19. I. 6 ^h n. an hell			vom 19. I. 6 ^h n. an dunkel bis 20. I. 9 ^h v. dann hell		
6 ^h n.	a	b	%	a	b	%
21. II. 14	11	22	16,5	14	8	11
22. II. 14	30	43	36,5	41	28	34,5
23. II. 14	51	63	57	54	47	50,5
24. II. 14	64	75	69,5	65	70	67,5
25. II. 14	69	80	74,5	67	77	72

Dieser Versuch zeigt, daß dem Licht am Anfang des Versuches keine Bedeutung zukam; denn die Keimung erfolgte annähernd gleich, ob nun die Samen anfänglich 15 Stunden im Licht oder im Dunkeln sich befanden. Doch ist mit 15 Stunden bald die obere Grenze erreicht, bei deren Überschreitung sich Unterschiede einstellen müßten; denn es erschienen hier zu Anfang bei den ständig belichteten Samen schon 5% mehr als bei den andern. Dies liegt daran, daß einige Samen rascher gequollen sind, und daß auf diese das Licht früher einwirkte als auf die später gequollenen. Zum gleichen Zweck wurden Samen, die vorher längere Zeit im Dunkeln standen, belichtet. So bei folgendem Versuch:

Tabelle 20.

Material	Epilobium hirsutum IV											
Versuchsbedingungen	25 ⁰ und 70 H.-K. Ein Teil der Samen vor der Belichtung 24 bzw. 70, 125 Stunden im Dunkeln; ein anderer mit diesen zusammen sofort belichtet.											
Beginn der Belichtung 28. II. 14. 6 ^h n.	nicht zuvor im Dunkeln			zuvor 24 Stunden			70 Stunden			125 Stunden im Dunkeln		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
2. III. 5 ^{1/2} ^h	12	20	16	47	34	40,5	38	32	35	38	35	36,5
3. III. 5 ^h	37	53	45	69	59	64	68	58	63	57	67	62
4. III. 4 ^{1/2} ^h	64	68	66	77	72	74,5	82	85	83,5	73	76	74,5
5. III. 5 ^h	79	74	76,5									

Wie zu erwarten war, keimten die Samen, die vorher im Dunkeln standen, nach der Belichtung viel rascher als diejeni-

gen, die ohne vorhergehende Verdunklung belichtet wurden¹⁾. Es beträgt die Zeit, die verstrichen sein mußte, bis die letzteren gleichhohe Keimprozente aufwiesen wie die ersteren, weniger als 24 Stunden. Es stimmt dies mit dem vorhergehenden Versuch annähernd überein. Das Endresultat wird natürlich bei beiderlei Samen dasselbe sein, nur wird es von den vorher verdunkelten früher erreicht sein als von den andern. Die beiden letzten Versuche deuten also mit großer Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß das Licht während der Quellung der Samen beinahe keinen Einfluß ausübt, die Quellung als solche demnach nicht beeinflusst.

Um festzustellen, wie lange das Wasser braucht, bis es durch die Samenschale eingedrungen ist, wandte ich die von A. Fischer beschriebene Methode an. Die Samen wurden sorgfältig abgetrocknet, darauf wurde die Schale mittels Nadel und Pinzette vom Sameninnern entfernt, letzteres nochmals abgetrocknet und dann auf Kobaltpapier ausgepreßt. Schon nachdem die Samen ein bis zwei Stunden auf feuchtem Substrat gelegen hatten, konnte auf diese Weise bei einem Teil der Samen ein roter Fleck erzielt werden, den man bei kürzerer Dauer der Quellung nicht erhielt. Befanden sich die Samen länger als 2 Stunden, etwa 6 Stunden, im Wasser, so trat bei sämtlichen Samen beim Auspressen ein roter Fleck auf. Mittels dieser Methode kann jedoch nur festgestellt werden, daß das Wasser in das Sameninnere eindringt, und daß dies sehr bald nach dem Einlegen in feuchtes Substrat geschieht, nicht aber, wenn die Quellung vollständig vor sich gegangen ist.

Aus den vorhergehenden Untersuchungen ergab sich also, daß das Licht nicht auf die Quellung einwirkt.

Es ließe sich nun mit Gaßner die Ansicht vertreten, daß das Licht in der Samenschale ein »Hemmungsprinzip« beseitige. Es wäre denkbar, das durch die Belichtung der Sauerstoff-Durchtritt durch die Samenschale begünstigt wird. Crocker, Shull und Becker haben früher schon für nicht »lichtempfindliche« Samen festgestellt, daß die Samenschale den Durchtritt von

¹⁾ Der Versuch zeigt außerdem, daß eine Verdunklungsdauer von 125 Stunden die Keimung bei vorhergehender Belichtung nicht hemmt.

Sauerstoff hemmen kann, und bei der vom Licht begünstigten *Chloris ciliata* hat Gaßner dasselbe für die Spelzen gefunden. Außer diesen Versuchen von Gaßner legen auch die Versuche Lehmanns eine solche Erklärung nahe. Derselbe zeigt, daß angestochene Samen von *Epilobium hirsutum* auch im Dunkeln unter denselben Bedingungen keimen, unter denen sie intakt nur im Licht keimen würden. Auch konnte ich eine ähnliche Begünstigung der Keimung durch Anstechen bei Samen von *Oenothera biennis* und *Scrophularia nodosa* beobachten, die wie oben ausgeführt, auch vom Licht begünstigt werden¹⁾. Indessen hat schon Lehmann (1912 S. 396) darauf hingewiesen, daß auf Grund der bis jetzt vorliegenden Untersuchungen die Frage noch nicht völlig entschieden werden kann, ob die Wirkung des Lichtes bei der Keimung auf der Beeinflussung der Samenschale beruht oder auf der Beeinflussung des Sameninnern. Es ist sehr leicht möglich, daß bei der Keimung eine kombinierte Wirkung von Licht und Sauerstoff vorhanden ist, derart, daß der Sauerstoff, der fraglos bei der Keimung notwendig ist, dabei in irgendeine Reaktion eingeht. Unter normalen Verhältnissen kann durch die Samenschale eine langsame Diffusion des Sauerstoffs vor sich gehen, welche bei höherem Partialdruck (Gaßner) oder bei Entfernung und Verletzung der Samenschale (Lehmann) stark vergrößert wird, so daß dadurch eine Beschleunigung der Reaktion hervorgerufen wird. Das Licht kann aber beidemal auch auf diese im Innern vor sich gehende Reaktion beschleunigend wirken; diese Beschleunigung kommt aber nur dann merklich zur Geltung, wenn die Reaktion an und für sich langsam verläuft.

Schon die überaus niedrigen Intensitäten und die noch im folgenden zu besprechenden Versuche mit schwachen Säuren sprechen nicht sehr für die Annahme, daß die Wirkung des Lichtes auf einer Beeinflussung der Schale beruht. Folgende Versuche widersprechen aber vollständig einer solchen Erklärung (S. Tab. 21, S. 819).

Dieser Versuch zeigt, daß bei der vorliegenden Samenprobe eine 48stündige Belichtung im Keimmedium ohne vorhergehende Quellung im Dunkeln (die Samen waren innerhalb dieser Zeit

¹⁾ Hierüber wird an anderer Stelle näheres berichtet werden.

Tabelle 21.

Material	Epilobium hirsutum IV					
Versuchsbedingungen	25° ca. 70 H.-K. 48 Stunden belichtet, die einen nach einer vorhergehenden Quellungsdauer im Dunkeln von 17 Stunden, die anderen direkt, mit diesen zu gleicher Zeit belichtet.					
Beginn der Belichtung 20. II. 11 ^h v.	vorher gequollen und dann 48 Stunden hell			nicht vorher gequollen, sofort 48 Stunden belichtet		
	a	b	%	a	b	%
21. II. 1/25 ^h	26	16	21	0	0	0
22. II. 11 ^h	51	36	43,5	7	21	14
23. II. 10 ^h	69	53	61	34	43	38,5
24. II. 5 ^h	74	60	67	42	47	44,5
25. II. 4 ^h	75	60	67,5	45	47	46

längst gequollen, die Samenschale ist bereits nach ein bis zwei Stunden wasserdurchtränkt) noch nicht die volle Wirkung ausübte, welche 48stündige Belichtung bei vorhergehender Quellung im Dunkeln hatte. Das Endresultat blieb im ersten Fall ziemlich weit hinter dem Maximum zurück. Eine Beeinflussung der Samenschale durch das Licht kann man diesen Versuchen zufolge nicht mehr annehmen, denn in beiden Fällen hat das Licht eine gleichlange Zeit auf die Samenschale eingewirkt, die Samenschale hätte also beidemal gleichmäßig verändert sein müssen, und demnach hätten die vor der Belichtung nicht gequollenen Samen das Maximum, wenn auch später, erreichen müssen. Im gleichen Sinne muß der folgende Versuch mit 20stündiger Belichtungsdauer gedeutet werden:

Tabelle 22.

Material und Versuchsbedingungen genau wie im vorhergehenden Versuch; nur statt 48stündiger Belichtung 20stündige.						
Beginn der Belichtung 20. II. 3 ^h n.	zuvor gequollen und dann 20 Stunden belichtet			nicht vorher gequollen, 20 Stunden belichtet		
	a	b	%	a	b	%
21. II. 1/25 ^h n.	5	2	3,5	0	0	0
22. II. 11 ^h v.	30	25	27,5	4	5	4,5
23. II. 5 ^h n.	45	35	40	11	9	10
24. II. 5 ^h n.	48	40	44	16	15	15,5
25. II. 4 ^h n.	49	40	44,5	17	18	17,5

Sehen wir demnach von einem Einfluß des Lichtes auf die Samenschale ab, so kann man bei der Wirkung auf das Samen-

innere an eine Reizwirkung denken oder aber an eine direkte chemische Wirkung des Lichtes. Wie schon Lehmann auseinandergesetzt hat, vertraten Pfeffer und Jost die Ansicht, daß bei der Lichtkeimung eine Reizwirkung des Lichtes vorläge. Dieser Ansicht haben sich eine Reihe weiterer Forscher angeschlossen. Von anderer Seite ist aber auch schon darauf hingewiesen worden, daß eine chemische Wirkung sehr wohl in Frage kommen kann (Palladin). Die Ansicht, daß bei der Lichtkeimung ein Reiz vorliegt, wird durch Jost folgendermaßen begründet: »Beim Tabak genügt eine einstündige Belichtung der wasserdurchtrankten Samen, um dann auch im Dunkeln die Keimung zu ermöglichen. Auch zeigte sich, daß Lichtreiz nur unter bestimmten Verhältnissen nötig ist, bei *Chloris ciliata* z. B. nur bei ungenügender Sauerstoffzufuhr, zu niedriger Temperatur und mangelhafter Nachreife. Unter diesen Umständen erscheint es begreiflich, daß Licht durch andere Reize, z. B. chemische oder thermische ersetzt werden kann.« Diese Ansicht wird also im wesentlichen auf die vereinzelte, heute wegen des Mangels einer Angabe über die übrigen Versuchsbedingungen kaum noch völlig beweiskräftige Angabe Raciborskis begründet, daß auch bei der Lichtkeimung wie bei anderen bekannten Lichtreizen eine sehr kurze Dauer der Lichtwirkung nötig sei, daß also auch hier die »Präsentationszeit« gering sei. Nimmt man aus der von Blaauw (1909 S. 20) aufgestellte Tabelle über die Präsentationszeiten beim Phototropismus mit verschiedenen Intensitäten den Wert für die Lichtstärke, welcher meinen Versuchen am meisten entspricht — 45 Kerzen —, so ist die Präsentationszeit für die Krümmung der Avenakeimlinge $\frac{2}{5}$ Sekunden. Für meine Versuche ergibt sich aber, daß bei 70 Kerzen und optimaler Temperatur nach 20stundiger Belichtung erst für 50 % der Samen die Präsentationszeit erreicht ist. Nur für sehr wenige Samen ist die Präsentationszeit 5 bis 8 Stunden. Die »Präsentationszeit« wäre also unverhältnismäßig höher bei der Lichtkeimung als bei den Lichtreizen; auch bei anderen bekannten Reizen sind die Präsentationszeiten weit niedriger befunden worden; so beträgt sie für den Geotropismus wenige Minuten.

Außerdem läßt sich bei dieser Lichtwirkung wohl kein Reiz-

mengengesetz ableiten, wie dies bei anderen Reizen gefunden wurde, doch soll hierauf noch nicht näher eingegangen werden.

Ferner sei nochmals darauf hingewiesen, daß das für alle Reize gültige Fechnersche Gesetz aus meinen obigen Versuchen nicht abgeleitet werden kann.

Auf Grund dessen und fernerhin auf Grund der späteren Untersuchungen über das Substrat bin ich davon abgekommen, die Wirkung des Lichtes bei der Keimung als einen Reiz auf das Protoplasma aufzufassen; schon Lehmann hat die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß das Licht eine rein chemische Wirkung haben kann, und Palladin schreibt über das Lichtkeimungsproblem: »Es ist bekannt, daß die Samen gewisser Pflanzen nur im Dunkeln keimen. Andere Samen, sowie Sporen bedürfen dazu im Gegenteil des Lichtes. Das Licht wirkt in diesem Fall (und überhaupt bei Wachstumserscheinungen), nicht nur wie ein einen Sperrhaken beseitigender Auslösungsreiz, sondern als notwendige Energie, welche bei den betreffenden Reaktionen verbraucht wird. Das erhält unter anderem aus dem Umstand, daß das Lichtbedürfnis vieler Samen von ihrem Reifezustand abhängt: ungenügend ausgereifte Samen sind besonders lichtbedürftig.« Nach den vorhergehenden Mitteilungen kann ohne weiteres zugegeben werden, daß das Licht als notwendige Energie wirkt, die zwar nicht etwa wie beim Assimilationsprozeß gespeichert wird, sondern zur Erhöhung der Geschwindigkeit einer Reaktion verbraucht wird (katalytische Lichtreaktion), wie es bei den allermeisten bekannten photochemischen Prozessen der Fall ist. Die starke Abhängigkeit der Keimung von der Temperatur und die Tatsache, daß höhere Temperaturen die Keimung ebenfalls im Dunkeln auslösen, sprechen dafür, daß hier eine Reaktion abläuft, die durch Licht und Temperaturerhöhung beschleunigt wird. Den ausschlaggebenden Grund hierfür aber werden die Ergebnisse liefern, die sich bei meinen Untersuchungen über Substratwirkung im folgenden herausstellen.

Wirkung des Substrates.

Lehmann (1909) hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, wie wichtig die Beachtung des Substrates bei Samen ist, deren Keimung vom Licht beeinflusst wird. Er fand, daß Samen von

Ranunculus sceleratus, die unter bestimmten Bedingungen auf destilliertem Wasser nicht keimten, ceteris paribus auf Erde und Knopscher Nährlösung zu sehr hohen Prozentsen keimten. Auf andern Substraten, wie HCl, KOH, Fe₂Cl₆, H₂O₂ usw. dagegen erhielt er keine Keimung im Dunkeln, ebensowenig auf Erdauszugen. Die Wirkung von Erde und Knopscher Nährlösung wurde in der Folge noch bei andern vom Licht begünstigten Samen festgestellt. So fand Gaßner für Chloris ciliata, daß deren Samen »unter allen Umständen im Dunkeln keimen, wenn die Körner auf Knopscher Nährlösung zur Keimung gebracht werden; Keimung auf Erde wirkt ähnlich wie auf Nährlösung«. Einen Unterschied zwischen der Keimung auf Erde und der auf Filtrierpapier fand Baar (1912) für Samen von Amarantus, die vom Licht bei der Keimung beeinträchtigt werden.

Gümbel (1913) zeigte dann, daß Samen von Sinapis arvensis, die im Dunkeln nicht keimten, wenn sie dauernd auf dem gleichen Keimbett lagen, durch Umlegen auf ein anderes Keimbett auch im Dunkeln zur Keimung zu bringen waren. Man erkennt also aus diesen Angaben, daß dem Substrat eine große Bedeutung auch bei der Lichtkeimung zukommt. Die Wirkung des Substrates kann sowohl in seiner physikalischen Beschaffenheit als in seiner chemischen Natur begründet sein. Bei meinen Untersuchungen habe ich diese beiden Gesichtspunkte in Betracht gezogen; ich werde hierauf während der Erörterung derselben zurückkommen.

Wirkung von Erde, Sand und Filtrierpapier.

Zu Anfang untersuchte ich, ob die bei der Keimung einiger Samen beobachtete Wirkung der Erde auch bei andern vom

¹⁾ Es hat auch sehr den Anschein, daß stärker nachgereifte Samen schon durch geringe Lichtintensitäten begünstigt werden und bereits bei niedrigeren Temperaturen im Dunkeln stärker keimen als Samen geringeren Alters. Dies zeigt ein Vergleich der Epilobiumsamen I (vom Herbst 1913) und Epilobiumsamen II (vom Herbst 1912), welche beide, zu gleicher Zeit untersucht, erhebliche Unterschiede aufweisen und zwar derart, daß die ersteren Samen auf stärkere Lichtintensitäten und höhere Temperaturen angewiesen sind. Ebenso wurde für Lythrum festgestellt, daß bei 30⁰ im Dunkeln ein Jahr später viel stärkere Keimung erfolgte als das Jahr vorher unter denselben Bedingungen.

Licht in der Keimung geförderten Samen festzustellen ist. Gleichzeitig zog ich zu diesen Versuchen Sand verschiedener Herkunft hinzu, da schon mehrmals über eine günstige Wirkung von sandigem Substrat bei anderen Samen berichtet wurde (Laschke 1907 und Lehmann 1909). Ich führe hierzu folgende Versuche an:

Tabelle 23.

Material	Epilobium hirsutum V, von Haage und Schmidt im Jahr 1911 bezogen.														
Versuchsbedingungen	Laboratoriumszimmer dunkel. Schwankende Temperatur zwischen 16 und 21°. Substrat: Erde, Sand, Erdauszüge.														
Beginn 17. VII. 12	Filtrierpapier und destilliertes Wasser			Erde und destilliertes Wasser			Kalbaumscher Sand und destilliertes Wasser			Flußsand und destilliertes Wasser			Krupersand und destilliertes Wasser		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
25. VII. 12	5	6	5,5	3	3	3	10	11	10,5	5	2	3,5	6	2	4
31. VII. 12	5	6	5,5	10	11	10,5	52	51	51,5	10	8	9	15	10	12,5
6. VIII. 12	11	6	8,5	11	15	13	83	83	83	26	17	21	44	64	54
	Filtrierpapier und kalter Bodenauszug			Kalbaumscher Sand und kalter Bodenauszug			Filtrierpapier und heißer Bodenauszug			Kalbaumscher Sand und heißer Bodenauszug					
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%			
25. VII. 12	12	15	13,5	9	10	9,5	5	1	3	9	11	10			
31. VII. 12	12	19	15,5	65	30	47,5	5	1	3	18	28	23			
6. VIII. 12	12	23	17,5	66	45	55,5	7	3	5	49	52	50,5			

Anmerkung. Im Licht keimten, wie ein Vorversuch ergab, in 10 Tagen zirka 90% bei denselben Bedingungen.

Tabelle 24.

Material	Epilobium hirsutum V											
Versuchsbedingungen	Laboratoriumszimmer hell (Tageslicht) und dunkel Temperatur von 16—21° schwankend. Substrat: Sand und Erde.											
Beginn 15. VI. 12	hell Erde			hell Kalb. Sand			dunkel Erde			dunkel Kalb. Sand		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
18. VI. 12	4	0	2	5	0	2,5	0	0	0	0	0	0
21. VI. 12	55	43	49	56	47	51,5	3	3	3	11	10	10,5
24. VI. 12	71	85	78	84	88	86	6	3	4,5	71	76	73,5
25. VI. 12	75	86	80,5	84	89	86,5	6	3	4,5	71	76	73,5

Tabelle 25.

Material	Ranunculus acer. Geerntet am 12. VII. 12 im botanischen Garten Tübingens																	
Versuchsbedingungen	Keimapparat 30°, hell und dunkel. Substrat: Erde, Sand, Filtrierpapier (Gaslicht)																	
Beginn 9. XI. 12	hell									dunkel								
	Filtrierpapier mit destilliertem Wasser			Erde mit destilliertem Wasser			Sand mit destilliertem Wasser			Filtrierpapier mit destilliertem Wasser			Erde mit destilliertem Wasser			Sand mit destilliertem Wasser		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
20. XI. 12	18	10	14	25	31	28	15	55	35	1	0	0,5	3	2	2,5	5	7	6
30. XI. 12	75	66	70,5	bis 26. XI.			52	82	67	2	0	1	4	3	3,5	18	13	15,5
3. XII. 12	85	85	85	34	38	36	74	85	79,5	2	0	1	dann abgebrochen			18	18	18
				dann die Weiterkeimung durch Pilzbefall verhindert.														

Die Versuche zeigen, daß Erde als Substrat die Keimung dieser Samen bei den angewandten Bedingungen kaum beeinflusst. Ebenso wenig hatten Versuche mit Erdauszugen zu bemerkenswerten Resultaten geführt; kalter Erdauszug scheint ohne Einfluß zu sein, während heißer die Keimung von *Epilobium hirsutum* sogar etwas beeinträchtigt. Ich habe mich mit dieser Feststellung, daß Erde als Substrat nicht bei allen Samen wirksam ist, die durch das Licht in der Keimung beeinflusst werden, begnügt und habe mich im folgenden nicht weiter mit Versuchen auf Erde beschäftigt.

Aus den Versuchen ergibt sich aber außerdem, daß die Samen auf Kalbaumschem chemisch reinem Sand besonders gut im Dunkeln keimen, während auf anderen Sanden trotz etwa gleicher Korngröße dies nicht zu beobachten war. Schon daraus war zu schließen, daß weniger physikalische als chemische Eigenschaften des Sandes diese Wirkung auslösten. Auffallend ist auch, daß Lehmann ebenfalls bei der Keimung von

Stellariasamen die starke Begünstigung durch den Kalbaumschen Sand fand (1909). Ich fragte zur Aufklärung dieser Verhältnisse bei der Firma Kalbaum an, auf welche Weise der betreffende Sand gereinigt worden sei, und erhielt die Auskunft, daß dazu Säure verwendet worden war; andere zur Versendung kommende Sande waren durch Glühen gereinigt. Ich bezog daher nochmals solchen Sand, der mit Säure gereinigt war, und zwei andere Sande, die auf andere Weise gereinigt waren, und stellte damit folgenden Versuch an:

Tabelle 26.

Material	Epilobium hirsutum IV.								
Versuchsordnung	22 ⁰ . Dunkel. Substrat: Sande, die verschieden gereinigt.								
Beginn 30. XI. 12	1. Seesand, mit Säure gereinigt			2. Seesand gegläht			3. Quarzsand gewaschen u. gegläht		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%
3. XII. 12	3	5	4	0	1	0,5	2	0	1
5. XII. 12	5	8	6,5	0	1	0,5	2	0	1
9. XII. 12	5	11	8	0	1	0,5	2	0	1
16. XII. 12	5	11	8	0	1	0,5	2	0	1

Auch hierbei zeigte sich, daß auf den mit Säure gereinigten Sand eine bessere Keimung erfolgte als auf den beiden anderen Sanden, wenngleich die Wirkung diesmal schwächer ausfiel als bei dem früher bezogenen Sand. Eine physikalische Wirkung konnte also nicht mehr in Frage kommen; es lag vielmehr nahe, an die Wirkung von schwachen Säuren zu denken, nachdem ja auch schon A. Fischer (1907) die Wirkung schwacher Säuren bei der Keimung von Wasserpflanzensamen festgestellt hatte. Ich untersuchte daher, ob nicht durch schwache Säuren eine Keimung im Dunkeln zu erzielen war, bei Temperaturen, bei denen nur Keimung im Licht erfolgte. Ehe ich mich der Besprechung dieser Untersuchungen zuwende, möchte ich noch kurz auf meine Befunde bei Anwendung der Knopschen Nährlösung eingehen.

Wirkung der Knopschen Nährlösung.

Auf Knopscher Nährlösung stellte ich zunächst Versuche mit *Ranunculus sceleratus* an. Diese Versuche brachten mir

dieselben Ergebnisse, wie sie Lehmann erhalten hatte; die Samen keimten zu hohen Prozentsätzen in der Vermehrung im Dunkeln, wenn sie auf Filtrierpapier gebracht wurden, das mit Knopscher Nährlösung getränkt wurde, wie folgender Versuch zeigt:

Tabelle 27.

Material	Ranunculus sceleratus, gesammelt 12. VII. 12			
Versuchsbedingungen	Vermehrung. Dunkel. Substrat: Knopsche Nährlösung von der bei Lehmann (1909) angegebenen Zusammensetzung.			
Beg. 8. I. 13	Knop			Dest. Wasser
	a	b	%	
21. I. 13	8	5	6,5	0
27. I. 13	58	44	51	0
29. I. 13	65	64	64,5	0
31. I. 13	71	81	76	0

Demgegenüber ist bemerkenswert, daß ich im Keimapparat, ähnlich wie schon früher bei den Versuchen über Lichtwirkung mitgeteilt wurde, im Dunkeln weder bei 22⁰ noch bei 30⁰ trotz wiederholter Versuche eine Keimung auf Knopscher Nährlösung erzielte. Wie früher schon erwähnt, muß für Ranunculus sceleratus an eine günstige Wirkung des Temperaturwechsels gedacht werden. Doch habe ich diese Frage nicht weiter verfolgt, ebensowenig die, ob bei der Wirkung der Nährlösung eine bestimmte Komponente derselben, oder erst die Nährlösung als solche in Frage kommt.

Außerdem habe ich Versuche mit *Epilobium hirsutum* bei 22⁰, *Verbascum lychnitis* bei 20⁰, *Lythrum Salicaria* bei 22 und 30⁰ auf Knopscher Nährlösung angestellt, doch habe ich hierbei nie eine Keimung im Dunkeln erzielt.

Wirkung von Säuren.

Zur Feststellung einer evtl. Wirkung von Säuren untersuchte ich die Keimung von *Epilobium*samen auf 0,2 bzw. 0,3 molekularen Lösungen von Salzsäure und Schwefelsäure (s. Tab. 28, S. 827).

Durch diese Zahlen ist festgestellt, daß die benützten Säuren die Keimung im Dunkeln stark begünstigten. Aus der Tabelle läßt sich aber erkennen, daß je nach Konzentration der Säure

Tabelle 28.

Material	Epilobium hirsutum IV.		
Versuchsbedingungen	24°. Dunkel. Substrat: H ₂ SO ₄ (0,3 mol.), HCl (0,2 mol.)		
Beginn 9. XI. 12	H ₂ SO ₄ %	HCl %	
13. XI. 12	5	18	Auf dest. Wasser keimten in derselben Zeit 3 bis 4% der Samen.
18. XI. 12	16	43	
20. XI. 12	24	43	

eine verschieden starke Wirkung erzielt wurde. Um diesen Einfluß der verschiedenen Konzentrationen genauer festzustellen, wurde der folgende Versuch mit verschiedenen Konzentrationen von Salzsäure angestellt:

Tabelle 29.

Material	Epilobium hirsutum II.											
Versuchsbedingungen	22°. Dunkel. Substrat: HCl verschiedener Konzentration											
Beg. 26. XI. 12	0,025 mol.			0,05 mol.			0,1 mol.			0,2 mol.		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
28. XI. 12	2	6	4	0	4	2	4	3	3,5	5	6	5,5
29. XI. 12	4	9	6,5	5	4	4,5	16	20	18	17	17	17
30. XI. 12	5	10	7,5	11	6	8,5	30	30	30	25	22	23,5
2. XII. 12	9	10	9,5	17	11	14	45	44	44,5	35	34	34,5
3. XII. 12	11	10	10,5	24	16	20	55	50	52,5	38	41	39,5
4. XII. 12	18	19	18,5	37	23	30	62	58	60	46	45	45,5
5. XII. 12	25	24	24,5	49	37	43	66	60	63	49	46	47,5
6. XII. 12	36	30	33	55	46	50,5	68	64	66	49	47	48
7. XII. 12	39	82	35,5	64	55	59,5	68	64	66	49	49	49
9. XII. 12	45	41	43	78	72	75	68	67	66	49	49	49
10. XII. 12	45	43	44	32	77	79,5	68	67	67,5	49	49	49
11. XII. 12	46	46	46	86	80	83	68	67	67,5	49	49	49
12. XII. 12	46	46	46	90	84	87	68	67	67,5	49	49	49

Die Wirkung der verschiedenen Konzentrationen ist aus diesem Versuch gut ersichtlich. Am meisten wird die Keimung von 0,1 molekularer Lösung beschleunigt. Besonders in den ersten Tagen verläuft sie weit rascher als auf 0,025 und 0,05 molekularen Lösung. Dagegen muß diese Konzentration für einen Teil der Samen schon zu stark gewesen sein, da die Keimung nur bis zu etwa 70% erfolgte. Die doppelt so starke Konzentration von 0,2 mol. pro Liter hatte ebenfalls zu Anfang eine Beschleunigung der Keimung zur Folge gehabt, doch machten sich die schädigenden Einflüsse noch früher und bei

einem größeren Prozentsatz der Keimlinge geltend. Demgegenüber bewirkte die niedrigere Konzentration von 0,05 mol. anfänglich eine weniger starke Beschleunigung, aber die schädigende Wirkung der Säure auf die Keimlinge trat hierbei viel weniger in die Erscheinung, so daß annähernd 90% der Samen im Dunkeln keimten. Bei noch schwächeren Konzentrationen nimmt die Beschleunigung der Keimung noch mehr ab und zwar entsprechend der Konzentration, denn es läßt sich aus dieser Tabelle das interessante Ergebnis ableiten, daß (unter Ausschluß der ersten Tage, wo sich Verschiedenheiten durch die Quellung einstellten) die Beschleunigung der Keimung annähernd proportional der Konzentration der Säure zunimmt, solange keine schädigende Wirkung der Säure auftritt (vgl. hierzu die durch Fettdruck hervorgehobenen Zahlen).

Die Wirkung der Säuren bei der Keimung und die Abhängigkeit von der Konzentration wurde noch bei einer Reihe anderer Samen, bei denen ein günstiger Lichteinfluß bekannt ist, festgestellt.

Epilobium roseum verhält sich ähnlich wie *E. hirsutum*, wie die folgende Tabelle zeigt:

Tabelle 30.

Material	Epilobium roseum, gesammelt 1. X. 12 bei Tübingen								
Versuchsbedingungen	22 ^o , hell (Gaslicht) und dunkel. Substrat: Destilliertes Wasser und HCl (0,1 mol.)								
Beginn 16. XII. 12	hell destilliertes Wasser			dunkel destilliertes Wasser			dunkel HCl		
	a	b	%	a	b	%	a	b	%
18. XII. 12	11	12	11,5	0	0	0	14	12	13
19. XII. 12	62	71	66,5	0	0	0	29	22	25,5
20. XII. 12	73	77	75	0	0	0	47	39	43
21. XII. 12	76	85	80,5	1	0	0,5	57	53	55

Eine 0,1 molekulare Lösung von HCl wirkt auf diese Samen ganz ähnlich wie auf Samen von *Epilobium hirsutum*. Es läßt sich hier noch *E. parviflorum* anreihen. Dieses keimte bei 22^o im Dunkeln auf einer 0,1 mol. Lösung von HCl in 12 Tagen zu 64%, auf destilliertem Wasser in derselben Zeit nur zu 10% (im Licht erscheinen in derselben Zeit und unter gleichen Bedingungen 85%).

Die Wirkung von Säuren bei der Keimung wurde noch an folgenden Samen festgestellt: *Lythrum salicaria*, *Scrophularia nodosa*, *Verbascum thapsiforme*, *Digitalis purpurea*, *Oenothera biennis*. Die folgenden Tabellen, bei denen auch die Konzentration der Säure berücksichtigt wurde, gehören hierher:

Tabelle 31.

Material	Lythrum Salicaria, gesammelt 11. X. 12 ¹													
Versuchsbedingungen	30°. Substrat: HCl in verschiedenen Konzentrationen und destilliertem Wasser													
Beginn 17. XII. 12	hell		dunkel											
	destilliertes Wasser		destilliertes Wasser			HCl (0,025 mol.)			HCl (0,0125 mol.)			HCl (0,00625 mol.)		
	a	b	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%
19. XII. 12	99	98	0	0	0	0	0	0	1	2	1,5	20	13	16,5
20. XII. 12			3	6	5,5	0	0	0	31	24	27,5	70	44	57
21. XII. 12			6	16	11	0	0	0	38	31	34,5	77	50	63,5
3. I. 13			9	17	13	0	0	0	39	38	38,5	77	52	64,5

Tabelle 32.

Material ²⁾	Scrophularia nodosa, gesammelt 10. X. 13 bei Neckarsulm																			
Versuchsbedingungen	25°. Substrat: HCl in verschiedenen Konzentrationen																			
Beginn 11. XI. 13	hell		dunkel																	
	destilliertes Wasser		destilliertes Wasser			HCl (0,1 mol.)			HCl (0,05 mol.)			0,025 mol.			0,01 mol.			0,006 mol.		
	a	b	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%	a	b	%			
14. XI. 14	67		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15. XI. 14	99		3	0	0	0	0	3	1,5	1	2	1,5	11	9	10	11	14	12,5		
18. XI. 14			3	0	0	0	7	5	6	13	19	16	30	12	21	18	22	20		
20. XI. 14			3	1	2	1,5	27	23	25	42	28	35	55	51	53	56	58	57		
21. XI. 14			3	1	5	3	43	30	36,5	52	33	42,5	71	71	71	66	79	72,5		
22. XI. 14			3	5	9	7	49	44	46,5	56	36	46	75	73	74	74	82	78		
24. XI. 14			3	12	13	12,5	52	47	49,5	57	39	48	79	80	79,5	82	82	82		
25. XI. 14			3	16	21	18,5	52	47	49,5	57	42	49	85	82	83,5	83	82	82,5		

1) Vgl. hierzu die Tabelle 1 und 2 und 14 und die Anmerkung S. 810.

2) Bei diesem Versuch konnte das Auszählen nicht genau vorgenommen werden, da die Keimlinge beim Austritt aus der Schale von Pilzen befallen und zerstört wurden, und derartige Keimlinge nicht mitgerechnet werden konnten.

Tabelle 33.

Material	Verbascum thapsiforme, gesammelt 5. X. 12				
Versuchsbedingungen	25 ⁰ . Dunkel. Substrat: HCl in versch. Konzentrationen				
Beginn 6. XII. 13	0,1 mol.	0,05 mol.	0,01 mol.	0,006 mol.	Dest. Wasser
12. XII. 13	I	2	33	13	0
13. XII. 13	I	6	35	13	2
15. XII. 13	I	8	58	18	3
17. XII. 13	I	16	69	21	3
19. XII. 13	I	18	79	21	3

Tabelle 34.

Material	Oenothera biennis, gesammelt 8. X. 13				
Versuchsbedingungen	22 ⁰ . Dunkel. Substrat: HCl in versch. Konzentrationen				
Beginn 15. XI. 13	0,2 mol.	0,1 mol.	0,05 mol.	0,006 mol.	Dest. Wasser
17. XI. 13	0	0	0	3	0
18. XI. 13	0	0	1	4	0
19. XI. 13	0	0	2	15	3
21. XI. 13	0	0	5	22	9
25. XI. 13	0	0	10	22	11

Tabelle 35.

Material	Digitalis purpurea, gesammelt 29. IX. 13			
Versuchsbedingungen	25 ⁰ . Dunkel. Substrat: HCl in versch. Konzentrationen			
Beginn 19. III. 14	0,1 mol.	0,025 mol.	0,006 mol.	Dest. Wasser
26. III. 14	0	0	11	9
28. III. 14	0	0	22	16
30. III. 14	0	10	38	26
31. III. 14	0	15 ¹⁾	40	26
1. IV. 14	0	19 ¹⁾	47	27
2. IV. 14	0	20 ¹⁾	50	28
3. IV. 14	0	22 ¹⁾	52	28

Vergleicht man die Tabellen, so sieht man, daß die optimale wie die maximale und minimale Säurekonzentration bei den einzelnen Samenarten verschieden ist. Während für *Epilobium hirsutum* die optimale Konzentration eine 0,05 molekulare Lösung war, keimte *Lythrum salicaria* am besten auf einer 0,006 mol. Lösung und niedrigeren Konzentrationen. Bei *Scrophularia*

¹⁾ Die Keimlinge waren zwar aus der Schale ausgetreten, wurden aber sofort nachher von der Säure zerstört, so daß dadurch das genaue Auszählen erschwert war.

nodosa wirken Lösungen von 0,01 und 0,006 mol. pro Liter am günstigsten, Verbascum thapsiforme hat seine optimale Konzentration bei 0,01 mol., während Oenothera biennis und Digitalis purpurea nur noch von ganz niederen Konzentrationen in ihrer Dunkelkeimung begünstigt werden. Doch dürfen diese Angaben nicht absolut genommen werden, da sehr wahrscheinlich eine Abhängigkeit der Konzentration von der Temperatur besteht, denn es ist beim Vergleich der Tabellen beachtenswert, daß gerade solche Samen (Digitalis, Oenothera, Lythrum), die bei der angewandten Temperatur bereits im Dunkeln zu keimen beginnen, schon durch sehr niedrige Konzentrationen in der Keimung beschleunigt werden, während bei den übrigen etwas stärkere Konzentrationen wirksam sind. Doch wurde den evtl. Beziehungen zwischen Konzentration und Temperatur von mir nicht weiter nachgeforscht, ebensowenig darüber Versuche angestellt, ob auch die maximalen und minimalen Konzentrationen solche Beziehungen erkennen lassen, wie es den Anschein hat. Es sei nur hierzu der eine Versuch angeführt:

Tabelle 36.

Material	Scrophularia nodosa, gesammelt 10. X. 13				
Versuchsbedingungen	23°. Dunkel. Substrat: HCl in versch. Konzentrationen				
Beginn 4. XI. 13	0,2 mol.	0,1 mol.	0,05 mol.	0,025 mol.	Dest. Wasser
10. XI. 13	0	0	0	0	0
12. XI. 13	0	1	0	1	0
18. XI. 13	0	5	0	1	0

Während bei 25° (s. Tab. 32 S. 829) Konzentrationen von 0,01 und 0,006 mol. die stärkste Wirkung hatten, zeigten bei 23° diese niederen Konzentrationen beinahe keine Wirkung, und erst die stärkere Konzentration 0,1 mol. hatte schwachen Einfluß. Schon aus diesem Versuch und sodann aus den beiden folgenden läßt sich erkennen, daß, um den Einfluß von Säuren bei der Keimung festzustellen, nicht unter eine bestimmte Temperaturgrenze herabgegangen werden darf; diese liegt aber für die einzelnen Samenarten verschieden.

So keimt Verbascum bei 20° im Dunkeln bei keiner Konzentration, welche bei 25° als wirksam befunden wurde.

Tabelle 37.

Material	Verbascum thapsiforme, gesammelt 5. X. 12				
Versuchsbedingungen	20°. Dunkel. Substrat: HCl in versch. Konzentrationen				
Beginn 6. XII. 13	0,1 mol.	0,05 mol.	0,01 mol.	0,006 mol.	Dest. Wasser
12. XII. 13	0	0	0	0	0
13. XII. 13	0	0	0	0	0
15. XII. 13	0	0	0	0	0
16. XII. 13	0	0	0	0	0
18. XII. 13	0	0	0	0	0

Ähnlich verhält sich *Lythrum*: bei 22° erzielte ich weder auf stärkeren noch schwächeren Konzentrationen (0,2; 0,1; 0,05; 0,025; 0,1; 0,006 mol.) eine Keimung in der den obigen Versuchen entsprechenden Zeit, obwohl im Licht auch hier schon eine Keimung vor sich geht. Die Wirkung des Lichtes und der Säure macht sich demnach nicht von gleichen Temperaturen ab bemerkbar.

Während für alle angeführten Samen ein deutlicher Einfluß von Säure auf die Keimung im Dunkeln festzustellen war, ist es mir für die beiden folgenden Lichtkeimer nicht gelungen, eine Keimung im Dunkeln durch Säure zu erzielen.

Gloxinia hybrida, über deren starke Abhängigkeit vom Licht ich schon weiter oben gesprochen habe, konnte, ebenso wenig wie durch starke Temperaturerhöhung, durch Säuren verschiedener Konzentration und bei verschiedenen Temperaturen zur Keimung gebracht werden. Auch eine Kombination von Anstechen und Behandeln mit Säuren blieb ohne Erfolg. Ich sah deswegen von der Aufstellung von Tabellen ab.

Ebenso verhielt sich *Ranunculus sceleratus* indifferent gegen Säure; ich stellte zahlreiche Versuche sowohl im Keimapparat bei verschiedenen Temperaturen als in der Vermehrung im Dunkeln auf Säure verschiedener Stärke an (HCl 0,5; 0,2; 0,1; 0,01; 0,2; 0,05; H₂SO₄ 0,2 mol.), aber ohne Erfolg. Auch das Anstechen der Schale und eine nachherige Behandlung mit Säure hatte keine Wirkung. Doch geht aus meinen Untersuchungen das Folgende hervor:

Alle untersuchten Samen, die vom Licht in der Keimung begünstigt werden, können, soweit dies

auch durch Temperaturerhöhung möglich ist, im Dunkeln durch den Einfluß von Säuren bei solchen Temperaturen zur Keimung gebracht werden, bei denen sie ohne diesen Einfluß nicht keimen. (Ob die Samen von Wasser- oder Landpflanzen stammen, spielt dabei keine Rolle.)

An diese Versuche mit Samen, die in der Keimung vom Licht begünstigt werden, schließe ich einige wenige Untersuchungen an, bei denen solche Samen, die keine oder nur äußerst geringe Beeinflussung durch das Licht erfahren, mit Säure behandelt wurden. Dies wurde mit *Epilobium adnatum*, *E. montanum*, *E. angustifolium* ausgeführt:

Tabelle 38.

Material	Epilobium adnatum gesammelt 28. VIII. 12		Epilobium angustifolium, gesammelt 18. VIII. 12				
Versuchs- bedingungen	25° dunkel		22° hell und dunkel				
Beginn 5. III. 14 1/25 ^h n.	HCl 0,05 mol.	Destil- liertes Wasser	Beginn 16. XI. 12	HCl 0,2 mol.	Destil- liertes Wasser	HCl 0,2	Destil- liertes Wasser
				hell		dunkel	
7. III. 14 5 ^h n.	3 %	8 %	18. XI. 12	2 %	28 %	5 %	10 %
8. III. 14 9 ^h v.	7 %	63 %	19. XI. 12	3 %	54 %	8 %	43 %
8. III. 14 5 ^h n.	60 %	98 %	20. XI. 12	3 %	70 %	8 %	66 %
9. III. 14 5 ^h n.	100 %	100 %	22. XI. 12	3 %	79 %	8 %	80 %
			26. XI. 12	3 %	82 %	8 %	82 %

Bei den Samen von *Epilobium adnatum* erfolgte die Keimung auf Säure um ein Geringes langsamer als auf destilliertem Wasser. Die Beeinträchtigung durch die Säure war also ganz schwach. Dagegen wurde die Keimung der Samen von *Epilobium angustifolium*, die bei 22° keine Wirkung des Lichts mehr erkennen ließ, unter dem Einfluß von 0,2 molekularer Säurelösung beinahe vollständig verhindert, sowohl im Hellen wie im Dunkeln. Ganz ähnlich verhielt sich bei dieser Temperatur *E. montanum* gegenüber 0,2 mol. Säurelösung. Die Keimung der Samen der letzteren Art, die bei dieser Temperatur ebenfalls etwa gleich rasch im Hellen und Dunkeln verläuft, wurde durch 0,2 mol. HCl. beinahe vollständig verhindert.

Möglicherweise liegt für diese Samen die Temperatur von 22° schon zu hoch, um eine Lichtwirkung noch erkennen zu lassen; dann könnte man dieses Verhalten anschließen an das bei den frühern Samen Gesagte, bei denen bei entsprechend höherer Temperatur auch Beeinträchtigung für stärkere Säurekonzentrationen sich ergab. Klar läßt sich aber aus diesen Versuchen erkennen, daß die Säurewirkung in engem Zusammenhang mit der Lichtwirkung steht.

Von Wichtigkeit ist noch die Frage, welchen Einfluß verschiedene Säuren gleicher Konzentration bei der Keimung ausüben. Dies ersieht man aus folgenden Tabellen:

Tabelle 39.

Material	Epilobium hirsutum IV				
Versuchsbedingungen	25° dunkel. Substrat: HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ , je in 0,1 mol. Lösung.				
Beginn 31. I. 14	HCl	HNO ₃	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄	Destilliertes Wasser
	%	%	%	%	%
2. II. 14	0	21	0	0	0
3. II. 14	15	31	1	0	0
4. II. 14	31	37	1	1	0
6. II. 14	49	39	6	1	0
7. II. 14	55	39	10	1	0
9. II. 14	55	39	12	1	0
12. II. 14	56	39	12	1	0

Tabelle 40.

Material	wie im vorhergehenden Versuch.									
Versuchsbedingungen	25° dunkel. Essigsäure und Oxalsäure in 0,1 bzw. 0,03 Mol.									
Beginn 16. I. 14	Essigsäure		Oxalsäure	Destilliertes Wasser	Beginn 6. II. 14	Essigsäure		Oxalsäure		Destilliertes Wasser
	0,2	0,1	0,1 mol.			0,03	0,03	a	b	
					7. II. 14	2	2	0	0	0
19. I. 14	1	6	2	0	9. II. 14	3	2	0	1	0
21. I. 14	1	6	6	0	12. II. 14	3	2	0	1	0
22. I. 14	1	6	6	0	13. II. 14	3	2	0	1	0

Die Säurewirkung nimmt also nach folgender Reihe ab: HCl, HNO₃, H₂SO₄, CH₃COOH, C₂H₄(COOH)₂, H₃PO₄.

Diese Reihe läßt sich ungefähr mit der von Ostwald aufgestellten Tabelle für die Stärke der Säuren, gemessen an der Geschwindigkeit der Rohrzuckerinversion, vergleichen (vgl. Höber, S. 109):

$$\begin{aligned} \text{HCl} &= 1,000 \\ \text{HNO}_3 &= 1,000 \\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= 0,53^1) \\ \text{CH}_3\text{COOH} &= 0,004 \end{aligned}$$

Es läßt sich daraus und aus den Beziehungen, die zwischen Keimung und Konzentration der gleichen Säure sich ergaben, der Schluß ziehen, daß die Säuren entsprechend der Konzentration ihrer Wasserstoffionen wirken. Dafür sprechen außerdem die später angeführten Versuche mit Salzen, bei denen dieselben Anionen, wie sie bei den Säuren zugegen waren, ohne Wirkung blieben.

Wirkungsdauer und Nachwirkung der Säuren.

Entsprechend den Versuchen über die Lichtintensität bin ich noch auf die Behandlung der Fragen eingegangen: Wie lange muß die Einwirkung der Säure dauern, bis sie den vollen Erfolg auslöst, und macht sich hierbei eine dem Licht entsprechende Nachwirkung bemerkbar? Hierzu habe ich folgende Versuche ausgeführt. Es wurden Samen von *Epilobium hirsutum* das eine Mal 24 Stunden, das andere Mal 48 Stunden auf saurem Substrat (0,1 mol. HCl) im Dunkeln belassen, sodann sorgfältig mit destilliertem Wasser von 25° abgewaschen, bis keine Reaktion mittels Lackmuspapier festzustellen war, und sodann auf destilliertes Wasser ins Dunkle gebracht. Zur Kontrolle wurden auch Samen, die vorher schon in destilliertem Wasser sich befanden, in eine andere Schale umgelegt; daß dabei Substratwechsel eine Wirkung gehabt hätte, wurde nicht beobachtet. (Vgl. dazu die gegenteilige Angabe für andere Samen von Gumbel 1913.)

¹⁾ H₂SO₄ = 0,53 läßt sich nicht direkt vergleichen, da in dieser Tabelle äquivalente Lösungen in Betracht kommen, während in meinen Versuchen äquimolekulare angewandt wurden.

Tabelle 41.

Material	Epilobium hirsutum IV									
Versuchsbedingungen	25 ⁰ . Dunkel. Substrat: HCl 0,1 mol. und destilliertes Wasser.									
Beginn 3. III. 14	nach 24 Stunden auf destilliertes Wasser umgelegt (vom 3. bis 4. III. auf Säure)			nach 48 Stunden auf destilliertes Wasser umgelegt, Beginn 7. III. (vom 7. III. bis 9. III. auf Säure)			auf HCl, nicht umgelegt			destilliertes Wasser, nach 24 Stunden wieder auf destil- liertem Wasser umgelegt
	a	b	%	a	b	%	a	b	%	%
5. III. 14	7	7	7				4	8	6	0
6. III. 14	9	9	9				18	27	22,5	0
7. III. 14	12	13	12,5				27	43	35	0
9. III. 14	13	19	16				38	52	45	0
10. III. 14	14	20	17	38	25	31,5	46	53	49,5	0
11. III. 14	14	20	17	46	39	42,5	48	53	50,5	0
12. III. 14	15	21	18	52	43	47,5	50	55	52,5	1
13. III. 14	15	21	18	52	43	47,5	51	55	53	2
16. III. 14	15	21	18	54	45	49,5	52	56	54	2
18. III. 14				54	45	49,5				

Dieser Versuch zeigt, daß eine Einwirkung der Säure von 24 Stunden noch nicht genügt, um die volle Wirkung auszuüben. Erst eine Wirkungsdauer von 48 Stunden beeinflut die Samen so, daß sie nach dem Umlegen auf destilliertes Wasser ebenso stark keimen, als ob sie sich dauernd auf Säure befunden hätten. Es ist also auch hier ebensowenig wie für den Lichteinflu eine momentane Wirkung der Säure zu konstatieren. Versuche mit vorhergehender Quellung, wie sie bei der Lichtwirkung ausgeführt wurden, sind hierzu nicht angestellt worden. Doch ergibt sich schon aus den angeführten Versuchen, daß eine dem Licht etwa gleichkommende Wirkungsdauer auch für die Säure anzunehmen ist. Es ist hiermit auch eine deutliche Nachwirkung der Säure festgestellt. Dies wurde bei *Lythrum*-samen ebenso gefunden.

Von Interesse erschienen mir noch Untersuchungen darüber, wie sich der Saureinflu bei gleichzeitiger Belichtung äußert. Hierzu sei folgender Versuch angeführt (s. Tab. 42, S. 837).

Aus diesem Versuch erkennt man, daß nicht, wie man hätte vielleicht erwarten können, eine Addition der Lichtwirkung und

Tabelle 42.

Material	Epilobium hirsutum IV					
Versuchsbedingungen	25° hell, ca. 70 H.-H. (Osramlampe). Substrat: HCl 0,05 mol. und destilliertes Wasser					
Beginn 5. III. 14	destilliertes Wasser			HCl		
	a	b	%	a	b	%
7. III. 14	24	17	20,5	14	6	10
8. III. 14	52	58	55	45	34	39,5
9. III. 14	70	68	69	55	54	54,5
11. III. 14	88	87	87,5	70	75	72,5
12. III. 14	100	91	96,5	75	81	78

der Säurewirkung stattfindet, sondern daß im Gegenteil eine Beeinträchtigung der Lichtwirkung durch die Säure erfolgt. Diese tritt allerdings bei den im Dunkeln optimal wirkenden Säurekonzentrationen nicht sehr stark in Erscheinung, dagegen bei höheren Konzentrationen, wie sich aus anderen Versuchen, sowohl an Epilobiumsamen als an Lythrumsamen feststellen ließ. Diese Wirkung läßt auch die für *Epilobium angustifolium* schon angeführte Tabelle 38 erkennen (S. 833).

Morphologische Verhältnisse.

Zum Verständnis des Folgenden muß kurz auf die durch die Säure hervorgerufenen gestaltlichen Veränderungen an den Keimlingen eingegangen werden, doch nur insoweit, als diese sich durch das bloße Auge erkennen ließen. Die aus der Schale austretenden Keimlinge hatten nämlich je nach der zu dem Versuch angewandten Konzentration ganz verschiedenes Aussehen. War die Konzentration nicht zu stark, so war zunächst kein Unterschied zwischen den Keimlingen zu erkennen, die auf Säure und auf destilliertem Wasser sich befunden hatten; doch machte sich nach einigen Tagen ein Unterschied dadurch bemerkbar, daß die Keimlinge, die auf Säure lagen, ihr Wachstum verlangsamten und schließlich einstellten. Bei stärkerer Konzentration wurde die Schale zwar ebenfalls noch gesprengt, das Würzelchen trat noch sichtbar heraus, blieb aber dann schon auf diesem Entwicklungspunkt stehen. Wurde die Konzentration noch stärker genommen, so fand auch keine Spre-

gung der Samenschale durch das Würzelchen mehr statt. Doch wurde auch bei einzelnen Samen, wie *Verbascum* und *Scrophularia*, bemerkt, daß trotz Überschreitung der optimalen Konzentration noch ein Austritt des Keimlings aus der Samenschale erfolgte; doch erschienen die Keimlinge sehr bald geschädigt, indem sich von der Wurzelspitze an eine Braunfärbung und allmähliche Zerstörung bemerkbar machte. Wurden die Samen wie in Versuch 41 auf destilliertes Wasser umgelegt, so wuchsen die Keimlinge vollständig normal weiter. Diesem Verhalten nach muß man eine zweifache Wirkung der Säure annehmen. Sie wirkt einerseits fördernd auf den Keimprozeß durch Beschleunigung desselben und andererseits (bei diesen Konzentrationen) schädigend auf das Wachstum des Keimlings; bei zu starker Konzentration macht sich diese letztere Wirkung so früh geltend, daß das Wachstum sofort oder bald nach seinem Beginn sistiert wird, so daß ein Austritt des Keimlings aus der Samenschale nicht mehr erfolgt.

Allgemeines über die Wirkung der Säuren.

Wenn man nach einer Erklärung der eben festgestellten Wirkung der Säuren bei der Keimung sucht, so steht man wiederum zunächst vor der Frage: Wirkt die Säure auf die Schale oder auf das Sameninnere? Crocker nimmt an, daß die bei der Keimung von anderen Samen festgestellte Wirkung von Säuren darauf zurückzuführen sei, daß die Samenschale derart von den Säuren verändert würde, daß sie für Wasser und Sauerstoff durchlässiger wird. Anders erklärt A. Fischer die von ihm aufgefundene Wirkung der Säuren bei der Keimung von Wasserpflanzensamen. Er lehnt die Annahme ab, daß es sich dabei um eine Wirkung der Säuren auf die Schale handle. Er schreibt darüber: »Die Samenhüllen sind ursprünglich schon für Wasser durchlässig und werden es nicht erst durch Behandlung mit Lösungen, denn die schwachen, bei der Keimung wirksamen Lösungen können den resistenten Membranen kaum etwas anhaben.« Auch die Untersuchungen Beckers geben einige Anhaltspunkte. Er fand, daß die ungleich verlaufende Keimung verschiedenartiger Früchte und Samen bei derselben Spezies im

wesentlichen auf die Schale zurückzuführen ist; Versuche aber, diese Unterschiede durch Chemikalien auszugleichen, wobei auch Säuren und Knopsche Nährlösung zur Verwendung kamen, schlugen fehl; es wurde entweder eine Begünstigung oder eine Beeinträchtigung durch die Chemikalien festgestellt, aber dann immer in gleicher Weise bei den verschiedensterlei Samen bzw. Früchten. Demnach liegt hier keine Wirkung der Chemikalien auf die Schale, sondern auf das Sameninnere vor.

Wenn ich die Wirkung der Säure bei den von mir untersuchten Samen in Betracht ziehe, so verweise ich zunächst auf die bei der Besprechung der Lichtintensität angeführten Gründe. Von einer Beeinflussung der Quellung durch die Säure kann nicht die Rede sein, denn diese verläuft im Dunkeln, wie wir gesehen haben, auch ohne Säure sehr rasch. Es könnte nur wieder in Betracht gezogen werden, daß die Säure die Samenschale verändert, durch welche Veränderung dann die Keimung erfolgen würde. Doch ist nicht einzusehen, warum eine solche Veränderung an ganz bestimmte Säurekonzentrationen gebunden sein soll und in so starker Abhängigkeit von der Temperatur vor sich gehen soll. Daß aber die Säure wirklich in das Sameninnere eindringt, habe ich, ähnlich wie das Eindringen von Wasser mittels Kobaltpapier, festgestellt, indem ich das Sameninnere auf Lackmuspapier auspreßte und dabei einen roten Fleck erhielt, wenn die Samen einige Zeit in saurem Substrat sich befunden hatten. Sehen wir demnach — und auch auf Grund der oben über das Licht mitgeteilten Tatsachen — von der Annahme ab, daß die Säure auf die Samenschale wirkt, und betrachten wir die Wirkung der Säure, wie sie sich auf das Sameninnere äußern kann.

Über die Mitwirkung von schwachen Säuren bei der Samenkeimung überhaupt ist sehr wenig bekannt. Beim Durchsehen von Pfeffers Physiologie und Czapeks Biochemie findet man beinahe nur Arbeiten angegeben, die sich mit der Beeinflussung des Wachstums der Keimlinge durch verschiedene Chemikalien beschäftigen, während über Arbeiten, die die Beeinflussung des Keimungsvorganges behandeln, kaum etwas zu finden ist. Es muß aber unbedingt zwischen solchen Untersuchungen, die sich mit dem Wachstum der Keimlinge beschäftigen, und solchen,

die über die Auslösung der Keimung handeln, streng geschieden werden.

Erst in neuester Zeit erschienen einige Arbeiten, die sich mit dem Einfluß schwacher Säuren auf dem Keimprozeß beschäftigen, so die schon früher angeführte Arbeit von A. Fischer (1907) ber die Keimung von Wasserpflanzensamen, und von M. Promsy (1913) ber die Keimung von zahlreichen Kultursamen, besonders solchen, die von sauren fleischigen Früchten stammen. A. Fischer nimmt zur Erklärung seiner Untersuchungen die für Reizerscheinungen charakteristischen Auslsungsprozesse an, wenn er sagt, daß die Ionen der Lösung (Säuren und Laugen) auf das ruhende Plasma keimfrdernd wirken; er denkt sich das so, daß das ruhende Plasma, das man als nicht ionisiert ansehen könnte, durch Ionisierung erweckt wird und der nunmehr mobilisierte Embryo auf eigene Kraft die Keimung beginnt. Eine andere Erklärung der Surewirkung findet sich bei Promsy. Sie schreibt auf Grund ihrer Untersuchungen, daß zahlreiche Samen durch Anwesenheit von Surelsungen (org. wie anorg.) im Keimbett begünstigt werden: »Man weiß nach Neumeister, daß gewisse Samen beim Keimen ein Pepsinferment produzieren, das wie bei den Tieren Eiweißstoffe nur in saurer Lösung zersetzt (Kürbis, Mohn, Mais und vielleicht Getreide); nach andern Autoren enthalten dagegen Lupinussamen ein Trypsinferment, das besser in alkalischer Lösung wirksam ist. Nun wird nach unseren (M. Promsys) Erfahrungen die Keimung der Gurken-, Mais- und Getreidesamen durch Säure begünstigt, während die der Lupinen durch dieselben Substanzen gehemmt wird. Uns scheint, daß hier mehr als bloß eine zufällige Übereinstimmung vorliegt, und daß der Einfluß der Säure sich ändert, je nachdem sie im Samen eine für die fermentative Wirksamkeit günstige oder ungünstige Reaktion ausübt.« Danach nimmt Promsy eine rein chemische Wirkung der Säure bei der Keimung an (vgl. dazu auch Borowikow).

Nehmen wir zunächst an, es handle sich um einen Reiz, so müßte man an einen Wachstumsreiz denken. Abgesehen davon, daß das Licht auf das Wachstum nicht fördernd, sondern hemmend wirkt, wurde durch Nabokich (1910) gezeigt, daß Keim-

linge von *Helianthus* durch Säurekonzentrationen von über 0,001 normal getötet werden, bei niedrigeren Konzentrationen wirken die Säuren stimulierend; doch üben diese Wirkung nicht die Wasserstoffionen, sondern der Säurerest aus. Konzentrationen aber, wie ich sie für meine Samen als optimal für die Keimung gefunden habe, sind tödlich, so z. B. 0,05 bis 0,005 normal H_2SO_4 -Lösungen schon bei 19stündiger Einwirkung. Das Wasserstoffion wirkt nach den Untersuchungen von Nabokich auf die Keimlinge unbedingt schädlich; dies haben, wie oben ausgeführt, ja auch meine Untersuchungen ergeben. An einen Wachstumsreiz läßt sich also nicht denken; dann ist es aber nicht leicht möglich, überhaupt einen Reiz anzunehmen, denn dann müßte man annehmen, daß eine und dieselbe Konzentration zuerst begünstigend und dann schädigend auf das selbe Plasma wirkte.

Es erscheint mir deshalb besser, die Säure nicht als ein die Keimung im Dunkeln durch Wirkung auf das Plasma auslösendes Agens zu betrachten, sondern anzunehmen, daß sie rein chemische Wirkungen ausübt, indem sie bei einer schon durch die Temperatur ausgelösten chemischen Reaktion katalytisch wirksam ist. Hierfür sprechen im Zusammenhang folgende Tatsachen:

1. Die Keimung verläuft auch ohne die Anwesenheit der Säuren bei einer mittleren Temperatur, wenn auch sehr langsam.

2. Eine Erhöhung der Temperatur hat wie bei andern endothermen chemischen Reaktionen eine raschere Keimung auch im Dunkeln ohne Einfluß von Licht oder Säure zur Folge.

3. Durch den Einfluß der Säure wird die bei mittlerer Temperatur vor sich gehende langsame Keimung sehr stark beschleunigt. Ist die Temperatur niedriger, so daß im Dunkeln überhaupt keine Keimung auftritt, bei *Lythrum salicaria* z. B. schon bei 23° , so bringt auch die Säure keine merkliche Beschleunigung hervor, obwohl dabei Quellung erfolgt und diese Temperatur nicht so niedrig ist, daß eine Wirkung auf das Plasma unmöglich wäre. Daraus ist zu schließen, daß die bei dem Keimprozeß sich abspielenden Reaktionen bei solchen Temperaturen noch zu langsam verlaufen oder gar nicht verlaufen, als daß sich eine beschleunigende Wirkung der Säure geltend machen könnte. Anders liegt dies beim Einfluß des

Lichtes. Dieses vermag auch schon hier eine, wenn auch noch schwache Wirkung auszulösen, vielleicht infolge seiner größeren Energiezufuhr.

4. Die Säuren wirken wie bei anderen chemischen Prozessen, welche durch sie katalytisch beeinflußt werden, so, daß die Beschleunigung proportional der Konzentrationen der Wasserstoffionen erfolgt.

5. Die Wirkung der Säure ist nicht »explosiv«, sondern es ruft erst eine längere Einwirkungsdauer erhebliche Reaktion hervor. Erst nach 48stundiger Einwirkung erzielt man die volle Wirkung. Wie bei anderen katalytischen Reaktionen liegt hier eine Nachwirkung nach Entfernung des Katalysators vor (Wirken Säure und Licht zusammen, so wird bei mittleren Lichtintensitäten und optimalen Säurekonzentrationen die Wirkung der Säure von der Lichtwirkung überdeckt. Stärkere Konzentrationen machen sich hierbei, wie auch im Dunkeln, durch ihre sekundäre, das Wachstum hemmende Wirkung geltend.)

Die Wirkung anderer Stoffe bei der Keimung.

Enzyme.

In einer früheren Abhandlung habe ich gemeinsam mit Lehmann darauf hingewiesen, daß durch proteolytische Enzyme im Dunkeln eine Keimung zu erzielen ist und daß dabei offenbar katalytische Wirkungen derselben mitspielen. Schon damals wurde angeführt, daß die Förderung durch Enzyme oft sehr unregelmäßig in die Erscheinung trat. Im Verlaufe der seitherigen Untersuchungen habe ich daraufhin noch eine große Anzahl von Versuchen über den Einfluß von Enzymen bei der Keimung »lichtempfindlicher« Samen angestellt. Ich habe dabei ganz ähnliche Ergebnisse wie früher mit häufig sehr starker Förderung erhalten, immer aber ziemlich erhebliche Unregelmäßigkeiten gefunden. Ich möchte deshalb vorläufig noch darauf verzichten, diese Ergebnisse mitzuteilen, und habe deshalb auch bei den vorhergehenden Erörterungen die Annahme einer katalytischen Wirkung des Lichtes ohne Berücksichtigung der Enzyme zu stützen gesucht.

Laugen und Salze.

Im Anschluß an A. Fischers Funde, daß den OH-Ionen bei der Keimung von Wasserpflanzensamen eine ähnliche Wirkung zukommt wie den H-Ionen, habe ich an Lichtkeimern einige Versuche mit Laugen angestellt. Doch machen diese Untersuchungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ich untersuchte *Epilobium hirsutum* unter dem Einfluß von: NaOH von folgenden Konzentrationen: 0,4; 0,1; 0,05; 0,005; mol. bei 22°. Hierbei habe ich nie eine Keimung erzielt (innerhalb 14 Tagen); ferner NaOH von: 0,4; 0,2; 0,05; 0,02 mol. bei 30°; auch hier erschienen innerhalb 14 Tagen höchstens 1 bis 2%. Auch auf KOH (0,2 mol.) Ca(OH)₂, NH₄(OH) erfolgte innerhalb 10 Tagen bei 22° keine Keimung. Eine Begünstigung der Keimung durch Laugen konnte also nicht festgestellt werden, dagegen eine starke Hemmung; denn bei 30° müßte normalerweise die Keimung rasch (in 3 bis 4 Tagen) vor sich gegangen sein. Man könnte danach entweder eine Giftwirkung der Laugen auf das Plasma annehmen oder aber ließe sich diese Wirkung chemisch derart erklären, daß auch die Laugen katalytisch wirken. Bei einer solchen Reaktion aber könnten bei der Katalyse durch Laugen andere Reaktionsprodukte entstehen als bei der Katalyse durch Säuren, welche für die Keimung ungünstig oder wertlos sind (siehe hierzu die Esterkatalyse durch OH- und H-Ionen bei Höber).

Ohne Wirkung bei der Keimung von *Epilobium hirsutum* Samen wurden auch folgende Salze befunden: KCl (0,2 mol.); KNO₃ (0,1); K₂CO₃ (0,1); KBr (0,2); KJ (0,2); Na₂PO₄ (0,02 und 0,1); FeCl₃ (0,1); 0,2; 0,06; 0,02; 0,01;) MnSO₄, 0,2; 0,06; 0,02; 0,01) MnCl₂ (0,1). Weiter ausgedehnt wurden diese Versuche nicht. Indessen bestätigen sie nochmals, daß bei Säuren nicht der Säurerest, sondern das H-Ion wirksam ist, sonst müßte auch auf Salzen mit demselben Säurerest eine Wirkung sich gezeigt haben.

Nachdem die Wirkung der Säure als katalytisch aufgefaßt wurde, ist nur ein Schritt dazu, auch die Wirkung des Lichtes bei der Keimung als reaktionsbeschleunigend anzusehen; demnach ist folgende Erklärung der bei der Lichtkeimung festgestellten Tatsachen sehr wahrscheinlich: Die Keimung der Samen

ist eine chemische Reaktion, bei der Reservestoffe eine Umlagerung erfahren und zwar, wie Zaleski annimmt, die durch Enzyme ausgelöste reversible Reaktion der Reifung der Samen. Diese Reaktion geht bei den durch das Licht begünstigten Samen von einer gewissen Temperatur ab im Dunkeln sehr langsam vor sich. Licht und Säure beschleunigen dieselbe. Bei höherer Temperatur wird schon durch diese selbst eine derartige Erhöhung der Keimungsgeschwindigkeit erzielt, daß der Einfluß des Lichtes sich nur noch untergeordnet bemerkbar macht. Bei höheren Temperaturen genügt also schon eine ganz geringe Lichtintensität, um diese Reaktion katalytisch zu beschleunigen. Was den Sauerstoff anlangt, so braucht dessen Einfluß danach nicht notwendig auch als katalytisch angenommen zu werden, denn es ist möglich, daß er in die betr. Reaktionen als Teilnehmer eingeht.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Im Zusammenhang lassen sich die in den vorhergehenden Untersuchungen behandelten Fragen folgendermaßen beantworten:

Ähnlich, wie dies von früheren Autoren festgestellt worden war, ergab sich für eine Reihe von Samen, daß die Lichtkeimung sehr stark von der Temperatur abhängig ist.

Unter sonst gleichen äußeren Bedingungen verlief die Keimung je nach der Stärke der Beleuchtung verschieden. Es machte sich hierbei ein Unterschied nicht nur zwischen verschiedenen Samenarten geltend, sondern auch Samen derselben Art verhielten sich der Lichtintensität gegenüber (ähnlich wie auch gegenüber der Temperatur) verschieden, wenn sie sich nach Alter oder Herkunft unterschieden. Untersuchungen an Samen gleichen Alters und gleicher Herkunft ergaben, daß die Wirkung der Lichtintensität stark an die angewandten Temperaturen gebunden ist; im allgemeinen zeigte sich, daß bei niedrigeren Temperaturen stärkere Belichtung nötig war als bei höheren Temperaturen; bei Temperaturen, die schon in der Nähe der Grenze lagen, oberhalb welcher bereits Keimung im Dunkeln erfolgte, genügten schon sehr schwache Beleuchtungs-

stärken, um die Keimung erheblich zu beeinflussen. Die niedrigste noch wirksame Beleuchtungsstärke lag für eine Samensorte von *Epilobium hirsutum* bei 20° zwischen 3 und 0,5 H.-K.; bei 25° dagegen war mit $\frac{1}{400}$ H.-K. die untere Grenze der Beleuchtungsstärke noch nicht erreicht. Es zeigte sich also, daß noch außerordentlich niedere Beleuchtungsintensitäten die Keimung erheblich beeinflussten.

Auch die Beleuchtungsdauer ist abhängig von der Temperatur, außerdem sehr stark von der Beleuchtungsstärke. Je höher die Temperatur und je stärker die Beleuchtung war, desto kürzer mußten die Samen belichtet werden. Im allgemeinen wurde bei 48stündiger Beleuchtung durch mittlere Intensitäten (70 H.-K.) der volle Erfolg erzielt. Auch wenn die Samen vorher im Dunkeln gequollen worden waren, äußerte sich die Lichtwirkung nicht momentan; auch dann war noch für die meisten Samen eine Dauer der Belichtung von 20 bis 48 Stunden nötig, um eine entsprechende Keimung zu erzielen. Auf die Quellung der Samen von *Epilobium hirsutum* wirkte das Licht nicht ein; ebenso ist nach meinen Untersuchungen die Annahme sehr unwahrscheinlich, daß das Licht die Samenschale derart beeinflusste, daß dadurch die Keimung ausgelöst wurde. Das Licht wirkt vielmehr auf das Sameninnere. Parallelen mit bekannten Lichtreizerscheinungen ließen sich schwer finden; das Verhalten der Samen bei der Keimung läßt sich besser erklären, wenn man die Lichtwirkung katalytisch auffaßt.

Stark beeinflusst wurde die Keimung vieler »lichtempfindlicher« Samen durch schwache Säuren. Sie konnten alle, soweit sie untersucht wurden und soweit sie auch durch entsprechende Temperaturerhöhung im Dunkeln keimten, bei solchen Temperaturen durch Säureeinfluß zur Keimung gebracht werden, bei denen sie ohne diesen Einfluß nicht keimten. Dies wurde festgestellt für Samen von *Epilobium hirsutum*, *Epilobium roseum*, *Epilobium paviflorum*, *Lythrum Salicaria*, *Srophularia nodosa*, *Verbascum thapsiforme*, *Digitalis purpurea*, *Oenothera biennis*. Dabei war die Wirkung der Säure an bestimmte optimale Konzentrationen gebunden, die je nach Samenart und Temperatur verschieden waren. Stärkere Konzentrationen hatten Schädigung der Keimlinge zur Folge. Ab-

gesehen von den Einflüssen der Quellung und sekundären Schädigungen verlief die Keimung etwa proportional der Säurekonzentration, und die Wirkung verschiedener Säuren nahm entsprechend ihrer »Stärke« ab, so daß HCl und HNO₃ am besten wirkten. Demnach wirkten die Säuren entsprechend der Konzentration ihrer Wasserstoffionen. Die Säurewirkung steht in engem Zusammenhang mit der Lichtwirkung; denn Samen, wie *Epilobium montanum* und *Epilobium adnatum*, die den andern verwandtschaftlich sehr nahe stehen, aber bei entsprechenden Temperaturen vom Licht nicht beeinflußt werden, wurden durch die gleichen Säurekonzentrationen geschädigt, durch welche die andern *Epilobium*-Samen begünstigt wurden.

Ebensowenig wie das Licht wirkte die Säure momentan; bei mittleren Konzentrationen war eine Wirkungsdauer von annähernd 48 Stunden nötig, um den vollen Erfolg der ständigen Einwirkung auszulösen. Da die Säure auf zweierlei Weise wirkt, die Keimung günstig, das Wachstum der Keimlinge ungünstig beeinflußt, so ist ein Wachstumsreiz durch die Säure bei der Lichtkeimung nicht anzunehmen. Die Säure ist daher nicht als ein die Keimung im Dunkeln durch Wirkung auf das Plasma auslösendes Agens zu betrachten, sondern besser als Katalysator bei einer durch die Temperatur und andere Einflüsse ausgelösten Reaktion. Dadurch findet auch die Annahme, daß das Licht katalytisch wirkt, eine Stütze.

Literatur.

1. Baar, H., Über den Einfluß des Lichtes auf die Samenkeimung und seine Abhängigkeit von anderen Faktoren. Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 1912. **121.**
2. Becker, H., Über die Keimung verschiedenartiger Früchte und Samen bei derselben Spezies. Beih. bot. Centralbl. 1912.
3. Cieslar, Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen. Forsch. auf dem Geb. d. Agrikulturphys. 1883. **6.**
4. Clark, O. L., Über negativen Phototropismus bei *Avena sativa*. Zeitschr. f. Bot. 1913. **5.**
5. Crocker, W., Role of Seed Coats in Delayed Germination. Bot. Gaz. 1906. **42.**
6. —, Germination of Seeds of Water Plants. Ebenda. 1907. **44.**
7. Czapek, Biochemie der Pflanzen. 1913.

8. Dorph-Petersen, Aarsberetning fa Dansk Froekontrol 1904—1910.
9. Figdor, W., Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen einiger Gesneriaceen. D. B. G. 1907.
10. Fischer, A., Wasserstoff- und Hydroxylionen als Keimungsreize. Ebenda. 1907.
11. Gaßner, G., Über die Keimungsbedingungen einiger südamerikanischer Gramineensamen. I. Ebenda. 1910.
12. —, Dasselbe. II. Ebenda. 1910.
13. —, Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit *Chloris ciliata*. Ebenda. 1910. 29.
14. —, Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes und des Temperaturwechsels auf die Keimung von *Chloris ciliata*. Jahrb. d. Hamb. Wissensch. Anst. 1911. Beih. 3.
15. Gümbel, H., Untersuchungen über die Keimungsverhältnisse verschiedener Unkräuter. Landw. Jahrb. 1913.
16. Haack, Die Prüfung des Kiefersamens. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen. 1912.
17. Heinricher, E., Ein Fall beschleunigender Wirkung des Lichtes auf die Samenkeimung. D. B. G. 1899. 17.
18. —, Notwendigkeit des Lichtes und befördernde Wirkung desselben auf die Samenkeimung. Beih. bot. Centralbl. 1912.
19. —, Die Beeinflussung der Samenkeimung durch das Licht. Wiesnerfestschrift 1908.
20. —, Die Samenkeimung und das Licht. D. B. G. 1908.
21. —, Samenreife und Samenruhe der Mistel (*Wiscum album*) und die Umstände, welche die Keimung beeinflussen. Sitzgsber. Ak. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 1912.
22. Höber, Chemie der Zelle. 1911.
23. Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1913.
24. Kinzel, W., Über den Einfluß des Lichts auf die Keimung »lichtharter« Samen D. B. G. 1907. 25.
25. —, Die Wirkung des Lichtes auf die Keimung. Ebenda. 1908. 26.
26. —, Lichtkeimung, ergänzende Bemerkung zu 1907 und 1908. Ebenda. 1908. 26.
27. —, Lichtkeimung, Erläuterungen und Ergänzungen. Ebenda. 1909. 27.
28. —, Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. 1913.
29. Laage, Bedingungen der Keimung von Farn- und Moossporen. Beih. bot. Centralbl. 1906.
30. Laschke, Einige vergleichende Untersuchungen über den Einfluß des Keimbettes, sowie des Lichtes auf die Keimung verschiedener Sämereien. Landw. Versuchsstat. 1907.
31. Lehmann, E., Neuere Untersuchungen über Lichtkeimung. Zeitschr. f. Bot. 1909.
32. —, Zur Keimungsphysiologie und -Biologie von *Ranunculus sceleratus* und einiger anderer Samen. D. B. G. 1909.
33. —, Neuere Untersuchungen über Lichtkeimung (Sammelreferat). Jahresber. d. Vereinigg. f. angew. Bot. 1911.
34. —, Temperatur und Temperaturwechsel in ihrer Wirkung auf die Keimung lichtempfindlicher Samen. Ber. d. d. bot. Ges. 1911.
35. —, Über die Beeinflussung der Keimung lichtempfindlicher Samen durch die Temperatur. Zeitschr. f. Bot. 1912.

36. —, Über katalytische Lichtwirkung bei der Samenkeimung. Biochem. Zeitschr. 1913. **50**.
37. —, und Ottenwälder, A., Über katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Ebenda. 1913.
38. Liebenthal, E., Praktische Photometrie. Braunschweig. 1907.
39. Linsbaur, L., Über photochemische Induktion bei der Anthocyanbildung. Wiesnerfestschrift. Wien. 1908.
40. Lubimenko, W., Influence de la lumière sur la germination des graines. Rev. gén. bot. 1911. **23**.
41. Munerati, O., und Zapparoli, T. V., L'influenza dell' alternanza dell' umidità e della siccita Malpighia. 1912.
42. Nabokich, Über die Wachstumsreize. Beih. bot. Centralbl. 1910. **26**.
43. Neuberg, C., Chemische Umwandlungen durch Strahlenarten. Biochem. Zeitschr. 1908. **13**. 1910. **27**. 1910. **29**. 1912. **39**.
44. —, Beziehungen des Lebens zum Licht. Berlin. 1913.
45. Nobbe, Handbuch der Samenkunde. 1876.
46. —, Fr., Übt das Licht einen vorteilhaften Einfluß auf die Keimung der Grassamen aus? Landw. Versuchsstat. 1882. **5**. 1883. **27**.
47. Oppenheimer, Fermente. 1909. **2**.
48. Palladin, W., Pflanzenphysiologie. Berlin. 1911.
49. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 1904.
50. Plate, F., Ricerche sui fenomeni d'imbibizione dei semi di »Avena sativa«. Rendiconti R. Ac. Lincei. Roma. 1913. **22**, Serie 5 a 20. sem. 3 p.
51. Pringsheim, E. G., Die Reizbewegungen der Pflanzen. Berlin. 1912.
52. Promsy, Du Role des Acides dans la germination. 1913.
53. Raciborski, Extrait du Bulletin de l'institut botanique de Buitenzorg. 1900. **6**.
54. Richter, O., Sitzungsber. Wien Akad. I. 1906.
55. Sachs, Über die Keimung des Samens von Allium Cepa. Bot. Zeitg. 1863. **8** und **9**.
56. —, Zur Keimungsgeschichte der Gräser. Ebenda. 1862.
57. —, Die Pflanzen und das Auge als verschiedene Reagentien für das Licht. Arbeiten d. bot. Inst. in Würzburg. 1874. **2**, Heft VII. S. 276.
58. —, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1887.
59. Sattler, E., Beiträge zur Lebensgeschichte der Tomatenpflanze. Diss. Tübingen. 1912.
60. Shull, Ch., The oxygen minimum and the germination of Xanthium seeds. Bot. Gaz. 1911.
61. —, Semipermeability of Seed coats. Ebenda. 1913.
62. Wassiljeff, N., Die Umwandlung der stickstoffhaltigen Stoffe in reifenden Leguminosensamen. Journ. f. experiment. Landwirtschaft. (Russisch.)
63. —, Eiweibildung in reifenden Samen. Ber. d. d. bot. Ges. 1908. **26a**.
64. Zaleski, Zur Kenntnis der Stoffwechselprozesse im reifenden Samen. Beih. bot. Centralbl. 1911. **27**. I.



Besprechungen.

Nufsbaum, M., Karsten, G., und Weber, M., Lehrbuch der Biologie für Hochschulen.

W. Engelmann, 2. Aufl., Leipzig. 1914.

Bei der früheren Besprechung des vorliegenden Buches wurde auf eine Anzahl Lehrbücher zwar nicht derselben, aber immerhin ähnlicher Tendenz hingewiesen, die zu ungefähr gleicher Zeit erschienen. Wenn ein Lehrbuch beim Vorhandensein einer Anzahl anderer neuerer Bücher in etwa zwei Jahren eine neue Auflage erlebt, muß es brauchbar sein, und das stimmt mit dem damals abgegebenen Urteil (diese Zeitschr. 1912. 4, 427). Daß die innerhalb dieses Zeitraums nötig gewordenen Veränderungen keine besonders erheblichen sein werden, liegt auf der Hand; auch die Anordnung des Stoffes und die Art der Behandlung sind dieselben geblieben. Zusätze, Ergänzungen und Änderungen des Textes sind von den Verff. angebracht worden, wo es das Fortschreiten der Kenntnisse erforderte. Es betrifft dies alle drei Abschnitte, wobei der botanische Teil einige Änderungen in der Kapiteleinteilung und besonders in der Ausstattung mit Abbildungen erfahren hat, so daß deren Zahl ungefähr auf das Doppelte stieg, was im Interesse der Anschaulichkeit der Darstellung dieses Abschnittes sehr zu begrüßen ist. Der Umfang des ganzen Buches ist immerhin von 529 auf 598 Seiten gestiegen. Bezüglich seines Inhalts und dessen Beurteilung sei auf die frühere Besprechung verwiesen; wie damals kann das Buch auch jetzt empfohlen werden.

Korschelt.

1. **Mez, C., und Gohlke, K.,** Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaften der Angiospermen.

Beitr. z. Biol. d. Pflanz. 1913. 12, 155—180.

2. **Gohlke, K.,** Die Brauchbarkeit der Serumdiagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreich.

Grub, Stuttgart-Berlin. 1913. 190 S.

Zeitschrift für Botanik. VI.

3. Lange, Leo, Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales.

Diss. Königsberg. 1914. 128 S.

Im Königsberger botanischen Institut haben Mez und seine Schüler eine Sammelforschung über die Verwandtschaft der höheren Pflanzen auf Grund serodiagnostischer Methoden begonnen.

Da die bei der Immunisierung gegen Eiweißstoffe im Tierkörper sich abspielenden Vorgänge ihrem inneren Wesen nach ziemlich unbekannt sind, die Reaktionen zwischen Immuserum und Eiweißkörper daher auch auf reiner Empirie beruhen, hängt die Zuverlässigkeit serodiagnostischer Beobachtungen durchaus von der kritischen Bewertung der Methoden ab¹⁾. Die Verff. fanden die vom Ref. zum gleichen Zwecke 1906 gebrauchte Präzipitinreaktion am zuverlässigsten. Sie wird auch als ausschlaggebend neben der hauptsächlich von ihnen benutzten, von Barkine 1910 bekannt gegebenen Verdeutlichung der Präzipitinreaktion durch Konglutine gebraucht, die von Sauli 1911 zuerst für pflanzliches Eiweiß benutzt wurde. Da bei dieser Methode (Konglutinationsmethode) Präzipitationen noch hervortreten, die mit bloßem Auge sonst nicht mehr wahrnehmbar sind, erscheint sie geeignet, auch fernere verwandtschaftliche Beziehungen aufzudecken. — Unleugbar wächst damit aber auch beträchtlich die Stärke der Fehlerquellen, welche der Verwandtschaftsreaktion pflanzlichen Eiweiß anhaften. Während auf zoologischem Gebiet z. B. in der Blutflüssigkeit der Tiere ein mehr oder weniger gleichmäßiges Ausgangsmaterial vorliegt, bietet jeder Pflanzen- resp. Samenextrakt, der zur Immunisierung und Reaktionsanstellung dient, neue Unterschiede in seinem chemischen und physikalischen Verhalten. So kann insbesondere der wichtige Gehalt an löslichem Eiweiß um mehr als das hundertfache von einem anderen verschieden sein. Dennoch unterlassen es die Verff., obgleich sie »bei ihren Untersuchungen hauptsächlich nach der Vorschrift ihrer Vorgänger gearbeitet haben und weniger Gewicht darauf legten, Extraktflüssigkeiten von gleichem Eiweißgehalt zu haben«, die Werte der Schätzung des Eiweißgehaltes nach Eßbach anzugeben. Eine einwandfreie Beurteilung

¹⁾ In (2) findet sich ein ausführliches Literaturverzeichnis über pflanzliche Serodiagnostik, dem folgende wichtige Arbeiten zuzufügen wären:

Relander, Studien über Verwendbarkeit der Präzipitinreaktion in der Samenprüfung. Helsingfors. 1911. Abh. d. agrikulturwissenschaftl. Ges. in Finnland. Heft 1. 85 S. Wells and Osborne, The biological reactions of the vegetable proteins. Journ. of Infect. Dis. 1911. 8, 66—124. Dieselben, Is the specificity of the anaphylaxis reaction dependent on the chemical constitution of the proteins or on their biological relations? Ebenda. 1913. 12, 341—358.

ihrer Versuchsergebnisse wird hierdurch vielfach fast unmöglich gemacht. Ob sich übrigens ihre Hoffnung erfüllen wird, mit der altbekannten Methode der Konzentration von Eiweißlösungen im Vakuum unter Erwärmung ohne weiteres vergleichbare Extrakte herzustellen, erscheint zweifelhaft, da die Löslichkeit und Ausfällbarkeit der Eiweißstoffe der einzelnen Pflanzen sehr verschieden ist¹⁾.

Bei Behandlung mit pflanzlichem Eiweiß schwankt bekanntlich die Reaktionsweite des Serums in weiten Grenzen und hängt besonders von der Intensität der Vorbehandlung ab. Leider fehlt auch hierfür in den Protokollen von (2) jede spezielle Angabe. Inwieweit schon diese Fehlerquellen genügen, in der Deutung der Beobachtungen sehr vorsichtig zu sein, mag vorerst an einigen Beispielen an der Hand von Gohlkes Versuchsprotokollen gezeigt werden.

Völlig einwandfrei dürfte der Nachweis geführt sein, daß sich die nähere Verwandtschaft, die Familienzugehörigkeit einer Pflanzenspecies, stets durch die Serumdiagnostik feststellen läßt, wie dies der Ref. auch für die Gramineen gezeigt hatte. Es wurde keine Pflanze aufgefunden, die, zu der Familie des Immunisierungsmaterials gehörig, nicht mit dem Immunserum eine scharfe Reaktion gegeben hätte, nämlich bei den Umbelliferen, Cruziferen, Papaveraceen, Compositen, Cucurbitaceen, Rosaceen, Leguminosen, Labiaten, Juglandaceen, Cannabaceen und Betulaceen.

Wesentlich schwieriger ist schon die Beantwortung der Frage, ob sich aus dem Ausfall der Reaktion zwischen voraussichtlich nahe verwandten Familien ein sicheres Urteil gewinnen läßt. Da die Verff. zumeist mit äußerst hochwertigen Seren arbeiten, gelingt es ihnen vielfach, bei systematisch wahrscheinlich nahestehenden Familien noch sehr deutliche Reaktionen zu erzielen. Wie z. B. der Araliaceen und Cornaceen zu den Umbelliferen (Umbelliflorae), der Capparideen und Resedaceen zu den Cruciferen, der Lobeliaceen, Campanulaceen, Cucurbitaceen zu den Compositen (Campanulatae Engler usw.). Demgegenüber scheint es aber nicht angängig, wie die Verff. es tun, aus dem Nichteintritt der Reaktion etwa zwischen Cruciferen und Papaveraceen oder Salicaceen und Juglandaceen und Betulaceen Rückschlüsse auf eine fehlende Verwandtschaft zu ziehen. Für *Salix* geben die Verff. selbst an, daß die Extrakte äußerst wenig Eiweiß enthielten. Für *Papaver* läßt sich ein geringer Eiweißgehalt vermuten, da ausschließlich Papaveraceen mit

¹⁾ Es wird verschiedentlich von den Verff. irrtümlicherweise angegeben, der Ref. hätte bei Extrakten aus getrockneten Früchten und Samen eine Verwandtschaftsreaktion nicht feststellen können, während es sich hierbei um getrocknete vegetative Teile handelt. Auch der Ref. hat fast stets mit Extrakten aus trockenen Samen gearbeitet.

dem Papaverimmunserum Reaktion geben, im Gegensatz zu dem Cruciferenserum, das augenscheinlich viel hochwertiger ist, da es mit zahlreichen entfernt stehenden Familien in Reaktion tritt, übrigens auch nach der Konglutinationsmethode mit Papaveraceen. Das läßt sich aber auch aus dem Verhalten der Immunsera gegen den Ausgangsstoff selbst folgern. Während das Cruciferenimmunserum nach 40 Minuten ziemlich starke (†††) Ausflockung zeigt, zeigt das Papaverimmunserum zu dieser Zeit erst schwache (†) Ausflockung.

Noch angreifbarer werden aber die Folgerungen, die aus dem Reaktionsausfall zwischen sicher fernerstehenden Familien gezogen werden, womit zugleich auch die Beweiskraft des positiven Reaktionsausfalls beim gleichen Serum zu nächstehenden Familien sehr gemindert wird. Hier wird dann noch öfter bei dem gleichen Versuchsausfall auf einen positiven, das andere Mal auf einen schwach positiven Ausfall geschlossen. So gelten z. B. die Verwandtschaftsverhältnisse der Gentianeen zu den Cucurbitaceen näher als wie die der Violaceen, obgleich jene überhaupt keine Präzipitinreaktion ergeben, oder es wird sogar die Reaktion mit Reseda als negativ angesehen, obgleich sowohl Konglutination als Präzipitinreaktion positiv ausfallen. — Bei unbefangener Betrachtung solcher Immunsera, wie der von Brassica, Cucurbita, Pirus Salvia, lassen sich aber auch in der Tat aus einer positiven Reaktion kaum noch Schlüsse auf eine Verwandtschaft ziehen, wie etwa aus dem positiven Ausfall der Reaktion auf einen Zusammenhang zwischen den Saxifragaceen zu den Cucurbitaceen (!) Darum wird wohl auch der positive Ausfall der Ranunculaceenreaktion bei den Cruciferen als negativ angesehen; würden doch sonst sämtliche Reaktionen positiv ausfallen, abgesehen von der »Kontrolle« mit Föniculum und Phaseolus. — Es nähern sich diese hochwertigen Sera, wie Nuttall sagt, einer »Säugetierreaktion«, so hier einer »Dicotylenreaktion«. Bei diesen weiten Reaktionen lassen sich einwandfreie Schlüsse auf Blutsverwandtschaft nicht mehr ziehen. Die Eiweißanteile, welche die Reaktion eingehen, sind immer weniger für die Art spezifisch, und es erscheint auch sogar wohl denkbar, daß gleiche Teilkombinationen an verschiedenen Stellen des Pflanzenreichs entstanden sind. In der Tat sind bei solchen weitreichenden Reaktionen auf zoologischem Gebiet zahlreiche Unstimmigkeiten aufgefunden worden. Während z. B. Nuttall aus solchen Reaktionen vermutet hatte, daß die Walfische von Hufentieren abstammen, haben neue geologische Befunde gezeigt, daß sie aus Krallentieren hervorgegangen sind. — Trotz dieser und anderer Bedenken gegen die von Gohlke gezogenen Folgerungen weisen die Protokolle auf einen gewissenhaften Beobachter hin, die den Beobachtungen an und für sich Wert verleihen. —

Demgegenüber fällt bei Lange (3) sehr auf, daß sich bei der Präzipitinreaktion vielfach noch positive Resultate ergeben, wo die Konglutinationsmethode versagt, ja sogar wie zwischen *Aristolochia* und Annonaimmunserum sehr starke Präzipitinreaktion eintritt. Es liegt der Verdacht nahe, daß, wenn die Kontrolle erst nach einem zwölfstündigen Aufenthalte im Brutschrank bei 37° C stattfand, Trübungen bakterieller oder anderer Natur beobachtet wurden, die mit der Reaktion an und für sich nichts zu tun haben. — Aber auch hiervon abgesehen, erscheint es reichlich gewagt, die Verwandtschaft von *Pinus Cembra* und *Alisma Plantago* zu Magnoliaimmunserum als »bewiesen« zu erachten bei negativem Konglutinationsausfall auf Grund der Präzipitinreaktion, die auch alle übrigen geprüften Pflanzen zeigten, abgesehen von *Casuarina*, deren Extrakt besonders eiweißarm, und von *Calla palustris* (Eiweißgehalt?). Demgegenüber wird die dem Verf. unbequeme positive Präzipitationsreaktion zwischen Umbelliferen und *Podophyllum* auf den großen Gehalt der Umbelliferensamen an ätherischen Ölen zurückgeführt, obgleich die Kontrolle mit Normalserum nach Angabe klar blieb und gerade Umbelliferen in (2) hauptsächlich als Kontrolle dienen. — Die Entstehung der Alismaceen aus den Magnoliaceen wird daraus geschlossen, da nur sie und nicht die übrigen Ranalesimmunserum mit ihnen reagieren. Es gibt aber nur *Alisma Plantago* Reaktion (?), nicht *Potamogeton perfoliatus*, und es ist daher gar nicht zu sagen, ob *Butomus umbellatus*, das Probeobjekt, für die meisten anderen Ranales mit *Magnolia* in Reaktion getreten wäre. — Als kleine Probe des theoretisch-systematischen Teils mag angeführt sein, daß der Nichtzusammenhang der Berberideen und Nymphaceen als ein Ergebnis der Untersuchungen diskutiert wird, während nach den Tabellen *Podophyllum* und *Nymphaea* starke positive Reaktion gegeben hatten. —

Sehr weitgehend sind die Folgerungen, welche aus diesen jetzt veröffentlichten und den bisher nicht veröffentlichten Versuchen in (1) gezogen werden. Dazu kommt, daß auch z. B. die Tabellen (2) nicht durchaus die Belege für die in (1) erwähnten Beobachtungen geben. Hier heißt es z. B., daß nachgewiesen wurde, daß alle untersuchten Rosaceen und Ranunculaceen mit *Erythronium* (Lens) Reaktion ergaben, aber nicht eine andere fernerstehende Familie, während dort von Ranunculaceen nur *Thalictrum* mit schwacher Reaktion angeführt wird, außerdem aber auch *Podophyllum* eine fast gleichstarke Konglutinationsreaktion zeigt. — An der gleichen Stelle wird gesagt, daß die Cruciferen mit den Caparideen, Resedaceen und Violaceen reagieren, nicht aber mit den Leguminosen, Rosaceen, Ranunculaceen, obgleich die Ranunculaceen Reaktion ergaben (s. o.), von Leguminosen nur *Phaseolus* angeführt wird, während für

die Rosaceen die hier besonders wichtigen Reaktionen fehlen. — Demgemäß lassen vorläufig die zahlreichen weiteren Angaben über nähere und fernere Verwandtschaft eine wissenschaftliche Verwertung nicht zu. Insbesondere müssen mit aller Skepsis so weitgehende Reaktionen wie die von den Pinaceen zu den Magnoliaceen (s. o.), andererseits zu den Selaginellen aufgenommen werden.

Mit Interesse wird man den folgenden Arbeiten des Königsberger Instituts entgegensehen. Es ist dabei zu wünschen, daß statt der bisherigen gar zu vielerlei verschiedene Familien behandelnden Arbeiten möglichst kleine Verwandtschaftsgruppen, diese aber einer möglichst tiefgehenden Bearbeitung unterzogen werden. — Denn das Ziel eines wirklich natürlichen Systems dürfte nach der Meinung des Ref. nicht sowohl durch möglichst weitgehende, mehr oder weniger unscharfe Reaktionen mit sehr hochwertigen Serien erzielt werden, sondern durch scharfe Reaktion zwischen näher verwandten Familien. Durch zielbewußtes Fortschreiten von einer Familie zur anderen und deren exakte Durcharbeitung wird es viel eher gelingen, zu einwandfreien Resultaten zu kommen. In diesem schwierigen Forschungsgebiet bedeuten zweifelhafte Resultate oder ihre nicht genügend kritische Auswertung nicht nur keinen wissenschaftlichen Fortschritt, sondern eine starke Hemmung. Es hat seinerzeit die sichere Widerlegung früherer unrichtiger Angaben dem Ref. unverhältnismäßig viel Zeit und Mühe gekostet. So wäre auch zu erwägen, ob zweckmäßigerweise solche Aufgaben überhaupt Anfängern anvertraut werden können, die doch erst in die Methode kritisch-wissenschaftlicher Arbeit eingeführt werden sollen. Ein wirklicher Fortschritt auf diesem Forschungsgebiet, ebenso wie für die vielen anderen auf serodiagnostischem Wege behandelbaren Probleme, wie die der Vererbung, der Artbildung usw., wird wohl erst dann zu erwarten sein, wenn genügend erfahrenen Forschern etwa in einem Forschungsinstitut Gelegenheit zu langsam, aber dafür sicher fortschreitenden Untersuchungen geboten wird.

Werner Magnus.

de Vries, Hugo, Gruppenweise Artbildung unter spezieller Berücksichtigung der Gattung *Oenothera*.

Berlin. 1913. 365 S. mit 121 Abbdg. im Texte und 22 farbigen Taf.

In diesem großen, sehr interessanten Werke hat der Verf. die Resultate seiner letzten Untersuchungen über die *Oenotheren* zusammengestellt.

Das Buch enthält ein mächtiges Material von Kreuzungen und Zuchten aus den letzten zehn Jahren, und dem Ref. scheint es ganz

unmöglich, in einem kurzen Referate näher auf den Inhalt der mehr als 350 konzentrierten Seiten einzugehen.

Der erste Abschnitt des Buches gibt eine Übersicht über die Entstehung der Arten durch Mutation. Die darauf folgenden zwei Abschnitte behandeln die reziproken Bastarde und die Zwillingsbastarde. In einem vierten großen Abschnitte kommt die »pangenetische Untersuchung neuer Arten« (Oenothera-Mutanten), und im fünften Abschnitt diskutiert der Verf. die Ursachen des Mutierens.

Vom Standpunkt des Ref. ist es zu bedauern, daß der Verf. nur mit seinen eigenen, z. T. wohl mehr spekulativen Begriffen und Deutungen operiert und auf eine Erklärung seiner Befunde in Übereinstimmung mit der Mendelistischen Arbeitsrichtung noch nicht eingeht. Im Lesen des Buches ist dem Ref. auffallend gewesen, daß einzelne Kreuzungen noch nicht genügend durchgearbeitet scheinen, und daß sich vielleicht Spaltungen noch da finden lassen, wo der Verf. seine konstanten »Typen« aufführt. Besonders wo das Verhalten der Typen zu verfolgen ist, werden die Pflanzen schon im Keimlings- oder Rosettenstadium beobachtet und aufgezählt. Das kann leicht eine Arbeitsmethode herbeiführen, wobei im Material von vielen Kreuzungen die meisten Pflanzen schon als ganz jung des Platzmangels wegen ausgemerzt werden. Ist das doch eine Arbeitsmethode, die leicht zur Täuschung führen kann, besonders, da wir doch wissen, daß die einzelnen Typen nicht streng einheitlich oder isogen sind. Die Arbeiten von Heribert Nilsson haben uns gezeigt, daß auch die Individuen der Oenothera Lamarckiana und ihre Mutanten genetisch sehr kompliziert aufgebaut sind, und daß sich hier mendelnde, z. T. kummulative Faktoren für Wuchs, Farbe usw. finden. Die jetzt von vielen Seiten einsetzenden Untersuchungen werden wohl darüber entscheiden, ob de Vries recht hat, wenn er seine Oenotheren mit Rücksicht auf Mutationen, Kreuzungen, Spaltungen und Konstanz sozusagen in eine eigene Klasse setzt, oder ob die Mendelistische Richtung mit Heribert Nilsson hier das letzte Wort behält.

In jedem Falle muß man de Vries für die Zusammenstellung dieses ungemein großen Materials dankbar sein. Einer, der in der Mendelistischen Richtung arbeitet, wird zwar nicht zufrieden gestellt, aber für alle, die sich mit diesen Fragen beschäftigen, bietet das Werk eine Fülle von Beobachtungen, die neue Fragen auftauchen und neue Versuche hervorgehen lassen.

Hagem.

Tammes, T., Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel.

Rec. trav. bot. Néerlandais. 1914. **11**, 54—69.

Bei den in neuerer Zeit häufiger werdenden Befunden von Spaltungsverhältnissen im Gefolge von Bastardierung, welche mit den Mendelschen Zahlenverhältnissen sich nicht direkt decken, bei denen aber dennoch stillschweigend die Möglichkeit der Zurückführung auf diese Zahlenverhältnisse angenommen wird, ist es besonders willkommen, wenn scheinbare Ausnahmen von der Mendelschen Spaltungsregel in plausibler Weise erklärt werden können. Ähnliche Erklärungen, wie die hier gebrachte, sind ja zwar schon sehr bald nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Regel bei Maiskreuzungen von Correns, später in dem bekannten Falle der nicht lebensfähigen aurea-Form von *Antirrhinum majus* durch Baur gegeben worden; in der hier zu besprechenden Untersuchung liegt aber nach Ansicht des Ref. wieder ein Fall vor, in welchem diese Zurückführung in besonders hübscher — und jedenfalls auch prinzipiell bedeutungsvoller Weise gelungen ist.

Die Verf. hat gefunden, daß bei der Kreuzung von weißen und blauen Leinvarietäten in der F_2 immer zu wenig weiße Individuen auftreten. Die Abweichung beträgt bei 800 weißen und 3106 blauen $\pm 0,181$. Da der mittlere Fehler nur $\pm 0,027$ beträgt, so ist die Abweichung 6,5mal größer, muß also zweifellos anderer als zufälliger Natur sein. Verf. zeigt nun, daß diese Differenz auf zwei Ursachen zurückzuführen ist. Einmal ist die Keimfähigkeit der von weißen Blüten gelieferten Samen eine geringere als diejenige von blauen Samen. Auf die Notwendigkeit der Berücksichtigung der Keimkraft der Samen bei der Beurteilung der Bastardierungsergebnisse hatte jüngst auch Goodspeed hingewiesen (vgl. Sammelref. dieser Zeitschr. 1914. 6, 336). — Verf. zeigt nun sehr überzeugend, daß diese etwas geringere Keimkraft der weißen Samen an dem Defizit der weißen Pflanzen in der F_2 beteiligt ist. Sie zeigt aber zugleich, daß diese geringere Keimkraft nicht der einzige Grund hierfür ist. Es spielt vielmehr die weitere Tatsache noch mit eine ausschlaggebende Rolle, daß die weißblütigen Sorten auch weniger Samen ausbilden als die blaublütigen. Auch dies wird unter Berücksichtigung verschiedener Fehlerquellen überzeugend dargelegt. Es wird schließlich gezeigt, daß dem wirklichen Defizit von 243 weißblühenden Pflanzen nach der Berechnung aus den beiden herabsetzenden Ursachen 231 gegenüberstehen. Diese Zahlenübereinstimmung ist sicher eine genügende.

Den inneren Grund für diese Erscheinung aber findet Verf. darin, daß die Lebensfähigkeit der Gameten weiß mal weiß geringer ist als diejenige der Kombinationen, bei welchen blau, sei es heterozygotisch oder homozygotisch, vorhanden ist.

E. Lehmann.

Kidston, R., and Gwynne Vaughan, On a new species of *Tempskya* from Russia.

Verh. der Russ. K. mineralog. Ges. 1911. 48.

Die Gattung *Tempskya* Corda ist wenig genau bekannt. Man hat mit ihr die sogenannten Endogeniten der Wealdenformation gewohnheitsmäßig vereinigt, die bloße Aggregate von Farnwurzeln mit eingeschlossenen Blattstielen darstellen. Aber schon genauere Betrachtung von Corda's Figuren lehrt, daß die Wurzelmassen bei den *Tempskyen* nicht bloß Blattstiele, sondern ganze Stämmchen mit ihren Blattnarben bergen. Corda's Originale sind nie erneuter Untersuchung unterworfen worden, scheinen auch schlecht erhalten gewesen zu sein. Ob sie der Carbonformation oder etwa dem Wealden oder der Kreide entstammen, ist vollkommen unklar. Auch die hier neu beschriebene *Tempskya*art ist ihrem Alter nach leider unsicher, sie entstammt einem vermuthlich tertiären Conglomerat, welches palaeozoische Gebirgsmassen überlagert. Es handelt sich in derselben um ein Wurzelaggregat mit eingeschlossenen wohlerhaltenen parallel verlaufenden Stämmchen, die zahlreiche Blattaustritte in zwei genäherten Zeilen tragen, also dorsiventralen Charakter aufweisen. Hätten wir es nun mit kriechenden Stämmen zu thun, so müßte man gleichgerichtete Orientierung aller dieser Stämmchen (17 an der Zahl) erwarten. Aber von einer solchen ist nichts zu entdecken, und man muß wohl annehmen, daß diese Stammaggregate aufrecht gestanden haben, einen falschen Stamm in der Art darstellend, wie er von Schoute für die javanische *Hemitelia crenulata* beschrieben worden ist. Aber bei dieser *Hemitelia* sind die Stämme radiär und entspringen als Adventivsprosse an den Blattbasen, während sie bei der russischen *Tempskya* dorsiventral sind und alle durch das ganze Exemplar hindurch, sich hier und da gabelnd, völlig parallel verlaufen.

Auch die Wurzeln haben wesentlich parallelen Verlauf. Daß sie zu den Stämmchen gehören und diese nicht etwa als bloße Fremdkörper einschließen, läßt sich daraus entnehmen, daß man sie verschiedentlich beim Austritt aus den Stämmen in Längsschnitte zu sehen bekommt.

Ihrem anatomischen Bau nach bieten die Stämmchen Solenostelen mit innerer und äußerer Endodermis und mit hufeisenförmig gebogener Blattspur. Nirgends konnten Protoxylemgruppen nachgewiesen werden.

H. Solms.



Neue Literatur.

Allgemeines.

- Kossowicz, A.**, Lehrbuch der Chemie, Bakteriologie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel. Bornträger, Berlin. 1914.
Treiber, K., Das biologische Praktikum an höheren Lehranstalten. (Beil. Jahresber. Oberrealschule Heidelberg 1913/14. 8^o, 113 S.)
Winterstein, H., Handbuch der vergleichenden Physiologie. 42. Lief. Bd. III. Physiologie des Energiwechsels. Physiologie des Formwechsels. I. Hälfte. 1447—1598.
 —, 43. Lief. S. 1599—1760.)

Bakterien.

- Bertiau, P.**, Les ferments bactériens qui liquéfient la gélatine et leurs antiferments. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 74, 374—382.)
Kossowitz, A., s. unter Allgemeines.
van der Wolk, P. C., Onderzoekingen over de bacterieziekte, speciaal met het oog op hare beïnvloeding door onkruiden, met een aanhangsel over de sereziekte van het suikerriet. (De Indische Mercur. 1914. No. 28. 1—25.)
Wehmer, C., Versuche über die hemmende Wirkung von Giften auf Mikroorganismen. (Chemikerztg. 1914. No. 11 u. 12. 10 S.)
Rosenthal, E., und **Patai, J. A.**, Studien über die Produktion amylolytischer und glykolytischer Bakterienfermente. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 74, 369—374.)

Pilze.

- Atkinson, G. F.**, Homology of the »universal veil« in *Agaricus*. (Mykol. Centralbl. 1914. 5, 13—19.)
Blaringhem, L., Sur les causes de la sporulation des rouilles et du *Puccinia Malvacearum* Mont. en particulier. (Bull. soc. bot. France. 1914. 61, 149—188.)
Elenkin, A. A., Über die Tätigkeit des Kryptogamen-Herbariums im Zeitraume von 14 Jahren (von 1899—1913) und über die nächsten Aufgaben für die Tätigkeit des Instituts für Kryptogamenpflanzen. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Bull. jard. imp. bot. de Pierre le Grand. 1914. 14, 1—20.)
Fujikuro, Y., On a new Fungus disease of Lily causing by *Botrytis Liliorum* Fujikuro n. sp. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 25, 228—301). (Japanisch.)
Guilliermond, A., Monographie des levures rapportées d'Afrique occidentale. (Ann. sc. nat. Bot. 1914. [9] 19, 1—32.)
Haase-Bessell, G., Zur Erikssonschen Mykoplasmatheorie. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 393—403.)
Hanzawa, J., *Fusarium Cepae*, ein neuer Zwiebelpilz Japans, sowie einige andere Pilze an Zwiebelpflanzen. (Mykol. Centralbl. 1914. 5, 4—13.)
Istvánffi, G. de, et Pálinkás, G., Études sur les mildiou de la vigne. Untersuchungen über die Peronosporakrankheit der Reben. Bornträger, Berlin. 1914. gr. 8^o.
Kominami, K., *Zygorhynchus japonicus*, une nouvelle Mucorinée hétérogame, isolée du sol du Japon. (Mycol. Centralbl. 1914. 5, 1—4.)
Kunkel, L. O., Physical and chemical factors influencing the toxicity of inorganic salts to *Monilia sitophila* (Mont) Sacc. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 265—295.)
Miyake, I., Über chinesische Pilze. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 28, 37—57).
Moreau, F., Sur le développement du périthèce chez une *Hypocréale*, le *Peckiella lateritia* (Fries) Maire. (Bull. soc. bot. France. 1914. 61, 160—164.)
 —, Sur une explication récente de la différenciation des sexes chez les Mucorinées. (Ebenda. 6—8.)
 —, La mitose hétérotypique chez les Urédinées. (Ebenda. 70—74.)

- Neger, F. W.**, Über Urocystis-ähnliche Nebenfruchtformen von Hypocreaceen. (Mykol. Centralbl. 1914. **4**, 273—278.)
- Schramm, R.**, Über eine bemerkenswerte Degenerationsform von *Aspergillus niger*. (Ebenda. **5**, 20—27.)
- Viguiier, R.**, et **Humbert, H.**, Sur le *Crotalaria ibityensis* nov. sp. de Madagascar. (Ebenda. **61**, 94—99.)
- Wehmer, C.**, Der Gang der Acidität in Kulturen von *Aspergillus niger* bei wechselnder Stickstoffquelle. (Biochem. Zeitschr. 1914. **59**, 63—72.)

Algen.

- Buchheim, A.**, Der Einfluß des Außenmediums auf den Turgordruck einiger Algen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 403—407.)
- Chemin, E.**, Sur quelques Algues de Calvados. (Bull. soc. Linn. Normand. 1913. [6] **6**, 28—30.)
- , Phycoérythrine du *Griffithsia setacea*. Spectre d'absorption. (Ebenda. 33—38.)
- , Sur quelques propriétés de la phycoérythrine extraite de *Griffithsia setacea*. (Ebenda. 38—41.)
- Elenkin, A. A.**, Über die thermophilen Algenformationen. Russ. m. deutsch. Rés. (Bull. jard. imp. bot. de Pierre le Grand. 1914. **14**, 62—110.)
- Heering, W.**, Chlorophyceae. III. Ulothrichales, Mikrosporales, Oedogoniales. Heft 6 von A. Pascher, Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Fischer, Jena. 1914. 16⁰, 250 S.
- Kniep, H.**, Über die Assimilation und Atmung der Meeresalgen. (Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 1914. **7**, 1—38.)
- Moreau, F.**, Le chondriome et la division des mitochondries chez les *Vaucheria*. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 139—142.)
- Mangin, L.**, Sur la flore planctonique de la rade de Saint-Vaast-la-Hougue (1908 bis 1912). (Nouv. arch. mus. hist. nat. [5]. 1914. 147—241.)
- Neuenstein, H. von**, Über den Bau des Zellkerns bei den Algen und seine Bedeutung für ihre Systematik. (Arch. f. Zellforsch. 1914. **13**, 1—91.)
- Pascher, A.**, Zur Notiz über Flagellaten und Algen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 430.)
- Pavillard, J.**, Observations sur le Diatomées (3^e série). (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 164—172.)

Flechten.

- Bouly de Lesdain, M.**, Notes Lichénologiques, XVI. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 82—86.)
- Saviez, V. P.**, Neue Flechten aus Kamtschatka. Russ. m. deutsch. Rés. (Bull. jard. imp. bot. de Pierre le Grand. 1914. **14**, 111—128.)

Moose.

- Dismier, G.**, Trois nouveautés bryologiques pour les Pyrénées: *Drepanolejeunea hamatifolia* (Hooker) Spruce, *Sphagnum fimbriatum* Wilson et *Fissidens polyphyllus* Wilson, en fruits. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 46—51.)
- McAllister, F.**, The pyrenoid of *Anthoceros*. (Amer. Journ. of bot. 1914. **21**, 79—95.)
- Okamura, S.**, *Matsumuraea*, eine neue zu den Brachytheciaceen gehörende Laubmoosgattung. (The bot. mag. Tokyo. 1914. **28**, (105)—(111))

Farnpflanzen.

- Laurent, J.**, Sur l'introduction récente du *Pteris aquilina* L. en Champagne pouilleuse. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 74—78.)

Gymnospermen.

- Herzfeld, S.**, Die Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte von *Cryptomeria japonica* Don. Ein Beitrag zur Deutung der Fruchtschuppe der Coniferen. Sitzsber. Ak. Wiss. Wien. 1910. 807—824.)

Morphologie.

- Bois, D.**, Une Crucifère polycotylée. (Bull. soc. bot. France. 1914. 61, 128—130.)
Herzfeld, S., s. unter Gymnospermen.
Klein, L., Ästhetik der Baumgestalt. (Rektoratsrede.) Müller, Karlsruhe. 1914. gr. 8^o, 31 S. und 64 Taf.
Kubart, B., Bemerkungen zur Pseudanthien- und Strobilustheorie. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 417—421.)
Moreau, F., s. unter Teratologie u. Pflanzenkrankheiten.

Zelle.

- Farmer, D. B.**, On dimensions of chromosomes considered in relation to phylogeny. (Philos. transact. r. soc. London B. 1914. 205, 1—25.)
Lakon, G., Beiträge zur Kenntnis der Protoplasmaströmung. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 421—430.)
McAllister, s. unter Moose.
Moreau, F., s. unter Algen.
Neuenstein, H. von, s. unter Algen.
Sakamura, T., Über die Kernteilung bei *Vicia cracca* L. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 28, 131—148.)
Tschernoyarow, M., Über die Chromosomenzahl und besonders beschaffene Chromosomen im Zellkerne von *Najas major*. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 411—417.)

Gewebe.

- Hallquist, S.**, Ein Beitrag zur Kenntnis der Pneumatophoren. (Svensk. bot. tidskr. 1914. 8, 295—308.)
Zaepffel, M. E., Sur la répartition des stomates dans les plantules de quelques Graminées. (Compt. rend. 1914. 159, 205—208.)

Physiologie.

- Acqua, C.**, Ancora sulla localizzazione dei ioni di manganese nelle piante (Ann. di botanica. 1914. 12, 361—368.)
Blaauw, A. H., Licht und Wachstum I. (Zeitschr. f. Bot. 1914. 6, 641—706.)
Bose, J. C., Plant autographs and their revelations. (R. inst. Great Britain, weekly ev. meeting. 1914. May 1—26.)
Buchheim, A., s. unter Algen.
Cohen-Kysper, A., Die mechanistischen Grundgesetze des Lebens. Barth, Leipzig. 1914. 8^o, 373 S.
Czartkowsky, A., Anthocyanbildung und Aschenbestandteile (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 407—411.)
Daikuhara, G., Über saure Mineralböden. (The bull. of the imp. central agric. exper. stat. Japan. 1914. 2, 1—40.)
Dangeard, P. A., Recherches sur la pénétration des rayons violets et ultraviolets au travers des divers organes de la plante. (Bull. soc. bot. France. 1914. 61, 99—104.)
Doyer, L. C., Energy transformations during the germination of wheat-grains. (Koninkl. Akad. Wetensch. Amsterdam. 1914. 17, 62—70.)

- Harris, J. A.**, On the relationship between the number of ovules formed and the number of seeds developing in *Cercis*. (Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 243—257.)
- Hedlund, T.**, Till frågan om luftelectricitetens inflytande på växternas utveckling. (Ber. om verksamk. v. Alnåps Landtbrucks-och Mejeriinst. 1913. Malmö. 1914. 67—97.)
- Helbig, M.**, Neuere Untersuchungen von Bodenvergiftung durch Mangan bzw. Kalk. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. **12**, 385—393.)
- Jadin, F.**, et **Astruc, A.**, L'arsenic et le manganèse dans quelques produits végétaux servant d'aliments aux animaux. (Compt. rend. 1914. **159**, 268—271.)
- Kniep, H.**, s. unter Algen.
- Koketsu, R.**, Einiges zur Kenntnis des Vogelleims. (The bot. mag. 1914. **28**, 207—228.) (Japanisch.)
- Kunkel, O.**, s. unter Pilze.
- Küster, E.**, Über rhythmische Kristallisation. (Kolloid-Zeitschr. 1914. **14**, 307 bis 319.)
- Lecomte, M. H.**, Sur la constitution des graines de *Musa*. (Compt. rend. 1914. **159**, 94—96.)
- Löwtschin, A. M.**, Zur Frage über die Bildung des Anthocyans in Blättern der Rose. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 386—393.)
- Mazé, M. P.**, Sur le mécanisme des échanges entre la plante et le milieu extérieur. (Compt. rend. 1914. **159**, 271—274.)
- Plate, F.**, Azioni varie di elettroliti sui chicchi di »*Avena sativa*«. (Ann. di bot. 1914. **12**, 261—395.)
- Pellegreffi, M.**, I fermenti ossidanti nelle piante. (Arch. d. farmacognosia. 1914. **3**, 102—130.)
- Rohland, P.**, Die Kolloide der tonigen und Humusböden. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwiss. 1914. **12**, 380—385.)
- Shreve, E. B.**, The daily march of transpiration in a desert perennial. (Carnegie inst. Washington. 1914. No. 194. 1—65.)
- Schmidt, A.**, Die Abhängigkeit der Chlorophyllbildung von der Wellenlänge des Lichtes. (Diss.) (Beitr. z. Biol. d. Pflanz. [Cohn]. 1914. **12**, 269—301.)
- Willstädter, R.**, und **Mallison, H.**, Über die Verwandtschaft der Anthocyane und Flavone. (Sitzgsber. d. preuß. Akad. d. Wiss. 1914. 769—777.)
- Winterstein, H.**, s. unter Allgemeines.

Fortpflanzung und Vererbung.

- Baur, E.**, und **Goldschmidt, R.**, Wandtafeln und Vererbungslehre. Bornträger. Berlin. 1914.
- Belling, J.**, The mode of inheritance of semi-sterility in the offspring of certain hybrid plants. (Ind. Zeitschr. f. Fortpfl.- u. Vererbungslehre. 1914. **12**, 303 bis 342.)
- Castle, W. E.**, Size inheritance and the pure line theory. (Ebenda. 225—237.)
—, Variation and selection; a reply. (Ebenda. 257—264.)
- Davis, B. M.**, Genetical studies on *Oenothera*. V. (Ebenda. 169—205.)
- Guillaumin, A.**, Recherches sur la constitution de l'ovaire des Geraniacées à fruit rostré. (Ann. sc. nat. bot. 1914. [9] **19**, 33—48.)
- Kajanus, B.**, Zur Kritik des Mendelismus. (Ind. Zeitschr. f. Fortpfl. u. Vererbungslehre. 1914. **12**, 206—224.)
- Pirotta, R.**, e **Puglisi, M.**, L'ereditarietà della fasciazione nella »*Bunias orientalis* L.«. (Ann. di bot. 1914. **12**, 345—361.)
- Shull, G. H.**, Sex-limited inheritance in *Lychnis dioica* L. (Ind. Zeitschr. f. Fortpfl. u. Vererbungslehre. 1914. **12**, 265—302.)
- Wagner, P.**, Sichtbare Darstellung der Mendelschen Vererbungsgesetze (Jahresber. Ver. f. angew. Bot. 1913. (1914.) **11**, 137—141.)
- Wehmer, C.**, s. unter Bakterien.
—, s. unter Pilze.

Ökologie.

- Gadeceau, É.**, Observations sur l'hétérostylie dans le genre *Oxalis*. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 133—137.)
- Sieghardt, E.**, Vom Leben in Wald und Feld. Biologische Bilder aus der heimischen Pflanzenwelt. Mayer, Ravensburg. 1914. **16**, 104 S.
- Yendo, K.**, On the cultivation of seaweeds, with special accounts of their ecology. (The economic proc. r. Dublin soc. 1914. **2**, 105—122.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Bailey, V.**, The wild cotton plant (*Thurboraria thespesioides*) in Arizona. (Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 301—307.)
- Battandier, A.**, Note sur quelques plantes d'Algérie, nouvelles, rares ou critiques. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 51—54.)
- Félix, M.**, Études monographique sur les Renoncules françaises de la section *Batrachium*, V. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 107—113.)
- Sennen, F.**, Nouveautés pour le futur Flora hispanica. (Ebenda. 172—179.)
- Giraudias, L.**, Notes de géographie botanique. (Ebenda. 179—180.)
- Guillaumin, A.**, Contributions à la flore d'Extrême-Orient: Halorrhagacées, Hippuridacées, Callitrichacées. Ebenda. 8—13.)
- , Contributions à la flore d'Extrême-Orient. Hamamélidacées. Ebenda. 33—42.)
- Guirot, L.**, Contribution à l'étude des Orchidées du département de l'Orne. (Bull. soc. Linn. Normand. 1913. [6] 135—139.)
- Herzfeld, S.**, Studien über Juglandaceen und Julianaceen. (Denkschr. Math.-Nat. Kl. d. kais. Akad. d. Wiss. 1913. **90**, 301—318.)
- Higgins, J. E.**, The Papaya in Hawaii. (Hawaii Agr. Exp. Station. 1914. Bull. No. 32. 1—44.)
- Koidzumi, G.**, Photogeographical survey of Mt. Kiso-Ontake. (The bot. mag. Tokyo. 1914. **28**, (111)—(127.)
- , Plantæ novæ Japonicæ. (Ebenda. 148—153.)
- Makino, T.**, Observations on the flora of Japan. (Ebenda. 153—207.)
- Nakai, T.**, Notulae ad plantas Japonicas et Koreanas X. (Ebenda. 57—105.)
- Nakano, H.**, The vegetation of lakes and swamps in Japan. II Report, Lake Suwa. (Ebenda. (127)—(132.)
- Nitzschke, J.**, Beiträge zur Phylogenie der Monokotylen, gegründet auf der Embryosackentwicklung apokarper Nymphaeaceen und Helobien. (Diss. Halle.). (Beitr. z. Biol. d. Pflanz. [Cohn]. 1914. **12**, 233—267.)
- Novopokrovskij, J. V.**, Kurzer Bericht über die Reise nach den auf dem Sandboden belegenen Forstereien des Don'schen Kosakenheeres im Sommer 1913. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Bull. jard. imp. bot. de Pierre le Grand. 1914. **14**, 147—154.)
- Pellegrin, F.**, Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique occidentale française: Lentibulariées. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 13—20.)
- Rechinger, K.**, Korfu. Heft 4, Reihe XII aus Vegetationsbilder, herausg. von Karsten, G. und Schenck, H. Fischer, Jena. 1914.
- Reichenbach**, Deutschlands Flora, 25. Bd., 22. u. 23. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.
- , Icones florae germanicae et helveticae. Tom XXV. 22. u. 23. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.
- Savitsch, W. M.**, »Borbas: Stipa-Steppen der Aralo-ischimschen Wasserscheide«. (Russ. m. deutsch. Rés.) (Bull. jard. imp. bot. de Pierre le Grand. 1914. **14**, 21—61.)
- Schenk H.**, Flechtenbestände. Heft 5, Reihe XII aus Vegetationsbilder, herausg. von Karsten, G. und Schenck, H. Fischer, Jena. 1914.
- Sudre, H.**, Observations sur quelques espèces du genre *Hieracium*. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 121—128.)

- Thomés** Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. 5 ff. von Migula. 220—227. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.
- Viguiet, R., et Humbert, H.,** Sur deux *Senecio* frutescents de Madagascar (*S. faujasioides* Bak. et *S. Brownii* nov. sp.) (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 21—27.)
- , Guttifères nouvelles de Madagascar. (Ebenda. 130—132.)
- , Sur certains *Helichrysum* de Madagascar. (Ancien genre *Aphelexis* Boj.) (Ebenda. 142—149.)

Palaeophytologie.

- Bézier, M. T.,** Sur l'existence d'une florule carbonifère (westphalienne) à Mélesse (Ille-et-Vilaine). (Compt. rend. 1914. **158**, 2021—2022.)
- Bovry, E. W.,** Contributions to the mesozoic flora of the atlantic coastal plain. X. Maryland. (Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 295—301.)
- Lignier, O.,** Recherches sur les végétaux fossiles de Normandie. *Equisetites bolbopodium mamertinus*. (Bull. soc. Linn. Normand. 1913. [6] **6**, 26—27.)
- , Recherches sur les végétaux fossiles de Normandie. *Equisetum Guillieri*, *arenaceum* et *Le Beyi*. (Ebenda. 30—31.)
- , Recherches sur les végétaux fossiles de Normandie. *Equisetum Hommeyi*, *Préle bathonienne* en place. (Ebenda. 41—45.)
- , *Le Schizopodium Renaulti* Mor. un *Cycadeoidea micromyela* Mor. (Ebenda. 47—48.)
- , Un nouveau *Cycadites* dans les grès de St. Honorine-la-Guillaume (Orne). Ebenda. 48—49.)
- , Note préliminaire sur le bourgeon végétatif du *Cordaites lingulatus* B. Ren. (Ebenda. 56—60.)
- , Analyse du Mémoire de T. G. Halle »The mesozoic flora of Gratham Land«. (Ebenda. 126—131.)
- Linstow, O. von,** Die Entstehung der Buchheide bei Stettin. (Aus: »Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanst.«) Vertriebsstelle d. kgl. geol. Landesanst., Berlin. 1914. 8^o, S. 256—268 m. 1 farb. Karte.
- , Der Nachweis dreier Eiszeiten in der Dübener Heide. (Aus: »Jahrb. d. kgl. preuß. geol. Landesanst.«) Vertriebsstelle der kgl. geol. Landesanst., Berlin. 1914. 8^o, S. 274—281.

Angewandte Botanik.

- Heinze, B.,** Über die Einsäuerung von Futterstoffen unter Berücksichtigung von Impfungen mit geeigneten Milchsäurebakterien-Zuchten. (Jahresber. Ver. f. angew. Bot. 1913 (1914). **11**, 142—167.)
- Katayama, T.,** Über die Verwertung von Stengeln und Blättern der Süßkartoffelpflanze (*Ipomea Batatas* Lam.) als Futtermittel. (The bull. of the imp. central agric. experim. stat. Japan. 1914. **2**, 41—74.)
- Plaut, M.,** Beiträge zur Biologie und Bewertung des Rübensamens. (Jahresber. Ver. f. angew. Bot. 1913 (1914). **11**, 168—217.)
- Sawamura, S.,** Investigations on the manufacture of tea. (The bull. of the imp. central agr. experim. stat. Japan. 1914. **2**, 75—83.)
- Tubeuf, C. von,** Ballenpflanzung einjähriger Sämlinge. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft. **12**, 394—398.)
- Wehmer, C.,** Versuche über die Bedingungen der Holz-Ansteckung und -Zersetzung durch *Merulius* (Hausschwammstudien V). (Mykol. Centralbl. 1914. **4**, 287—299.)
- Wittmack, L.,** Zwei Gutachten über Korinthen und Rosinen. (Jahresber. Ver. f. angew. Bot. 1913 (1914). **11**, 218—234.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

- Blaringhem, L.,** Sur la propagation des rouilles de céréales, en Suède et en France. (Bull. soc. bot. France. 1914. **61**, 86—94.)

- Buchet, S.**, A propos des rouilles. (Ebenda. 119—121.)
- Houard, C.**, Sur la mycocécidie de l'Oenanthe crocata engendrée par le Protomyces macrosporus. (Bull. soc. Linn. Normand. 1913. [6] 6, 49—56.)
- , Cécidies du Mont-de-Grisy (Calvados). (Ebenda. 62—69.)
- , Cécidies normandes. (Ebenda. 102—126.)
- Istvanffi, G.**, et **Pálinskás G.**, Études sur le mildiou de la vigne. (Untersuchungen über die Peronosporakrankheit der Reben.) Bornträger, Berlin. 1914.
- Laubert, R.**, Altes und Neues über den Johannisbeer- und Stachelbeer-Mehltau und seine Bekämpfung. (S.-A. Handelsbl. f. d. deutschen Gartenbau. 1914. No. 16/17. 1—4.)
- Moreau, F.**, Sur la signification de la couronne des Narcisses d'après un Narcissus Tazetta tératologique. (Bull. soc. bot. France. 1914. 61, 42—44.)
- , Note sur quelques anomalies des fleurs mâles de « Bryonia dioica ». (Bull. soc. bot. du Deux-Sèvre. 1913/1914. 57—58.)
- Russell, W.**, Considerations sur les dégâts occasionnés par les gélées de l'hiver 1913/1914. (Bull. soc. bot. France. 1914. 61, 78—82.)
- , Remarques relatives à l'action du froid sur les plantes herbacées. (Ebenda. 113—119.)
- , Cas intéressant de survie après le gel chez un Cheiranthus. (Ebenda. 137—139.)
- Schramm, R.**, s. unter Pilze.
- Schuster, L.**, Hitzetod junger Pflanzen. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft. 1914. 12, 377—379.)
- van der Walk, P. C.**, s. unter Bakterien.

Technik.

- Beintker**, Über Trockennährböden nach Prof. Doerr. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 74, 499—505.)
- Buchanan, R. M.**, An inset absorption appliance for the test-tube culture of anaerobes. (Ebenda. 526—527.)
- Hesse, E.**, Eine neue Druckpumpe für den Bakteriennachweis mit dem Berkeley-Filter. (Ebenda. 11, 515—523.)

Verschiedenes.

- Pax, F.**, Führer durch den kgl. botanischen Garten der Universität Breslau. 3. Aufl. F. Hirt, Breslau. 1914. 8^o.
- Haberlandt, H.**, Berliner Botaniker in der Geschichte der Pflanzenphysiologie. Bornträger, Berlin. 8^o, 29 S.



Verlag von Gustav Fischer in Jena

Soeben erschienen:

Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten

Zweite Abteilung:

**Allgemeine, landwirtschaftlich-technologische
Bakteriologie, Gärungsphysiologie,
Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz**

herausgegeben von

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Oskar Uhlworm und Prof. Dr. F. Löhnis
in Berlin in Washington D. C.

General-Register für die Bände 31-40 (1912-1914)

Bearbeitet von

E. und M. Riehm

Preis: 12 Mark 50 Pf.

Früher sind erschienen:

- General-Register für die Bände 1—10.** (1895—1903.) Bearbeitet von Prof. Dr. Gustav Lindau. 1903. Preis: 4 Mark.
General-Register für die Bände 11—20. (1903—1907.) Bearbeitet von Dr. Kurt Tautz. 1908. Preis: 4 Mark.
General-Register für die Bände 21—30. (1908—1911.) Bearbeitet von Dr. E. Riehm. 1911. Preis: 12 Mark 50 Pf.

Für alle, die das Centralblatt häufiger benutzen, sind die Generalregister unentbehrlich. Sie sind nicht allein ein Handweiser bei der Benutzung dieser Zeitschrift, sondern zugleich ein Repertorium über die Fortschritte der landwirtschaftlich-technischen Bakteriologie, der Gärungsphysiologie und Pflanzenpathologie der letzten 20 Jahre. Auch Nichtabonnenten werden die Register als Nachschlagewerk mit Vorteil benutzen.

Soeben erschienen:

Recueil des Travaux botaniques Néerlandais. Publié par la **Société botanique Néerlandaise.** Sous la Rédaction de MM. **A. W. Beyerinck, J. W. Moll, Ed. Verschaffelt, Hugo de Vries, Th. Weevers et F. A. F. C. Went.** Volume XI. Livraison 1. Avec 17 figures dans le text et 4 planches. 1914. Preis: 3 Mark.

Inhalt: **On the nucleolus and karyokinesis in Zygnema.** Mit 1 Tafel. Von C. van Wisselingh. — **On intravital precipitates.** Mit 1 Abbildung im Text. Von C. van Wisselingh. — **Die Entwicklung des weiblichen Geschlechtsapparats bei Theobroma Cacao.** Mit 7 Abbildungen im Text und 1 Tafel. Von J. Kuijper. — **Notizen über einige Pflanzenkrankheiten erregende Pilze Surinams.** Mit 9 Abbildungen. Von J. Kuijper. — **Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel.** Von Tine Tammes. — **Tree-growth and meteorological factors.** Mit 2 Tafeln. Von J. C. Kapteyn.



Verlag von Gustav Fischer in Jena

Gesammelte theoretische Abhandlungen über Gärungsorganismen

Von

Emil Chr. Hansen.

Nach seinem Tode herausgegeben von **Alb. Klöcker**,
Extr. Vorsteher an dem Carlsberg-Laboratorium Kopenhagen.

Mit 1 Porträt und 96 Abbildungen im Text.

1911. Preis: 18 Mark.

Inhaltsübersicht: Vorwort. — I. Untersuchungen über die Organismen der Luft (2 Abhandl.) — II. Untersuchungen über den Kreislauf der Alkoholgärungspilze (4 Abhandl.) — III. Andere Untersuchungen über Alkoholgärungspilze (22 Abhandl.) — IV. Untersuchungen über Essigsäurebakterien (3 Abhandl.) — V. Abhandlungen über die Methodik der Reinzucht (2 Abhandl.) — VI. Verzeichnis der von Emil Chr. Hansen veröffentlichten Arbeiten.

Zeitschrift der Untersuchung für Nahrungs- und Genußmittel, Bd. 27 Heft 4:

Hansens bedeutsame theoretische Abhandlungen über Gärungspilze sind zum großen Teil in dänischer Sprache mit einem kurzen französischen Auszug veröffentlicht worden. Erst in den letzten Jahren sind die Arbeiten des Carlsberglaboratoriums im ganzen in französischer, zum Teil auch in deutscher Sprache erschienen. Hansens Wunsch ist es daher schon zu Lebzeiten gewesen, sein Lebenswerk in einwandfreien deutschen Übersetzungen zusammenzufassen. Der Tod hat dieses Vorhaben vereitelt und erst Hansens Schüler und Mitarbeiter Klöcker hat es verwirklicht. Das Buch enthält auf rund 600 Seiten die Untersuchungen über die Organismen der Luft, über den Kreislauf der Alkoholgärungspilze, über Hefen, Essigsäurebakterien und über die Reinzucht. Besonders umfangreich ist die Zahl der Arbeiten über die Hefenpilze. Es sind aufgenommen die Arbeiten über *Oidium lactis*, Rosaheten, Askosporenbildung und Sporenkeimung bei *Saccharomyces*, *Torula*, Bierkrankheiten, Variation der Hefen, Systematik der *Saccharomyceten*, das Verhalten der Hefen gegen verschiedene Zuckerarten. Die Abhandlungen sind zum großen Teil in voller Ausdehnung, zum Teil, um Wiederholung zu vermeiden, etwas gekürzt veröffentlicht. Die Übersetzungen sind textlich sehr gut. Die Abbildungen sind die Originale der Hansenschen Arbeiten. Hansens Arbeiten sind für alle, die sich mit Gärungsorganismen zu beschäftigen haben, ein unentbehrliches Rüstzeug, und man kann Herausgeber und Verlag nur dafür dankbar sein, daß sie durch diese Sammelausgabe in deutscher Sprache die Benutzung der wertvollen Quellenarbeiten erleichtert haben.

A. Spieckermann.

Zentralblatt für Biochemie und Biophysik, 1911, Bd. 12, Nr. 2/3:

Eine Empfehlung dieses für jeden Interessenten unentbehrlichen Buches ist schlechthin überflüssig.

Oppenheimer.

Zeitschrift für das gesamte Branwesen, 1911, Nr. 32:

Eine besondere Empfehlung des Buches erübrigt sich, es darf in keinem Brauerei-Laboratorium fehlen.

H. Will.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANN'S
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SECHSTER JAHRGANG
HEFT 11 UND 12



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1914

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.)
bitten wir an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.**, Jacobistr. 23
richten zu wollen.

Inhalt des elften/zwölften Heftes.

I. Besprechungen.

d'Angremont, A., Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen	870
Einst, A., Embryobildung bei Balanophora	872
Eckerson, Sophia, A Physiological Study of After-Ripening	884
Esmarch, Ferd., Untersuchungen über die Verbreitung der Cyanophyceen auf und in verschiedenen Böden	877
Farmer, J. Br., und Digby, Miß L., On dimensions of chromosomes con- sidered in relation to phylogeny	865
Fisher, G. C., Seed development in the genus Peperomia	869
Gates, R. R., and Thomas, N., A cytological study of <i>Oenothera mur. lata</i> and <i>Oe. mut. semilata</i> in relation to Mutation	867
Grün, C., Monographische Studien an <i>Treubia insignis</i>	875
Kalinnikow, J. A., und Rasdorsky, W. Th., Experimentelle Unter- suchung des Zugwiderstands von bastreichen Pflanzenteilen	881
Klinken, J., Über das gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Koniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde	879
Kubart, B., Über die Cycadofilicinen <i>Heterangium</i> und <i>Lyginodendron</i> aus dem Ostrauer Kohlenbecken	885
Lang, W. H., Studies in the morphology and anatomy of the Ophioglossaceae II: On the embryo of <i>Helminthostachys</i>	873
Rasdorsky, W., Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Lehre über die mechanischen Eigenschaften der Pflanzengewebe	881
Schwartz, E. J., The Plasmodiophoreae and their relationship to the Myce- tozoa and the Chytridiae	875
Shull, Ch. A., Semipermeability of Seed Coats	881
Strzeszewski, B., Zur Phototaxis des <i>Chromatium Weissii</i>	878
Swart, N., Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern	883
Wand, Arthur, Beiträge zur Kenntniß des Scheitelwachstums und der Ver- zweigung bei <i>Selaginella</i>	874
Welfsd, E. Js., The genesis of the male nuclei in <i>Lilium</i>	868
Winge, Ö., Cytological studies in the Plasmodiophoraceae	875

II. Neue Literatur. 878

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10 Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10 „
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5 „
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5 „
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3 „

Besprechungen.

Farmer, J. Br., und Digby, Miß L., On dimensions of chromosomes considered in relation to phylogeny.

Phil. Transact. roy. soc. London. 1914. Ser. B. vol. 205. p. 1—25. pl. 1—2;
14 Kurven.

Seit man die Lehre von der »Individualität der Chromosomen« immer mehr angenommen hat und seitdem man weiß, daß diese »Träger von Mendel-Genen« auch über das Gebiet pflanzlicher Morphologie hinaus von Interesse sind, hat man sich des öfteren bemüht, bestimmte allgemeinere biologische Fragen auf solche zurückzuführen, für die die Chromosomen-Morphologie den Schlüssel liefern könnte.

Das gilt einmal für jenen Komplex von Fragen, die mit der sog. »Kernplasmarelation« R. Hertwigs zusammenhängen. Die Verff. prüfen, inwieweit die von zahlreichen Forschern in der letzten Zeit bewiesenen Gesetzmäßigkeiten zwischen Volum der Kerne und des Cytoplasmas, sowie zwischen Volum der Kerne und Zahl der Chromosomen auch bei den ihnen seit längerem genauer bekannten Objekten zutreffen. Sie heben hervor, daß jedenfalls bei den untersuchten Farnen (typische Arten und Varietäten) diese Beziehungen nicht eindeutig sind. Aber während innerhalb des Formenkreises von *Athyrium filix femina* doch wenigstens mit der Vergrößerung der Chromosomenzahl die Zellgröße — wenn auch nicht im entsprechenden Verhältnis — zunahm, braucht bei *Aspidium filix mas* die Chromosomenveränderung an dem Größenmaße der Zellen sich gar nicht bemerkbar zu machen. Die Verff. geben allerdings zu, daß die Farne mit ihren vielen schwer voneinander zu trennenden und in der Größe festzustellenden Chromosomen recht ungünstige Objekte sind, um strenge Beweise für oder gegen die Gültigkeit der Kernplasmarelation zu erbringen.

Zu besseren und eindeutigeren Ergebnissen gelangten sie bei der cytologischen Untersuchung der *Primula kewensis*. Diese war bekanntlich (s. Ref. in dieser Zeitschrift. 1912. p. 663) nach Bastardisierung von *Pr. floribunda* und *Pr. verticillata* in zwei Formen aufgetreten, von denen

die eine doppelt so viel Chromosomen besaß als die andere (die Haploidzahlen waren 9 und 18 Chromosomen). Die »bivalente« Rasse hatte nun deutlich größere Kerne als die »univalente«. Aber eine Messung der Chromosomengrößen während der Mitosen ergab, daß mit der Vergrößerung der Zahl eine Verkleinerung verbunden und somit die Gesamtheit der Chromosomen-Volumina in den beiden Rassen nahezu identisch war. Die Kerngröße war also wohl nur durch die größere Menge von »freien Oberflächen« bei den Chromosomen in der diploiden Rasse gewachsen. — Die Chromosomenmessungen erlaubten demnach hier mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit zu statuieren, daß die Vermehrung von 9 auf 18 Chromosomen nicht durch irgendeine Kernfusion, sondern durch einfache Querteilung der Einzelchromosomen zustande gekommen war. Die Verff. regen an, entsprechende Messungen bei den *Oenothera*-»Mutanten« (namentlich *Oe. gigas* im Vergleich zu *Oe. Lamarckiana*) vorzunehmen.

Um objektive Vergleiche zu erhalten, sind Chromosomenmessungen also in manchen Fällen besser geeignet als Kernmessungen, da »trophische« Einflüsse verschiedenster Art hier das Resultat zu verwirren geeignet sind. Aber wir wissen auch, daß die Chromosomengrößen in den Kernen eines und desselben Individuums stark variieren, wir brauchen nur die Chromosomen von vegetativen Geweben und von Reifeteilungen zu vergleichen. Und was letztere angeht, so zeigen die Verff., daß die spermatogonialen Mitosen durchweg kleinere Chromosomen als die ovogonialen besitzen. Ref. möchte da noch hinzufügen, daß im Pflanzenreich auch bei dem gleichen Geschlecht in Pollenkörnern ungleicher Natur sich bei »heterostylen« Pflanzen ähnliche Differenzen zeigen können. Die »ideale« Aufgabe wird es sein, hinter diesen Ungleichheiten das Konstante zu suchen, auf das wir aus der genotypischen Einheit schließen müssen! Davon sind wir freilich mit unseren Methoden noch weit entfernt.

Meek hatte vor kurzem geglaubt, die Chromosomengröße für phylogenetische Zwecke heranziehen zu dürfen. Er hatte gemeint, den Satz aussprechen zu können, daß phylogenetisch tiefer stehende Organismen im Durchschnitt kleinere Chromosomen besäßen als höhere. Die Verff. prüfen das nun an den verschiedensten Objekten nach und finden aber, was wohl den meisten Cytologen schon von vornherein wahrscheinlich gewesen wäre, daß eine derartige Gesetzmäßigkeit nicht existiert. Zahlreiche Kurven illustrieren das sehr augenscheinlich. Hergestellt werden aus dem Tierreich Triton, Gryllus, Homarus, Palaemon, Helix, Ascaris, aus dem Pflanzenreich: Crepis, Primula, Galtonia, Polypodium, Osmunda und Pellia.

G. Tischler.

Gates, R. R., and Thomas, N., A cytological study of *Oenothera mut. lata* and *Oe. mut. semilata* in relation to Mutation.

Quart. Journ. microsc. science. 1914. 59, 523—571. pl. 35—37. 4 fig.

Ref. hat bereits in dieser Zeitschrift (1913. 5, 188) davon berichtet, daß bei einer der de Vriesschen Mutanten der *Oenothera Lamarckiana*, nämlich *Oe. lata*, nicht als »Normalzahl« des diploiden Chromosomensatzes 14, sondern 15 aufgefunden war. Die beiden Verff. suchten nun an dem verschiedensten Material von *Oe. lata*, das sie bekommen konnten: aus Schweden, Ungarn, Spanien, England usw., sowie auch von Kreuzungen, z. B. *Oenoth. Lamarck. mut. rubricalyx* \times *Oe. grandiflora*, endlich von Individuen, die von der doch sicher als guten Art angesehenen *Oenothera biennis* herstammten und im Habitus auffällig der *Oe. lata* glichen, die Chromosomenzahl zu ermitteln. Das Resultat sei gleich zu Anfang betont: überall waren deutlich 15 diploide Chromosomen zu zählen. Daraus sind die Verff. wohl berechtigt zu schließen, daß alle Individuen mit »lata-Charakteren« diese Chromosomenzahl besitzen, die somit gegenüber der Norm ein »überzähliges« in sich birgt. Entstanden dürfte die 15-Zahl dadurch sein, daß bei der heterotypen Mitose einer *Oe. Lamarckiana*-Sporenmutterzelle nicht 7 und 7, sondern 8 und 6 Chromosomen an die beiden Spindelpole gingen. Wenn dann eine Geschlechtszelle mit 8 Chromosomen mit einer normalen 7 Chromosomen enthaltenden im Befruchtungsakte zusammenkommen würden, so wäre die Basis für eine neue »Species« mit 15 Chromosomen gelegt. Eine Konsequenz davon müßte sein, daß diese nicht konstant bleibt, denn eben bei ihrer eigenen Reduktionsteilung müßte sie wegen der ungeraden Zahl Geschlechtszellen mit 8 und solche mit 7 Chromosomen bilden. Das ist auch in der Tat der Fall bei *Oe. lata*, und die Verff. weisen darauf hin, wie auch die von de Vries beschriebene »semilata« die gleiche Chromosomenzahl 15 besitzt und dementsprechend inkonstant ist. De Vries hatte aber noch an die Konstanz der *Oe. semilata* geglaubt.

In eingehender cytologischer Arbeit zeigen die Verff., wie immer das geschilderte »äußere Merkmal« des *lata*- oder *semilata*-Habitus und die Chromosomenzahl korrespondieren. Wir dürfen daraus also wohl den gesicherten Schluß ziehen, daß das kein Zufall ist. Die Verff. führen uns auch noch genauer eine Anzahl von Unregelmäßigkeiten bei den Reduktionsteilungen vor, die eine weitere abnorme Chromosomenverteilung veranlassen und vielleicht als Ausgangspunkte neuer »Mutationen« dienen könnten. Doch scheint das selten genug realisiert zu

sein, denn die meisten so entstandenen Tetradenkerne degenerieren, offenbar, weil die Bedingungen für eine harmonische Gesamtkonstitution des Chromosomensatzes ungünstige sind.

Ref. begrüßt diese Arbeit deshalb besonders, weil sie hoffentlich ebenso wie de Vries' neues Buch über »Gruppenweise Artbildung« aufs neue zu zeigen berufen ist, daß die »Entstehung neuer Arten« nicht einfach mit dem Schlagwort der alleinigen »Genkombinationen« abzutun ist. Das Mutationsproblem muß vielmehr völlig unabhängig von diesen weiter erforscht werden. Die systematische, in tabellarischer Form gehaltene Übersicht der bekannten Mutationen beschließt die interessante Arbeit, die damit nicht nur dem experimentellen Vererbungsforscher, sondern auch dem Cytologen eine Reihe neuer Arbeitsthemata vorführt. Natürlich wird dieser sich nicht verhehlen dürfen, daß bei einem Wechsel in der Gesamtkonstitution einer Species, der mit der Veränderung der Gene selbst (in Struktur oder Zahl) Hand in Hand geht, nicht jedesmal so grobe und relativ leicht sichtbare Umformungen eintreten werden, wie in dem von den Verff. behandelten Falle.

G. Tischler.

Welsford, E. J., The genesis of the male nuclei in *Lilium*.

Ann. of bot. 1914. **28**, 265—270. 2 Taf.

Der im vorigen Jahre erschienenen Arbeit von Blackman und Welsford über die Befruchtungserscheinungen bei *Lilium auratum* (Ref. 1913. **5**, 664) läßt Welsford die Ergebnisse einer an demselben günstigen Material vorgenommenen Untersuchung über die Entstehung der männlichen Kerne und ihr Verhalten bis zur Befruchtung folgen.

Die Arbeit setzt ein mit dem Studium des progamen Kerns im jungen Pollenkorn. Er liegt zunächst inmitten des vakuoligen Plasmas der Pollenkornzelle, später der Wand genähert. Die nachfolgende Teilung verläuft sehr rasch und führt zur Bildung von zwei völlig gleichen Kernen, welche dicht nebeneinander unter der Pollenkornwand liegen. Später findet in bekannter Weise ihre Differenzierung zum vegetativen und generativen Kern statt, welcher letzterer von dichtem Plasma umhüllt wird. In dunkelgefärbten Körnern an der Oberfläche des Kerns glaubt Verf. Reste von Zentrosomen und im Plasma der generativen Zelle überdies Reste eines bandartigen Blepharoplasten erkennen zu können.

In reifen Pollenkörnern findet sich der generative Kern im Spiremstadium, zu einer Teilung desselben kommt es in der Regel erst nach seiner Einwanderung in den Pollenschlauch. Das Studium der nächsten Stadien ist besonders an Präparaten mit jüngeren Pollenschläuchen von *Lilium Martagon* vorgenommen worden. Vor der Teilung nimmt

der generative Kern bedeutend an Größe zu, und die Abgrenzung der Zelle wird undeutlich. Die Kernteilung selbst verläuft ohne Bildung einer Spindelfigur, die entstehenden Tochterkerne sollen von besonderen Plasmamassen umhüllt sein. Nach der Bildung der Spermazellen und dem Austritt ihrer Kerne in das übrige Pollenschlauchplasma ist der von diesen noch zurückzulegende Weg nach Welsford bei *Lilium Martagon* 10—16 mm, bei *Lilium auratum* 12—20 mm. Es wird in 5, resp. in 7 Tagen zurückgelegt. Das Plasma des Pollenschlauches soll während dieser letzten Zeit seines Wachstums keine Strukturen mehr aufweisen, die auf Plasmaströmungen hindeuten, sondern den Eindruck hervorrufen, als seien diese Strukturen durch einen in Bewegung begriffenen Körper (die Spermazellen oder die freien Spermakerne) zerstört worden. Auch sonst scheinen dem Autor verschiedene neue Befunde dafür zu sprechen, daß die Spermakerne der beiden *Lilium*-arten während einer beträchtlichen Zeitdauer in aktiver Bewegung begriffen seien.

Die Durchsicht der beigegebenen Zeichnungen ergibt allerdings, daß die zulässigen Grenzen in der Deutung cytologischer Bilder hie und da überschritten sein dürften. Man kann sich bei der Lektüre der ganzen Beweisführung des Eindruckes nicht wohl erwehren, daß es schwer halten wird, den Nachweis aktiver Bewegung der Spermakerne bei Angiospermen zu erbringen, wenn nicht erneute Studien an günstigen lebenden Objekten der Deutung der fixierten Strukturen zu Hilfe kommen werden.

A. Ernst.

Fisher, G. C., Seed development in the genus *Peperomia*.

Bull. Torrey bot. club. 1914. **41**, 137—156 und 221—241. 4 Taf. 1 Textfig.

Die Arbeit schließt an die früheren Untersuchungen von Campbell (1899 und 1901), Johnson (1900 und 1907) und Brown (1908) über die Entwicklung der sechzehnkernigen Embryosäcke bei fünf verschiedenen *Peperomia*-arten an. Die Ergebnisse der nun an acht weiteren Arten durchgeführten Untersuchung stimmen in der Hauptsache völlig mit den älteren Angaben der genannten Autoren überein.

Auch im Nucellus der von Fisher neu untersuchten *Peperomia*-arten entsteht eine einzige, subepidermale Archesporozelle, welche direkt zur Embryosackmutterzelle wird. Der Kern derselben tritt vor der ersten Teilung in ein typisches Synapsisstadium. Wie bei den von Brown untersuchten Arten (*P. Sintensii*, *arifolia*, *ottoniana*) werden nun auch bei *P. reflexa* A. Dietr., *P. verticillata* A. Dietr., *P. scandens* Ruiz et Pav., *P. metallica* Lind. et Rod., *P. blanda* HBK, *P. galioides* HBK und *P. Fraseri* var. *resediflora* C. DC im Ver-

lauf der ersten und zweiten Kernteilung das Auftreten stark ausgebildeter Zellplatten und später wieder verschwindender Membranen festgestellt.

Der reife Embryosack enthält wiederum sechzehn Kerne, von denen je einer als Eikern und Synergidenkern funktioniert, sechs bis neun zur Bildung des sekundären Embryosackkerns verschmelzen und die verbleibenden bei der Bildung von kleinen wandständigen, später degenerierenden Zellen Verwendung finden. Die eingehende Besprechung der Untersuchungsergebnisse und der Literatur bewegt sich in den durch die früheren Diskussionen von Coulter und Brown (s. Ref. 1909. 1, 212—213 und 434) vorgezeichneten Bahnen und führt zum Ergebnis, daß die Embryosackentwicklung der Peperomiaarten sekundärer Natur und vom gewöhnlichen achtkernigen Embryosacke der übrigen Piperales abzuleiten sei.

A. Ernst.

d'Angremond, A., Parthenokarpie und Samenbildung bei Bananen.

Flora. 1914. 107, 57—110. 14 Fig. Taf. IV—XI und Festschrift Inst. allg. Bot. Univ. Zürich. 1914. p. 233—286. 14 Fig. Taf. XI—XVIII.

Der vorläufigen Mitteilung des Verf. (in Ber. d. d. bot. Ges. 1912, XXX, p. 686) ist jetzt die ausführliche Publikation gefolgt, und Ref. begrüßt es mit Freude, daß damit der Anfang gemacht ist, außer den afrikanischen und asiatischen Rassen der Eßbanane, über die Ref. cytologisch gearbeitet hat (s. Ref. in dieser Zeitschr. 1911, p. 175 und 1913, p. 662) auch amerikanische Formen unserem Verständnis in zellmorphologischer Hinsicht näher zu bringen.

Ref. möchte nämlich hervorheben, daß wir in *Musa sapientum* eine »Sammelart« vor uns haben, die zurzeit wie keine andere Formenkreise mit verschiedenen Chromosomenzahlen beherbergt. Außer solchen mit 8, 16 und 24 haploiden Chromosomen, die Ref. seiner Zeit unterschied, konnte Verf. jetzt in einer in Surinam häufiger angebauten Rasse, der »Appelbacove« eine mit 11—12 Haploidchromosomen aufdecken. Die hauptsächlich in Nordamerika angebaute und als Eßbanane nach Europa versandte Rasse (»Groß-Michel«) verhält sich wie die vom Ref. untersuchte javanische »Radjah Siam«: sie hat 16 Chromosomen im Gametophyten. Zum Vergleich wurden einige »wilde« Bananen, die keine eßbaren Früchte liefern, herangezogen, nämlich *Musa ornata* var. *chittagong* aus Südamerika und die asiatische *Musa basjoo*. Bei beiden war die entsprechende Chromosomenzahl 11. Ref. möchte hinzufügen, daß eine weitere »Zierbanane«, die als »*Musa rosea*« im Braunschweiger botanischen Garten kultiviert wird, über die Ref. zur Zeit arbeitet, nur 7—8 Chromosomen besitzt.

Diese Ungleichheit des Chromosomenzusatzes in nahe verwandten Rassen und Spezies ist von Interesse, um so mehr als sich Bastarde zwischen ihnen herstellen lassen. Dem Verf. ist es wie Hans Winkler (s. diese Zeitschr. 1911, p. 175) wahrscheinlich, daß die zahlreichen Kulturbananen auf Bastardisierungen zurückzuführen sind, und Ref., der ursprünglich diesen Gedanken ablehnte, befreundet sich immer mehr damit. Verf. kündigt an, daß er bei seiner Rückkehr in die Tropen das bisher ungelöste Problem der Hybridnatur der Bananen nach folgenden zwei Gesichtspunkten angreifen will. Erstens will er versuchen, ob es nicht gelingt, durch einmalige oder wiederholte Kreuzung fertiler oder teilweise steriler Bananen total sterile wie die gewöhnlichen Eßbananen zu erzeugen, zweitens von einer vorhandenen Eßbananenrasse eine Varietät auswählen, bei der Pollen und Embryosack noch möglichst normal sind, hier durch Selbstbefruchtung eine F_1 -Generation erzielen und deren Homo- oder Heterotypie beurteilen.

Verf. hat schon jetzt Anhaltspunkte dafür, daß auf beiden Wegen ein Erfolg möglich ist. Tatsächliche Bastardisierungen von Eßbananen mit wildwachsenden sind gelungen und in sonst ganz samenlosen Rassen harte schwarze — vorläufig allerdings noch nicht keimungsfähige — Samen erzeugt. Allerdings erhielt Verf. bei Bestäubung von 1539 »Groß-Michel« Blüten mit Pollen von *Musa ornata* chittagong und *Musa basjoo* nur 4 Samen, bei Bestäubung von 1156 Blüten der »Appelbacove« 38 volle und 10 taube Samen. Je nach dem verwandten Pollen waren die Samen verschieden groß. (Trotzdem beide doch die nämliche Chromosomenzahl hatten! Ref.) Verf. ist noch nicht imstande, anzugeben, wodurch diese verschiedene Größe bedingt war, ob etwa durch verschieden starke Entwicklung des Embryo, des Endosperms oder von beidem.

Des weiteren konnte Verf. die Funde des Ref. bestätigen, daß sowohl ein geringer Prozentsatz des Pollens bei den Eßbananen austreibt als auch bei einigen — wenigstens bei der Var. »Appelbacove« —, normale 8kernige Embryosäcke sich ausbilden. In weitaus den meisten Fällen allerdings treten Störungen während der Entwicklung auf (Tetraden mit überzähligen Kernen und Zellen). Ref. hatte das genauer für den Pollen geschildert, Verf. wiederholt es, erweitert es für die Embryosäcke, bei denen sich ganz Analoges findet und gibt eine große Reihe instruktiver Abbildungen. Von Interesse ist, daß die degenerierenden Samenanlagen unabhängig von ihrer Insertion an der Placenta stehen. In einem und demselben Fruchtknotenfach finden sie sich in den verschiedensten Formen der Störung neben normal bleibenden. Bei der »Appelbacove« degenerierte der Pollen im allgemeinen mehr

und frühzeitiger als bei »Groß-Michel«; bei »Groß-Michel« wieder waren die Embryosäcke stärker in der Bildung gestört als bei der »Appelbacove«.

Für beide untersuchten Eßbananen-Rassen wies Verf. als erster ganz einwandfrei autonome Parthenokarpie nach. Diese war ja freilich auch bisher schon allgemein angenommen, aber der experimentelle Beweis (durch Verschluß der jungen Blüten) stand immer noch aus. Im Gegensatz dazu brauchten die studierten »wilden« Bananen: *Musa ornata* und *Musa basjoo* zum Fruchtansatz normale Bestäubung. Wie auch Ref. für letztere bereits zeigte, besitzen die wilden Bananen in der Pollenentwicklung kaum irgendwelche größere Störungen, auch wenn die Pflanzen unter äußerlich relativ ungünstigen Bedingungen wachsen. Das spricht auch dafür, daß die cytologischen Unregelmäßigkeiten in den Reifeteilungen der Eßbananen nicht auf äußere Ursachen, sondern auf Bastardeinfluß zurückzuführen sind. G. Tischler.

Ernst, A., Embryobildung bei *Balanophora*.

Flora. 1913. **106**, 129—159. Taf. I—II. Außerdem abgedruckt in Festschrift zur Eröffnung des neuen Instituts für allgem. Botanik an d. Univers. Zürich.

1914. 145—176. Taf. VI—VII.

Treub hatte bekanntlich für *Balanophora elongata* nachzuweisen geglaubt, daß der Embryo hier apogam aus einer Endospermzelle entstehe, und dieser eigenartige Modus war dann auch von Lotsy für *Bal. globosa* angegeben worden. Seitdem waren diese Daten fast allgemein als gesichert angesehen.

Dem Verf. war es nun aber an einigen oopogamen (= »somatisch-parthenogenetischen«) tropischen Saprophyten (*Sciaphila*, *Cotylanthera*, *Burmannia*) aufgefallen, daß hier der Embryo nachträglich so von Endosperm umschlossen wird, daß man ohne Kenntnis der Oopogamie auch hier an eine ähnliche Entstehung des jungen Embryo, wie sie für *Balanophora* nach Treub und Lotsy gelten sollte, hätte denken können. Darum vermutete er, daß *Balanophora* sich vielleicht ähnlich verhielte, und seine Vermutung wurde in der Tat bestätigt.

Zunächst sah Verf., daß mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit eine Chromosomenreduktion bei der Bildung der Embryosackmutterzelle unterbleibt. Wenn auch die Chromosomenzahl nicht genau festzustellen war, so fehlt doch allem Anschein nach die vor einer echten heterotypen Mitose stets vorhandene Synapsis. Die Bildung des Embryosackes selbst, die »parthenogenetische« Entwicklung des Endosperms aus dem oberen Polkern sowie endlich die Trennung des Endosperms in eine

obere und eine untere Zelle, welche letztere als Haustorium funktioniert, alles dieses vermochte Verf. ganz nach den vorliegenden Angaben zu bestätigen; das weitere Endospermwachstum ist nun aber regelmäßiger, als es Treub und Lotsy angenommen hatten. Denn in drei Teilungsschritten resultiert aus der »oberen« Zelle ein achtzelliger Zellkomplex, dessen Zellen in zwei Etagen zu je vier angeordnet sind. Erst weiterhin werden die Zellteilungen unregelmäßiger, und die obersten Zellen umwachsen nun die Eizelle. Diese ist nämlich nicht degeneriert, wie das Treub und Lotsy glaubten, sondern war nur vorübergehend geschrumpft, weiterhin stark herangewachsen und beginnt sich jetzt »parthenogenetisch« zu teilen. Dadurch werden *Balanophora elongata* und *globosa* nahe an die gleichfalls oöapogamen Species: *Rhopalocnemis phalloides* und *Helosis guayanensis* herangerückt. Ihnen dürften aller Wahrscheinlichkeit nach andere Balanophoraceen-Arten als normale sexuelle gegenüberstehen, nämlich die von Hofmeister bereits vor Jahren untersuchten Species sowie einige in der neueren Zeit von van Tieghem studierte *Bal. indica*, *dentata* und *pentamera*.

G. Tischler.

Lang, W. H., Studies in the morphology and anatomy of the Ophioglossaceae II: on the embryo of *Helminthostachys*.

Ann. of bot. 1914. 28, 19—37. Taf. III nebst 9 Textfig.

In der vorliegenden Abhandlung liefert der Verf. Ergänzungen zu seinen und Campbells (*Eusporangiatae*. Carnegie Series. 145) Studien über Prothallium und Embryoentwicklung von *Helminthostachys*. Es hat dazu dasselbe Material wie zu den früheren Studien (Ann. of Bot. v. XVI) gedient, welches im Barrawa in Ceylon gesammelt worden war. Junge Prothallien, die zum Studium der Geschlechtsorgane hätten dienen können, sind nicht gefunden worden; es scheint, daß deren erste Entwicklungsstadien in einen Zeitpunkt fallen, in dem der ganze Wald unter Wasser steht, wo man dann in demselben nicht sammeln kann. Keimpflanzen der *Helminthostachys*, denen die Prothallien noch anhängen, wurden indessen in größerer Zahl gefunden. Auffallend ist, daß der sich entwickelnde Sporophyt tief in das Gewebe des Prothallium versenkt ist, sowie daß neben dem sich entwickelnden noch mehrere andere Embryonen anderer Archegonien vorliegen, die auf frühem Jugendzustand stehen geblieben sind. Diese liegen der Oberfläche des Prothallium nahe, nur der weiter entwickelte Embryo hat die Versenkung ins Innere derselben erlitten. Genauere Untersuchung lehrt nun, daß diese Versenkung durch

Bildung eines Embryoträgers zu Stande kommt, dessen Bildung der Segmentierung vorangeht. Durch zwei successive Quertheilungen entsteht aus dem Ei ein dreizelliger Faden, dessen an dem Archegonhals angrenzende Zelle weiterhin ungetheilt bleibt, während in der nächsten Zelle, die dem in die Tiefe führenden Suspensor den Ursprung giebt, mehrere Theilungen Platz greifen. Die 3. = terminale Zelle des Fadens ihrerseits entwickelt sich zum eigentlichen Embryo, dessen Gewebe später eine hypobasale und eine epibasale Hälfte erkennen läßt. Aus ersterer geht der Fuß, aus letzterer Scheitel, Cotyledon und vermuthlich die erste Wurzel hervor. Immerhin sind die Bilder der Tafel sehr unbestimmt.

Der einmal entwickelte Sproß erfährt eine eigentümliche Krümmung, die ihn vertikal stellt, obschon er dorsiventralen Baues ist. Später biegt er sich seitwärts um und wächst plagiotrop, so wie man ihn bei der erwachsenen Pflanze kennt, weiter.

Campbell hatte angegeben, daß der Cotyledon ganz rudimentär bleibe und daß erst das zweite Blatt hervortrete. Verf. findet, daß das vorkommt, daß es aber in vielen Fällen vollkommen entwickelt werde. Der hier besprochene Suspensor wird vom Verf. mit den ähnlichen Gebilden verglichen, die bei *Botrychium obliquum*, sowie bei einigen Danaeaarten nachgewiesen wurden. Es wird angenommen, daß er die letzte Spur eines sicher allgemein vorhanden gewesenen fadenförmigen Anfangsstadiums des Sporophyten darstelle und daß er dem Embryoträger der Samenpflanzen homolog gesetzt werden müsse, bei denen er ja auch in vielen Fällen gerade so wie bei *Botrychium* und bei vielen Ophioglossen geschwunden sei.

H. Solms.

Wand, Arthur, Beiträge zur Kenntniß des Scheitelwachstums und der Verzweigung bei Selaginella.

Flora. 1914. **106**, 237—263. Mit 45 Textabbg.

Mittelst Microtomschnitten hat Verf. die Verhältnisse am Sproßscheitel einer größeren Reihe von Selaginellen studirt. Er findet die Wachstumsweise bei verschiedenen Arten sowohl als auch an deren verschiedenen Sproßgenerationen sehr verschiedenartig, mit einer oder mit mehreren Scheitelzellen, oder endlich mit untereinander gleichen Initialen in Mehrzahl. Die Verzweigung soll bei allen Arten, deren Sprosse (welcher Art?) mit einer Scheitelzelle wachsen, monopodial, bei denen mit Initialgruppen echt oder modificirt dichotomisch sein. Es sollen indessen zwischen diesen Verzweigungsformen Übergänge vorkommen, die eine sichere Entscheidung darüber sehr erschweren oder unmöglich machen.

Ob und in wie weit alle diese Resultate genügend fundirt sind, kann Ref. nicht beurtheilen. Aus den Abbildungen, die meist Längsschnitte repräsentiren, ist wenig zu entnehmen, sie sind in nicht genügender Ausdehnung ausgeführt, ihr Zellnetz dürfte der vielfach vorkommenden, mehr als unwahrscheinlichen Zellcontoure halber nicht mit wünschenswerther Genauigkeit behandelt sein. Und wer garantirt uns für die Richtung, in der die Schnitte des Verfs. die Vegetationspunkte getroffen haben. Bei der engen Aneinanderdrängung der successiven Sproßgenerationen an den Knospen der Selaginellen ist die Orientierung bekanntlich sehr erschwert. Und auch der sehr kurz und assertorisch gehaltene Text giebt wenig Aufklärung zu den Bildern. H. Solms.

Grün, C., Monographische Studien an *Treubia insignis*.

Flora. 1913. 106, 331—392. 2 Taf. u. 14 Textabbdg.

In der vorliegenden Arbeit erhalten wir eine sehr erwünschte zusammenhängende Darstellung der Gattung *Treubia*, die wesentlich auf reichliche, von Prof. Ernst und Dr. Bernard gesammelte javanische Materialien begründet ist. Es werden successive besprochen: »Vorkommen und äußere Morphologie des Genus, seine systematische Stellung, die Verf. wie Göbel im Anschluß an *Fossombronina* findet, die anatomischen Verhältnisse und das Scheitelwachsthum der Pflanze, ferner Bau und Entwicklung der Archegonstände und Archegonien. Männliche Pflanzen konnte Verf. leider unter seinem Material nicht finden. Ein weiteres Capitel behandelt den Sporophyten, dessen jüngste Entwicklungsstadien freilich nur in schlechter Erhaltung vorlagen. Zuletzt kommt ein Abschnitt über die Vermehrung der *Treubia* durch Brutknospen. Die von Göbel erwähnte Neuseeländische Form mit vielzelligen Brutknospen hält Verf. mit *Stephani* für eine differente Species. Die Bilder, zumal die auf den Tafeln, sind sehr sorgfältig ausgeführt und geben eine vortreffliche Vorstellung von der interessanten Gattung.

H. Solms.

Winge, Ö., Cytological studies in the Plasmodiophoraceae.

Arkiv f. bot. 1913. 12.

Schwartz, E. J., The Plasmodiophoreae and their relationship to the mycetozoa and the Chytridieae.

Ann. of bot. 1914. 28.

Als Woronin im Jahre 1878 den Entwicklungsgang von *Plasmodiophora brassicae* beschrieb, machte er in derselben Abhandlung Angaben über ein *Chytridium* (heute *Olpidium*) *brassicae*, das sich in den Keim-

pflanzen des Kohls aus Schwärmern, die ganz wie Plasmodiophora-schwärmer aussähen, entwickele und im Innern der Zellen als kleines Plasmodium parasitiere, aber keine Hypertrophie der Zellen hervorrufe. Am Ende der Vegetationszeit zerfalle es nicht wie Plasmodiophora in kleine Sporen, sondern bilde entweder ein Schwärmsporangium oder eine große Dauerspore. Trotz der großen Ähnlichkeit beider Organismen stellte Woronin Plasmodiophora zu den Myxomyceten, weil sie ein echtes bewegliches Plasmodium besitzt, er hob aber die nahen Beziehungen zwischen Plasmodiophora und den Chytridien hervor.

Die neuere Plasmodiophoreenliteratur, die mit Nawaschins sorgfältiger cytologischer Untersuchung der Plasmodiophora (1899) beginnt, hat zwei wichtige Tatsachen festgestellt: daß erstens das angebliche Plasmodium nicht von Zelle zu Zelle vordringt, sondern daß seine Anwesenheit in einer Gruppe von Nachbarzellen durch nachträgliche Teilungen einer einzigen ursprünglich befallenen Zelle zu erklären ist, und daß zweitens die Kernteilungen des Parasiten während der vegetativen Zeit ganz vom karyokinetischen Typus abweichen. Die achromatischen Fasern, die sonst in Form eines Doppelkegels der Äquatorialplatte ansitzen, sind hier zu einem hantelförmigen axilen Körper zusammengezogen, so daß die Spindel von der Seite das Bild eines Kreuzes ergibt. Vor der Sporenbildung dagegen sah Nawaschin eine normale Karyokinese; Prowazek hat diese Angabe dahin verbessert, daß zwei solcher Teilungen stattfinden, und die späteren Beobachter scheinen dies allgemein zu bestätigen.

Nach der Übersicht, die Schwartz gibt, sind bisher einschließlich Plasmodiophora sieben Gattungen bekannt; die meisten davon enthalten je eine Art und ihre Gattungsberechtigung, die auf der Anordnung der Sporen in Haufen, Hohlkugeln oder Scheiben beruht, ist sehr zweifelhaft. Viele von ihnen bewohnen oberirdische Pflanzenteile und rufen dort Auftreibungen und Verkrümmungen der Stengel oder Adern hervor, und zwar Sorosphaera bei Veronica, Molliardia bei Triglochin, Sorodiscus, über die Winge nähere Mitteilungen macht, bei Callitriche, endlich Tetramyxa, deren cytologische Untersuchung wir Maire und Tison verdanken, bei Ruppia. Die Gattung Spongospora erzeugt den Schorf der Kartoffeln, Ligniera kommt nur in Wurzelhaaren vor und ist dadurch bemerkenswert, daß sie keinerlei Hypertrophie des Wirtsgewebes erzeugt. Schwartz beschreibt an den Wurzeln von Bellis, Mentha und Alisma drei neue Arten.

Die eigentümliche vegetative Karyokinese und die zwei normalen Kernteilungen vor der Sporenbildung sind bei fast allen Formen gesehen worden; sie scheinen also für die Plasmodiophoreen charakteristisch

zu sein. Den beiden normalen Karyokinesen, die also wahrscheinlich generativer Art sind, geht eine Entleerung der Kerne voraus. Das Chromatin wird so zart, daß kaum die Kernmembran sichtbar bleibt; nach Osborn verschwinden bei Spongospora die Kerne ganz. Es handelt sich wohl kaum um etwas anderes als um die feine Verteilung des Chromatins und um die Abstoßung von Kernbestandteilen, die vor der ersten Reifungsteilung allgemein beobachtet ist. Die Annahme eines kernlosen Stadiums, die durch Prowazek in die Literatur gekommen ist, erscheint hinfällig. Ebenso unrichtig scheinen die Angaben über eine Karyogamie vor den generativen Kernteilungen bei Osborn und nach ihnen bei Prowazek zu sein. Wahrscheinlich kopulieren die Schwärmer. Merkwürdigerweise ist die Keimung der Sporen bei keiner Form von einem der neueren Autoren beobachtet worden.

Was die verwandtschaftlichen Beziehungen betrifft, so verweist Winge mit Recht auf die Chytridiaceen, namentlich auf die von Němec beschriebene Gattung Sorolpidium. Hier kommt dieselbe merkwürdige Karyokinese vor wie bei den Plasmodiophoreen. Schwartz hat, um über die Beziehungen zu den Myxomyceten eine eigene Meinung zu gewinnen, die Kerne der Schwärmer und der jungen Sporangien gefärbt und kommt zu dem diplomatischen Schluß, daß »die Gruppe, obwohl sie mit den Mycetozoen und den Chytridien nahe verwandt sei, am besten eine eigene Klasse bilde«. Nach der Ansicht des Ref. steht folgendes fest: Die Plasmodiophoreen sind mit den Chytridien durch alle Übergänge verbunden, mit den Myxomyceten überhaupt nicht. Was bei ihnen als Plasmodium beschrieben ist, erscheint als eine Form des intracellulären Parasitismus, die bei Chytridien schon beobachtet ist und hier infolge der fortgeschrittenen Gallenbildung zu größeren Plasmaansammlungen führt. Cytologisch stimmen sie mit den Chytridien überein, mit den Myxomyceten gar nicht. Hier sind zwei generative Kernteilungen vor der Sporenbildung festgestellt, bei den Myxomyceten nur eine. Der charakterische Bau der Myxomycetenschwärmer ist bei ihnen bisher nicht nachgewiesen, nach den Abbildungen Woronins gleichen ihre Schwärmer ganz denen der Chytridien. Woronin würde, wenn die heute beschriebenen Übergangsformen damals bekannt gewesen wären, sein Olpidium und seine Plasmodiophora als nahe Verwandte hingestellt haben, ohne auf die Myxomyceten zu verweisen.

E. Jahn.

Esmarch, Ferd., Untersuchungen über die Verbreitung der Cyanophyceen auf und in verschiedenen Böden.

Diss. Kiel. 1914.

Esmarch brachte Erdproben verschiedener Herkunft unter Bedingungen, die für die Entwicklung von Blaualpen günstig sind, und bestimmte die auftretenden Arten, um über ihre Verteilung in der Natur Aufschluß zu erhalten. Zu dem Zweck wurde die Erde in Petrischalen gefüllt, angefeuchtet und mit Fließpapier bedeckt, von dem die Algen sich besser abheben als von der Erde. Die Cyanophyceen herrschten bei weitem vor.

Es ergab sich, daß vor allem dann reichlich Blaualgen auftraten, wenn die Proben von feuchten Stellen und von bearbeitetem Boden stammten. So enthielt unbearbeitete sandige Erde vom Elbstrand, vom Rande eines künstlichen Teiches und vom Ostseestrand fast durchwegs Blaualgen, während sandiger Heideboden, humoser Waldboden und auch Moorboden arm daran waren. Die bearbeiteten Böden waren entsprechend ihrem Nährstoffreichtum ergiebig an Cyanophyceen.

Es fällt auf, daß unter den aufgefundenen Arten die Nostocaceen bei weitem am häufigsten sind. Ob das daran liegt, daß sie durch Bildung von Dauerzellen an das Vorkommen in der Erde angepaßt sind, weil sie dort häufiger dem Austrocknen und dem Frost ausgesetzt sind als im Wasser, oder ob sie durch die Kulturmethode bevorzugt wären, das wäre noch zu untersuchen.

Mit zunehmender Bodentiefe nimmt die Blaualgenmenge ab, doch finden sich in den obersten Schichten noch welche, die dorthin passiv verschleppt sein müssen, da sie sich ohne Licht nicht vermehren können, wenn sie auch — wie durch Versuche festgestellt wurde — einige Wochen im Dunkeln am Leben bleiben können.

E. G. Pringsheim.

Strzeszewski, B., Zur Phototaxis des *Chromatium Weissii*.

Bull. acad. d. sc. de Cracovic. Juli 1913.

Engelmann hat für die Purpurbakterien eine »Schreckbewegung« festgestellt, die dann eintritt, wenn die Bakterien aus einem helleren in einen dunkleren Ort gelangen. Verf. fand bei *Chromatium Weissii* neben dieser positiven auch eine negativ phobophototaktische Reaktion: unter bestimmten Umständen kann *Chromatium* aus einem helleren in ein dunkleres Feld übergehen. Die Versuchsanordnung war folgende: Die Purpurbakterien wurden auf einem Teller einer von oben kommenden Belichtung ausgesetzt. Den Teller bedeckte ein schwarzer Pappdeckel, in dem sich eine kreuzförmige Öffnung von 2 bis 5 mm Breite und 6 bis 10 cm Länge befand. Es zeigte sich, daß bei schwacher, kurzandauernder Belichtung *Chromatium* sich auf dem Teller so verteilte, daß eine bakterienfreie Figur entstand, die dem Ausschnitt im Pappdeckel entsprach: die Bakterien reagierten also

negativ phototaktisch. Bei stärkerer Belichtung trat das Umgekehrte ein: es bildete sich ein rotes Kreuz auf weißem Grunde. Bei langandauernder, starker Belichtung beobachtete Verf. einigemale dieselbe Reaktion wie bei schwacher Intensität: also negative Phototaxis. Die positive Reaktion, die bei kurzer, starker Belichtung auftrat, konnte auch durch schwache, aber langandauernde Belichtung hervorgerufen werden. Darnach könnten hier Verhältnisse vorliegen, wie sie im Reizmengengesetz für phototropische Reaktionen ausgedrückt sind. Jedoch sind die Versuche des Verf. nicht systematisch genug angestellt, um solche Schlüsse zu erlauben.

Während es sich im ersten Abschnitt der vorliegenden Arbeit um phobische Reaktionen handelte, glaubt Verf. im zweiten Abschnitt eine »topische« nachgewiesen zu haben. Ob aber tatsächlich die Lichtrichtung bei *Chromatium* eine Rolle spielt, wie nach Jennings bei *Euglena*, ist nicht sicher. Die Versuchsanordnung ruft, ebenso wie diejenige früherer Autoren, Bedenken wach. Denn es herrschte infolge von Reflexion eine kompliziertere Lichtverteilung in der Versuchsküvette, als der Verf. annimmt.

Erwähnt sei noch die Beobachtung, daß durch langandauernde Belichtung die Empfindlichkeit für den Lichtreiz geschwächt wird.

M. M. Riß.

Klinken, J., Über das gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Koniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde.

Bibliotheca botanica. Stuttgart. 1914. 84. 4^o, 41 S. 3 Taf.

Verf. konnte nachweisen, daß die Kambiumzellen von *Taxus* bei ihrem Übergang in die Elemente der sekundären Rinde keinerlei Längenänderung erfahren, während das Jungholz Spitzenwachstum aufweist. Dementsprechend zeigen die in einem Radius der Rinde von außen nach innen einander folgenden Elemente genau die Veränderungen an, die in den Kambiumzellen allmählich vor sich gegangen sind. Um diese festzustellen, wurde ein 3 mm dickes Rindenstück einer ungefähr 30jährigen Eibe, das 7 mm hoch und ebenso breit war, in eine Serie von 100 Tangentialschnitten zerlegt. Jeder fünfte von diesen wurde mit dem Edingerschen Zeichenapparat skizziert. — Die sehr interessanten und klar dargestellten Ergebnisse, zu denen Verf. gelangte, sind fast durchweg durch das Studium dieser Zeichenskizzen eines solchen winzigen Gewebestückes gewonnen; sie werden freilich da und dort durch Studien an Quer- und radialen Längsschnitten ergänzt.

Für die Initialen des Kambiums konnte Verf. zeigen, daß ein relativ großer Teil von ihnen schwindet, so daß im Kambium nach 30 Jahren nur noch 40% der ursprünglich vorhandenen Initialen existieren. Ob die schwindenden Zellen einfach zugrunde gehen oder ob sie aus der Kambialfläche durch Gleiten auf den Tangentialwänden herauswachsen und so aufhören, den Charakter von Initialen zu zeigen, das kann nicht sicher entschieden werden. — Alle Initialen erfahren, solange sie existieren, eine andauernde Verlängerung, durch die sie nach 30 Jahren auf die 6fache Länge kommen. Diese Verlängerung ist nur unter Gleiten auf den Radialwänden der Nachbarinitialen möglich, und bei diesem gleitenden Wachstum wird nicht nur der Raum der schwindenden Initialen wieder ausgefüllt, sondern es wird auch die mit der Zunahme des Holzkörpers notwendige Verbreiterung des Gesamtkambiums gewonnen. — Haben die Initialen eine gewisse Länge erreicht, so teilen sie sich durch eine Querwand. Diese steht ursprünglich senkrecht zur Längsachse der Zelle, richtet sich aber bald auf. Solche schräge Querwände erwecken dann in Querschnitten den Eindruck von Längswänden; solche kommen im Kambium von *Taxus* indes niemals vor. Die beiden Tochterzellen einer Initiale setzen dann auf den schrägen Querwänden alsbald das gleitende Wachstum fort.

Der zweite Abschnitt berichtet über die Markstrahlen. Sie sind normalerweise einschichtig und eine bis viele Zellen hoch. Die hohen zeigen die Tendenz, ihre Höhe unter Verminderung der Zellzahl zu verkleinern, die kleinen verhalten sich umgekehrt. So nähern sich die Markstrahlen alle der »Optimalzahl« von etwa drei Zellen Höhe. Diese Veränderungen treten durch Schwinden bzw. durch Bildung von Markstrahlinitiale auf. — Seitlich nebeneinander verlaufende Strahlen können durch Schwund der zwischenliegenden Kambiuminitiale vereinigt werden. So entstehen lokal Markstrahlen, die zwei Zellen breit sind; das ist indes ein vorübergehender Zustand: durch Schwinden von Initialen wird der Strahl bald wieder einschichtig. — Minder häufig als solche Verschmelzungen sind Zerteilungen von Markstrahlen. Tritt etwa in der Mitte das Schwinden einer Initiale ein, so zerfällt der Markstrahl in zwei senkrecht übereinander stehende Teilstrahlen; wird er durch eine Kambiuminitiale zerteilt, so stehen später seine Teilstrahlen nebeneinander. — Endlich hat Verf. noch konstatiert, daß die sogenannten kleinen Markstrahlen durch Abschnürung eines Endes einer Kambiuminitiale gebildet werden.

Die Arbeit weist also in einer ungemein überzeugenden Weise die Existenz und die weite Verbreitung des gleitenden Wachstums nach. Auch kann gelegentlich gezeigt werden, daß Tüpfelbildung an solchen erst nachträglich vereinigten Wänden aufzutreten vermag.

Auf die Berührungspunkte dieser Arbeit mit älteren Publikationen sowie mit der erst vor kurzem erschienenen Arbeit von Neeff (diese Zeitschr. 6, 465) kann hier nicht eingegangen werden. Jost.

Rasdorsky, W., »Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Lehre über die mechanischen Eigenschaften der Pflanzengewebe«.

Bull. de la Société Imp. des Naturalistes de Moscou. 1911 (1913). S. 351—405.

Kalinnikow, J. A., und **Rasdorsky, W. Th.**, »Experimentelle Untersuchung des Zugwiderstands von bastreichen Pflanzenteilen«.

Ebenda. S. 406—523. Mit Taf. A und B.

In der ersten Abhandlung bringt Rasdorsky eine Zusammenfassung der bisherigen Untersuchungen über das mechanische Gewebe. Die Untersuchungsmethoden der verschiedenen Forscher, wie Schwendener, Detlefsen u. a. werden, zum Teil kritisch, eingehend besprochen.

In der zweiten Arbeit haben die Verff. sich die Aufgabe gestellt, nach verbesserten Verfahren die Eigenschaften des mechanischen Gewebes zu erforschen. Sie bedienen sich zu diesem Zwecke der neuesten Methoden, welche bei ähnlichen Untersuchungen in der Technik Anwendung finden. Außerdem wird von Kalinnikow ein neuer Apparat konstruiert. — Die Ergebnisse ihrer Studien beleuchten in mancher Beziehung das Verhalten des mechanischen Gewebes. So ist es z. B. interessant zu erfahren, daß bei Wirkung von Zugkräften auf bastreiche Pflanzenorgane, wie Blattstiele von Palmen oder Blätter von *Phormium tenax*, zuerst eine bleibende, wenn auch geringe, Verlängerung zu beobachten ist. Erst darauf tritt die elastische Verlängerung des Gewebes, welche nach Aufhebung der Belastung wieder verschwindet, ein.

Weitere Einzelheiten sowie die Beschreibung der recht komplizierten Untersuchungsmethoden müssen in der Abhandlung selbst nachgelesen werden. S. Rywosch.

Shull, Ch. A., Semipermeability of Seed Coats.

Bot. Gaz. 1913. 54, 169.

Verf. studierte die von ihm als selektiv permeabel erkannte Samenschale von *Xanthium glabratum*, eben im Bezug auf diese Eigenschaft. Seine Ergebnisse über Permeieren oder Nicht-Permeieren der

schiedenen geprüften Stoffe stimmen im wesentlichen mit den von Brown und dem Ref. an Getreidekörnern erhaltenen überein. Eine vielleicht als Ausgangspunkt weiterer Studien nicht uninteressante Ausnahme bildet Silbernitrat, das bei Gerste und Weizen (ebenso Roggen Ref. unpubliziert.) wenn überhaupt nur sehr langsam eindringt, während es bei Xanthium fast ebenso rasch als Wasser ins Sameninnere gelangt. In dem nicht permeierenden Li Cl wurde eine Verbindung gefunden, deren osmotische Konzentration in gesättigter Lösung hoch genug ist um jegliche Quellung lufttrockener Samen hintanzuhalten. Vorgequollene Samen wurden durch die gleiche Lösung in kurzer Zeit auf den Feuchtigkeitsgrad lufttrockener Samen zurückgebracht. Autor berechnet aus diesen Versuchen die wasseranziehende Kraft trockener Xanthiumsamensamen zu rund 965 Atmosphären.

In mehrfacher Hinsicht war nun Shulls Objekt — Xanthium den Gramineen überlegen. Einmal vollzog sich die Wasseraufnahme sehr rasch und wohl in ursächlichem Zusammenhang damit konnte der Prozeß der Wasseraufnahme und Abgabe entsprechend der Konzentration eines in der Außenflüssigkeit gelösten, nicht permeierenden Stoffes völlig reversibel gestaltet werden. Das heißt also der für eine bestimmte osmotische Konzentration der Außenlösung charakteristische Wassergehalt eingeweichter Samen konnte sowohl durch Wasseraufnahme — bei Benutzung zu trockener Samen — als auch durch Wasserabgabe — bei Verwendung vorgequollener zu wasserreicher Samen — eingestellt werden. Bei Gramineen war eine derartig vollkommene Reversion nicht möglich, sondern im letzteren Falle blieb der Wassergehalt dauernd etwas über dem auf dem ersterem Wege erhaltenen Werte.

Ferner ließ sich bei Xanthium die Samenschale in guter Erhaltung loslösen, wodurch eine Nachprüfung und Bestätigung der mit intakten Samen erhaltenen Befunde mit der isolierten und in geeigneter Weise montierten Schale ermöglicht wurde. Da zugleich die einzelnen Schichten der Samenschale voneinander getrennt werden konnten, war Shull in der Lage die Bedeutung der Einzellamellen direkt experimentell zu untersuchen. Am ausgesprochensten zeigte die Eigenschaft der Semipermeabilität die innerste Lage, weniger die mittlere, doch wirkten beide in ihrer natürlichen Verbindung besser als jede für sich.

Theoretische Betrachtungen führen zu keinem positiven Ergebnis; die Hydronen Hypothese Armstrongs wird bekämpft und ebenso Reichards Annahme einer Mitwirkung des Tannins beim Zustandekommen der Semipermeabilität für Xanthium mit Rücksicht auf anatomische Befunde abgelehnt.

Die Widerstandsfähigkeit luft- bzw. exsikkatortrockener Samen gegen

wasserfreie Gifte wird gleichfalls als eine Funktion der Samenschale erkannt. Hier darf Ref. wohl darauf aufmerksam machen, daß er schon früher (Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1910. 28, 492.) für Weizen mit fast identischer Methodik den gleichen Nachweis geführt hat, so daß also auch in dieser Hinsicht Xanthium dasselbe Verhalten zeigt wie Gramineen. Diese Abhandlung und einige andere einschlägige so besonders Kurzweilly, der vor Becquerel die Frage nach der Widerstandsfähigkeit von trockenen Pflanzen gegen wasserfreie Gifte in umfassender Weise behandelt hat, scheinen Shull entgangen zu sein.

Schließlich wird eine weite Verbreitung semipermeabler Samenhüllen gefordert und ihre Gegenwart in einigen weiteren Fällen erwiesen. Bei dieser Gelegenheit möchte Ref. auf eine von ihm früher übersehene Arbeit Golas (Ann. di botanica. 1905. 3, 59) hinweisen, in der die gleiche Forderung erhoben wird. Schroeder.

Swart, N., Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern.

Gustav Fischer, Jena. 1914. Mit 5 Taf.

Verf. erwähnt zuerst die Wehmersche Kritik über die Herbstentleerung der Blätter. Bekanntlich hat Wehmer (1892) bewiesen, daß die direkt auf das Aschengewicht berechnete Gewichtsabnahme einiger Aschenbestandteile (K, P usw.) keineswegs eine absolute Abnahme des betreffenden Elementes beweist. Diese Abnahme kann durch ein Anwachsen anderer Aschenbestandteile, wie z. B. Ca oder Si, vorgetäuscht sein. Die gesuchten Werte erhält man nur durch die Untersuchung gleicher Blattflächen von Sommer- und Herbstblättern. Dieses Verfahrens haben sich nach Wehmer die meisten Forscher bedient. Da Swart auch diese Untersuchungsmethoden nicht ganz einwandfrei findet, glaubte er noch einmal untersuchen zu müssen, ob dem Laubfall eine Stoffauswanderung vorangeht. Er verwendet zu seinen Untersuchungen ausgestanzte Blattstücke von gleicher Größe. Diese von Stahl eingeführte Methode ergibt genauere Werte als Messungen der ganzen Blätter. Bei der Auswahl der Blätter werden alle Fehlerquellen berücksichtigt — Standort, Stellung zum Licht usw. Zuerst werden die grünen Blätter und erst nach einem Zeitintervall von etwa drei Wochen die gelben gesammelt. Das Einsammeln von gelben und grünen Blättern zu gleicher Zeit hat nämlich den Nachteil, daß man Exemplare von ungleicher Entwicklung erhalten kann. Des Verf. Analysen ergaben durchgehend eine merkliche Abnahme von N und P und teilweise auch von K. Verf. hebt hervor, daß sich die Stoffauswanderung hauptsächlich in der Verfärbungsperiode vollzieht.

Im zweiten Kapitel werden unter dem Titel »Die Verfärbung des

Laubes« mehrere Fragen über das Herbstblatt behandelt. Verf. schließt sich der Ansicht von Stahl an, daß der grüne Farbstoff, oder vielmehr seine Derivate, aus den Blättern auswandern. Die Auswanderung dieses N-haltigen Farbstoffes befindet sich im Einklang mit den erwähnten Analysen. Die gelben Farbstoffe, welche keinen Stickstoff enthalten, bleiben im Blatte zurück. Vom Öl, welches in Form von kleineren Tropfen in alternden Blättern in großer Menge vorkommt, gibt Verf. auf Grund seiner Analysen, über welche aber jede nähere Angabe fehlt, an, daß es nicht auswandert, sondern im Blatte zurückbleibt.

Da nach Verf. die Stoffauswanderung zur Zeit der Herbstverfärbung stattfindet, so blieb noch zu ermitteln, ob nicht die zu dieser Zeit eintretenden Veränderungen, besonders Thyllenbildung und Callusverstopfung der Siebröhren, die Stoffauswanderung hemmen. Diesbezügliche Versuche mit Indigokarmin ergaben völlige Wegsamkeit der Leitungsbahnen.

Im dritten und letzten Kapitel diskutiert der Autor hauptsächlich die Frage, inwiefern innere und äußere Ursachen die Erscheinung des normalen Laubfalls bedingen. Das Nähere hierüber muß in der Abhandlung selbst nachgesehen werden.

Der Arbeit, welche zugleich als Dissertation erschienen ist, sind fünf Tafeln beigegeben, auf welchen die Ab- und Zunahme der Nährstoffe während der ganzen Vegetationsperiode graphisch dargestellt ist.

S. Rywosch.

Eckerson, Sophia, A Physiological Study of After-Ripening.

Bot. Gaz. 1913. 55, 286—299.

Wie die eben besprochene Arbeit von Verschaffelt beschäftigt sich auch die vorliegende Arbeit mit der Untersuchung des Keimverzuges. Nach einer kurzen Erörterung der neueren Arbeiten über Keimverzug und Nachreife knüpft die Verf. an Untersuchungen von Davis und Rose mit *Crataegus mollis* (Bot. Gaz. 1912) an. Diese Autoren fanden, daß die Samen der genannten Pflanze innerhalb der intakten Fruchtschale ein oder mehrere Jahre zur Keimung brauchen. Wenn die Fruchtschale beseitigt wird, ist die Zeit der Nachreife bei 5—6° C. auf 90—96 Tage abgekürzt; wird dann auch die Samenschale noch beseitigt, so ist die Nachreifezeit dennoch noch auf 28 Tage festgestellt worden. Da sich also ergeben hat, daß der Keimverzug in diesem Falle nicht durch die das Wasser zurückhaltenden Schalen verursacht wird, sondern seine Ursache im Embryo selbst haben muß, so werden auf mikrochemischem Wege die Veränderungen festgestellt,

welche vom reifen lufttrockenen Samen bis zur Keimung zustande kommen. Es wird der Zustand mit Samenschale zur Untersuchung benützt.

Verf. zeigte, daß der Embryo zuerst Fette und Öle, dazu Lecithin enthält. Weder Zucker noch Stärke ist derzeit darin enthalten. Die Reaktion der Kotyledonen ist sauer, das Hypokotyl aber ist schwach basisch. Die Absorptionskapazität des Hypokotyls für Wasser ist geringer als 25 % des Frischgewichts.

Während der Nachreife beginnen nun bald Umsetzungen im Embryo. Dieselben nehmen ihren Anfang mit Erhöhung des Säuregehaltes. Damit Hand in Hand geht eine Steigerung der Wasserabsorptionskapazität und eine Zunahme der Aktivität von Katalase und Peroxydase.

Gegen Ende der Nachreifepériode tritt dann eine plötzliche Zunahme im Säuregehalt auf, desgl. wieder in der Absorptionskapazität. Jetzt tritt auch zuerst Oxydase auf. So stehen die Verhältnisse ungefähr, wenn das Hypokotyl 3—5 cm lang ist. Zu dieser Zeit zeigt sich zugleich mit einer Verminderung des Fettes ein erstes Auftreten von Zucker.

All diese Vorgänge und Umsetzungen können nun erheblich beschleunigt werden, wenn die Samen mit verdünnten Säuren behandelt werden. Salzsäure, Buttersäure und Essigsäure wurden dazu mit Erfolg angewandt.

Es liegen also Ergebnisse vor, welche sich mit denen von Promsy erzielten in der schönsten Übereinstimmung befinden. E. Lehmann.

Kubart, B., Über die Cycadofelicinen *Heterangium* und *Lyginodendron* aus dem Ostrauer Kohlenbecken.

Österr. bot. Zeitschr. 1914. 2, 8—12.

Obgleich die vorliegende Arbeit nur eine vorläufige Mittheilung darstellt, die einem Vortrag auf der Wiener Naturforscherversammlung entspricht, und obgleich also nach dem Erscheinen der Hauptarbeit des Verf. darauf zurückzukommen sein wird, so soll doch schon jetzt auf dieselbe hingewiesen werden, weil die beiliegende Tafel von verschiedenen neuen *Heterangium* und *Lyginodendron*arten, die Verf. schon früher erwähnt hat, zum ersten Male Abbildungen liefert. Es sind das die folgenden: *Heterang. alatum*, *Sturii*, *Andraei*, sowie *Lyginodendron*, *Heterangioides* und *H. lacunosum*. Auf die allgemeinen anschließenden Betrachtungen einzugehen ist jetzt noch nicht an der Zeit. H. Solms.



Neue Literatur.

Allgemeines.

- Baur, E.**, s. unter Fortpflanzung und Vererbung.
- Hansen, A.**, Die Pflanze. Sammlung Göschen No. 742. Berlin und Leipzig. 1914. 16^o, 99 S.
- Justs** botanischer Jahresbericht. Herausgegeben von F. Fedde. Achtunddreißigster Jahrgang (1910). Zweite Abteilung. Viertes Heft. Bornträger, Berlin. 1914. Pflanzengeographie von Europa 1908—1910.
- , Novorum generum, specierum, varietatum, formarum, nominum Siphonogamarum Index (Schluß). Morphologie der Zelle 1911. Palaeontologie. Agrikultur, Moorkultur, Forstbotanik und Hortikultur 1910 und 1911. Schizomycetes 1910—1911. Neununddreißigster Jahrgang (1911). Zweite Abteilung. Drittes Heft. Bornträger, Berlin. 1914.
- , Allgemeine Pflanzengeographie und Pflanzengeographie außereuropäischer Länder (Schluß). Volksbotanik 1909—1912. Pflanzenkrankheiten. Vierzigster Jahrgang (1912). Erste Abteilung. Drittes Heft. Bornträger, Berlin. 1914.
- Kossowicz, A.**, Lehrbuch der Chemie, Bakteriologie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel. Bornträger, Berlin. 1914. 8^o, 560 S.
- Winterstein, H.**, Handbuch der vergleichenden Physiologie. 24. Lief. Bd. III. Physiologie des Energiewechsels. Physiologie des Formwechsels. I. Hälfte. Fischer, Jena. 1914. 8^o, 1761—1922.

Bakterien.

- Andriewsky, P.**, L'ultrafiltration et les microbes invisibles. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 75, 90—93.)
- Bail, O.**, Veränderungen der Bakterien im Tierkörper. IX. Über die Korrelation zwischen Kapselbildung, Sporenbildung und Infektiosität des Milzbrandbacillus. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 75, 159—174.)
- Galli-Valerio, B.**, Zur Verwendung des Ozons für Luftdesinfektion. (Ebenda. 93—96.)
- Grimm, M.**, Flüchtige organische Verbindungen als einzige Kohlenstoffquellen. (Ebenda. II. 41, 647—649.)
- Hall, W. I.**, and **Nicholls, F.**, Earlier indications of gas formation by coliform organisms, with description of a modified fermentation tube. (Ebenda. 140—159.)
- Kossowicz, A.**, s. unter Allgemeines.
- Krainsky, A.**, Die Aktinomyzeten und ihre Bedeutung in der Natur. (Ebenda. 649 ff.)
- Löhnis, F.**, und **Hanzawa, J.**, Die Stellung von Azotobakter im System. (Ebenda II. 42, 1—8.)
- Ruzicka, Vlad.**, Kausal-analytische Versuche über den Ursprung des Chromatins der Sporen und vegetativen Individuen der Bakterien. (Ebenda II. 41, 641—647.)
- Salzmann, M.**, Ein Beitrag zur Bakterienmutation. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 105—113.)
- Séliber, G.**, Les acides volatils dans les produits de fermentation de quelques microbes anaérobies. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 589—599.)
- Serkowski, St.**, Bacillus s. Granulobacillus putrificus nov. sp. (Centralbl. f. Bakt. I. 1914. 75, 1—21.)
- Toenniessen, E.**, Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien. Weitere Untersuchungen über die Fluktuation, insbesondere über ihre Entstehungsweise, ihre Erbllichkeit und ihre Bedeutung für die Artbildung. (Ebenda. 97—105.)
- Uémura, H.**, Untersuchungen über milzbrandähnliche Bacillen. (Ebenda. 21—36.)

Pilze.

- Blochwitz, A., Heliotropische Riesenformen von Aspergillen. II. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 526—530.)
- Boas, F., Über ein neues Coremien-bildendes Penicillium. (Mykolog. Centralbl. 1914. 5, 73—83.)
- Boudier, E., De l'importance que l'on doit attacher aux goutelettes oléagineuses contenues dans les spores chez les Discomycètes. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 51—55.)
- Büren, G. von, Zur Entwicklungsgeschichte von Protonyropsis Magn. (Mykolog. Centralbl. 1914. 5, 83—84.)
- Coupin, M. H., Sur une Mucédinée croissant sur le liquide de Raulin. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 245—249.)
- Dietel, P., Betrachtungen zur Systematik der Uredineen. I. (Ebenda. 65—73.)
- Dufour, L., Note sur les Agaricinées de la forêt de Fontainebleau. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 229—247.)
- Fischer, E., Beiträge zur Biologie der Uredineen. (Mykolog. Centralbl. 1914. 5, 113—119.)
- Fromme, F. D., The morphology and cytology of the acidium cup. (The bot. gaz. 1914. 58, 1—36.)
- Höhnel, F. v., Fragmente zur Mykologie. XVI. No. 813—875. (Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. 1914. 107.)
- Kita, G., Syncephalastrum racemosum F. Cohn. Mit 3 Textfig. (Mykolog. Centralbl. 1914. 5, 126—128.)
- Klebahn, H., Aufgaben und Ergebnisse biologischer Pilzforschung. Votr. a. d. ges. Gebiet der Botanik. Herausgeg. von d. d. bot. Ges. Berlin Heft 1. 1914. 8^o, 41 S.
- Kuijper, J., Notizen über einige Pflanzenkrankheiten erregende Pilze Surinams. (Rec. trav. bot. Néerl. 1914. 44—53.)
- Le Goc, M. J., Further observations on Hirneola auricula Judae («Yews ear»). (The news physiol. 1914. 13, 122—133.)
- Liebreich, E., Rost und Rostschutz. Vieweg & Sohn, Braunschweig. 1914.
- Matruchoth, L., Variations expérimentales du Tricholoma nudum. Disparition progressive de certains caractères spécifiques ou génériques chez un champignon Basidiomycète charun. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 503—511.)
- Munk, M., s. unter Physiologie.
- Neger, F. W., Zur Frage der systematischen Stellung der sog. Ambrosiapilze. (Centralbl. f. Bakt. II. 42, 45—69.)
- Ramlow, G., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Ascoboleen. (Mykolog. Centralbl. 1914. 5, 177—198.)
- Treboux, O., Überwinterung vermittels Myzels bei einigen parasitischen Pilzen. (Mykolog. Centralbl. 1914. 5, 120—126.)
- Zaleski, W., und Israilsky, W., Über den Eiweißaufbau in der Hefe. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 472—479.)
- , und Pjukow, D., Über Elektion der Stickstoffverbindungen durch Aspergillus. (Ebenda. 32, 479—483.)

Algen.

- Alten, H. von, Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Lebewelt unserer Gewässer. (Jahresber. d. Naturwiss. Braunschweig. 1913/1914. 17, 1—35.)
- , Hydrobiologische Studien über Flüsse mit Kaliabwässern. (Zeitschr. f. Fischerei. I. 1914. 25—45.)
- Børgesen, F., The marine Algae of the danish West Indies. 2. Phaeophyceae. Luno, Copenhagen. 1914. 157—222.

- Cammerloher, H.**, Die Grünalgen der Adria. Borntraeger, Berlin. 1914. 8^o.
- Comère, J.**, De l'action du milieu, considérée dans ses rapports avec la distribution générale des Algues d'eau douce. (Bull. soc. bot. France. 1913. (1914.) 60, Mem. 25. 1—96.)
- Diels, L.**, Die Algen-Vegetation der Südtiroler Dolomitriffe. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 502—526.)
- Kauffmann, H.**, Über den Entwicklungsgang der Cylindrocystis. (Zeitschr. f. Bot. 1914. 6, 721—784.)
- Klebahn, H.**, Die Algen, Moose und Farnpflanzen. Sammlung Göschen No. 736. Berlin und Leipzig. 1914. 16^o, 138 S.
- Pantanelli, E.**, Atmung der Meeresalgen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 488 bis 499.)
- Sauvageau, C.**, Remarques sur les Sphacélariacées. III. Péret, Bordeaux. 1914. 8^o, 481—628.)
- Tier- und Pflanzenleben der Nordsee.** Nach Orig.-Aufnahmen von F. Schensky, herausgeg. von der kgl. biol. Anstalt auf Helgoland. 1. Lief. (9 Taf. m. III, 15 S. Text.) 36,5 × 27,5 cm. Leipzig, Dr. W. Klinkhardt. 1914.
- Wisselingh, C. van**, On the nucleolus and karyokinesis in Zygnema. (Rec. trav. bot. Néerl. 1914. 11, 1—13.)

Flechten.

- Bioret, M. G.**, Contribution à l'étude de l'apothécie chez les Graphidées. (Rev. gen. bot. 1914. 26, 249—253.)
- Bouly de Lesdain**, Lichens recueillis sur les silex le long d'une route dans les dunes des environs de Dunkerque. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dédié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 55—61.)
- Howe, R. H. jr.**, The nomenclature of the genus Usnea. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 373—381.)
- Schenk, H.** Flechtenbestände. 12. Reihe, Heft 5 von Karsten, und Schenck, H., Vegetationsbilder. Fischer, Jena. 1914.

Moose.

- Atwell, R. S.**, The appearance of polar bodies in the spermatogenous tissue of *Ricciocarpos natans* (L) Corda. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 333—337.)
- Dismier, G.**, Sur le *Lophozia Hatcheri* (Evans) Stephani. (Bull. soc. bot. France. 1913. (1914.) 60, LVII—LXI.)
- Donin, Ch.**, Le sporogone des Céphaloziellacées. (Rev. bot. gén. Trav. de biol. végét. Dédié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 179—195.)
- , **R.**, Contribution à l'étude du genre *Riella*, (Ebenda. 195—203.)
- Kashyop, S. R.**, Morphological and biological notes on new and little known West-Himalayan liverworts I. (The new phytol. 1914. 13, 206—226.)
- Loeske, L.**, Funariaceae Europas. Hoffmann & Campe, Berlin-Schöneberg. 1914.
- Maybrook, A. C.**, Note on the biology of *Fegatella conica*. (The new phytol. 1914. 243—249.)
- Watson, W.**, Xerophytic adaptations of Bryophytes in relation to habitat. (The new phytol. 1914. 13, 149 ff.)

Farnpflanzen.

- Benedict, R. C.**, A revision of the genus *Vittaria* J. E. Smith. (Bull. of the Torrey bot. club. 1914. 41, 391—411.)
- Bicknell, E. F.**, The ferns and flowering plants of Nantucket. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 411—431.)

- Hill, Ben J.**, The anatomy of six epiphytic species of *Lycopodium*. (The bot. gaz. 1914. 56, 61—85.)
- Nakai, T.**, Enumeratio specierum Filicum ex insula Querpaert adhuc lectarum. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 28, 65—105.)

Gymnospermen.

- Holden, R.**, s. unter Palaeophytologie.
- Thomson, R. B.**, The spur shoot of the pines. (The bot. gaz. 1914. 57, 362 bis 386.)
- Turesson, G.**, Slope exposure as a factor in the distribution of *Pseudotsuga taxifolia* in arid parts of Washington. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 337 bis 346.)

Morphologie.

- Briquet, J.**, Carpologie comparée et affinités des genres d'Ombellifères *Microsciadium* et *Ridolfia*. (Rev. bot. gén. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 61—83.)
- Martin, J. N.**, Comparative morphology of some Leguminosae. (The bot. gaz. 1914. 58, 154—168.)
- Wilke, F.**, s. unter Gewebe.

Zelle.

- Dop, P.**, Recherches sur le rôle des différenciations cytoplasmiques du suçoir micro-pylaire de l'albumen de *Veronica persica* Poir dans la formation de cellulose. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 167—179.)
- König, J.**, und **Rump, E.**, Chemie und Struktur des Pflanzen-Zellmembran. J. Springer, Berlin. 1914. 8^o.
- Ruhland, W.**, Weitere Beiträge zur Kolloidchemie und physikalischen Chemie der Zelle. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Pringsh.]. 1914. 54, 391—448.)

Gewebe.

- Bormann, H. H. M.**, Mechanical tissue development in certain North American vines. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 365—373.)
- Cordemoy, J. de**, Observations anatomiques sur les *Gravesia* de Madagascar. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 373 bis 391.)
- Friedel, J.**, Sur l'anatomie de la fleur du *Passiflora caerulea* L. (Ebenda. 269—277.)
- Hill, J. B.**, s. unter Farnpflanzen.
- Jaccard, P.**, Structure anatomique de racines hypertendues. (Ebenda. 359—373.)
- Wilke, F.**, Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Mesembrianthemum*. (Diss. Halle.) Hohmann, Halle. 1913. 8^o, 475 S.

Physiologie.

- Atwood, W. M.**, A physiological study of the germination of *avena Fatua*. (The bot. gaz. 1914. 57, 386—415.)
- Begemann, O.**, Beiträge zur Kenntnis pflanzlicher Oxydationsfermente. (Zeitschr. f. allg. Physiol. 1914. 16, 352—359.)
- Blochwitz, A.**, s. unter Pilze.
- Chaucerel, L.**, Le rôle du calcium dans la végétation forestière. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 83—91.)

- Combes, R.**, Le processus de formation des pigments anthocyaniques. (Ebenda. 91—103.)
- Czapek, F.**, Beobachtungen an stoßreizempfindlichen Pflanzen in Java. (Lotos. 1914. 62, 110—115.)
- , Weitere Beiträge für Physiologie der Stoffaufnahme in die lebende Pflanzenzelle. I. Über die Annahme von Lipokolloiden in der Plasmahaut. (Intern. Zeitschr. f. phys. chem. Biol. 1914. 1, 108—123.)
- Darsie, M. L., Elliot, Ch., and Peirce, G. J.**, A study of the germinating power of seeds. (The bot. gaz. 1914. 58, 101—136.)
- Dorn, O.**, Beiträge zur Kenntnis von der Durchbohrung pflanzlicher Membranen durch Pilzhypen. (Diss. Leipzig.) Klinkicht, Meißen. 8°. 48 S.
- Doyer, L. C.**, Energy Transformations during the germination of wheatgrains. (Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam. 1914. 17, 1—9.)
- Galiano, F. F.**, Beitrag zur Untersuchung der Chemotaxis der Paramäcien. (Zeitschr. f. allg. Physiol. 1914. 16, 359—373.)
- Gerber, C.**, Caséase et trypsine des latex du Ficus Carica et du Broussonetia papyrifera. Leur identité avec la présure correspondante. (Bull. soc. bot. France. 1913. [1914.] LXI—LXXXVIII.)
- Gibson, H. R. J.**, Pioneer investigators of photosynthesis. (The new phytol. 1914. 13, 191—205.)
- Grimm, M.**, s. unter Bakterien.
- Guilliermond, A.**, Recherches cytologiques sur la formation des pigments anthocyaniques. Nouvelle contribution à l'étude des mitochondries. (Ebenda. 295 bis 339.)
- Hall, A. D.**, How does the plant obtain its nutriment from the soil. (Mem. and proc. Manchester lit. and philos. soc. 1913—1914. 58, VI, 1—22.)
- Heilbronn, A.**, Zustand des Plasmas und Reizbarkeit. Ein Beitrag zur Physiologie der lebenden Substanz. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Pringsh.] 1914. 54, 357—391.)
- Iwanowski, D.**, Ein Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 433—447.)
- Klebs, S.**, Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. (Abh. Heidelberger Akad. Wiss. Math. nat. 3. Abh. Heidelberg. 1914. 4^o, 1—114.)
- Kövessi, F.**, De l'assimilation de l'azote de l'air et de la réaction des matières albuminoïdes contenues dans les poils »spécialisés« des plantes cultivées dans l'oxygène en l'absence d'azote. (Ebenda. 405—417.)
- Korsakoff, Mlle M.**, Recherches biochimiques sur les Saponines. (The gén. bot. 1914. 26, 225—245.)
- Lubimenko, W.**, Quelques recherches sur la lycopine et sur ses rapports avec la chlorophylle. (Ebenda. 475—495.)
- Mast, S. O.**, Orientation in Euglena with some remarks on tropisms. (Biol. Centralbl. 1914. 34, 641—664.)
- Molliard, M.**, Effets de la compression sur la structure des racines. (Ebenda. 529—539.)
- Moore, B.**, The presence of inorganic iron compounds in the chloroplasts of the green cells of plants, considered in relationship to natural photo-synthesis and the origin of life. (Proc. roy. soc. 1914. B, 87, 556—570.)
- Munk, M.**, Theoretische Betrachtungen über die Ursachen der Periodizität, daran anschließend: Weitere Untersuchungen über die Hexenringbildung bei Schimmelpilzen. (Biol. Centralbl. 1914. 34, 621—641.)
- Müller, G.**, Beiträge zur Keimungsphysiologie. Untersuchungen über die Sprengung der Samen- und Fruchthüllen bei der Keimung. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 45, 529—644.)
- Osterhout, N. J. V.**, Stetige Änderungen in den Formen von Antagonismuskurven. (Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. 54, 645—650.)
- , Quantitative criteria of antagonism. (The bot. gaz. 1914. 58, 178—187.)

- Ottenwälder, A., Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. (Zeitschr. f. Bot. 6, 785—849.)
- Paál, A., Über phototropische Reizleitungen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 499—502.)
- Palladine, W., et Cohnstamm, G., L'action des sels d'antimoine sur la respiration des plantes. (Ebenda. 554—557.)
- Pantanelli, E., s. unter Algen.
- Plate, F., Die neueren Studien zur Ionenwanderung im Pflanzenkörper. (Bios. 1913. 1, 401—403.)
- Ponomarew, A. P., Zur Kenntnis des Chloroplastenbaues. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 483—488.)
- Prianichnikov, D., Sur la question des excrétiens nuisibles des racines (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 563—583.)
- Pringsheim, E. G., Die mechanischen Eigenschaften jugendlicher Pflanzenstengel. (Biol. Centralbl. 1914. 34, 477—484.)
- Ravin, P., Nutrition carbonée des plantes à l'aide des acides organiques libres et combinés. (Ann. sc. nat. Bot. 1914. [9.] 18, 289—451.)
- Reinitzer, F., Die Harze als pflanzliche Abfallstoffe. (Mitt. naturw. Ver. Steiermark. 1913. [1914.] 50, 1—21.)
- Rosé, E., Étude des échanges gazeux et de la variation des sucres et des glucosides au cours de la formation des pigments anthocyaniques dans les fleurs de *Cobaea scandens*. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 257—270.)
- Ruhland, W., s. unter Physiologie.
- Schmidt, A., Die Abhängigkeit der Chlorophyllbildung von der Wellenlänge des Lichtes. (Diss. Halle.) Halle. 1914. 8^o. (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen [Cohn]. 1914. 12, 269—294.)
- Séliber, G., s. unter Bakterien.
- Stiles, W., and Jörgensen, J., The measurements of electrical conductivity as a method of investigation in plant physiology. (The new phytol. 1914. 13, 227—242.)
- Téodoresco, E. C., Température mortelle pour quelques diastases d'origine animale et végétale. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 599—629.)
- Tröndle, A., Über die geotropische Reaktionszeit. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 459—466.)
- Winterstein, H., s. unter Allgemeines.
- Wisselingh, C. van, On intravital precipitates. (Rec. trav. bot. Néerl. 1914. 14—36.)
- Woker, G., Zur Theorie der Oxydationsfermente. (Zeitschr. f. allg. Physiol. 1914. 26, 341—352.)
- Zaleski, W., Über die Carboxylasen der Pflanzen. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 457—459.)
- , und Israilsky, W., s. unter Pilze.
- , und Pjukow, D., s. unter Pilze.

Fortpflanzung und Vererbung.

- Bail, O., s. unter Bakterien.
- Bailey, I. W., and Sinnott, E. W., Investigations on the phylogeny of the Angiosperms. (The bot. gaz. 1914. 58, 36—61.)
- Baur, E., Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Borntraeger, Berlin. 1914. 8^o.
- Blaringhem, L., L'Oenothera Lamarckiana Seringe et les Oenothères de la forêt de Fontainebleau. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 35—50.)

- De Vries, H.**, *L'Oenothera grandiflora* de l'herbier de Lamarck. (Ebenda. 157 bis 167.)
- , The probable origin of *Oenothera Lamarckiana* Ser. (With plates XVII—XIX.) (Ebenda. 345—361.)
- Farrell, M. E.**, The ovary and embryo of *Cyrtanthus sanguineus*. (The bot. gaz. 1914. 57, 428—437.)
- Fernald, M. L.**, American variations of *Stellaria borealis*. (Rhodora. 1914. 144 bis 151.)
- Kuijper, P.**, Die Entwicklung des weiblichen Geschlechtsapparats bei *Theobroma Cacao*. (Rev. trav. bot. Néerl. 37—43.)
- McAllister, F.**, The development of the embryo sac in the Convallariaceae. (Ebenda. 137—154.)
- Meyer, A.**, Notiz über die Bedeutung der Plasmaverbindungen für die Propfbastarde. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 447—457.)
- Salzmann, M.**, s. unter Bakterien.
- Schmidt, J.**, Investigations on tropes (*Humulus lupulus* L.). III. O. Winge: The pollination and fertilization processes in *Humulus lupulus* L. and *H. japonicus* Sieb. et Zucc. (Compt. rend. trav. Labor. Carlsberg. 1914. 11, 1—44.)
- Sutton, A. W.**, Results obtained by crossing a wild pea from Palestine with commercial types. The Journ. of the Linn. Soc. (Bot.) 1914. 42, 427—434.)
- Toenniessen, E.**, s. unter Bakterien.
- Tournois, J.**, Études sur la sexualité du houblon. (Ann. sc. nat. Bot. 1914. [9] 19, 49—184.)
- Tschermak, E. von**, Verwertung der Bastardierung für phylogenetische Fragen in der Getreidegruppe. (Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. 1914. 2, 291—312.)
- , Über die Vererbungsweise von Art- und Gattungsbastarden innerhalb der Getreidegruppe. (Mitt. landw. Lehrkanzeln k. k. Hochschule f. Bodenkultur Wien. 1914. 2, 763—772.)

Ökologie.

- Brennkamp, C. E. B.**, Eine besondere Funktion der Drüsenschuppen im Fruchtknoten von *Clerodendron Minahassae* Miq. (Ann. jard. bot. Buitenz. 1914. [2] 13, 93—97.)
- Daniel, L.**, Classification rationelle des symbioses. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 111—121.)
- Devaux, H.**, Déformation des touffes de Bruyères au bord de la mer. Contribution à l'étude des causes physiologiques du buissonnement. (Ebenda. 133—151.)
- Fritsch, Dr. K.**, Untersuchungen über die Bestäubungsverhältnisse südeuropäischer Pflanzenarten, insbesondere solcher aus dem österreichischen Küstenlande. (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. 1914. 29 S.)
- Heckel, E.**, Sur un singulier mode de déhiscence de spermodermes du *Mimusops congolensis* de Wildeman et sur ses adaptations au processus germinatif (Bull. soc. bot. France. 1913. [1914.] CI—CVI.)
- Kapteyn, J. C.**, Tree-growth and meteorological factors. (The trav. bot. Néerl. 1914. II, 70—94.)
- Knoll, F.**, Über die Ursache des Ausgleitens der Insektenbeine an wachsbefleckten Pflanzenteilen. Ein Beitrag zur experimentellen Ökologie der Gattungen *Iris*, *Cotyledon* und *Nepenthes*. (Jahrb. f. wiss. Bot. (Pringsh.) 1914. 54, 448—498.)
- , Zur Oekologie und Reizphysiologie des *Androceums* von *Cistus salvifolius*. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Pringsh.] 1914. 54, 499—527.)
- Lebard, P.**, Remarques sur la floraison de quelques espèces de Liguliflores. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 449 bis 459.)
- Leclerc du Sablon**, Sur le fonctionnement des réserves d'eau. (Ebenda. 459—475.)

- Matthews, J. R.**, The white Moss Loch: A study in biotic succession. (The new phytol. 1914. 13, 134—148.)
- Migula, W.**, Pflanzenbiologie. Sammlung Göschen Nr. 744. 88 S.
- Morton, F.**, Die biologischen Verhältnisse der Vegetation einiger Höhlen im Quarnergebiete. (Österr. bot. Zeitschr. 1914. 255—277.)
- Shreve, F.**, Rainfall as a determinant of soil moisture. (The plant world. 1914. 17, 9—20.)
- Turesson, G.**, s. unter Gymnospermen.
- Watson, W.**, s. unter Moose.
- Willis, J. C.**, On the lack of adaptation in the Tristichaceae and Podostemaceae. (Proc. roy. soc. 1914. B, 87, 532—551.)

Systematik und Pflanzengeographie.

- Adamović, L.**, Führer durch die Natur der nördlichen Adria mit besonderer Berücksichtigung von Abbazia. (VI, 198 S.) Hartleben, Wien. 1915.
- Bailey, J. W.**, und **Simrott, E. W.**, s. unter Fortpflanzung und Vererbung.
- Baker, E. G.**, The african species of *Crotalaria* (The Journ. of the Linn. Soc. (Bot.) 1914. 42, 241—246.)
- Brandege, T. S.**, *Plantae mexicanae Purpusianae* VI. (Univ. of California publ. 1914. 6, 51—57.)
- Carter, H. G.**, Genera of british plants arranged according to Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien usw. Cambridge Univers. Press. 1913. 8°, 18 + 122 S.
- Champagne, E.**, Essai de géographie botanique des confins du Soissonais, du Tardenois et de la Région Rémoise. (Rev. gén. bot. 1914. 26, 271—300.)
- Chassagne, M.**, Plantes nouvelles et localités de plantes rares de la flore d'Auvergne. (Bull. soc. bot. France. 1913. [1914.] 60, X—XLIX.)
- Constantin, J.**, et **Poisson, H.**, Note à propos d'un *Bulbophyllum* de la Guinée française nouvellement introduit dans les serres du muséum. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 103—111.)
- De Litardière, R.**, La flore des environs de la station de biologie végétale de de Mauroc. (Ebenda. 121—133.)
- Domin, K.**, Beiträge zur Flora und Pflanzengeographie Australiens. 1. Lfg. (III, 120 S., 1914.) 40.— Bibliotheca botanica. Orig.-Abhandlungen aus dem Gesamtgebiete der Botanik. 1914. 85. Heft, 1 Lfg.
- Ducellier, L.**, Note sur la végétation de l'*Oxalis ceruina* Thunb. en Algérie. (Ebenda. 217—229.)
- Fernald, M. L.**, und **John, H. St.**, *Nymphaea variegata* or *N. americana*? (Rhodora. 1914. 16, 137—141.)
- François, L.**, La géographie botanique et les analyses de semences. (Rev. bot. gén. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 259—269.)
- Furrer, E.**, Vegetationsstudien im Bonmiesischen. (Diss. Zürich.) (Mitt. bot. Mus. Univ. Zürich. 1914. No. 48, 1—78.)
- Griggs, R. F.**, Observations on the edge of the forest in the Kodiak region of Alaska. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 381—387.)
- Hegi, G.**, Flora von Mitteleuropa. 6. Bd. 6. Lief. J. F. Lehmanns Verlag, München. 1914.
- Hickel, R.**, Une station européenne de peupliers du groupe des *Turanga*. (Rev. bot. gén. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 339 bis 345.)
- Hy, F.**, Observations sur les *Ulex* de l'Ouest de la France. (Ebenda. 345—359.)
- Jardin botanique de l'état** (Buitenzorg). *Icones Bogorienses*. Vol. IV, fasc. 4. Pl. CCCI—CD. (XIV u. S. 239—294 m. 25 Taf.) Lex. 8°. E. J. Brill, Leiden. 1914.
- Jumelle, H.**, et **Perrier de la Bathie, H.**, Le genre *Gravesia*. (Ebenda. 391 bis 405.)

- Lapie**, Aperçu phytogéographique sur la Kabylie des Babors. (Ebenda. 417—425.)
- Laurent, J.**, L'ancienne végétation forestière de la Champagne pouilleuse. (Ebenda. 433—449.)
- Lavergne, L.**, Contribution à la connaissance de la flore d'Auvergne, et en particulier de celle des bassins de la Rance et du Célé. (Bull. soc. bot. France. 1913. [1914.] 60, LI—LVII.)
- Makino, T.**, Observations on the flora of Japan. (The bot. mag. Tokyo. 1914. 105—157.)
- Monnet, P.**, Contributions à l'étude de la végétation californienne. (Bull. soc. bot. France. [1913.] 1914. CVI—CXXVII.)
- Osborn, T. G. B.**, Sketches of vegetation at home and abroad. VIII. Notes on the flora around Adelaide, South Australia. (The new phytol. 1914. 13, 109—122.)
- Pax, F.**, Euphorbiaceae — Acalyphaeae — Mercurialinae m. 317 Einzelbildern in 67 Fig., unter Mitwirkung von Käthe Hoffmann (473 S.) Heft 63 von »Das Pflanzenreich«. Regni vegetabilis conspectus. Herausgeg. von A. Engler.
- Peter, A.**, Botanische Wandtafeln. Je ca. 71 × 90,5 cm. Farbdr. Nebst Text. Lex 8°. Parey, Berlin. Taf. 71. Celastraceae, Rhamnaceae. (2 S.) ('14.) Taf. 72. Proteaceae. (2 S.) ('14.) Taf. 73. Caprifoliaceae. (2 S.) ('14.) Taf. 74. Cistaceae. (2 S.) ('14.) Taf. 75. (Oenotheraceae II. (2 S.) ('14 S.)
- Poisson, H.**, Notes sur quelques herborisations au XVII^e siècle dans la forêt de Fontainebleau. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dédié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 557—563.)
- Reichenbach**, Deutschlands Flora. 25. Bd. 24. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914. —, Icones florum germanicarum et helveticarum. Tom. XXV. 24. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.
- Rydberg, P. A.**, Notes on Rosaceae VII. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 319—333.)
- Sassord, W. E.**, Classification of the genus Anona with descriptions of new and imperfectly known species. (Contrib. U. S. Nat. Herbar. 1914. 18, 1—68.)
- Schinz, H.**, und **Keller, R.**, Flora der Schweiz. Zum Gebrauche der Exkursionen, in Schulen und beim Selbstunterricht. 2. Teil: Kritische Flora. 3., stark verm. Aufl. Bearb. u. herausg. von Dir. Prof. Dr. Hans Schinz unter Mitwirkung von Assist. Dr. Alb. Thellung. A. Raustein, Zürich. 1914. 8°, t. XVIII, 582 S.
- Skottsberg, C.**, Myzodendraceae mit 46 Einzelbildern in 9 Fig. (17 S.) ('14.) Heft 62. Das Pflanzenreich von A. Engler. Regni vegetabilis conspectus. Lex. 8°. Engelmann, Leipzig. 1914.
- Smith, J. D.**, Undescribed plants from Guatemala and other Central American republics. XXXVIII. (The bot. gaz. 1914. 57, 415—428.)
- Smith, J. J.**, Die Orchideen von Java. 4^{ter} Nachdr. (Bull. jard. bot. Buitenzorg. 1914. [2] No. 14, 1—56.)
- Thomés** Flora von Deutschland, Österreichs und der Schweiz. Bd. 5 ff. von Migula. 228—231. Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.
- Tubeuf, C. von**, Schilderungen und Bilder aus dem Münchener Exkursionsgebiet. II. Dritter Tag. (Naturw. Zeitschr. 1914. 12, 409—484.)
- Vaupel**, Blühende Kakteen. 41. Lief. Neumann, Neud.
- Vestal, A. S.**, A black-soil prairie station in northeastern Illinois. (Bull. Torrey bot. club. 1914. 41, 351—364.)
- Viguié, R.**, et **Humbert, H.**, Observations sur quelques Guttifères malgaches. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dédié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 629—643.)

Palaeophytologie.

- Holden, R.**, Contributions to the anatomy of mesozoic Conifers. No. 2. Cretaceous lignites from Cliffwood, New Jersey. (The Bot. gaz. 1914. 38, 168—178.)

Zeiller, R., Sur quelques plantes wealdiennes recueillies au Pérou par M. A. Capitaine Berthou. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 647—671.)

Angewandte Botanik.

Beiträge, Experimentelle und kritische, zur Neubearbeitung der Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genußmitteln sowie Gebrauchsgegenständen für das Deutsche Reich. 2. Bd. Herausgeg. vom kaiserl. Gesundheitsamte. [Aus: »Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamte«.] (VII, 306 S.) Lex. 8^o. Springer, Berlin. '14.

Bernard, Ch., Verslag van eene reis naar Sumatras O. K. en de Padangsche Bovenlanden. Ter bestudeering von de Theecultuur. (Dep. van landbouw. 1914. gr. 8^o, 1—95.)

Dezani, S., Le sofisticazioni delle corteccie di »Rhamnus purshiana« e di »Rhamnus frangula«. (Arch. di farmacogn. 1914. 3, 229—238.)

Engler, A., Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen. XI. Heft 1. 1914. gr. 8^o. 148 S.

Heering, W., und **Grimme, C.**, Die Futterpflanzen Deutsch-Südwestafrikas und Analysen von Bodenproben. (Arb. d. Deutsch. Landw. Ges. Heft 262. 1914. 1—106.)

Jensen, Hj., en **Vries, O. de**, Verslag over twee studiereisen naar Deli 1913. (Proefstat. vor vorstenlandsche Tabak Medel. No. 6. 1914. 1—30.)

Köhlers Medizinalpflanzen. 2. Ergänzungsbd. von Schellenberg und Brandt. 4. Bd. 8 Lief. v. Zezschwitz, Gera. 1914.

Kossowicz, A., s. unter Allgemeines.

Maass, A., Avsmalingen i stammens nedersta delar hos tallen och granen. (Medel. Stat. Skogs. Försökans. 1913. (1914.) 10, 45—58.)

—, Trådhöjderna i normala tallbestånd. (Ebenda. 59—66.)

Piccinini, G. M., Un po di luce farmacognostica intorno di prodotti farmaceutici della digitale. (Arch. di farmacognosia. 1914. 3, 133—178.)

Schotte, G., Skogsträdens fröseittning hösten 1913. (Medel. Stat. Skogs. Försökans. 1913. (1914.) 10, 67—91.)

Strohmer, F., Über biologische Forschung und die Zuckerrübenkultur. (Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirtsch. 1914. 43, Heft 4, 1—20.)

Ule, E. von, Die Kautschukpflanzen Südamerikas. 6 Taf. mit 14 S. Text. 6. Heft. Vegetationsbilder, herausgeg. von Proff. Drs. G. Karsten und H. Schenck. XII. Reihe. 31,5×23,5 cm. Fischer, Jena. 1914.

Wilhelm, K., Bilder-Atlas zur Forstbotanik. (Wien. Hölzer. 1914. gr. 8^o. 167 S.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Beauverie, J., Les germes de rouilles dans l'intérieur des semences de Graminées. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 11—28.)

Berthault, T., Contribution à l'étude du Piétin des céréales pendant l'année 1913. (Ebenda. 29—35.)

Docters van Leeuwen-Reijnvan, W. u. J., Einige Gallen aus Java. VII. (Bull. jard. bot. de Buitenzorg. 1914. [2] No. 15, 1—66.)

Dubard, M., et **Urbain, A.**, Sur quelques cas tératologiques de germination chez le chou-fleur et le chou-Milan. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 203—217.)

Eriksson, J., Quelques études sur la maladie de la rouille des Betteraves, *Uromyces Betae* (Pers.) Kuhn. (Ebenda. 247—259.)

- Faure, G.**, Chromofotomicrografia. Teoria e pratica della fotomicrografia a calori. (Arch. d. farmacogn. 1914. 3, 181—209.)
- Hall, W. J.**, and **Nicholls, F.**, s. unter Bakterien.
- Gain, E.**, Sur les effets du parasitisme du Bruche de la Fève. (Ebenda. 277—295.)
- Knijper, J.**, s. Pilze.
- Lagerberg, T.**, Granens topptorka. (Medel. Stat. Skogs Försökant. 1913. (1914.) Heft 10, 9—44.)
- Mer, E.**, Influence du milieu sur l'évolution du Lophodermium nervisequum. Nouvelles recherches. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 511—529.)
- Plaut, M.**, Ein neuer Sterilisationsverschluß, sowie Methodik der Aufbewahrung von Saatgut und Samenproben mit Hilfe von Drahtwatte. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. 32, 466—472.)
- Tubeuf, C. von**, Neuere Versuche und Beobachtungen über den Blasenrost der Weymouthskiefer. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 12, 484—491.)
- Van der Wolk, P. C.**, Onderzoekingen over de bakterieziekte, speciaal met het oog op hare beïnvloeding door onkruiden, met an aanhangsel over de serehr-ziekte van het suikerriet. (De Indische Merkuur. 1914. Nr. 28, 1—25.)
- Vuillemin, P.**, Destruction des Tetranyques par la chaleur. (Ebenda. 643—647.)

Verschiedenes.

- Bonnet, E.**, Quelques lettres inédites d'Auguste de Saint-Hilaire à Moquin-Tandon, publiées et annotées. (Bull. soc. bot. France. 1913. [1914.] LXXXVIII—CI.)
- Dufour, L.**, Le laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau. (Rev. gén. bot. Trav. de biol. végét. Dedié à Gaston Bonnier. 1914. 25, 1—10.)
- Heimerl, A.**, Johannes Lütkemüller. (Verh. k. k. zool. bot. Ges. Wien. 1914. 122—139.)
- Kronfeld, E. M.**, Die Rose in der Kunst. (Österr. Gartenztg. 1914. 16 S.)
- Las Barras de Aragon, A., F. de**, Deux nouveaux laboratoires de recherches botanique en Espagne. Influence scientifique de M. le professeur Gaston Bonnier en dehors de la France. (Ebenda. 425—453.)
- Mach, F.**, Bericht der großh. badischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg über ihre Tätigkeit im Jahre 1913. Braun, Karlsruhe. 1914. 80. 107 S.
- Wortmann, J.**, Bericht der königl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau zu Geisenheim a. Rh. Parey, Berlin. 1914. 80. 214 S.





Verlag von Gustav Fischer in Jena

Soeben erschienen:

Die Biologie und ihre Schöpfer

Von

William A. Lucy

Ph. D., Sc. D., Professor an der Northwestern University.

Autorisierte Übersetzung der zweiten amerikanischen Auflage von
E. Nitardy

Mit einem Geleitworte von Prof. Dr. J. Wilhelmi.

Mit 97 Abbildungen im Text. (XII, 416 S. gr. 8^o.)

1914. Preis: 7 Mark 50 Pf., geb. 8 Mark 50 Pf.

Inhalt: I. Die Anfänge der Biologie (mit Ausschluß der Stammesgeschichte). 1. Skizzierung des Ursprungs der Biologie und ihrer historischen Epochen. 2. Vesalius und der Sturz des Autoritätenglaubens in der Wissenschaft. 3. William Harvey und die experimentelle Beobachtung. 4. Die Einführung des Mikroskops und der Beginn unabhängiger Beobachtung. 5. Fortschritt in der mikroskopischen Anatomie im 18. Jahrhundert. 6. Linné und die Naturwissenschaft. 7. Cuvier und die vergleichende Anatomie. 8. Bichat und die Histologie. 9. Die Physiologie; Harvey, Haller und Joh. Müller. 10. Bär und die Embryologie. 11. Die Zelltheorie; Schleiden, Schwann, Schultze. 12. Das Protoplasma als Grundlage des Lebens. 13. Pasteur und Koch. 14. Erbllichkeit und Keimfolge; Mendel, Galton, Weismann. 15. Die Kenntnis der Fossilien. — II. Die Lehre von der Stammesentwicklung. 16. Erklärung des Ausdrucks: Entwicklung. 17. Entwicklungstheorien; Lamarek, Darwin. 18. Fortsetzung der Entwicklungstheorie; Weismann, de Vries. 19. Der Entwicklungsgedanke und seine Förderung. 20. Rückblick und Ausblick. Heutige Bestrebungen der Biologie. — Anmerkungen des Übersetzers. — Reading List (Literatur im Originalabdruck). — Alphabetisches Inhaltsverzeichnis.

Das Werk des amerikanischen Autors behandelt den Werdegang der biologischen Forschung hauptsächlich vom zoologischen Standpunkte aus. Das ursprünglich für amerikanische Leser geschriebene und dort mit großem Beifall aufgenommene Buch wird durch die Übersetzung auch weiteren Kreisen in Deutschland zugeführt, die sich für die naturwissenschaftliche Entwicklung interessieren.

Der Hauptzweck des Buches liegt in der Aufdeckung der Quellen der biologischen Gedanken und der Hauptwege der biologischen Entwicklung, und weiterhin darin, den Leser mit jenen vornehmsten Gestalten bekannt zu machen, deren Arbeit die Epochen der Geschichte der Biologie bezeichnet, sowie zu zeigen, daß die Entwicklung der Biologie eine lückenlose ist.

Da die Illustrationen des amerikanischen Werkes teilweise zu veraltet sind, wurden dieselben nur so weit als notwendig übernommen und können zum großen Teil durch bessere Abbildungen ersetzt werden, für deren Beschaffung keine Mittel zur Verfügung



Verlag von Gustav Fischer in Jena

Soeben erschienen:

Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900

Ein Sammelwerk und Hilfsbuch bei Untersuchungen.

Von

Prof. Dr. **Arnold Lang**, Zürich.

Mit einem Abschnitt:

Aufangsgründe der Biometrik der Variation und Korrelation.

Erste Hälfte.

Mit 112 Abbildungen im Text und 4 Tafeln. (VIII, 892 S. 4^o).

1914. Preis: 28 Mark 50 Pf., geb. 30 Mark.

Inhalt: Aphoristische Begriffsbestimmungen. — I. Hauptteil: **Zur allgemeinen Orientierung.** (S. 3—200). — II. Hauptteil: **Aufangsgründe der Biometrik der Variation und Korrelation.** Versuch einer gemeinverständlichen Darstellung, und Anleitung zur Anwendung der elementaren biometrischen Methoden. (S. 201—464). — III. Hauptteil: **Ausführlicher Bericht über die planmäßigen Hybridationsversuche mit Tieren** während der Dodekade 1900/12 (S. 465—892): Einleitung zum speziellen Teil. — I. Abschnitt: Säugetiere. (Nagetiere, Raubtiere, Huftiere).

Dieses neue Werk des rühmlichst bekannten Verfassers orientiert eingehend über die moderne Vererbungslehre speziell auf zoologischem Gebiete. Es ist zugleich ein ausführliches und zuverlässiges Nachschlagebuch über die einschlägige Weltliteratur seit der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze, das eine direkte Konsultation der zahllosen verschiedensprachigen, zoologischen Originalabhandlungen zum großen Teil unnötig macht.

Das zusammenfassende Buch wird sich als ein brauchbares und oft willkommenes Hilfsmittel erweisen, nicht nur in den Händen des reinen Naturforschers, sondern auch des nach Selbständigkeit und Vorurteilslosigkeit strebenden, den unkontrollierten Überlieferungen nüchtern gegenüberstehenden praktischen Züchters.

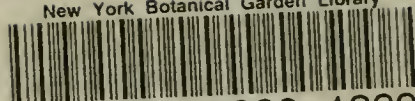
Das Werk wird — nach einigen aphoristischen Begriffsbestimmungen — eröffnet mit einer allgemein orientierenden, auch die Botanik berücksichtigenden Einleitung. Dieser folgt als zweiter Hauptteil ein ausführlicher, von rein didaktischen Gesichtspunkten ans redigierter Abschnitt über elementare Biometrik, der auch den mathematisch nur mäßig beschlagenen oder begabten Biologen in den Stand setzen soll, die einfachsten und notwendigsten variations- und korrelations-statistischen Methoden und Zuverlässigkeitsbestimmungen zu verstehen und selbst anzuwenden.

Der dritte und umfangreichste Hauptteil ist ein ausführlicher, systematisch und übersichtlich gruppierter Bericht über die planmäßigen Hybridationsversuche mit Tieren während der Dodekade 1900/12. Ohne auf Kritik ganz zu verzichten, war der Verfasser bemüht, objektiv und möglichst erschöpfend über den gesamten Inhalt einer jeden in Betracht kommenden Arbeit über experimentelle Vererbungslehre zu referieren. Referat und Kritik sind aber immer scharfauseinandergehalten und mustergültige und nachahmenswerte Leistungen ausdrücklich hervorgehoben.

Die vorliegende erste Hälfte des Werkes enthält vom dritten, referierenden Teile die Klasse der Säugetiere (Nagetiere, Raubtiere, Huftiere). In ähnlicher Weise werden in der bereits in Vorbereitung befindlichen zweiten Hälfte alle übrigen Tierabteilungen behandelt werden.

Diesem Heft liegt ein Prospekt bei vom Verlag von Gustav Fischer in Jena betr.: „Vegetationsbilder“, Hrsg. von Prof. Dr. Karsten und Prof. Dr. H. Schenck.

New York Botanical Garden Library



3 5185 00280 1239

