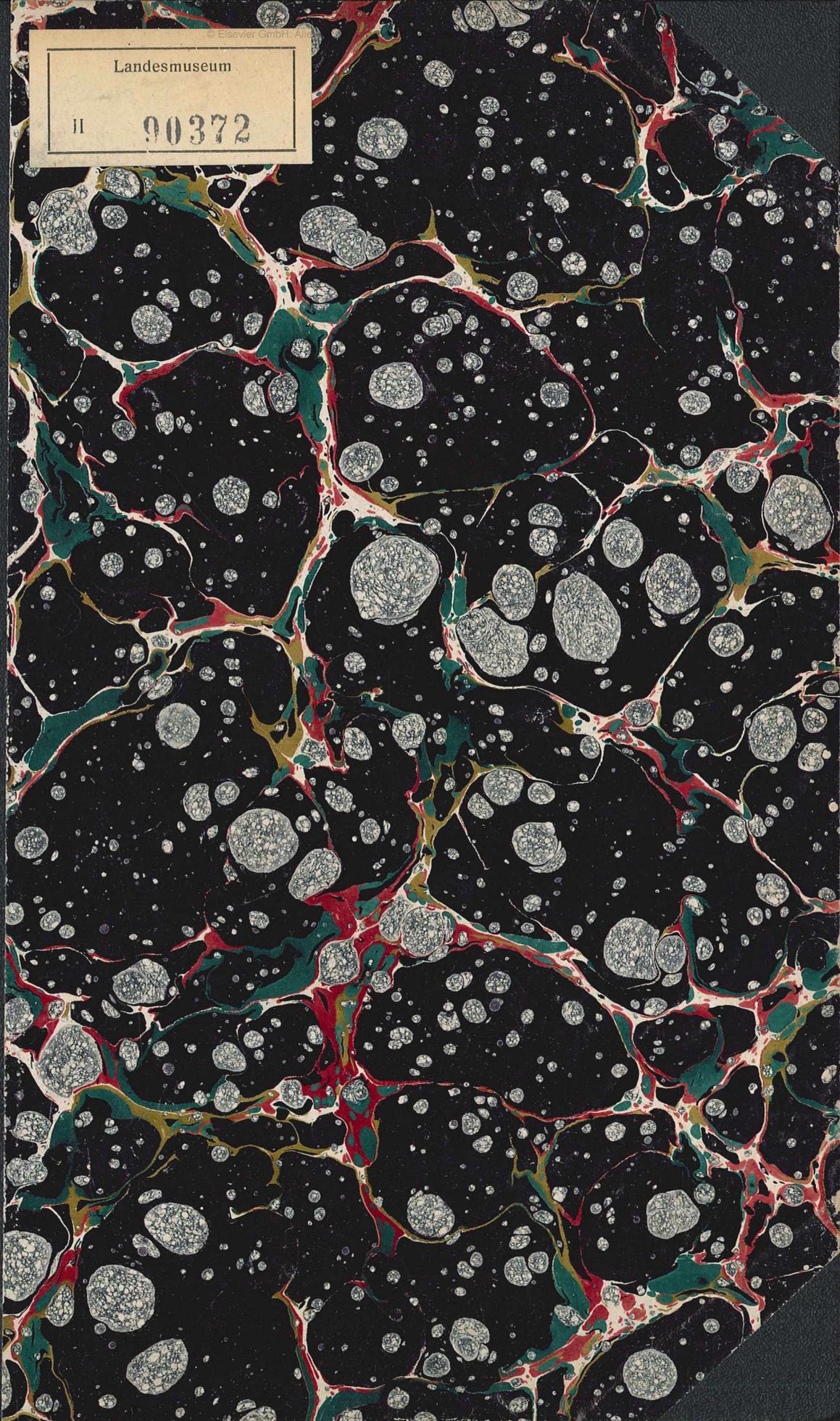
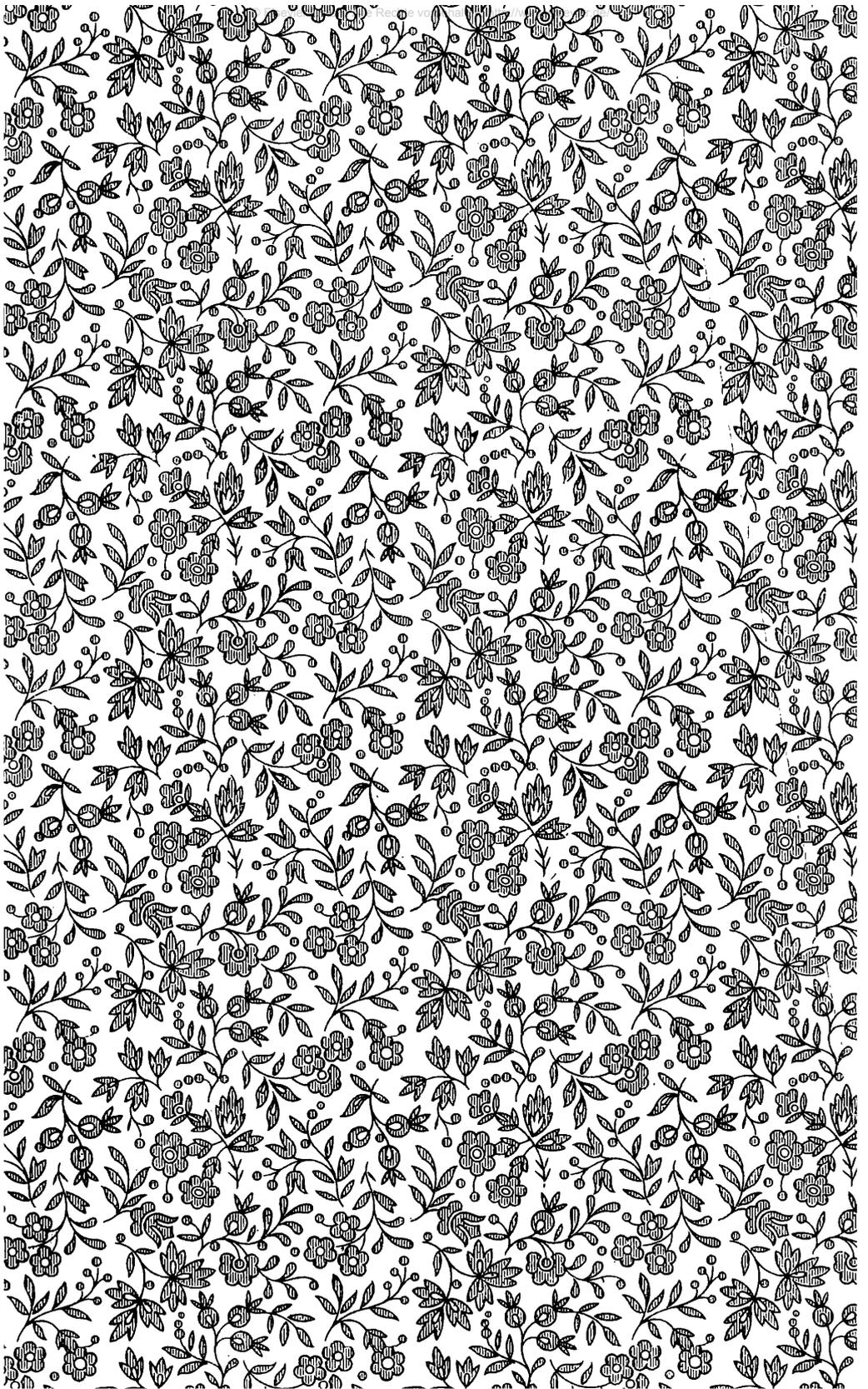


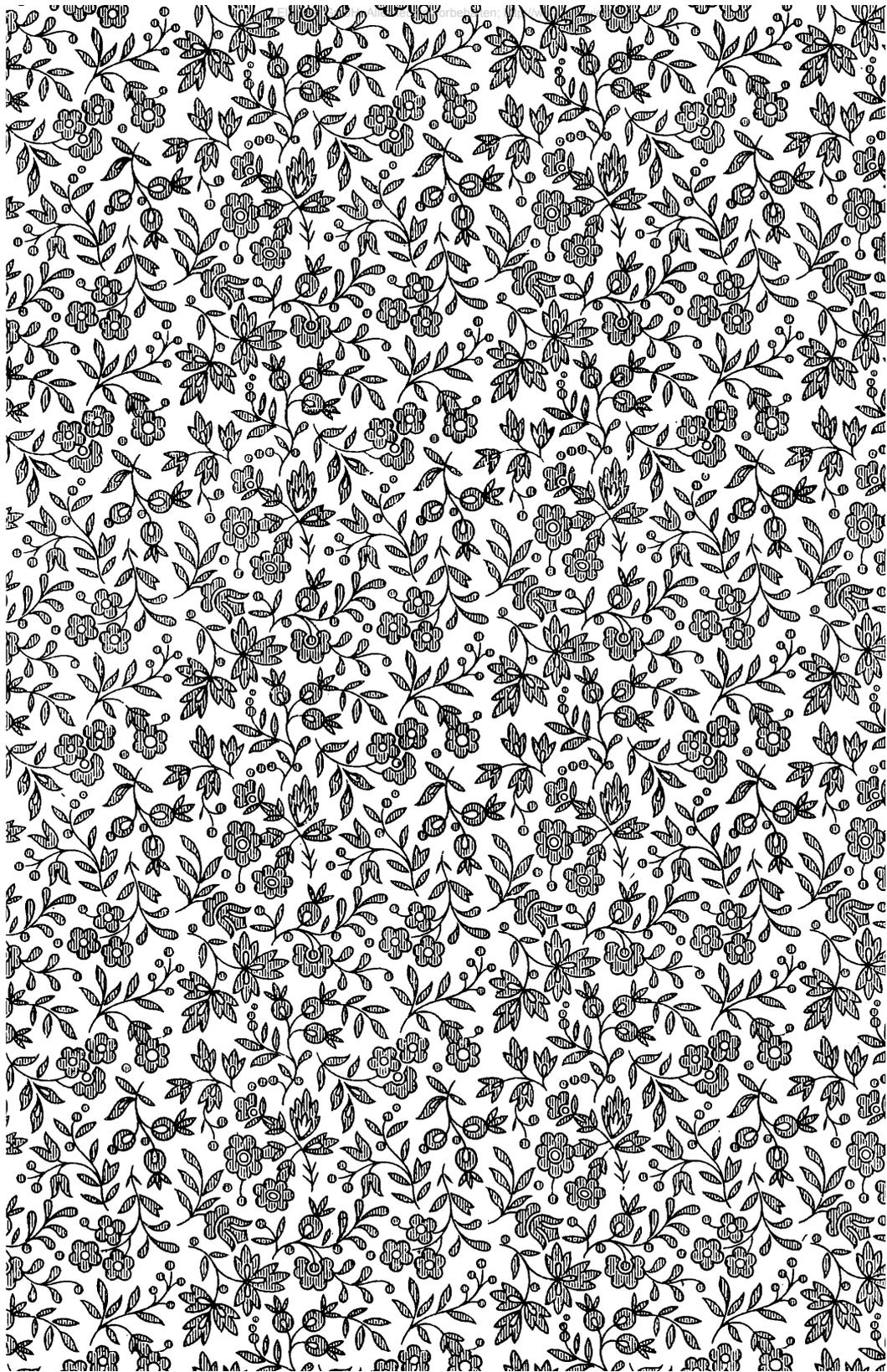
Landesmuseum

II

90372







MIKROKOSMOS

Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie und mikroskopische Technik

BAND XVI

1922/23

Zugleich

Jahrbuch der Mikroskopie

Mit diesem Jahrgang erhielten die Abonnenten
kostenlos folgende Buchbeilage:

G. Kostka

PRAKTISCHE ANLEITUNG ZUR KULTUR VON MIKROORGANISMEN

Teil I Seite 1—64

(Fortsetzung folgt mit dem nächsten Jahrgang)

Alle Rechte, auch das Übersetzungsrecht vorbehalten.

Für Nordamerika: Copyright 1923 by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Chr. Belsler A.-G., Buchdruckerei, Stuttgart.

MIKROKOSMOS

Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie u. mikroskopische Technik

Vereinigt mit der
Zeitschrift für angewandte Mikroskopie und klinische Chemie
und der »Kleinwelt«

Zugleich

Jahrbuch der Mikroskopie

Unter Mitarbeit von Dr. O. Arnbeck, Berlin; Ing. Dr. R. Baecker, Wien; Prof. Dr. E. Bresslau, Frankfurt a. M.; Seminarprorektor Dr. P. Brohmer, Elsterwerda; Dr. H. Brunswik, Berlin; Dr. A. Erdenbrecher, Greifenberg; Prof. Dr. F. Falger, Lustenau; Dr. H. Gams, Biolog. Station Moos-lachen, Wasserburg a. B.; Dr. C. Griebel, Charlottenburg; Prof. Dr. Heineck, Alzey; Dr. E. Herwig, Marburg a. L.; Prof. Dr. A. Herzog, Dresden; Dr. W. Hiller, Stettin; Priv.-Doz. Dr. F. Hollendonner, Budapest; Oberstudienleiter Dr. Koeppel, Passau; G. Kostka, Brünn; Prof. Dr. E. Kratzmann, Wien; Prof. J. Lepszy, Orastie, (Rumänien); Prof. Dr. W. Migula, Eisenach; Dr. L. Minder, Basel; Dr. H. Pfeiffer, Bremen; Dr. P. Rostock, Jena; Prof. Dr. Sanarelli, Rom; Dr. E. Scheffelt, Langenargen; S. Schertel, Hof a. S.; Dr. P. N. Schürhoff, Berlin; Dr. A. Stübel, Jena; Graf H. Vitzthum, München; J. Windkelmann, Berlin; Prof. Dr. M. Wolff, Eberswalde, u. v. a.

Herausgegeben

von

Dr. Georg Stehli

Sechzehnter Jahrgang -:- 1922/23



FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG, STUTTGART

O. & Landesmuseum

Linz a. D.

Naturhistorische Abteilung.

Verfasserverzeichnis.

Mit * versehene Arbeiten sind illustriert.

- Arnbeck**, Dr. O., Eine einfache Färbungsmethode für Bakteriensporen. 184.
 — —, Ein neues Verfahren zur Darstellung von Kapselbakterien. 96.
 — —, Warum wird die Milch sauer? 167.
 — —, Zur Entwicklungsgeschichte der Gattungen Chromatium und Spirillum.* 55.
- Baecker**, Ing. Dr. R., Abrollbare Schraubensäulen.* 178.
 — —, Anfertigung von botanischen Dauerpräparaten. 218.
 — —, Ausziehbare Gefäßbündel u. Zentralzylinder. 183.
- Bender**, A., Die Analyse des Mageninhaltes. 222.
- Bresslau**, Prof. Dr. Ernst, Hüllenbildung und Gehäusebau bei Protozoen.* 97.
- Brohmer**, Dr., Die Behandlung der Kryptogamen in der Volksschule.* 131.
 — —, Die Beobachtung lebender Objekte im tierkundlichen Schulunterricht.* 189.
- Brunswik**, Dr. H., Über das Emulsin des Maikäfers.* 163.
- Dietrich**, Dr. med., Mikrobiologie. 80.
- Erdenbrecher**, Dr. A., Mikrokristallisationen.* 105.
 — —, Einiges über Kalziumoxalatfällungen.* 201.
- Falger**, Prof. Dr. F., Die erste Besiedelung der Gesteine.* 13, 45, 81.
- Francé**, R. H., Die Sinnesorgane der Pflanzen.* 34.
- Franke**, Oberlehrer A., Das Sammeln und Präparieren der Foraminiferen und Ostrakoden.* 31, 70.
- Frankenberg**, Dr. G. v., Ein einfaches Verfahren zur Herstellung von Diapositiven. 230.
- Gams**, Dr. H., Neue Untersuchungen über Eisenorganismen. 199.
 — —, Aus der Lebensgeschichte der Flechten. II.* 113.
 — —, Über die wasserlöslichen Farbstoffe der Blaualgen. 39.
 — —, Über Eisenbakterien und ihre Beziehungen zu den Algen. 184.
 — —, Züchtung räuberischer Fadenwürmer. 184.
- Geiger**, K. J., Mikroorganismen als Erreger von Bienenkrankheiten.* 153.
- Griebel**, Dr. C., Wie erkennt man Tabakfälschungen? * 1.
- Heineck**, Prof. Dr., Über das Vorkommen von Stärke und anderen Stoffen, neben Inulin, in den Keimblättern der Korbblütlersamen.* 25.
- Hering**, Dr. M., Die Entdeckung der geschlechtlichen Fortpflanzung der Bakterien durch Enderlein. 198.
- Herwig**, Dr. Ernst, Das Regenerationsvermögen der Süßwasserschwämme.* 84.
- Herzog**, Dr. A., Messung der Deckglasdicke auf mikroskopischem Wege.* 110.
 — —, Über eine Anwendung des Abbeschen Beleuchtungsapparates zu Demonstrations- und Zählzwecken.* 93.
- Hiller**, Dr. Waldemar, Das Bestimmen von Hölzern nach mikroskopischen Merkmalen.* 179, 193.
- Hollendonner**, Priv.-Doz. Dr. F., Einbettung von Holzkohle in Schellack.* 126.
- Hruby**, Siegwalt, Neue Doppelfärbung von Holz und Zellulose für Dauerpräparate. 129.
- Klemm**, E., Zur Technik von Fischsektionen.* 203.
- Koepfel**, Dr. A., Einzelliges Ungeziefer.* 141.
- Kostka**, G., Die Reinkultur von *Leptobryum pyriforme* (L.) Schpr. 64.
 — —, Das Vorkommen des Chitins bei Bakterien. 130.
 — —, Indolbildung. 127.
- Kratzmann**, Prof. Dr. E., Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide.* 121.
- Kruse**, E., Die Blutbildungsvorgänge im Säugetierkörper. 224.
- Kunze**, Dr. G., Nordsee-Plankton. Hydroiden.* 144.
- Laven**, Dr., Eine praktische Klammer für mikrophotographische Zwecke.* 95.
- Lepszy**, Prof. J., Über die Mikrofauna eines Karpathen-Hochmoores.* 74.
- Löwi**, Dr. Emil, Einiges über die Herstellung und die Verwendung von Neutralfarbstoffen. 23.
- Migula**, Prof. Dr. W., Beiträge zur mikroskopischen Technik. 216.
- Minder**, Dr. L., Brotkrankheiten. 80.
 — —, Warum wird die Milch sauer? 56.
 — —, Zählplatten zu quantitativ-mikroskopischen Arbeiten. 57.
- Müldner**, A., Hermsdorfer Foraminiferen.* 118.

- Neumann, O.**, Selbsterstellung eines brauchbaren Mikroskops.* 185, 205.
- Pfeiffer, Dr. H.**, Ein seltsames Doppelwesen in unserem Aquarium.* 17.
- , Eine Untersuchungsverhandlung gegen den *Bacillus cuenoti Merc.** 49.
- , Dauerpräparate der Keimlinge von Ustilagineensporen. 57.
- , Neuere Methoden über den Nachweis von Verholzungstoffen in Zellmembranen. 58.
- , Allihus Modifikation der Fehlingschen Lösung. 63.
- , Ein Gärungstechniker unter den Käfern, zugleich ein Ausblick auf die Symbioseforschung überhaupt.* 77.
- , Die Färbung der Nukleolen des Kernes. 96.
- , Ölige Einschlußmittel. 126.
- , Neuere Ergebnisse von Lebendfärbungen von Pflanzenzellen. 128.
- , Die Bewegung von Blaualgen. 129.
- , Einschlußmittel. 136.
- , Mikroskopische Untersuchungen von Tierfallen einheimischer Pflanzen.* 137.
- , Fortschritte unserer Kenntnisse vom Zellkern durch Forschungsergebnisse 1921/22. 158.
- , Einbettungsmittel. 168.
- , Zum Nachweis der inneren Struktur der Stärkekörner. 168.
- , Perithezienbildung bei *Aspergillus oryzae*. 183.
- , Zum mikrochemischen Nachweis löslicher Oxalate oder freier Oxalsäure. 183.
- , Zur Reinigung von Objektträgern u. Deckgläsern. 183.
- , Über Chitinreaktionen. 184.
- , Zur Züchtung von Amöben. 192.
- , Das Problem der intrazellulären Symbiose. 203.
- , Zum Nachweis von Chloriden. 204.
- , Eine neue Holzreaktion. 208.
- , Das Trennungsgewebe von Kompositenblüten. 208.
- , Überblick über histologische Forschungen der beiden letzten Jahre. Die neueren Untersuchungen betr. Leitungssystem und Zuwachsvermögen der Pflanzen. 211.
- , Die Methoden zur Erzielung von Fortpflanzungszuständen bei Algen. 219.
- Rostock, Dr. P.**, Eine Methode, die Kapsel der Bakterien einfach darzustellen. 63.
- , Eine Modifikation der Bielschowskyschen Methode zur Imprägnation der gewöhnlichen Neuroglia und der Mesoglia, und einige Ratschläge über die Technik des Gold-Sublimats. 128.
- , Ein neuer Gonokokkennährboden. 168.
- , Eine spezifische Amyloidfärbung mit Kongorot. 129.
- Rostock**, Ein Verfahren zur Abimpfung anaerober Stichkulturen aus dem unteren Stichende.* 168.
- , Vergleichende Untersuchungen über neue Spirochätenfärbungen. 39.
- , Eine einfache Verbesserung der Mansonfärbung. 208.
- Schauer, C.**, Die Federbuschsporenkrankheit am Getreide.* 169.
- Scheffelt, Dr. E.**, Das Flaschenplankton, seine Gewinnung, Auswertung und wirtschaftliche Bedeutung.* 51.
- Schertel, S.**, Porzellan.* 214.
- Schürhoff, Dr. P. N.**, Die Kernteilung der Diatomeen und Konjugaten.* 8.
- , Eigenartige Erscheinungen kolloidchemischer Natur. 168.
- , Injektionsversuche mit Gewebeprei und Gewebesäften. 184.
- , Vorkommen der Blaualge *Anabaena*. 203.
- , Nachweis von Eisen innerhalb der Zelle. 204.
- , Mikrostereobilder mit einfachsten Mitteln.* 209.
- Seiler, F.**, Die Besiedelung des Depotseeleins bei Bönigen am Brienersee.* 197.
- Stehli, Dr. Georg**, Das Kosmos-Taschenmikroskop als Exkursionsmikroskop.* 21.
- Stübel, Dr. med. Ada**, Eine neue Methode der Darstellung von Lymphgefäßen mit Gasfüllung.* 65.
- Timmer, cand. med. G.**, Züchtungs- und Anreicherungsverfahren von Bakterien zur mikroskopischen Untersuchung. 11.
- , Die mikroskopische Untersuchung von Trinkwasser auf seinen Bakteriengehalt. 95.
- , Der Bakteriengehalt der Luft.* 228.
- , Versuche mit anaeroben Bakterien. 231.
- Vitzthum, Graf Hermann**, Die „Insel-Wight“-Krankheit der Honigbienen.* 89.
- , Ein eigenartiger Begattungsvorgang.* 171.
- Wesely, Dr. O.**, Ein Beitrag zur Selbsterstellung eines Thermostaten samt Regulator für elektrische Heizung.* 229.
- Wetzel, O.**, Studienassessor, Meeresplankton und Mikroskop. 175.
- , Sinn und Verständnis der Schüler für mikroskopische Betrachtungen. 136.
- Winckelmann, J.**, Die bei anorganischen Wachstumserscheinungen entstehenden Niederschläge.* 41.
- Wolff, Dr. Max**, Über ein neues pankreatisches Taschenmikroskop.* 59.
- Wolff, Prof. Dr. Max und Krausse, Dr. Anton**, Ein neues Betäubungsmittel für niedere Tiere, „Trikotin I“ der Magdeburger Saccharinfabrik. 22.
- Zuschrott, Franz**, Frommes Doppelschlittenmikrotom.* 149.

Inhaltsverzeichnis.

Mit * versehene Arbeiten sind illustriert.

- Abbeschen Beleuchtungsapparates, Über eine Anwendung des, zu Demonstrations- und Zählzwecken. Von A. Herzog.* 93.
- Abimpfung anaerober Sticksulturen aus dem unteren Stiche, Ein Verfahren zur. Von P. Rostock.* 168.
- Algen, Die Methoden zur Erzielung von Fortpflanzungszuständen bei. Von H. Pfeiffer. 219.
- Alkaloide, Der mikrochemische Nachweis der. Von E. Kratzmann.* 121.
- Amöben, Zur Züchtung von. Von H. Pfeiffer. 192.
- Amyloidfärbung, Eine spezifische, mit Kongorot. Von P. Rostock. 129.
- Bacillus cuenoti* Merc., Eine Untersuchungsverhandlung gegen den. Von H. Pfeiffer.* 49.
- Bakterien, Die Entdeckung der geschlechtlichen Fortpflanzung der, durch Enderlein. Von M. Hering. 198.
- Bakterien, Versuche mit anaeroben. Von G. Timmer. 231.
- Bakterien, Züchtungs- und Anreicherungsverfahren zur mikroskopischen Untersuchung. Von G. Timmer. 11.
- Bakterien, Zur Frage nach dem Vorhandensein eines Zellkernes in. 128.
- Bakteriengehalt der Luft, Der. Von G. Timmer.* 228.
- Bakterienmengen in Bakteriensuspensionen, Eine einfache Methode zur genauen Bestimmung der. 130.
- Bakteriensporen, Eine einfache Färbungsmethode für. Von O. Arnbeck. 184.
- Bakteriensuspensionen, Eine einfache Methode zur genauen Bestimmung der Bakterienmengen in. 130.
- Begattungsvorgang, Ein eigenartiger. Von Graf H. Vitzthum.* 171.
- Besiedelung des Depotseeleins bei Bönigen am Brienzersee, Die. Von F. Seiler.* 197.
- Betäubungsmittel, Ein neues, für niedere Tiere, „Trikotin I“ der Magdeburger Saccharinfabrik. 22.
- Betrachtungen, mikroskopische, Sinn und Verständnis der Schüler für. Von O. Wetzel. 136.
- Bielschowskyschen Methode zur Imprägnation der gewöhnlichen Neuroglia und der Mesoglia, und einige Ratschläge über die Technik des Gold-Sublimats, Eine Modifikation der. Von P. Rostock. 128.
- Bienenkrankheiten, Mikroorganismen als Erreger von. Von K. J. Geiger.* 153.
- Blaualgen, Die Bewegung von. Von H. Pfeiffer. 129.
- Blaualgen, Über die wasserlöslichen Farbstoffe der. 39.
- Blaualge *Anabaena*, Vorkommen der. Von P. N. Schürhoff. 203.
- Blutbildungsvorgänge im Säugetierkörper, Die. Von E. Kruse. 224.
- Brotkrankheiten. Von L. Minder. 80.
- Brunswiksche Reaktion, Die, als Ergänzung beim Nachweis des Chitins in Pilzmembranen. 95.
- Bücherschau. 112, 136.
- Chitinreaktionen, Über. Von H. Pfeiffer. 184.
- Chitins, bei Bakterien, Das Vorkommen des. Von G. Kostka. 130.
- Chloriden, Nachweis von. Von H. Pfeiffer. 204.
- Chromatium* und *Spirillum*, Zur Entwicklungsgeschichte der Gattungen. Von O. Arnbeck.* 55.
- Dauerpräparate der Keimlinge von *Ustilagineensporen*. Von H. Pfeiffer. 57.
- Dauerpräparaten, Anfertigung von botanischen. Von R. Baecker. 218.
- Deckglasdicke, Messung der, auf mikroskopischem Wege. Von A. Herzog.* 110.
- Deckgläsern, Zur Reinigung von Objektträgern und. Von H. Pfeiffer. 183.
- Diaphanol, ein neues Mittel zum Durchsichtigmachen von tierischen und pflanzlichen Präparaten. 20.
- Diapositiven, Ein einfaches Verfahren zur Herstellung von. Von G. v. Frankenberg. 230.
- Diatomeen, Kernteilung der. Von P. N. Schürhoff.* 8.
- Doppelfärbung, neue, von Holz und Zellulose für Dauerpräparate. Von Siegwalt Hruby. 129.
- Doppelschlittenmikrotom Frommes. Von Franz Zuschrott.* 149.
- Doppelwesen, Ein seltsames, in unserem Aquarium. Von H. Pfeiffer.* 17.
- Effekte, stereoskopische, Vortäuschung in einem Mikro-Präparat. 40.
- Einbettungsmittel. Von H. Pfeiffer. 168.
- Einschlußmittel. Von H. Pfeiffer. 136.
- Einschlußmittel, Ölige. Von H. Pfeiffer. 126.
- Eisen innerhalb der Zelle, Nachweis von. Von P. N. Schürhoff. 204.

- Eisenbakterien und ihre Beziehungen zu den Algen, Über. Von H. Gams. 184.
- Eisenorganismen, Neue Untersuchungen über. Von H. Gams. 199.
- Eiweißkristallen im pflanzlichen Zellkern, Färbung von. 96.
- Emulsin des Maikäfers, Über das. Von H. Brunswik.* 163.
- Erscheinungen, Eigenartige, kolloidchemischer Natur. Von P. N. Schürhoff. 168.
- Fadenwürmer, Züchtung räuberischer. Von H. Gams. 184.
- Färbungsmethode für Bakteriensporen, Eine einfache. Von O. Arnbeck. 184.
- Fasern, elastische, des Gewebes zur Darstellung der. 57.
- Federbuschsporenkrankheit am Getreide, Die. Von C. Schauer.* 169.
- Fehlingschen Lösung, Allihus Modifikation der. Von H. Pfeiffer. 63.
- Fetten, Nachweis von, in pflanzlichen Zellen. 20.
- Fischsektionen, Zur Technik von. Von G. Klemm.* 203.
- Flaschenplankton, Das, seine Gewinnung, Auswertung und wirtschaftliche Bedeutung. Von E. Scheffelt.* 51.
- Flechten, Aus der Lebensgeschichte der. Von H. Gams.* 113.
- Foraminiferen, Hermsdorfer. Von A. Müldner.* 118.
- Foraminiferen und Ostrakoden, Das Sammeln und Präparieren der. Von A. Franke.* 31, 70.
- Forschungsergebnisse 1921/22. Fortschritte unserer Kenntnisse von Zellkern durch. Von H. Pfeiffer. 158.
- Fortpflanzung der Bakterien, Die Entdeckung der geschlechtlichen, durch Enderlein. Von M. Hering. 198.
- Gärungstechniker, Ein, unter den Käfern, zugleich ein Ausblick auf die Symbioseforschung überhaupt. Von H. Pfeiffer.* 77.
- Gefäßbündel, Ausziehbare, und Zentralzylinder. Von R. Baecker. 183.
- Gesteine, Die erste Besiedelung der. Von F. Falger.* 13, 45, 81.
- Gewebebrei und Gewebesäften, Injektionsversuche mit. Von P. N. Schürhoff. 184.
- Gewebesäften, Injektionsversuche mit Gewebebrei und. Von P. N. Schürhoff. 184.
- Gonokokkennährboden, Ein neuer. Von P. Rostock. 168.
- Harzinhaltes, Zur Untersuchung des, der Koniferennadeln. 20.
- Hölzern, Das Bestimmen von, nach mikroskopischen Merkmalen. Von W. Hiller.* 179, 193.
- Holzkohle, Einbettung von, in Schellack. Von F. Hollendonner.* 126.
- Holzreaktion, Eine neue. Von H. Pfeiffer. 208.
- Honigbienen, Die „Insel-Wight“-Krankheit der. Von Hermann Vitzthum.* 89.
- Hydroiden, Nordsee-Plankton. Von G. Kunze.* 144.
- Hydropoten (Wassertrinker), Reaktion auf die Zellwände der. 129.
- Imprägnation der gewöhnlichen Neuroglia und der Mesoglia, und einige Ratschläge über die Technik des Gold-Sublimats. Von P. Rostock. 128.
- Indolbildung. Von G. Kostka. 127.
- Injektionsversuche mit Gewebebrei und Gewebesäften. Von P. N. Schürhoff. 184.
- „Insel-Wight“-Krankheit der Honigbienen, Die. Von Hermann Vitzthum.* 89.
- Isolierte, pflanzliche Gewebe zu züchten. 151.
- Kalziumoxalatfällungen, Einiges über. Von A. Erdenbrecher.* 201.
- Kapsel der Bakterien einfach darzustellen, Eine Methode, die. Von P. Rostock. 63.
- Kapselbakterien, Ein neues Verfahren zur Darstellung von. Von O. Arnbeck. 96.
- Kernteilung der Diatomeen und Konjugaten. Von P. N. Schürhoff.* 8.
- Kernteilung, Die im Pollenkorn von *Eichhornia crassipes* stattfindende. 57.
- Klammer, Eine praktische, für mikrographische Zwecke.* 95.
- Kompositenblüten, Das Trennungsgewebe von. Von H. Pfeiffer. 208.
- Koniferennadeln, Untersuchung des Harzinhaltes der. 20.
- Konjugaten, Kernteilung der. Von P. N. Schürhoff.* 8.
- Kosmos-Taschenmikroskop als Exkursionsmikroskop. Von Georg Stehli.* 21.
- Kryptogamen in der Volksschule, Die Behandlung der. Von P. Brohmer.* 131.
- Lebendfärbungen von Pflanzenzellen, Neuere Ergebnisse von. Von H. Pfeiffer. 128.
- Leptobryum pyriforme* (L.) Schpr., Die Reinkultur von. Von G. Kostka. 64.
- Luft, Der Bakteriengehalt der. Von G. Timmer.* 228.
- Lymphgefäßen mit Gasfüllung, Eine neue Methode der Darstellung von. Von Ada Stübel.* 65.
- Mageninhaltes, Die Analyse des. Von A. Bender. 222.
- Mansonfärbung, Eine einfache Verbesserung der. Von P. Rostock. 208.
- Meeresplankton und Mikroskop. Von O. Wetzel. 175.
- Mikrofauna eines Karpathenhochmoores. Von J. Lepszy.* 74.
- Mikrokristallisationen. Von A. Erdenbrecher.* 105.
- Mikrologie. Von Diettrich. 80.
- Mikroorganismen als Erreger von Bienenkrankheiten. Von K. J. Geiger.* 153.
- Mikroorganismen, Der Apparat zur kontinuierlichen Reinhaltung von.* 127.
- Mikroskop, Selbsterstellung eines brauchbaren. Von O. Neumann.* 185, 205.
- Mikrostereobilder mit einfachsten Mitteln. Von P. N. Schürhoff.* 209.
- Milch, Warum wird sie sauer? Von O. Arnbeck. 167.
- Milch, Warum wird sie sauer? Von Minder. 56.
- Mitose, Die somatische, des Menschen. 57.
- Nachweis, Der mikrochemische, der Alkaloide. Von E. Kratzmann.* 121.
- Neutralfarbstoffe, Herstellung und Verwendung. Von Emil Löwi. 23.

- Niederschläge, Die bei anorganischen Wachstumserscheinungen entstehenden. Von J. Winckelmann.* 41.
- Nukleolen des Kernes, Die Färbung der. Von H. Pfeiffer. 96.
- Objekte im tierkundlichen Schulunterricht, Die Beobachtung lebender. Von P. Brohmer.* 187.
- Objektiv- und Präparatschützer, Ein neuer.* 40.
- Objekttisch, Der neue elektrische und selbstregulierende.* 167.
- Objektträgern und Deckgläsern, Zur Reinigung von. Von H. Pfeiffer. 183.
- Oкуляр, Das photographische.* 152.
- Oxalate, löslicher, oder freier Oxalsäure, Zum mikrochemischen Nachweis. Von H. Pfeiffer. 183.
- Oxalsäure, freier, Zum mikrochemischen Nachweis löslicher Oxalate oder. Von H. Pfeiffer. 183.
- Perithezienbildung bei *Aspergillus oryzae*. Von H. Pfeiffer. 183.
- Pflanzen, Die neueren Untersuchungen betr. Leitungssystem und Zuwachsvermögen der. Überblick über histologische Forschungen der beiden letzten Jahre. Von H. Pfeiffer. 211.
- Pflanzen, Die Sinnesorgane der. Von R. H. Francé.* 34.
- Plankton, Nordsee-. Hydroiden. Von G. Kunze.* 144.
- Porzellan. Von S. Schertel.* 214.
- Protozoen, Hüllenbildung und Gehäusebau bei. Von Ernst Bresslau.* 97.
- Reagenzglas, Ein neues.* 64.
- Reinzucht, Apparat zur kontinuierlichen, von Mikroorganismen.* 127.
- Säugetierkörper, Die Blutbildungsvorgänge im. Von E. Kruse. 224.
- Schraubenbänder, Abrollbare. Von R. Baecker.* 178.
- Selbsterstellung eines brauchbaren Mikroskops. Von O. Neumann.* 185, 205.
- Sinnesorgane der Pflanzen, Die. Von R. H. Francé.* 34.
- Spermien, Für physiologische und pharmakologische Untersuchungen von lebenden. 151.
- Spirochätenfärbungen, Vergleichende Untersuchungen über neue. 39.
- Stärke, Über das Vorkommen von, und anderen Stoffen, neben Inulin, in den Keimblättern der Korbblütlersamen. Von Heineck.* 25.
- Stärkekörner, Zum Nachweis der inneren Struktur der. Von H. Pfeiffer. 168.
- Süßwasserschwämme, Das Regenerationsvermögen der. Von Ernst Herwig.* 84.
- Symbiose, Das Problem der intrazellulären. Von H. Pfeiffer. 203.
- Tabakfälschungen, Wie erkennt man? Von C. Griebel.* 1.
- Taschenmikroskop, Über ein neues pankreatisches. Von Max Wolff.* 59.
- Technik, Beiträge zur mikroskopischen. Von W. Migula. 216.
- Thermostaten samt Regulator für elektrische Heizung, Ein Beitrag zur Herstellung eines. Von O. Wesely.* 229.
- Tierfallen einheimischer Pflanzen, Mikroskopische Untersuchungen von. Von H. Pfeiffer.* 137.
- Trinkwasser, Die mikroskopische Untersuchung auf seinen Bakteriengehalt. Von G. Timmer. 95.
- Ueber-Mikroskop, „Davon-Super-Microscope“ 20.
- Ungeziefer, Einzelliges. Von A. Koepfel.* 141.
- Ustilagineensporen, Dauerpräparate der Keimlinge von. Von H. Pfeiffer. 57.
- Zählplatten zu quantitativ-mikroskopischen Arbeiten. Von Minder. 57.
- Zelle, Nachweis von Eisen innerhalb der. Von P. N. Schürhoff. 204.
- Zellkern, Fortschritte unserer Kenntnisse vom, durch Forschungsergebnisse 1921/22. Von H. Pfeiffer. 158.
- Zellmembranen, Neuere Methoden zum Nachweis von Verholzungsstoffen in. Von H. Pfeiffer. 58.
- Zellwände der Hydropoten (Wassertrinker); Reaktion auf die. 129.
- Zentralzylinder, Ausziehbare Gefäßbündel u. Von R. Baecker. 183.



Wie erkennt man Tabakfälschungen?

Von Dr. C. Griebel.

Die Zeit liegt leider noch nicht hinter uns, in der die Notwendigkeit der Tabakstreckung in Deutschland die Verwendung zahlreicher Ersatzmittel erforderlich machte. Die Düfte aber, die durch das Rauchen dieser Produkte erzeugt werden, sind allen Beteiligten in wenig angenehmer Erinnerung. Es ist daher naheliegend, bei nicht einwandfreiem Geruch und Geschmack der Rauchwaren zunächst an eine Verfälschung zu denken. Ein abweichender Geruch braucht nun aber keineswegs immer durch eine Beimengung fremder Stoffe bedingt zu sein; hierbei spielen vielmehr ganz verschiedene Umstände eine Rolle, wie Herkunft und Reife der Blätter, die Art der Fermentierung und sonstigen Behandlung und dergl. Durch die Sinnenprüfung allein läßt sich infolgedessen eine Verfälschung des Tabaks im allgemeinen nicht mit Sicherheit erkennen. Nur der Mikroskopiker ist in der Lage, eine solche, insbesondere auch der Art nach, einwandfrei festzustellen. Obwohl sich die Verhältnisse seit der Wiederaufnahme der Handelsbeziehungen erfreulicherweise auch auf diesem Gebiet geändert haben, gelangen doch zuweilen immer noch Tabakwaren in den Verkehr, die, ohne entsprechend gekennzeichnet zu sein, Ersatzstoffe enthalten, die also verfälscht sind. Es dürfte daher wenigstens den rauchenden Teil des Leserkreises interessieren, wie man solche fremdartigen Beimengungen im Tabak mit Hilfe des Mikroskops erkennen kann.

Da wir es bei derartigen Untersuchungen fast ausschließlich mit Blatteilen zu tun haben, müssen wir uns zunächst den Bau der Dikotyledonenblätter — nur solche

kommen im allgemeinen in Frage — kurz ins Gedächtnis zurückrufen.

Die Blätter sind beiderseits von einer kutikularisierten Epidermis bedeckt, deren Zellen nicht selten eine durch Kutikularfalten bedingte Streifung aufweisen (vgl. Abb. 1 und 7 b). In der Flächenansicht erscheinen die Oberhautzellen polygonal mit geraden bis gebogenen Wänden, oder wellig buchtig.

Unterbrochen wird die Epidermis von den Spaltöffnungen (Stomata), die bei den meisten Blättern allerdings nur auf der Unterseite vorkommen. Sie zeigen länglichrunde

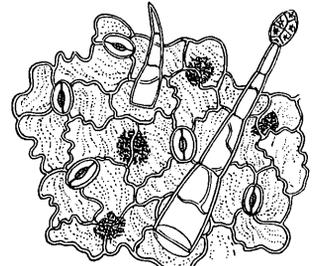


Abb. 1. Oberseite des Tabakblattes mit Drüsenhaar, im Mesophyll Kristallsand. (Vergr. 1: 250.)

Form und werden aus zwei bohnenförmigen Schließzellen gebildet, zwischen denen sich die Spalte befindet. Bei charakteristischer Anordnung werden die umgebenden Zellen Nebenzellen genannt. Diagnostisch sehr wichtig sind die auf beiden Epidermen auftretenden ein- bis vielzelligen Haarorgane (Trichome). Man unterscheidet Deckhaare, die die gewöhnliche Behaarung darstellen, und Drüsenhaare. Diese sind durch eine kopfige, meist mehrzellige Enddrüse gekennzeichnet, doch ist ihre Form, ebenso wie die der Deckhaare, sehr mannigfaltig. Das zwischen den beiden Epidermen befindliche chlorophyllhaltige Blattgewebe (Mesophyll) ist gewöhnlich in Palisaden- und Schwammparen-

c h y m gegliedert. Jenes besteht aus meist schlanken, senkrecht zur Blattoberfläche angeordneten, dichtstehenden Zellen, die ein-

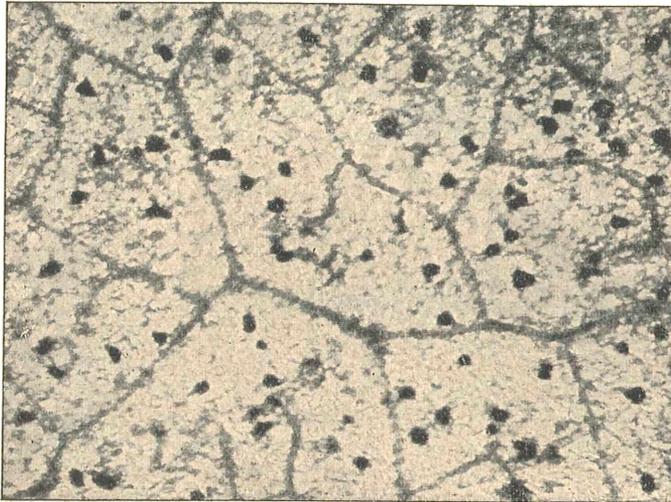


Abb. 2. *Nicotiana tabacum* L. Kristallsandzellen im Mesophyll (gebleichtes Präparat) (1:60).

bis mehrreihig auftreten können. Das darunterliegende Schwammparenchym ist außerordentlich reich an luftführenden Interzellularen. Seine Elemente sind oft verzweigt und stellen häufig ein sogenanntes Sternparenchym dar. (Es gibt auch Blätter, bei denen beiderseits ein Palisadenparenchym ausgebildet ist, sie kommen bei unseren Untersuchungen aber kaum in Betracht.) Im Mesophyll kommen vielfach Oxalatkristalle vor, deren Form und Anordnung oft für die Blattart charakteristisch ist. Durchzogen wird das Mesophyll von den Nerven, die aus Leitbündelsträngen bestehen.

Um Enttäuschungen zu vermeiden, sei vorweg bemerkt, daß die hier in Frage kommenden Untersuchungen etwas Geduld erfordern. Es ist zu bedenken, daß wir es mit unregelmäßig zerkleinerten Pflanzenteilen zu tun haben, die zudem durch verschiedene Manipulationen (Gärung, Beizung und dergl.) mehr oder weniger verändert sind. Wir bekommen daher für gewöhnlich keine Präparate zu Gesicht, wie sie der Mikroskopiker im allgemeinen bei sachgemäßer Bearbeitung eines Objektes zu erhalten pflegt, sondern Bilder,

in denen das Kennzeichnende oft etwas verwischt oder verändert erscheint. Wenigstens wird der Ungeübte zumeist diesen Eindruck bekommen, bis sich das Auge an die Abweichungen gewöhnt hat.

Bei der Untersuchung verfahren wir nun in der Weise, daß wir eine Probe Tabak (etwa 0,5—1 g) in einem Glaschälchen mit Javellescher Lauge¹⁾ übergießen und so lange stehen lassen, bis die Blatteile fast vollständig entfärbt sind. Falls dies nach mehreren Stunden nicht erreicht sein sollte, ist eventuell Erneuerung des Bleichmittels erforderlich. Dann wird die Bleichflüssigkeit durch Abgießen und mehrmaliges Auswaschen mit Wasser entfernt, da allzulange Einwirkung bei zarten Blättern zum Zerfall des Gewebes führt. Wenn die gebleichten Objekte viel Luftblasen enthalten, so müssen diese durch Erwärmen mit Alkohol ausgetrieben werden.

¹⁾ Eine stark wirkende Javellesche Lauge stellt man sich, falls solche käuflich nicht zu haben ist, nach folgender Vorschrift her: 20 Teile frischen Chlorkalk übergießt man mit 100 Teilen Wasser und läßt unter Umschütteln einen Tag stehen. Andererseits löst man 25 Teile Kalium- oder Natriumkarbonat in 25 Teilen Wasser. Beide Flüssigkeiten

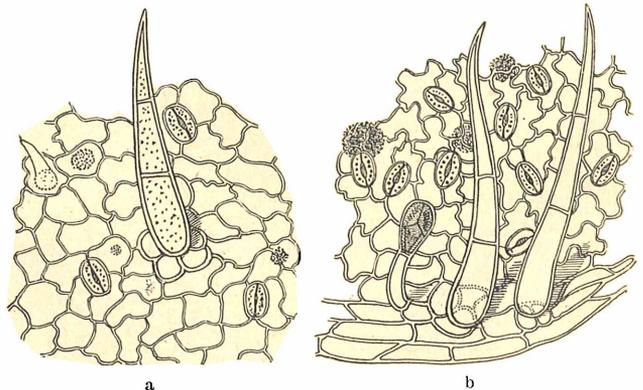


Abb. 3. *Solanum tuberosum* L. a) Blattoberseite, mit 2 Haarformen (1:150); b) Blattunterseite. Auf dem Nerv ein Drüsenhaar und 2 Deckhaare; im Mesophyll Kristallsandzellen (1:150).

werden zusammengewaschen und bleiben in verschlossener Flasche einen oder mehrere Tage zum Absetzen stehen. Die überstehende Flüssigkeit wird dann vorsichtig vom Bodensatz abgegossen und vor Licht geschützt aufbewahrt.

Sodann werden die Blattstücke auf Objektträger gebracht und nach Verdrängung des Alkohols durch Wasser in Glycerin übergeführt. Vor dem Glycerinzusatz halbiert man die hinreichend großen Stückchen mit Schere oder Messer und klappt die eine Hälfte um. Auf diese Weise bekommt man mit Sicherheit beide Seiten des betreffenden Blatteilchens zu Gesicht.

Ob wir die Oberseite oder Unterseite eines Blattes vor uns haben, ist bei stärkerer Vergrößerung meist leicht festzustellen. Wenn man nämlich nach scharfer Einstellung auf die Epidermis den Tubus ein wenig senkt, so erscheinen bei der Oberseite die Palisadenzellen, meist in Form von dichtstehenden kleinen Kreisen, bei der Unterseite dagegen das Schwammparenchym, das fast immer die lückige Struktur des Gewebes erkennen läßt und häufig Zellen mit sternförmiger Verzweigung (Sternparenchym) enthält.

Bei der Untersuchung der nach obigem Verfahren erhaltenen Flächenpräparate¹⁾ ist das Augenmerk insbesondere auf das Vorkommen von Kalziumoxalat und auf die Art der Behaarung zu richten. Natürlich sind auch noch eine Reihe anderer

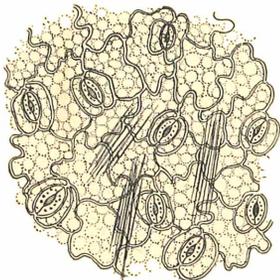


Abb. 5. *Asperula odorata* L. Blattunterseite. Stomata mit charakteristischen Nebenzellen; Raphiden im Mesophyll (1:200).

Beobachtungen von Wichtigkeit, wie Form der Epidermiszellen, Vorkommen und Größenverhältnis der Spaltöffnungen usw. Das Kalziumoxalat tritt in den Blättern in verschiedenen Formen auf und findet sich stets im Mesophyll oder als

Blätter durch den Glycerinzusatz so durchsichtig, daß wir das Oxalat durch die Epidermis hindurch ohne weiteres erken-



Abb. 4. *Beta vulgaris* L. Blatt mit zahlreichen rundlichen Kristallsandzellen im Mesophyll (gebleichtes Präparat) (1:60).

nen und besonders auch die Art der Verteilung wahrnehmen können.¹⁾ Zunächst kommt es darauf an, festzustellen, ob überhaupt Kalziumoxalat in dem betreffenden Blatteilchen vorkommt und in welcher Form. Aus dem Oxalatbefund allein vermag nämlich der Geübte oft schon auf bestimmte Familien, Gattungen oder Arten zu schließen, wenn Ersatzstoffe vorhanden sind. Die hier in Betracht kommenden Formen sind Drusen kristalle, Einzelkristalle, Raphiden und Kristallsand. Drusen- und Einzelkristalle kommen auch oft zusammen vor. Die letzten finden sich bei vielen Tabakersatzstoffen in großen Mengen in Form von Kristallkammerfasern als Belag der Leitbündel. Raphiden — man versteht darunter Bündel von dünnen, nadelförmigen Oxalatkristallen — enthalten nur wenige Tabakersatzmittel, nämlich Waldmeister, ferner Weinrebe und wilder Wein, dieser neben zahlreichen Drusen-

¹⁾ Eine vollständige optische Durchdringung ist bei dicken Blättern gewöhnlich erst nach zehnstündiger Einwirkung des Glycerins möglich.

¹⁾ Bei den Abbildungen wurde deshalb auch das Oxalat in die Epidermisflächenbilder eingezeichnet, obwohl es in Wirklichkeit stets im Mesophyll liegt.

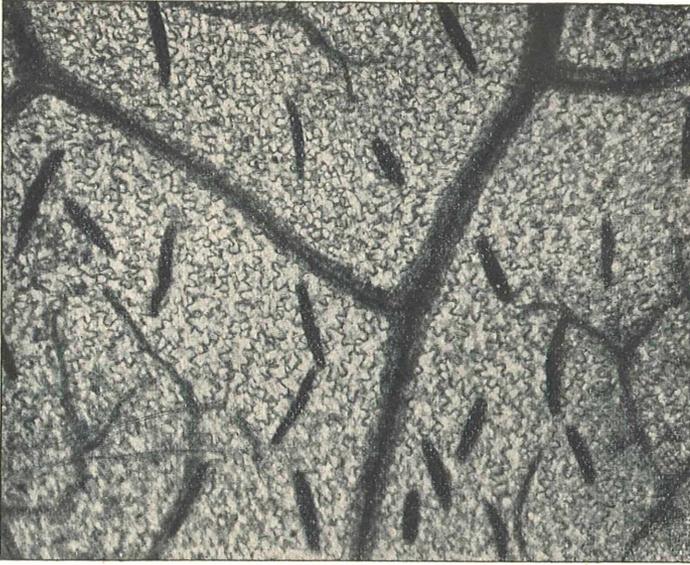


Abb. 6. *Asperula odorata* L. Blatt mit großen Raphidenbündeln im Mesophyll (gebleichtes Präparat) (1:60).

kristallen. Kristallsandzellen sind solche, die von winzig kleinen Oxalatkriställchen dicht angefüllt sind. Sie erscheinen im gebleichten Präparat undurchsichtig — bei schwacher Vergrößerung fast schwarz — und fallen dadurch sofort auf.

Es sei hier vorweg bemerkt, daß Kristallsand die einzige Oxalatform ist, die wir im Mesophyll des Tabakblattes finden. Alle Blattstücke, die Drusen, Einzelkristalle oder Raphiden im Mesophyll enthalten, oder die ganz frei sind von Oxalat, haben also mit echtem Tabak nichts zu tun. Außer Tabak gibt es allerdings noch einige andere Blattarten mit Kristallsand, die zugleich als Tabakersatz Verwendung finden können, wie z. B. Kartoffel, Tomate, Runkelrübe. Zur Unterscheidung muß daher weiter auch noch die Behaarung herangezogen werden, die für die Erkennung bestimmter Blätter überhaupt von größter Wichtigkeit ist.

Dies wären die wichtigsten Gesichtspunkte für unsere Untersuchungen. Im Nachstehenden soll nunmehr eine kurze Beschreibung des echten Tabaks und einiger Tabakersatzstoffe gegeben werden. Dringend zu empfehlen ist es übrigens bei derartigen Untersuchungen,

mit selbst hergestellten Vergleichspräparaten zu arbeiten.

Tabak. (*Nicotiana tabacum* L. und *N. rustica* L., *Solanaceae*). Die beiden Blattseiten sind im Bau nur wenig voneinander verschieden, doch sind auf der Unterseite die Spaltöffnungen zahlreicher und die fein gestreiften Epidermiszellen stärker gewellt. Ein charakteristisches Merkmal bilden die auf beiden Epidermen ziemlich zahlreich vorhandenen meist schlaffen, zuweilen im oberen Teil verzweigten Gliederhaare, die durch eine große bauchige Basalzelle ausgezeichnet sind. Ein Teil der Gliederhaare trägt ein längliches mehrzelliges, oft zweizellreihiges Drüsenköpfchen, dessen Zellen ge-

wöhnlich je eine kleine Oxalatdrüse enthalten (Abb. 1). Neben den Drüsenhaaren kommen als Kennzeichen für Tabak noch die im Schwammparenchym liegenden, bei manchen Sorten sehr zahlreich, bei anderen weniger reichlich vorhandenen Kristallsandzellen in Betracht (Abb. 2). An gebleichten Blattstücken erscheinen sie bei Betrachtung gegen einen dunklen Hintergrund unter der Lupe als weiße, gegen einen weißen Hintergrund als dunkle Punkte. Während die Kristallsandzellen im Flächenpräparat unter dem Mikroskop infolge ihrer Undurchsichtigkeit sofort auffallen, erkennt man die oben erwähnten Gliederhaare gewöhnlich erst bei genauerem Zusehen und stärkerer Vergrößerung, weil sie sehr zartwandig und oft mehr oder weniger zusammengefallen sind. Leicht zu sehen sind sie aber an Zigaretten tabak.

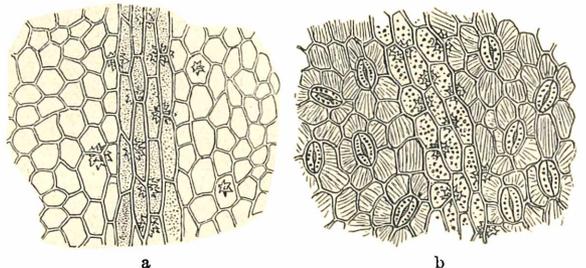


Abb. 7. *Prunus cerasus* L. a) Blattoberseite, Oxalatdrusen hauptsächlich in Begleitung der Nerven (1:150); b) Blattunterseite (1:150).

Der Feinschnitt dieser Ware bringt es nämlich mit sich, daß bei vorsichtigem Auflegen des Deckglases ein Teil der Blattstückchen in Querschnittlage zur Beobachtung gelangt, so daß die Haare beiderseits fast rechtwinklig abstehen.

Wie schon kurz erwähnt, finden sich Kristallsandzellen auch in Blattarten, die in der Zeit der Not als Tabakersatz Verwendung finden. Zu nennen sind aus der Familie der Solaneen — bei dieser ist der Kristallsand besonders häufig — Kartoffel (Abb. 3) und Tomate. Beiden Arten fehlen aber die oben beschriebenen Drüsenhaare. In Betracht kommen auch die Blätter der Runkelrübe (*Beta vulgaris* L. — *Chenopodiaceae*) (Abb. 4), die aber beiderseits kahl sind und daher mit Tabak ebenfalls nicht verwechselt werden können.

Daß Tabakrippen und sogar die holzigen Tabakstrünke zerkleinert und dem Rauchtobak beigemischt werden, sei auch noch bemerkt. Es kann hier jedoch von einer Beschreibung der anatomischen Verhältnisse dieser Bestandteile abgesehen werden, da sie auch makroskopisch ziemlich leicht kenntlich sind. Vorläufig sind sie aber nicht als Verfälschung anzusehen, weil sie als Tabak im Sinne der Steuergesetzgebung gelten.

Waldmeister (*Asperula odorata* L. — *Rubiceae*). Die Epidermiszellen sind beiderseits wellig buchtig, auf der Unterseite kleiner und oft tiefer gebuchtet. Spaltöffnungen kommen, abgesehen von der Blattspitze, nur auf der Unterseite vor. Sie sind von 2 oder 3 kleineren Nebenzellen umgeben, die parallel zur Spalte angeordnet sind (Abb. 5). Charakteristisch sind außerdem die zahlreichen im

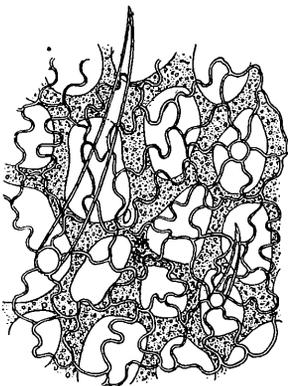


Abb. 8. Fruchtschuppe des Hopfens. Oberhaut mit dem darunter liegenden Schwammparenchym (1:250).

Schwammparenchym liegenden Oxalatrapihen (Abb. 6), deren Länge 150-300 μ , zuweilen bis 400 μ beträgt. Bemerkenswert sind schließlich die am Blattrand befindlichen und nach der Blattspitze gerichteten starren, einzelligen Haare.

Sauerkirsche (*Prunus cerasus*)

L. — *Rosaceae*) (Abb. 7a und b). Die Epidermis besteht beiderseits aus polygonalen Zellen mit derben, wenig gebogenen, nicht selten getüpfelten Wänden. Unterseits ist die Kutikula gestreift und die Zellen sind zuweilen wellig buchtig. Stomata sind nur auf der Unterseite vorhanden. Die Zähne des Blattrandes tragen ursprünglich eine konische Drüse, die aber nicht selten abgefallen ist. In der Begleitung der Nerven beobachtet man zahlreiche, meist ziemlich große Oxalatdrüsen, im Mesophyll nur vereinzelt. Behaarung fehlt so gut wie vollständig.

Süßkirsche (*Prunus avium* L.) Der anatomische Bau ist im wesentlichen der gleiche wie bei voriger Art. Die Epidermiszellen besitzen aber meist stärker gebogene Seitenwände und lassen beiderseits Kutikularstreifung erkennen. Auf der Oberseite kommen namentlich auf den Nerven einzellige, dickwandige, kegelförmige Haare vor, auf der Unterseite viel längere einzellige Haare mit dicker Wand und engem Lumen. In der Begleitung der Nerven finden sich neben den Oxalatdrüsen auch Einzelkristalle, die namentlich auf der Unterseite der Nerven als Faserbelag zahlreich auftreten. Unabhängig von den Nerven beobachtet man auch hier nur vereinzelt Kristalle im Mesophyll.

Bemerkte sei, daß die vorstehend aufgeführten Ersatzstoffe (Waldmeister, Sauerkirschen- und Süßkirschenblätter) nach der deutschen Tabaksteuergesetzgebung bis zu einer Gesamtmenge von 5 % ohne Kennzeichnung dem Rauchtobak (ausgenommen Zigarren und Zigaretten) beigemischt werden dürfen. Beim Auffinden einzelner solcher Teilchen wird also im allgemeinen noch keine Verfälschung vorliegen.

Hopfen (*Humulus lupulus* L. — *Urticaceae*).

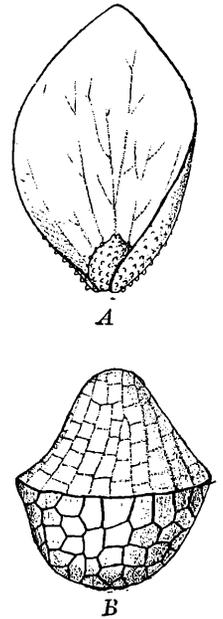


Abb. 9. *Humulus lupulus* L. A = Deckblättchen mit Frucht aus dem Fruchtzapfen (1:3). B = Hopfendrüse (1:200).

In Betracht kommen hauptsächlich die aus dachziegelig übereinanderliegenden Deck- und Fruchtschuppen gebildeten Fruchtzapfen. Diese Blattgebilde der Fruchtzapfen stimmen in anatomischer Hinsicht fast vollständig überein. Die Epidermis besteht beiderseits aus wellig gebogenen Zellen und trägt dünnwandige, einzellige Haare neben einzelnen kurzgestielten Köpfchenhaaren. Spaltöffnungen finden sich nur vereinzelt. Das zwischen den Epidermen liegende Schwammparenchym wird aus einer oder wenigen Lagen von chlorophyllhaltigen, etwa schlauchförmigen Zellen gebildet, zwischen denen sich große Interzellulare befinden. Das Mesophyll erweckt daher im Flächenbild (Abb. 8) den Eindruck eines weit-

scheint übrigens gesundheitlich nicht ganz unbedenklich zu sein, denn es ist seinerzeit von den Rauchern vielfach über Kopfschmerzen geklagt worden. Völlig harmlos ist dagegen eine andere Urticacee, nämlich die **Brennnessel** (*Urtica dioica* L.), die auch jetzt noch zu den unter bestimmten Voraussetzungen zugelassenen Ersatzstoffen gehört. Sie soll hier als Beispiel für eine Cystolithen enthaltende Blattart kurz behandelt werden.

Die bekannten, für die Brennnessel charakteristischen Brennhaare wird man, auch wenn Urticablätter vorhanden sind, meist vergeblich suchen, denn sie sind bei getrocknetem und zerkleinertem Material fast immer abgebrochen. Dagegen findet man verschieden große, einzellige, starre Deckhaare, die aus

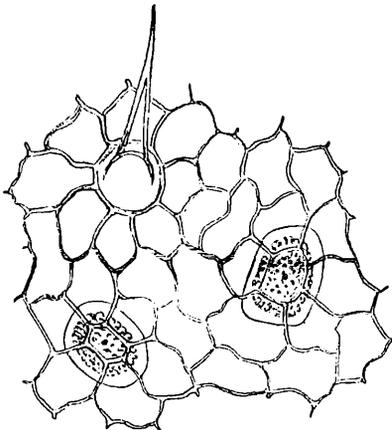


Abb. 10. Brennnessel. Blattoberseite mit Cystolithen und Deckhaar (1:200).

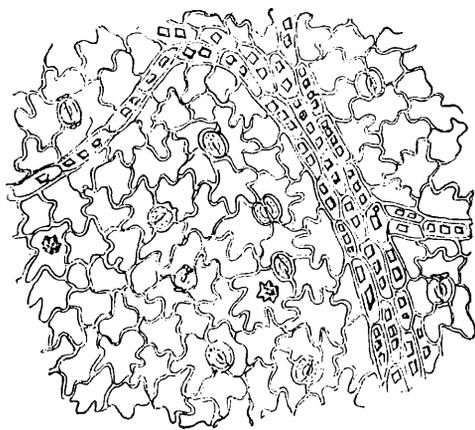


Abb. 11. *Fagus sylvatica* L. Blattunterseite, im Mesophyll Drusen, in den Nerven Einzelkristalle (1:150).

maschigen Netzes. Es enthält vereinzelte kleine Oxalatdrusen. Am Grunde jedes Fruchtblattes sitzt eine kleine nußartige Frucht, die ebenso wie der untere Teil ihres Fruchtblattes reichlich mit goldgelben, leicht abfallenden Drüsen besetzt ist (Abb. 9 A). Diese Drüsen bilden den unter dem Namen Lupulin bekannten Arzneistoff und stellen etwa kreiselförmige, in der Flächenansicht scheibenförmige Gebilde dar (150–250 μ). Ihr unterer Teil besteht aus zahlreichen kleinen Zellen, während der obere gewöhnlich verschmälerte Teil durch die vom Sekret emporgewölbte gemeinsame Kutikula gebildet wird (Abb. 9 B). Die Kreiselform ist nicht bei allen Drüsen deutlich erkennbar, da viele Exemplare infolge von Sekretaustritt faltig geworden und geschrumpft sind.

Ein Zusatz von Hopfen zum Rauchtobak

breiter Basis in eine lange, scharfe Spitze auslaufen. Besonders charakteristisch sind aber die in ziemlich zahlreichen Epidermiszellen vorhandenen *Cystolithen* (Abb. 10), die sich als rundliche oder elliptische, körnig geschichtete Gebilde darstellen. Sie bestehen aus Kalziumkarbonat und lösen sich daher bei Zusatz von Salzsäure ziemlich rasch unter lebhafter Kohlensäureentwicklung auf (Unterschied von Kalziumoxalat, das sich ohne Gasentwicklung löst).

Buche (*Fagus sylvatica* L.). Die Epidermiszellen sind wellig buchtig, Spaltöffnungen nur auf der *U n t e r*seite des Blattes vorhanden. Die Nerven dritter, zum Teil auch höherer Ordnung werden von zahlreichen Oxalateinzelkristallen in Form von *K r i s t a l l k a m m e r f a s e r n* begleitet, die namentlich die dickeren Gefäßbündel in der Flächen-

ansicht oft ganz bedecken (Abb. 11). Das Mesophyll enthält außerdem Drüsenkristalle in größerer oder geringerer Menge. Die auch bei älteren Blättern unterseits auf Haupt- und Nebenrippen noch vorhandenen langen Haare sind einzellig, schmal und scharf zugespitzt. Ihre Wand ist zum Teil so dick, daß das Lumen nur noch strichförmig erscheint.

Haselnuß (*Corylus avellana* L. — *Betulaceae*) (Abb. 12). Epidermiszellen oberseits meist gestreckt polygonal mit wenig gebogenen Wänden, unterseits wellig buchtig. Spaltöffnungen nur auf der Unterseite vorhanden. Die Deckhaare stehen vorwiegend auf den Nerven, namentlich unterseits. Sie sind einzellig, dickwandig, oft an der Basis getüpfelt. Drüsenhaare treten in zwei Formen auf. Hauptsächlich auf den Nerven finden sich kleine, gedrungene, vielzellige, etwa walzenförmige Gebilde, die zuweilen auch ein deutlich abgesetztes Köpfchen tragen. Auf dem Blattstiel und dem unteren Teil der Hauptrippe kommen außerdem einzelne Drüsenzotten vor (in der Abbildung nicht gezeichnet), die bereits mit unbewaffnetem Auge sichtbar sind und auf langem mehrzellreihigem Stiel ein vielzelliges, abgeplattetes Köpfchen tragen. Das Mesophyll enthält große und kleinere Oxalatdrüsen.

Cichorie (Kulturformen von *Cichorium intybus* L. — *Compositae*) sei schließlich noch

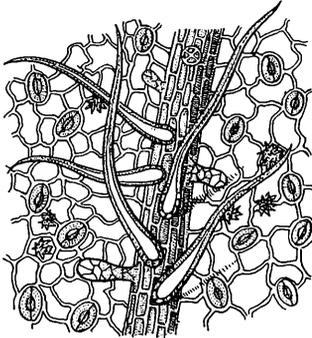


Abb. 12. *Corylus avellana* L. Blattunterseite mit Deck- und Drüsenhaaren. Im Mesophyll Oxalatdrüsen (1:150).

als Beispiel für ein von Kalziumoxalat vollkommen freies Blatt aufgeführt. Die Epidermiszellen sind beiderseits wellig buchtig. Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten reichlich. Oxalat fehlt. Die auf den Epidermen, am Blattrand und auf der Unterseite der Mittelrippe vorkommenden, zum

Teil sehr großen, aber leicht zusammenfallenden Haare schließen entweder mit einer stumpfen Spitze oder mit einem mehrzelligen Köpfchen ab; im Aufbau stimmen sie sonst

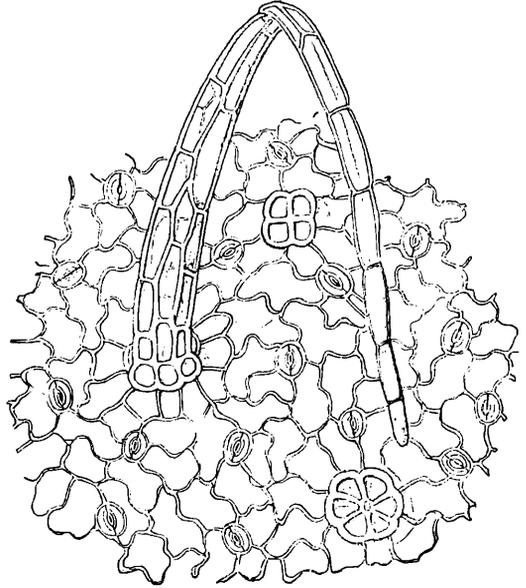


Abb. 13. *Cichorium intybus* L. Blattunterseite mit Deckhaar und Haarnarben (1:150).

überein.¹ Mit Ausnahme der kleinsten sind sie im unteren Teil mehrzellreihig und gehen nach oben allmählich in eine Zellreihe über. Sehr charakteristisch sind die Haarnarben (Abb. 13).¹ In den Nerven beobachtet man Milchsaftschläuche, die an ihrem körnigen Inhalt erkennbar sind, der sich auch in gebleichten Präparaten mit Jod noch gelblich färbt.

Die vorstehende Auswahl umfaßt allerdings nur einen kleinen Teil der unter Umständen in Betracht kommenden Tabakersatzstoffe. Sie soll dem Leser auch nur einen Überblick geben über die für die Erkennung der Blattarten wichtigsten Merkmale; denn der beschränkte Raum verbietet eine eingehendere Behandlung des Stoffes. Wer sich näher für diese Frage interessiert, findet genauere Angaben in der Abhandlung von C. Griebel „Die mikroskopische Untersuchung der Tee- und Tabakersatzstoffe“ (J. Springer, Berlin, 1920), die mit zahlreichen Abbildungen ausgestattet ist. Das Studium der Anatomie unserer einheimischen Blattarten bietet aber überhaupt manches Reizvolle, so daß im allgemeinen dabei auch der Nichtraucher auf seine Kosten kommen dürfte.

Die Kernteilung der Diatomeen und Konjugaten.

Von Dr. P. N. Schürhoff.

Der Herbst ist ebenso wie das Frühjahr die beste Zeit zum Einsammeln von Diatomeen. Auf den Ausflügen beachte man kleine Wassertümpel besonders in den Fahrriegen von Wald- und Feldwegen und prüfe eine Probe hiervon mit einer starken Lupe, am besten mit einem Algensucher; man wird so manchmal fast Reinkulturen von Diatomeen, besonders auch von größeren Arten vorfinden. Besonders geeignet für die Untersuchung sind *Surirella*-, *Navicula*- und *Pinnularia*-Arten. Hat man geeignetes Material gefunden, so füllt man eine Flasche von 200 g voll und nimmt sie mit nach Hause. Hier gießt man sie in einen Suppenteller und setzt nachts zwischen 11 $\frac{1}{2}$ und 12 $\frac{1}{2}$ die gleiche Menge Fixierungsflüssigkeit zu. Die meisten Teilungen der Diatomeen finden ebenso wie die der Schraubenalgen nachts statt. Die Fixierungsflüssigkeit stellt man sich her durch Auflösen von 1 g Chromsäure in 100 ccm Wasser und setzt dann 6 ccm Eisessig oder 8 ccm Essigessenz zu. Am folgenden Abend schwemmt man durch Umrühren die Diatomeen auf und gießt sie von dem Bodensatz, der aus Erde und Steinchen besteht, in einige hohe Standzylinder oder Spitzgläser ab. Am nächsten Morgen gießt man vorsichtig das Fixierungsmittel von den Diatomeen ab, die sich inzwischen abgesetzt haben, und spritzt mit etwa dem fünften Teil der früheren Fixierungsflüssigkeit an Wasser die Diatomeen mittels einer Pipette von den Seitenrändern des Gefäßes herunter, gießt nach weiteren zwei Stunden dieses Wasser wieder ab und wiederholt mit gleichen Mengen Wasser das Auswaschen etwa 5—6mal. Man spült zweckmäßig jetzt das Diatomeenmaterial in ein Reagenzglas und hebt das Wasser soweit ab, daß nur noch die Kuppe des Reagenzgläschens mit dem Diatomeenmaterial gefüllt ist.

Zur Färbung verwendet man entweder Safranin oder Delafields Hämatoxylin. Das Prinzip dieser Färbung beruht darin, in möglichst konzentrierter Lösung zu färben. Man setzt also zu dem Material im Reagenzglas etwa 3—5 ccm einer 1prozentigen Safraninlösung zu, schwenkt um und läßt einen Tag stehen. Nun wird das Reagenzglas

mit Wasser gefüllt, dieses nach dem Absetzen der Diatomeen mit der Pipette entfernt, wieder mit Wasser gefüllt und dies Auswaschen so lang wiederholt, bis das Wasser über den Diatomeen kaum mehr gefärbt ist. Jetzt beginnt die Überführung in Alkohol, und zwar beginnt man mit 30prozentigem, mit dem man das Reagenzglaschen zu einem Drittel anfüllt. Nach je einer halben Stunde wird der Alkohol abpipettiert und durch stärkeren ersetzt, und zwar 50%, 70%, 95% und absoluten Alkohol; dann folgt Alkohol-Benzol (1 + 1), dann reines Benzol. Dieses pipettiert man ebenfalls nach Möglichkeit ab, so daß nur noch etwa ein ccm im Reagenzglas enthalten ist; nun setzt man die gleiche Menge Kanadabalsam zu und schwenkt vorsichtig um. Jetzt saugt man das Material in eine trockene Pipette und bringt es auf etwa 40 Objektträger, und zwar auf jeden Objektträger einen Tropfen, den man mit einem Deckglas bedeckt. Die Präparate sind nun fertig und werden unter schwacher Vergrößerung durchsucht. Die einzelnen Diatomeen betrachtet man bei stärkster Vergrößerung und stellt fest, ob es sich um ruhende Kerne oder um Teilungsstadien handelt. Häufig wird man auch Desmidiaceen und andere Algen vorfinden.

Die Färbung mit Hämatoxylin erfolgt in ganz gleicher Weise. Durch die Überführung in Alkohol wird gleichzeitig eine gute Differenzierung erreicht.

Die grundlegenden Untersuchungen über die Kernteilung der Diatomeen stammen von Lauterborn (1896). An den gefärbten Präparaten läßt sich erkennen, daß der Kern ebenso wie bei höheren Pflanzen aus einem Gerüstwerk von Chromatinkörnchen besteht, ferner finden sich stets ein oder mehrere Kernkörperchen, der Kernsaft ist natürlich nicht zu erkennen. Ganz besonders wichtig ist das Vorhandensein eines Zentrosoms, das außerhalb des Kerns liegt, aber stets mit dem Kern in Verbindung steht. Abb. 1 zeigt uns *Surirella calcarata* in der Vorbereitung zur Teilung. Der Kern besitzt nierenförmige Gestalt und in der Einbuchtung ist das Zentrosom als punktförmiger Körper zu sehen. Dem Zentrosom kommt bei der Kernteilung eine

wesentliche Rolle zu. Das erste Anzeichen, daß die genannte *Surirella* sich zur Teilung anschickt, besteht darin, daß die beiden übereinandergreifenden Zellhälften etwas auseinanderweichen, wodurch die Diatomee bei Ansicht von der Gürtelseite mehr oder weniger verbreitert erscheint. Hand in Hand damit geht eine allmähliche Kontraktion der oberflächlichen Chromatophoren, die nach und nach ihre so vielfach gelappten Umrise verlieren und sich gegen die Schalenseiten

fort. Am Zellkern selbst sind um diese Zeit noch keine tiefer greifenden Veränderungen der Struktur zu konstatieren.

Dagegen tritt in der Umgebung des Zentrosoms schon auf diesem frühen Zeitpunkt ein Gebilde auf, das bestimmt ist, im ferneren Verlauf der Kernteilung eine überaus wichtige Rolle zu spielen, nämlich die Anlage der Zentralspindel (Abb. 2). Diese tritt zuerst als kleines, an Präparaten kaum gefärbtes, sehr blasses Kügelchen in Erscheinung, welches

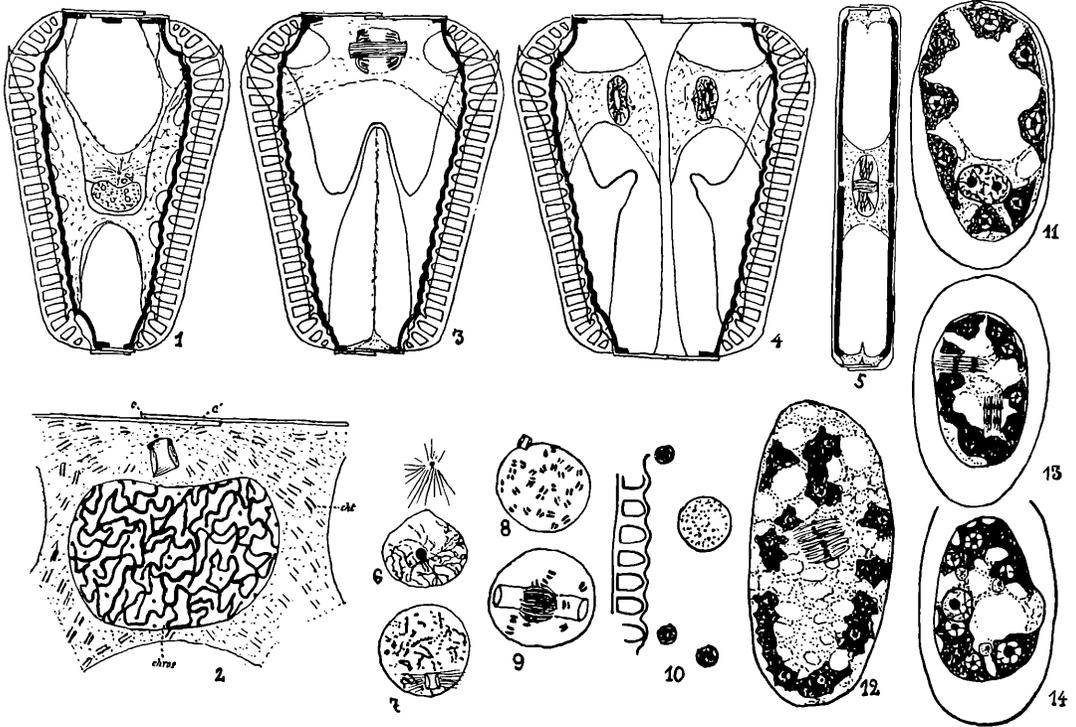


Abb. 1—4. *Surirella calcarata* nach Lauterborn. Abb. 5. *Pinnularia oblonga* nach Lauterborn. Abb. 6—10. *Surirella saxonica* nach Karsten. Abb. 11—14. *Spirogyra calospora* nach Tröndle. — Abb. 1, 3, 4: Vergr. 500; Abb. 2: Vergr. 1200; Abb. 5: Vergr. 700; Abb. 6, 9, 10: Vergr. 1000; Abb. 7, 8: Vergr. 1500; Abb. 11—14: Vergr. etwa 500.

zurückziehen beginnen, wobei ihre Ausläufer, die sich weit in die Querkanäle der Flügel hinein erstrecken, aus diesen etwas zurückgezogen werden. Zu derselben Zeit rückt auch das Zentrosom aus der Bucht des nierenförmigen Kerns heraus, nimmt etwas an Volumen zu und stellt sich in die Mittelebene der Zelle ein. Hier wird es zum Mittelpunkt prächtiger Strahlungserscheinungen; die plasmatische Strahlung geht nach allen Richtungen des Raumes und setzt sich auch, wie man durch wechselnde Einstellung leicht feststellen kann, über die Oberfläche des Kerns hinweg gegen das schmalere Zellende

hart am Zentrosom liegt, mit dem es auch in der Größe anfangs vollkommen übereinstimmt. Es scheint aus dem Zentrosom durch eine Teilung oder Knospung hervorzugehen. Die Anlage der Zentralspindel nimmt bald an Größe zu, wobei sie sich immer mehr vom Zentrosom entfernt und gegen die Oberfläche des Kerns hinrückt, wo sie schließlich zu einer gegen früher ziemlich voluminösen, aber stets außerordentlich blassen Kugel anschwillt. Jetzt beginnen sich auch Veränderungen im Innern des Kerns zu zeigen, indem sich die Chromosomen heraussondern, gleichzeitig setzt eine Wanderung des sich teilen-

den Kerns nach dem breiten Zellende ein, wo die eigentliche Kernteilung erfolgt (Abb. 3).

Sehr eigenartige Wandlungen ihrer Gestalt macht nun auch die Anlage der Zentralspindel durch. Die große, blasse Kugel, welche früher am Kern lag, beginnt sich zu strecken und erscheint dann bei gewisser Einstellung sichel- oder schiffchenförmig. Eine genauere Betrachtung von verschiedenen Seiten zeigt, daß die Anlage der Zentralspindel jetzt die Gestalt einer etwas gewölbten und teilweise schwach verdickten ründlichen Platte besitzt, welche, ihre Fläche den Schalenseiten zuwendend, das Plasma in schiefer Richtung durchsetzt. Indem sich nun die Flächen der Zentralspindelanlage mehr und mehr voneinander abheben, nimmt sie die Gestalt eines anfangs sehr niederen Zylinders an, welcher seine Mantelfläche den Gürtelseiten der Diatomee zukehrt. Die Höhe des Zylinders vergrößert sich rasch immer mehr und infolgedessen wird die Zentralspindel bei Ansicht von der Gürtelseite stetig breiter. Um dieselbe Zeit beginnt das Zentrosom, welches bis dahin stets deutlich und von einer Strahlung umgeben war, zu verschwinden. Die Rolle, welche das Zentrosom bisher gespielt hat, wird in der Folgezeit übernommen von den beiden kugeligen Ansammlungen an den Polen der Zentralspindel, die sich zu Zentrosomen differenzieren. Innerhalb relativ kurzer Zeit wächst die Zentralspindel zu einem garbenförmigen Gebilde heran und senkt sich dann schief in den Kernraum hinein, wo sie zunächst exzentrisch liegt, dann aber unter stetiger Größenzunahme gegen die Mitte rückt, wo sie sich senkrecht auf beide Schalenseiten einstellt. Um diese Zeit erfolgt die Längsspaltung der Chromosomen. Diese haben sich gegen früher noch mehr verkürzt und verdickt und meist hakenförmige, U- oder C-förmige Gestalt angenommen. Die Chromosomen gruppieren sich nun rings um den Äquator der Zentralspindel, und an den beiden, schwach bogenförmig begrenzten Polflächen liegt je ein Zentrosom in Gestalt einer großen überaus blassen Kugel. Nunmehr teilt sich der ursprünglich einheitliche Chromosomenring in 2 Tochterringe, die, immer die Zentralspindel umschließend, sich mehr und mehr voneinander entfernen und den Polen zustreben (Abb. 3).

Gleichzeitig beginnt auch die Zellteilung ihren Anfang zu nehmen, und zwar vom schmalen Zellende her, indem hier die Zell-

teilung bewirkende einschneidende Ringfalte auftritt, welche langsam gegen das breite Zellende hin vorschreitet und die mittlere Chromatophorenbrücke in einen immer spitzer werdenden Winkel vor sich hinschiebt (Abb. 3), bis in die Nähe der großen Plasmaansammlung, wo die Brücke endlich durchschnürt wird. Die beiden lang ausgezogenen Hälften der Chromatophorenbrücke verbleiben noch geraume Zeit in der zuletzt eingenommenen Lage.

Durch die einschneidende Ringfalte wird nun die zentrale Plasmamasse geteilt, während sich die Zentralspindel zurückbildet. Die Tochterkerne rekonstruieren sich und bilden zuerst ringförmige Kerne. Neben den Kernen, und zwar in einiger Entfernung der Einbuchtung liegen die Zentrosomen als relativ große, dunkel gefärbte Kugeln im Mittelpunkt der plasmatischen Strahlung. Nun beginnt das Plasma der beiden Tochterzellen sich wieder gegen die Mitte der Zelle zu in Bewegung zu setzen. Das Gerüstwerk des Kerns bildet sich wieder aus und die Nukleolen treten wieder auf.

In fast gleicher Weise erfolgt die Kernteilung auch bei den andern Diatomeen, so zeigt z. B. Abb. 5 die Kernteilung von *Pinnularia oblonga*. Im Gegensatz zu den Surirellen findet bei den andern Diatomeen die Kernteilung stets in der Mitte statt. In Abb. 5 sehen wir wieder die für die Diatomeen so charakteristische Zentralspindel.

Die Abbildungen 6—10 zeigen uns die Verhältnisse bei der Auxosporenbildung von *Surirella saxonica*. Bei diesem Vorgang legen sich zwei *Surirella*-Zellen zusammen, hierauf tritt in jeder Zelle eine Reduktionsteilung ein sowie eine weitere Kernteilung, wodurch je 4 Kerne gebildet werden. Hiervon ist jedesmal ein Kern groß und bildet den Sexualkern, während die andern 3 Kerne klein bleiben und degenerieren. Aus 2 *Surirellen* bildet sich also eine Auxospore, die wieder zur *Surirella* heranwächst. Die Abb. 6 zeigt den Kern in der Synapsis mit dem dazugehörigen Zentrosom. In Abb. 7 ist die Zentralspindel bereits in Entwicklung und liegt über dem Kern. Abb. 8 zeigt das Stadium der Diakinese, in welchem sich je 2 Chromosomen paaren. Diese werden, wie Abb. 9 zeigt, in die Spindelmitte gelagert und dann nach den beiden Polen auseinandergezogen; auf diese erste Teilung, die 2 Kerne liefert, folgt nochmals eine Teilung, wodurch die 4 Kerne in

Abb. 10 entstehen. Bei den Diatomeen finden wir mit Ausnahme der in Abb. 10 wiedergegebenen Kerne, welche die haploide Chromosomenzahl führen, stets die diploide Chromosomenzahl, die durch die Kopulation des in Abb. 10 wiedergegebenen Sexualkerns mit seinem Partner erreicht wird. Wir wollen uns hierbei daran erinnern, daß unsere ganzen Blütenpflanzen ebenfalls mit Ausnahmen ihrer Geschlechtskerne die diploide Chromosomenzahl führen.

Im Gegensatz hierzu bestehen die Konjugaten aus Zellen mit haploiden Kernen, obgleich die Vorgänge der Reduktionsteilung ganz denen bei den Diatomeen ähneln. Da auch diese Stadien leicht sichtbar gemacht werden können und z. B. Spirogyra-Material jedem Mikroskopiker leicht zugänglich ist, sei auf diese Verhältnisse kurz eingegangen. Abb. 11—14 geben die Kernverhältnisse in den Zygoten von *Spirogyra calospora* nach Tröndle wieder.

Die Fixierung erfolgt mit Jodalkohol, und zwar immer zwischen 11 $\frac{1}{2}$ und 12 $\frac{1}{2}$ nachts. Hierauf wird das Material längere Zeit mit Alkohol ausgewaschen, bis das Jod völlig entfernt ist, da sonst die Färbbarkeit leidet. Zur Färbung benutzt man Delafields Hämatoxylin, welches man etwa 20 Minuten einwirken läßt. Um das Eindringen des Farbstoffes zu ermöglichen, werden die Zygoten auf dem Objektträger unter dem Deckglas durch Andrücken mit dem Holzgriff der Präpariernadel leicht gequetscht, bis in der dicken Mittelhaut ein Riß entsteht. Differenziert wird wie üblich mit ganz schwach angesäuertem Alkohol und das Präparat dann durch Zusatz von Glycerin durchsichtig gemacht. Durch Umranden kann man auf diese Weise Dauerpräparate gewinnen. Die Spirogyrafäden besitzen haploide Kerne, und

zwar besitzt die genannte Spirogyra in den Fäden 9 Chromosomen. Bei der Kopulation vereinigen sich 2 Zellen mit ihren Kernen und die Kerne verschmelzen, Abb. 11. Dieser Kern enthält jetzt also 18 Chromosomen. Sofort aber tritt er in Teilung (Abb. 12), dann folgt die zweite Teilung (Abb. 13), wodurch seine Chromosomenzahl wieder auf 9 reduziert wird. Hierbei werden 3 kleine und ein großer Kern gebildet. Der große Kern wächst wieder zum Spirogyrafaden aus. Das Material zu den Abbildungen wurde in der zweiten Hälfte des April fixiert. Wir sehen also in Abb. 10 und Abb. 14 zwei völlig homologe Stadien, während aber der Großkern von Abb. 14 den Ausgangspunkt für die Spirogyra bildet, geht der Großkern von Abb. 10 erst eine Verschmelzung mit einem andern Großkern ein und bildet erst dann den Ausgangspunkt einer neuen Diatomeengeneration.

Die Diatomeen zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Kernverhältnisse ohne Mikrotomtechnik studiert werden können. Die Präparation des Materials ist verhältnismäßig einfach, auch lassen sich an dem so vorbereiteten Material Einblicke in die Organisation der Diatomeenzelle gewinnen; es sei aber besonders hervorgehoben, daß man viele dieser Strukturen bereits an der lebenden Diatomeenzelle beobachten kann und insofern die auf die eine Art gemachten Beobachtungen durch die andere Beobachtungsart kontrollieren kann.

Mögen diese Ausführungen den zahlreichen Diatomeenliebhabern einen Weg zur Vertiefung ihrer Kenntnisse zeigen und sie von der Betrachtung des Baues der Schale auf die Beobachtung des lebendigen Inhaltes führen, damit sie nicht nur das Haus kennen, in dem die Diatomee wohnt, sondern auch mit den Einwohnern selbst bekannt werden.

Züchtungs- und Anreicherungsverfahren von Bakterien zur mikroskopischen Untersuchung.

Von cand. med. G. Timmer.

Fast alle hochinfektiösen Keime besitzen Verwandte, die wenig oder gar nicht als Krankheitserreger in Betracht kommen, und um diese voneinander abzugrenzen, bedarf es gewisser Untersuchungsmethoden, von denen wir einige kennen lernen wollen. Eine solche außerordentlich wichtige Methode, die nicht nur hohen diagnostischen Wert besitzt, son-

dern auch sehr viel des Interessanten bietet, ist die Untersuchung lebender Mikroorganismen im hängenden Tropfen. Man braucht hierzu lediglich einen in der Mitte hohlgeschliffenen Objektträger und ein Deckglas. Zur Übertragung des bakterienhaltigen Materials benutzt man eine Platinoöse, die man sich leicht selbst herstellen

kann und die für bakteriologische Untersuchungen unentbehrlich ist. Man beschafft sich einen etwa 2—3 cm langen, dünnen Platindraht, den man mit seinem einen Ende in ein Glasröhrchen als Handhabe einschmilzt. Das ist leicht möglich, da Glas und Platin denselben Ausdehnungskoeffizienten haben. Man benutzt ein Glasröhrchen von 10 cm Länge, das man in der Flamme zu einer Kapillare auszieht und 1 cm über der Verengung mit einer Schere durchschneidet. In die feine entstandene Öffnung führt man den Platindraht ein und schmilzt ihn fest. Das freie Ende des Platindrahts wird zu einer Öse umgebogen. Das Ganze hebt man in einem Reagenzglas auf, an dessen Korkstopfen man das Glasröhrchen befestigt hat. Zur Untersuchung im hängenden Tropfen überträgt man mit der vorher gut ausgeglühten Platinöse eine Spur (nicht mehr!) des bakterienhaltigen Stoffes auf die Mitte des mit Alkohol und Äther gereinigten Deckgläschens und verdünnt mit einem kleinen Tropfen physiologischer (0,7—0,8%) Kochsalzlösung, die man vorher durch 5—10 Minuten langes Abkochen sterilisiert hat. Dann kippt man das Deckgläschen, so daß der Tropfen nach unten hängt und beim Auflegen auf den Objektträger frei in dessen Ausschluß schwebt. Der Rand des Deckgläschens wird, um Verdunstung zu vermeiden, mit Vaseline umstrichen. Zur Untersuchung sucht man sich mit schwachem Objektiv und enger Blende zunächst den Tropfenrand auf, den man dann mit der Immersionslinse betrachtet. Bewegliche Bakterien sammeln sich des Sauerstoffbedürfnisses wegen am Tropfenrand an. Ein feines Netzwerk nach auswärts vom Tropfenrande wird durch niedergeschlagenen Wasserdampf gebildet und ist bedeutungslos. Man kann z. B. auf diese Weise das *bacterium coli* untersuchen, das sich langsam durch das Gesichtsfeld bewegt und sich dadurch von den Choleravibrionen unterscheidet, die sich schnell wie Mückenschwärme bewegen. Nimmt man statt der physiologischen Kochsalzlösung einen Tropfen der noch zu beschreibenden Nährlösungen, so hat man einen kleinen Kulturapparat, in dem man Vermehrung und Lebenstätigkeit der Bakterien fortdauernd unter dem Mikroskop beobachten kann.

Zur Anlegung von Reinkulturen von Bakterien eignen sich gut Kartoffeln, die man sorgfältig reinigt und $\frac{1}{2}$ Stunde in $r^0_{/00}$ Sublimatlösung einlegt. Darauf werden sie nach Abspülung mit Wasser $\frac{1}{2}$ Stunde in Dampf sterilisiert, indem man sie mittels eines Leinentuches über kochendem Wasser befestigt. Die ungeschälten Kartoffeln werden mit in Sublimat gewaschenen Händen gefaßt und mit sterilem, ausgekochtem Messer in der Mitte durchgeschnitten. Die Mitte der Schnittfläche wird mittels Platinöse mit dem Untersuchungsmaterial bestrichen.

Die am meisten gebräuchliche Kulturmethode ist die Bakterienzüchtung auf Gelatine, der man als Nährsubstrat Fleischbouillon zugesetzt hat. Eine einfache und sehr brauchbare Nährgelatine stellt man

sich auf folgende Weise her: Man löst in 100 ccm Wasser 1 g Liebigs Fleischextrakt und 1 g Pepton. Die Lösung wird im Wasserbade gut durchgekocht, absetzen lassen und filtriert. Nach Erkalten weicht man 11 g ungefärbte Speisegelatine darin ein und kocht im Wasserbade bis zur Lösung. Diese schwachsaure Lösung neutralisiert man durch tropfenweisen Zusatz von Natronlauge, bis blaues Lackmuspapier nicht mehr gerötet wird. Dann fügt man nach nochmaligem kurzen Aufkochen $1\frac{1}{2}$ ccm 1% Sodalösung hinzu und filtriert nochmals durch. Die fertige Nährgelatine wird in sterilisierte (ausgekochte) Reagenzgläsern eingegossen, $\frac{1}{2}$ Stunde im Wasserbad sterilisiert und erstarren lassen. Das Reagenzglas wird oben mit einem Wattebausch verschlossen. Die Gelatine hält sich, falls sie sorgfältig sterilisiert wurde, längere Zeit. Statt der Gelatine kann man der Nährlösung auch 1 $\frac{1}{2}$ —2% feinzerschnittenes Agar-Agar zusetzen, das man aber in der Nährbouillon ein paar Stunden weichen lassen muß. Filtriert wird durch einen Trichter mit möglichst weitem Ansatzrohr, den man statt des Filtrierpapiers mit etwas lose gestopfter Verbandwatte beschickt hat. Um bei länger aufzuhebendem Nährröhrchen ein Verdunsten des Wassers zu vermeiden, kann man über dem Wattebausch eine dünne Schicht geschmolzenes Paraffin gießen und erstarren lassen.

Zur Züchtung von Bakterien bedient man sich im allgemeinen des Plattenverfahrens oder der Rollröhrchen. Man nimmt zu diesem Zweck 3 mit der oben beschriebenen Nährlösung gefüllte Probierröhrchen und verflüssigt ihren Inhalt durch kurzes Erwärmen im Wasserbad, nachdem man die Paraffinschicht (nicht den Wattebausch!) entfernt hat. Das eine dieser Röhrchen faßt man zwischen den Fingerkuppen von Daumen und Zeigefinger der linken Hand, so daß es etwas geneigt auf der Hohlhand aufliegt. Dann dreht man den Wattebausch vorsichtig heraus und hält ihn zwischen dem 4. und 5. Finger der linken Hand fest, wobei man darauf zu achten hat, daß die Innenseite des Bausches weder mit der Hand noch sonst einem Gegenstande in Berührung kommen darf. Das alles ist praktisch außerordentlich viel einfacher durchzuführen, als es beschrieben werden kann. Diese selbe Haltung wird bei allen Abimpfungen eingenommen. Nunmehr nimmt man mit der gut ausgeglühten Platinöse eine Spur des zu untersuchenden Materials und überträgt sie in die Gelatine des Röhrchens. Das Röhrchen wird wieder mit dem Wattebausch verschlossen, die Platinöse abgeglüht. Man verteilt dann das übertragene Untersuchungsmaterial in der Gelatine durch Drehen und Neigen, wobei man darauf achten muß, daß die Watte nicht benetzt wird. Schütteln ist verboten, um die Entstehung von Luftblasen zu vermeiden, die später Bakterienkolonien vortäuschen können. Nach sorgfältiger Verteilung faßt man in derselben Weise das 2. Röhrchen und überträgt aus Röhrchen Nr. 1 drei Ösen seines Inhalts in Röhrchen

Nr. 2. Ebenso werden, nachdem Röhrchen Nr. 2 gut durchgemischt worden ist, 3 Ösen von Nr. 2 auf Nr. 3 überimpft. Nunmehr wird der Rand der 3 Gläser durch kurzes Bestreichen mit der Flamme zwecks Sterilisation „abgebrannt“ und der Inhalt in je eine sterilisierte Petrischale ausgegossen. (Plattenverfahren.)

Man kann auch einen kleinen Teil der geimpften Nährgelatine (etwa 3—4 ccm) in ein steriles Reagenzglas überführen und sie durch Drehen und Neigen unter der Wasserleitung so verteilen, daß die erstarrende Gelatine die ganze Innenwand des Reagenzglases bedeckt.

Die Bakterien wachsen nun in Form von kleinen, für jede Bakterienart charakteristischen Kolonien, die man in der Kultur direkt auf der Gelatineplatte mit schwacher Vergrößerung betrachten kann. Zur Herstellung von Dauerpräparaten drückt man ein Deckglas leicht auf eine Kolonie an und behandelt es wie ein Ausstrichpräparat.

Hat man eine Kolonie gefunden, die aus Bakterien derselben Art besteht, so kann man von dieser durch dieselbe Impfungsmethode wie oben beschrieben Reinkulturen anlegen. Im folgenden sollen nun einige der wichtigsten Bakterienarten in ihren Reaktionen beschrieben werden, die sie auf der Gelatine hervorrufen.

Staphylokokkus pyogenes gedeiht bei Zimmertemperatur auf Gelatine in kleinen, makroskopisch sichtbaren Kolonien, die von einem hellen Hof umgeben sind. *Staph. pyog. aureus* bildet einen gelben Hof. Die Gelatine wird durch *Staphylokokken* verflüssigt. Er kommt normal auf der Oberfläche der Haut vor.

Streptokokkus pyogenes verflüssigt Gelatine nicht. Er wächst in kleinen, punktförmigen durchscheinenden Kolonien. Im hängenden Tropfen mit Nährlösung kann man ihn nach etwa 12 Stunden an seinen langen, zusammenhängenden Ketten erkennen.

Der *Pneumokokkus* (Lungenentzündung) wächst nur im Brutofen bei 37° auf Agar-Agar oder Nährgelatine. Er findet sich in Form der Diplokokken, d. h. zu je 2 neben-

einanderliegenden Kokken, die oft von einer Kapsel umgeben werden. Grampositiv. Er findet sich im normalen Speichel.

Der *Milzbrandbazillus* wächst auf Gelatine bei Zimmertemperatur mit Verflüssigung und stellt dicke, große Stäbchen dar. Grampositiv. Fundort: Milzbrandkarbunkel erkrankter Tiere.

Typhusbazillen sind kurze Stäbchen mit vielen Geißelfäden. Im hängenden Tropfen lebhaft Eigenbewegungen. Er verflüssigt Gelatine nicht und bildet auf Kartoffelscheiben ein feines Häutchen. Der dem *Typhusbazillus* sehr ähnliche *Paratyphusbazillus* findet sich oft bei Vergiftung mit verdorbenem Fleisch.

Bacterium coli wächst auf Gelatine ohne deren Verflüssigung als weiße Kultur. Auf Kartoffeln bildet er dicke, braune Beläge.

Cholera vibriionen wachsen bei Zimmertemperatur auf Gelatine, indem sie diese in sehr charakteristischer Trichterform verflüssigen. Er stellt ein kleines, kommaartiges Gebilde dar. Cholera- und Typhusbazillen finden sich unter Umständen im Trinkwasser.

Der *Rotzbazillus* wächst bei 37° auf Agar-Agar und Kartoffeln. Gramnegativ. Er sieht dem *Tuberkelbazillus* ähnlich. Größte Vorsicht!

Tuberkelbazillen wachsen bei 37° sehr langsam als trockene Schüppchen auf Gelatine. Im hängenden Tropfen ist er unbeweglich. Spezifische Färbung s. meinen früheren Aufsatz (Mikrokosmos 1920/21, S. 7).

Zum Schlusse weise ich nochmals darauf hin, daß ganz besonders bei Bakterienreinkulturen keine der schon früher beschriebenen *Vorsichtsmaßregeln* außer acht gelassen werden darf, wenn man nicht sich und seine Umgebung schwersten Gefahren für Gesundheit und Leben aussetzen will. Wer sich eingehender mit bakteriologischen Arbeiten befassen will, sei auf die *Mikrokosmos-Bändchen* von Reitz „Arbeitsmethoden der Bakteriologie“ und Ötli „Versuche mit lebenden Bakterien“ verwiesen.

Die erste Besiedelung der Gesteine.

Von Prof. Dr. F. Falger.

Die Untersuchungen R. H. Francés (1)¹⁾ über die erdbewohnenden Mikroorganismen ergaben, daß diese eine geschlossene Lebensgesellschaft, das *Edaphon*, bilden. Seine Entdeckung führte unwillkürlich zur Frage, ob nicht das Rohmaterial der „Erde“, der unverwitterte Fels, an seiner Oberfläche eine ähnliche Lebensgemeinschaft beherberge.

¹⁾ Die eingeklammerten Zahlen weisen auf das Literaturverzeichnis am Schlusse der Arbeit hin.

Herr R. H. Francé machte mich auf dieses Untersuchungsgebiet aufmerksam und führte mich in liebenswürdigster Weise in das Arbeitsgebiet ein.

Die Aufgabe, die ich mir stellte, war, die makroskopisch humusfreie Gesteinsoberfläche nach ihren Besiedlern zu untersuchen und deren Lebensverhältnisse zu erforschen. Zwar war schon lange bekannt, daß Flechten und Algen, diese besonders in Tintenstrichen den Fels besiedeln können, wenn noch kein

Humus sichtbar ist. Ebenso ist in Bestimmungswerken für viele Algen als Standort feuchter Fels, Mauern u. dergl. angegeben. M. O e t t l i (2) erwähnt auch, daß unverwitterter, anscheinend ganz unbesiedelter Kalkstein beim Schlagen mit dem Hammer sich grün färbt.

Flechten und Tintenstriche fallen aber nicht in den Bereich dieser Untersuchungen, denn sie sind schon dem unbewaffneten Auge sichtbar. Ihr Verband ist bereits gesellschaftlich hoch entwickelt und hat es verstanden, sich wenigstens teilweise dem Einflusse des Substrates zu entziehen und sich auf eigene Füße gestellt.

Was aber die einzelnen Algen betrifft, von denen angegeben ist, daß sie auf Felsen leben, so sind das durchwegs Formen, die an wasserreichen Stellen vegetieren. Im Zusammenhange, als Lebensgemeinschaft, wurden sie bisher meines Wissens noch nicht untersucht, ebenso wenig wie die grünen Flecken, die unter dem Schläge des Hammers erscheinen.

Im folgenden soll nun gerade der Fels untersucht werden, der mit freiem Auge keinerlei Besiedelung erkennen läßt. Es scheiden also von vornherein alle Tintenstriche, Flechten und selbst sichtbare grüne oder andersfarbige deutliche Überzüge aus. Des weiteren sollen die Lebensbedingungen und ihr Einfluß auf die Felsbewohner, und endlich die Gegenwirkung dieser Gegenstand der Untersuchung werden.

Arbeitsmethode.

Das Untersuchungsmaterial wurde dadurch gewonnen, daß der nackte, anscheinend unbewohnte Fels an seiner Oberfläche mit einem Hohleisen abgekratzt wurde. Das dadurch erhaltene Pulver wurde wenige Stunden darauf mikroskopisch untersucht; war eine baldige Untersuchung unmöglich, so erfolgte Fixierung durch Formaldehyd. Jeder Probe wurden genaue Angaben über Gestein, Witterung und Datum beigegeben. Sie betrafen die Art und geologische Einreihung des Gesteines, seine Struktur, Härte, Festigkeit, Feuchtigkeit, Lage im Raume und Stellung zu Licht und Weltrichtung, Umgebung und Temperatur. In besonderen Fällen kamen chemische Untersuchungen dazu.

Bei Herstellung von Dauerpräparaten muß in erster Linie auf die zarten Zyanophyzeen Rücksicht genommen und darauf geachtet werden, daß ihre Farben möglichst wenig extrahiert werden. Daher

sind Fixierungen und Einschlußmethoden, die mit Alkohol arbeiten, zu vermeiden. Am besten verfährt man folgendermaßen:

1. Durch Abschlämmen werden die Mikroorganismen von den größeren Gesteinspartikelchen getrennt.

2. Zum Wasser, das die Probe enthält, setzt man einige Tropfen 40% Formaldehyd (das Formaldehyd des Handels) zu. Wenn Rotatorien vorhanden sind, muß man diese vorher mit Kokain betäuben, um rasches Zusammenziehen zu verhindern. Zu diesem Zwecke wird auf je 5 cm³ Wasser (unter den Rotatorien) 1 cm³ 10% Kokainlösung zweimal zugesetzt.

3. Man gießt den Hauptteil der Flüssigkeit ab, nachdem die fixierten Organismen zu Boden gesunken sind, und setzt dem Rückstande sehr langsam (sonst tritt Schrumpfung ein!) Glycerin-Gelatine zu, die vorher mit der 30fachen Menge Wassers verflüssigt und mit wenig Arsenik sterilisiert wurde, bis diese etwa den 10. Teil des Wassers mit dem Rückstande ausmacht.

4. In trocken warmem, staubfreiem Raume läßt man den Großteil des Wassers verdunsten, überträgt dann das dickflüssige Präparat auf den Objektträger, wo man es vollständiger verfestigen läßt und bedeckt es nach kurzem Erwärmen mit dem Deckglase. Nach 2—3 Wochen umgibt man das Präparat mit einem Lackringe und bewahrt es unter Lichtabschluß auf.

Das Untersuchungsmaterial verteilt sich auf etwas über 200 Standorte, und wurde im Verlauf mehrerer Jahre, die Hauptsache 1912 bis 1914, zu jeder Jahreszeit und Witterung gesammelt. Um den Einfluß der Witterung möglichst unabhängig von den Einflüssen verschiedener Substrate und Standorte festzustellen, wurde von Zeit zu Zeit das Material dem gleichen Felsen entnommen. Die Untersuchungsmethode ist also sehr einfach, hat aber leider auch den Fehler der Unvollkommenheit. Insbesondere ist durch sie der Kontakt mit dem Gesteine zerstört und z. B. die Beziehung der Lebewesen zu den kapillaren Rissen des Steines, die Frage, ob die Besiedler nur an der Oberfläche wohnen, oder sich in den Fels hineinarbeiten u. dergl., nicht zu ergründen. Zum Teil sind diese Fragen durch die Arbeiten E. B a c h m a n n s über kalklösende Algen (3) und über Flechten und ihre Beziehung zum Substrat (4) bereits gelöst.

Untersuchte Gesteine.

Zur Untersuchung kamen:

Sandstein aus der älteren Süßwassermolasse des Oligozän am Südufer des Bodensees.

Kalke und Dolomite: Kalkspatkrystalle; Caprotinkalk von Hohenems; untere Kreide a. d. Säntisstocke; Wettersteinkalk a. d. Halltal in Tirol; Hauptdolomit von Widderstein, Vorarlberg; kristalliner Urgebirgskalk a. d. Wattental, Tirol.

Mergel: Mergelige Zwischenlage aus dem Oligozänsandstein; Flyschmergel bei Dornbirn; mergelige Jurakalke a. d. Bregenzer Wald.

Kristalline Gesteine: Calzit-Quarzphyllit v. Volders, Tirol; Quarzphyllit v. Brixen; Carbonschiefer v. Junsjoch i. Wattental; kristalliner Schiefer (Gneis?) v. Schwarzwald; Gneis a. d. Tuxeralpen; Granit a. d. Schwarzw.; Phonolith v. Hohentwiel.

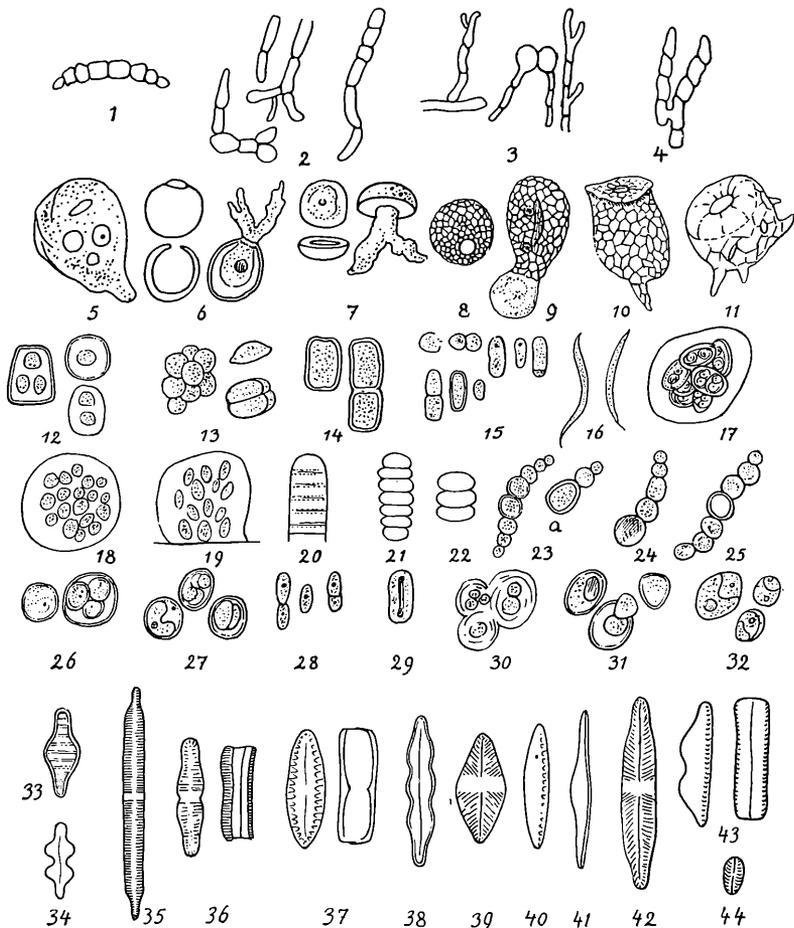
Da mir der Sandstein am leichtesten zugänglich war, stammen die meisten Proben, etwa zwei Drittel, von ihm. Das letzte Drittel gehört zur Hälfte zum Kalk, zur Hälfte zu den kristallinen Gesteinen.

Systematik.

Obwohl **Bakterien** überall zu finden sind, fanden sie in der Aufzählung keine Berücksichtigung, da mir die Untersuchungsmethode ihre Bestimmung nicht ermöglichte.

1. *Cyanophyceae*: *Chroococcus minor*

findet sich auf Sandstein wie auf Kalk ziemlich häufig, auf kristallinem Gestein bis zu 50% der Proben. Hierher wurde auch eine Form mit $2\frac{1}{2}$ μ . Durchmesser gerechnet, die meist in Einzelzellen, seltener in größerer Ansammlung auftritt. *Chr. turgidus* ist auf allen



1. Pilzspore. 2. *Cladosporium humifaciens*. 3. Pilzmyzele, farblos bis bräunlich. 4. Zellfusion bei *Cladosp.* *humifaciens*. 5. *Amoeba terricola*. 6. *Geococcus vulgaris* Francé. 7. *Arcella vulgaris*. 8. *Diffugia constricta*. 9. *D. pyriformis*. 10. *D. ureolata*. 11. *Echinopyxis aculeata*. 12. *Chroococcus turgidus*. 13. *Chr. sp. dubia*. 14. *Synechococcus aeruginosus*. 15. Übergangsformen *Chroococcus-Synechococcus*. 16. *Dactylocoopsis raphidioides*. 17. *Gloeocapsa sanguinea*. 18. *Microcystis fuscolutea*. 19. *Aphanothece saxicola*. 20. *Oscillatoria tenuis*. 21. *Osc. sancta*. 22. *Borzia trilocularis*. 23. *Isocystis injusiorum* (bei a Dauerzelle). 24. *Cylindrospermum*. 25. *Nostoc commune*. 26. *Chlorella miniata*. 27. *Chl. sp. dub.* 28. *Stichococcus bacillaris*. 29. *Mesoteniium Endlicherianum*. 30. *Gloeocystis botryoides*. 31. *Pleurococcus vulgaris*. 32. *Protococcus caldariorum*. 33. *Diatoma vulgaris*. 34. *Navicula* Francé Edaphon. sp. 33. 35. *Synedra ulna*. 36. *Achnanthes coarctata*. 37. *Navicula borealis*. 38. *N. mesolepta*. 39. *N. mutica*. 40. *Nitzschia communis*. 41. *N. acicularis*. 42. *Nav. appendiculata*. 43. *Hantzschia amphiozys*. 44. *Nav. atomus*.

Gesteinsarten zu finden. Er steht an zweiter Stelle in bezug auf Häufigkeit des Vorkommens. *Chr. fuscoater* wurde auf etwa 10% der Sandsteinproben gefunden. *Chr. virescens* ist selten auf Sandstein (ca. 5% der Proben). *Chr. protogenitus* ist selten auf Sandstein und Kalk. *Chr. helveticus* wurde auf etwa 25%

der Kalkstein- und Dolomitproben gefunden. *Chr. sabulosus* ist nur auf kristallinen Gesteinen gefunden worden. Hier nimmt er mit *Chr. turgidus* die zweite Stelle ein (am häufigsten ist *Chr. minor*). *Chr. sp.*, wahrscheinlich eine Varietät von *Chr. alpinus*, ist auf Sandstein (10%), selten auf Kalk.

Hiezu kommt noch ein Chroococcus, der sich in keiner der von Migula (5) aufgeführten Spezies unterbringen läßt. Es sind Formen von 10—13 μ , im Teilungszustande wohl auch bis 20 μ . Die Farbe schwankt zwischen dunklem Goldbraun und Olivengrün mit allen Übergängen. Wo Teilung beobachtet wurde, war es stets Vierteilung. Größere Ansammlungen lassen keine gemeinschaftliche schleimige Hülle erkennen. Die Zellmembran ist ziemlich dünn, Schichtung nicht oder nur undeutlich erkennbar. Dort wo Chroococcus auftritt, beherrscht er oft durch seine große Individuenzahl das ganze Präparat. Infolge seines häufigen Vorkommens und der großen Zahl gehört er zu den Leitformen der Felsbesiedler.

Synechococcus aeruginosus ist in etwa 20% der Sandsteinproben, oft in großer Anzahl, zu finden. Seltener sind *S. bruneolus* und *S. major*. Dafür tritt sehr häufig auf allen Gesteinen, besonders aber auf Sandstein, ein *Synechococcus* auf, der in Thomé-Migula, Flora (5) nicht angeführt ist. Es sind blaugrüne Einzelzellen von $2\frac{1}{2}$ μ Breite. Die Länge schwankt zwischen 3 bis 7 μ . Die Teilung, senkrecht auf die Längsachse, erfolgt meist in der Mitte, doch wurden auch Fälle beobachtet, in denen die Zelle im Verhältnis 2:3 geteilt wurde. Nach der Teilung findet man oft Formen, die fast kugelig sind. In diesem Zustande sind sie von Chroococcus nicht zu unterscheiden, und ich bin mir wohl bewußt, daß ich manche von ihnen, wenn sie einzeln auftraten, unter *Chroococcus minor* gerechnet habe. Bei den vielen Tausenden von Chroococcus und *Synechococcus*, die ich beobachtet habe, kam ich zur Überzeugung, daß es um ihre Systematik übel bestellt ist. Die einfachen Zellen sind an Größe, Farbe und Form recht veränderlich, teils infolge der Anpassungsfähigkeit, teils wohl auch infolge ihrer jedem Lebewesen innewohnenden Variationskraft. Will man nicht eine Unzahl von am Ende doch nicht haltbaren Arten und Varietäten aufstellen, die jede Übersichtlichkeit in der Systematik zerstört, so kommt man oft in die Lage, eine Form irgendwo

unterbringen zu müssen, wohin sie nur zum Teil paßt. Dabei kommen solche Fälle nicht nur zwischen Arten, sondern sogar zwischen Gattungen vor, wie gerade der Fall Chroococcus—*Synechococcus* zeigt.

Gleich Chroococcus erscheint auch *Synechococcus* in großer Anzahl. *Dactylococcopsis raphidioides* wurde manchmal (ca. 6% der Proben) auf Sandstein, *D. rupestris* selten auf Sandstein und Kalk gefunden.

Sie beeinflussen das Bild der Probe infolge geringer Individuenzahl nicht bedeutend.

Gloeoapsa sanguinea wurde manchmal auf Sandstein, *G. coracina* seltener auf Sandstein und Kalk gefunden. *Aphanocapsa flava* ist selten auf Kalk, *A. sordida* manchmal auf Urgestein. Eine *Aphanocapsa*, die des schlechten Erhaltungszustandes wegen nicht bestimmt werden konnte, fand ich auf Sandstein. *Aphanothece saxicola* fand sich selten auf Sandstein. *Microcystis punctiformis* lebt manchmal auf Sandstein, seltener auf Urgestein. *M. fuscolutea* ist, wenngleich nicht häufig, auf Sandstein, Kalk und kristallinem Gestein gefunden worden, *M. prasina* auf Sandstein und Urgestein. Wenn *Microcystis* vorkommt, beherrscht sie mit ihren großen Kolonien oft das Präparat. *Chamaesiphon confervicola* wurde selten auf Sandstein beobachtet. *Oscillatoria tenuis* ist die häufigste *Oscillaria* auf Sandstein, selten auf Kalk. *O. tenerrima*, *O. tergestina*, *O. sonata* und *O. subtilissima* sowie nicht sicher bestimmte *Oscillarien* aus der Reihe der *prolificae* und *aequales* kommen gelegentlich auf Sandstein vor. *Oscillarien* treten meist vereinzelt auf. *Borzia trilocularis* findet sich nicht selten auf Sandstein, selten auf Kalk. Nur auf Sandstein wurden *Isocystis infusiorum* und *Cylindrospermum* beobachtet. *Nostoc commune* ist selten auf Urgestein. *N. sp.*, die als Bruchstück nicht genauer bestimmt werden konnte, fand sich einigemal auf Sandstein. *Stigonema minuta* wurde manchmal auf Sandstein festgestellt. Auf ihm und auf Kalk fand ich gelegentlich *Stigonemafäden*, die infolge ihrer Unvollständigkeit nicht bestimmt werden konnten.

Den Anteil der einzelnen Gattungen der Zyanophyzeen bei der Besiedlung der Gesteine zeigt folgende Tabelle. Der Prozentsatz zeigt an, in wieviel von 100 Proben der betreffenden Gesteinsart die Gattung vorkommt. Bei der Berechnung wurden alle Proben berücksichtigt, die unter-

sucht worden sind. Es sind also auch jene Proben eingerechnet, die vollständig frei von Lebewesen waren. Da diese mit einer Ausnahme auf den Sandstein fallen, würde sich das Bild zu dessen Gunsten verschieben, wenn nur die besiedelten Proben berücksichtigt würden. Kommen in einer Probe mehrere Arten einer Gattung vor, so wurde diese doch nur einfach gezählt. Diese Bemerkungen gelten auch für spätere statistische Aufzählungen.

Gattung	Sandstein	Kalk	Urgestein
Chroococcus	72%	84%	71%
Synechococcus	55%	21%	33%
Dactylocopsis	8%	8%	9%
Aphanocapsa	8%	4%	9%
Gloeocapsa	8%	4%	14%
Aphanothece	1%	—	—
Microcystis	19%	8%	14%
Chamaesiphon	1%	—	—
Borzia	19%	4%	—
Nostoc	5%	—	5%
Oscillatoria	31%	4%	—
Isocystis	10%	—	—
Cylindrospermum	4%	—	—
Stigonema	8%	4%	—
Cyanophyceae	89%	92%	81%

Die Individuenzahl betreffend ist zu bemerken, daß die Zyanophyteen häufig den Hauptanteil an der Zahl der Lebewesen bilden.

2. *Chlorophyceae*: *Mesotaenium Endlicherianum* und *M. caldariorum* sind selten auf Sandstein, etwas häufiger eine Form, die zwischen beiden steht. *Chlorella miniata* ist manchmal auf Sandstein, *Chl. conglomerata* auf Urgestein nachzuweisen. Außerdem sind sowohl auf Sandstein wie auf Kalk Chlorellazellen, die ich in die von *Migula* angeführten Formen nicht einreihen konnte. An dieser Stelle sei vorweggenommen, daß für *Pleurococcus* und *Protococcus* die gleichen Schwierigkeiten bestehen. Ist nach *Migula* die systematische Stellung vieler *Pleurococcus*- und *Protococcus*arten schon sehr fraglich, so wird die Schwierigkeit im Falle meiner Untersuchungsmethode noch erhöht, weil es nicht

immer möglich ist, die Fortpflanzung, die ein wichtiges Kennzeichen bildet, zu beobachten.

Stichococcus bacillaris wurde sehr selten auf Sandstein gefunden. *Gloeocystis botryoides* ist etwas häufiger, und zwar auf allen Gesteinsarten, wenn er auch das Gesamtbild der Probe nicht wesentlich beeinflußt. *Pleurococcus vulgaris*, bes. *var. cohaerens*, ist auf allen Gesteinsarten ziemlich häufig. Auf Sandstein wird er von *Protococcus caldariorum* und eine ihm nahestehende Form übertroffen. Weniger häufig ist *Protococcus* auf Kalk und Urgestein. *Ulothrix sp.* wurde manchmal als unvollständiges Fadenstück auf Sandstein beobachtet; ebenso selten ist *Schizogonium murale*.

Dazu kommen noch einige *Chlorophyceae*, die infolge ihres schlechten oder unvollkommenen Erhaltungszustandes, es sind nur Bruchstücke, eine Bestimmung nicht zuließen. E. Bachmann erwähnt unter den Chlorophyteen auf dem Kalkstein in seiner Arbeit über kalklösende Algen (3) auch noch *Foriella perforans* Chodat und *Gongrosira codiolifera* Chod. und eine Zyanophytee, *Pentalonema crustaceum* (Ag.) Kirchn. Ich konnte diese nicht beobachten. Ob sie tatsächlich in den von mir untersuchten Gesteinsproben nicht vorhanden waren, oder ob der schlechte Erhaltungszustand ihr Erkennen nicht ermöglichte, kann ich nicht entscheiden.

Übersicht über das Vorkommen der Chlorophyceae:

Gattung	Sandstein	Kalk	Urgestein
Mesotaenium	26%	—	—
Chlorella	15%	8%	10%
Stichococcus	1%	—	—
Gloeocystis	3%	4%	15%
Pleurococcus	28%	66%	43%
Protococcus	35%	21%	24%
Ulothrix	6%	—	—
Schizogonium	1%	—	—
Chlorophyceae dubiae	19%	4%	—
Chlorophyceae	69%	71%	71%

(Fortsetzung folgt.)

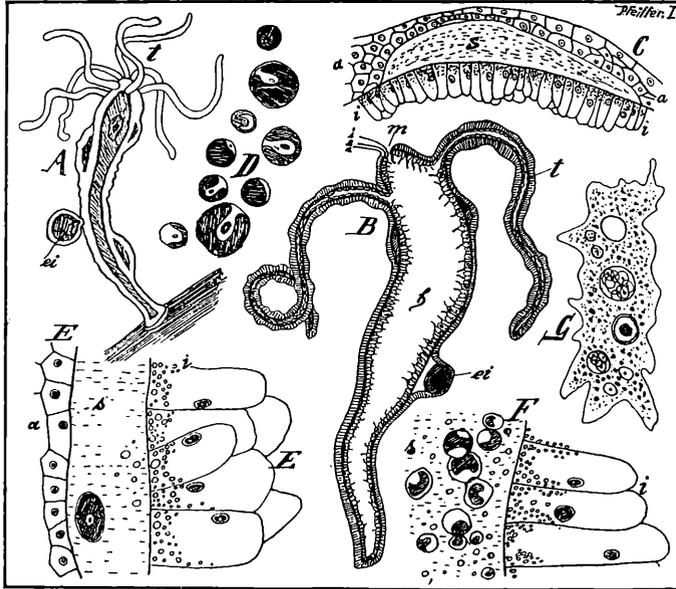
Ein seltsames Doppelwesen in unserem Aquarium.

Von H. Pfeiffer, prom. z. Dr. phil. in Washington D. C.

Nicht von den verwachsenen siamesischen Zwillingen oder andern „Sehenswürdigkeiten“ eines Jahrmarktes soll hier

gesprochen werden, sondern von einem nicht weniger seltsamen alten Bekannten der Aquarienfrennde, der so recht geeignet

ist zum Nachdenken über die Grenze zwischen Tier und Pflanze. Von dem grünen Süßwasserpolyphen (*Hydra viridis*) ist hier schon mehrfach gesprochen worden (vgl. Abb. A und die Hinweise in Müllers Mikroskop. Quellenbuch, Handb. f. prakt. naturw. Arb. Bd. XIV). Bringt man Wasserlinsen und Pflanzenteile aus unwachsenen Teichen für 1 bis 2 Tage in ein Einmachglas, das vor ein gegen Sonne geschütztes Fenster gestellt ist, so finden wir bald die Tierchen



A = Der grüne Süßwasserpolyph (*Hydra viridis*). Habitusbild, bei (ei) Eibildung, ferner die Fangarme (l) vor der Mundöffnung zeigend. B = Längsschnitt durch die beiden Zellschichten mit der Zwischenlamelle (a = Ektoderm, s = Stützlammelle, i = Entoderm; m = Mundöffnung, h = Leibeshöhle). C = Schnitt durch die Körperwand bei stärkerer Vergr. D = Einzelne freilebende Zoochlorellen (*Chlorella vulgaris*). E = Erstes Eindringen von Zoochlorellen in die Stützlammelle s. F = Späteres Stadium nach erfolgter Infektion des Eies mit Algen, die neben dem Dotter liegen. (Abb. C, E und F nach Hamann und Buchner.) G = *Amoeba viridis* mit Kern, Vakuolen, verschiedenen Nahrungskörpern [und zahlreichen plattenförmigen Zoochlorellen.]

an der Gefäßwand sitzen. Tragen wir sie in einem Wassertropfen unter das Mikroskop, so können wir auch an lebenden Tieren die beiden Körperschichten erkennen, die äußere (Ektoderm) durch eine nichtzellige Stützlammelle von der inneren (Entoderm) getrennt (Abb. B u. C). Den Zugang zu der einzigen Leibeshöhle bildet eine Mundöffnung, neben der wir hohle Greifarme aus denselben Schichten erblicken. In gewissen (sogen. Nessel-)Zellen des Ektoderms fallen stark lichtbrechende Körper (Nesselkapseln) auf. Die grüne Färbung der Tiere entsteht durch den Zellinhalt des Entoderms.

Er besteht aus Körpern, die dem Blattgrün (Chlorophyll) der Pflanzen entsprechen. Drei Fragen könnten da erhoben werden: Produzieren die Tiere in ihren Zellen eigenes Blattgrün, und ernähren sie sich wie Pflanzen? Sind die Blattgrünkörner nur pflanzliche Nahrung? Handelt es sich um selbständige Pflanzen, die bei der *Hydra* zu Gast sind und vielleicht ihr als Schmarotzer schaden? Gegen die erste Frage ist einzuwenden, daß farblose Verwandte kein Chlorophyll bilden können. Ferner muß ich gleich noch erzählen, wie sie in das Ei der Tiere wandern, also fremden Ursprungs sind. Die zweite Möglichkeit wird dadurch ausgeschlossen, daß auch nach langer Kultur in reinem Wasser, das eine Neuaufnahme grünen Futters unmöglich macht, die vorhandenen grünen Einschlüsse sich nicht vermindern. Als sich da noch zeigte, daß sie — wenn gewaltsam aus dem Körper entfernt — weiterleben, erkannte man, daß sie eigene Lebewesen von Algenatur darstellen. Die Forschung bezeichnet diese Grünalgen als Zoochlorellen, stellt sie in die Gruppe der Protococcaceen und fügt sie wieder unter die Scenedesmeaceen ein nach der Umgrenzung, die ihnen Oltmanns (s. u.) gegeben; vgl. das Bestimmungsbuch von Migula, Handb. f. prakt. naturw. Arb. X! Sie stellen kleine rundliche Zellen

von $1\frac{1}{2}$ —10 μ . Durchmesser dar (Abb. D), und besitzen ein glockenförmiges grünes Farbkörperchen, ein diesem ansitzendes Pyrenoid, einige kleine Stärkekörner und einen Kern (Brandt (a), Dangeard). Die Vermehrung kann zu einer Zweiteilung oder zu weiterem Zerfall meist in 4 Zellen führen, die dann erst die mütterliche Membran verlassen. Beijerinck hält die auftretenden Formen für verschiedene Arten und Rassen und für Abkömmlinge einer Stammform, die er als *Chlorella vulgaris* beschrieb. Withney zeigte, wie in $\frac{1}{2}$ —1% Glycerin *Hydra* ihre Farbe verliert, die Zoochlorellen aus der Leibeshöhle aus-

gestoßen werden, und in Glycerin zugrundegehen. Die farblosen Hydren lebten gefüttert noch monatelang.

Die geschlechtliche Vermehrung der Wirtstiere (neben der Knospung!) geschieht durch Eier. Schon bei deren erster ektodermaler Anlage tritt eine starke Anhäufung der Zoochlorellen in der betr. Region des Entoderms ein, mit bloßem Auge durch dunklere Färbung erkennbar. Nachdem das Ei auf Kosten seiner Nachbarzellen eine gewisse Größe erreicht hat, treten die ersten Zoochlorellen durch die Stützlamelle in das allmählich Dotter aufspeichernde Ei ein (Abb. E). Bald folgen sie in größerer Zahl (Abb. F). Hamann glaubt, daß sie nicht selbständig diesen Weg antreten, sondern durch den gesteigerten Nahrungsstrom, der vom Entoderm nach dem Ei sicher erfolgt, mitgerissen werden. Hadži versuchte mit Erfolg, die Infektion der Eier dadurch zu verhindern, daß er solche Tiere, die eben die erste Andeutung des noch farblosen Eies zeigten, ins Dunkle brachte. Weitere Versuche in dieser Richtung, die er übrigens auch schon mit farbigem Lichte unternahm, sind ohne Zweifel sehr wünschenswert, ist doch damit die Möglichkeit gegeben, die bei der Infektion wirkenden Kräfte kennenzulernen.

Eingehende Versuche haben gelehrt, daß die Gäste der *Hydra* dieser ungleich wertvollere Dienste leisten, als man annahm, da man sie noch für Schmarotzer hielt. Engelman zeigte, daß die *Hydra* ganz wie eine Pflanze im Lichte Sauerstoff abscheidet, natürlich nur mit Hilfe ihrer Gäste. Es darf wohl angenommen werden, daß ein Teil dieses Atemgases sogleich von den Geweben des Tieres aufgenommen wird. Andererseits bedarf das Blattgrün zur Herstellung von Sauerstoff unumgänglich eines andern Gases, des Kohlendioxyds, das sich beim Lebensprozeß der *Hydra* bildet. Die *Hydra* und ihre Gäste ergänzen sich also wechselseitig aufs beste, und der Leser ahnt wohl schon, daß dieses genau so gut ein Zusammenleben zu gegenseitigem Nutzen (*Symbiose*) ist, wie das zwischen Pilzen und Algen in unsern Flechten, das zwischen Wurzeln und Bakterien in den Wurzelknöllchen der Leguminosen oder das zwischen dem St. Bernhardskrebs (*Pagurus bernhardus*) und seiner Schnecke *Adamsia paliiata*. Allerdings ist über den Nutzen, den

die *Hydra* von dem Zusammenleben zu ziehen vermag, ein empfindlicher Streit entbrannt (Geddes, Blomfield in Lanckasters Werk). Die experimentellen Forschungen von Brandt (b) und alle z. Tl. sehr widersprechenden Beobachtungen über die Nahrungsaufnahme bei den Einzellern lassen aber erkennen, daß die *Hydra* wie manche andern grün gefärbten Tiere gelernt hat, in genügend hellem Lichte auf geformte Nahrung wie manche Pflanzen zu verzichten. Die Frage nach der Art der Ernährungsbeihilfe durch die Symbionten kann in zweifacher Weise beantwortet werden. Entweder dienen die Chlorellen selbst als Nahrung, oder sie tragen durch ihre Assimilate (Stärke u. dgl.) zur Ernährung des Wirtes bei. Die erste Antwort ist wohl für die meisten Fälle abzulehnen. Vielmehr sind die Algen gegen Verdautwerden durch Fermente geschützt. Immerhin wird dieser Schutz nur so lange stattfinden, wie der Wirt sich chemisch nicht verändert (was sicher bei längeren Hungerperioden oder im Alter eintritt) oder die Algen durch starke Vermehrung ihre normalen Wirkungen übertreffen. Hier liegen interessante Aufgaben, zu deren Lösung es noch vieler gründlicher Untersuchungen bedarf. Hingewiesen sei aber noch auf die in modernster Technik durchgeführten Beobachtungen von Trendelenburg und Pütter.

Den Leser wird es interessieren, daß auch bei vielen Einzellern, z. B. Amöben (Abb. G) und zahlreichen Ziliaten, Zoochlorellen beobachtet werden können. Auffällig ist aber bei vielen (bes. Amöben) die Leichtigkeit, mit der die Algen das freie Leben mit dem intrazellularen vertauschen können. Auch die gewöhnlich algengfrei vorkommende Flagellate, die das Meeresleuchten verursacht (*Noctiluca miliaris*), wurde schon mit so vielen Algen angefüllt gefunden, daß die ganze Oberfläche des Wassers gefärbt erschien. Bei Meeresprotozoen sind außerdem gelblich gefärbte Algeneinschlüsse (*Zooxanthellen*) beobachtet, die einer besonderen Algengruppe, den bei der Vermehrung durch Geißelfäden ausschwärmenden Cryptomonadinen, angehören. Nähere Angaben über alle diese Fragen wie über das Vorkommen von Bakterien bei Amöben kann der Leser in dem neuen Handbuche von Buchner nachlesen.

Das Laboratorium des Mikroskopikers

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Wir veröffentlichen in diesem Beiblatt, das in zwangloser Folge erscheint, Beschreibungen neuer Apparate und Instrumente für sämtliche Zweige der Mikroskopie, um dadurch einen dauernden Überblick über die Fortschritte der Apparatechnik zu geben. Ebenso bringen wir hier Anleitungen zur Selbstanfertigung mikrotechnischer Hilfsapparate, um unsern Lesern die Vervollständigung ihrer Apparatur auf dem billigsten Wege zu ermöglichen.

Das Kosmos-Taschenmikroskop als Exkursionsmikroskop.

Von Dr. Georg Stehli.

Bei der Durchforschung von Tümpeln, stehenden Gewässern u. a. ist es oft unerlässlich, mikroskopische Untersuchung des gesammelten Materials an Ort und Stelle vorzunehmen. Dazu wird gewöhnlich das handliche Kosmos-Taschenmikroskop benutzt. Die Konstruktion dieses Instrumentes verlangt jedoch, daß es bei der Untersuchung gegen das Licht gehalten werden muß. Das ist natürlich immerhin einigermaßen lästig, zumal man dadurch verhindert ist, gleichzeitig Skizzen, Aufzeichnungen usw. vorzunehmen.

Diese umständliche Handhabung suchte ich wiederholt abzuändern. Die Versuche führten schließlich zu einer Konstruktion, die ebenso einfach wie zweckmäßig ist, und es in aller kürzester Zeit ermöglicht, das Kosmos-Taschenmikroskop derart umzuwandeln, daß bei seiner Anwendung die Hände frei sind, so daß man also bei der Durchmusterung des Materials bequem gleichzeitig Skizzen und Notizen anfertigen kann. Die ganze Apparatur besteht, wie die Abbildungen 1 und 2 zeigen, aus 4 Teilen, die man mit Ausnahme des Hohlspiegels sich bei einiger Geschicklichkeit ganz bequem selbst anfertigen oder für wenig Geld bei einem

Tischler machen lassen kann. Sie sind so handlich gearbeitet, daß sie auf Exkursionen bequem in der Rocktasche untergebracht oder mit dem Taschenmikroskop zusammen in einem handlichen Kästchen verpackt

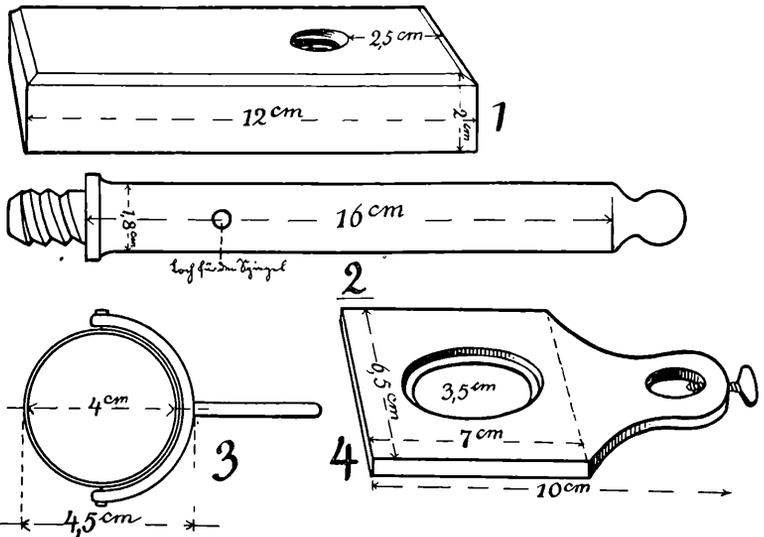


Abb. 1. Zusammensetzung des „Exkursionsmikroskops“. Erklärung im Text.

werden können. Den Bastlern unter den Lesern ist übrigens reichliche Gelegenheit geboten, durch allerhand Abänderungen diese Apparatur zu vereinfachen oder weiter auszugestalten und zu verschönern.

Bei der Zusammensetzung dieses „Exkursionsmikroskops“ ist folgendermaßen zu verfahren.

In das Grundbrett (Abb. 1, 1), wozu man starkes Holz verwendet, wird das Stativ (Abb. 1, 2) eingeschraubt; auch hierzu be-

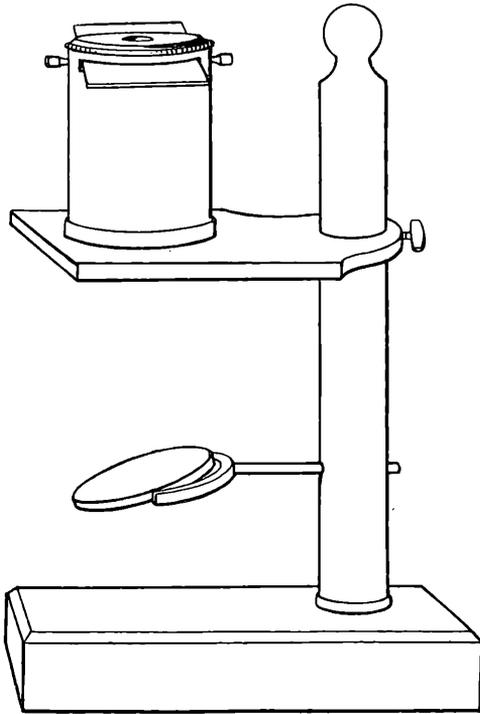


Abb. 2. Das Kosmos-Taschenmikroskop als Exkursionsmikroskop.

nutzt man am zweckmäßigsten Holz, an das man sich von einem Dreher ein Gewinde ausdrehen läßt. In das Stativ schraubt oder steckt man an der vorgezeichneten Marke

den Hohlspiegel (Abb. 1, 3), den man jederzeit von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos beziehen kann. Dann steckt man in das Stativ von oben her den Objektstisch (Abb. 1, 4) und befestigt ihn mit einer Stellschraube. Auch der Objektstisch ist aus Holz und durchbohrt, die Durchbohrung nach innen vorspringend, so daß das Taschenmikroskop darin eine feste Unterlage hat. Das erreicht man am einfachsten, wenn man auf der Unterseite des Objektstisches eine ausgeschnittene Unterlage aus Blech aufnagelt. Die Maße für die einzelnen Teile des „Exkursionsmikroskops“ habe ich nach mehreren Versuchen ausprobiert; sie sind ohne weiteres den Abbildungen zu entnehmen. Man braucht also nur den Objektträger in das Taschenmikroskop einzuschieben, dieses selbst auf den Objektstisch aufzusetzen, den Hohlspiegel einzustellen und kann dann bequem jede Untersuchung vornehmen (Abb. 2).

Als Präpariermikroskop kann natürlich dieses „Exkursionsmikroskop“ nicht benutzt werden, und zwar mit Rücksicht auf den Bau des Taschenmikroskops. Recht gut läßt es sich dagegen auch zu Hause bei einfachen Untersuchungen (Algen, Diatomeen, Mundteile von Insekten u. dergl. bei 60-, 100-, 150- oder 200 facher linearer Vergrößerung) ohne weiteres verwenden, und zwar entweder bei Tageslicht oder auch bei künstlichem Licht.

Ein neues Betäubungsmittel für niedere Tiere, „Trikotin I“ der Magdeburger Saccharinfabrik.

Von Prof. Dr. **Max Wolff** und Dr. **Anton Krauß**.

(Aus dem Zoologischen Laboratorium der Forstlichen Hochschule in Eberswalde.)

Es sind eine ganze Reihe von Mitteln bekannt, die dazu dienen, entweder lebhaft bewegliche niedere tierische Organismen zu lähmen, um sie der mikroskopischen Untersuchung in vivo zugänglich zu machen, oder aber tierische Organismen aller Art, die bei der Konservierung infolge ihrer starken Kontraktilität ihre Gestalt bis zur Unkenntlichkeit verändern würden, soweit zu betäuben, daß sie bei der Einwirkung der Fixationsflüssigkeit nicht mehr reagieren, sondern in ausgestrecktem Zustande fixiert werden können. Diese Mittel, wie z. B. Curare, Äther, Chloroform, Chloralhydrat,

sind aber teils teuer, teils schwierig zu dosieren. Vor allem tritt nicht selten Mazeration der Gewebe ein, die die Präparate unbrauchbar macht.

Wir lernten nun in einem Präparate, das wir zur Prüfung auf seine insektiziden Eigenschaften von der Saccharin-Fabrik, A.G., vormals Fehlberg, List u. Co., Magdeburg-Südost, erhalten hatten, dem sogenannten Trikotin I, ein Reagens kennen, dessen dem Curare vergleichbare lähmende Wirkung nach Zugabe geringer Mengen zum Wasser, in dem sich die betroffenen Organismen befinden, oder

nach Aufspritzen auf Insekten sich sehr prompt bemerkbar macht. Protozoen, besonders ziliäre Infusorien, werden nach Zusatz eines Tropfens einer 1%igen Lösung (am Deckglasrand) sofort gelähmt. Rotatorien zeigen zunächst eine sehr instruktive Verlangsamung des Wimperschlages, die deshalb besonders wertvoll ist, weil sie hier nicht durch Zusatz eines viscosen Mittels (wie etwa Quittenschleim, Gelatine usw.), also nicht mechanisch bewirkt wird. Man kann also sehr schön am lebenden Objekte die morphologischen Einzelheiten des Wimperapparates und die Koordination des Wimperschlages studieren. Die Rädertierchen sterben nach etwa einer Viertelstunde gut ausgestreckt ab.

Hirudineen werden langsam, aber so gut ausgestreckt, betäubt und schließlich abgetötet, wie es wohl mit keinem anderen Mittel so leicht sich erreichen lassen dürfte. Durch die Lähmung des Sphinkters hängt der Penis, einem langen, fadenwurmartigen Gebilde ähnlich, in seiner vollen Länge frei heraus. Wir gaben für einen Pferdeegel $\frac{1}{2}$ ccm 2%-Trikotin-Lösung auf 125 ccm Wasser. Nach 16 Stunden war der Egel stark gelähmt, aber noch nicht tot, der Penis dagegen schon lang ausgestülpt; auch nach 21 Stunden lebte der Egel noch und war 20 Stunden später völlig ausgestreckt und tot. Regenwürmer, die wir ähnlich wie den Egel behandelt hatten, werden in etwas kürzerer Zeit ausgezeichnet ausgestreckt, gelähmt und getötet.

Etwas weniger gut war das Resultat bei

unseren großen Gehäuseschnecken. Hier muß die Dosierung noch genau ausprobiert werden.

Ausgezeichnet dürfte das Mittel sein, um die äußerst lebhaften Bewegungen unserer biologisch noch wenig erforschten und prächtige mikroskopische Untersuchungsobjekte darstellenden Wassermilben soweit herabzusetzen, daß eine bequeme Untersuchung möglich ist.

Seetiere näher zu untersuchen, hatten wir augenblicklich keine Gelegenheit; wir glauben aber, daß auch hier gerade das Mittel wegen seiner Billigkeit und prompten Wirkung gute Dienste tun wird.

Sehr prompt reagierten auf Zusatz einiger Tropfen der konzentrierten Lösung zu einem etwa 50 ccm haltenden Aquariumgläschen die Larven von Culiciden und anderer Wasserinsekten. Sie werden ebenfalls allmählich gelähmt, so daß man Muße hat, alle Bewegungsvorgänge unter dem Mikroskop zu studieren. Für eventuelle Konservierungszwecke sind derartig gelähmte Objekte, weil sie völlig ausgestreckt bleiben, besonders gut geeignet. Das gleiche gilt von unseren Süßwasserkrebsen, Copepoden, Daphnien, Ostracoden, Isopoden.

Vorstehende Mitteilungen sollen lediglich dazu anregen, weitere Versuche mit dem neuen Betäubungsmittel anzustellen, dessen Preis in Ansehung der geringen erforderlichen Mengen als sehr niedrig zu bezeichnen ist. Zur Zeit der Niederschrift dieser Zeilen (August) stellte sich der Preis für 1 kg auf etwa 200 Mark.

Einiges über die Herstellung und die Verwendung von Neutralfarbstoffen.

Von Dr. Emil Löwi.

Wird eine wässrige Lösung eines Farbstoffes von saurem Charakter mit einer wässrigen Lösung eines basischen Farbstoffes gemischt, so fällt ein Niederschlag aus, den man als neutralen Farbstoff bezeichnet. Durch einen Überschuß entweder des einen oder des anderen seiner beiden Komponenten kann er mehr oder weniger wieder in Lösung gebracht werden; gut löslich ist er in Alkohol, besonders Methylalkohol. Es sind bisher nur wenige solcher Farbstoffkombinationen in Gebrauch gekommen; als Beispiele seien folgende angeführt: Die älteste ist Ehrlichs Triacid; der basische Farbstoff Methylgrün

ist durch zwei Farbsäuren, Säurefuchsin und Orange G, zu einer neutralen Verbindung vereinigt und durch einen Überschuß von Säurefuchsin in Lösung gehalten (auch etwas Glycerin ist beigelegt). Von Plehn und von Chenzinsky wurden Methylenblau-Eosin-Mischungen angegeben, die den entstehenden Neutralfarbstoff durch einen Überschuß der Farbsäure (Methylenblau) in Lösung halten; sie wurden zur Färbung der Blutelemente und der Malaria-Plasmodien verwendet. Die größte Bedeutung haben jedoch die in Methylalkohol gelösten neutralen Farbstoffe erreicht, die ebenfalls auf Methylenblau und

Eosin zurückgehen, besonders der May-Grünwaldsche und der Giemsa'sche Farbstoff. Sie haben eine besondere Affinität zu gewissen feinen Zellstrukturen, die durch andere Farbstoffe nur unvollkommen oder gar nicht dargestellt werden können; insbesondere lassen sie an Leukozyten und Blutparasiten zahlreiche Einzelheiten different hervortreten und sind für ihr Studium geradezu unentbehrlich geworden. Ihre Herstellung geht gegenwärtig nicht mehr auf dem ursprünglichen, einfachen Wege der Ausfällung in Wasser und Auflösung des Niederschlages in Methylalkohol vor sich; es haben sich nämlich bei den zur Steigerung der Färbekraft sowie des Differenzierungsvermögens gegenüber verschiedenen organischen Strukturen durchgeführten zahlreichen Untersuchungen neue Modifikationen ergeben, die die Bereitung des Farbstoffes — der dann allerdings von außerordentlicher Leistungsfähigkeit ist — in stets gleicher Qualität so erschweren, daß der Mikroskopiker die Stammlösung am besten fertig von den bekannten Zentralstellen bezieht.

Vor einem Jahrzehnt wurde ein neuer neutraler Farbstoff bekannt, der ebenfalls von besonderem Werte für die Mikrotechnik zu werden verspricht: er wurde von G. Grosso¹⁾ durch Einwirkung von Pikrinsäure auf Methylgrün hergestellt und als „Methylgrünpikrinat“ bezeichnet. Im Gegensatz zu den älteren im Gebrauche stehenden Vertretern dieser Gruppe bietet seine Herstellung keinerlei Schwierigkeiten. Man fügt zu einer gesättigten wässrigen Lösung von Methylgrün so lange gesättigte wässrige Lösung von Pikrinsäure zu, als noch Farbstoff ausfällt, sammelt diesen auf einem Papierfilter, wäscht ihn daselbst mit destilliertem Wasser aus und trocknet ihn hernach im Brutschrank. Eine 0,5%ige Lösung dieses Pulvers in Alkohol oder Methylalkohol bildet die Stammlösung, eine fünffache Verdünnung davon mit destilliertem Wasser die Gebrauchslösung. Man verwendet das Methylgrünpikrinat zum Differenzieren und Nachfärben, und zwar nach folgender Vorschrift: Die Mikrotomschnitte werden zunächst 2—5 Minuten mit verdünntem Karbol-Fuchsin behandelt; dann läßt man auf sie 5—10 Minuten lang Methylgrünpikrinat einwirken und wäscht sie nachher mit absolutem Alkohol so lange, bis keine roten Farbstoffwolken mehr abgehen; sollten die Schnitte noch etwas rötlich gefärbt erscheinen, so läßt man neuerlich Pikrinat ein-

wirken. Die Färbung läßt besonders schön und klar Einzelheiten des Zellplasmas hervortreten, besonders Zelleinschlüsse aller Art, wie etwa die Negri'schen Körperchen.

Ein neues Anwendungsgebiet wurde dieser Methode durch R. Maresch¹⁾ erschlossen: die Darstellung jener feinsten Stützsubstanzen zwischen den Gewebszellen, wie sie ursprünglich von Kupffer zwischen den Leberzellen gefunden und als Gitterfasern bezeichnet wurden, seither aber auch in anderen Geweben nachgewiesen werden konnten. Maresch modifiziert die ursprüngliche Arbeitsvorschrift; zunächst vereinfacht er die Gewinnung des Farbstoffes dadurch, daß er, um die Ausfällung und nachherige Wiederauflösung zu umgehen, von vorneherein je eine konzentrierte Lösung von Methylgrün und von Pikrinsäure in Methylalkohol bereitet und von beiden gleiche Teile mischt; ferner benützt er dieses Farbstoffgemisch nicht zur Differenzierung und Nachfärbung, sondern zur Beizung und Vorfärbung. Die Objektträger mit den entparaffinierten und nachher durch Methylalkohol vom absoluten Alkohol befreiten Schnitte werden in entsprechend großen Standgläsern mindestens zehn Minuten lang der Wirkung der Farblösung ausgesetzt, hernach mit Wasser rasch abgespült und endlich mit einigen Tropfen einer 0,5- bis höchstens 1%igen wässrigen Säurefuchsinlösung beschickt, die nach 5—10 Sekunden entweder durch kurze Wasserbespritzung oder besser durch Absaugen mit Filtrierpapier wieder entfernt wird. Dann wird durch tropfenweises Auftragen von absolutem Alkohol so lange differenziert, bis die Farbe der Schnitte blaßgrau-violett ist, und endlich auf gewöhnliche Weise eingeschlossen. Bei gelungener Färbung sind die Gitterfasern bis in die feinsten Ausläufer leuchtend-hellrot. Die übrigen Gewebs-elemente und deren Strukturen erscheinen in einer größeren Anzahl verschiedener Farbtöne, wodurch sie sich gut voneinander abheben. Die Färbung ist keine eigentliche Dauerfärbung, da sie nach einigen Wochen abbläßt, ihr Vorteil liegt vielmehr darin, daß sie beim Studium von sonst schwer darstellbaren Elementen, die ohnehin nach mehreren Methoden untersucht werden, wegen ihrer Einfachheit schnell zum Ziele führt und vermöge der scharfen Bilder, die sie gibt, als Kontrolle für die anderen Färbungen dienen kann.

¹⁾ Folia haematologica, Archiv Bd. XVIII, 1914, S. 75.

¹⁾ Wiener klinische Wochenschrift, 1922, S. 270.

Über das Vorkommen von Stärke und anderen Stoffen, neben Inulin, in den Keimblättern der Korbblütlersamen.

Von Prof. Dr. Heineck.

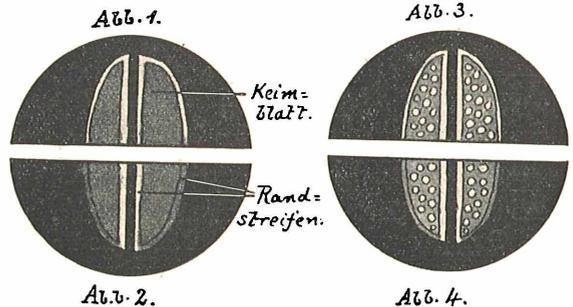
Die meinen Untersuchungen zugrunde liegenden Präparate wurden von mir im Jahre 1888 zwecks Erlangung der Doktorwürde angefertigt. Damals aber interessierte mich nur die Struktur der Nüßschale. Später, als ich in den Besitz eines Polarisationsmikroskops kam, fiel mir beim Mustern der alten Präparate auf, daß der Zellinhalt, an gewissen Stellen der Keimblätter, zwischen gekreuzten Nikols hell aufleuchtete. Es mußte demnach in den Zellen irgend etwas enthalten sein, das drehend auf die Polarisationsebene einwirkte, während der andere Zellinhalt optisch unwirksam blieb. Dieser inaktive Teil ist bekanntlich Inulin, das auf die Polarisationsebene keinen Einfluß ausübt. Ein Teil der hellen Körnchen erweist sich durch den bekannten schwarzen Kreuzbalken als Stärke. Doch fand ich auch noch andere Körnchen, die zwischen gekreuzten Nikols hell waren, aber die Kreuzbalken nicht zeigten. Sie sind in bezug auf Größe und Gestalt sehr verschieden und oft so klein, daß sie, selbst bei starken Vergrößerungen, nur wie Pünktchen aussehen. Ja, in manchen Fällen sind sie so winzig, daß sie bloß durch ihre Masse wirken und sich nur als heller Schimmer zu erkennen geben.

Es wäre nun interessant festzustellen, welche Stoffe es sind, die sich hier neben dem Inulin in den Zellen vorfinden. Auf chemischem Wege ist es mit diesen alten Präparaten nicht mehr zu machen. Die Untersuchung könnte also nur auf optischem Wege geschehen. Aber das ist für mich unmöglich, weil mir jegliche literarischen Hilfsmittel fehlen. Vielleicht sind es *Asparagin*-Körnchen, die in den Keimblättern der Korbblütler vorkommen sollen. Um nun diese zwischen gekreuzten Nikols hell aufleuchtenden Körnchen, die mir unbekannt sind, kurz zu bezeichnen, will ich sie X-Körnchen nennen.

Was den Gang der Untersuchung der

Korbblütlerfrüchte anlangt, so ist nur zu bemerken, daß die Querschnitte durch die Mitte derselben gemacht werden müssen, weil hier die Keimblätter am breitesten sind. Die Schnitte werden dann unter dem Polarisationsmikroskop zwischen gekreuzten Nikols betrachtet. Der gewöhnliche Inhalt der Keimblätterzellen, das Inulin, bleibt dunkel, während die Stärke und die anderen Körnchen hell aufleuchten.

Das Instrument und seine Verwendung zur Sichtbarmachung organischer Gewebe ist in meinem früheren Aufsatz „Das Polarisationsmikroskop in der Botanik“ im Mikrokosmos Jhrg. X S. 189 nachzulesen.



Ich habe mich nun bemüht, die Orte festzustellen, an denen die bewußten Körnchen in den Keimblättern liegen. In den meisten Fällen sind es die Oberhautzellen, die die Keimblätter von allen Seiten umgeben. Man sieht also auf einem Querschnitt um jedes Keimblatt herum einen hellen Streifen, wenn man die Nikols kreuzt (Abb. 1). Manchmal leuchten aber nur die beiden benachbarten Streifen auf der Innenseite der Keimblätter hell auf, während die Zellen, welche dem äußeren Rand der Samenschale anliegen, dunkel bleiben. Sie enthalten also offenbar keine X-Körnchen (Abb. 2). Manche Arten der Korbblütler beherbergen diese Körnchen in den Zellen der Keimblätter, wie Abb. 3 zeigt. Wieder andere Arten zeigen in dem

Gewebe der Keimblätter eigentümlich aufgebaute Gerüste von Zellen, welche die optisch wirksamen Körnchen enthalten (Abb. 5). Nur ganz wenige Arten der von mir untersuchten Korbblütler sind frei von optisch wirksamen Stoffen, sei es nun Stärke

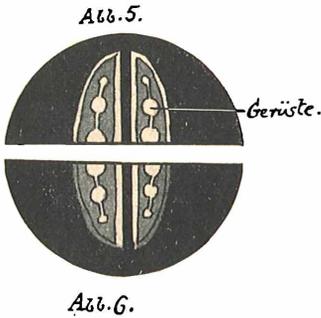


Abb. 6.

oder die mir unbekanntes Körperchen. Es sind folgende: *Adenostyles albigrons*, *Biotia glomerata* und *B. macrophyllum*, *Boltonia glastifolia*, *Bellis perennis*, *Baccharis thalamifolia*, *Brachyläna nereifolia*, *Dahlia roseum*, *Melampodium longifolium*, *Actinomeris tetraptera*, *Spilanthes caulirhiza*, *Achyrrachäna mollis*, *Baeria chrysostoma*, *Anacyclus officinarum* u. *A. radiatus*, *Achillea nobilis*, *Matricaria capensis* u. *M. chamomilla*, *Athanasia critnifolia*, *Artemisia campestris* u. *A. absinthium*, *Angianthus tillarderis*, *Rhynchosidium pedunculatum*, *Arnica scorpioides*, *Cacalia atriplicifolia*, *Calendula officinalis* u. *C. arvensis*, *Venidium calendulaceum*, *Carthamus tinctorius*, *Chamäpeuce fruticosa* und *Augusta chrysantha*.

Man kann nach den Stellen des Vorkommens der optisch wirksamen Körperchen vier Gruppen unterscheiden. Die erste umfaßt alle Früchte, deren Körperchen in den Oberhautzellen der Keimblätter liegen. Die zweite Gruppe birgt die besagten Körperchen zerstreut in den Zellen der Keimblätter. Die dritte Gruppe hat sie sowohl in den Zellen der Keimblätter als auch in denen der Oberhaut. Die vierte Gruppe endlich enthält in den Keimblättern ein Gerüst von Zellen, in denen optisch wirksame Körperchen enthalten sind. Hier folgen die einzelnen Gruppen mit ihren Unterabteilungen.

{ Erste Gruppe.

Die aktiven Körperchen liegen nur in den Oberhautzellen der Keimblätter.

Man sieht nach Abb. 1 und 7 auf dem Querschnitt einen hellen Rand um die dunkel erscheinenden Keimblätter.

- A) Die Körnchen liegen in den Oberhautzellen rund um die Keimblätter (Abb. 1).
a) Die Körnchen sind Stärke; denn sie zeigen zwischen gekreuzten Nikols die beiden schwarzen Kreuzbalken.

Es ist nun auffallend, daß im allgemeinen die Oberhautzellen der beiden Keimblätter auf ihrer Innenseite, also da, wo sie aneinander grenzen, breiter sind als an ihrer der Samenschale zugewendeten Außenseite. Dieses Verhalten zeigen auch die in den Zellen befindlichen Stärkekörnchen. Sie sind nämlich auch in den Zellen auf der Innenseite größer als in denen des Außenrandes. Das ist z. B. bei *Medicusia lapacea* der Fall. Hier ist der innere Zellstreifen 19,6 μ und der äußere nur 8,1 μ breit, und die Stärkekörnchen in den Zellen des Innenrandes messen 5,4 μ im Durchmesser, während die im Außenrand nur 3,2 μ aufweisen. Bei *Robertia taraxicoides* messen die beiden Randstreifen 11,5 μ und 8,1 μ . Ähnlich ist es auch bei *Leontodon hastilis* und *L. autumnalis* (Abb. 1 u. 7) und bei *Hyoseris arenaria* und *Hypochäris balbisii* und *H. glabra*, ferner bei *Hedypnois arenaria* und *Galasia hispida*.

- b) Die Einlagen sind X-Körnchen. Diese haben sehr verschiedene Ge-

Abb. *Leontodon hastilis*.

stalt von breit oval bis nadelförmig. Ihr Durchmesser schwankt von 6,93 μ (bei *Ragadiolus stellatus*) bis zu 1,16 μ (bei *Stenactis speciosa*). Ihre Länge ist auch recht verschieden. Aus diesem Verhalten läßt sich schließen, daß die

X-Körnchen wohl auch nicht aus dem gleichen Stoffe bestehen. In manchen Samen sind die Körpchen so klein, daß man sie eben noch unterscheiden, aber nicht mehr messen kann. Ja, in einzelnen Fällen sind sie

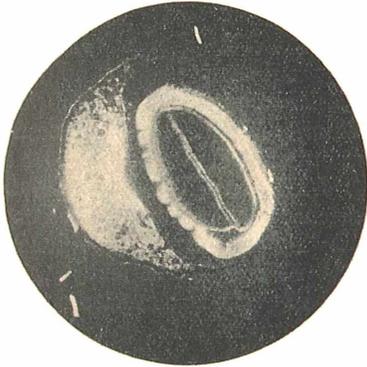


Abb. 8. *Ragadiolus stellatus*.

so winzig, daß sie nur durch ihre Anhäufung wirken. Man sieht in diesem Falle nur einen hell-schimmernden Saum, der die Keimblätter umgibt. Dieser helle Saum ist gewöhnlich auch am inneren Rande der Keimblätter breiter als am äußeren. Nur in einigen Fällen sind sie gleichbreit, so z. B. bei *Inula helenium* und *Mulgedium plumieri* und *M. alpinum*.

1. Die X-Körnchen sind groß und deutlich sichtbar bei folgenden Arten: *Ragadiolus stellatus* (Abb. 8), bei *Soyeria montana*, *Oreoseris lanuginosa*, *Mulgedium plumieri* und *M. alpinum*, bei *Leucharia senecioides*, *Chrysocoma coma aurea*, und *Anandria nepalensis*.
2. Die besagten Körnchen sind zwar klein, aber noch deutlich sichtbar bei: *Dichrocephala latifolia*, *Coreopsis leucantha*, *Carpesium cernuum* und bei *Erigeron glabellus*.
3. Hier sind die Körnchen viel kleiner, aber immer noch unterscheidbar. So bei *Cirsium bulbosum*, *Aster*, *Sonchus asper*, *Acroclinium roseum*, bei *Buphthalmum cordifolium* und *Bidens pilosa*.

Bei folgenden Arten treten die einzelnen Körnchen zwar nicht mehr deutlich hervor, aber die Streifen um die Keimblätter sind noch sehr

gut zu sehen. *Solidago canadensis*, *Stenactis speciosa*, *Lactuca sativa*, *Leontopodium alpinum*, *Dimorphotheca pluvialis* (runde und lange Früchte), *Tripteris cheiranthifolia*, *Chrysopsis villosa*, *Antennaria alpina* und *Gnaphalium cymothoides*.

5. Die Streifen schimmern nur hell, lassen sich aber immer noch von dem dunklen Gewebe der Keimblätter unterscheiden. Hierher gehören folgende Arten: *Taraxacum glaucescens*, *Senecio elegans* und *S. nebrodensis*, *Hemizonia jungens*, *Platycarpha glomerata* und *Aphanostephanus ramosissimus*.
- c) In den Randzellen der Keimblätter liegen Stärke- und X-Körnchen zusammen gemischt.
 1. Die an den Rändern der Keimblätter liegenden Oberhautzellen sind mit den Körnchen angefüllt. Man sieht also auf dem Querschnitt deutliche Streifen um die Keimblätter herum. Dies ist der Fall bei *Lampsana tyrata*, *Thrinicia hirta* und *Thr. tuberosa*, *Sonchus gummi-ferus*, *Pulicaria capensis* und *Myriactis gmelini*.
 2. Hier sind nur Körnchen in den inneren Zellstreifen zu sehen. So



Abb. 9. *Lappa major*.

bei *Heterospermum pinnatum*, *Pycnosorus australis* und *Tragopogon porrifolius*.

- B) Die Einlagen befinden sich nur in den Oberhautzellen des Innenrandes der Keimblätter (Abb. 2).

a) Der Zellinhalt besteht nur aus X-Körnchen.

1. Die Streifen sind deutlich sichtbar.
 - a) Körnchen gut zu sehen bei *Prenanthes purpurea*.
 - β) Körnchen kaum zu unterschei-

Abb. 10. *Picris strigosa*.

den bei *Grindelia robusta* und *Carlina acaulis*.

2. Die Streifen sind undeutlich bei *Solidago flexicaulis*.
- b) Die Einlagen in den Randzellen sind Stärke- und X-Körnchen, bei *Cosmos bipinnatus*, *Carlina acaulis* und *Scorzonnera hispanica*.

Zweite Gruppe.

In den Zellen der Keimblätter sind nur zerstreut liegende X-Körnchen enthalten.

- a) Die Körnchen sind groß und verschieden gestaltet. *Gnaphalium undulatum* hat stäbchenförmige, ovale und kantige Körnchen. Die Stäbchen sind 20,79 μ lang und 4,62 μ breit. Die ovalen Körnchen sind 10,40 μ lang und 4,62 μ breit. Die kantigen 11,65 μ lang und 6,93 μ breit.
- b) Die Stäbchen und auch die ovalen Körperchen sind kleiner bei *Chondrilla juncea*.

Dritte Gruppe.

Einlagen befinden sich in den Zellen der Keimblätter und auch in deren Oberhautzellen.

- a) Die Einlagen in den Oberhautzellen sind nur Stärke. In den Zellen der Keimblätter kommen neben solchen auch noch X-Körnchen vor. Dies ist der Fall bei *Picris strigosa* (Abb. 10) und *P. hieracioides*, bei *Helminthia echinoides* und *Hedypnois cretica* (Abb. 11), ferner bei *Cineraria nemo-*

rensis, *Callistephus sinensis* und *Arnooseris minima*.

- b) Die Einlagen sind an beiden Orten nur X-Körnchen.

- a) Die Körnchen sind deutlich bei *Homo-gyne alpina*. Sie sind allerdings sehr klein. In den Oberhautzellen der Innenseite liegen aber auch größere Körnchen zerstreut. Diese inneren Oberhautstreifen sind 50,8 μ breit. *Didelta spinosa* hat ebenso breite Streifen mit beiderlei Körnchen. Auch der Zellinhalt der Keimblätter ist ähnlich. *Gerbera nivea* hat innen und außen gleichbreite Streifen. Sie messen 40,72 μ . Die rundlichovalen Körnchen darin sind sehr deutlich sichtbar und erreichen einen Durchmesser von 2,31 μ . Die Körnchen in den Keimblättern hingegen sind winzig klein, aber noch deutlich unterscheidbar. Auch bei *Lampsana intermedia* sind die beiderseitigen Oberhautzellstreifen gleichbreit, nämlich 55,88 μ . Zwischen ihren winzigen, aber noch gut sichtbaren X-Körnchen liegen viele ovale größere von 3,77 μ Durchmesser, und einige stäbchenartige eingestreut, die zwischen gekreuzten Nikols schief auslöschen. Die äußeren Oberhautzellstreifen der Keimblätter enthalten nicht so viele ovale Körnchen als die Zellen der inneren Streifen. Die Zellen der Keimblätter sind nur mit winzig kleinen X-Körnchen erfüllt. Bei *Te-*

Abb. 11. *Hedypnois cretica*.

lekia cordifolia sind die Oberhautzellen auf der inneren Seite der Keimblätter deutlicher und auch breiter als die der Außenseite. Die ersteren messen 23,1 μ .

Ihre X-Körnchen sind aber so klein, daß man sie nicht gut unterscheiden kann, doch sind auch hier einige größere und deshalb deutlich sichtbare Körnchen dazwischen gelagert. Die Zellen der Keimblätter enthalten auch winzig kleine X-Körnchen. Bei *Lactuca perennis* sind beiderlei Randstreifen gut sichtbar. Die inneren sind auch hier breiter als die äußeren. Die X-Körnchen in den Zellen sind aber mehr stäbchenartig und löschen auch gerade aus. Die in den inneren Streifen sind bedeutend größer, während die in den Keimblättern enthaltenen sehr klein sind. Bei *Inula helenium* sind die Oberhautzellen auf der Innen- und Außenseite der Keimblätter gleich breit,

Abb. 12. *Sibbum marianum*.

20,79 μ . In ihnen befinden sich nur X-Körnchen in Oval- und Stäbchenform, während in den Zellen der Keimblätter nur ovale enthalten sind. Auch *Crepis agrestis* und *C. sibirica* haben auf der Außen- und Innenseite der Keimblätter gleichbreite, deutliche Streifen mit ziemlich großen X-Körnchen; und zwar sind die der Innenseite auch wieder größer als die der Außenseite der Oberhautzellen. Winzige X-Körnchen durchsetzen auch den Inhalt der beiden Keimblätter.

β) Die X-Körnchen sind verschwommen und die Streifen erscheinen nur als schimmernde Bänder.

Bei *Lactuca sativa* sieht man deutlich abgegrenzte helle Streifen und einen hellen Inhalt in den Zellen der Keimblätter, aber Körnchen sind hier nicht mehr unterscheidbar. *Tagetes patula*

und *T. micrantha* zeigen auch nur hell schimmernde Randstreifen um die Keimblätter, was auf winzig kleine X-Körnchen in den Zellen zwischen dem gewöhnlichen Inhalt hindeutet. Bei *Facelis apiculata* sind die Randstreifen und der Inhalt der Keimblätter sehr verschwommen.

c) Die Einlagen in den Randzellen und in den Zellen der Keimblätter sind Stärke- und X-Körnchen.

Bei *Lonas indora* sind die Randstreifen der Keimblätter zwar nur schwach zu sehen und zeigen auch keine deutlich sichtbaren X-Körnchen, aber dazwischen liegen große Stärkekörnchen von 6,93 μ Durchmesser. Die Stärkekörner hingegen in den Keimblättern sind viel größer und

Abb. 13. *Stihelina dubia*.

sehr deutlich sichtbar. Sie messen 9,24 μ . Auch die X-Körnchen in den Zellen der Keimblätter sind deutlich zu sehen. Die stäbchenförmigen derselben messen 2,31 μ . Bei *Podospermum jaquinianum* messen die Streifen der inneren Oberhautzellen 40,64 μ . Sie bergen große Stärke- und auch einzelne X-Körnchen, während in den äußeren Streifen die Stärkekörner in der Minderzahl sind. In den Zellen der Keimblätter scheinen auch neben deutlich sichtbaren Stärkekörnchen noch winzig kleine X-Körnchen zu liegen. Bei *Urospermum daleschampii* sind beiderlei Körnchen ziemlich gleichmäßig in den Oberhautzellen der Keimblätter verteilt, während man neben Stärke in den Zellen der Keimblätter auch X-Körnchen ahnt, die sich durch einen hellen Schimmer zu erkennen geben. *Seriola alliata* zeigt die Randstreifen der Keimblätter sehr deutlich. Die

inneren bergen nur Stärkekörnchen, während die äußeren und die Zellen der Keimblätter auch X-Körnchen führen. In den Randstreifen und in den Keimblättern von *Silibum marianum* (Abb. 12) liegt Stärke. Ihre Körner sind in den Zellen der Keimblätter am größten und in den Oberhautzellen des äußeren Randes am kleinsten. Die der inneren Randzellen haben eine mittlere Größe. In den Zellen der Keimblätter liegen auch X-Körnchen, die vielleicht in Form eines Gerüstes angeordnet sind. Bei *Charieis* sind nur die inneren Streifen der Keimblätter zwar schwach, aber immerhin noch deutlich zu sehen. Sie sind 64,65 μ breit. Die X-Körnchen in diesen Zellstreifen sind winzig klein, ebenso die in den Zellen der Keimblätter.

Vierte Gruppe.

Der optisch wirksame Zellinhalt ist in den Keimblättern zu einem eigentümlichen, zusammenhängenden Gerüste angeordnet. Dazu können auch noch deutlich sichtbare Randstreifen treten (Abb. 6).

- a) Es ist nur ein Gerüste ohne Randstreifen vorhanden.
- α) Im Gerüste befinden sich nur Stärkekörner. Das ist der Fall bei *Kentrophyllum arborescens* und *K. dentatum* (Abb. 5).
- β) Im Gerüste sind nur X-Körnchen: *Silibum marianum* (Abb. 12).
- b) Es ist ein Gerüste und es sind auch helle Oberhautzellstreifen vorhanden.
- α) An beiden Orten befindet sich nur Stärke. *Centaurea crocodilinum* hat im Gerüste nur große Stärkekörner, in den inneren Randstreifen auch solche, aber in kleineren Körnchen. Die äußeren Streifen treten auch deutlich hervor, aber die einzelnen Körnchen sind nicht mehr sichtbar.
- β) Hier sind an beiden Orten nur X-Körnchen vorhanden. Bei *Carduus anacanthoides* sind die Körnchen im Gerüste viel größer als in den Randstreifen. Letztere sind eben noch zu sehen. Gerüste und Streifen sind bei *Doronicum caucasicum* eben noch als heller Schimmer sichtbar. Bei *Jurinea cynaroides* sind die inneren Zellstreifen nur sehr schwach zu sehen und die äußeren nur zu ahnen. Das Gerüste

aber ist strotzend voll von großen X-Körnchen. *Lappa tomentosa* hat scheinbar nur X-Körnchen in den inneren Randstreifen; in den äußeren sind sie nur zu ahnen.

- γ) Hier kommen beiderlei Körnchen und zwar gemischt an beiden Stellen vor. *Stähelina dubia* (Abb. 13) hat in den inneren Streifen deutlich beiderlei Körnchen. In den äußeren Streifen liegen nur X-Körnchen; im Gerüste aber beide, doch hier überwiegen die letzteren. Bei *Lappa major* sind die inneren Streifen nur 34,65 μ breit, aber sehr deutlich (Abb. 6. u. 9). Hier überwiegen die Stärkekörnchen. Äußere Streifen sind nicht sichtbar. Im Gerüste liegen beiderlei Körnchen nur einzeln, aber die X-Körnchen überwiegen. Im gewöhnlichen Licht erscheinen die Zellen des Gerüstes heller als die anderen Zellen der Keimblätter und sind auch größer. Bei *Onopordon acanthium* liegen an allen Orten X-Körnchen zwischen den Stärkekörnern. Diese sind in den Zellen des Gerüstes größer als in denen der inneren Streifen. In denen der äußeren sind sie noch kleiner. Das Gerüste zeigt hier eigentümliche Lücken und um diese herum liegen die größten Stärkekörner. Die Samen von *Onopordon elongatum* sind ähnlich gebaut, aber die äußeren Streifen sind undeutlich und gerade noch sichtbar. Im Gerüste von *Galactites tomentosa* sind hauptsächlich X-Körnchen enthalten. Auch hier liegen die Stärkekörnchen um Lücken im Gerüste herum. Die X-Körnchen sind meistens elliptisch und in den inneren Streifen nur schwach, in den äußeren fast gar nicht zu sehen.
- δ) Im Gerüste sind X-Körnchen, in den Streifen aber nur Stärkekörnchen enthalten.

Bei *Scorzonera hispanica* sind die Streifen an der Innenseite der Keimblätter nur mit kleinen Stärkekörnchen besetzt, die nur 6,93 μ im Durchmesser haben. Im Gerüste liegen verschieden gestaltete X-Körnchen, die meistens die Stäbchenform haben. Manche Stäbchen scheinen hohl zu sein; denn sie tragen einen deutlichen dunklen Längsstrich in ihrem Innern. Ihre Länge be-

trägt 17,325 μ , ihre Breite nur 2,31 μ . In den Zellen des Außenrandes der Keimblätter sind die Stärkekörnchen winzig klein, aber noch deutlich zu erkennen. *Geropogon glaber* ist ganz ähnlich gebaut. Seine Stärkekörnchen in den äußeren Randstreifen sind auch deutlich sichtbar.

e) Im Gerüste liegen beiderlei Körnchen

zusammen; in den Streifen ist aber nur Stärke enthalten.

Ein Beispiel ist *Serratula radiata*.

Indem ich hiermit diese langjährigen Untersuchungen der Öffentlichkeit übergebe, hege ich die Hoffnung, daß durch eine Überprüfung an einer berufeneren Stelle die Natur dieser mir fremden Körperchen aufgedeckt werden möge.

Das Sammeln und Präparieren der Foraminiferen und Ostrakoden.

Von Oberlehrer A. Franke.

Über Foraminiferen im allgemeinen, ihre Einteilung, Sammeln und Präparation, sowie Angabe über Literatur ist bereits früher in dieser Zeitschrift 6. Jahrgang, 1912/13, Heft 6, Seite 137 ff. eine wertvolle Arbeit von H u c k e erschienen, auf die ich hinweisen möchte. Meine Ausführungen sollen diese Arbeit ergänzen und besonders neuere Erfahrungen auf diesem Gebiete berücksichtigen.

Als Material zur Isolierung von Foraminiferen und Ostrakoden eignen sich marine Tone, tonige und sandige Mergel vom Jura bis zur Jetztzeit. In älteren Formationen ist nur ausnahmsweise Gestein zu finden, das sich zur Präparation eignet. Härtere, nicht schlämbbare Gesteine, wie harte Kalke und Kalkmergel oder auch harte Schiefer lassen sich nicht zum Zerfall bringen. Unter günstigen Umständen findet man tonige Zwischenlagen, die sich dem Schlämmprozeß unterwerfen lassen; auch kann man bisweilen mit den Verwitterungsprodukten solcher Gesteine gute Ergebnisse erzielen. So ist das westfälische Oberesen teilweise als harter, unschlämbarer Kalkmergel ausgebildet. Durch die tiefgründige Verwitterung ist er in einen weichen Ton verwandelt worden, der Foraminiferen in der besten Erhaltung liefert.

Sammeln von Material.

Man sammelt den Ton oder Mergel am besten in kleinen Säckchen, in die man gleich im Felde einen Zettel mit näheren Angaben steckt, da sonst unliebsame Verwechslungen leicht möglich sind. Ist der Fundort vergessen, so ist das Material gänzlich wertlos. Da es vorkommen kann, daß in einer Ton- oder Mergelgrube eine Schicht reich, eine andere arm an Mikrofossilien ist oder auch gar keine enthält, empfiehlt es sich, das Material in einem schmalen Streifen von oben bis unten der aufgeschlossenen Wand zu entnehmen.

Präparation des Materials.

Vor der Präparation läßt man das Material hart trocknen, weil dadurch der weitere Zerfall erleichtert wird. Ein Emailtopf von un-

gefähr 3 l Inhalt wird $\frac{1}{3}$ mit Wasser gefüllt und ein Stück Soda von etwas über Walnußgröße darin aufgelöst, was rasch geschieht, wenn man das Wasser etwas erwärmt. Ich benütze dazu mit Vorteil einen Milchtopf mit einem Deckel mit mehreren Löchern, wodurch ein Überkochen vermieden wird. Ein Aluminiumkochtopf ist nicht für diesen Zweck brauchbar, weil Sodalösung das Aluminium stark angreift. Man bringt dann das grob zerkleinerte Material in die Sodalösung. Manchmal zerfällt das Material nach längerem Stehen und verwandelt sich in einen Brei, der dann weiter behandelt werden kann, andernfalls, besonders bei fetten Tonen, ist es erforderlich, zu kochen. Es ist nicht richtig, das Material mit Soda zu gleicher Zeit in das Wasser zu bringen, da feuchter Ton für Wasser wenig durchlässig ist und ein Eindringen der Sodalösung in das Gestein erschwert wird. Durch die Behandlung mit Soda werden die tonigen Bestandteile in kolloidalen Zustand versetzt und lassen sich leicht entfernen.

Bei manchem schieferigen Ton, wie er bisweilen im Jura anzutreffen ist, versagt die angegebene Methode; ich habe dann mit gutem Erfolge das von Zwingli und Kübler¹⁾ angegebene Verfahren angewandt; sie benutzen statt Soda Glaubersalz. Kübler sagt darüber folgendes: „Die klein zerbröckelten, doch nicht mit dem Hammer zerschlagenen Stücke wurden in Wasser und Glaubersalz tüchtig erhitzt, dann in möglichste Kälte gebracht, nach 24 Stunden nochmals gekocht und getrocknet. Bei abermaligem langsamen Benetzen lösten sie sich allmählich in Schlamm auf und waren zur Untersuchung geeignet. Der Mergel hatte nämlich das gelöste Glaubersalz eingesogen, dieses ihn durch seine Kristallisation auseinander gesprengt; sobald daher infolge wiederholten Kochens die kleinen Kristalle im Innern zerflossen, mußte das Gestein in Schlamm zerfallen.“ Ich habe nach dem Sieben dieses Materials nochmals das Verfahren mit Soda wiederholt und gute Ergebnisse erzielt.

¹⁾ Zwingli u. Kübler, Die Foraminiferen des schweiz. Jura. Winterthur 1870, S. 2.

Hat man rezentes Material, wie Meeresschlamm, so ist Kochen mit Sodalösung nicht angebracht, da dadurch die aus Sandkörnchen zusammengesetzten Schalen, die darin häufig vorkommen, zerstört werden. Man darf das Material nur mit heißer Sodalösung oder kalter Ammoniaklösung übergießen und einige Tage stehen lassen, bis das Material zerfallen ist.

An der Küste findet man in ruhigen Buchten an der Grenze, soweit das Wasser bei Flut steigt, einen schmalen Streifen, der aus Bruchstücken von Muschelschalen und auch Foraminiferen- und Ostrakodenschalen besteht. Das so gesammelte Material bedarf weiter keiner Vorbehandlung. —

In hartem, nicht schlammbarem Materiale, wie in harten Kalksteinen eingeschlossene Mikrofossilien lassen sich nur in Dünnschliffen untersuchen. Von vielen ist es dann allerdings und nur bei günstigen Durchschnitten möglich, die Gattung zu bestimmen. Auf die Bestimmung der Art wird man dann meist verzichten müssen. Aber auch manche Gattungen sehen sich in Schliffen sehr ähnlich.

Das Sieben. Nachdem das Material zum Zerfall gebracht ist, wird es gesiebt, um die feineren Tonbestandteile von den kleinen Schälchen zu trennen. Ich verwende dazu ein Haushaltssieb mit 3 Einsatzsieben, wie es in den Haushaltsgeschäften zu kaufen ist. Bei dem von mir verwandten Sieb beträgt der Durchmesser der Siebfläche 13 cm. Selbstverständlich sind die Einsatzsieve für diesen Zweck zu großlöcherig. Man entfernt sie und bindet über den Siebring ein kleines Mehlsäckchen. Das gut durchfeuchtete Säckchen wird flach darüber gelegt und mit Bindfaden befestigt, daß es eine glatte Fläche bildet, die aus dem doppelten Stoff besteht. Die breiige Masse wird in kleineren Portionen mit viel Wasser in das Sieb geschüttet. Man läßt dann so lange einen Wasserstrahl darüber laufen, bis das Wasser klar abfließt. Wenn noch Klümpchen von Ton übrig bleiben, so muß das Kochen mit Sodalösung wiederholt werden. Nach dieser Behandlung bleibt ein sandiger Rückstand zurück, der aus Foraminiferen, Ostrakoden, Bruchstücken von Muschelschalen, Haifischzähnen, Fischschuppen, Seeigelschalen, auch mineralischen Bestandteilen, wie Quarzkörnern, Limonit, Schwefelkies, Kalkspat, Gips usw. besteht. Auch Pflanzenreste finden sich noch darin, die sich leicht abschwemmen lassen. Man bringt diesen Rest, der nur einen geringen Teil der ehemaligen Gesteinsprobe ausmacht, in eine Porzellanschale und erneuert das Wasser öfters, damit die Soda, die in die Schalen eingedrungen ist, vollständig ausgewaschen wird. Man gießt dann das Wasser ab und trocknet den Rückstand im Wasserbad evtl. bei gelinder Wärme. Ist das Material gut gereinigt, dann ist es nach dem Trocknen locker, pulverig und hängt nicht mehr zusammen.

Wenn das Material viel Quarzkörner enthält, wird das Auslesen sehr erschwert, da die Foraminiferen im Verhältnis zum verbleibenden Rückstand nur in geringer Menge vorhanden sind. Ich habe dann geringe Mengen

von Material mit Wasser in ein Uhrglas von 10 cm Durchmesser gebracht und das Uhrglas in rotierende Bewegung versetzt. Die Schalen steigen dann auf und sammeln sich als oberste Schicht. Zieht man dann das Wasser mit einer Pipette ab, so kann man die Schalen in halbfeuchtem Zustande ablesen. Das Verfahren hat man öfter zu wiederholen, bis man die nötige Menge Schalen abgelesen hat.

Vielleicht wird die Anwendung der Thoulet'schen Lösung, wie sie Debes¹⁾ empfiehlt, von großem Nutzen sein. Da ich noch keinen Gebrauch davon gemacht habe, kann ich nicht aus eigener Erfahrung darüber berichten.

Das Auslesen. Vor dem Auslesen mit der Lupe oder unter dem Präpariermikroskope ist es nötig, das Material durch Siebe mit verschiedener Maschenweite in mehrere Korngrößen zu zerlegen, da es bedeutend schwieriger sein würde, die kleineren Arten mit den größeren gleichzeitig auszusondern. Die großen Körner verdecken die kleinen; außerdem wird man beim Aussortieren der kleineren Arten auch stärkere Vergrößerungen anwenden müssen.

Das Material wird auf eine schwarze Tafel von Pappe oder Glas gleichmäßig gestreut. Am besten wird diese Tafel in Quadrate von etwa 20 mm Seitenlänge eingeteilt; man kann dann jedes Quadrat für sich auslesen und spart bei gründlicherer Arbeit noch Zeit. Das Material darf nicht zu dicht auf die Platte gestreut werden; die Körnchen dürfen nicht übereinander liegen.

Mit einem befeuchteten dünnen Pinsel, „mit Geduld und Spucke“, nimmt man die Objekte von der Platte ab und sammelt sie in einem Uhrglas. Will man Präparate anfertigen, so liest man aus dem Inhalt des Uhrglases die gewünschten Arten aus. Das gesamte ausgelesene, aber noch nicht sortierte Material bewahrt man in kleinen Gläschen, in die man einen Zettel mit hineinbringt, oder besser in größeren Präparatzellen auf, wie sie unten beschrieben werden.

Anfertigung der Präparate. Ältere Autoren klebten die Mikrofossilien auf schwarzes Papier im Format von ungefähr 4 × 6 cm. Beim Durchsehen einer derartigen älteren Sammlung macht man dann aber die betäubende Erfahrung, daß Luft, Staub, Säurespuren im Klebmittel so zerstörend gewirkt haben, daß die Objekte nur schwer wiederzuerkennen sind; häufig zeigt ein Flecken von Klebstoff die Stelle an, wo ein Schälchen gegessen hat. Die Sammlung ist für die Wissenschaft verloren, und leider ist eine Vergleichung mit älteren Originalen bei dieser Anordnung nicht mehr möglich.

Man ging dazu über, die Schälchen aufgeklebt oder unaufgeklebt in kleinen Glasröhrchen aufzubewahren oder mikroskopische Präparate davon herzustellen. Beide Ver-

¹⁾ Debes, Dr. E., Zur Technik der Foraminiferen-Präparation. S. A. aus den Sitzungsber. der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig. 37. Jahrg. 1910 und Mikrokosmos, Jahrg. V, Seite 71.

fahren haben Vorzüge und Nachteile; sie sollen in ihren verschiedenen Ausführungen betrachtet werden.

1. Aufbewahrung in Gläsern.

Die einfachste Art besteht darin, die ausgesuchten Schälchen lose in kleine Gläser zu bringen. Man verwendet aus Glasröhrchen hergestellte, auf einer Seite geschlossene Präparatengläschen, die man mit einem Watte- oder Korkstopfen verschließt, oder auch kleine, bis 4 cm lange Glasröhrchenstücke, die auf beiden Seiten mit Watte verschlossen werden. Es ist wichtig, in jedem Gläschen einen Zettel mit Namen, Fundort und Formation mit unterzubringen, damit durch Verwechslung das Präparat nicht vollständig seinen Wert verliert. Die Glasröhrchen lassen sich in kleinen Kästchen — die bei Sammlern beliebten Streichholzkästchen eignen sich vorzüglich — zu einer übersichtlichen Sammlung zusammenstellen. Da beim Auslesen von demselben Fundorte eine größere Anzahl von Präparaten gefertigt wird, — denn ein Fundort kann 50 und mehr Arten enthalten —, habe ich mich mit Vorteil des für Insekten-sammler empfohlenen Druckapparates „Jeder Sammler sein eigener Drucker“, bedient, der von Riedinger in Frankfurt, Luisenstr. 54, in den Handel gebracht worden ist. Damit lassen sich mit Metall-Lettern in Perlschrift Etikettchen bis zu 3 Zeilen herstellen, die mit klarer Schrift auf kleinem Raum die nötigen Angaben: Formation, Zone, Fundort usw. enthalten.

Als großer Übelstand bei dieser Art der Aufbewahrung werden Lichtbrechung und Verzerrung des Bildes beim Betrachten der Objekte unter der Lupe oder dem Mikroskop empfunden, auch wird das Fortrollen der Gläser sehr lästig. Ich habe deshalb Flachgläser in Anwendung gebracht (vergl. Naturw. Wochenschrift N. F. X. Bd. No. 33, Jahrg. 1911), die diese Nachteile stark vermindern. Der Preis dieser Flachgläser stellt sich nur wenig höher als der der gewöhnlichen runden Gläser. Sie werden von der Firma Dr. Görki-Dortmund, Saarbrückerstraße 21, hergestellt und sind von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich, eine kleinere Sorte von 7—10 mm Breite, 2—3 mm Höhe und 45 mm Länge, eine größere von 10—15 mm Breite, 5 mm Höhe und derselben Länge. Da es bei kleineren Arten schwierig ist, sie in den Gläsern wieder aufzufinden, so werden sie auf schwarzes Papier aufgeklebt und so in die Gläser gesteckt.

In origineller Weise hat Egger dieses Verfahren abgeändert. Er teilte mir brieflich folgendes mit: „Ich habe in Glaszylinderchen, welche mit einem Kork geschlossen werden (Abb. 1 b und 1 c), meine Foraminiferen aufbewahrt. Ich schneide mit einem gewöhnlichen Glaserdiamant ein gewöhnliches Deckglas in Streifen, biege diese an beiden Enden an der Spiritusflamme um, lege die Foraminiferen auf diesen Schlitten und gieße aus einem Kapillarröhrchen einen kleinen Tropfen Chloroform zu, in welchem eine Spur von Kanada-

balsam aufgelöst ist (Abb. 1 a)¹⁾. Die auf dem Schlitten angetrockneten Foraminiferen kann man nach Belieben aus dem Zylinder herausnehmen und sie auf dem Objektträger des Mikroskops in verschiedenen Stellungen (Abb. 1 e—g) betrachten. Die fertigen Präparate habe ich in Netzen (Abb. 1 d) eingestellt in flachen Schachteln, so daß man von oben die auf dem Kork angebrachten Artnamen übersehen kann.“

2. Anfertigung mikroskopischer Präparate.

Wie bereits erwähnt, haben die Präparate in Glasröhrchen mancherlei Nachteile:

Lichtreflexe, unklare und verzerrte Bilder, schwierige Auffindung kleiner Arten. Das erschwert eine vergleichende Betrachtung beim Studium; deshalb sind neben den Glasröhrchen seit langer Zeit mikroskopische Präparate hergestellt worden, bei denen durch das planparallele Deckglas Verzerrungen im Bilde ausgeschlossen sind. Man stellt sowohl von Foraminiferen und Ostrakoden

Präparate für auffallendes als auch durchscheinendes Licht her; beide Methoden haben Vorzüge und sollen näher erörtert werden.

a) Herstellung von Präparaten für auffallendes Licht.

Bei der Herstellung der Präparate ist zu berücksichtigen, ob die Präparate für eine wissenschaftliche, systematische Sammlung dienen, wie sie der Forscher für seine Studien benötigt, oder ob sie für Schul- und Schausammlungen bestimmt sind. (Forts. folgt.)

¹⁾ Besser ist es, die Foraminiferen mit wenig Tragantgummilösung aufzukleben, da diese nicht die Schälchen durchtränkt. Mit einem Tropfen Wasser lassen sie sich leicht wieder ablösen.

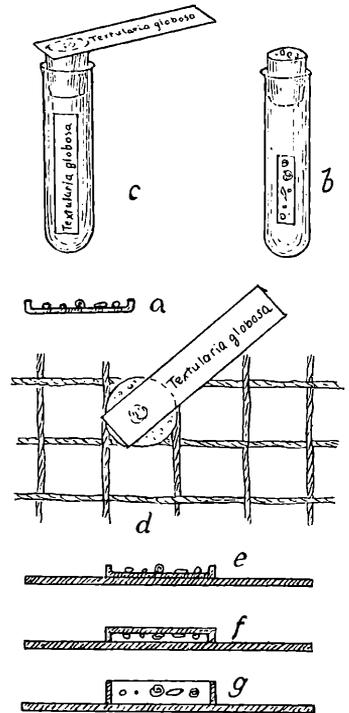


Abb. 1. a) Deckglasstreifen mit umgebogenen Enden und aufgeklebten Foraminiferen. b) Deckglasstreifen mit Foraminiferen im Gläschen. c) Dasselbe Gläschen mit Etiketten. d) Das Gläschen eingestellt in das Netz. e), f) und g) Objektträger mit Deckglasstreifen in den verschiedenen Lagen.

Die Sinnesorgane der Pflanzen.

Von **R. H. Francé.**

In der Meinung, daß es vielen Lesern willkommen sein wird, etwas mehr über die seelische Energie und die Sinnesorgane der Pflanzen zu hören, zu deren Untersuchung der Aufsatz von P. N. Schürhoff im vorigen Mikrokosmos-Jahrgang (S. 131) anregt und anleitet, drucken wir nachstehend einige die Sinnesorgane der Pflanzen behandelnde Abschnitte aus dem im Verlag der Franckh'schen Verlagshandlung in Stuttgart unter dem Titel „Das Leben der Pflanze“ erschienenen, von R. H. Francé, Ad. Koelsch u. a. bearbeiteten Pflanzenwerk ab. Wir möchten damit zugleich wieder einmal auf dieses prächtige Werk aufmerksam machen, das wie kein zweites seiner Art geeignet ist, dem Naturfreund, insbesondere dem Freunde der Mikroskopie, alle Erscheinungen des Pflanzenlebens nahezubringen, da es überall zu eigenen Untersuchungen anregt und das Erkennen breiter Zusammenhänge zwischen den durch solche Untersuchungen gefundenen Ergebnissen fördert. Die nachfolgenden Abschnitte sind dem „Das Leben der Ursubstanz“ und „Bau und Leben der Zellstaaten“ behandelnden 2. Band der I. Abteilung entnommen, die „Das Pflanzenleben Deutschlands und seiner Nachbarländer“ bespricht. Der 1. Band dieser Abteilung spricht über die Ursachen der Pflanzengestalten, die Anpassung an das Lebensganze und gibt eine Biologie und ein Übersichtsbild der Flora Deutschlands und seiner Nachbarländer. Diese Abteilung ist in sich abgeschlossen und kann jederzeit einzeln bezogen werden. Wer sich für die weiteren Abteilungen interessiert, erhält gern einen ausführlichen Prospekt.

Die Schriftleitung.

Die Sinnesorgane der Pflanzen wurden erst in neuerer Zeit entdeckt und sind noch nicht in dem Maße für den Begriff des Pflanzenlebens verwertet, wie es notwendigerweise geschehen muß. Ich habe im Jahre 1892 zuerst Lichtsinnesorgane von Pflanzen beschrieben und als solche gedeutet, G. H a b e r l a n d t, der als nächster auf sie hinwies, hat dadurch, daß er seit Jahren unermüdlich für die Anerkennung eines durch Sinnesorgane wirkenden Innenlebens der Gewächse stritt und sie nun auch allgemein durchsetzte, auf das glücklichste das Wirken Pfeffers ergänzt, so daß ich hier eigentlich nur mehr eine reife Frucht vom Baume der Erkenntnis zu pflücken habe.

Was gab H a b e r l a n d t die überzeugende Kraft, die von ihm entdeckten Linsen der Blätter und Tüpfel der Ranken ohne weiteres als Sinnesorgan zu deuten? Nichts anderes als der unanzweifelbar richtige Begriff des Sinnesorganes als einer Einrichtung, dazu bestimmt, das Empfindungs-(Perzeptions-)vermögen des Plasmas auf seinen Ort zu beschränken und dadurch zu verstärken. Auch die Tierforscher verstehen nichts anderes darunter als „oberflächlich gelegene Apparate, die besonders geeignet sind, von den Verhältnissen der Außenwelt Eindrücke zu gewinnen und diese in bestimmten Empfindungsformen zur Perzeption zu bringen.“ Das Schwergewicht liegt also hierbei nicht im mehr oder minder verwickelten Bau des Sinnesorgans, sondern in der Empfindungsfähigkeit des Plasmas. Demgemäß kann also das Plasma voll-

ständig alle besonderen Aufnahmeigenschaften entbehren und betätigt doch seine „fünf Sinne“, oder das Sinnesorgan kann das allereinfachste Ding der Welt sein, ein Härchen oder ein Loch in der Zellwand, ein Dorn, der drückt, oder ein feiner Faden oder nur der Mangel an Hautverdickung, und dabei doch der allerreizbarste und getreu „scharfsinnige“ Berichterstätter über die Vorgänge der Außenwelt.

Zu solch einfacher Auskundschaftung ist jede lebende Zelle im Tier- und Pflanzenkörper befähigt, und daraus leiten wir biologische Psychologen unsere Überzeugung ab, daß jede Zelle auch ein kleines seelisches Einzelwesen für sich sei, das auf seine Bedürfnisgefühle hin seinen beschränkten Kräften gemäß mechanische Mittel zur Befriedigung seiner Bedürfnisse hervorbringt, das aber außer diesem abgeschlossenen Einsiedlerdasein auch noch gemeinsame Interessen mit den ihm angegliederten und auch körperlich verbundenen Mitzellen hat, die sich in Gemeinempfindungen und Gemeinhandlungen äußern, so daß wir also auch seelisch eine Art Doppelwesen sind und zweifach leben, einmal als Zelle in den egoistischen Sonderinteressen unserer Körperzellen (dies ist das, was ich Körperseele¹⁾ nenne), und einmal als Organismus in den altruistischen Verbrüderungen der Zellen

¹⁾ Wobei aber unter „Seele“ natürlich nicht eine Realität, wie manche glauben, sondern nur die Summe psychischer Reaktionen zu verstehen ist.

zu Organen und Handlungen (dies wäre der Gemeinbegriff menschlicher Seelentätigkeit). Die Körperseele ist ein gar beschränktes, hinfalliges Ding, das sich nie zu komplizierter Tätigkeit emporschwingen kann, sondern mehr in dem tätig ist, was die psychologische Redeweise heute als Reflexe, Tropismen, Automatismen, Instinkte zu bezeichnen pflegt, ein Gebiet auf dem sie aber mit wunderbarer Treffsicherheit und einer zwar schwachen, aber nur höchst selten beirrbareren Urteilskraft wirkt.

Das Studium der Einzeller ist von außergewöhnlicher Bedeutung für das Verständnis der Körperseele, und darum wird es auch von biologisch-psychologischem Standpunkte aus betrieben, noch ganz anders zu Ehren kommen als bisher, wofür das neue Werk von Jennings und meine Studien über die Reizbewegungen der Algen schon Bahn gebrochen haben. Ich habe in langen Jahren meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet und dadurch in denkendem Schauen mir die Gewißheit erworben, daß meine Theorie der Körperseele in den Tatsachen der Natur wohlbegründet ist.¹⁾ Denn ob nun der rote Augenfleck so vieler Algenschwärmer und Geißeltierchen, oder der durch die Haut vermittelte feine, chemische Sinn der Bakterien, Wimpertierchen, Amöben, ob nun die überaus zweckmäßig ausgeführten Flied-, Such- oder Ausweichbewegungen der Infusorien, oder ihre „direkten Anpassungen“: die Gehäusebauten der Würzelfüßler, die Sicherheitsvorrichtungen mancher Wimpertierchengehäuse oder die Schwebevorrichtungen (vergl. Bd. I, S. 368 und Tafel dort) der Planktonwesen das Beweismaterial abgeben, stets habe ich daraus die Kraft und Überzeugung geschöpft, daß der einzelnen Zelle eine auf Empfindung, Triebe, Vorstellungen beruhende Urteilskraft und Fähigkeit der Selbsthilfe zuzutrauen ist, die allerdings bei den Infusorien und Algen durch den schweren Kampf in den Nöten des Lebens sehr gesteigert und wohl besser entwickelt ist, als bei den einseitig gewordenen „spezialisierten“ Zellen im Gewebeverbande, aber

nach dem, was von den Zellengemeinschaften das Leben der Pflanzen verrät, auch bei ihnen den Grundzügen nach nicht fehlen kann.

Wer diese Tatsache denkend verdaut, muß sich sagen, daß er nunmehr keinen Zweifel haben kann daran, daß die einfachen Hilfsmittel der Pflanzen, die Haberlandt als solche beschrieb, auch wirklich der Gewächse Sinnesorgane seien. Denn das Gewächs ist denn doch schließlich auch nichts anderes als ein enorm vergrößerter, gekammerter und zu vollkommener Arbeitsteilung gelangter Einzeller. Alle seine Fähigkeiten finden ihren wahren Grund nur in der plasmatischen Reizbarkeit. Darum ist ein feiner Tüpfel in der Epidermis einer Ranke oder die plasmatische Papille, die sich daraus hervorstreckt (s. beiliegende Tafel der Sinnesorgane), genau so ein Tastsinnesorgan, wie die Wimper oder der Scheinfuß eines Einzellers. Und wenn dann bei einzelnen Gewächsen die und jene Komplikation sich dazugesellt, um das Tastsinnesorgan befähigter zu machen, so ändert dies ja nichts an der Grundtatsache, daß alle Sinne eigentlich nur Plasma- und Zellsinne sind und daß jeder Tier- und Pflanzenpsychologie notwendigerweise eine Zellularpsychologie vorangehen muß.

Dieser Schlüssel eröffnet erst das Verständnis für die verschiedenen absonderlichen Eigenheiten der pflanzlichen Sinnesorgane. Man wird nun nicht mehr durch die Tatsache beirrt, daß nicht alles Plasma an den Sinnesfunktionen teilnimmt, sondern nur die äußere Hautschicht der Zellen. Denn nur an sie treten die Reize stark und in ihrer Ursprünglichkeit heran, nur sie ist im Organismus der Einzelzelle an die Aufnahme der Eindrücke besonders angepaßt. Dies sieht man unmittelbar sehr lehrreich an Einzellern, nämlich an gewissen Infusorien, die andere ihrer Mitgenossen bei lebendigem Leibe verschlucken. Im Leibe eines Trompetentierchens (*Stentor*), das überaus empfindlich für die leiseste Berührung seiner Tastborste ist, rasen solche gefangene kleinere Wimpertierchen oft umher, ohne daß die Zelle im geringsten darauf reagieren würde.

Man versteht nun auch, warum schon so einfache Vorrichtungen, wie das Vorhandensein eines winzigen Kriställchens von oxalsaurem Kalk in den Tüpfeln der Ranken

¹⁾ Die Ergebnisse meiner Studien habe ich populär dargestellt in meinem Büchlein: Streifzüge im Wassertropfen. Stuttgart 1921. 16. bis 18. Aufl., wissenschaftlich in: Die Lichtsinnesorgane der Algen. Stuttgart 1918.

vieler Pflanzen (z. B. v. *Cucurbita Meloepo*, vergl. Bild 1 der Tafel) genügen, um dem an dieser Stelle heftiger empfundenen Berührungsreiz mehr Nachdruck zu verleihen. Es ist eben der gleiche Fall wie bei einem „Dorn im Fleische“, der auch mehr schmerzt als eine einfache Hautabschürfung. Ebenso versteht man, daß Hautverdünnungen, wie sie sich an den Fühlpapillen der Staubfäden des Portulaks (*Portulaca*) finden, nicht weniger geeignet sind, um auch leise Berührungen an dieser Stelle zur Empfindung zu bringen.

Man hat doch zweifellos das Recht, in solchen Erscheinungen auch den Anfang jener Arbeitsteilung zu erblicken, die bei den Tieren das höhere Sinnesleben schließlich nur mehr eigenen Zellengruppen, den sogenannten Sinnesorganen, Nerven und dem Gehirn überwies. Denn da, wie sich jederzeit durch Versuche dartun läßt, die höhere, vielzellige Pflanze auf Reize nur mehr dann antwortet, wenn sie an jenen Stellen anknüpft, wo sich derartige, die Reizaufnahme begünstigende Einrichtungen vorfinden, so darf man sie wohl als *Sinneszellen* bezeichnen und in ihnen das pflanzliche Gegenstück tierischer Sinnesapparate erblicken.

Diese Sinneszellen sind bei den Pflanzen immer sehr einfach, aber doch auch sehr verschiedenartig ausgestattet. Bald in der bereits geschilderten Weise, bald durch Gelenke (vergl. Abb. 3 auf der Tafel), die dadurch zustande kommen, daß die Wand der warzenartigen Vorwölbung der Sinneszelle entlang einem Ringe merklich verdünnt ist. Wird nun die Warze von oben berührt, so wird sich der Verdünnungsstreifen ein wenig ausbiegen, ebenso bei seitlicher Berührung; jedenfalls wird dadurch der Bewegungsreiz dem der Haut von innen anliegenden Plasma mitgeteilt, und es erfolgt die Antwort, die sich oft in überraschendster Weise kundgibt. Solche Fühlpapillen besitzen z. B. die Ranken von *Corydalis claviculata*. In der Blüte des Sauerdorns (*Berberis*) haben z. B. die Fäden der Staubgefäße an der Innenseite Sinneszellen von derartiger Einrichtung. Berührt sie dort etwas — also in der Natur nektarnaschende Insekten —, so erfolgt auf den Reiz ein rasches und kräftiges Aufwärtsklappen des ganzen Staubfadens, das nicht sinnlos ist, weil es den Eindringling mit Blütenstaub überschüttet (vergl. Abb. 4—5 der Tafel).

Anders gelagert ist der „reizvermittelnde

Mechanismus“ bei den Fühlhaaren und Fühlborsten, die Haberlandt an sehr vielen Gewächsen nachwies und mit einem gemeinsamen Ausdruck als *Stimulatoren* bezeichnet. Steife Haare sind natürlich besonders gut geeignet, um Berührung zur Empfindung zu bringen, darum sind sie auch im tierischen Organismus, namentlich in der Welt der Insekten zu diesem Zwecke reichlich verwendet worden. Im einfachsten Fall, der sich etwa an den Staubfäden der mit den Kornblumen verwandten Gewächse findet, sind es zweizellige Haare, die sich steif von dem Organ abstrecken, das Berührungsempfindungen als Anreiz zur Volführung gewisser Bewegungen braucht. Eines der höchstentwickelten Sinnesorgane einer Pflanze, die man bisher kennt, die Fühlborsten der Mimose, sind aber dem Wesen nach auch nicht viel anders gebaut (vgl. Abb. 6 der Tafel). Es sind nur Vorrichtungen geschaffen, um den Reiz zu verstärken. Der mechanische Aufnahmeapparat besteht auch hier aus Haargebilden, 10—25 Borsten, etwa 1—2 $\frac{1}{2}$ mm lang und schräg aufwärts gerichtet, kann man ohne Mühe an den „Gelenkpolstern“ d. h. den kleinen Wülsten um den Ansatz der Blattstiele einer Mimose, entdecken, die der Sitz dieser merkwürdigen Sinnesorgane sind. Jede Borste besteht aus einem Bündel lang ausgezogener, verholzter Zellen, das sich in das Gewebe reizempfindlicher Zellen einsetzt, aus dem das Gelenkpolster besteht. Die Borstenzellen haben nur eine mechanische Aufgabe zu lösen und nur eine passive Rolle zu spielen. Sehr häufig gesellt sich dem Ganzen noch die besondere Einrichtung hinzu, daß sich ein Kissen der reizbaren Zellen der Borste seitlich anlegt (vgl. das Bild), durch eine kleine Querfurche wohl angepaßt dem Niedergedrücktwerden. Solch eine Fühlborste arbeitet dann wie eine Korkpresse, wobei der gequetschte Teil der empfindsame ist.

Nach ähnlichen Grundsätzen sind auch die mechanischen Sinnesorgane der Insektenfresser unter den Pflanzen gebaut. Gerade diese Gewächse bedürfen großer Empfindlichkeit gegen leise Berührungen, sonst könnten sie doch nicht die uns schon zur Genüge bekannten (vgl. Bd. I, S. 459 und Bd. II, S. 191) vielerlei Bewegungen und sonstigen Verrichtungen im passenden Augenblicke ausführen, um sich die ihnen

auf ihre Lockungen hinzugeflogene Beute zu sichern und widerstandslos zu machen. Da ist es denn auch nur selbstverständlich, wenn sie mit allen ihnen zu Gebote stehenden Kräften und Hilfsmitteln darauf abzielen, ihre ursprüngliche schwache Empfindlichkeit gegen Berührung zu verstärken und zu verfeinern.

Bis zu welchem Grade ihnen dies gelang, dafür gibt es einen Gradmesser: es ist die Schnelligkeit und Kraft, mit der eine Fliegenfalle oder die Klappen einer *Aldrovandia* auf den leisesten Anstoß reagieren.

Wenn nun jedoch die Berührungs- und Lichtempfindlichkeit der Pflanzen ganz ungewungen aus der allgemeinen Reizbarkeit des Plasmas abgeleitet werden kann, so muß man wohl auch dem auf gleichem Gekängang beruhenden Vorschlag H a b e r l a n d s zustimmen, in allen Einschlüssen des Zellplasmas, die frei beweglich sind, also den Einflüssen der Schwerkraft Folge leisten, andererseits mit lebendem Plasma in unmittelbarer Berührung stehen, ein Hilfsmittel zu sehen, das den Pflanzen eine Empfindung ihrer Lage zum Erdradius gewährt, denn auf sie kommt es ihr an, und bei Wahrnehmung dieser bedient sie sich des Gewichtes ihrer Stärkekörner als Richtungslos, wengleich es nicht ausgeschlossen ist, daß unter Umständen auch Kalkoxalatkristalle, Kristallsand und dergl. Abscheidungen dieser Aufgabe gewachsen sein können. Wesentlich ist nur, daß sie spezifisch schwerer als Wasser und Plasma und so leicht beweglich sind, daß sie bei jeder Lageänderung der sie enthaltenden Pflanzenteile „zu Boden sinken“ und dadurch verschiedene Empfindungen bewirken. Nun ist die Stärke etwa $1\frac{1}{2}$ mal schwerer als das Wasser, also trefflich geeignet, als „Statolith“ zu dienen.

Gewöhnlich hat nun die Pflanze nicht eine Statozysten zelle, sondern solche in großer Zahl; zu Hunderten oder Tausenden stehen sie in Längsreihen über (vgl. Abb. 7, 8 auf der Tafel) oder nebeneinander, eine ganze Stärkescheide bildend in den Wurzelenden, als Stärkesichel und Stärkescheide in den geotropisch reizbaren Stengeln, Blütenstielen und Gelenkknoten der Gräser und anderen Pflanzen.

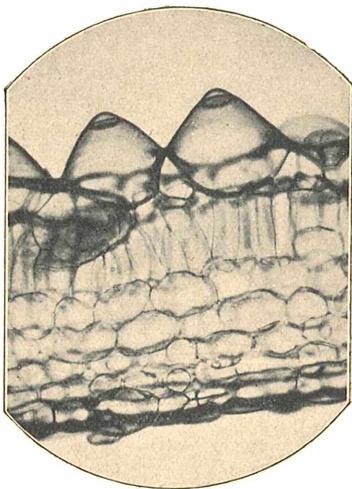
Man hat nun in neuester Zeit mehrfach Bedenken gegen eine solche „Nebenfunktion“ der Stärkekörner erhoben und namentlich

darauf hingewiesen, daß Schwerkraftsrichtung auch in solchen Pflanzenorganen vorkomme, die der Stärkekörner entbehren. So hat neuestens H. B i s c h o f f gezeigt, daß die Wurzelfäden von Lebermoosen die Schwerkraft perzipieren, ohne daß sie Stärke besitzen. Auch L. J o s t hat sich gegen Haberlandt gewendet auf Grund von Experimenten, die ihm ergaben, daß gerade die Wurzelspitze besonders reizempfindlich sei, hierfür sogar tonische Bedeutung habe. Es wird sich also wohl noch außer den Statozysten offenbar eine andere Vermittlung der Schwerkraftempfindung herausstellen. Daß solche möglich sind, beweist der Mensch, dessen Gleichgewichtsorgan im Labyrinth des Ohres gleichfalls der Statolithen entbehrt.

Ähnliches wohl gilt auch bei manchen Bedenken, die man gegen das Pflanzenauge vorgebracht hat. An der Lichteindruckverstärkung durch Linsen hat zwar niemand, der die Pflanzen näher kennt, den geringsten Zweifel, aber es gibt auch anders geartete Lichtaufnahmestellen bei gewissen Pflanzen, über deren wahre Natur man sich noch nicht einig ist.

Da wäre das merkwürdige Scheidenblatt der Keimlinge des Hafers, der Hirse (*Panicum*) und noch manch anderer Gräser, das an seiner Spitze äußerst lichtempfindlich ist, was schon D a r w i n bekannt war und ihm eigentlich den Schlüssel zur biologischen Seelenlehre in die Hand gegeben hat, ohne daß er ihn zu gebrauchen wußte. Es sind daran an der äußersten Spitze etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ mm lang die Zellen schon für den geringsten Lichtunterschied empfindlich, was sich in heliotropischen Krümmungen äußert, ohne daß man an ihnen irgend welche Vorrichtung fände, welche die Lichtaufnahme erleichtert. Dicht neben den Randzellen sind reichlich Statozysten, dementsprechend das Scheidenblatt auch geotropisch unterscheiden kann; die Randzellen selbst aber unterscheiden sich durch gar nichts von der nächstbesten Epidermis. Dies ist immerhin verwunderlich, wie es mir denn auch lange unbegreiflich war, warum die Pflanzen, die auf feines und oft auch rasches Lichtempfinden doch wirklich angewiesen sind, niemals eine in ihrer stammesgeschichtlichen Jugendzeit gemachte Erfindung wieder aufgegriffen oder gar vervollkommen haben. Ich meine damit die sogenannten A u g e n f l e c k e (Stigma), die man bei einzelligen

Pflanzen, Schwärmsporen von Fadenalgen (*Ulothrix*), bei allen mit dem *Volvox* verwandten Pflänzchen und bei fast sämtlichen grünen Geißelalgen vorfindet, als roten, glänzenden Fleck, der stets am tastenden Vorderende gelegen (vgl. die Tafel: Die mikr. Pflanzenwelt im I. Bd.) und der besser dazu geeignet ist, Lichtstrahlen vollständiger aufzufangen und, sie verschluckend, als Reiz zu empfinden, als jeder andere Körperteil. Durch eine langwierige und mühsame Untersuchung dieser Gebilde bin ich schon vor langen Jahren zur Einsicht gekommen, daß sie das wahre Gegenstück der einfachsten tierischen Photieraugen sein müssen.



Pittonia Verschaffeltii. Blatt, quer, mit Ozellen (Lichtsinneseorgane). 220fach vergr. Nach Pfeiffer-Wellheim.

Denn nicht nur, daß derselbe rote Farbstoff (eine Art des Sehpurpurs, der auch im menschlichen Auge vorhanden ist), sich im Auge der niedersten Würmer (Rädertiere, Borsten- und Strudelwürmer) und Krebse (*Cyclops*) wiederfindet, umschließt er sogar da wie dort stark lichtbrechende Kügelchen (bei den Pflanzen Stärkekörner!), die vornehmlich zur Verdichtung des Lichteindruckes geeignet sein müssen. Es gibt unter den Geißelwesen sogar eines (*Glenodinium polyphemus*), das eine wohlentwickelte Linse, mit der dahinter liegenden farbigen, schwarzen oder roten „Retina“, also ein so gut ausgebildetes Auge besitzt, daß manches höhere Tier es darum beiden könnte, und wir gar nicht so ohne weiteres die Frage von der Hand weisen dürfen, ob diese Zelle vielleicht mehr als bloße Lichtunterschiede sieht, ob

sie nicht vielleicht auch schon die ersten Anfänge von Formenunterscheidung zu eigen hat. Ich habe meine seinerzeitigen Untersuchungen wieder aufgenommen mit dem Erfolg, daß ich wenigstens bei *Euglena* und *Polyptoma* aus deren Reaktionsbewegungen mit Gewißheit das „frei variable“ ihrer Reizbeantwortung durch „Suchbewegungen“, also das Logische der Reaktion feststellen konnte, wobei mir unmittelbar nach Erscheinen meiner Studie in Jennings ein höchst willkommener Eideshelfer erstanden ist.

Diese vielversprechende Entwicklungslinie der pflanzlichen Lichtsinnesorgane ist aber abgebrochen. Außer dem Kreise der Einzeller kehrt ein solches „Stigma“ nicht mehr wieder in der Pflanzengestaltung. Und wenn man darüber nachsinnt, findet man es nicht so unbegreiflich, weil man sich sagen muß: besser, d. h. wirklich zu sehen, hat nur für schnellbewegliche Wesen Sinn; für seßhafte genügt einfache Lichtempfindung. Da aber in der ganzen Natur nie anderes hergestellt wird, als was von dem Bedürfnis gefordert ist, darf es uns auch nicht wundernehmen, daß die bodenständige Pflanze die bessere Ausbildung richtiger Augen den beweglichen Tieren überlassen hat, trotzdem auch sie jederzeit imstande wäre, ein Auge aufzuschlagen und uns im Blick den Geist zu verraten, der in ihr schlummert. Auch bei den Tieren ist es ja nicht anders gekommen. Die beweglichen haben Augen, gesteigert bis zum Wunderwerk, die seßhaften aber sind wieder ein dummer, stumpfsinniger Schlauch geworden, der nichts sieht und oft genug auch seine Augen gänzlich verloren hat.

Über die Lichtsinnesorgane der höheren Pflanzen sind unsere Kenntnisse jetzt immerhin zu einer gewissen Abrundung gelangt. In F. Sreefieds Werk sind nunmehr an 60 Arten einheimischer Schattenpflanzen aufgeführt, an denen man lichtempfindliche Epidermen gefunden hat. Von diesen besitzt *Cardamine trifolia*, *Veronica latifolia*, *Gentiana asclepiadea* eine Art Linsenverdickung an den perzipierenden Zellen. *Paris quadrifolia*, *Impatiens parvifolia* haben in jeder Zelle mehrere Linsen. Direkte Linsenspapillen kommen der *Akelei* und den Schattenformen des Günsels (*Ajuga reptans*) zu.

Besonders merkwürdig sind die Licht-

Sinnesorgane von *Campanula patula* und *Galium verum*, bei denen ganze Kiesel-pfropfen vorhanden sind. Ozellenähnliche Organe, als höchste Form von „Augen“, zeichnen den Salbei (*Salvia pratensis*) und *Satureja vulgaris* aus. Das vollkommenste Pflanzenauge kommt *Fittonia Verschoffeltii* (s. Text-Abb.) und *Callisia repens* zu, die eine ganze Linse aus Kieselsäure aufgesetzt haben.

Nach so vielen Entdeckungen würde niemand verwundert sein, wenn uns die Pflanze noch andere ungeahnte Sinnesorgane entgegenstrecken würde. Doch sind keine anderen bekannt, und schwerlich dürften auch noch andere da sein. Der Geschmacks- und Geruchssinn, der sich bei der Pflanze im Chemotropismus eint, bedarf nicht besonderer Werkzeuge; ein feiner Faden ist schon eine wohlfunktionierende Zunge, und durch ihre dünne Haut kann sich jede Zelle von den chemischen Eigenschaften der Stoffe überzeugen, mit denen sie in Berührung tritt. Daß aber ihr Geschmackssinn reich und fein ist, darüber gab das, was wir von dem Chemotropismus der Wurzeln mitteilten, genügend Bescheid. So fein, wie die Zelle tastet, schmeckt sie auch. Bakterien und bewegliche Fortpflanzungszellen (Schwärmosporen) von Pilzen sind für den billionsten Teil eines Milligrammes mancher Stoffe so empfindlich, daß sie im Wasser dazu von fern herbeieilen. Daß aber nicht der Trieb zur Nahrungsaufnahme allein es ist, der sie zu solchen „Such-

bewegungen“ veranlaßt, wird durch 1001 Gründe widerlegt, von denen der erste einfach die Erfahrung ist, daß so vorteilhafte Nährstoffe wie Glycerin kein Bakterium anlocken, solange ihnen noch eine Spur der so viel weniger brauchbaren Kalisalze zu Gebote steht.

Der Statolithenapparat sollte der Theorie nach den Pflanzen auch das Hören gestatten können, wenigstens müßten so gewaltige Lufterschütterungen, wie sie ein Felssturz mit sich bringt, die Stärkekörnchen immerhin so weit erzittern lassen, daß sie das Plasma reizen, dem sie aufliegen. Aber es ist müßig, bei dieser Möglichkeit zu verweilen, denn es ist kein Grund denkbar, wozu sich die Pflanze den Gehörsinn nutzbar machen könnte. Ein ganz besonders lehrreiches und für uns wichtiges Beweismaterial für die Reizantwortungen der Pflanze lieferte aber neuestens K. Linsbauer, als er zeigte, daß *Centaurea americana* bei der Annäherung einer heißen Nadelspitze davor ihre Staubfäden zurückzog!

In einem Satze gesagt, dürfen wir wohl aus dieser Kenntnis der pflanzlichen Sinnesorgane von nun an lehren, daß jede Zelle ihr eigenes und einfaches Empfindungsleben hat, das gesteigert wird, wenn sie sich, durch Bedürfnisse gezwungen und durch Vorrichtungen befähigt, ausschließlich auf diese Seite ihres Lebens verlegt.

Kleine Mitteilungen.

Über **vergleichende Untersuchungen über neue Spirochätenfärbungen** berichtet Schneemann im Centralbl. f. Bakteriologie B. 86, H. 1. Er faßt das Ergebnis seiner Untersuchungen folgendermaßen zusammen: „Vergleiche zwischen dem Dunkelfeldverfahren und den Färbungen ergaben im allgemeinen schlechte Übereinstimmung bei der Fontanaschen Methode. Dabei stellte sich heraus, daß nicht alle Spirochäten dargestellt wurden, ein Befund, der bei dem spärlichen Vorkommen der Spirochäten leicht zu einer falschen Diagnosenstellung führen könnte. Weit besser gestaltete sich das Verhältnis bei den nach Becker gefärbten Präparaten. Hier entsprach die Zahl der gefärbten Spirochäten fast immer der Menge, die bei der Untersuchung des frischen Materials im Dunkelfelde gefunden wurde.“

Vom praktischen Standpunkt aus ist die Färbung nach Becker als die billigste, bequemste und schnellste allen anderen bisher bekannten Verfahren vorzuziehen. Handelt es sich darum, feine Gebilde und Strukturteile der Spirochäten sichtbar zu machen, so steht die Beckersche Methode der Färbung nach Giemsa und dem Fontanaschen Verfahren nicht nach.

Da die Technik dieser Färbung bei vorschriftsmäßigem Gebrauch der Lösungen keine Schwierigkeiten bereitet, und auch das Auffinden der Spirochäten infolge ihrer scharfen Zeichnung leicht ist, kann diese Methode allgemein empfohlen werden.“ P. Rostock.

Über die **wasserlöslichen Farbstoffe der Blaualgen** macht Karl Boretsch (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXXIX 1921 und Biochem. Zeitschr. CXIX 1921) interessante

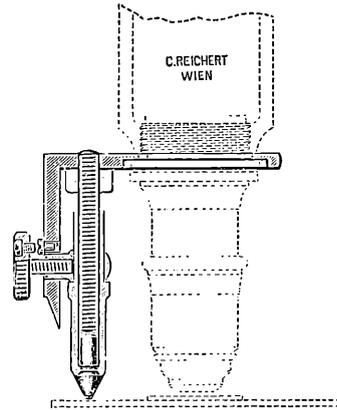
Mitteilungen. Darnach ist das für die Cyanophyzeen charakteristische Phycocyan nur bei einem Teil derselben wirklich vorherrschend, u. a. bei den *Anabaena*-Arten. Bei zahlreichen Arten von *Oscillatoria*, *Phormidium* u. a. ist daneben der Florideenfarbstoff Phykoerythrin vorhanden und bei *Phormidium luridum*, *Microchaete tenera* und dem von manchen Autoren zu den Florideen gestellten *Porphyridium cruentum* überwiegt dieser sogar. N. Wille fügt zu diesen Arten noch das marine *Phormidium persicinum*, das auch in der eigentlichen Florideentiefe lebt. Ref. möchte außerdem auf die in Bergbächen lebende *Pleurocapsa cuprea* Hansg. aufmerksam machen und weiter auf *Oscillatoria rubescens* DC, bei deren Zersetzung ein roter, genau wie Phykoerythrin fluoreszierender Farbstoff in Lösung geht. Wille (in Ber. Deutsch. Bot. Ges. vom 27. Juli 1922) betont mit Recht die sich hierin äußernde nahe Verwandtschaft zwischen Blau- und Rotalgen.

H. Gams.

Vortäuschung stereoskopischer Effekte in einem Mikro-Präparat. Schürhoff (Zeitschrift f. wiss. Mikro. 1922, Bd. 39, Heft 1) macht darauf aufmerksam, daß bei Betrachtung gefärbter mikroskopischer Präparate durch den Zeißschen Doppeltrubus Bitumie die verschiedene Färbung eines Präparates stereoskopische Effekte vortäuscht, trotzdem die betreffenden Punkte in der gleichen Ebene liegen, z. B. scheinen bei einem Autochromraster die grünen und violetten Stärkekörner dem Auge näher zu liegen als die orangeroten, bei einem Sputumausstrich scheinen die rotgefärbten Tuberkelbazillen etwa einen Zentimeter über dem blauen Untergrund zu schweben. Diese Feststellung erscheint deshalb wichtig, weil ohne Kenntnis dieser Erscheinung leicht falsche Schlüsse gezogen werden können, besonders wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, ob kleine Granula oder Protozoen innerhalb einer Zelle oder außerhalb derselben liegen. (Es handelt sich hier nicht um einen Fehler der Apparatur, sondern unserer Vorstellung erscheint ein intensiv gefärbter Gegenstand näher als ein matt gefärbter, infolgedessen halten wir z. B. einen intensiv leuchtenden Stern für näher, als einen kleineren, der weniger Licht ausstrahlt.) —ff.—

Ein neuer Objektiv- und Präparatsschützer, den wir als sehr praktische Neuerung bezeichnen müssen, wird auf Anregung von Dr. B. i. e. n. von den optischen Werken C. Reichert, Wien, in den Handel gebracht. Bei der groben Einstellung des Mikroskops kommt es bekanntlich leicht vor, daß man mit dem Tubus zu tief geht und dann das wertvolle Präparat und Objektiv beschädigt, besonders wenn man mit starken und stärksten Objektiven (Immersionen) arbeitet. Auch bei solchen Mikroskopen, die mit der sogenannten Präparate schützenden Einstellung versehen sind, bei denen also der Tubus zurückfedert, sobald das Objektiv auf das Präparat stößt,

ist dieser Übelstand nicht ausgeschlossen. Man ist daher gezwungen, bei jeder Einstellung genau zu kontrollieren, wie weit das Objektiv vom Präparat entfernt ist. Diese



lästige Arbeit erübrigt sich durch Anwendung des Reichertschen Objektivschützers, der an jedem beliebigen Objektiv mit englischem Normalgewinde angebracht werden kann.

Diese Einrichtung ist äußerst einfach zusammenzusetzen und recht bequem anzuwenden. Sie besteht, wie die Abb. zeigt, aus einem Ring, mit dem der Apparat zwischen Objektiv und Tubus (oder Revolver) eingesetzt wird, an dem seitlich ein senkrecht verstellbarer Anschlagestift angebracht ist. Dieser Stift wirkt derartig, daß bei unbeabsichtigtem Senken des Tubus unter die Einstellungsebene seine Ebonitspitze auf den Objektträger (nicht auf das Deckglas!) aufstößt und ein weiteres Senken des Tubus verhindert, ehe eine Berührung von Objektiv und Deckglas stattfinden kann, so daß also auch bei unkontrollierter Benutzung des Mikroskops durch weniger geübte Personen eine Beschädigung der wertvollen Objektive und Präparate ausgeschlossen ist.

Die einzige Arbeit, die man mit dem Apparat hat, besteht darin, daß man ihn zunächst richtig einstellt. Dazu verwendet man ein Präparat mit verhältnismäßig dickem Deckglas, senkt den Tubus vorsichtig, bis das Objektiv ohne jedweden Druck leise das Deckglas berührt und schraubt dann den Stellstift des Objektivschützers so weit herunter, bis seine Spitze an den Objektträger (aber nicht an das Deckglas!) fest anstößt. Dann fixiert man den Stellstift durch die seitliche Stellerschraube unverrückbar fest. Diese Abstimmung des Stellstiftes wird ein für allemal durchgeführt und bleibt dann unveränderlich. Man kann dann jedes beliebige Präparat gefahrlos einstellen, indem man den Tubus so weit senkt, bis der Stellstift den Objektträger berührt; sodann hebt man den Tubus mit der Mikrometerschraube langsam solange empor, bis das Bild scharf erscheint.

—i—

Die bei anorganischen Wachstumserscheinungen entstehenden Niederschläge.

Von J. Winkelmann.

Während wir uns in den früheren Aufsätzen¹⁾ mit den anorganischen Wachstumserscheinungen in ihrer Gesamtform beschäftigten, wenden wir uns nunmehr den hierbei entstehenden Produkten zu. Eine einfache Einteilung für diese wäre ungefähr folgende. Es können entstehen:

1. Hochdisperse oder kolloide Niederschläge
2. Amorphe, unzusammenhängende
3. Amorphe, zusammenhängende
4. Halbkristallinische
5. Kristallinische

Diese Einteilung ist natürlich rein willkürlich und kann nur zur schnelleren Orientierung zweckmäßig sein, denn ob eine solche Einteilung wie amorphe, kolloidale und kristallinische wirklich berechtigt ist, muß noch sehr dahingestellt bleiben. Weimarn vertritt, wie wir weiter unten sehen werden, z. B. entschieden den entgegengesetzten Standpunkt, nämlich, daß nur die kristalloide Form existiert, und daß nur Fehler der Beobachtung uns jene anderen Formen vortäuschen. Wir sehen, daß bei den Vorgängen, die wir beobachten, eine Materie aus einer anderen in jeder uns bekannten Form sich ausscheiden kann. Wir denken hier gleich an ein Gesetz aus der Kolloidchemie, nämlich daß es zwischen den einzelnen Klassen von Körpergrößen keine Lücken gibt, sondern von den echten Lösungen über die Kolloide bis zu den größten Suspensionen sich stetig eine Form der andern anreihet und man für jede Körpergröße Vertreter finden kann. An die größten Suspensionen aber schließen sich ebenfalls allmählich steigend schließlich die makroskopischen Formen. Der Ausdruck Suspension oder Kolloid bezieht sich also nur auf die Körperklasse, nicht aber auf seine physische Form. Ein Kolloidteilchen kann also kugelig, eckig oder sonstwie geformt sein, ebenso ein Emulsionsteilchen. Eine bestimmte Substanz aber kann wieder in allen Größen auftreten als echtes Lösungsteilchen, als Kolloid, als Emulsionsteilchen oder noch größer als Ausflockung oder sonst makroskopisches Teilchen. Seine physische Form kann je nach seiner Wesensart verschieden sein. Der eine Körper tritt fast stets in allen Größen kristallinisch auf, der andere fast stets amorph. Man kann z. B. Bariumkarbonat als makroskopischen Kristall züchten oder als mikroskopisch kleine Kristalle ausfallen, schließlich

unter anderen Bedingungen auch in Kugel-, Semmel- und Rosettenform (Globoiden), die sich bei geeigneten Versuchsbedingungen zu makroskopischen Größen auswachsen können.

Der Rahmen des Aufsatzes verbietet eine weitere Auseinandersetzung. Vielleicht können später einmal diese Erscheinungsformen der Materie ausführlicher betrachtet werden, denn die Literatur hierüber ist zu zerstreut, als daß jeder Leser sie sich mühsam zusammensuchen könnte, und andererseits muß es doch wieder jeden naturwissenschaftlich Arbeitenden interessieren, zu wissen: wie sind nun eigentlich die Lösungen, mit denen ich arbeite, chemisch und physikalisch aufgebaut? Was habe ich mir darunter vorzustellen, wenn es heißt, jener Farbstoff ist kolloid, dieser aber kristallinisch aufgebaut, jene Säure dissoziiert, jenes Salz in seiner Lösung hydrolytisch gespalten.

1. Kolloide Niederschläge.

Solche treten bei Vorgängen, die typische Wachstumserscheinungen zeigen, nicht sehr häufig auf. Wir finden sie namentlich bei der Diffusion von Gold-, Silber- und Platinsalzen in karbonathaltigen Gelatinen. Sie sind meist lebhaft gefärbt und zeigen auch bei stärkster Vergrößerung keine Differenzierung. Über die Sichtbarmachung kolloidaler Teilchen durch die Ultramikroskopie muß man schon die einschlägigen Werke studieren. Zwei kleinere, aber recht klar geschriebene und leicht verständliche sind: Ostwald, Die Welt der vernachlässigten Dimensionen, und Poeschl, Kolloidchemie.

2. Amorphe Niederschläge in feiner Verteilung.

Diesen sind wir bisher am häufigsten begegnet. Wir brauchen sie nur in alten Präparaten zu suchen. Alte Platten mit Niederschlägen von Karbonaten und Phosphaten zeigen sie in allen Größen, und zwar läßt sich oft beobachten, wie mit der Entfernung vom Niederschlagszentrum die Körnung zuerst fast nicht sichtbar ist, dann aber allmählich nach außen hin immer mehr zunimmt; manchmal wird sie nach Erreichen eines Optimums wieder kleiner. Die größten amorphen Teilchen wachsen dann manchmal zu Übergängen von Globoiden aus. Weit seltener findet man auch Übergänge zu Kristallen. Viele unserer Präparate werden ohne weitere Behandlung eingetrocknet sein; solche sind dann meist voll von störenden kristallinischen Niederschlägen nicht verbrauchter Reagenzen. Wäscht man diese in vielem kaltem Wasser aus, lassen sich

¹⁾ Mikrokosmos Jhrg. XIV S. 74, 126, 211 Jhrg. XV, S. 217.

die feuchten Platten oft besser beobachten als die getrockneten, da das Wasser meist eine bedeutende Aufhellung hervorruft (Abb. 1). Wollen wir aber die Abscheidung von Kristallen überhaupt beobachten, setzen wir Tropfen davon auf recht reine Gelatine, lassen diffundieren, saugen den Überschuß ab und sorgen für schnelles Eintrocknen. Je nach dem Ge-

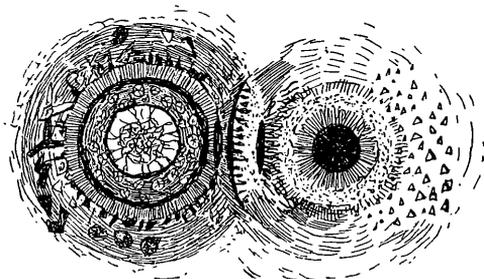


Abb. 1. Altes Diffusionspräparat mit allen Arten von kristallinischen, halbkristallinischen und amorphen Niederschlägen.

halt entstehen von ein und demselben Salze die verschiedensten Formen. Auch der umgekehrte Weg; wenig Gelatine in verdünnten Lösungen und Eintrocknen auf Platte ist schon beschrieben worden. Bei diesen Versuchen sieht man, wenn man das Eintrocknen verdünnter Lösungen in recht dünner Schicht unter dem Mikroskop verfolgt, bei manchen Salzen (Alaun, Salpeter u. a. m.) vor dem Auftreten der Kristallspieße das Erscheinen besonderer Kristallisationszentren in Form heller Beugungsstreifen. Man versuche diese durch seitliche Beleuchtung und Senken des Kondensors zu verdeutlichen. Beobachtet man weiter, sieht man, wie sich allmählich genau in Richtung dieses Beugungsstreifens ein Kristall ausscheidet. Man muß also annehmen, daß dort bereits vor dem Sichtbarwerden des Kristalles eine Anhäufung der Salzmoleküle stattgefunden hat. Der erste, der diese Erscheinungen beobachtet hat, ist wohl Schróen in Neapel gewesen, dessen Arbeiten aber lange Zeit viel zu wenig gewürdigt wurden.

3. Zusammenhängende amorphe Niederschläge.

Aber nicht nur in unzusammenhängenden amorphen Körnern finden wir die Niederschläge abgesetzt; bei einigen Präparaten entstehen ausgesprochen zusammenhängende Ringe, Scheiben, Blasen usw. Es bilden sich richtige Häute, eben das, was man ursprünglich als Membran auffaßte, sozusagen die Membranen par excellence. Der Begriff ist ja erst (vergl. die früheren Aufsätze) von Pringsheim und seinen Nachfolgern erweitert worden.

Diese Membranen sind ein großes Forschungsgebiet geworden, da sie ja im Haushalte der Natur die größte Rolle spielen infolge ihrer uns schon bekannten Eigenschaften, einen Körper durchzulassen, den andern aber nicht.

Sowie man nun vom Wachstum einer Membran spricht, taucht eine alte Streitfrage auf.

Wächst nämlich eine solche Membran durch Einlagerung neuer Teilchen zwischen alte, also durch Intussuszeption oder nur durch äußere Anlagerung, also durch Apposition? Nägeli vertrat die erste, Strasburger die zweite Annahme beim Wachstum der Zellwände. Beide hatten unrecht und recht, denn eine Art schließt die andere nicht aus. Es sind beide Arten von Wachstum möglich.

Wachsende anorganische Membranen hat zuerst am gründlichsten Traube (gesammelte Abhandlungen) beobachtet, später Quincke u. a.

Die hierüber angestellten zahlreichen Versuche lassen sich in leichter Weise wiederholen.

Versuch 55: Man läßt in Gelatine Kupfersalze gegen Ferrocyankalium wandern. Je nach der Konzentration erhält man die verschiedensten Membranen. Bringt man dann auf die eine Seite der schmalen Membran ein drittes Salz, z. B. Silbernitrat, so kann man beobachten, ob es durch die Membran wandert, indem man auf der anderen Seite das Silber durch Natriumchlorid nachzuweisen versucht; man wiederhole diesen Versuch mit anderen Salzen, Säuren und Basen und wird finden, daß die Ferrocyanokupfermembran sich den verschiedenen Salzen gegenüber ganz verschieden verhält, indem sie die einen durchläßt, die anderen nicht (Abb. 2).

Versuch 56: Man bringt mit einem Tropfglas Tropfen kaltgesättigter (0,6 normal) Ferrocyankaliumlösung in 0,5 normale Kupfersulfatlösung. Hier zeigt sich typisch das Wachstum durch Intussuszeption. Traube fügte bei seinem Versuche der Ferrocyankaliumlösung gleich andere Salze zu und wies diese, soweit sie durch die Membran diffundiert waren, in der Kupfersulfatlösung nach. Hierbei zeigt sich noch, daß oft hinzugefügte neutrale Salze wie Kalisalpeter u. a. das Aussehen der Membran veränderten, indem diese nicht rund wurde, sondern sich mit Stacheln besetzte u. d. mehr (Abb. 3).

Versuch 57: Man ruft das Wachstum nach einer Methode ähnlich der von Quincke ausgearbeiteten hervor. Zu diesem Zwecke macht man sich durch Ausziehen von Biege- röhren frische feine Kapillaren von verschiedener Dicke; diese hält man in geringer Höhe über eine Mikroflamme, wodurch man sie leicht biegen kann. Sie müssen so fein sein, daß sie beim Einsenken in Flüssigkeiten von selbst in Tätigkeit treten. Man hebt sie am besten unter Wasser auf. Die Apparatur ist

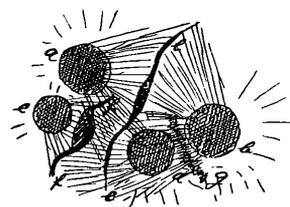


Abb. 2. Diffusion durch Membranen. Kupfersulfat (a) und Ferrocyankalium (b) bilden eine Membran (c). Nach ihrer Entstehung wird ein Tropfen Silbernitrat (d) in die Nähe der Membran gesetzt. Das durch diese diffundierende Silber wird auf der anderen Seite durch Natriumchlorid (e) nachgewiesen als Chlorsilber (f). Bei (g) entsteht außerdem Ferrocyan Silber.

aus Abb. 4 ersichtlich. Die nötige Niveau-differenz, die nur wenige Millimeter zu betragen braucht, stellt man sich am besten durch Zu- oder Abpipettieren von *a* her. Je nachdem die eintretende Flüssigkeit schwerer oder leichter ist, sinken oder steigen die Membranegebilde. Bei konzentrierteren Lösungen erhält man feste Membranen, die beim Ferrocyan-kupfer bald die bekannte dunkle rotbraune Farbe annehmen. Verdünnt man die konzentrierten ($1/2$ -normalen) Lösungen auf das 10fache, erhält man ebenfalls noch große Blasen, die lange durchsichtig bleiben. Je langsamer die Gebilde wachsen, je schöner werden sie. Man kann sie in verschiedenen Stadien vorsichtig herausnehmen und mikroskopieren; nur mischt sich dann ihr Inhalt leicht mit der anderen Flüssigkeit und anstatt einer Membran erhält man einen dicken Niederschlag; besser nimmt man von der Flüssigkeit aus dem Becherglas auf einen Objektträger und tröpfelt von der anderen Lösung einen Tropfen hinein. Die sich bildende Membran macht ebenfalls alle Stadien durch. Bedeckt man mit einem Deckglas und schiebt dieses hin und her, erhält man einzelne Schollen und Bruchstücke, die sich sehr gut beobachten lassen.

Versuch 58: Man benutzt einen hohlen Objektträger oder besser einen solchen mit aufgekittetem Ring. Man füllt die Höhlung völlig mit der einen Lösung aus und bringt die andere als kleinen Tropfen auf das Deckglas (minimal

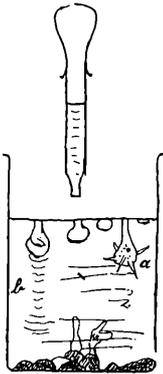


Abb. 3. Ferrocyan-kupfermembranen durch Eintropfen von Kupfersulfat in Ferrocyan-kalium entstanden. Bei Zusatz anderer Salze entstehen Stacheln (a) und Spießeln oder Schlieren (b).

dem man die käuflichen Ringe zerschneidet, mit Kanadabalsam aufkittet und in der Wärme trocknen läßt. Hier kann man Lösungen zufließen lassen und absaugen; die Öffnungen können dann ebenfalls durch Vaseline verschlossen werden. Konzentrierte Ferrocyan-kaliumlösungen z. B. als Tropfen in eine fünf-fach verdünnte normale Kupfersulfatlösung gebracht, gaben zuerst eine völlig homogene Membran, die durchsichtig war und wie flüssig

erschien; von dieser aus wuchsen dann dünne Röhrchen nach unten. Nach 24 Stunden war die Membran dicker, dunkler und körnig geworden. Bei Zufließenlassen von Wasser bildeten sich an einigen Stellen kleine Kristalle, während andere deutliche Faltungen zeigten; die Membran ist also keineswegs homogen. Q u i n c k e hat diese Verhältnisse eingehend

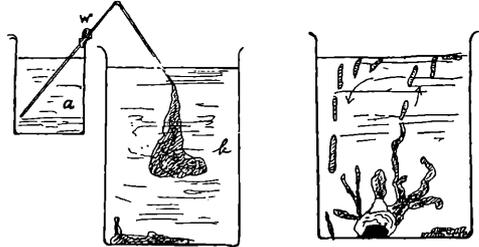


Abb. 4. Entstehung von Membranen durch die Kapillarmethode.

Abb. Eisenchlorid in Natronsilikat bildet große Gewächse, von denen sich freischwimmende Kapseln absondern, die nach einiger Zeit zu Boden sinken.

untersucht und eine besondere Theorie aufgestellt, deren Erörterung hier aber zu weit führen würde. Auf die geschilderten Arten lassen sich die verschiedenen Körper in Membranform niederschlagen. Gut gelingt die Herstellung von Phosphat-, Carbonat- und Silikatmembranen. Auch β -Gelatine mit Gerbsäure (Tannin) gibt je nach der Konzentration die verschiedensten Membranen. Man stellt sich β -Gelatine her durch 2,5stündiges Kochen von 10 Prozent Gelatine im Rückflußkühler oder in offener Schale (Wasserbad) unter Ersatz des Wassers. Sie ist bei Zimmertemperatur dickflüssig und erstarrt nicht.

Versuch 59: Man bringe Stücke von Kalziumchlorid, Kupfersulfat, Bariumchlorid, Manganchlorid, Eisenchlorid u. a. Salzen auf den Boden von Reagenzgläsern oder auch Bechergläsern, Einmachgläsern usw. und überschichte mit verschiedenen konzentrierten Lösungen von Carbonaten, Phosphaten, Silikaten und Ferrocyankalium. Man erhält die verschiedensten Wachstumsformen in Form von Bäumen, langen Strängen, Blättern und Fäden. Jedoch sollen diese Versuche in einem späteren Aufsatz unter anderen Gesichtspunkten näher betrachtet werden (Abb. 5 u 6).

4. Halbkristallinische oder kristallinische Niederschläge.

Daß eine Membran aus einzelnen Kristallen bestehen kann, erscheint zuerst ein Widerspruch. Wenn wir aber als Membran nur eine Zone auffassen, die einem Stoffe den Durchtritt verbietet, ist dies sehr wohl möglich. Eine Zone oder Reihe von eng aneinanderliegenden Kristallen von Silberchromaten übt auf entgegen diffundierendes Chlor (NaCl) z. B. eine Membranwirkung aus; denn das Chlor wird in ihr als Silberchlorid niedergeschlagen. Bei unseren Versuchen setzen sich die Niederschläge nun oft in Form von Kristallen an. Bald sind diese winzig klein und

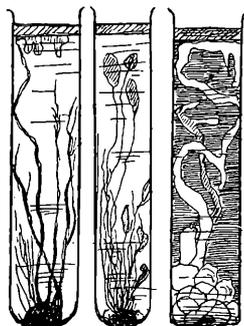


Abb. 6. Gewächse von Kalziumkarbonat, Manganphosphat u.-silikat und Ferrocyan-kupfer in langen Röhren. Die Fäden und Stengel sind hoch und in ihnen findet ein lebhafter Transport von Wasser und Salzen statt.

men belegt worden. Globoide nennen.

Versuch 60: Auf erstarrte Gelatine bringen wir auf 3 verschiedenen Objektträgern größerer Art in die Mitte je einen Tropfen Natriumkarbonat, Oxalsäure oder Kaliumkarbonat, Konzentration etwa normal. Um diese Tropfen werden 4 andere gelegt, und zwar je eine Lösung eines Salzes von Barium, Kalzium, Blei, Mangan und beim Chromat vielleicht noch Silber, Konzentration etwa $\frac{1}{10}$ normal. Schon nach einer halben Stunde haben sich bei etwa 1—2 cm Entfernung der Tropfenzentren die ersten Niederschläge gebildet (Abb. 7).

Die Beschreibung der einzelnen Formen würde viel zu weit führen; man könnte ein kleines Lehrbuch damit füllen. Sie sind oft anders als die in mikrochemischen Werken angeführten, aber ebenso charakteristisch. Das Wachstum der einzelnen Globoide, Kristalle läßt sich vortrefflich verfolgen, besonders schön beim Bariumkarbonat, Bariumoxalat, Manganoxalat u. a. mehr. Letzteres bildet beim Wachsen in Glyzeringelatine große Globoide und nicht die charakteristischen zum Stern sich ausbreitenden Spieße. Hier sei noch eine besondere Methode erwähnt, die besonders vor anderen große Vorzüge hat, nämlich:

1. Der zu untersuchende Stoff a braucht wie bei den gebräuchlichen mikrochemischen Methoden nur in sehr geringer Menge vorhanden zu sein.

2. Das Reagens b tritt beliebig in gleichbleibender oder abnehmender Konzentration zum Stoffe a, je nach Einrichtung des Versuches und zwar von allen Seiten gleichmäßig.

3. Es wird ein großes Feld von gleichen Zuständen geschaffen, so daß von den günstigsten gewachsenen Kristallen stets eine ganze Anzahl entstehen.

4. Der Anfang der Reaktion ist bereits in kürzester Zeit wahrnehmbar.

5. Die Reaktion kann unterbrochen und dann beliebig weitergeführt werden, ohne die Lage der Kriställchen zu stören.

eng aneinanderliegend, bald groß und mit großen Zwischenräumen, oder sie bilden förmliche Gitter und ähnliches. Winzige Kristalle finden wir bei den Karbonaten, insbesondere dem Silberkarbonat. Hier finden wir aber auch gerade oft die Erscheinung, daß Kristalle nicht vollkommen sind, sondern abgerundet oder gänzlich Kugeln darstellen. Diese sind von den verschiedensten Forschern bei anderen Gelegenheiten beschrieben und mit den verschiedensten Namen. Wir wollen sie hier

6. Nach völliger Beendigung des Versuches liegt ein fertiges Dauerpräparat vor, das außer etwaiger Umrandung keiner weiteren Manipulationen bedarf.

Die Methode ist folgende: der Stoff a, der wie bei mikrochemischen Versuchen so behandelt worden ist, daß er als wässrige Lösung vor uns liegt, wird als kleiner Tropfen auf den Objektträger gebracht und durch Erwärmen möglichst konzentriert; ist er leicht wasserlöslich, kann bis zur völligen Verdunstung eingetrocknet werden. Nun wird auf den Tropfen oder auf die Kristallrestchen ein Tropfen von Glyzeringelatine gebracht. Vor dem Erstarren wird ein (am besten rundes) Deckglas aufgelegt. Nach dem Erstarren kommt der ganze Objektträger in die Lösung b, die sich beispielsweise in einem Petrischälchen befinden kann. Man kann auch ruhig mehrere solche Objektträger in einer Petrischale aufeinanderlegen (Abb. 7 u. 8). Die Lösung b braucht nicht sehr konzentriert zu sein; ein Zehntel Normallösungen genügen. Erweisen sie sich als zu schwach, kann man sie leicht beliebig verstärken. Die Lösung b diffundiert sofort gleichmäßig von allen Seiten in die Glyzeringelatine hinein; wenn sich einige mm große Kristalle gebildet haben, wird unterbrochen. Man nimmt die Objektträger heraus, spült ab und untersucht unter dem Mikroskop. Die von den äußeren Teilen der Glyzeringelatine aufgenommene Lösung diffundiert dann noch weiter in das Innere und nimmt hierbei, da sie verbraucht wird, an Konzentration ab. Dieses ist oft für die Entstehung besonders guter Formen günstig. Die Kristalle liegen bei diesen Methoden gleichmäßig im Präparat verteilt. Am Rande die meisten, oft winzig klein, und eng aneinander; in der Mitte zu weniger und meist größere. Liegen die Objektträger nicht viele Stunden in der Lösung b, ist ein Hinausdiffundieren der Gelatine kaum zu befürchten. Die Präparate schrumpfen dann nach dem Abtrocknen kaum ein; am besten ist es, sie sofort mit einem nicht zu dünnen Lackring zu umziehen, der evtl. noch einmal erneuert werden muß; man besitzt aber dann auch sofort ein fertiges Dauerpräparat. Diese Methode übertrifft alle andern Methoden zur Herstellung mikrochemischer Dauerpräparate an Einfachheit und Schnelligkeit. Durch sie ist es möglich, unzerstörte Präparate von den feinsten Kriställcheln zu erhalten, die sonst beim Auswaschen usw. jedesmal regelmäßig zerstört werden.

Die Methode hat noch den Vorteil, daß der Versuch im fertigen Präparat noch einige Zeit

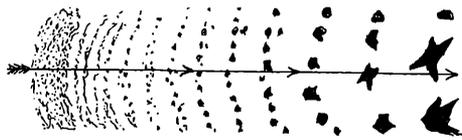


Abb. 7. Silberphosphat unter dem Deckglas periodisch niedergeschlagen. Abstand der einzelnen Reihen und Größe der Kristalle nimmt gleichmäßig zu. Oft 50—70 Reihen. Stark vergrößert.

von selbst weiterläuft. Es ist hierdurch möglich, die verschiedensten hintereinander auftretenden Wachstumsformen zu beobachten. Je nach der Konzentration der Gelatine und der Komponenten, die den Niederschlag aufbauen, entstehen verschiedene Formen hintereinander. Die kleineren wachsen sich dabei im Laufe von Tagen zu größeren aus; oder sie lösen sich auf und an ihrer Stelle entstehen größere. Aus einzelnen Globoiden werden Himbeerformen oder stachelige Sterne usw.

Diese Methode läßt sich noch beliebig variieren. Man kann zum Beispiel die Reaktion zwischen 2 Deckgläschen ausführen, die man in ein kleines Farbschälchen legt. Oder man legt den Objektträger wagerecht hin und schichtet die Lösung b wie einen Ring um das runde Deckglas auf. So erreicht man äußerste Sparsamkeit. Die Lösung des Körpers a mit der Glyceringelatine in eine Kapillare einzusaugen und diese in die Lösung b einzulegen, empfiehlt sich nicht. Hier stört die Enge und die Nähe der Wände zu sehr die Ausbildung und auch die Beobachtung.

Die verschiedene Art der Niederschläge in Gallerten ist von Liesegang in zusammenhängende und nicht zusammenhängende (konkretionäre) eingeteilt worden, d. h. in solche, die sich als homogen erwiesen und in solche, bei denen sich einzelne Teile nachweisen ließen. Diese Einteilung ist natürlich willkürlich, denn es existieren bei ein und demselben Körper alle Formen, vom nicht mehr mikroskopisch auflösbaren Niederschlag bis zum makroskopischen Kristall. Dieses läßt sich besonders gut an Niederschlägen von Silberphosphat nachweisen. Aber auch die Einteilung, die wir hier gemacht haben, ist nichts weiter als ein Schema. Weimarn vertritt z. B. die Ansicht, daß alle diese Formen, also auch die Kolloide und uns nicht kristallinisch erscheinenden zusammenhängenden amorphen Häute usw. nichts weiter sind als der mehr oder weniger starre Zusammenschluß oder (bei den Kolloiden) das einzelne Auftreten aller kleinster Kristalle. Einmal liegen sie frei (bei den Kolloiden), das andere mal unregelmäßig zusammengeschlossen (bei

den amorphen Niederschlägen), das drittemal vektoriell ausgerichtet (im Kristall). Eine ähnliche Anschauung vertritt übrigens auch Münden in seinem Werke „Der Chthonoblast“; nur daß hier nicht winzige (amikroskopische) Kristalle die Bausteine bilden, sondern eben die Chthonoblasten.

Mit diesem Aufsatze schließt die erste Reihe der vorgenommenen Arbeiten. Der Leser ist durch sie soweit orientiert, daß ihm ein überreiches Material zur Verfügung steht, das er nacharbeiten kann und von dem aus er neue Versuchsreihen machen kann. Gerade die in diesem Aufsatze z. B. angeführten letzten Versuche regen dazu an, sie nach der mikrochemisch analytischen Seite hin auszuarbeiten, ein Versuch, der auch von mir unternommen worden ist und zum Teil zu überraschenden Resultaten geführt hat. Aber gerade hier wäre die Mitarbeit anderer überaus wünschenswert, da man nur so die Brauchbarkeit analytischer Methoden feststellen kann.

Die makroskopischen Versuche führen zu den Arbeiten hinüber, die Leduc in seinem Buche „Das Leben“ (Verlag Hofstetter, Halle, 1912) beschrieben hat.

An die Reaktionen des Bariumchlorids mit reiner oder karbonathaltiger Gelatine knüpfen die Arbeiten Kuckucks über „Die Lösung des Problems der Urzeugung“ an (J. A. Barth, Leipzig, 1907).

Mündens Chthonoblast (J. A. Barth, Leipzig, 1907) wurde bereits erwähnt.

Eine ausführliche Literaturangabe habe ich bereits im ersten Aufsatze (Mikrokosmos, Jhrg. XIV, S. 74) veröffentlicht. Ich würde mich freuen, wenn recht zahlreiche Leser des Mikrokosmos meine Arbeiten aufgreifen würden, und durch gemeinschaftliche Arbeit erhöhten Genuß und Forscherfreude an diesen Gebieten fänden.



Abb. 8. Petrischale mit 2 Objektträgern, das untere mit einem, das obere mit 2 Deckgläsern, unter denen sich Glyceringelatine mit dem zu untersuchenden Stoffe (a) befindet. Die Schale ist mit dem Reagens (b) gefüllt.

Die erste Besiedelung der Gesteine.

(Fortsetzung von Seite 17).

Von Prof. Dr. F. Falger.

3. *Diatomaceae*: *Diatoma vulgare* und *Synedra Ulna* kamen selten auf Sandstein vor, *Achnanthes coarctata* ebenso auf Kalk. Weitaus die häufigste Gattung ist *Navicula*; davon steht *Navicula borealis* bei allen Gesteinsarten an erster Stelle. Ihr folgt an Häufigkeit im Sandstein *N. sp.* 33 Francé, die im Kalk nie, im Urgestein selten angetroffen wurde. Der reiche Formenkreis der *N. mutica* ist ebenfalls, wenngleich nicht stark, auf Sandstein vertreten. *N. mesolepta* findet sich manchmal auf Sandstein und Kalk, *N. atoma*

und *N. appendiculata* gelegentlich auf Sandstein. *Nitzschia acicularis* wurde öfters auf Sandstein gefunden, von *N. communis* fand ich kein lebendes Exemplar. *Hantzschia amphioxys* ist als zweithäufigste Gattung auf allen Gesteinsarten hervorzuheben.

Dazu kommen noch seltene kleinste Formen, die ich nicht bestimmen konnte, da das Präparat zu trüb war.

In der folgenden Übersicht ist auch der Prozentsatz derjenigen Proben, die wohl *Diatomeenschalen*, aber keine

lebenden Formen aufwies, angeführt:

Gattung	Sandsteine		Kalk		Urgestein	
	L. ¹⁾	S. ²⁾	L.	S.	L.	S.
Diatoma.	1%	—	—	—	—	—
Synedra	1%	—	—	—	—	—
Achnanthes	—	—	4%	—	—	—
Navicula	32%	10%	4%	8%	38%	10%
Nitzschia	10%	3%	—	—	—	—
Hantzschia	20%	8%	4%	—	5%	—
Diat. gen. et sp. dub.	3%	—	4%	—	5%	—
Diatomaceae	46%	13%	16%	8%	43%	10%

4. *Fungi*: Von den Pilzen konnte ich mit Sicherheit nur *Cladosporium humifaciens* feststellen. Neben ihm kommen noch ziemlich häufig farblose und zartbläuliche Myzele vor, ebenso sind Pilzsporen nicht selten. Nie in großer Anzahl, sind Pilze doch in der überwiegenden Mehrheit der Proben zu finden.

	Sandstein	Kalk	Urgestein
Fungi.	82%	75%	81%

5. Protozoa:

Die Rhizopoden spielen auf dem Gestein eine kleine Rolle. Ihrem Feuchtigkeitsbedürfnis entspricht der nackte Fels selten, und die Empfindlichkeit gegen Fröste ist für sie ebenso verhängnisvoll. So sieht man sie kaum in einem Viertel aller untersuchten Proben, und auch dann treten sie meist einzeln, nie in größerer Menge auf. Am günstigsten ist für sie noch Sandstein. Auf ihm wurden von der Gattung *Amoeba* gefunden: *A. verrucosa*, *A. radiosa*, *A. limax*, *A. proteus*, *A. terricola*, diese auch auf Urgestein, alle aber nicht häufig. *Arcella vulgaris* wurde selten auf Sandstein und Urgestein beobachtet. *Echinopyxis aculeata* ist selten auf Sandstein. *Geococcus vulgaris* ist auf Kalk und Sandstein die häufigste Form der beschalteten Rhizopoden. *Diffugia constricta* fand sich auf Sandstein und Urgestein, *D. pyriformis* und *D. urceolata* auf kristallinem Gestein.

Noch seltener als Rhizopoden sind Ziliaten zu finden. Sie gehören wohl überhaupt nicht in den Kreis der ersten Ansiedler, sondern sind zufällige Mitbewohner, die unter günstigen Verhältnissen zur Ent-

wicklung kommen und sich halten, solange diese andauern.

Gattung	Sandstein	Kalk	Urgestein
Amoeba	11%	4%	5%
Echinopyxis	1%	—	5%
Geococcus	2%	8%	—
Diffugia	2%	—	10%
Ciliata	11%	—	—
Protozoa	25%	8%	15%

6. *Rotatoria*: *Rotifer vulgaris* wurde in etwa 10% der Sandsteinproben, selten auf Kalk gefunden. *Callidina* ist manchmal auf Sandstein. Eier von Rotatorien und solche in anabiotischem Zustande kommen häufiger zur Beobachtung. Als Nahrung fand ich im Darm der Rotatorien stets Zyanophyzeen und Chlorophyzeen. Auffallend ist ihr Fehlen auf kristallinem Gestein. Daß sie diesem sonst nicht fremd sind, ergibt sich daraus, daß eine Tintenstrichvegetation vom Schwarzwaldgranit, die in der Statistik natürlich nicht aufgenommen wurde, Rotatorien zeigte. Es scheinen sie also ungünstige Feuchtigkeitsverhältnisse hier abzuhalten, obwohl sie sich im allgemeinen mit mittlerer Feuchtigkeit begnügen. Wie die Protozoen, so sind auch sie nur Gäste unter günstigen Bedingungen; auch dann treten sie stets einzeln auf.

	Sandstein	Kalk	Urgestein
Rotatoria einschl. der anabiotischen und der Eier	28%	12%	—

7. *Tardigrada* *Milnesium Tardigradum* ist sehr selten (etwa 3%) auf Sandstein.

8. *Nematoda*: *Dorylaimus* kommt auf etwa 6% der Sandsteinproben vor; beide sind nur zufällige Gäste, die an das reichliche Vorkommen anderer Formen gebunden sind.

Zusammenfassung:

	Sandstein	Kalk	Urgestein
Cyanophyceae	89%	92%	81%
Chlorophyceae	69%	71%	71%
Diatomaceae	45% ¹⁾	16%	43%
Fungi	13% ²⁾	8%	10%
Protozoa	82%	75%	81%
Rotatoria	25%	8%	15%
Tardigrada	28%	12%	—
Nematoda	3%	—	—
	6%	—	—

¹⁾ L = lebend. ²⁾ S = nur Schalen.

¹⁾ lebend, ²⁾ nur Schalen.

Es fällt sofort die führende Rolle der *Zyanophyzeen* auf. Auch an Individuenzahl stehen sie an erster Stelle. Die *Pilze* sind, obwohl an Häufigkeit des Vorkommens an zweiter Stelle stehend, in bezug auf Individuenzahl an dritte Stelle zu setzen. Sie werden hierin von den *Chlorophyzeen* bei weitem übertroffen. Nie finden sich Pilze in einem Präparat in der großen Zahl wie *Zyanophyzeen* und *Chlorophyzeen*. *Diatomeen* beherrschen selten das Bild; fast immer nur in kleiner Anzahl vorhanden, sind sie doch stärker vertreten als die nächsten vier Gruppen, deren Vertreter fast immer nur als Einzelsiedler erscheinen.

Werden die Untersuchungen einmal auf eine größere Anzahl von Standorten und Gesteinsarten ausgedehnt, so wird sich noch manche neue Form dazu finden. Wenn ich die unvollkommenen Ergebnisse trotzdem schon jetzt vorlege, so ist mir dafür maßgebend, daß ich mir einerseits keine rein floristische, sondern eine biologische Arbeit zum Ziel gesetzt habe, und deshalb eine oder mehrere neue Formen an dem Resultate wenig ändern werden; andererseits habe ich ein bestimmtes Gebiet, das des Sandsteins, ziemlich gründlich untersucht. Auch kann eine solche Arbeit nie vollständig abgeschlossen sein.

Lebensbedingungen.

1. Das Licht.

Die Lichtfrage besteht für unsere Organismen eigentlich nur dann, wenn sie sich in Höhlen oder Spalten ansiedeln. Vollständiger Lichtmangel tritt für sie wohl kaum ein. Einige Beispiele mögen den Einfluß des Lichtes darlegen.

1. 7. X. 12. Sandstein, trocken, Inneres einer Spalte, die durch Abblättern entstanden ist: *Chroococcus* 3 Stück, *Synechococcus* 1 Stück, *Isocystis* 1 Stück, *Mesotaenium* 2 Stück, *Diatomeen*, lebend, 7 Arten, 83 Stück, *Amoeba* limax, Rotifer, *Meneium*, viel *Cladosporium*.

2. Sandstein, trocken, 4. XII. 12, freiliegend: *Chlorella miniata* zahlreich, *Cylindrospermum* 2 Stück, *Oscillatoria tenuis* 3 Stück, *Chlorophyceae* gen. et sp. dub. einige, *Nitzschia* lebend 1 Stück.

3. Derselbe Standort und dieselbe Zeit, Spalte: *Isocystis* 2 Stück, *Navicula mesolepta* zahlreich, *Navicula* sp. zahlreich.

4. Enggeschlossene Spalte im Sandstein, trocken, Föhn, 12. II. 14: *Navicula appendiculata*, *Navicula borealis*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula* sp., *Cladosporium*, *Ciliat*, *Amoebencyste*, *Arcella*.

5. Höhle im Sandstein, trocken, Frost, 12. XII. 12: *Isocystis*, *Navicula* sp., Kälte-

starre, *Navicula mesolepta*, Kältestarre, viel *Diatomeenschalen*.

Es liegt nahe, den Schluß daraus zu ziehen, daß die *Chlorophyzeen* am lichtliebendsten sind, ihnen die *Zyanophyzeen* folgen, während die anderen Vertreter sich mit sehr wenig Licht zu begnügen wissen. Was die ersten und die letzten betrifft, würde das Ergebnis mit dem übereinstimmen, was R. H. Francé bei den edaphischen Formen gefunden hat. Die *Zyanophyzeen* sind aber nach Francé viel weniger lichtbedürftig, als sie es hier zu sein scheinen, denn er hat sie noch in bedeutender Bodentiefe gefunden. Woher der Unterschied im Ergebnis? Wie ich später darlegen werde, sind viele Mikroorganismen gegen Infiltrationen von Salzen sehr empfindlich und am meisten die *Zyanophyzeen*. Daß Spalten sehr häufig mit Salzlösungen infiltriert sind, ist begreiflich. Wenn ich auch an den angeführten Orten keine Infiltration nachweisen konnte, so ist es doch möglich, daß der lebende Organismus für Mengen empfindlich ist, die unserer Beobachtung entgehen. Es ist daher in diesem Falle schwer zu entscheiden, wie stark der Einfluß des Lichtmangels im Verhältnis zu den anderen Faktoren ist.

2. Das Wasser.

Das wichtigste Lebenserfordernis ist das Wasser. Insbesondere ist die Wasserfrage für die Bewohner des nackten Felsens, der Wind und Sonne ausgesetzt ist, von einziger Bedeutung. Die Wasserversorgung hängt zunächst von der Häufigkeit der Niederschläge ab. Dabei sind Niederschläge, die in kurzer Zeit große Mengen Wassers bringen, die aber ebenso rasch abfließen, bei der geringen Fassungskraft der Mikroorganismen nicht einmal die wichtigsten. Der regelmäßig wiederkehrende Tau und die Luftfeuchtigkeit sind für sie von größerer Bedeutung. Infolge der hygroskopischen Eigenschaft der Gallert-hüllen können sie diese Form des Wassers gut ausnützen, so daß man auch nach längeren regenfreien Perioden kaum eine Abnahme bemerkt. Nur dann gewinnt der Regen große Bedeutung, wenn er sehr häufig niederströmt, wie das im regenreichen Sommer 1912 der Fall war.

Als zweiter Faktor greift die Struktur des Gesteines in die Wasserversorgung ein. Der poröse Sandstein kann mehr Wasser aufnehmen und behalten als dichter Kalkstein

oder Phyllit mit seiner glatten Schieferungsfläche. Beim Mergel liegen jedoch trotz der großen Porosität die Verhältnisse ungünstiger. Bei ihm ist die Adhäsion so stark, daß er das Wasser nur schwer wieder abgibt. Ganz trockene Steine gibt es in unserem Klima wohl kaum. Meine diesbezüglichen Untersuchungen ergaben, daß auch anscheinend ganz trockener Fels noch ziemlich viel kapillares Wasser enthält. Dieses steht den Mikroorganismen solange zur Verfügung, als die hygroskopische Kraft ihrer Schleimhüllen größer ist als die Adhäsion zwischen Stein und Wasser. Dann sind sie aber auch an der Quelle, wenn das kapillare Wasser verdunstet.

Die Beweglichkeit der meisten von ihnen ermöglicht es ihnen, auch wasserhaltige Haarrisse in der nächsten Umgebung aufzusuchen. Sollten aber alle Quellen versiegen, so haben sie in der Enzystierungsfähigkeit und der Fähigkeit, im anabiotischen Zustande Trockenperioden zu überstehen, Hilfsmittel, die in unserem Klima wohl immer ausreichen dürften.

- I. Sandstein, feucht nach längerer Regenperiode, warm 19. IX. 12: *Chroococcus* zahlreich, *Gloeocapsa* 16 Stück, *Oscillatoria* 54, *Synechococcus* zahlreich, *Mesotaenium* 1, *Isocystis* 4, *Protococcus* einige, *Navicula borealis* 3, *Navicula* sp. 5, *Nitzschia* 3, *Cladosporium* wenig, *Arcella* 1, *Amoeba proteus* 2, *Rotator* 1.
- II. Sandstein, warm, feucht, Okt. 17: *Chroococcus* sehr dicht, *Synechococcus* ca. 700 Stück, *Oscillatoria* ca. 50, *Isocystis* 60, *Mesotaenium* über 1000, *Navicula* sp. 66, *Nitzschia* 29, Pilzmyzel, *Diffugia* 4, *Callidina* 2.
- III. Sandstein feucht: *Chroococcus turgidus* 142 Stück, *Chroococcus* sp. 56, *Synechococcus* wenig, *Gloeocapsa* 2, *Isocystis* 5, *Cylindrospermum* 1, *Oscillatoria tenuis* 19, *Oscillatoria* sp. 12, *Microcystis* 2, *Navicula borealis* 5, *Hantzschia* 5, *Mesotaenium* einige, *Cladosporium* wenig, Pilz farblos wenig, *Amoeba verrucosa* 1, *Amoeba limax* 1, *Amoeba terricola* 1, *Amoeba proteus* 1, *Geococcus* 2, *Diffugia acuminata* 1, *Ciliata hypotracha* 2.
- IV. Sandstein, 14. XII. 13, Föhn, trocken: *Chroococcus protogenitus* zahlreich, *Dactylococcopsis raphidioides* wenig, *Pleurococcus* zahlreich.
- V. Sandstein, trocken, Sept. 14: *Synechococcus aeruginosus* zahlreich, *Synechococcus* sp. klein, zahlreich, *Oscillatoria serrata* wenig, *Borzia trilocularis* wenig, *Protococcus viridis* mittel, *Protococcus protogenitus* mittel, *Chlorella* zahlreich, Pilzmyzel.
- VI. Sandstein, trocken, Juni 13: *Chroococcus turgidus* 21, *Synechococcus* 24, *Isocystis* 1, *Mesotaenium* 2, *Navicula borealis* 3, *Navicula mesolepta* 1, Pilzmyzel.

Zu diesen Beispielen sei bemerkt, daß diejenigen für „feucht“ dem Stein nach längerer Regenzeit entnommen wurden. Auf Stein, der dauernd naß ist, entwickelt sich eine Vegetation, die schon mit freiem Auge leicht wahrzunehmen ist und daher nicht in den Bereich der Untersuchungen gehört. Dann sei erwähnt, daß die angeführten Beispiele Extreme darstellen.

In diesem Falle ergibt sich nun, daß, wie ja auch zu erwarten stand, feuchter Fels sowohl an Arten als auch an Individuen bedeutend reicher ist. Neben dem Pilzmyzel sind besonders *Zyanophyzen* und *Chlorophyzen* gegen Trockenheit widerstandsfähig. *Diatomazeen* sind zwar auf trockenem Fels noch vorhanden, jedoch nicht so stark vertreten, wie es die Ergebnisse R. H. Francés bei den edaphischen Diatomaceen erwarten ließen.

Protozoen und *Rotatorien* kommen nur auf feuchtem Fels zur Entwicklung. So liegen die Verhältnisse, wenn der Standort dauernd trocken ist. Sind zwischen Perioden der Feuchtigkeit solche der Trockenheit eingeschoben, wie es in unserem Klima an den meisten Standorten der Fall ist, da Stellen dauernder Trockenheit auf dem Fels sehr selten sind, so sind die Unterschiede wesentlich gemildert infolge der Fähigkeit, sich gegen Trockenheit durch Enzystieren und durch Festhalten des Wassers an der Schleimhülle zu wehren. Eine Probe lag vom 6. Januar bis zum 23. Juli trocken aufbewahrt im Zimmer. Nach dieser Zeit fand ich noch lebend: *Oscillatoria*, *Mesotaenium*, *Hantzschia* und *Navicula mesolepta*.

An Individuenanzahl bei feuchten Proben stehen die *Zyanophyzen* an erster Stelle, ihnen kommen nur manchmal die sonst an zweiter Stelle stehenden *Chlorophyzen* nahe, und dann folgen in weitem Abstände *Fungi* und *Diatomazeen*. *Protozoen*, *Rotatorien* und *Tardigraden* sind immer nur in kleiner Zahl oder einzeln vorhanden. In Trockenproben herrschen im allgemeinen ebenfalls *Zyanophyzen* vor, doch werden sie manchmal von *Chlorophyzen* übertroffen. Sehr klein ist die Zahl der *Diatomazeen*. *Rhizopoden* verschwinden ganz, höchstens ihre Zysten sind zu finden. Doch ist es bei diesen stets zweifelhaft, ob sie an Ort und Stelle entstanden, oder ob sie nur angeweht oder ver-

schleppt sind. Die Empfindlichkeit der Rhizopoden für Trockenheit, wie sie R. H. Fran cé (6) für die edaphischen Rhizopoden nachgewiesen hat, zeigt sich auch hier.

3. Temperatur.

Die Temperaturschwankungen am Fels sind außerordentlich groß. Besonders im Gebirge sind am bestrahlten Fels Temperaturen von 50—60° keine Seltenheit, während in der darauf folgenden Nacht das Thermometer unter den Gefrierpunkt sinkt. Aber auch im Tale können im Hochsommer am bestrahlten Fels Tagesschwankungen von 30—40° C leicht vorkommen, und den sonnig-warmen Frühlings- und Herbsttagen folgen häufig Reifnächte. Besonders stark sind die Schwankungen bei Felsen mit Südlage.

- I. Sandstein, 23° C, 17. X.: Chroococcus, Synechococcus, Microcystis, Chlorella, Protococcus, Mesotaenium, Navicula borealis, Navicula sp., Cladosporium, Pilzmyzel farblos, Amöba verrucosa, Amöba terricola, Callidina.
- II. Gleicher Standort wie I, mittags — 14° C, 25. I.; Südlage: Chroococcus, Synechococcus, blaß oder Farbstoff zu kleinen Häufchen geschrumpft, Microcystis punctiformis, Microcystis fuscolutea, Gloeocapsa sanguinea, Pleurococcus, Chlorella bräunlich, Pilzmyzel.
- III. Stark verwitterter Sandstein, — 14° C: Oscillatoria, Borzia und Synechococcus zahlreich, alle in Kältestarre, Mesotaenium, auffallend blaß, mit stark lichtbrechenden Körnchen, Hantzschia ca. 200 und Navicula sp. ca. 200 in Kältestarre.

IV Caprotinenkalk, 450 m Höhe, hart, Schattenlage, nach 4wöchentlichem Frost: Chroococcus zahlreich, Dactylococcopsis einige, Pleurococcus zahlreich, Pilzmyzel, zahlreiche Dauerformen, viele Zellen sind gelb bis braun.

Die Beispiele zeigen das Verschwinden der Rhizopoden bei tiefer Temperatur, während Zyanophyteen, Chlorophyteen, Diatomeen und Pilze kältewiderstandsfähig sind. Daß diese Formen so tiefe Temperaturen ohne Schaden überdauern, daß ihre Zelleiber nicht durch Eisbildung im Inneren zersprengt werden, läßt sich wohl dadurch erklären, daß sie durch Verdickung des Zellsaftes dessen Gefrierpunkt heruntersetzen.

Sehr oft findet man bei großer Kälte das Grün blasser als sonst und vielfach sind die Zellen gelb bis braun gefärbt. Das Auftreten dunkel gefärbter Zellen dürfte wohl mit den tiefen Temperaturen zusammenhängen, wie das für Frühlingspflanzen und hochalpine Pflanzen für die rote Farbe nachgewiesen wurde. Bei hohen Temperaturen bieten im allgemeinen die wasserhaltende Gallerthülle und bei manchen Formen (Diatomeen) auch Schalen genügenden Schutz gegen Austrocknung. Übrigens herrschen hohe Temperaturen nie mehr als ein paar Stunden des Tages, während der Frost wochenlang andauern kann.

(Fortsetzung folgt.)

Eine Untersuchungsverhandlung gegen den *Bacillus cuenoti* Merc.

Von Dr. H. Pfeiffer.

Wie wir ihn abgefaßt haben, diesen Eindringling in Schaben? Wir sind zum Bäcker gegangen und haben uns von dort einige seiner so wenig beliebten Gäste mit nach Hause genommen. Dort haben wir sie kurz vor Beginn unserer mikroskopischen Arbeiten mit etwas Schwefeldampf getötet.¹⁾ Von den einzelnen Beobachtungen beim Zergliedern soll hier nichts angeführt werden. Genug, die zahlreichen Fettläppchen fielen uns auf, so daß wir einmal Präparate von Fettgewebe herstellen wollten. In

den zentral gelegenen Teilen der Fettläppchen fielen uns eigenartige Zellen auf, die in Zügen, stets eine Zelle hinter die andere gereiht, die Längsachse der Läppchen durchsetzten. Selbst enthielten sie kein Fett, wie eine einfache Probe mittels 1% Osmiumsäure¹⁾ erwies,

¹⁾ Der Leser kann auch in Alkohol getötete und darin aufbewahrte Tiere benutzen, wenn er sie vor Beginn seiner Übungen in Wasser erneut aufweicht. Doch sind dann die Proben auf Fett nicht mehr möglich.

¹⁾ Die Schwärzung durch Osmiumsäure ist zwar nicht eigentlich ein Reagens auf Fett, sondern vielmehr auf das Vorhandensein einer doppelten Bindung der C- oder CH-Atome. Wenn durch Umlagerung der Atome die ursprünglich vorhandene, doppelte Bindung in eine einfache überführt wird, z. B. durch Anwendung von Wasserstoffsperoxyd, so geht diese Eigenschaft der Osmiumsäure verloren.

nur die herumliegenden Zellen waren fett-haltig. Als wir uns in der Literatur um-sahen, fanden wir für solche Zellen den Namen Bakterioiden oder neuerdings (besser) Bakteriozyten. Dicht erfüllt waren sie nämlich von Bakterien, dem auf den ersten Blick von uns als Schädling be-trachteten *Bacillus cuenoti*. (Abb. A.)

Die Bakterien, die das Protoplasma der Zellen in hohem Grade verdrängen, stellen Stäbchen mit granulierter Struktur dar, die an beiden Enden abgerundet sind und 4 bis 8 μ in der Länge messen. (Abb. B u. C.) Viele der Stäbchen sind stark gekrümmt bis S-förmig gebogen, nicht selten auch quer zerschnürt. Wie wurden nun die



Abb. 1. A = Zwei Bakteriozyten aus dem Fett-gewebe der Kitchenschabe (*Periplaneta orientalis*). B und C = verschiedene Ausbildungszustände des *Bacillus cuenoti* Merc. D = Schnitt durch einen älteren Embryo mit den *Bacillus*-Symbionten im Darminnern. (Abb. A—C nach Mercier, D nach Heymons und Buchner.)

Bakteriozyten, die entwicklungs-geschichtlich und durch ihre Lage, Größe usw. mit echten Fettzellen identisch sind, zu ausschließlichen Bakterien-herbergen? Darüber können wir Akten einsehen, die Blochmann bearbeitete. Ähnlich wie bei *Hydra* wurden schon die Eier mit Bakterien infiziert. Da das Fett-gewebe die Eiröhrchen überall einhüllte, waren keine weiteren Schwierigkeiten damit verknüpft. Anfangs konnte man 15 bis 25 Individuen zählen, die sich rund um das Ei auf dessen Oberfläche zerstreuten, also zwischen dem Eifollikel und der Dottermembran zu liegen kamen. In der Folge setzte bei den Bakterien eine rege Ver-mehrung ein, so daß sie mit dem beträcht-lichen Wachstum des Eies Schritt hielten und stets die ganze Oberfläche annähernd bedeckten. Alsdann sammelten sich die Bakterien in einer ringförmigen Zone an beiden Polen des Eies an, und als dieses Dotter zu bilden begann, erreichte ihre Ent-faltung den Höhepunkt. Ohne Frage wurden die ersten Bakterien und ihre zahlre-ichen Nachkommen während der ganzen Zeit von ihrem Wirt gespeist. Über das Verhalten

der Bakterien während der Ent-wicklung des Embryo belehren uns die Schriften von Heymons. Die Vermehrung der Dotterkerne ging mit der der Bakterienmasse parallel. Als später durch Umwachsung vom Anfangs- und Enddarm her die Dottermasse in das Innere des Mitteldarmes gelangte, gerieten die Bak-terien gleichfalls dahin (Abb. D). Nun aber begaben sie sich selbst auf die Wande-rung. Sie zogen zwischen den Dotterballen hindurch durch die Darmschleimhaut in den Fettkörper des Embryos und veränderten hier die betr. Zellen durch ihre Ansamm-lung zu Bakteriozyten. Ungewiß ist, ob der *Bacillus cuenoti* sich dabei durch Geißeln vorwärtsbewegt, wie Mercier, der ihn zuerst charakterisierte, mit Bestimmtheit angibt. Sicher können wir aber wohl an-nehmen, daß die Organismen, vom Lymph-strome getrieben, an die Infektionspunkte gerieten und hier auf uns nicht bekann-te Weise festgehalten wurden oder sich fest-hielten.

„Die Entwicklung zeigt schon, daß es sich um Schädlinge handelt,“ könnte man hier einwerfen. Doch gemacht! Ich muß den Leser bitten, gerade jetzt der weiteren Ver-handlung beizuwohnen. Da ist dem Bazillus ein tüchtiger Anwalt als Verteidiger ent-standen. Buchner hat noch wichtige Gründe dafür beizubringen, daß die Schabe doch nicht so ganz unlieb ihren Gast beherbergt. Zwar könnte man immer noch das Gegenteil annehmen, wenn man die Beeinflussungen erfährt, die sich die Bakterien durch ihren Wirt gefallen lassen müssen. Natürlich können über solche Veränderungen der Bak-terien durch intrazelluläre Lebensweise nur Vergleichskulturen außerhalb des Wirtes sicheren Aufschluß geben. So könnte man allein hoffen, daß dabei gewisse Zwangs-formen, die das genossenschaftliche Leben vielleicht mit sich bringt, aufgegeben werden. So viel ist wohl mit Sicherheit anzugeben, daß das Innenleben gewisse Entartungs-zustände (aufgequollene Gestalt, Aufballung zu flüssigkeitsreichen Kugeln u. dgl.) hervor-ruft. Wichtiger noch sind die Beein-flussungen der tierischen Zel-len durch die Bakterien. Deren Verteidiger erzählt uns, wie durch sie ein fast sofortiges Wachstum ausgelöst wird: als Beweis die Zellkerne, die anfangs die

Bakterien der Schaben während der embryonalen Entwicklung begleiten. Eine häufige Erscheinung stellen auch die rundum eingebuchteten, zuweilen gelappten Kerne dar, deren Nischenbildung vor allem mit den sich drängenden Bakterien im Zusammenhang steht, wie bei den embryonalen Bakteriozyten der Schabe. So folgert Buchner des weiteren, daß das Zusammenleben ein für beide Seiten vorteilhaftes Genossenschaftsleben vorstellt oder eine Symbiose ganz ähnlich der von Chlorellen mit *Hydra* (vgl. S. 17). Besonders erscheint möglich, daß erst an im Laufe des Stoffwechsels sich im Körper anhäufenden Produkten die Tätigkeit der Symbionten einsetzt, besonders daß damit der Wirt in die Lage kommt, die Endprodukte in irgendwelcher Weise noch zu verwerten. Leider ist unsere bisherige Kenntnis von Insekten symbiosen fast allein morphologisch und entwicklungsgeschichtlich. Die physiologische Seite liegt nicht minder brach als die botanische. Methodisch angestellte Stoffwechseluntersuchungen an den Wirtstieren, verglichen mit den Fähigkeiten der Symbionten, wie sie sich in Reinkulturen auf den verschiedenen Nährböden ergeben, stehen noch fast völlig aus. Peklos Arbeit stellt erst einen anfänglichen, erfreulichen Ansatz dazu dar. Fast nichts wissen wir außerdem über das Verhalten der Symbionten beim Tode des Wirtes. An sich ist wahrscheinlich, daß ihnen in vielen Fällen ein Weiterleben als Saprophyten (Fäulnisbewohner) möglich ist.

Überhaupt bietet das Gebiet der Insekten-symbiose noch viele reizvolle Arbeitsmöglichkeiten, bei denen das Handbuch Buchners in erster Linie als Führer dienen kann. In der Mehrzahl der Fälle beruht der Vorteil der Symbionten für den Wirt wohl auf größeren ernährungsphysiologischen Möglichkeiten. Doch kann der Vorteil auch ein biologischer sein, wie vielleicht (?) das Bei-

spiel der Leuchtorgane mancher Käfer uns zeigen wird. (Vgl. die Abhandlungen von R. Dubois in Bull. Acad. franç. pour l'Avancement des scienc. 1866, Bull. Soc. zool. France 1887, Compt. Rend. Soc. biol. t. XI u. XLI und Compt. rend. Acad. soc. t. CVII u. CXI). Der Einwurf, daß die Leuchtorgane deshalb kaum biologisch (Finden der Geschlechter u. dgl.) wertvoll seien, da die Larven unter gegebenen Umständen auch zu leuchten vermöchten, und bei diesen die Notwendigkeit dafür nicht einzusehen wäre, dieser Einwurf wird widerlegt durch die Erkenntnis, daß durch die Larven die Symbionten übertragen werden. Das Studium der Leuchtorgane ist indessen den Mitgliedern unserer Gesellschaft vorbehalten, die durch ihren Wohnort in der Lage sind, Meerestiere zu erlangen. Die Beschränkung auf diese Tiere (meist!) und das Fehlen des Leuchtvermögens bei Höhlentieren (meines Wissens!) wären durch das Vorkommen der betr. Bakterien im Meerwasser erklärt. Übrigens ist noch keineswegs sicher, daß der Sinn der Lechtsymbiose die Leuchtfähigkeit ist, vielleicht liegen andere (z. Tl. ernährungsphysiologische) Gründe dem Wirt näher.

Besprochene Literatur:

- S. Basch, in Sitzungsber. d. K. K. Akad. d. Wiss. z. Berlin XXXIII.
 Fr. Blochmann, Üb. d. Vorkommen von bakterienähnlichen Gebilden usw., Zentralblatt f. Bakteriologie, XI, 1892.
 P. Buchner, Tier u. Pflanze in intrazellulärer Symbiose. Berlin 1921.
 R. Heymons, Die Embryonalentwicklung von Dermapteren u. Orthopteren. Jena 1895.
 L. Mercier, Les corps bactérioides de la Blatte, Compt. rend. Soc. biol. t. LXI, 1906. — Cellules à Bac. cuenoti etc., ebenda t. LXII, 1907.
 — Recherches sur les bactérioides des Blattides, Arch. f. Protistenk. IX, 1907.
 J. Peklo, Üb. symbiont. Bakterien usw., Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXX, 1912.

Das Flaschenplankton, seine Gewinnung, Auswertung und wirtschaftliche Bedeutung.

Von Dr. E. Scheffelt.

(Aus der biolog. Station Bernau a. Chiemsee.)

Schon 1897 wurde von Kofoid darauf aufmerksam gemacht, daß auch das feinste Müllergaze-Netz einen großen Teil der Planktonwesen, hauptsächlich kleine Kieselalgen

und Geißelpflanzen, durchgehen lasse. Es war dann besonders Lohmann, der neben Planktonpumpe und Filter die Zentrifuge verwandte, um die aller kleinsten Plank-

ter¹⁾ zur Sedimentation und unters Mikroskop zu bringen. Diese kleinsten Wesen bezeichnete Lohmann mit dem Sammelnamen „Nannoplankton“ oder Zwergplankton.

Meist wird mit einer Schöpfflasche, deren einfachstes Modell als „Meyersche Schöpfflasche“ allgemein bekannt ist, das planktonhaltige Wasser aus einer gewissen Tiefe heraufgeholt. Dann wird es mittels einer Handzentrifuge, die 1000—2000 Umdrehungen in der Minute macht, gezwungen, seinen Planktoninhalt abzusetzen. Da diese Methoden und auch die nachfolgende Zählung der Organismen bei Steiner (Untersuchungsverfahren . . . zur Erforsch. d. Lebewelt d. Gewässer; Francksche Verlagshandlg.), Steurer (Planktonkunde; Teubner 1910), Bach-

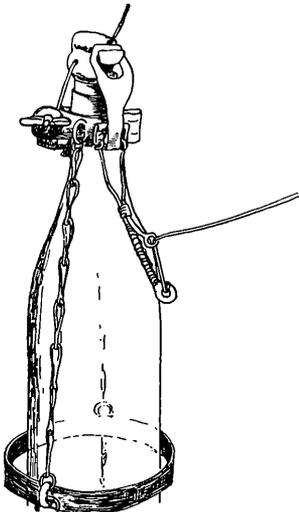


Abb. 1. Schöpfflasche, die sich durch Anziehen der wagrechten Leine (rechts) öffnet.

mann (das Phytoplankton des Süßwassers; G. Fischer 1911) und Bennin, Schwebewelt der Warthe bei Landsberg (Mikrokosmos, Jahrg. XV, Heft 10) genügend erläutert sind, will ich nur kurz auf die Arbeitsweise und Apparate eingehen, wie ich sie seit 2 Jahren in der biologischen Station Bernau anwende.

Die Meyersche Schöpfflasche, die man mir lieferte, hatte den Nachteil, daß ihr Gummistöpsel sich in den obersten Wasserschichten der Seen zu leicht, in tiefen Schichten infolge des Wasserdruckes aber gar nicht mehr öffnete. Ich mußte also den Verschuß ändern und es gelang, mit Hilfe von Herrn Nüble-Regensburg, einen Verschuß herzustellen, der nach dem System der Bierflaschenverschlüsse gebaut ist und, was allerdings ein kleiner Nachteil ist, mit einer zweiten Leine geöffnet werden muß. So, wie die Flasche auf Abb. 1 zu sehen ist, wird sie vom Boot aus ins Wasser abgelassen, unten noch mit einem Gewicht beschwert. Die aufwärts führende Leine trägt die ganze Last, die wagrecht abgehende Schnur schleift möglichst reibungslos nach (darf im Boot nicht hängen bleiben!). Ist dann die Tiefe, aus der Wasser geschöpft werden soll, erreicht, so wird mit mehreren kräftigen

Rucken die bisher schlaflle Leine angezogen und die Flasche öffnet sich, um sofort mit Wasser voll zu laufen. Die bald darauf an der Seeoberfläche platzenden Luftblasen sind das beste Zeichen dafür, daß die Flasche richtig gearbeitet hat. Sie wird dann emporgezogen und ihr Inhalt in ein anderes Gefäß entleert, so daß man Proben von allen Wasserschichten eines Sees mit ins Laboratorium nehmen kann. Weiß man, daß man erst nach Stunden das Laboratorium erreicht, so muß man die Proben sofort mit Formalin fixieren. Es werden dann allerdings einige der zartesten Plankter (s. Abb. 2) bis zur Unkenntlichkeit verändert. — In kleinen Gewässern und Fischteichen schöpft man einfach die Wasserproben mit der Hand vom Ufer aus.

Unter stetem Schütteln wird die zu untersuchende Wassermenge in vier Zentrifugier-Röhrchen verteilt (Zentrifugen mit 2 Röhrchen sind natürlich billiger), davon pflege ich zwei Gläschen mit frischem und zwei mit fixiertem Material zu beschicken. Bei ersterem Verfahren sieht man die oben schon erwähnten zarten Flagellaten und Protozoen noch lebend, im fixierten Seewasser verschwinden diese. Da jedoch, wie nachfolgende Beispiele zeigen, die zartesten Plankter nur in einer ganz spärlichen Anzahl vorhanden sind, so gibt uns eine fixierte Wasserprobe nach ihrer Zentrifugierung immerhin einen einwandfreien Begriff von dem Planktonreichtum und der örtlichen Zusammensetzung der Schwebewelt eines Gewässers. — Eine Umdrehungszeit von 8 bis 10 Minuten genügt, um alle Organismen in die äußerste (unterste) Spitze der Röhrchen zu jagen, wo sie, auch wenn sie leben, ruhig verbleiben, bis das überstehende Wasser abgesaugt ist. Die unterste Wassermenge, aus einigen Tropfen bestehend, kann dann leicht auf einen Objektträger gebracht und studiert werden.

Da man die Wassermengen, die man entnimmt und zentrifugiert, ihrem Volumen nach genau kennt, kann man durch Zählung der Organismen leicht den Gehalt des Wassers an Tieren und Pflanzen bestimmen. Man kann den Planktoninhalt eines ccm, eines Liters, eines cbm oder des ganzen Gewässers errechnen. So gewinnt man ein Bild von der Produktionskraft eines Gewässers. Je mehr gelöste Stoffe (Kalk, Kali, Phosphor, Stickstoff, Eisen, Magnesium) darin enthalten sind, um so mehr Phytoplankton wird in ihm gedeihen können. Denn nur die nach Pflanzenart sich nährenden Einzeller können die gelösten Stoffe direkt verwenden. Kleinste Phytoplankter sind aber die Hauptnahrung der Kleinkrebse, die sowohl die Pflanzenzone der Seen und Teiche als auch die Planktonregion der großen Gewässer bewohnen. Kleinkrebse wiederum dienen der weitaus größten Zahl unserer Süßwasserfische zur Nahrung, man hat also durch Zählung des Zwerg- bzw. Phytoplanktons ein Mittel an der Hand, den fischereilichen Wert eines Gewässers zu bestimmen. Besonders wenn ein kleiner See oder Teich oder gar eine neugeschaffene Talsperre mit Fischen frisch besetzt werden soll, wird

¹⁾ Der bekannte Planktologe G. Burckhardt schlägt in der „Zeitschrift für Hydrologie“, die seit 1920 in der Schweiz (Verlag Sauerländer, Aarau) erscheint, vor, man möge aus sprachlichen Gründen das Wort „Plankton“ (= Plankton-Einzelwesen) durch die Bezeichnung „Plankter“ ersetzen.

man die quantitative Bestimmung des Flaschenplanktons nicht umgehen können.

Warum versucht man nicht, die direkte Fischnahrung, die Krebsstierchen, zu zählen? Mit der Flasche fängt man fast keine Krebse, weil diese als gewandte Schwimmer dem Strudel des in die geöffnete Flasche fallenden Wassers entgegenarbeiten und bis auf wenige junge Bosminen, Nauplien usw. zu entkommen pflegen. Auch die Planktonpumpen, die zudem nur an wenigen großen Stationen in Gebrauch sind, schaffen nicht alle Krustazeen nach oben, da diese die Nähe des Schlauches störend empfinden und zu fliehen suchen, bevor dessen Saugarbeit beginnt. Die Netze aus Müllergaze werden, besonders wenn sie hellfarbig sind, in den oberen Wasserschichten von den Krustazeen gesehen und auch in tieferen Schichten wird das zur Aufhängung des Netzes dienende Schnurwerk durch seine Vibrationen viele gewandte Schwimmer in die Flucht treiben. So wird man die Mengen des Zooplanktons niemals mit wünschenswerter Genauigkeit feststellen können, wengleich ich zugeben will, daß die bisher gemachten quantitativen Netzplanktonbestimmungen brauchbare Vergleichswerte ergeben haben.

Die winzigen Phytoplankter können nicht fliehen, sie treiben ohne Eigenbewegung und geraten mit den sie umgebenden Wasserteilchen in die Flasche (oder Planktonkammer). Dieses Kleinplankton setzt sich zusammen aus Kiesel-, Grün-, Blau- und Zieralgen, ferner aus Flagellaten und endlich aus einzelligen Tieren, die aber wegen der Spärlichkeit ihres Auftretens nur bei den Moorgewässern Berücksichtigung verdienen.

Betrachten wir kurz die einzelnen Organismengruppen und ihren jeweiligen Anteil an der Bildung der Gesamtsumme der Flaschenplankter, so finden wir in oberbayerischen Seen ein starkes Zurücktreten der Grünalgen zu Gunsten der Kieselalgen. Man vergleiche die nachfolgenden Zahlen aus bayerischen Seen mit Bennins Ziffern aus der Warthe! — Zunächst sieht man in nahrungsarmen (oligotrophen) Alpengseen, die in meiner Tabelle durch den

Königssee vertreten sind, verhältnismäßig niedere Gesamtzahlen. Es überwiegen die Kieselalgen mit *Asterionella*; Flagellaten sind im März 1921 kaum entwickelt, etliche Exemplare von *Ceratium* und *Peridinium*, kein Dinobryon. — Der Chiemsee steht im gleichen Monat auf der Höhe seiner winterlichen Diatomeen-Entwicklung, auch hier dominiert *Asterionella* weitaus. Die „einzellebenden Cyclotellen“ führe ich gesondert an,¹⁾ weil ich sie für fischereilich wichtig halte, sie werden nämlich von den Krustazeen gern gefressen und nützen somit indirekt dem Fisch. Geißelalgen sind hier: Dinobryon, *Mallomonas* und *Cryptomonas*, dazu etliche ganz kleine, unbestimmbare Formen. Eine weitere Tabelle wird zeigen, daß das Sommerplankton des Chiemsees sich nicht unwesentlich vom Märzplankton unterscheidet. — Der Seener See ist eutroph, d. h. ziemlich nahrungsreich. Trotzdem hat er im Wintereinplankton, in dem die Kieselalgen überwiegen, doch stehen die Flagellaten (*Dinobryon*!) schon in zweiter Linie. Im Sommer 1921 überwiegt als sicheres Zeichen des eutrophen Seentypus die Blaualge *Microcystis* weitaus alle übrigen Formen; die Kieselalgen waren fast völlig verdrängt. Im Juli 1922 spielt *Ceratium* mit 16 Stück pro ccm eine gewisse Rolle, die Blaualgen *Microcystis*, *Gomphosphaeria* und *Oscillatoria* beginnen sich zu entfalten.

Einen eigenartigen Seentypus lernten wir hauptsächlich durch die Arbeiten nordischer Forscher im Moorsee kennen, dystropher Typ wird er genannt. Das bräunliche Moorwasser enthält nicht allzuviel Organismen, oft mehr Zoo- als Phytoplankton. Der Bärensee hat noch ziemlich viel Diatomeen, vielleicht als Relikte seiner früheren postglazialen Größe. Stark vertreten sind die Flagellaten, besonders durch *Dinobryon*. Hier und in vielen Torfstichen Oberbayerns ist auch *Synsphyra* volvox Mitglied des Flaschenplanktons. — Oft überwiegen seltene Geißelwesen, dann wieder Grünalgen und Desmidiaceen im Moorwasser; bemerkenswert ist, daß auch Infusorien eine Rolle spielen. Ich gebe nachstehend noch zwei Zählproben aus Torfstichen des Bernauer Hochmoors, wobei zu bemerken ist, daß die tiefen Stiche nicht mehr im Hochmoorprofil,

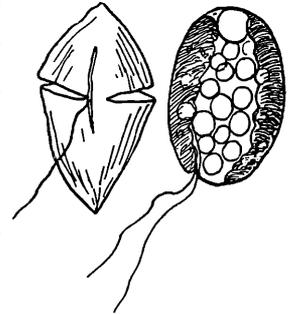


Abb. 2. Zwei zarte Plankter, nach Fixierung gewöhnlich unkenntlich. Links *Gymnodinium helveticum*, wird im Chiemsee bis 50 µ lang; rechts *Cryptomonas spec.*, wird im Chiemsee 19—25 µ lang.

	Königssee März 1921	Chiemsee März 1921	Seener See März 1921	Bärensee bei Aschau März 1921	
Kieselalgen . . .	57	215	91	55	Stück im ccm
davon einzelleb.					
Cyclotellen	17	16	27	13	
Geißelalgen ..	0,6	3,5	36	20	
Blaualge Oscillatoria	3	3	2	1	
Grünalgen	unter 1	unter 2	1	3,5	

Bemerkungen: Königssee oligotroph. Alpengsee. Chiemsee, Mittelstell. zwischen oligo- u. eutroph.

Seener See, eutropher See nördlich vom Chiemsee

Bärensee bei Aschau, mooriger See mit starker Verlandung und tiefem Schlammgrund. Dystropher Typ.

¹⁾ Im Chiemsee leben folgende Cyclotellen: a) einzeln: *C. antiqua*; *bodanica*; *bodanica Eulenst. var. lemanica* O. Müll.; *compta*; *operculata*. b) Ketten in Gallertschläuchen bildend: *C. melosiroides*; *lucernensis*; *Schröteri*.

sondern schon im vertorften Niedermoor liegen.

	I.	Stück im ccm
Closterium		102
Synura		1
Kleinste Flagellaten		3
Grünalgen		1
Diatomeen		1
Ostrakoden und Nauplien.		
	II.	
Grüne Flagellaten		1900
wahrscheinl. Cryptomonas		
Kleinste Flagellaten		50
Trachelomonas		16
Synura		12
Wurzelfüßler, Rädertiere und Cyclops.		

Man sieht besonders aus Beispiel II, daß auch Moorgewässer eine erhebliche Produktionskraft besitzen und daß es begreiflich erscheint, wenn man neuerdings die Flaschenplankter der Moore in den Dienst der Fischerei stellen will.

In Seen interessiert den Hydrobiologen schon längst die Schichtung des Planktons. Es ist erwiesen, daß die planktonfressenden Fische (Felchen, Renken, Maränen) in gewissen Nährschichten sich aufhalten und daß der genaue Stand dieser Planktonschichten von größter praktischer Bedeutung für den Seenfischer ist. Wenn man auch die vertikale Verteilung des hier hauptsächlich in Frage kommenden Krustazeenplanktons durch Schließnetze aus Seidengaze bestimmt, so ist die Planktonflasche doch eine willkommene Ergänzung des Netzes. Denn letzten Endes bedingen eben die kleinen Phytoplankter die Schichtung des Großplanktons und den Aufenthalt der Fische.

Zwei ganz verschiedene Dinge sind es, die die vertikale Verteilung des Phytoplanktons im Binnensee regeln. Erstens das Schwebevermögen, das seinerseits wieder dem Lichtbedürfnis der einzelnen Algen Rechnung trägt. Zweitens die Vertikalströmungen (Konvektionsströmungen), die von Zeit zu Zeit die Wasserschichten unserer Seen gründlich durcheinander mengen und gewissermaßen „das oberste zu unterst kehren“. — Das Schwebevermögen wird bestimmt durch den Bau des Phytoplanktons. Sehr kleine Wesen wie Cyclotellen, bei denen die Oberfläche im Verhältnis zum Volumen groß ist, schweben vielleicht am besten. Dann langgestreckte Formen wie *Rhizosolenia* und *Synedra*. *Asterionella* kann sich im kalten, dichten Wasser des Winters und Frühjahrs an der Oberfläche halten, verschwindet aber im Juli bis September aus allen Schichten über 10 m Tiefe. Gewisse Blaualgen sind den Tiefen von 3 bis 6 m am besten angepaßt, andere sollen sich im Frühjahr mit Hilfe von gasgefüllten Vakuolen aus der Tiefe erheben. — Die Grünalgen (*Sphaerocystis*) gehen in bedeutende Tiefen hinab. — So zeigen alle Phytoplanktonen im ruhigen Sommerwasser eine ausgeprägte Schichtung, die natürlich durch jeden Wind

gestört wird, sich aber doch bis Anfang November halten kann. Nachfolgende Tabelle gibt ein ungefähres Bild von der Schichtung des Chiemseeplanktons am 1. Juli 1922. Die Aufstellung ist mit Rücksicht auf die Sprungschicht gemacht, die an dem betreffenden Tage zwischen 9 und 16 m liegt. Man findet, daß die meisten Organismen sich direkt über der Sprungschicht anhäufen, also die Oberfläche in gewissem Grade fliehen. Etliche andere sind ziemlich reine Oberflächenbewohner (*Chroococcus*, *Microcystis*, *Ceratium*). Gingen wir noch weiter hinab, so fänden wir in 30 oder gar in 40 m Tiefe so gut wie keine Organismen mehr.

Chiemsee-Flaschenplankton vom 1. Juli 1922.

	Oberfläche	in 9 m Tiefe	in 16 m Tiefe Stück pro ccm
Diatomeen			
einzelb. Cyclotell.	93	111	65
<i>Cyclot. melosiroides</i>	5	7	3
„ <i>Schröteri</i>	16	18	3
<i>Asterionella grac.</i>	11	23	19
<i>Rhizosolenia long.</i>	66	70	8
<i>Synedra</i> groß ¹⁾	39	61	22
„ kleine ²⁾	43	64	30
<i>Fragilaria croton.</i>	einzel. ³⁾	einzel.	1
and. Diatomeen ⁴⁾	2	3	1
Flagellaten			
Dinobryon-Arten	3	15	7
<i>Ceratium hirund.</i>	1	einzel.	—
<i>Peridinium spec.</i>	1	—	—
<i>Mallomonas spec.</i>	einzel.	1	—
Blaualgen			
<i>Chroococcus limnetic.</i>	3	—	—
<i>Microcystis spec.</i>	1½	—	—
Grünalge			
<i>Sphaerocystis</i>			
<i>Schröteri</i>	3 ¹ / ₂	3½	einzel.
Metazoen			
Rädertiere ⁵⁾	2	1	—
Nauplien.	—	1	—

Im Herbst kühlt sich das warme Sommerwasser von der Oberfläche her ab und die abgekühlten Teile sinken in die Tiefe bis dahin, wo sie Schichten mit gleicher Temperatur treffen. Wärmere Teile der Grenzschicht steigen auf, denn es muß ja Platz geschaffen

¹⁾ *Synedra acus*, var. *angustissima*; *S. capitata*; *S. biceps*.

²⁾ *Synedra radians*.

³⁾ „Einzelne“ heißt einige Exemplare im ganzen Fang, weniger als 1 Stück im ccm.

⁴⁾ Beispielsweise *Diatoma elongatum*, *Tabellaria*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Diploneis*, *Nitzschia* usw.

⁵⁾ Der Chiemsee hat 14 peagische Rädertier-Arten!

werden, und so kommt es zu einer vertikal gerichteten Strömung und Gegenströmung, die Pfenniger¹⁾ die „Sommerzirkulation“ genannt hat. Es dauert dieser Prozeß so lange, bis der ganze See die Grundtemperatur des Sommers erreicht hat; diese ist im Chiemsee etwa 7 Grad Cels. und beginnt bei 35 oder 40 m Tiefe. Bis hier reichen also die Vertikalströme und reißen von seichten Stellen allerlei grundbewohnende Algen (Cymatopleura und Campylodiscus) mit herauf.

„Herbstvollzirkulation.“ Wenn nun in der zweiten Novemberhälfte Oberflächenwasser bis 4 Grad sich abkühlt, so muß es bis ganz auf den Grund sinken, denn es ist am schwersten. Das sommerliche Tiefenwasser ist jetzt das wärmste und steigt nach oben, es erfolgt also eine tiefgehende Durchmischung der Schichten und die Reste etwaiger Planktonschichtung müssen gänzlich zerstört werden. Es wird daher das Plankton gleichmäßig in der ganzen Wassermenge verteilt, auch Flaschenfänge offenbaren uns keine großen Unterschiede mehr. Da die Fische ihre Nahrung nicht mehr in bestimmten Schichten finden, zerstreuen sie sich auch und die Schwebnetzfischerei hört auf. Diese Temperaturperiode dauert so lange, bis das gesamte Wasser des Sees 4 Grad warm ist, also bis in den Dezember.

„Winterstagnation.“ Die Oberfläche kühlt sich weiter ab, doch kommt es deshalb nicht mehr zu vertikalen Strömungen, denn das kältere Wasser bleibt jetzt oben. In dem ruhigen Winterwasser kann eine gewisse Planktonschichtung eintreten, doch da größere Seen fast durchweg 4 Grad warm bleiben, steigen oder fallen die Phytoplankter infolge ihres Schwebvermögens kaum. Es bleibt also im großen ganzen bei einer gleichmäßigen Planktonverteilung, besonders da die Winde jeder Schichtbildung entgegenwirken. Eisbedeckung hat deutliche Schichtbildung zur Folge. Die Winterstagnation dauert gewöhnlich bis Februar, in Norddeutschland bis März.

„Winterzirkulation.“ Die umgekehrte (polare) Wärmeschichtung wird langsam aufgehoben, da jetzt die Oberfläche des Sees auch wieder 4 Grad warm wird. Diese erwärmten Teilchen sinken durch kälteres Wasser hinab, bis sie die große 4 Grad warme Wassermasse treffen. Es entsteht also eine unbedeutende Zirkulation, die aber doch von Be-

deutung sein kann, indem sie Sporen, Auxosporen und Cysten von Phytoplanktern aus mäßig tiefem Grund emporführt zur Oberfläche, wo dann die Vermehrung anhebt. Anders kann ich mir das massenhafte, unvermittelte Auftreten von Dinobryon, Fragilaria, Oscillatoria usw. in oberflächlichen Regionen im Frühjahr nicht erklären.

„Sommerstagnation.“ Es wird im Frühjahr für jeden See einen Tag geben, an welchem die ganze Wassermasse 4 Grad C warm ist. Es herrscht dann „Homothermie“. Von nun ab erwärmen sich die oberen Schichten mehr und mehr, bis zum Jahresmaximum im August. Die Wärmeschichten legen sich übereinander, es bildet sich eine „Stratifikation“ heraus. Innerhalb der Wärmezonenschichtet sich auch das Plankton und zwar zunächst die kleinen Phytoplankter, die sich je nach Schwebvermögen und Lichtbedürfnis in verschiedenen Horizonten sammeln. Ihnen folgen die Krustaceen, denn sie fressen ja das Zwergplankton. Den Krebschen aber stellen die Coregonen nach, also werden auch sie sich zur Zeit der Sommerstagnation in ganz bestimmten Tiefen sammeln.

Wenn für die Unterscheidung der verschiedenen Seetypen und zur Ermittlung des Standes der „Nährschicht“ in Seen das Flaschenplankton von größter Bedeutung für Seenforschung und Seenbewirtschaftung ist, so kann die genaue Beobachtung und quantitative Bestimmung der kleinsten Organismen besonders auch für die Teichwirtschaft von ausschlaggebender Bedeutung werden. In der Fülle seiner Boden- und Planktonorganismen offenbart der Teich seine fischereiliche Wertigkeit. Quantitative Untersuchungen von Bodenorganismen sind sehr schwer durchzuführen und das Plankton wird selten in seiner ganzen Fülle erfaßt. Die Flasche bzw. die Zentrifuge zeigt uns die wahre Bevölkerung eines Teiches auch nicht, weil sie die größeren Plankter kaum berücksichtigt, aber wir erhalten mittels der Zentrifuge mit Sicherheit den ganzen Reichtum an Phytoplankton. Dies aber ist der Grundpfeiler des gesamten Wasserlebens und mithin auch der Fischerei. Ich hoffe, in nächster Zeit nachweisen zu können, daß das Flaschenplankton in äußerst verlässlicher Weise auch auf Teichdüngungen reagiert, daß es also dem Teichwirt sagt, ob richtig und genügend gedüngt ist oder ob die angewandte Methode wertlos, das Geld für Kalisalze, Superphosphat und Thomasmehl umsonst geopfert war.

¹⁾ Pfenniger, Beiträge zur Biologie des Zürichsees; Diss. 1902.

Kleine Mitteilungen.

Zur Entwicklungsgeschichte der Gattungen Chromatium und Spirillum. Unter diesem Titel berichtet H. P o t t h o f f im Zentralbl. f. Bakteriologie II. Bd. 55, S. 9, über eigenartige Beobachtungen, die er an diesen beiden Bakteriengattungen gemacht hat. Es handelt sich um eine Art von Kopulation, die bereits

vor einer Reihe von Jahren an *Chromatium Okenii* gesehen worden war, aber in der Literatur kaum Erwähnung findet. Sie wird nun durch die Untersuchungen des Verf. sowohl bestätigt als auch durch ganz ähnliche Beobachtungen an Spirillen, besonders einem *Rhodospirillum*, ergänzt.

In schwefelbakterienhaltigem Faulwasser fanden sich zu gewissen Zeitpunkten zahlreiche Organismen, die eigentümliche rundliche Anhangsgebilde, sog. „Knospen“ aufwiesen, und zwar oft zu mehreren an einer Zelle. Diese Knospen waren $1-1\frac{1}{2}$ μ breit und $1\frac{1}{2}-2$ μ lang, bei Spirillen etwas kleiner. Bei der Lebendfärbung tingieren sie sich auffallend intensiv. Bei Färbung nach Giemsa nehmen sie einen blauvioletten Ton an, während die Spirillenzelle sich außer ihren blauvioletten Einschlüssen und farblosen Vakuolen rotviolett färbt. Auffallend ist ferner bei allen Knospen eine — selten zwei — auch im ungefärbten Zustande zu beobachtende helle Mittellinie, die meist parallel, seltener senkrecht zur Längsachse des Organismus verläuft.

Bei den Rhodospirillen konnte Verf. nun auch das Entstehen solcher Verbindungen beobachten, wie sie die beiden Abb. darstellen. Nach mehrfachem Annähern und Wiederzurückweichen legen sich die beiden Organismen derart aneinander, daß die



Abb. 1. Chromatium.

Knospe des einen die Membran des andern berührt. Eine Vereinigung von Knospe mit Knospe konnte nie gesehen werden, wohl aber Doppelverbindungen mittels zweier Knospen. Nach einigen Stunden der Ruhe wird dann die Ver-

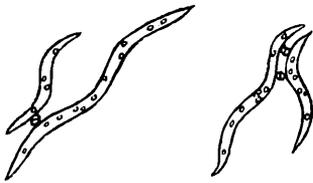


Abb. 2. Rhodospirillum; das eine Paar mit zwei Brücken.

bindung wieder gelöst und zwar, wie es scheint, meist so, daß die „Brücke“ an einem Partner hängen bleibt. Daneben kommt es offenbar auch vor, daß sie in der Mitte durchreißt.

Wenngleich die Vermutung nahe liegt, daß wir es hier mit einem der so lange bei Bakterien vergeblich gesuchten Sexualvorgänge zu tun haben, so dürfen vorläufig dennoch solche Deutungen nur mit größter Vorsicht gegeben werden. Da ja eigentliche Zellkerne nach unseren bisherigen Kenntnissen bei Bakterien nicht existieren, so fehlt zum mindesten schon die sonst sexuelle Vereinigungen kennzeichnende Kernverschmelzung. Es wird deswegen auch nur ein wechselseitiger Stoffaustausch als primitiver Sexualakt vermutet. Ferner müßten erst weitere Untersuchungen über die näheren biologischen Umstände der Erscheinung, die Bedingungen ihres Entstehens und die Wirkungen auf die Kopulanten einige Aufklärung bringen.

Das Untersuchungsmaterial ist leicht zu beschaffen, wenn man nach der Vorschrift B u d e r s (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 56, S. 539) eine Pulverflasche zur Hälfte mit zerkleinerten Rhizomen, Gips und Schlick füllt

und Sumpfwasser darauf gießt, dann nach einer Woche in einen mit soviel Wasser gefüllten Standzylinder versenkt, daß dessen Oberfläche 10—20 cm über dem Flaschenhals steht und das Ganze bedeckt an ein Nordfenster stellt. Die Schwefelbakterien sammeln sich dann im Hals der Flasche an.

Dr. O. Arnbeck.

Warum wird die Milch sauer? Daß die Milch beim Stehen insbesondere im Sommer leicht sauer wird, ist eine altbekannte Tatsache. Fast ebenso bekannt dürfte sein, daß dabei Bakterien, die Milchsäurebakterien, im Spiele sind. Aber die Frage gewinnt ein neues Interesse, wenn ich die zweite stelle: Warum geht die Milch nicht in stinkende Fäulnis über, wie z. B. Fleisch; die Milch ist doch auch ein sehr eiweißreiches Nahrungsmittel, besitzt aber auch reichlich Stoffe, die an und für sich verwesen und faulen. Der Grund liegt in einem eigentümlichen Antagonismus der Mikroorganismen, der ein interessantes Wechselspiel unter den einzelnen Kleinorganismengruppen zur Folge hat. Die Milch fault schließlich auch, wenn wir lange genug warten. Verfolgen wir in großen Zügen kurz, was dabei vor sich geht. Ein Topf Milch an einem mäßig warmen Ort aufgestellt, wird zunächst sauer, eine Folge der Zersetzung des Milchzuckers durch Milchsäurebakterien, wobei organische Säuren (Milchsäure und andere) entstehen. Die Eiweißkörper gerinnen (koagulieren). Die Milchsäurebakterien sind gegen ihre eigenen Stoffwechselprodukte, die Säuren, nicht sehr empfindlich. Doch nach einem gewissen Säuregrad stellen sie ihre Tätigkeit ein. Nun gewinnt ein ganz anderer Prozeß die Oberhand; die Säureverzehrer finden sich ein. Dazu gehören insbesondere gewisse niedere Pilze. Die Säuren werden im Betriebsstoffwechsel dieser Pilze allmählich aufgearbeitet. Alsdann machen die Milchsäurebakterien einen neuen Vorstoß. Dieser Rhythmus geht weiter, bis aller Zucker zu Säure umgewandelt und der letzte Rest der Säure verschwunden ist. Nun kommen die Verwesungs- und Fäulniserreger an die Reihe und greifen den großen, bisher noch wenig angetasteten Eiweißvorrat (Kasein und Albumin) an; die Milch beginnt zu faulen, fault ganz ähnlich wie längere Zeit sich selbst überlassenes Hackfleisch. Die eigentlichen Eiweißzersetzer nämlich sind säureempfindlich; in ihrem physiologischen Verhalten also Antagonisten zu den Bakterien, die Zucker rasch und in großen Mengen zu Säuren spalten. Dieser Antagonismus geht so weit, daß An- oder Abwesenheit von in Säuren umsetzbaren Kohlehydraten im allgemeinen direkt bestimmend ist für den Verlauf der Zersetzung nicht nur der Milch, sondern auch der übrigen Nahrungsmittel. Käse kann faulen. Gemüse werden zuerst sauer, verschimmeln und faulen dann. Es ist selbstverständlich, daß dieses im Beispiele der Milch gegebene Schema nicht auf jeden Fall genau angepaßt ist. Zubereitungsart, Wassergehalt, Temperatur usw. können modifizierend wirken. Überdauern beispielsweise beim

Kochen eines Nahrungsmittels nur hitzebeständige Sporen von Fäulnisregnern die Kochtemperatur, so kann die Fäulnis direkt einsetzen.

Doch auch Fleischbrühe kann sauer werden. Das kommt von einem geringen Zuckergehalt des Fleisches her, der beim Kochen an die Brühe abgegeben wird. Sonst ist der Zuckergehalt des Fleisches so gering, daß eine zu Beginn der Zersetzung entstehende Säuerung sich der grobsinnlichen Wahrnehmung entzieht. — Etwas abseits stehen die Fette. Sie werden ranzig, was ebenfalls einer Säureabspaltung (Fettsäuren) durch gewisse Bakterien entspricht.

Dr. Minder.

Zur Darstellung der **elastischen Fasern des Gewebes** hat nach Mitteilung von O. Ewald in der M. Med. Wochenschr. 1922, Nr. 33, die Firma Karl Hollborn, Leipzig einen neuen Farbstoff, das Elastin H, dargestellt. Die Konservierung und Einbettung ist für den Ausfall der Färbung ziemlich gleichgültig. Die Färbung selbst gestaltet sich folgendermaßen: 0,5 g des Farbstoffes werden in 50 ccm 70%igen Alkohol und 1,0 g Acid. nitric. pur. unter leichtem Erwärmen im Wasserbade gelöst. Nach Filtrieren und Abkühlen ist die Lösung sofort gebrauchsfertig. Jedoch ist es zweckmäßig, sie einige Zeit stehen zu lassen. In der Farblösung bleiben die Schnitte 6 bis 10 Stunden. Dann werden sie so lange in 96%igem Alkohol differenziert, bis sie keine roten Farbwolken mehr abgeben, und dann wie üblich in Balsam eingeschlossen. Die elastischen Fasern erscheinen bis in die kleinsten Verzweigungen hinein rot bis braunrot (ähnlich wie bei der Orceinfärbung), das übrige Gewebe blau. Es hat den Anschein, daß die Färbung sich in Schnittpräparaten dauernd hält, ohne zu bleichen.

P. R.

Zählplatten zu quantitativ-mikroskopischen Arbeiten lassen sich bei einiger Geschicklichkeit recht genau auf folgende Weise herstellen. Man bringt ein erbsengroßes Stück Paraffin auf einen reinen Objektträger, erhitzt und sorgt für gleichmäßig dünne Verteilung des Paraffins. Dann legt man den Objektträger auf ein Blatt Millimeterpapier und ritzt mit einer feinen Nadel die Linien in den gewünschten Abständen in das erstarrte Paraffin. Nun wischt man das gezeichnete Feld mit einem Haarpinsel ab und bringt mit einem Holzstäbchen etwas Flußsäure darauf, die man, ohne den Paraffinbelag zu schädigen, sorgfältig verstreicht. Nach wenigen Minuten spült man mit Wasser ab, kratzt das Paraffin weg und reinigt den Objektträger etwas mit Äther. Wird sauber gearbeitet, so erhält man im Handumdrehen tadellose Zählplatten. Auf gleiche Weise kann man auch Deckplatten von Planktonkammern mit einem System von parallelen Linien versehen (am besten auf der Unterseite!). Der Abstand wird so gewählt, daß er dem Durchmesser des objektiven Sehfeldes der benutzten Objektiv-Okularkombination entspricht. Dadurch wird ein Kreuztisch überflüssig und die Zählung geht fast ebenso leicht und genau von statten.

Dr. Minder.

Schürhoff (Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1922, Heft 2) wies nach, daß die **im Pollenkorn von Eichhornia crassipes stattfindende Kernteilung** entgegen den Vermutungen von Strasburger auf mitotische Weise stattfindet. Eichhornia, die bei uns nur in den Viktoria regia-Häusern der botanischen Gärten kultiviert wird, in Zentralamerika aber die Flüsse in großen Mengen bedeckt, ist die einzige bisher bekannte Pflanze, bei der sich der vegetative Pollenkern teilt, während sich sonst nur der generative Kern des Pollenkorns im Laufe der weiteren Entwicklung teilt. Da Smith feststellte, daß keine Zeichen einer Reduktionsteilung im Embryosack sichtbar sind, schließt Schürhoff, daß die Anomalie der Pollenkörner im Verein mit den Feststellungen von Smith auf apogame Keimbildung hinweisen, d. h. daß keine Befruchtung mehr stattfindet, sondern das diploid gebliebene Ei sich ohne Befruchtung zum Embryo entwickelt.

Dr. P. Sch.

Über die **somatische Mitose des Menschen** berichtet Th. Rappoport im Archiv für Zellforschung 1922, S. 371. Die bisherigen Autoren weichen in ihren Angaben über die Chromosomenzahl weit voneinander ab. Zur Untersuchung eignen sich nach R. am besten ausgebreitete Epithelien, wie die Überzüge des Brustfells, des Bauchfells und des Amnions mit den ihnen anhaftenden, flächenhaft angeordneten Bindegewebszellen. Das Material entstammte Embryonen von 5 Wochen bis 5 Monaten. Als Fixierungsflüssigkeit diente Zenker-Formol, Heidenhains „Suso“-Gemisch¹⁾ und Pikrinsublimat. Die Präparation wurde so vorgenommen, daß nach tagelangem Waschen in fließendem Wasser möglichst dünne Häutchen abgezogen und unter der Lupe gespalten wurden. Man kann auf diese Weise Stücke von Epithelien bis zu einer Zellschichtdicke erhalten, wenn auch gewöhnlich bis zu drei Zellschichten vorliegen. Die Häutchen wurden mit Eisenhämatoxylin gefärbt. — Nach seinen Zählungen hält sich R. für berechtigt, die Chromosomenzahl für den Menschen bei den untersuchten Geweben mit Sicherheit zwischen 40 und 44 und mit großer Wahrscheinlichkeit zwischen 40 und 42 anzunehmen. Welche von diesen drei Zahlen 40, 41 und 42 die richtige ist, ob die beiden Geschlechter in der Chromosomenzahl differieren, in welchem Fall allein die Zahl 41 in Betracht käme, und demgemäß ein oder zwei Heterochromosomen vorhanden sind, diese Fragen werden erst weitere Untersuchungen zu entscheiden haben.

Dr. Sch.

Dauerpräparate der Keimlinge von Ustilagineensporen. Gewöhnlich begegnet die Herstellung gut gefärbter Dauerpräparate der Schwierigkeit, daß während der verschiedenen Arbeiten, denen die Keimlinge unterworfen werden müssen, ein großer Teil verloren geht.

¹⁾ Die Zusammensetzung lautet: Sublimat 4,5, Kochsalz 0,5, Wasser 80,0, Trichloressigsäure 2,0, Eisessig 4,0, Formalin 20,0. Nach der Fixierung wird in 90%igen Alkohol übertragen.

Wenigstens für einen Brandpilz hat nun H. Kniep (Ztschr. f. Bot. XIII, 1921, S. 294 f.) eine Methode ausgearbeitet, deren Erprobung auch für andere Spezies empfehlenswert ist. Nach Einwirkung der Fixierflüssigkeit für wenige Minuten wird diese vorsichtig abgesaugt. Mehrmaliges Nachspülen mit Wasser zum Auswaschen der Fixierflüssigkeit gelingt nach einiger Übung gut, ohne daß dabei Keimlinge verloren gehen. Dann wird das Wasser gut abgesaugt in der Weise, daß nur noch dort, wo die Keimlinge liegen, eine dünne Flüssigkeitsschicht den Objektträger benetzt. Schnell wird er jetzt in eine mit wasserfreiem Äther gefüllte Petrischale gelegt, bis die Keimlinge mit Äther durchtränkt sind (wenige Minuten). Auch bei starker Bewegung des Objektträgers haften die Keimlinge fest darauf (lösen sich aber sofort durch Alkohol). Die plötzliche Übertragung ist ohne Nachteile, sofern nur Eintrocknen vermieden wird, die leicht an der Sporenmembran (bes. der Nebensporen) geringe Schrumpfung ergibt. Jetzt werden die Präparate in ein Gemisch von gleichen Teilen Äther und absol. Alkohol, in dem etwa 0,2% Zelloidin gelöst ist, übertragen. Nach Herausnahme aus diesem Gemisch läßt man sie abtrocknen, bis sie von den Rändern her einzutrocknen beginnen. Alsdann gelangen die Objektträger in 96%igen Alkohol und von da über 70% und 40% in destill. Wasser. Der Objektträger ist dadurch von einer dünnen Zelloidinschicht überzogen, in der die Keimlinge haften. Für das Gelingen guter Färbungen ist die richtige Zeit des Aufenthalts in der Beize und im Hämatoxylin wichtig. Kniep behandelte die Präparate 1 Stunde mit Eisenaun und färbte 1 Stunde (nicht, wie oft angegeben, länger). Bei richtiger Unterbrechung des Vorgangs heben sich die Kerne, deren Kernkörperchen tief schwarz gefärbt ist, scharf von dem grau gefärbten Plasma ab. Die Leser seien zugleich hingewiesen auf die Arbeiten von Paravicini (Ann. mycologici XV, 1917, Methodisches, S. 80 f.) und Schellenberg (Bd. III, Heft 2 der Beitr. z. Kryptogamenfl. d. Schweiz, vgl. S. 143).

Dr. Pfeiffer.

Neuere Methoden über den Nachweis von Verholzungstoffen in Zellmembranen. In Mikrokosmos XIV, S. 103, konnte ich bereits über die Verwertung von Vanadinsäure zum Nachweis von Ligninen hinweisen. Kurz vor Größ machte O. Gertz (Lund Univers. Årsskr. N. F., Avd. 2, Bd. XII, 1916, S. 24 f.) auf den Nachweis mittels Anthozyan aufmerksam. Günstige Ergebnisse erzielt man z. B., wenn man Schnitte aus Kürbistengeln mit Anthozyanlösung von Kornblumen (*Centaurea Cyanus*), solche vom kleinen Wintergrün mit der von *Coleus hybridus* oder solche von Nadelholzweigen mit der vom Weinstock behandelt. In der frisch bereiteten Farblösung müssen die Schnitte mindestens 12 Stunden bleiben. Dabei macht sich der Gehalt an Schwefel-

säure durch Mazerationswirkung bemerkbar. Das Holz und manche Elemente des Bastes werden durch diese Methode purpurrot gefärbt. Alle andern Gewebe entfärben sich durch Entwässern nach dem Färbeprozess. Zur Bereitung der Farblösung werden die Kornblumen oder andern erwähnten Pflanzen in mit Schwefelsäure angesäuertem destill. Wasser gekocht. Die so erhaltene Farblösung wird filtriert und daraus mit Bleiazetat der Anthozyanfarbstoff ausgefällt. Alsdann wird der Niederschlag mit wenig Wasser aufgeschwemmt und mit Schwefelwasserstoff zerlegt, so daß der Farbstoff regeneriert wird und wieder in Lösung geht. Nach Abfiltrieren des Schwefelbleis ist das Filtrat eine durchsichtige, prächtig rotgefärbte Flüssigkeit. — In ihrer Anwendung einfacher und nach meinen Untersuchungen in ihren Ergebnissen zuverlässiger ist die von P. Casparis¹⁾ beschriebene Methode. Verholzte Membranen färben sich damit blau, unverholzte bleiben ungefärbt, Stärke quillt unter Blaufärbung langsam auf infolge Entziehung von Wasser aus dem Reagens, Kristalle werden nicht angegriffen, Proteinkörper dagegen leuchtend blau. Störend kann die Stärke wirken, die darum am besten vorher entfernt wird durch Chloral (nicht mittels Kalilauge!). Bei Herstellung von Dauerpräparaten ist darauf zu achten, daß als Einschlußmedium dieselbe Lösung zu verwenden ist. Besonders wertvoll wird die Methode Casparis durch die Möglichkeit, den Farbstoff mittels Auswaschen mit Wasser leicht wieder zu entfernen, so daß dasselbe Präparat auch andern Reaktionen noch unterworfen werden kann. — Verholzte Wände und nur solche werden übrigens auch durch Benzidin in saurer Lösung kräftig gelb- bis rotorange gefärbt. Die Schnitte von frischem oder Alkoholmaterial werden für kurze Zeit in mit einer beliebigen Säure versetztes Wasser (1 Tl. konzent. Säure + 25—30 Tl. Wasser) gebracht und sodann in 1%ige alkoholische Benzidinlösung übertragen. Tritt dabei weiße Trübung im Präparat auf, so läßt sie sich durch Auswaschen in Alkohol leicht beseitigen. Leider konnte uns Schneider (Ztschr. f. wiss. Mikr. XXXI, 1914, S. 68 f.) noch keine endgültigen Erfahrungen über den Wert der Reaktion für Dauerpräparate vorlegen. Ich selber kenne einerseits das Mittel erst zu kurze Zeit, andererseits habe ich meist wertvolle, weil seltene tropische Hölzer bearbeitet, an denen eine Erprobung nicht angebracht erscheint. — Bei der Gelegenheit muß ich noch aufmerksam machen auf eine Angabe von A. Meyer (Erst. mikrosk. Praktikum, 3. Aufl., 1915, S. 239), der Anilinhydrochlorat zur Färbung verholzter Membranen benutzt (1 g davon auf 70 cm³ Wasser, 30 cm³ Alkohol und 5 cm³ Salzsäure; — Lösung nicht zu lange stehen lassen!).

Dr. Pfeiffer.

¹⁾ S. Mikro. 20/21, S. 136.

Das Laboratorium des Mikroskopikers

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Wir veröffentlichen in diesem Beiblatt, das in zwangloser Folge erscheint, Beschreibungen neuer Apparate und Instrumente für sämtliche Zweige der Mikroskopie, um dadurch einen dauernden Überblick über die Fortschritte der Apparate-technik zu geben. Ebenso bringen wir hier Anleitungen zur Selbstanfertigung mikrotechnischer Hilfsapparate, um unsern Lesern die Vervollständigung ihrer Apparatur auf dem billigsten Wege zu ermöglichen.

Über ein neues pankratisches Taschenmikroskop.

Von Professor Dr. **Max Wolff**.

(Aus dem Zoologischen Laboratorium der Forstlichen Hochschule in Eberswalde.)

Es ist in der Geschichte des Instrumentenbaues eine nicht eben seltene Erscheinung, daß ein neuer Typ, der theoretisch gute Aussicht auf Vervollkommnung und praktische Verwendbarkeit zu haben scheint, binnen kurzem von der Bildfläche verschwindet, jahrzehntelang der Vergessenheit anheimfällt und dann plötzlich, durch geniale Neukonstruktion, als Stern erster Größe am technischen Himmel wieder aufleuchtet, um nie wieder zu verlöschen.

In der Geschichte der Optik bieten das zusammengesetzte Mikroskop, die binokularen Instrumente, die Immersionssysteme, die künstlichen Lichtquellen, die Kreuztisch-einrichtungen und endlich die mikrophoto-graphischen Apparate, — alles Errungenschaften, die nach ihrem ersten Erscheinen, bald früher, bald später, durch eine vernichtende Kritik in ihrer Entwicklung gehemmt, ja völlig gelähmt wurden, um schließlich sich in einer Weise durchzusetzen, die den Fernerstehenden in höchstem Grade überraschen muß, — bekannte und lehrreiche Beispiele.

Ein ähnliches Geschick ist dem, man kann ohne Übertreibung sagen, heute so gut wie vergessenen pankratischen¹⁾ Mikroskop beschieden gewesen. Der Leser wird einige kurze Bemerkungen über das Konstruktionsprinzip dieser Instrumente in den Lehrbüchern der Physik finden. Die modernen, ja selbst die älteren, aus den siebziger Jahren etwa stammenden Lehrbücher der praktischen Mikroskopie übergangen es mit Stillschweigen oder widmen ihm höchstens eine beiläufige Bemerkung von nicht selten fragwürdigem Werte.

Merkel z. B. verwechselt es in seinem sonst trefflichen Buche, „Das Mikroskop und seine Anwendung“, München 1875, S. 152, geradezu mit dem bildaufrichtenden Mikroskope. Wahrscheinlich, weil die großen Vorzüge der pankratischen Instrumente, ohne Objektiv- und Okular-Wechsel, — und zwar in einer Zeit, wo Wechselvorrichtungen, wie sie uns heute geläufig sind (Revolver-

Schlitten- und Zangenwechsler) noch unbekannt waren, — eine große Anzahl schwacher bis mittelstarker Vergrößerungen zur Verfügung zu stellen, die Optiker veranlaßten, den pankratischen Typ für ihre Präpariermikroskope („Dissektionsmikroskope“) zu benutzen, deren Okulare sie, um das Präparieren zu erleichtern, als bildaufrichtende konstruierten.

Soweit mir bekannt ist, wurden pankratische Instrumente zuletzt von **H a r t n a c k** im Jahre 1864 und von **P l ö ß l** im Jahre 1863 angeboten. Sie entsprachen in ihrer Bauart den größeren (Hartnack) beziehungsweise klei-

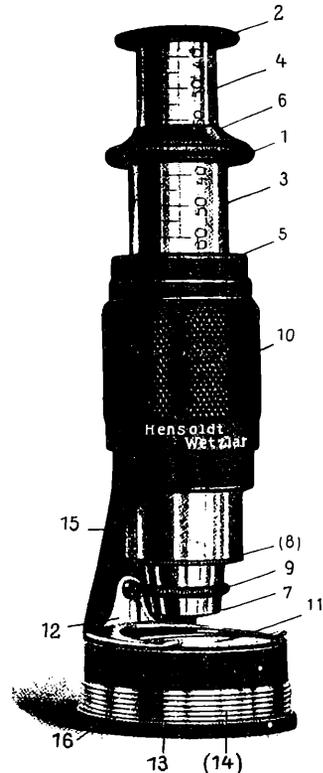


Abb. 1. „Tami“-Mikroskop, auf 126fache Vergrößerung ausgezogen, in $\frac{2}{3}$ nat. Größe.

¹⁾ Pankratisch = alles vermögend, weil die verschiedenen Vergrößerungen durch einfaches Verändern der Tubuslänge, nicht durch Objektiv- und Okular-Wechsel, erzielt werden.

neren (Plöbl) Stativen. Hartnack begnügte sich, wie er es auch sonst zu tun pflegte, mit schwächeren Vergrößerungen, 10—100mal. Plöbl dagegen gab seinem, „nach eigener Idee zusammengesetzten Arbeitsmikroskop“, trotzdem es ein kleines und relativ billiges (54 fl.) Instrument war, ein aus drei achromatischen Linsen bestehendes, zerlegbares Objektiv, so daß die Vergrößerungen von 20- bis

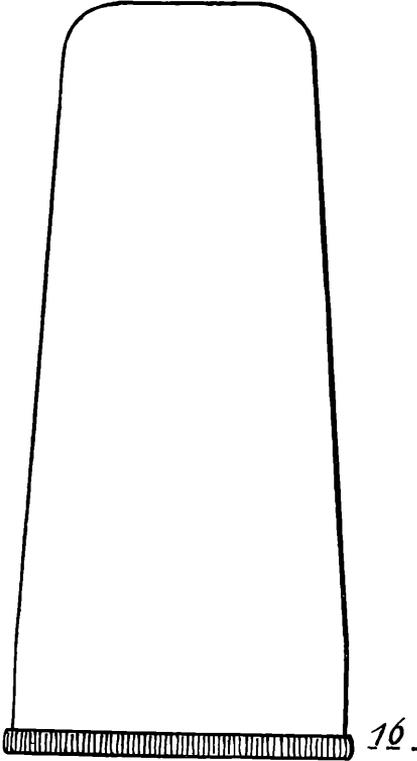


Abb. 2. „Tami“-Mikroskop in die Schutzhülse eingeschraubt. Natürliche Größe. 16 = Rändel des Objektisch-Unterteils.

240mal gingen, „welche durch Verlängerung des Mikroskopkörpers stufenweise hervor gebracht werden können“.

Hinsichtlich besonderer Handlichkeit boten diese Instrumente also keinen besonderen Vorteil. Für Präparierzwecke ließen die geringen Objektstände bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen der Präpariernadel keinen Raum. Auch die schwierige Korrektur des Objektivs für so extreme Differenzen der Tubuslänge mag zu wünschen übrig gelassen haben. Tatsache ist jedenfalls, daß diese Instrumente auch auf dem Gebiete, für das sie gerade besonders bestimmt waren, nicht gegen die einfachen Präpariermikroskope aufkommen konnten, die wesentlich kompändiöser, billiger und, vor allem in ihrer Ausführung durch die aufblühende Jenaer Werkstatt von Carl Zeiß, leistungsfähiger waren. Nahm doch diese Firma im Bau der „Simplex“-Mikroskope damals, Mitte der 60er Jahre, schon unbestritten die führende Stellung ein, die von ihr später auf dem Ge-

biete des Mikroskopbaues im vollen Umfang errungen wurde und bis zum heutigen Tage hier, wie im größten Teil des optischen Instrumentenbaues, behauptet worden ist.

Seit jener Zeit also war das pankratische¹⁾ Mikroskop praktisch verschollen. Umso interessanter ist der Versuch der altberühmten Firma Hensold-Wetzlar, — die übrigens schon in den 70er Jahren vorzügliche Mikroskope baute und als eine der ersten Werkstätten ein Hauptgewicht auf starke Objektive, die mit schwachen Okularen kombiniert werden, legte, — dem pankratischen Mikroskop ein neues Arbeitsfeld zu erschließen, für das seine Vorzüge bisher noch niemals ausgenützt worden sind, und auf dem es zweifellos von jetzt ab, diese Voraussage glaube ich durchaus verantworten zu können, herrschen wird und einen gewaltigen Fortschritt auf allen Anwendungsgebieten herbeizuführen vermag.

Das neue Hensold'sche pankratische Mikroskop²⁾, das Abb. 1 in $\frac{2}{3}$ nat. Größe und auf die Vergrößerung $\frac{126}{1}$ ausgezogen dar-

stellt, ist als Taschenmikroskop, — daher der Markenname „Tami“, — ausgebildet, also in erster Linie dazu bestimmt, draußen an Ort und Stelle in der freien Natur dem Forscher eine große Anzahl schwacher bis mittelstarker Vergrößerungen zur schnellen Orientierung über seine Ausbeuten an Kleinorganismen zur Verfügung zu stellen.

Ich möchte deshalb auch zuerst die Eignetheit des „Tami“ für diese Zwecke besprechen, und erst zum Schluß seine sonstigen Verwendungsmöglichkeiten erörtern.

Der Bau des Instrumentes ist an der Hand unserer Abbildung mit wenigen Worten erklärt. Der Tubus hat zwei, fernrohrartig ineinander verschiebbare Auszüge (4 und 3), deren Abschluß Rändel (2 und 1) bilden. Das Rändel 2 gehört zur Fassung der Frontlinse des eingeschraubten (nicht eingesteckten) Okulars. Die Tubusteilungen werden an den Ablesekanten 6 und 5 abgelesen. Die Addition der beiden Ablesungen ergibt bei Benützung des ganzen Doppelobjektivs (das bei 7, 8 und 9 sichtbar ist) ohne weiteres die Vergrößerung, im abgebildeten Falle also $61 + 65 = 126$. Benützt man nur das halbe Objektiv nach Abschrauben seiner Frontlinse, deren Fassung (7) hierzu mit einem kräftigen Rändel (9) versehen ist, so ist der erhaltene Wert zu halbieren; er würde also bei der abgebildeten Tubusstellung $\frac{61 + 65}{2} = 63$ sein.

Ein breiter gerändelter Ring (10), der mit dem Tubus fest verbunden ist, läßt sich mittels eines an seiner Innenseite eingeschnittenen, äußerst sanft gehenden Präzisionsgewindes auf dem, mit einem entsprechenden Gewinde versehenen Kopfteil (durch den Rändelring 10 verdeckt) des Stativs (15) auf und ab schrauben. Bei dieser Bewegung

¹⁾ Der Name, dagegen nicht die Erfindung, soviel ich weiß, rührt von Donders her.

²⁾ Es kann von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos bezogen werden.

wird also der Tubus um seine optische Achse gedreht und gleichzeitig mikrometrisch gehoben und gesenkt. Diese Feineinstellung genügt noch bei Anwendung der stärksten, 225fachen Vergrößerung vollkommen, arbeitet gut zentrisch, ist frei von totem Gang, gut gegen Beschädigungen geschützt und liegt durchaus griffrecht.

Das sehr massiv gehaltene Stativ (15) endigt unten in einem Ring (in der Abbildung nicht bezeichnet). Diesem Ring liegen von oben die beiden Objektklammern (12), die den Objektträger festhalten sollen, auf. Von unten ist in ihn der sehr ingeniös konstruierte „Objekttisch“ eingesteckt. Die Figur zeigt von ihm nur die planparallel geschliffene, die eigentliche Tischfläche (bei gewöhnlichen Beobachtungen im durchfallenden Licht) dar-

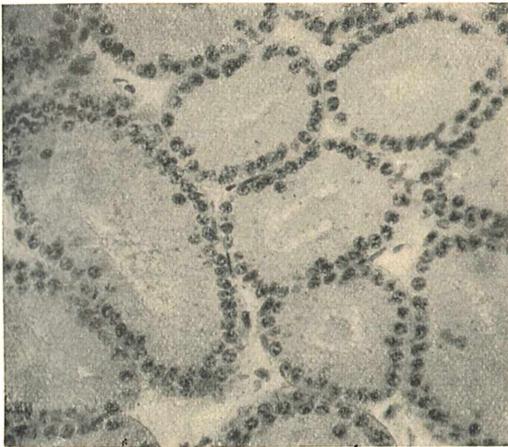


Abb. 3. Schnitt durch die Schilddrüse des Alpsalamanders. Haemalaun-Orange-G-Färbung. Aufgenommen mit „Tami“, Vergrößerung 220/1. Chromo-Isolar-Platte. Leitz-„Mignon“-Mikroskopierlämpchen mit Mattgelbfilter. Exposition 15 Minuten.

stellende Glasplatte (11) und teilweise den mit einem Gewinde (14) und einem Rändel (16) versehenen dosenartigen Unterteil (13).

Mit dem Gewinde (14) läßt sich das ganze Instrument, nachdem der Tubus wieder ganz zusammengeschoben und, — so tief, als es das Objektiv zuläßt (etwa 1 mm über die Glasplatte des Objekttisches), — gesenkt ist, in eine, auf Abb. 1 nicht abgebildete, messingene Schutzhülse staubdicht einschrauben. Eine wirklich verblüffend einfache und zweckmäßige Verpackung! Die Schutzhülse läßt sich übrigens als Schöpfbecher (Inhalt 100, — genauer 107 ccm) verwenden! Abb. 2 zeigt das „Tami“-Mikroskop, in seine Schutzhülse eingeschraubt, in natürlicher Größe.

Das Innere des, wie gesagt, dosenartig ausgebildeten „Objekttisches“ wird durch die erwähnte Glasplatte völlig staubdicht abgeschlossen. Das ist wichtig, weil sich darin ein kleiner, in geeigneter Stellung verschraubter Hohlspiegel befindet, der ein bei allen Vergrößerungen hell und gleichmäßig beleuchtetes Gesichtsfeld herstellt.

Sehr originell ist übrigens der Strahlengang. Da der Objekttisch und vor allem die Objektklammern noch die normalen Objektträgergrößen (englisches und Gießener Format) sehr bequem zulassen, passieren die beleuchtenden Strahlen zweimal den Objektträger: einmal auf dem Wege zum Spiegel, ein zweites Mal auf dem Wege von hier zum Objekt. Die käuflichen, mit Papier umklebten Präparate werden daher zweckmäßig nach Herausnahme des Objekttisches, indem man das Instrument als Handmikroskop benützt, betrachtet.

Sonst wird man in der Regel den „Objekttisch“ nur entfernen, wenn man opake Objekte (Mineralien, Schriftstücke, Häute, polierte Flächen usw., auch Insekten, die in auffallendem, evtl. künstlich durch Sammel-

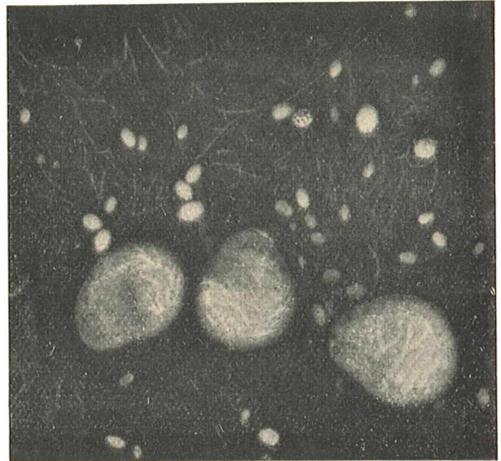


Abb. 4. Ziliates Infusor (*Colpoda cucullus*). Gleichzeitige Fixierung und Färbung mit kolloidalem Opalblau-Phloxinrhodamin nach Breslau. (Der Grund des Präparates ist durch das gelatinierende Farbstoffhäutchen tief dunkelblau gefärbt und erscheint daher dunkel; die Pellikular-Strukturen treten deutlich hervor.) Aufgenommen mit „Tami“, Vergrößerung 170/1, Orthochromatische Isolar-Platte. Leitz-„Mignon“-Mikroskopierlämpchen mit Mattgelbfilter, Exposition 10 Minuten.

gläser zu verstärkendem Lichte betrachtet werden sollen) zu untersuchen wünscht. Man setzt das Instrument dann einfach auf die zu untersuchende Fläche fest auf.

Das „Tami“-Mikroskop wiegt, in seiner Schutzhülse eingeschraubt, 430 g. Seine Dimensionen betragen dann mit der Hülse 10 × 4,6 cm, ohne diese 9,7 × 4,6 cm. In dieser Stellung, nach Herstellung des richtigen, ca. 5,5 mm betragenden Abstandes des Objektivs vom Objekt, bei 81 mm Tubuslänge, ergibt es eine 50fache, nach Abschrauben der Objektiv-Frontlinse, — das Objektiv ist eigens für diesen Gebrauch korrigiert, — eine 25fache Vergrößerung. Durch Ausziehen der Tubusröhre auf eine Tubuslänge von maximal 163 mm läßt sich jede beliebige Vergrößerung bis zu einer 225fachen erzielen. Bei maximalem Auszug hat das Instrument eine Höhe von 195 mm bei einem freien Objektstand von 4 mm.

Hervorzuheben ist das sehr große Gesichtsfeld des Okulares. Projiziert man das Bild eines Präparates mit dem „Tami“-Mikroskop, wie ich es bei meinen damit gemachten mikrographischen Aufnahmen getan habe, von denen einige hier abgebildet werden (Abb. 3—6), stets auf eine solche Entfernung, daß die auf der Mattscheibe resultierende Vergrößerung derjenigen entspricht, die an der Tubusteilung abgelesen wird, so hat das Gesichtsfeld, der auf der Mattscheibe erscheinende Bildkreis, noch bei der stärksten Vergrößerung einen Durchmesser von ca. 140 mm. Die Balgenlänge betrug hier

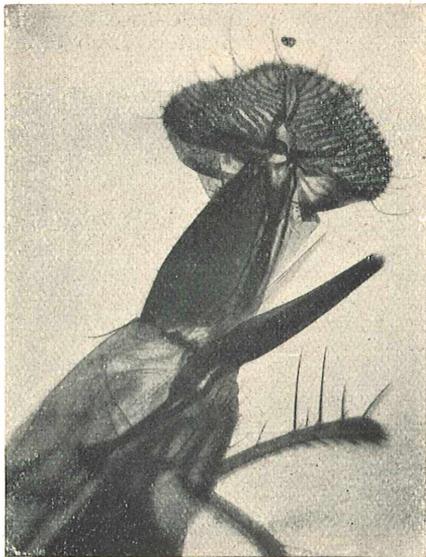


Abb. 5. Rüssel der Stubenfliege. Aufgenommen mit „Tami“, Vergrößerung 40/1 (Frontlinse des Objektivs abgeschraubt). Orthochromatische Isolator-Platte, Leitz-„Mignon“-Mikroskopierlampchen mit Mattgelbfilter. Exposition $1\frac{1}{2}$ Minuten.

200 mm. Zum Vergleiche sei angeführt, daß die gewöhnlichen Arbeitsokulare unserer großen Instrumente bei Projektion auf 250 mm Lichtkreise von 115—126 mm (Huygenssche Okulare No. 2 und 3 der alten, resp. 5 und 7 der neuen Bezeichnungweise von Zeiß), das stärkste Kompensationsokular einen solchen von 160 mm Durchmesser ergibt.

Im Gegensatz zu den sehr schlechten (hinsichtlich Beleuchtung und Durchmesser) Gesichtsfeldern der bisher üblichen „Taschenmikroskope“ und Algensucher, von denen erstere in der Regel nicht über eine 50fache Vergrößerung hinausgingen, letztere nur selten eine kaum noch brauchbare 150fache erreichten, gibt also das Okular der „Tami“-Mikroskope ein ungewöhnlich großes Gesichtsfeld von guter und gleichmäßiger Helligkeit auch noch bei stärkster Vergrößerung, wie übrigens ganz objektiv meine mit dem Instrument hergestellten Mikrophotogramme

zeigen. Es mag hier noch bemerkt werden, daß bei den pankratischen Mikroskopen sich natürlich, der wechselnden Auszugslänge und Vergrößerung entsprechend, die Größe des objektiven Gesichtsfeldes ändert und bei stärkster Vergrößerung am kleinsten, bei schwächster am größten ist.

Was die optische Leistungsfähigkeit des „Tami“-Mikroskopes anlangt, so kann ich ihm das beste Zeugnis ausstellen. Die Leistungen erreichen etwa (bei maximaler

Vergrößerung = $\frac{225}{1}$) die des Leitzschen

achromatischen Objektivs No. 5, kombiniert mit dem Huygensschen Okular No. 2.¹⁾ Die schwächste Vergrößerung entspricht ungefähr einer Kombination von Objektiv No. 2 von Leitz mit Okular O. Es sind alle möglichen Vergrößerungen von $\frac{25}{1}$ bis $\frac{225}{1}$ —,

von $\frac{25}{1}$ bis $\frac{112}{1}$ mit dem halben, von $\frac{50}{1}$ bis $\frac{225}{1}$

mit dem ganzen Objektiv, durch einfaches Verändern der Tubuslänge zu erzielen und ohne weiteres, wie geschildert, an der Teilung abzulesen.

Die chromatische und sphaerische Korrektion ist sehr befriedigend und für alle Vergrößerungen gleichmäßig gut, wie wohl am besten meine Mikrophotogramme zeigen, von denen der hohen Druckkosten wegen hier leider nur einige wenige reproduziert werden können. Sie reicht für alle Zwecke der Beobachtung im Freien und der Demonstration im Hörsaal völlig aus. Das Instrument genügt zur Untersuchung von histologischen Kurspräparaten (Abb. 3). Die Wimpern ziliater Infusorien und deren Plasmaeinschlüsse werden deutlich gezeigt (Abb. 4). Daß das Instrument alles zeigt, was der Entomologe an seinen Präparaten sehen will, zeigen wohl zur Genüge die Abb. 5 und 6, die bei schwacher und bei starker Vergrößerung photographiert sind. Das Objektiv ist also nicht nur für starke, sondern auch für schwache Vergrößerungen gut korrigiert.

Ich bemerke ausdrücklich, daß ich jedesmal durch Messung mit dem Objektmikrometer mich überzeugt habe, daß die gewählte Balgenlänge genau die von der Tubusteilung angezeigte Vergrößerung ergab. Man kann natürlich sowohl schwächere wie stärkere Vergrößerungen, als diese, durch Verkürzung oder Vergrößerung der Balgenlänge erreichen, wenn man das Instrument zu mikrographischen Aufnahmen benützt, für die es ja eigentlich gar nicht bestimmt ist und die ich nur angefertigt habe, um seine Leistungen objektiv vorzuführen.

Die Aufnahmen zeigen aber, daß es sehr

¹⁾ Die Streifen von *Synedra ulna* und *Pleurosigma ballicum* werden sehr scharf wiedergegeben. Die Reproduktion meiner mikrographischen Aufnahme der Streifung von *Synedra ulna* hätte Kunstdruckpapier erfordert und mußte deshalb leider unterbleiben.

wohl, auf Reisen beispielsweise, zu mikrographischen Arbeiten sich verwenden läßt, was bei den bisher gebräuchlichen Taschermikroskopen in keiner Weise der Fall war.

Ganz vorzüglich eignet sich das Instrument zum Herumreichen im Auditorium. Der Objektstisch wird zuvor herausgenommen und es ist dann nur nötig, daß das Instrument gegen ein helles Fenster gerichtet wird, genau wie ein gewöhnliches Hand- oder Präpariermikroskop.

Für Präparierzwecke kann es von jedem, der sich an die Bildumkehrung gewöhnt hat, sehr gut benützt werden, und zwar mit den Vergrößerungen 25—112, also mit dem halben Objektiv, das den erforderlichen großen, freien Objektstand von 19 bis 15 mm zur Verfügung stellt. Da die Objektstischfläche nur 1,5 cm hoch liegt, finden die Hände ohne weiteres eine bequeme Auflage auf dem Arbeitstisch selbst. Auch in dieser Beziehung leistet das neue Taschermikroskop einen auf Reisen und größeren Exkursionen sehr schätzbaren Dienst, für den die bisher üblichen Taschermikroskope nicht gebraucht werden konnten, die, — von den sog. Algensuchern, die auch nur recht primitive Behelfe waren, abgesehen, — überhaupt mehr ein wissenschaftliches Spielzeug, als für ernste Arbeit geeignete Apparate darstellten.

Kurz zusammenfassend kann ich das „Tami“-Mikroskop als eine der praktisch wichtigsten Neukonstruktionen auf dem Gebiete der Mikroskopie bezeichnen. Die Neuformung des pankratischen Typs (der wohl von Donders um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zuerst gewürdigt und so benannt und nur kurze Zeit, wenig später, von Oberhäuser und von Plöbl praktisch verwandt, dann aber bald vergessen wurde) hat ein Instrument entstehen lassen, das außerhalb des Laboratoriums dem Biologen, Mineralogen, Geologen und Techniker das bequeme Arbeitsinstrument in ungeahnt großem Umfange zu ersetzen vermag und durch Güte der optischen Leistung, kompensiösen

Bau und dauerhafte Konstruktion in gleichem Maße allen ähnliche Zwecke verfolgenden Instrumenten weit überlegen ist. Der praktische Arzt findet im „Tami“-Mikroskop



Abb. 6. Saugscheibe des Rüssels der Stubenfliege. Aufgenommen mit „Tami“, Vergrößerung 170/1. Orthochromatische Isolator-Platte. Leitz-„Mignon“-Mikroskopierlämpchen mit Busch-„Flavon“-Gelbfilter (dunkel). Exposition 3 Min.

einen wohlfeilen und für sehr viele Untersuchungen (Sedimente, Schnitte) ausreichend leistungsfähigen Ersatz für ein großes Instrument, das die verschiedenen Vergrößerungen mit mehreren Objektiven und Okularen erzielt und deshalb heute für ihn leider meist nicht mehr zu erschwingen ist. Hier wird das „Tami“-Mikroskop eine wirkliche Kulturmission zu erfüllen haben.

Kleine Mitteilungen.

Allihus Modifikation der Fehlingschen Lösung empfiehlt sich zum Nachweis der Verteilung der Kohlehydrate, der Stärke und des reduzierenden Zuckers in Pflanzenzellen. Dabei wird von V. Simon (Ztschr. f. Bot. XII, S. 605) eine Mischung aus zwei Lösungen verwandt: a) 346 g Kupfervitriol auf 500 cm³ Wasser und b) 125 g Kalilauge, 173 Seignettesalz auf 500 cm³ Wasser. Vor dem Gebrauch werden beide Lösungen zu gleichen Teilen zusammengegossen und zum Sieden gebracht. In die wieder klar gewordene siedende Lösung werden die Schnitte bis zum Eintritt der Reaktion gelegt (vgl. auch Tolleus, Handb. d. Kohlehydrate I. 72). Dr. Pfeiffer.

Eine Methode, die Kapsel der Bakterien einfach darzustellen, beschreibt M. van Riemdijk im Centralbl. f. Bakteriologie Bd. 86, Heft 3. Man bedarf hierzu folgender Reagenzien: ½ % wässrige Protargollösung. Die Lösung ist mit kaltem, destilliertem Wasser herzustellen und stets frisch zu bereiten. Alte Lösungen sind unbrauchbar. Wässrige Lösung von Eosin gelb Grübler (nicht Eosin rot) 1:50. Kurz vor dem Gebrauch wird zu 1 ccm der Farblösung ein Tropfen einer 20 %igen Lösung von Na₂CO₃ hinzugefügt. Die Färbung spielt sich folgendermaßen ab: In ein kleines Reagenzrohr bringt man mittels Pipette 5 Tropfen der Protargollösung.

In ihr verreibt man ein wenig von der frischen zu untersuchenden Bakterienkultur. Dann fügt man 5 Tropfen der alkalischen Eosinlösung hinzu. Man mischt gut und läßt 10 bis 20 Minuten ruhig stehen. Mit der Platinöse wird dann etwas der Flüssigkeit auf einem reinen Objektträger dünn ausgestrichen und ohne Erwärmung an der Luft trocknen gelassen. Das Präparat muß sofort in Zedernöl untersucht werden.

Hat die Bakterienzelle eine Kapsel, so zeigt sich folgendes Bild: Die Zelle selbst ist schwach rötlich gefärbt, umgeben von einer weißen Zone mit scharf rotem Rand und homogen rötlich gefärbtem Untergrund. Ist keine Kapsel vorhanden, so gibt es keine weiße Zone, der rote Rand schmiegt sich dann sofort direkt dem Zellrand an.

Das Präparat muß sofort untersucht werden, weil es sonst leidet. Aus diesem Grunde soll man auch nie mehr als ein Präparat anfertigen, zumal man aus der Flüssigkeit in wenigen Minuten ein neues Präparat herstellen kann. P. Rostock.

Ein neues Reagenzglas beschreibt Dr. A. Atanasoff im Zentralbl. f. Bakteriologie. I. Abtlg. Originale Bd. 88, H. 6, das Kulturen von Mikroorganismen, besonders von Pilzen für lange Zeit, wenn nötig selbst länger als ein Jahr feucht zu halten gestattet und das ferner durch Diffusion die schnelle Anhäufung von Toxinen, wodurch in Bakterienkulturen das Wachstum bald aufzuhören pflegt, unmöglich macht.

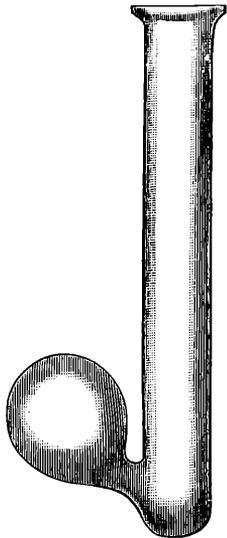
Das Reagenzglas besteht aus einem gewöhnlichen Reagenzglas, an dessen unterem Ende ein birnenförmiges Glas mit der Spitze nach unten angeschmolzen ist (s. Abb.). Das Reagenzglas wird so hoch, etwa $\frac{1}{3}$ mit Wasser gefüllt, bis auch die Birne ganz voll ist. Das Wasser sinkt nunmehr nur so schnell aus der Birne in die Röhre, als es aus dieser verdampft. Will man Pilze züchten, so bringt man nach Atanasoff

in das so vorbereitete Glas einen oder mehrere Pflanzenstengel (Krautstengel) oder ein Stückchen Holz, verschließt das Glas mit einem Wattebausch und sterilisiert. Wird dazu ein Autoklave gebraucht, so muß man den Dampf nach der Sterilisation allmählich abschließen, weil eine zu rasche Erniedrigung des Druckes das Wasser aus der Birne nach der Röhre ziehen

würde. Zur Züchtung von Pilzen und Bakterien auf Agarnährboden wird zunächst die Birne mit Wasser gefüllt, ebenso das Reagenzglas bis zur Birnenöffnung; dann wird auf den Boden des Reagenzröhrchens etwas Watte gelegt, die bis über die Birnenöffnung reichen muß, das ganze Reagenzglas mit Watte zugestopft und sterilisiert. In das so vorbereitete Glas wird in der üblichen Weise der Nährboden eingegossen und schief erstarren gelassen. Die so gefüllten Gläser behandelt man weiter wie die gewöhnlichen Reagenzgläser. Der Gebrauch dieser Gläser, die natürlich mit etwas größerer Vorsicht zu behandeln sind, hat den großen Vorteil, daß man nach dem Impfen keine Arbeit mehr hat und daß man solche Kulturen ohne weiteres monate-, selbst jahrelang stehen lassen kann. —i—

Die Reinkultur von *Leptobryum pyriforme*

(L.) Schpr. (F. G. Pringsheim — Physiologische Studien an Moosen. I. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 60. 1921. Heft 4) gelang durch 10—20 Minuten dauerndes Erhitzen des Materials in Nährlösung auf 65° C; als hitzeresistente Teile erwiesen sich die Bulbillen, die in der Nährlösung (0,05% KNO_3 , 0,02% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,01% K_2HFO_4 , 0,005% MgSO_4 , Jaqu., 0,00005% Te_2Cl_6 in dest. Wasser) zu einem lebhaft grünen, beläuterte Moospflanzen und Bulbillen tragenden Protonema (Vorkeim) auswuchsen. Um bakterienfreie Kulturen zu erzielen, wurde 0,1% KNO_3 enthaltendes 2%iges Agar in Petrischalen mit Protonema-Stückchen geimpft und die Schale mit dem Boden nach oben dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt. Die positiv-phototropischen Protonemafäden durchwuchsen, am Boden der Schale hinkriechend, den Agar und streiften alle Bakterien ab. Überimpfte man Stückchen von der Randpartie des Protonema auf Schrägagarröhrchen, so erhielt man bereits absolute Reinkulturen, wie durch Abimpfung auf Bakteriennährböden nachgewiesen werden konnte. Die weiteren physiologischen Untersuchungen dieser Moosreinkulturen ergaben, daß als Stickstoffquelle zwar Ammoniumverbindungen vom Vorkeim verwertet werden können, jedoch nur kümmerliche Pflanzen und keine Bulbillen auftraten. Das beste Wachstum, reiche Pflanzen- und Bulbillenbildung zeigte sich in Nitrat-, weniger in Nitritlösungen. Die Reaktion scheint für das Protonema ohne besonderen Einfluß zu sein, da es sowohl in alkalischer, wie saurer Nährlösung gut gedeiht. Dagegen entstehen Rhizoiden tragende Pflanzen und Bulbillen nur schwach alkalischer Reaktion. Von organischen Stoffen förderte Humussubstanz weniger als Glukose. Höhere org. Stickstoffverbindungen (Eiweiß, Pepton, Glykokoll) sind als N-Quelle geringwertiger als Nitrate und Nitrite. Im Dunkeln wächst das Protonema nicht. G. Kostka.



Eine neue Methode der Darstellung von Lymphgefäßen mit Gasfüllung.

Von Dr. med. **Ada Stübel.**

Bei den höheren Wirbeltieren gibt es zwei Gefäßsysteme, die nach Anordnung und Funktion ihre bestimmte Eigenart haben und in vieler Hinsicht große Verschiedenheiten aufweisen. Über das eine von ihnen, das Blutgefäßsystem, sind wir gut unterrichtet. Der Bau der Arterien und Venen ist uns bis ins Einzelne bekannt; wir wissen auch, daß das in den Lungen arteriell, d. h. sauerstoffreich, gemachte Blut durch die feinsten arteriellen Gefäße, die Kapillaren, die als Wand nur noch einen einfachen Zellbelag haben, den Geweben zugeführt wird, die daraus Sauerstoff und manche Nährstoffe entnehmen, während die Venen die als Stoffwechselprodukte entstandene Kohlensäure, sowie andere Stoffwechselschlacken, abführen, die dann schließlich durch Lungen und Nieren ausgeschieden werden. Außerdem besteht nun ein zweites, dem Säftestrom dienendes Kanalwerk, das Lymphgefäßsystem, das andere und zum Teil noch nicht genau umschriebene Aufgaben zu erfüllen hat. Beim Menschen kennt man die auch dem Laien geläufigen größeren Lymphadern, die in den Extremitäten und inneren Organen oft mehrschichtig liegen, deren Bau dem der kleinen Venen gleicht, und die ihren Inhalt, die Lymphe, eine dem Blutserum in chemischer und physikalisch-chemischer Hinsicht ähnliche Flüssigkeit, von der Peripherie zu etappenweise angeordneten Lymphdrüsen oder Lymphknoten führen. Diese stellen Filter dar mit der Eigenschaft, Gifte, Bakterien und andere ortsfremde und schädliche Substanzen abzufangen und zu vernichten. Ob die Lymphkanäle darüber hinaus noch dem Nahrungstransport und der Aufrechterhaltung der den Geweben angepaßten Flüssigkeitsbilanz dienen, ist noch nicht entschieden. Eine Sonderstellung nehmen die Lymphbahnen der Dünndarmzotten, die sogenannten Chylusgefäße, ein, von denen je eins die Zotte zentral durchsetzt und an ihrer Spitze blind endigt, und die

die Weiterleitung des mit der Nahrung aufgenommenen Fettes in den Milchbrustgang und aus diesem in die linke Schlüsselbeinvene und damit ins Blut besorgen.

Klinisch und besonders chirurgisch von hervorragendem Interesse ist die Lymphgefäßversorgung der sogenannten „serösen Höhlen“, der Bauchhöhle, der Brusthöhle und der Höhle des Herzbeutels, weil der dieselben auskleidende Wandbelag, die Serosa, eine eigentümliche Neigung zu mit Ergüssen einhergehenden Entzündungen hat und außerdem befähigt ist, diese oft sehr

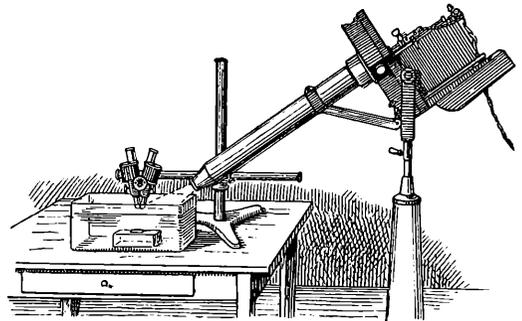


Abb. 1. Das binokulare Mikroskop nach Zeiss.

voluminösen Ergüsse in kürzester Zeit aufzusaugen und Gifte und Krankheitserreger schnell und gründlich zu vernichten, Eigenschaften, die auf ein reich ausgebildetes und gut funktionierendes Lymphgefäßsystem schließen lassen.

Von den zahlreichen Autoren, die sich mit der Bearbeitung gerade dieses Lymphgefäßgebiets befaßt haben, verdient an erster Stelle v. Recklinghausen hier angeführt zu werden, der in einer lebenslangen, unendlich gründlichen Forschungsarbeit sich bemüht hat, seinen Bau, seine Funktion und vor allem seine Wurzeln klar zu legen. Die Methoden, die zur Verfügung standen, waren die schon bei der Darstellung des Blutgefäßsystems vielfach benützten, nämlich die Injektionen von Farblösungen, von

Milch, von Quecksilber in größere Lymphgefäße oder auch direkt ins Gewebe, wobei sich je nach dem bei der Injektion angewendeten Druck mehr oder weniger vollständig die Lymphgefäße und Lymphspalten, u. U. auch Gewebslücken, die mit dem Transport der Lymphe nichts zu tun haben, füllten. Die Präparate wurden sodann gehärtet, in Serienschnitte zerlegt und mit deren Hilfe wurde auf mühselige Weise Verlauf und Form der injizierten Bahnen rekonstruiert. v. Recklinghausen selbst bediente sich noch eines anderen Verfahrens, um die

gerade die Frage nach ihrer Abgrenzung gegen das umgebende Gewebe ist für die Anatomen und Physiologen von hoher Bedeutung.

Einen grundsätzlich anderen Weg zu ihrer Lösung schlug Georg Magnus¹⁾ ein, dem es mit Hilfe einer von ihm ersonnenen Methode glückte, Licht in dieses Dunkel zu bringen. Im Blut, in der Lymphe, in manchen anderen Körpersäften und Organen findet sich in wechselnder Menge ein Stoff „Katalase“ genannt, dem die Eigenschaft inne wohnt, aus Wasserstoffsperoxyd den Sauerstoff abzuspalten. Ob diese Katalase ein Ferment oder nur die Eigenschaft gewisser Eiweißkörper ist, welche Bedeutung sie für den tierischen Organismus hat, darüber wissen wir nichts.

Wenn man ein frisch bei der Operation gewonnenes Stück Bauchfell mit Wasserstoffsperoxyd betropft, so zeigt ein starkes Aufschäumen an, daß Sauerstoff abgespalten worden ist. Aber gleichzeitig treten, schon mit bloßem Auge, besser mit der Lupe sichtbar, feine helle Streifen oder Netze auf, die eine Zeitlang bestehen bleiben und allmählich wieder verschwinden. Magnus benutzte zu seinen Beobachtungen ein von der Firma Zeiß in Jena geliefertes binokulares Mikroskop, wie

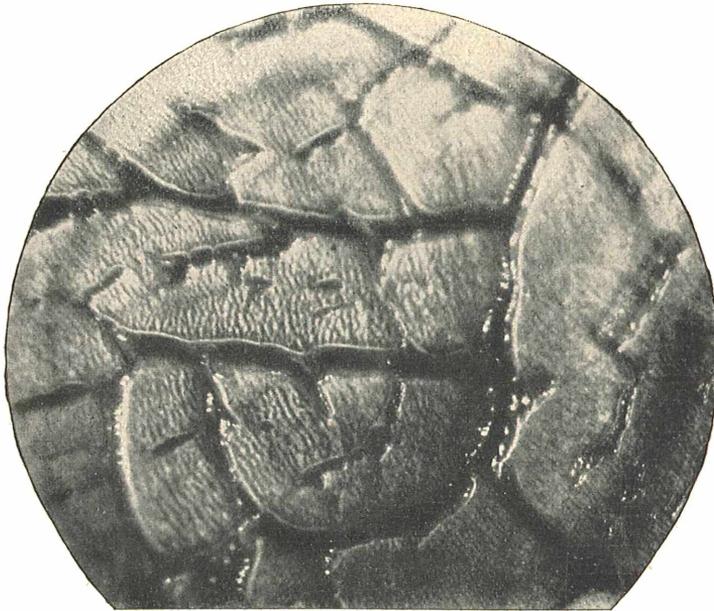


Abb. 2. Lymphgefäße im Bauchfell des Meerschweinchens. Vergr. 33fach.

Lymphwurzeln der serösen Höhlen darzustellen. Er spritzte Milch in die Bauchhöhle seiner Versuchstiere und fand, nachdem er sie 12—24 Stunden später tötete, diese in den Lymphgefäßen der Serosa wieder. Gegen diese Methode ist einzuwenden, daß das Bauchfell sich infolge der Injektion in einem gereizten und bereits krankhaften Zustand befindet, und daß man auf diese Weise keinesfalls normale Verhältnisse zu sehen erwarten darf. — Daß einfache mikroskopische Schnitte hier im Stiche lassen, liegt darin begründet, daß diese feinsten Lymphhaargefäße im histologischen Präparate nicht aufzufinden sind. Ihre Lichtung ist verstrichen, und von ihrer Wandung, sei sie nun ein kontinuierlicher Zellbelag oder ein kernloses Häutchen, ist nichts zu sehen. Und

es die Zoologen zur Planktonforschung verwenden, welches gestattet, die Gewebe bei mäßiger Vergrößerung von der Oberfläche aus und stereoskopisch zu betrachten, wobei die physiologische Kochsalzlösung, in die sie während der Dauer der Untersuchung gelegt werden, ihr Austrocknen verhindert (s. Abb. 1).

Dieses Mikroskop besteht aus einem Tubuspaar, dessen Okularteile entsprechend dem Augenabstand scherenartig verschoben werden können, und aus einem Paar Objektiven, die in eine Wanne mit

¹⁾ Georg Magnus, Die Darstellung der Lymphwurzeln in menschlichen und tierischen Geweben, ihr Verhalten in serösen Häuten und ihre Bedeutung für deren Pathologie. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie Bd. 175, S. 147. 1922. Aus dieser Arbeit sind auch die Abb. 2—7 entnommen.

physiologischer Kochsalzlösung eintauchen. Der Abstand zwischen Objektiven und Objekt beträgt reichlich 4 cm, wobei eine seitlich angebrachte Schraubenvorrichtung die feinere Einstellung ermöglicht. Dieses Instrument ist auf einem langen Arm, der an einem festen Stativ angebracht ist, so aufmontiert, daß es im ganzen gehoben und gesenkt, außerdem um eine vertikale und eine horizontale Achse gedreht werden kann. Die Okulare sind auswechselbar; das von Magnus meist benutzte Okular 4 liefert eine 73fache Vergrößerung. Zur Aufnahme der weiter unten reproduzierten Mikrophotogramme wurde meist Okular 2 mit etwa 50facher Vergrößerung verwendet, der auf der photographischen Platte eine 33fache Vergrößerung entspricht. Als Lichtquelle diente eine gleichfalls von der Firma Zeiß zur Verfügung gestellte Bogenlampe. Die Auf-

9 × 12 wurde vertikal gekippt, so daß der eine Tubus des Mikroskops in die Fassung



Abb. 3. Lymphgefäße im Rippenfell der Maus. Vergr. 33f.

nahme der Mikrophotogramme gestaltete sich im übrigen sehr einfach. Ein gewöhnlicher photographischer Apparat mit Plattengröße

des teilweise abgeschraubten Kameraobjektivs hineinragte. Die Einstellung vermittelte die Mikroskopschraube, während die Kameralänge immer unverändert, nämlich 21 cm lang, blieb. Die Belichtungszeit betrug bei dem sehr intensiven Bogenlampenlicht 4—7 sec. Magnus ging nun so vor, daß er seine bei Operationen herausgeschnittenen Gewebstücke oder Organteile von Tieren mit der Serosa- bzw. Schleimhautfläche nach oben auf einen Objektträger spannte, sie vorsichtig mit Wasserstoffsuperoxyd betropfte und sie in die Wanne mit physiologischer Kochsalzlösung legte. Er sah alsdann mit dem binokularen Mikroskop in vielen Fällen da, wo eben noch eine einheitliche Oberfläche gewesen war, plötzlich silbern



Abb. 4. Dünndarmzotten vom Menschen. Vergr. 33f.

glänzende Kanäle parallel oder verzweigt auftauchen, die sich bald allmählich, bald blitzartig weiter ausbreiteten. Wie sich auf Grund

glänzende Kanäle parallel oder verzweigt auftauchen, die sich bald allmählich, bald blitzartig weiter ausbreiteten. Wie sich auf Grund

vieler Untersuchungen später herausstellte, waren es, wie Magnus angenommen hatte, tatsächlich Lymphgefäße, in welche Wasserstoffsperoxyd eingelaufen und durch die Katalase der Lymphe zerlegt worden war, wobei der frei werdende Sauerstoff kraft seines Gasdrucks die Lymphe verdrängte, die Kanäle füllte und sie mächtig aufblies und erweiterte. Nach einer gewissen Zeit wurde das Gas aufgesaugt oder ausgetrieben, die Füllung konnte aber bei wiederholtem Auftropfen von Wasserstoffsperoxyd beliebig oft erneuert werden, wobei immer die gleichen Bilder erschienen. Abb. 2 zeigt das

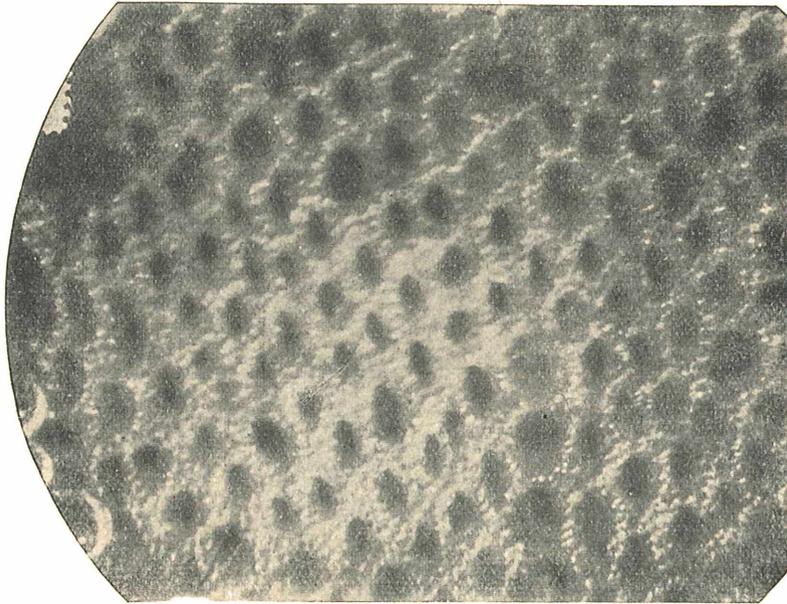


Abb. Dickdarmschleimhaut des Menschen. Vergr. 58f.

auf diese Weise behandelte Bauchfell eines frisch getöteten Meerschweinchens. Man sieht hier die glatte Serosaoberfläche durchzogen von dunkler gefärbten, stellenweise mit hellen Lichtreflexen versehenen, plastisch hervortretenden Gaskanälen. Eine etwas andere Gruppierung bietet das Rippenfell der Maus auf Abb. 3, wo parallel verlaufende Lymphgefäße sich in zwei Schichten spitzwinklig überkreuzen. Bei zu reichlichem Auftropfen von Wasserstoffsperoxyd auf die serösen Gewebe kam es oft vor, daß die pralle Gasfüllung zum Teil in dicken Blasen ausgestoßen wurde. Diese Erscheinung läßt darauf schließen, daß Öffnungen oder Zellücken nach dem freien Bauchraum zu vorhanden sind, die in der wissenschaftlichen Literatur

vielfach diskutierten v. Recklinghausenschen Stomata, deren Existenz somit sichergestellt ist.

Von den Schleimhäuten innerer Organe sind die der Gallenblase und des Darmkanals besonders dankbare Objekte für die Darstellung der Lymphgefäße mit der Magnuschen Methode. Auch hier erfolgt die Füllung durch einfaches Auftropfen von der Fläche aus. Auch hier Aufnahme von Wasserstoffsperoxyd ins Gewebe, aber zum Unterschied mit den serösen Häuten, höchstwahrscheinlich auf dem Wege der Diffusion durch einen kontinuierlichen Zellbelag hin-

durch, der keine Lücken besitzt. Wenn man ein Stück vom Dünndarm eines beliebigen Säugetiers, sehr geeignet ist Kaninchen- oder Hundedarm, aufschneidet, in der oben beschriebenen Weise auf den Objektträger spannt und mit Wasserstoffsperoxyd betropft, so bietet sich bei der Beobachtung mit dem binokularen Mikroskop ein überraschendes Bild dem Auge dar. Steil richten sich die Dünndarmzotten in die Höhe; man sieht die pralle, silber glänzende Gasfüllung des zentralen

Chylusgefäßes, häufig umspinnen von dem darüber liegenden zierlichen Geäst der Blutkapillaren (Abb. 4). Mitunter bleibt allerdings die Gasfüllung unvollkommen oder fehlt gänzlich und gelingt erst, nachdem man das Wasserstoffsperoxyd mit einer feinen Kanüle unter die Schleimhaut gespritzt hat. Vermutlich ist das immer dann der Fall, wenn die Chylusgefäße des gerade in Verdauung begriffenen Darmes Nahrungsfett und damit keine zur Katalyse befähigende Flüssigkeit enthielten.

Abb. 5. zeigt ein Stück Dickdarmschleimhaut, die eine ganz andersartige, aber auch sehr charakteristische Lymphgefäßgruppierung veranschaulicht. Feinstes Maschenwerk

ist hier gasgefüllt, das die dunklen Drüsenöffnungen umgibt.

Ein von der Verfasserin¹⁾ speziell bearbeitetes Gebiet war das Lymphgefäßsystem des Auges, bei dessen Erforschung wichtige Aufschlüsse über die Ernährung, den Stoffwechsel und manche Krankheiten des menschlichen Auges von dieser neuen Methode zu erwarten waren. Zur Untersuchung gelangten hauptsächlich Schweine- und Ochsenaugen aus dem Schlachthof, gelegentlich auch Hunde- und Kaninchenaugen. Diese wurden mit einigen Stichen von der Binde- oder Lederhaut aus an einem um das Auge gelegten Metall- oder Holzring angenäht, so daß die Hornhaut frei nach oben sah, und dieser wurde dann seinerseits mit Faden oder Draht auf einer Glasplatte befestigt. Nun wurden

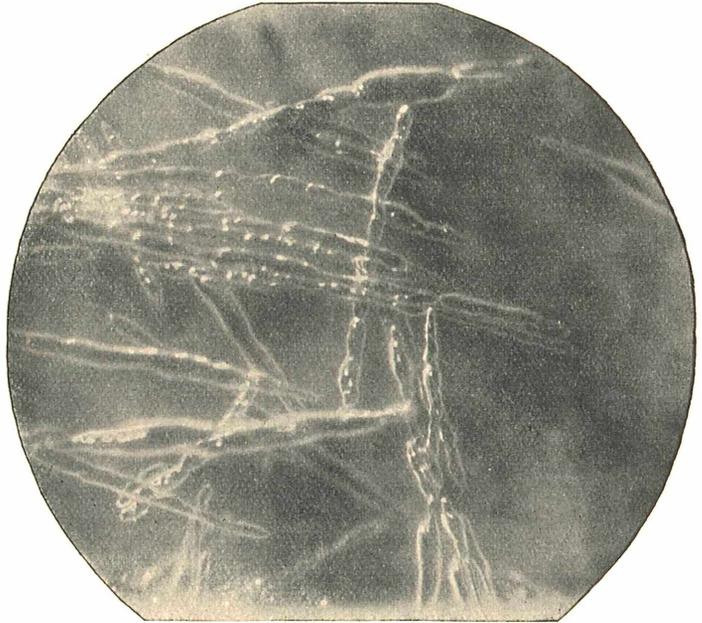


Abb. 6. Bowmansche Röhren in der Kaninchenhornhaut. Vergr. 33f.



Abb. 7. Lymphgefäße im Rippenfell des Menschen. Vergr. 33f.

nahe dem Hornhautrande injiziert; darauf kam das Präparat in die Wanne. Man beobachtet nun mit dem binokularen Mikroskop, wie in der Nähe der Einstichstelle vom Rande her plötzlich silbern glänzende Röhren im Hornhautgewebe blitzartig aufschießen, bis schließlich ein ganzes Bündel davon übereinander in verschiedenen Schichten zum Vorschein kommt und ein Bild entsteht, wie Abb. 6 zeigt, das die Kaninchenhornhaut wiedergibt. Diese Kanäle sind die Bowmanschen Röhren, deren Zugehörigkeit zum Lymphgefäßsystem bisher sehr umstritten war. Beim Schweinsauge füllt sich außerdem noch ein zweites oberflächlicher liegendes, mehr netzförmig gestaltetes Kanalwerk, das dem von Recklinghausen gefundenen „Saftlückensystem“ entspricht. Beide Systeme finden sich bei den verschiedenen Säugetieren in wechselnder Ausdehnung.

Wir haben uns damit dem Injektionsverfahren zugewendet, das sich bei allen den

mit einer feinen Hohnadel einige Tropfen Wasserstoffsperoxyd unter die Bindehaut

¹⁾ Ada Stübel, Über die Lymphgefäße des Auges. Graefes Archiv für Ophthalmologie. 1922.

Organen nötig macht, bei denen Wasserstoff-superoxyd weder durch vorgebildete Öffnungen einfließen, noch auf dem Wege der Diffusion eindringen kann. Hier werden die Lymphbahnen durch die Kanäle gewaltsam eröffnet, aber nicht nur diese: auch Blutgefäße werden eingerissen und können sich nun durch die im Blute sehr reichlich vorhandene Katalase in größter Vollkommenheit mit Sauerstoff füllen. Man erhält so in der Darmschleimhaut, am Hornhautrande, in der Aderhaut des Auges, wenn dieses aufgeschnitten ist und die hintere Hälfte nach Entfernung des Glaskörpers von innen betrachtet wird, mitunter sehr schöne Blutkapillarbilder, die den Farbstoffinjektionspräparaten nicht nachstehen, und die sich durch Form und Füllungsmechanismus deutlich von den gleichfalls gefüllten Lymphgefäßen unterscheiden. Die Blutgefäße sind immer von ganz gleicher, gesetzmäßiger Gestalt, drehrund und von wesentlich ge-

ringerem Kaliber als die Lymphgefäße, deren Wandungen offenbar dünner sind und dem eindringenden Gas wenig Widerstand entgegensetzen. Die Füllung der Blutgefäße ist außerdem recht flüchtig; sie stoßen das Gas eilig wieder aus, so daß es nur selten glückt, die eindrucksvollen Bilder im Mikrophoto-gramm festzuhalten. Abb. 7 vom Rippenfell des Menschen, bei dem Wasserstoffsuperoxyd ins Gewebe gespritzt worden war, macht die Unterschiede der Lymph- und Blutgefäß-füllung deutlich: die dicken, bauchig aufgetriebenen Lymphkanäle in der oberen Hälfte des Bildes, darunter mehr wagerecht verlaufend das feine Blutkapillargeäst.

Zum Schluß soll noch erwähnt werden, daß die zur Untersuchung dienenden Gewebe nicht ganz frisch zu sein brauchen; seröse Häute, Darmstücke, Augen, in physiologischer Kochsalzlösung und im Kühlen aufbewahrt, können noch 48 Stunden nach dem Tode mit gleichem Erfolg verwendet werden.

Das Sammeln und Präparieren der Foraminiferen und Ostrakoden.

(Schluß von Seite 33.)

Von Oberlehrer **A. Franke.**

Für den Forscher müssen die Schälchen leicht herausnehmbar sein, um jederzeit von allen Seiten betrachtet und so einem genauen Studium unterworfen werden zu können. Die Schälchen müssen in Zellen eingeschlossen werden, von denen das Deckglas leicht abgenommen und wieder eingeschoben werden kann. Für Liebhaberpräparate, wie sie auch dem Schulbedarf und für Schausammlungen dienen, werden die Schälchen auf schwarzem Untergrunde in schöner Anordnung aufgeklebt; das Deckglas kann dauernd befestigt werden.

Ich habe schließlich von der Verwendung von Glasröhrchen in der Sammlung ganz abgesehen und die mikroskopischen Präparate so zu vervollkommen gesucht, daß sie allen Anforderungen genügen. Ich glaube manchem Freunde der Mikroskopie einen Dienst zu leisten, wenn ich meine Erfahrungen hier ausführlicher mitteile.

Forma t. Von Wichtigkeit ist zunächst die Wahl des Formats. Von den 2 in Deutschland gebräuchlichen Formaten, dem englischen 26×76 mm und dem Gießener 28×56 mm ist dieses vorzuziehen. Wenn der Untergrund nicht durchsichtig sein muß, so kann man statt des Glases Pappstücke von der gleichen Größe verwenden, was bei dem andern Format unzutraglich sein würde, oder auch dünne Holzbrettchen, die sich aus Böden von

Zigarrenkisten herstellen lassen und die in der Mitte durchbohrt werden, wie **C a r p e n t e r** und nach ihm **F l i n t**¹⁾ empfohlen, um so die Zellen herzustellen. Ferner kann man bei dem Format 28×56 mm Zellen bis zu 18 mm Durchmesser herstellen, was bei dem englischen Format nicht möglich ist, und das ist bei größeren Objekten, wie Nummuliten, Orbitoiden usw. doch von großem Werte. Bei dem Format 26×76 mm kann man nur bis 15 mm Durchmesser der Zellen gehen. Ein großer Vorzug des Gießener Formats liegt darin, daß auch diese Präparate in die beliebten Streichholzkästchen passen und deren Aufbewahrung sich außerordentlich verbilligt.

H e r s t e l l u n g d e r Z e l l e n. Wie bereits erwähnt, müssen die Präparate einer Sammlung, die der Vergleichung und Forschung dienen soll, so eingerichtet sein, daß die einzelnen Exemplare leicht herausgenommen werden können; denn oft ist man genötigt, die Mundöffnung oder die verdeckte Seite zu betrachten. Daher muß das Deckglas abnehmbar sein.

Die Herstellung von Zellen kann nach

¹⁾ Flint, Recent Foraminifera, A descriptive catalogue of specimens dredged by the U. S. Fish Commission steamer „Albatross“ S. 257. Chapman, The Foraminifera. An introduction to the study of the protozoa. S. 309.

zwei Methoden erfolgen; entweder macht man kleinere Zellen aus Pappstückchen, die man auf die Objektträger von Glas in der Mitte aufklebt, oder man behandelt 28×48 mm große dünne Holzbrettchen oder Pappstücke selbst als Objektträger und versieht sie in der

Mitte mit einem Loch, das man unten verschließt.

Carpenter und nach ihm Flint und Chapman empfehlen dünne Holzplatten, beispielsweise Böden von Zigarrenkisten, in der Größe von Objektträgern zu schneiden, in deren Mitte ein Loch zu bohren

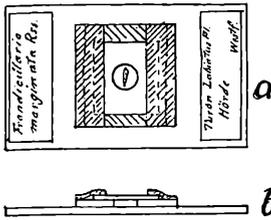


Abb. 2a u. b. Objektträger mit Zelle, bei der das Deckglas unter aufgeklebte Papierstreifen geschoben wird (nach Flint).

und durch Unterkleben von schwarzem Karton die Zellen herzustellen. Leichter ist die Herstellung aus Pappe, wenn man die mit farbigem Papier beklebten zugeschnittenen Pappstückchen mit einem Locheisen durchschlägt. Für kleinere Objekte empfiehlt es sich, die Zellen aus Pappstückchen herzustellen, die man auf die Objektträger aufklebt.

Die Größe der Zellen richtet sich nach den Objekten; sind sie zu groß, so erschweren sie das Auffinden der Objekte. Nach meinen Erfahrungen haben sich folgende Maße bewährt:

	Zum Aufkleben			Die Zellen werden in Pappstücke als Objektträger eingestanzt	
	0,3 mm	0,5 mm	0,7 mm	1 mm	2 - 3 mm
Kartonstärke	0,3 mm	0,5 mm	0,7 mm	1 mm	2 - 3 mm
Lochweite	3 mm	5 mm	7 mm	10 mm	12-18 mm
Deckgläser	12 mm ²	15 mm ²	15 mm ²	18 mm ²	20-22 mm ²
Außenmaße d. Pappstücke	13 mm ²	16 mm ²	16 mm ²	20 mm ²	Objektträgergröße

Die kleinen Löcher von 3 mm und 5 mm stelle ich mit dem Brieflocher her. Für 3 mm habe ich einen Brieflocher besonders umarbeiten lassen. Für die andern nimmt man passende Locheisen, mit denen man die Löcher auf einem Klotz von hartem Holz stanzt.

Herstellen des Deckglasverschlusses. Die Zellen müssen so eingerichtet werden, daß man bequem die Zelle öffnen und schließen kann.

Flint empfiehlt, rechts und links von der Zellenöffnung Leistchen von Papier zur Hälfte aufzukleben, so daß man das Deckglas unter den freien Hälften unterschieben kann (Abb. 2 a und b). Nach diesem Verfahren hergestellte Präparate werden von der Firma Buchholz in München in den Handel gebracht. Auch ich habe Präparate auf diese Weise angefertigt, aber befriedigt hat mich das Verfahren nicht. Das Aufkleben der Papierleistchen muß mit großer Genauigkeit ausgeführt werden, wenn das Deckglas gut

darunter haften und sich auch bewegen lassen soll; auch biegen sich die inneren Ecken der Papierleistchen bei öfterem Gebrauch leicht um, oder die Leistchen springen ab. Ich habe deshalb den Zellenverschluß so abgeändert, daß er allen Anforderungen genügt und dabei auch leicht und schnell hergestellt werden kann.

Die Zellen bis 0,7 mm Dicke oder Höhe werden aufgeklebt. Für die Lochweiten von 3 oder 5 mm verfare ich folgendermaßen: Vom Karton von 0,3 mm oder 0,5 mm Stärke werden Streifen von 13 oder 16 mm Breite geschnitten. Schwarzes Papier, wie es zum Einwickeln von photographischen Platten verwendet wird, schneidet man in Streifen, die ungefähr 1 cm breiter sind als die Kartonstreifen. Man legt dann den Kartonstreifen in die Mitte des Streifens von schwarzem Papier, so daß dieses auf jeder Seite um etwa 5 mm den Kartonstreifen überragt (Abb. 3 a). Man faltet die überstehenden Ränder um und klebt sie mit nicht zu dünner Tragantgummilösung auf den Kartonstreifen fest (Abb. 3 b). Bei anderen Klebstoffen, wie Gummi arabicum-lösung, Leim und dergl. löst sich das Papier leicht wieder los und biegt sich leicht wieder hoch. Unter Druck läßt man die Streifen trocknen. Wenn so verfahren wird, befindet sich auf der anderen Seite zwischen Karton und schwarzem Papier eine Lücke, die dann bei den fertigen Zellen zum Einschleiben des Deckglases dient. An dem Brieflocher schiebt man hinten zu beiden Seiten des Schlitzes unter den Stanzen ein Streichholz oder ein Stückchen Pappe ein, daß die eingestanzten Löcher genau in die Mitte des Streifens kommen, und man stanzt dann die Löcher in einer Entfernung voneinander ein, die

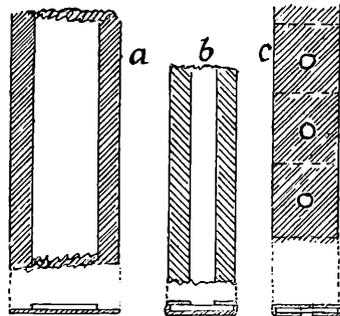


Abb. 3a. Streifen aus schwarzem Papier mit darauf gelegten Kartonstreifen. b Dieselben. Die Ränder des schwarzen Papiers sind umgefaltet und aufgeklebt. c Der Streifen von der andern Seite mit Löchern versehen. Die punktierten Linien deuten an, wie der Streifen in Zellen zerschnitten wird.

etwas größer ist, als die Zellen breit werden sollen (Abb. 3 c). Nach dem Einstanzen der Löcher schneidet man die Streifen in solche Stücke, wie die Zellen werden sollen. Die Zellen sind dann zum Aufkleben fertig. Man kann allenfalls den inneren Rand mit Tusche noch schwärzen.

Für Zellen von größerem Durchmesser bis zu 0,7 mm Dicke könnte man genau so ver-

fahren, nur hätte man die entsprechenden Löcher mit einem Locheisen zu stanzen. Da sich bei solchen mit Locheisen gestanzten Zellen die Schattenwirkung des über dem Deckglase befindlichen schwarzen Papiers bemerkbar macht, kann man den Übelstand vermeiden, wenn man erst mit dem Locheisen die Löcher in das schwarze Papier stanzt, dann das Papier in der oben angegebenen

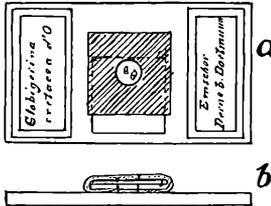


Abb. 4a. Fertiges Präparat mit aufgeklebter Zelle und nicht ganz eingeschobenem Deckglas. b. Dasselbe von der Seite.

Die Zellen werden so auf Objektträger aufgeklebt, daß das Loch genau in die Mitte kommt (Abb. 4 a und b). Als Klebemittel empfiehlt sich Traganthgummilösung, nach meinen Erfahrungen das einzige Klebemittel, das auf Glas hält. Von den Tausenden von Präparaten, die ich hergestellt habe, ist keines abgesprungen. Damit die Zellen fest auf dem Glase haften, müssen sie unter Druck antrocknen. Um ein Verschieben beim Pressen zu vermeiden, legt man die Objektträger so aufeinander, daß die Gläser außen und die aufgeklebten Zellen nach innen nebeneinander kommen. Man schichtet so mehrere Objektträgerpaare übereinander und beschwert sie mit einem Gewicht.

Selbstverständlich kann man auch diese Zellen auf Pappstücken in Objektträgerformat kleben. Damit der Untergrund schwarz wird, beklebt man die Mitte des Objektträgers mit einem kleinen Stückchen schwarzen Glanzpapiers.

Wenn die Höhe der Zellen 1 mm übersteigt, so benütze ich zu ihrer Herstellung die in Objektträgergröße hergestellten Pappstückchen selbst. Um den Pappstücken ein hübsches Aussehen zu geben, überziehe ich sie auf einer Seite mit farbigem Papier, welches der Formation angepaßt ist, weiß für rezente, gelb für tertiäre, grün für Kreide und blau für Jura. Dann beklebt man die Mitte mit einem schwarzen Stückchen Papier und stanzt das Loch in die Mitte der Pappe. Der Verschluss wird so hergestellt, wie es oben für die Zellen beschrieben ist, jedoch nimmt man keinen Karton, sondern nur Papier (Abb. 5 a und b). Soll beispielsweise ein Verschluss von einer Lochweite von 15 mm hergestellt werden, so schneidet man einen Streifen von schwarzem Papier von 22 mm Breite, legt ihn auf einen zweiten Streifen von demselben Papier von 32 mm Breite wie oben und klebt die überstehenden umgefalteten Ränder fest. Mit dem Locheisen schlägt man in der Entfernung von etwa 20 mm die Löcher ein und zerschneidet

die Streifen in solche Stücke, daß die Löcher in die Mitte kommen und klebt diesen Verschluss auf die vorbereiteten durchlochten Objektträger. Zweckmäßig nimmt man das Loch des Verschlusses größer als das des Objektträgers, um die Schattenwirkung zu vermeiden. Die Rückseite des Objektträgers beklebt man mit Karton, auf dem man vorher in der Mitte zur Herstellung des Untergrundes schwarzes Glanzpapier geklebt hat. Sind die Foraminiferen sehr dunkel, wie es manchmal im Jura der Fall ist, so nimmt man besser einen hellen Untergrund.

Die Zellen und die Verschlüsse werden so auf die Objektträger aufgeklebt, daß die Deckgläser von der langen Kante der Objektträger aus eingeschoben werden (Abb. 4 a und 5 a).

Will man die Foraminiferen oder Ostrakoden aufkleben, wie es für Schul- oder Schausammlungen zweckmäßig ist, so ist ein schwarzer Untergrund sehr geeignet. Man klebt sie mit einem Tröpfchen Traganthgummilösung auf und ordnet sie dabei in Reihen, stern- oder kreisförmigen Gruppen, was solchen Präparaten ein gefälliges Aussehen verleiht. Der schwarze Untergrund läßt sich durch schwarzes Papier oder Lack herstellen. Einen sehr schönen schwarzen Untergrund erhält man, wenn man ein Deckglas mit schwarzem Lack auf dem Objektträger aufkittet. Selbstverständlich muß dann das Deckglas mit einer Zelle umgeben werden. Für Präparate mit aufgeklebten Objekten ist es gleichgültig, ob das Deckglas abnehmbar ist oder nicht. Will man das Deckglas dauernd befestigen, so müssen die Präparate längere Zeit vorher staubfrei trocknen, damit dann das Deckglas nicht von innen beschlägt und das Präparat unklar erscheint. Sehr schön aufgeklebte Präparate werden von der Firma Buchholz-München und von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos in Stuttgart in den Handel gebracht.

b) Präparate für durchscheinendes Licht.

Um den inneren Bau, besonders die

Anordnung der Kammern gut sichtbar zu machen, stellt man Präparate für durchscheinendes Licht nach Art der

Diatomeen-Präparate her. Man unterscheidet auch hier Streu- und gelegte Präparate.

Die Anfertigung von Streupräparaten ist ziemlich einfach. Es eignet sich dazu nur Material, das sehr reich an Foraminiferen ist, und zwar verwendet man dazu nur die feineren Korngrößen. Man benützt die Aufklebemittel, wie sie für die Herstellung von Diatomeenpräparaten üblich sind. Man löst Schellack in Äther und bringt von dieser Flüssigkeit einen Tropfen auf das gereinigte Deckglas.

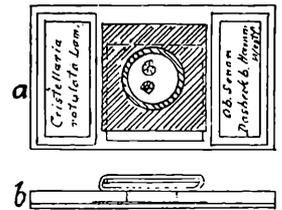


Abb. 5a. Fertiges Präparat aus einem durchlochten Pappstück und untergeklebten Karton mit einem Stückchen schwarzem Papier, das den dunklen Hintergrund bildet. Der Zellverschluss ist aufgeklebt. b. Dasselbe von der Seite.

Das Deckglas überzieht sich mit einer dünnen Schicht, die nicht durchsichtig erscheint, aber bei der Anwendung von Kanadabalsam oder Damarharz vollständig durchsichtig wird. Man legt das Deckglas auf ein Blech und läßt durch ein Sieb das Material auf die präparierte Seite fallen. Man erwärmt dann, bis ein Stückchen weißes Papier, das neben dem Deckglas liegt, anfängt gelblich zu werden. Das überschüssige Material, das nicht festgeklebt ist, wird abgeschüttelt. Man bringt darnach einen Tropfen von sehr verdünntem Kanadabalsam auf das Deckglas; dieser dringt in die Foraminiferen ein und verdrängt die Luft. Ist der Balsam nahezu getrocknet, so fügt man einen Tropfen dickeren Balsams hinzu, bringt das Deckglas in die Mitte des Objektträgers und erwärmt schwach, bis sich der Tropfen unter dem Deckglas verteilt hat.

Will man einzelne Arten aufkleben, so liest man sie aus, bringt sie auf das mit Schellacklösung versehene Deckglas und ordnet sie. Damit die Schalen nicht später durch Deckglasdruck zerstört werden, bringt man rechts und links Stückchen eines Glasfadens an, den man sich durch Ausziehen von Glasröhren herstellt. Die Glasfäden müssen etwas dicker sein als die Foraminiferen. Auch kann man die Schalen und 2 Glasfäden mit winzigen Tröpfchen einer nicht zu dünnen Tragantgummilösung auf das blanke Deckglas aufkleben und nach dem Antrocknen wie vorher verfahren.

Durchtränkte Präparate sind nur für Unterrichtszwecke und Liebhaber der Mikroskopie von Bedeutung; für die wissenschaftliche Arbeit haben sie wenig Wert. Durch das Einschließen ist man nicht mehr imstande, die einzelnen Schalen von allen Seiten zu betrachten, die Mundöffnung entzieht sich der Beobachtung, und manche Einzelheiten der Skulptur sind nicht mehr zu erkennen. Dafür treten allerdings andere Merkmale, wie Anfangskammer, Anordnung der Kammern u. a. um so schärfer hervor.

Für die eigentliche wissenschaftliche Arbeit sind Präparate erforderlich, bei denen man ohne Verzerrung das Objekt gut sehen, herausnehmen und allseitiger Betrachtung unterwerfen kann. Nötigenfalls muß man vorübergehend auch die Schale durchtränkt beobachten können. Man bringt sie dann auf einen Objektträger und bringt einen Tropfen Xylol darauf. Dieses macht sie schnell transparent und verdunstet schnell wieder, so daß man das Objekt bald wieder in die Zelle einschließen kann. Soll die Schale längere Zeit durchtränkt beobachtet werden, so verwendet man Nelkenöl, das man wieder mit Xylol entfernen kann.

Ordnen der Sammlung.

Um jedes Präparat schnell aufzufinden, ist eine gute Anordnung der Sammlung erforderlich. Man kann die Sammlung nach systematischen oder geologisch stratigraphischen Gesichtspunkten ordnen. Mir ist es praktisch

erschienen, die Sammlung nach geologischen Formationen zunächst zu trennen und innerhalb jeder Formation nach dem System zu ordnen. Von den bekanntesten Systemen ist das von Rumbler¹⁾ am meisten zu empfehlen, da es der natürlichen Verwandtschaft der Gruppen am besten entspricht. Hat man eine besondere Arbeit vor, so ist es ein Leichtes, aus der systematischen Sammlung die betreffenden Arten herauszusuchen, sie auf den Präparatenpappen in gewünschter Weise zu ordnen und später wieder in die Sammlung zurückzubringen. — Die ausgelesenen Arten, die nach Fundorten zusammengeblieben sind ohne in die systematische Sammlung eingereiht worden zu sein, habe ich nach geologischen Formationen und deren Unterabteilungen und Horizonten geordnet. Jedes dieser Präparate gibt dann eine schnelle Übersicht über das betreffende Vorkommen.

Hilfsmittel beim Studium.

Das beste optische Instrument zum Studium von Mikrofossilien ist das binokulare Mikroskop, das zuerst von der Firma Zeiß-Jena herausgebracht wurde, jetzt aber auch von andern Firmen, wie Winkel u. Leitz hergestellt wird. Wer zum ersten Male solche Objekte im binokularen Mikroskop betrachtet, ist überrascht über die Plastik, mit der die Objekte gesehen werden. Leider sind diese Instrumente sehr kostspielig; doch rechtfertigt die Freude beim Gebrauch die erheblichen Anschaffungskosten.

Zur genaueren Betrachtung einzelner Schalen von allen Seiten, wie man sie beim Bestimmen so kleiner Körper nötig hat, führt die Firma Zeiß noch einen Nebenapparat zum binokularen Mikroskop, den Prismenrotator, der gestattet, ein darauf gelegtes Objekt bis zur Größe von 4 mm in allen Lagen zu betrachten. Die erste Einstellung zeigt das Objekt von oben, die zweite von unten, die dritte von der Seite. Durch eine Vorrichtung kann man bei der letzten Einstellung das Objekt drehen und so rundherum seitlich betrachten. Leider ist der Preis dieses schönen Instruments auch recht beträchtlich.

Auf einfache, wenn auch auf umständliche Weise kann man sich helfen, wenn man nach Egger aus Deckgläsern Streifen schneidet, sie an beiden Seiten an der Spiritusflamme umbiegt und die Foraminiferen aufklebt, wie es bereits bei dem Verfahren der Aufbewahrung in Gläsern beschrieben worden ist.

Die Bestimmung der Foraminiferen und Ostrakoden wird durch die sehr zerstreute Literatur sehr erschwert, und es wird nach dem in der letzten Zeit erfolgten Ausverkauf der Antiquariate kaum noch möglich sein, auch nur die wichtigsten Werke in einer Privatbibliothek zu vereinigen.

¹⁾ Rumbler, L., Entwurf eines natürlichen Systems der Thalamophoren. Nachrichten von der Königl. Gesellschaft d. Wissenschaften. Göttingen. Math.-phys. Klasse 1895.

Über die Mikrofauna eines Karpathen-Hochmoores.

Von Prof. **J. Lepszy** (Oraştie, Rumänien).

Der interessante Aufsatz des Herrn Dr. E. S c h e f f e l t in dieser Zeitschrift, Jahrg. XV, S. 113 über die Einzeller der süddeutschen Moore veranlaßt mich zu einer gedrängten Angabe meiner faunistischen Befunde eines Karpathenmoores, die wesentlich von jenen der süddeutschen Moore abweichen. In erster Linie berücksichtige ich die Ziliaten als mein Spezialgebiet.

Das Moor, über das ich hier berichte, ist ein typisches Sphagnum-Hochmoor, liegt bei Poiana-Stampej im SW der Bukowina in 900 m Seehöhe in der Zone kristalliner

nur an ganz wenigen Stellen ließ sich Wasser aus dem Sphagnum auspressen, obwohl es durch und durch feucht war. Freie Wasserflächen waren in beiden Monaten nur vereinzelt und selbst diese nur künstliche Gruben, im Frühjahr aber soll das Moor ganz unter Wasser stehen. Von einem Abfluß des Wassers ist kaum etwas zu merken, ich beobachtete ein einziges winziges Riesel mit schwarzbraunem, eiskaltem Wasser.

Gelegentlich des Studiums der Moorziliaten zählte ich auch die übrigen mikroskopischen Moorbewohner und gebe nach-

	Juli								August		
	Riesel im Moor	Freies Wasser (Grube)	Im Sphagnum					Mittlere Dichte pro ccm	Freies Wasser (Grube)	Im Sphagnum	Mittlere Dichte pro ccm
			I	II	III	IV	V				
Ziliaten	30	10	60	160	60	40	90	64	26	30	28
Flagellaten	Approximativ 10 Individuen							10	0	2	1
Beschaltete Amöben	15		40	50	50	40	50	40	14	20	17
Heliozoen	1 Ind.	1 Ind.	30	10	50			18	2	0	1
Rotatorien	10	80	40	30	30	30	40	37	10	30	20
Gastrotrichen	Approximativ 2 Individuen								3		
Nematoden	8	10	40	300	10	10		57	8	10	9
Niedere Krebse	Approximativ 6 Individuen							6	0	0	0
Tardigraden	Vereinzelt							ca. 0,01	1 Ind.		fast 0

Schiefer und hat ein Areal von über 1000 Hektar. Hydrographisch gehört es dem Flußgebiete der Dorna—goldenen Bistritz an. Ich untersuchte seine Ziliatenfauna im Juli und August vorigen Jahres.

Der Grundwasserstand war im Juli so hoch, daß bei Drauftreten auf das Sphagnumpolster an jeder Stelle das Wasser zu tage trat. Im August herrschte Trockenheit und

stehend eine kleine Tabelle mit abgerundeten Zahlen.

Die Ziliaten überwiegen, wie man aus der Tabelle ersieht, an Zahl der Individuen¹⁾ jede einzelne der anderen Tiergruppen und es ergibt sich hinsichtlich der Populationsdichte die nachstehende Reihenfolge:²⁾

¹⁾ Sicherlich auch an Zahl der Arten.

²⁾ δ bedeutet die Zahl der Individuen pro ccm.

Juli:

1. Ziliaten $\delta = 64$
2. Nematoden $\delta = 57$
3. Beschaltete Amöben $\delta = 40$
4. Rotatorien $\delta = 37$
5. Heliozoen $\delta = 18$
6. Flagellaten $\delta = 10$
7. Niedere Krebse $\delta = 6$
8. Gastrotrichen $\delta = 2$
9. Tardigraden $\delta = \text{ca. } 0,01$

August:

1. Ziliaten $\delta = 28$
2. Rotatorien $\delta = 20$
3. Beschaltete Amöben $\delta = 17$
4. Nematoden $\delta = 9$
5. Gastrotrichen $\delta = 2$
6. Flagellaten } bei beiden $\delta = 1$
- Heliozoen }
7. Tardigraden $\delta = \text{fast } 0$
8. Niedere Krebse $\delta = 0$

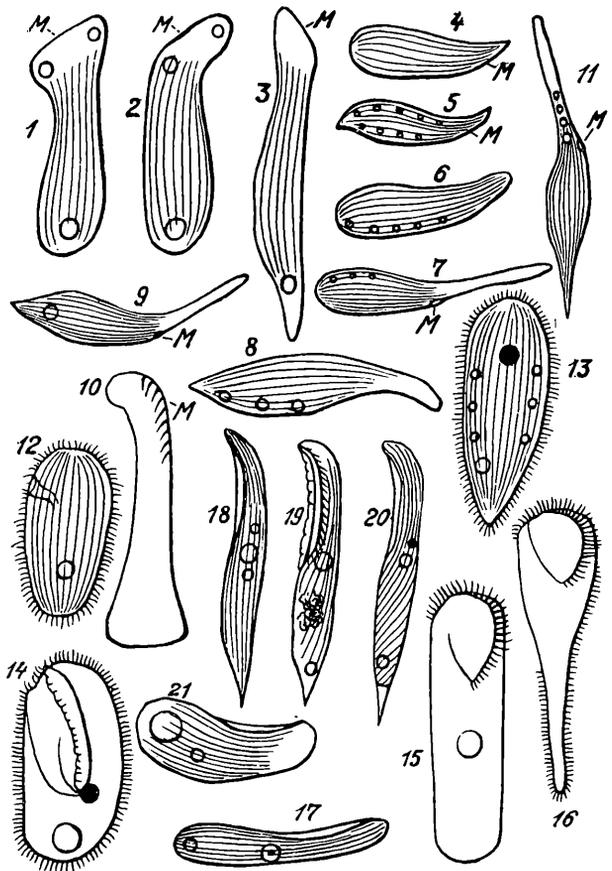
Das Mittel für beide Monate ergibt:

1. Ziliaten $\delta = 46$
2. Nematoden $\delta = 33$
3. Beschaltete Amöben } bei beiden
- Rotatorien } $\delta = 28$
- Heliozoen $\delta = 9$
- Flagellaten $\delta = 5$
4. Niedere Krebse $\delta = 3$
5. Gastrotrichen $\delta = 2$
6. Tardigraden $\delta = \text{ca. } 0,01$.

Es verhielten sich also die Ziliaten an Zahl der Individuen zu allen übrigen mikroskopischen Moorbewohnern im Juli wie 1:2,6; im August wie 1:1,8; im Mittel also wie 1:2,2. Man sieht: die Ziliaten hatten die Hauptrolle unter allen Moorbewohnern. In diesem Moor verhielten sich ferner die Nematoden zu den tierischen Einzellern wie 1:2,6, es kommt also auch ihnen eine bedeutende Rolle zu. Man sieht den großen Unterschied gegenüber den süddeutschen Mooren, in denen nach Scheffelt die Würmer „gewaltig hinter den Einzellern zurücktreten“. Ich traf Proben, bei denen Nematoden bis zu etwa 300 im ccm enthalten waren. Es war ein ganzer Knäuel von Tieren, der das genaue Zählen an Ort und Stelle unmöglich machte. Auch die Rotatorien mit

dem Verhältnis 1:3,1 spielten eine große Rolle.

Die nackten Amöben waren sehr spärlich vertreten, ich fand je eine *Pelomyxa palustris* Greeff, *Amoeba terricola* Greeff, in mehreren Exemplaren *Hyalodiscus limax* Duj. und *Amoeba verrucosa* Ehr. Viel zahlreicher waren die beschalteten Amöben, insbesondere *Difflugia pyriformis* Perty, *D. constricta* Ehr., *Cyphoderia margaritacea* Schlumbg., *Euglypha alveolata* Duj., *Arcella vulgaris* Ehr., *Hyalosphenia lata* F. E. Sch., *Nebela carinata* Arch. und *N. collaris* Leidy. Heliozoen waren im Juli reich vertreten, im August beinahe verschwunden. Es fanden sich besonders häufig



1. *Spathidium* sp. 0,2 mm, farblos, metabol, vorne abgeplattet, zu beiden Seiten des Mundes je eine Vakuole, eine dritte terminal. 2. Dieselbe Art in veränderter Form. 3. *Spathidium* sp. 0,5 mm, ametabol, farblos, drehrund, vorne platt. 4. *Amphileptus* sp. 0,05 mm, hinten abgerundet, vorne etwas platt wie auch die nächste Art. 5. *Amphileptus* sp. 0,08, hinten spitz. 6. *Lionotus* sp. 0,1 mm. 7. *Lionotus* sp. 0,1 mm. 8. *Lionotus* sp. 0,08—0,15 mm. 9. *Lionotus* sp. 0,2 mm. 10. *Lionotus* ?? 0,1 mm. 11. *Dileptus* sp. 0,5 mm, 4 Vakuolen vor der Mundöffnung. 12. *Nassula*? 0,05—0,12 mm. 13. *Nassula* sp. 0,4 mm, 1 Vakuole seitlich subterminal, 6 kleinere in zwei Reihen seitlich. 14. *Lembadion* sp. 0,15 mm. 15. *Urostyla*? sp. 0,15—0,4 mm. 16. *Uroleptus* 0,4 mm. 17. *Blepharisma*? sp. 0,25 mm. 18, 19, 20 *Blepharisma* sp. 0,15 mm. 21. *Blepharisma*? 0,1 mm. M = Mund. Die Millimeterangaben beziehen sich auf die Länge der Tiere.

Actinosphaerium Eichhorni Ehr. *Actinophrys sol* Ehr. und *Pinaciophora fluviatilis* Greeff. Von Flagellaten waren im Juli besonders häufig *Distigma proteus* Ehr., *Euglenadeses* Ehr. und *Synura uvella* Ehr.

Von Ziliaten fand ich:

	im Juli	im August	
Holotrichen	39—42	13	} Arten,
Hypotrichen	19—22	8—10	
Heterotrichen	4—6	1	
Peritrichen	0	0	
Ziliaten im ganzen	etwa 62—70	22—24	Arten.
Im ccm:			
	im Juli	im August	
Holotrichen	39	14	} Individuen
Hypotrichen	24	13	
Heterotrichen	1	1	
Peritrichen	0	0	
Ziliaten, im ganzen			
Dichte	64	28	

Wie man sieht fehlten Peritrichen gänzlich und die Heterotrichen waren nur von geringer Bedeutung. Dafür überwogen die Holotrichen die Hypotrichen im Juli etwa um das Doppelte, um in der Trockenheit des August doppelt so stark abzunehmen als jene oder mit anderen Worten: die Hypotrichen haben die doppelte Resistenzfähigkeit der Holotrichen. Aus den vorangegangenen Zahlentabellen ließen sich noch andere interessante Verhältnisse finden, und zwar nicht nur für die Ziliaten allein, sondern auch für alle anderen Moorbewohner. Leider ist für weitergehende Ausführungen hier kein Raum.

Nachstehend zähle ich ohne Berücksichtigung des Monats die gefundenen Gattungen in aller Kürze auf. Einige besonders interessante Arten sind durch Abb. angedeutet.

Holotrichen.

<i>Holophrya</i>	ca.	3 Arten
<i>Enchelys</i>	ca.	4
<i>Spathidium</i>		3—4
<i>Prorodon</i>		2—3 „
<i>Coleps</i>		1 Art
<i>Didinium</i>		1 „
<i>Amphileptus</i>		2—3 Arten
<i>Lionotus</i>	ca.	5 „
<i>Dileptus</i>		1 Art
<i>Loxodes</i>		1 „
<i>Nassula</i>	ca.	5 Arten
<i>Chilodon</i>		1 Art

<i>Colpidium</i>		2 Arten
<i>Colpoda</i>		1 Art
<i>Paramaecium</i>		4 Arten
<i>Urocentrum</i>		1 Art
<i>Lembadion</i>		1
<i>Cyclidium</i>		1

Hypotrichen.

<i>Urostyla</i>		2 Arten
<i>Stichotricha?</i>		1 Art
<i>Uroleptus</i>	ca.	6 Arten
<i>Onychodromus</i>		1—2 „
<i>Gonostomum</i>		1 Art
<i>Oxytricha</i>		1—2 Arten
<i>Stylonychia</i>		1 Art
<i>Psilotricha</i>		1
<i>Euplotes</i>		1 „

und noch etwa 5 weitere Hypotrichen, mir unbestimmbar, ohne Bauch- und Afterzirren.

Heterotrichen.

<i>Blepharisma</i>		3—5 Arten
<i>Stentor?</i>		1 Art.

Peritrichen fehlten gänzlich.

Vergleichen wir nun mit einigen Worten die Ziliatenfauna der süddeutschen Moore mit der des besprochenen Karpathenmoores.

Scheffelt fand in bayerischen Hochmooren nur etwa 10 Arten, in Niedermooren etwa 40. Ich fand etwa 70 Arten. Ferner fand Scheffelt in Hoch- und Niedermooren *Stentor* und *Spirostomum ambiguum*. Ich fand bloß einen einzigen toten *Stentor coeruleus* (auch dieses fraglich wegen der kontrahierten Form), *Spirostomum* aber gar nicht. Ebenso fehlten *Halteria*, *Drepanomonas*, *Vorticella*, *Trachelius* und *Arachnidium* gänzlich. *Urocentrum turbo* fand ich bloß ein einziges Tier. Besonders hinweisen möchte ich in bezug auf das Karpathenmoor auf den Artreichtum der Gattungen *Holophrya*, *Enchelys*, *Spathidium*, *Prorodon* und *Nassula*, besonders aber *Amphileptus* und *Lionotus*. Es scheint sich hier z. T. auch um unbeschriebene Arten zu handeln. Auffallend ist endlich das die übrigen Hypotrichen starke Überwiegen der langgestreckten und geschwänzten Oxytrichinen, insbesondere *Uroleptus*. Dieses Vorwalten der langen und meist sehr metabolen Hypotrichen ist jedenfalls eine Anpassung an die stark behinderte Bewegungsmöglichkeit im dichten Sphagnumgewirr. Etwa 50% aller Hypotrichen hatten eine Länge, die mehr als das Dreifache der Breite betrug, während im

Flachland in nicht vertorftten Sümpfen nach meiner Schätzung solch langer Formen kaum mehr als 10% sind.

Die Ziliaten, die in den Tiefen der Moospolster in jenem ewigen Dämmerlichte leben, sind ganz überwiegend farblos. Zoochlorellen fand ich nur bei 5 Arten an Orten, wo das Licht ungedämpften Zutritt hatte. Für gewisse Arten des Sphagnums scheint das Sonnenlicht direkt schädlich zu sein und es stellen sich anscheinend unter dessen Einfluß sehr rasch pathologische Erscheinungen ein. Ebenso sind diese Moorziliaten gegen Temperaturwechsel ungleich empfindlicher als die Bewohner gewöhnlicher Sümpfe, manche überstanden einen einstündigen Transport im Glasgefäße nicht. Hier wird auch die mechanische Erschütterung verderbenbringend gewesen sein als Gegensatz zur Unbeweglichkeit des Moorwassers.

Auffallend war das (a) vollständige oder (b) nahezu vollständige Fehlen gewisser, in

gewöhnlichen Sümpfen häufiger Arten, so insbesondere (a) *Lacrimaria*, *Paramaecium caudatum*, *Aspidisca*, *Halteria*, *Vorticellinen*; (b) *Didinium*, *Coleps*, *Colpoda*, *Stentor* usw., außerdem die früher erwähnten Gattungen. Die behinderte Ortsveränderung veranlaßt wohl als Hauptgrund die merkwürdige Tatsache, daß nahe beieinanderliegende Orte oft starke faunistische Unterschiede haben, so fand ich die in den Abb. 1, 2, 10, 17 und 21 angedeuteten Arten ausschließlich an einer einzigen Stelle. Die überwiegende Mehrzahl der Ziliaten und auch der übrigen Moorbewohner lebt im Sphagnumpolster selbst, freie Wasserflächen sind nur spärlich bevölkert, bloß auf deren Boden ist die Fauna etwas reicher.

Wir sehen, wie reich die Moore an wundervollen kleinen Lebewesen sind und jedem strebsamen Mikroskopiker, das Neues erschauen will, kann man nur raten: er gehe ins Moor!

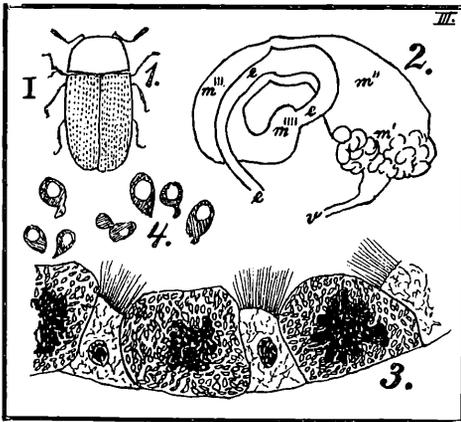
Ein Gärungstechniker unter den Käfern, zugleich ein Ausblick auf die Symbiosforschung überhaupt.

Von Dr. H. Pfeiffer.

Seit nun 23 Jahren kennen wir die in verschiedenen Speisevorräten, in altem Brote, in Kleie, in Ölkuchen, Pfefferkuchen, Nudeln, Kopra, Rizinus kernels usw. in manchen Häusern gelegentlich auftretende *Sitodrepa panicea* L. (S. minuta F., S. nana Küst.), Abb. 1, bezüglich der Mikroorganismen, die sie regelmäßig in einem begrenzten Teil ihres Darmepithels beherbergt. Sie ist ein etwa $2\frac{1}{2}$ mm langer rostroter Käfer aus der Fam. Anobiiden, dessen Körper mit doppelter (anliegender und absteher) Behaarung und kurzen Flügeldecken mit Punktstreifen versehen ist. Die Larven ähneln, oberflächlich betrachtet, denen der Maikäferverwandtschaft. Ihr Körper ist kurz, weiß, fleischig, nach vorn verdickt, hinten umgebogen und wird mittels langer, haariger, viergliederiger Beine fortbewegt. Käfer wie Larven beherbergen die Gäste im Darmkanal. Dessen vorderer Teil (Vorderdarm) schwillt endwärts allmählich flaschenförmig an. Der hier beginnende Mitteldarm stülpt an dieser Stelle allseitig gedrungene Blindsäcke vor, die sich selbst wieder durch

Einschnürungen in Abschnitte zerteilen (Abb. 2). Nach hinten folgt plötzlich der übrige Teil des Mitteldarmes und dann der Enddarm. Schon im Zufpräparat (besser natürlich auf Schnitten) fällt an den Blindsackausstülpungen auf, daß zwischen den gewöhnlichen Epithelzellen wie im übrigen Mitteldarm große, stark angeschwollene Zellen mit fremdem Inhalt eingesprengt sind, der sich als verklumpte Hefepilze zu erkennen gibt. (Abb. 3.) Bei den erwachsenen Käfern sind die hefefreien Zellen geringer an Zahl als bei den Larven. Die Kerne der verpilzten Zellen sind an der Oberfläche oft nischenförmig zerschnürt, besonders bei Material aus Larven. Buchner hat lebende Zellen zerzupft und so erkannt, daß die Hefen tropfenförmig, manchmal mehr birnförmig oder oval und meist von einer einzigen mächtigen Vakuole erfüllt sind, die manchmal den größten Teil der Zelle einnimmt. (Abb. 4.) Stets trifft man Hefezellen in Knospung. Auffallenderweise sind die Knospen etwas nach der Seite gerückt. Escherich gelang es, die

Pilze außerhalb des Wirtes in 1%iger Traubenzuckerlösung und auf Traubenzuckeragar zu kultivieren. Nach acht-tägiger reger Vermehrung traten kettenförmige Verbände auf, in denen die Vakuolen geschwunden waren, dafür aber sonst wenig auffallende lichtbrechende Substanzen sich beträchtlich vermehrt hatten. Entgegen bisherigen Vermutungen zeigte Buchner in seinem für Symbiontenforscher überhaupt



1. *Sitotroga panicea* L., vergr. — 2. Herauspräparierter Darmkanal; die wie bei andern Insekten vorhandenen Malpighischen Gefäße sind der Übersichtlichkeit wegen weggelassen. Ferner bedeutet: „ Vorderdarm; *m*, *m'*, *m'''*, *m''''* die verschiedenen Abschnitte des Mitteldarms, *e* Enddarm, *s* Wohnstätten des Symbionten (nach alten Originalen). — 3. Schnitt durch das Epithel des Mitteldarms bei *s* mit verpilzten und pilzfreen Zellen. — 4. Hefezellen verschiedener Form und Ausbildung (3 und 4 nach Orig. von Buchner).

nahezu unentbehrlichen Handbuche, daß die legereifen Eier noch nicht infiziert sind, wohl aber die Eischalen der abgelegten Eier. Die auskriechenden Larven müssen sich allemal von neuem durch den Mund mit Hefegästen versorgen, indem sie die Eischalen verzehren. Einzelheiten, wie die Hefezellen aus den Darmblindsäcken nach den wurmförmigen Schläuchen am Hinterleibsende in der Nachbarschaft der Legeröhren gelangen, sind noch unbekannt. Daß ein Organismus, der wie die Hefezellen mit solcher Gesetzmäßigkeit auf engem Raume im Körper des Insekts lebt, für den vielleicht ein Teil des Darmes drüsig verändert wird, dem Wirt nicht gleichgültig ist, wird der Leser wohl vermuten. Man vermutet wohl nicht ohne Grund, daß die Hefezellen den Speisebrei günstig beeinflussen. Man könnte somit die Käfer als Gärungstechniker ansprechen. Vielleicht ist der Nutzen ein ähnlicher wie der der Bakterien,

die den Wiederkäuern bei ihrer Verdauung so unschätzbare Dienste leisten. Von einer solchen Wirkung der Hefezellen ist indessen noch nichts bekannt, so daß man vielleicht auch die Hauptaufgabe der Hefen in der Aneignung des Luftstickstoffs zu suchen hat, worauf die Untersuchungen von Zikes und Kossowicz hinweisen würden. Die gebräuchliche Definition der Symbiose verlangt, daß beide Partner von dem Zusammenleben Nutzen haben. Worin mögen die Vorteile der Hefen bestehen? Sie bekommen ihre Nahrung von dem Wirt, genießen Schutz gegen Austrocknung und dgl. Gefahren und befinden sich allem Anschein nach unter günstigsten Lebensbedingungen.

Es ist seltsam, daß der Mensch von frühesten Zeiten an über nichts so gern nachgedacht und weitläufig geschrieben hat, wie über das, wovon wir Menschen aller Voraussicht nach auch künftighin nichts werden wissen können. Sobald die erste Stufe sinnlicher Anregung und gewohnheitsmäßigen Dahinlebens überwunden ist, sobald der Mensch anfängt, an geistigen Fragen Gefallen zu finden, erwacht auch sein Ehrgeiz, mehr zu wissen und tiefer zu blicken als andere. Der rechte Weg zu diesem Ziele, umfassende Kenntnisse und volles Verstehen auch der verborgensten Erscheinungen zu erlangen, ist aber oft beschwerlich, und statt auf diesem Wege dem Wirklicherkennbaren nachzustreben, wendet der Mensch zuweilen seine Phantasie den Regionen zu, wo nicht die unbequeme Tatsache und die sicher abwägende Logik den Ansichten in den Weg treten. Trotz aller Erfolge moderner Symbioseforschung müssen wir uns hüten, die letzten Schlußfolgerungen schon jetzt ziehen zu wollen, wodurch wir etwa zu Gedankengebäuden kommen würden, wie sie Portier errichtete. Die im Zellplasma aller möglichen (vielleicht sämtlicher) tierischer und pflanzlicher Gewebe- und Geschlechtszellen vorhandenen Mitochondrien hält er für symbiotische Bakterien, nicht, wie sonst allgemein angenommen, für wesentliche Differenzierungen des Plasmas. Mit dieser Meinung steht er nicht allein, kamen doch in neuerer Zeit zu ähnlichen Ansichten: Fauré-Fremiet, Mercier, Meves, vielleicht auch Romieu. Portier meint, daß Pflanzen wie Tiere sich stets

neu von außen her mit Mitochondrien-symbionten infizieren. Des weiteren glaubt er experimentell das Wesen der Vitamine¹⁾ in den symbiontischen Bakterienmitochondrien gefunden zu haben. Die oben betrachteten Käfer sollen beispielsweise eine bakterienlose, d. h. in Portiers Sinne vitaminlose Nahrung genießen, indessen dann wahre Symbiontenfabriken in sich tragen, indem sie durch Verdauung der Gäste sich der Bakterien an Stelle von Mitochondrien bemächtigen. Es ist nicht möglich, seine weiteren Gedankengänge, die auch die Probleme der Befruchtung, insbesondere der Entwicklungserregung und der normalen und künstlichen Parthenogenese in ein neues Licht rücken, hier zu verfolgen. Seine Auffassungen, wie die ähnlichen von Galippe, haben eine scharfe Kritik gefunden, zuletzt wohl durch Aug. Lumière und P. Buchner. Dieser vermißt vor allem die scharfen Beweise, daß Portiers Bakterien ständige Gäste der betr. Wirtstiere — auch von Wirbeltieren ist nämlich die Rede — sind. Die Mitochondrien ohne weiteres mit Bakterien gleichzusetzen, erscheint unstatthaft, da die unbestreitbaren Ähnlichkeiten rein oberflächlich (Form und Vermehrungsweise), dagegen Struktur und chemisch-physikalisches Verhalten (beachte z. B. die verschiedenen Fixierungsmöglichkeiten!) durchaus verschieden sind. Wenn Lumière indessen meint, daß ihm kein Fall bekannt sei, in dem es keinen Kampf zwischen Wirtszelle und Mikroorganismus gäbe, so hält Buchner durch sein Buch erwiesen, daß ein Gleichgewicht zwischen beiden möglich ist und sogar in bis vor kurzem ungeahnter Häufigkeit verwirklicht wird. Die innigen Formen der Symbiose heben die Lebenslage eines Tieres beträchtlich. Das Prinzip der gegenseitigen Hilfe zeigt sich als wirksamer als jenes des bloßen Kampfes. Gleich einem verständigen Züch-

¹⁾ Das ist ein Sammelname für verschiedenartige, für die Ernährung unentbehrliche Stoffe, deren Vorhandensein trotz experimenteller Grundlagen im wesentlichen nur theoretisch erwiesen ist, nämlich auf Grund von Beobachtungen, die man bei der Erforschung mancher Ernährungskrankheiten machte, über die ein Aufsatz von Pannwitz in Kosmos XI, Stuttgart 1914, S. 385 f. unterrichtet.

ter tritt uns der Körper vieler Tiere entgegen, der prüft, wählt und handelt, wenn er nützlichen Keimen die Ansiedlung gestattet und wertlose ausschließt, wenn er von seinem Zellmaterial etwas für die Wohnstätten der Gäste bereitstellt und dergl. Wie wunderbar sind außerdem oft die mannigfachen Einrichtungen, um die Übertragung auf die Nachkommen zu sichern! In so mancher Beziehung ist auch schon eine bloße Lektüre des Buchnerschen Handbuches wertvoll. Wenn zwar leider noch viel auf diesem Gebiete der Symbiosenforschung Vermutung bleibt, so stehen wir hier doch vor einem weiten Feld der vergleichenden Insektenphysiologie (und der der Wirbeltiere?), und es ist zu erwarten, daß vielfach hochgradig entwickelte Anpassungen vorliegen, die wir noch nicht ausdenken können. In solchen Fällen versagen nicht selten alle Erklärungsmöglichkeiten, und ahnend erfassen wir, daß es mehr als nur ein Vergleich wäre, wenn uns der Symbiontenwirt als urteilende Person, der *Sitodrepa*-Käfer als Gärungstechniker erscheint. „Wir fühlen nur das geheime Wirken der ewig waltenden Natur,“ wie Goethe das im „Faust“ ausdrückte.

Wichtigste Literatur:

- Buchner, Tier u. Pflanze in intrazellulärer Symbiose. Berlin 1921. — Vgl. auch seinen wohl noch in Druck befindlichen Aufs. in Arch. f. Protistenk. Jahrg. 1922, sowie seinen allen Lesern empfohlenen Aufsatz in Naturwiss. Wochenschr., N. F., XII, 1913.
- Escherich, Üb. d. regelmäßige Vorkommen von Sproßpilzen i. d. Darmepithel ein. Käfers. Biol. Centralbl. XX, 1900.
- Galippe, Parasitisme normal et microbiose, Paris, Masson 1917. — Auch Abhandlungen in Comptes rend. Acad. Sc. Bde. CLXVII u. CLXIX, 1918.
- Lumière, Le mythe des Symbiontes, Paris, Masson 1919.
- Méves, Die Plasmosomentheorie d. Vererbung. Arch. f. mikr. Anat. XCII, Abt. II, 1918.
- Portier, Les symbiontes. Paris, Masson 1918. — Auch Abhandlung in Compt. rend. Acad. Sc. Bd. CLXVI, 1918.
- Welten, Neues von den Aller kleinsten, eine biologische Plauderei. Kosmos XIX, Heft 4, 1922.
- Zikes u. Kossowicz, in Zentralbl. f. Gärungsphysiol. Jahrg. 1912.

Brotkrankheiten. Unter diesem Namen faßt man eine Reihe von durch Mikroorganismen bedingten Veränderungen des Brotes zusammen. Je nach dem äußeren Bild und damit dem Vorherrschen der beteiligten Organismenarten werden als wichtigste unterschieden:

Fadenziehendes des Brotes. Diese Krankheit ist wohl eine der häufigsten. Die Krume wird klebrig und verfärbt sich. Das am meisten Charakteristische aber ist, daß sie sich beim Brechen zu langen, feinen Fäden ausziehen läßt. Das Brot nimmt einen äußerst unangenehmen Geruch und Geschmack an. Der muffig-säuerliche Geruch kann in Bäckereien, wo die Krankheit aufgetreten ist, oft noch wochenlang wahrgenommen werden. Die Erreger gehören in die Gruppe der Kartoffelbazillen (*Bacillus mesentericus*) und haben das Gemeinsame, daß sie äußerst widerstandsfähige Sporen erzeugen, die die Backhitze überstehen. Das Wachstumsoptimum liegt bei 20—28 Grad. Die Bildung des fadenziehenden Schleimes beruht auf einer Verquellung der Bakterienmembran.

Blutig werden des Brotes. Äußerlich zeigt das Brot keine Veränderungen. Beim Aufschneiden jedoch beobachtet man rote Streifen in der Krume. Erreger ist das Bakterium der „blutenden Hostie“, früher *Micrococcus prodigiosus*, jetzt *Bacterium prodigiosum* genannt.

Diese beiden Krankheiten sind für die Bäckereien wohl die unangenehmsten, weil, wo sich die Erreger einmal eingenistet haben, diese nicht immer mehr leicht zu entfernen sind. Manchmal gelingt die Entfernung erst, nachdem sämtliche Geräte, Fußböden usw. mehrmals peinlichst gereinigt worden sind.

Verschimmeln des Brotes. Das Brot ist ein ausgezeichnete Nährboden für Schimmelpilze. Das befallene Brot kann durch Pilze in verschiedener Weise verfärbt werden: weißlich durch *Mucor*; bläulichgrün durch *Aspergillus glaucus* bzw. *Penicillium glaucum*; gelb-rötlich durch *Oidium auranticum*, und *Rhizopus nigricans* erzeugt schwarze Flecken.

Weder die Erreger der Brotkrankheiten noch deren Zersetzungsprodukte sind gesundheitsschädlich. Das Brot wird durch sie nur unansehnlich und ungenießbar.

Von den Brotschädlingen gelangen die Spaltpilze durch das Mehl ins Brot, während Schimmel sich sekundär auf der Rinde ansiedeln und das Zerstörungswerk nach innen fortsetzen.

Durch Bakterien bewirkte Brotkrankheiten treten auf, wenn durch mangelhaftes Ausbacken des Brotes die im Mehle reichlich enthaltenen Mikroorganismen zu wenig geschädigt und diesen dann erst noch günstige Entwicklungsbedingungen geboten werden.

Hier ist in erster Linie zu nennen: die Temperatur. Wie am Beispiele des fadenziehenden Brotes gezeigt wurde, gedeiht dieser Erreger am besten bei 20—28 Grad. Ähnliches gilt auch für die übrigen. Höhere als normale Zimmertemperatur erleichtert das Wachstum. Aus diesen Gründen treten Brotkrankheiten fast immer im Sommer auf und zwar ganz besonders leicht, wenn warme Brote eng zusammengepackt aufbewahrt werden, so daß die Abkühlung erst noch sehr langsam vor sich geht. Ein weiteres begünstigendes Moment ist die Feuchtigkeit. Mangelhaft durchbackene Brote enthalten mehr Feuchtigkeit als gut durchbackene, erliegen den Krankheiten also auch eher. Feuchte Räume begünstigen das Schimmeln. Nach diesen Gesichtspunkten muß sich die Verhütung der Brotkrankheiten richten. Das Brot werde gut ausgebacken, möglichst rasch gekühlt und in luftigen, trockenen, nicht zu warmen Räumen aufbewahrt. Selbstverständlich gehört zu einer umfassenden Prophylaxe auch peinliche Reinlichkeit. Alte Teigreste, verschimmelte oder sonst kranke Backwaren dürfen nicht in einem Back- oder Verkaufsraum lagern.

Dr. L. Minder.

„Mikrologie.“ Ein gutes Ding muß einen guten Namen haben, sonst ist's gefehlt! Denn hat es einen schlechten Namen, so findet es, trotz aller inneren Güte, keinen rechten Anklang. Für unsere schöne Wissenschaft hat man nun den Namen „Mikrologie“ erfunden, und seitdem spuken die „Mikrologen“ noch immer lebhaft umher. Wie das Wort entstanden ist, liegt ja klar: Zoologie ist die Lehre vom Tier, Biologie die Wissenschaft vom Leben, also wird Mikrologie wahrscheinlich die Lehre, die Wissenschaft vom Kleinen sein. Schade nur, daß das schöne Wort keine neue Entdeckung ist, die scheinbar erst nach Erfindung des Mikroskops möglich war. Die alten Griechen waren nämlich auch schon so schlau, das Wort sich zu bilden, und nach dem in den Naturwissenschaften allgemein anerkannten Prinzip der Priorität der Namengebung müssen wir das Wort in seiner alten Bedeutung bestehen lassen. Was benannten nun die alten Griechen (und nebenbei, was benennen auch die Neugriechen) mit *μικρολογία* (mikrologia)? Verschiedenerlei sehr Schönes: „Kleinigkeitskrämerei, Knäusererei, schmutzigen Geiz, läppische Schwätzeri.“

Und die Moral dieser einwandfreien Feststellung? Nennt Euch meinewegen „Mikroskopiker-Verein, Mikrobiologen, Naturfreunde“, oder sonstwie, aber beleidigt Eure schöne Wissenschaft und Kunst nicht mit der Bezeichnung „Kleinigkeitskrämerei“, und schimpft Euch nicht selbst ohne jeden Sinn und Zweck „schmutzige Geizhalse“ und „läppische Schwätzer“!

Dr. med. Dietrich.

**Nicht nur das, was groß
und auffallend ist in der Natur,
ist der Beachtung wert,
auch das Kleine und Feine,
und das, was im Verborgenen lebt,**
H. Löns.

Die erste Besiedelung der Gesteine.

(Schluß von S. 49.)

Von Prof. Dr. F. Falger.

4. Höhenlage.

Den Einfluß der absoluten Höhe konnte ich an demjenigen Gestein, das mir das meiste Material lieferte, am Sandstein, nicht studieren, da dieser nur bis etwa 1000 m ansteigt. Ich nahm daher zum Vergleiche Proben aus dem Kalk.

- I. Klien, Caprotinenkalk, 450 m, Frühlingwetter, 23. III. 13: Chroococcus, Pleurococcus, Mesotaenium, Pilzmyzel.
- II. Kreide-Kalk, Säntisstock, warme Herbsttage, 10. X., 1000 m: Synechococcus, Pleurococcus, Pilzmyzel, Geococcus.
- III. Gleicher Tag, gleicher Stein, wie II, 1600 m: Chroococcus, Pleurococcus, Cladosporium, Pilzmyzel, hell, Rotatoren-Ei.
- IV Hauptdolomit, Widderstein, 2530 m, warmer Herbsttag, 2. XI. 13: Chroococcus zahlreich, Protococcus wenig, Pilzmyzel.

Die Höhenlage übt demnach in der Zusammensetzung der Arten keinen merklichen Einfluß aus, wenn das Material unter ähnlichen Temperaturverhältnissen gesammelt wurde.

5. Einfluß der Gesteinsart.

Da der Mergel eine Sonderstellung einnimmt, wird er vorderhand nicht berücksichtigt. Bei der Systematik der Gesteinsbesiedler wurde bereits angegeben, auf welchen Gesteinsarten jede Art vorkommt. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Zahl der Gattungen und Arten, die auf jeder Gesteinsart vorkommen.

	Sandstein		Kalk		Urgestein	
	genus	spec.	genus	spec.	genus	spec.
Cyanophyceae	14	38	9	14	7	11
Chlorophyceen ¹⁾	8	14	5	6	5	6
Diatomaceae	6	13	3	6	3	6
Fungi	3?	3?	3?	3?	3?	3?
Protozoa	6	11	2	2	3	5
Rotatoria	3	3	2	2	—	—
Tardigrada	1	1	—	—	—	—
Nematoda	1	1	—	—	—	—
Summe.	42	84	24	33	21	31

Aus der Tabelle ergibt sich, daß der Sandstein ausnahmslos am meisten Gattungen und Arten besitzt. Zum Teil mag die Ursache sein, daß von ihm, wie schon erwähnt, am meisten Proben untersucht wurden. Doch auch dann, wenn man von den drei Gesteinstypen Serien mit je gleichviel Proben vergleicht, ergibt sich für den Sandstein die an Gattungen und Arten reichste Besiedlung. Die Hauptursache dürfte in der großen Wasseraufnahmefähigkeit des porösen Gesteines zu suchen sein. Auch seine leichte Verwitterungsfähigkeit gibt den Ansiedlern günstigen Boden und die Bedingungen für gutes Gedeihen. Kalk und Urgestein sind beinahe gleich reich an Gattungen und Arten. Über die einzelnen Arten des Urgesteines ein sicheres Urteil abzugeben, bin ich nicht im stande, da die Anzahl der Proben, die jeder einzelnen Urgesteinsart entnommen sind, die für ein allgemeingültiges Urteil wünschenswerte Höhe nicht erreicht.

Nach dem vorliegenden Material ist am günstigsten Granit, ihm zunächst Phonolith und Gneis, und an letzter Stelle Phyllit; daß dieser auffallend schlecht besiedelt ist, erkläre ich mir durch das Gefüge des Phyllites, der auf seiner Schieferungsfläche das Wasser leicht abrinnen läßt und sehr wenig porös ist.

Mergel.

- I. Mergeliger Kalk b. Hochkrumenbach; 1600 m Höhe, warmer Herbsttag, 2. XI. 13: Schattenlage: Chroococcus wenig.
- II. Mergelige Zwischenlage im Sandstein, 18. III. 13, Föhn: Chroococcus fuscoater, wenig, Chroococcus sp. wenig.

Wie aus diesen Beispielen ersichtlich, nimmt der Mergel eine ganz eigene Stellung ein. Trotz seiner leichten Verwitterbarkeit ist er recht arm an Besiedlern. Die bescheidenen Chroococcusarten bilden fast immer die einzigen, dünn gesäten Ansiedler.

¹⁾ Nicht mitgezählt wurden nur gelegentlich vorkommende, nicht bestimmte Chlorophyceen.

Die Erklärung dafür dürfte hauptsächlich in der stark wassersaugenden Kraft des Mergels zu suchen sein, die einerseits in trockenem Zustande seinen Bewohnern das Wasser entzieht, andererseits in mäßig feuchtem Zustande es so festhält, daß es den Ansiedlern nicht zugänglich ist. Dann habe ich auch daran gedacht, ob er nicht etwa Stoffe enthält, die in geringster Menge bereits schädlich sind. Die Erfahrung, daß z. B. gewisse geologische Schichten das Auftreten des Kretinismus begünstigen, führte mich zu dieser Überlegung.

6. Verwitterungszustand.

- I. Sandstein, unverwittert: *Chroococcus turgidus*, *Chroococcus fuscoater* zahlreich, *Synechococcus* klein, *Syneochooccus major*, *Protococcus*, *Mesotaenium*, *Cladospodium* wenig, *Rotator* in Ruhezustand.
- II. Sandstein, stark verwittert: Ort und Zeit wie I: *Chroococcus*, *Synechococcus aeruginosus* zahlreich, *Oscillatoria*, *Mesotaenium*, *Navicula atoma* viele, *Navicula* sp., *Hantzschia*, *Cladospodium* zahlreich, *Ciliat*.
- III. Sandstein, harter Fels, 23. IV *Chroococcus fuscoater* zahlreich, *Chroococcus virescens* zahlreich, *Microcystis punctiformis*, *Oscillatoria*, *Stigonema minutum*, *Rotifer*.
- IV Sandstein, stark verwittert, 23. IV *Chroococcus*, *Synechococcus*, *Borzia*, *Oscillatoria*, *Protococcus*, *Mesotaenium*, *Hantzschia*, *Navicula borealis*, *Navicula* sp., *Cladospodium*, Pilz farblos, *Callidina*.

Stark verwitterter Fels ist sowohl an Individuen, als auch an Arten stärker besiedelt als unverwitterter. (Auch unter starker Verwitterung ist hier immer nur Oberflächenverwitterung verstanden.) Besonders auffallend ist die Zunahme der Diatomaceen mit beginnender Verwitterung. Frisch aussehende Steine, die gar keine Verwitterung erkennen lassen, sind sogar oft ganz frei von Diatomaceen. Auch Pilze, besonders *Cladospodium humifaciens* nehmen mit der Verwitterung bedeutend an Zahl zu.

7. Ausblühungen und Infiltration mit Salzen.

- I. Sandstein, Überhang trocken, heller Anflug, 3. X. 13, feuchtwarm: kein Lebewesen, einige Sporen.
- II. Überhang wie oben, feucht: kein Organismus.
- III. Überhang, Sandstein, hart, trocken, keine Ausblühung sichtbar: *Isocystis* 2 Stück, *Navicula* sp. 3 lebend, *Navicula* sp. einige lebend, viele Schalen, *Navicula mesolepta* viele Schalen.
- IV. Überhang, trocken, hart, Sandstein, keine Ausblühung: Pilzsporen.

- V Sandstein-Spalte, humusfrei, 15. X., warm, feucht: *Hantzschia amphioxys* lebend und Schalen, *Navicula acicularis* Schalen.
- VI. Sandstein, Spalte, durch Abblättern einer 4 mm dicken Schicht entstanden, Zeit wie II: *Borzia* 1 Stück, *Hantzschia* lebend, einige, *Navicula atoma* lebend, einige, *Navicula* sp. Schalen, Pilzmyzel.
- VII. Sandstein, feuchte Spalte, 6. I. Frost: *Navicula borealis*, lebend und Schalen, *Hantzschia* lebend, *Navicula mesolepta* Schalen, *Navicula* sp. Schalen.

Als ich an die Untersuchung heranging, erwartete ich an den geschützten Überhängen und Spalten reichliche Ausbeute. Doch ergab sich, daß gerade diese Stellen an Bewohnern auffallend arm waren, wenn sie im Sandstein lagen. Am ehesten, oft sogar ausschließlich sind noch *Diatomazeen* zu finden. Oft genug sind solche Stellen ganz frei von Organismen, es sei denn, daß sich einige Zysten oder Sporen vorfinden, auf die man aber kein Gewicht legen darf, da sie auch angeweht oder eingeschwemmt sein können. Die chemische Untersuchung der Gesteinsoberfläche an Überhängen und in Spalten brachte die Erklärung. Der Sandstein ist an solchen Stellen häufig reich an Salzen, besonders an Nitraten und Sulfaten; da die sich bildenden Salzlösungen nicht wie an der Oberfläche mit jedem Regen abgeschwemmt werden, erreichen sie eine stärkere Konzentration und können sich bis zum Auskristallisieren sättigen. Diese Salzlösungen und Ausblühungen sind die Lebenszerstörer, denen am ehesten noch die beschalteten Diatomaceen standhalten können, während die Formen mit hygroskopischen Gallerthüllen ihnen am schnellsten zum Opfer fallen. Dort, wo Ausblühungen den Stein in geschlossenen Krusten überziehen, ist natürlich jedes Leben unmöglich. Im Kalk und im Urgestein sind schädliche Ausblühungen und Infiltrationen mit Salzen viel seltener, und daher sind in ihnen gerade die geschützten Überhänge und wassersparenden Spalten häufig reich besiedelt.

8. Staub.

Felsen in unmittelbarer Nähe von Straßen mit lebhaftem Verkehr, besonders Autoverkehr, sind meist mit einer Staubschicht bedeckt. Mit Ausnahme einiger Zysten und Sporen, die wohl angeweht sind, ist auf ihnen nichts Lebendes zu finden.

9. Wind-Erosion.

Stellen starker Winderosion, z. B. Höhlen

und Vertiefungen im Sandstein, in denen sich der Wind fängt, die losen Sandkörner herumwirbelt und damit die Wände fegt, sind in folge der mechanischen Reinigung stets von Lebewesen frei.

10. Ernährung.

Stickstoff liefert das Substrat wohl nur in vereinzelt Fällen, da der Humus fehlt. Er steht zum Teil durch die Tätigkeit der Bakterien und Pilze zur Verfügung, andererseits enthält ja die Luft auch Ammoniumkarbonat und Ammonium, das in Salpetersäure übergeführt wird. Nach W. Beijerinck (7) können auch Zyanophyteen freien Stickstoff assimilieren, was freilich von anderer Seite wieder bestritten wird. Saprophyten, nämlich Pilze und vielleicht gelegentlich auch Algen (R. H. Francé, Edaphon, S. 86) decken wohl ihren Stickstoffbedarf von den verwesenden Organismen. Phosphor dürfte bei dem quantitativ geringen Bedarf durch Zersetzung von Phosphaten in Gesteinen mit Hilfe des Ammoniaks in genügender Menge geliefert werden. Auch angewehter Staub enthält etwas Phosphorsäure. Chlor-natrium enthält die Luft in genügender Menge; außerdem liefern es in manchen Fällen die Gesteine selbst. Kalzium, Kalium, Eisen, Silizium, Schwefel usw. werden durch Zersetzung des Gesteins leicht erhalten.

Die ersten Besiedler der Gesteine als Lebensgesellschaft.

Gleiche Lebensbedingungen binden die Einzelwesen zu einer Lebensgesellschaft. Auf dem nackten Felsen sind die für alle Ansiedler gleichbleibenden Faktoren: reiche Fülle an Licht und Luft, rascher und starker Temperaturwechsel, schwierige Beschaffung des Wassers und sein schwieriges Festhalten gegen die austrocknende Sonne und den Wind, Schutzlosigkeit gegen mechanische Einwirkungen und Mangel an Humus. Nur wenige Lebewesen können diesen Kampf siegreich bestehen, und darum sehen wir immer wieder dieselben Arten auftreten. Bakterien, Zyanophyteen, Chlorophyteen, Diatomeen und Fungi haben sich zu einem Bunde vereinigt, dem unter günstigen Verhältnissen noch Rhizopoden, Ziliaten, Rotatorien, Tardigraden und Nematoden beitreten können. Noch sind wir

nicht so weit, feststellen zu können, ob nur die von außen gegebenen gleichen Lebensbedingungen das Band um sie schlingen, oder ob auch zwischen den einzelnen Ansiedlern Beziehungen symbiotischer Art bestehen. Zwar kennen wir zum Teil die Arbeit, die Bakterien und Pilze als Stickstoffarbeiter für die Allgemeinheit leisten, aber schon über die Gegenleistungen der Algen gehen die Meinungen auseinander.

Um die Mitgliedschaft dieser Felsbewohner zu einer biologischen Gemeinschaft zum Ausdruck zu bringen und um sie von anderen Felsbewohnern, die ihnen folgen, wenn sie die erste Arbeit der Urbarmachung geleistet haben, zu trennen, möchte ich für sie den Sammelnamen Lithobionten vorschlagen.

Bedeutung der Lithobionten.

Die Oberfläche des Felsens, der einmal von den ersten Ansiedlern bewohnt ist, wird bald durch ihre Tätigkeit verändert. Fadenpilze scheiden nach Kunze (8) Oxalsäure und Zitronensäure aus, welche die Unterlage angreifen und zugleich für die Mitbewohner aufschließen. Manche Mikroorganismen üben nach F. Sestini (9) auch kaolinisierende Wirkung aus.

Im Stoffwechsel und bei Zersetzung toter Lithobionten abgeschiedenes Ammoniak löst Phosphate auf (10) und lockert dadurch nicht nur den Zusammenhang der Gesteinspartikelchen, sondern befriedigt damit auch die minimalen Ansprüche der Lithobionten an Phosphor.

Wo Gesteinssplitter von Algen, besonders von Chroococcus, aber auch von Pleurococcus besiedelt sind, konnte ich manchmal mikroskopisch kleine Näpfchen unter den Zellen beobachten. Daß diese Vertiefungen von den Algen selbst ausgehöhlt wurden, ist sehr wahrscheinlich, nachdem E. Bachmann (3) in seiner Arbeit über kalklösende Algen nachgewiesen hat, daß Zyanophyteen durch Ausscheidung einer Säure, die nicht Oxalsäure sein kann, weil ihr Kalziumsalz leicht löslich ist, Kalk auflösen können, und zwar in einer Menge, daß die Höhlungen größer werden als das Volumen der innewohnenden Algen. Derselbe Verfasser (4) hat früher schon für Flechten nachgewiesen, daß sie Kalk, Glimmer, Quarz, Granat, Feldspat aufzulösen im stande sind. Als gründlicher Kenner der gesteinslösenden Tätigkeit der

Luftalgen wie der Flechten urteilt er, daß Algenkalke poröser sind als Flechtenkalke.

So verbessern die ersten Besiedler zunächst für sich selbst ihre Unterlage durch ihre Mithilfe an der Verwitterung des Felsens, sie leisten aber auch wichtige Vorarbeit für ihre höher organisierten, aber auch anspruchsvolleren Nachfolger.

Niederschläge werden, wenn auch in geringen Mengen, durch sie festgehalten, die Unterlage feucht gehalten, was für die Verwitterung derselben von großem Einflusse ist.

Staub, Sporen, Zysten verfangen sich an der schleimigen Hülle, die viele Lithobionten auszeichnet, sie werden zurückgehalten, zum Teil verwertet, bringen wohl auch neue Formen in den Lebenskreis und bilden den ersten Humus mit.

Nach ihrem Tode schaffen die ersten Fels-siedler mit an der Bildung des ersten Humusdeckchens; durch den Zerfall ihres Eiweißes wird Ammoniak abgeschieden und der freierwerdende Schwefel in Form von Schwefelsäure gebunden, die das Gestein angreift.

Sie sind die Kolonisatoren der Felswüste. Als Treub (11) die Aschen des Krakatau untersuchte, fand er als erste Ansiedler Algen.

Ungesehen und unbeachtet erobern sie dem Leben Neuland, ihnen gebührt der Rang der ersten Ansiedler auf

Fels, den man bisher meist den Flechten zuerkannt hat.

Literatur:

1. Francé, R. H. Das Edaphon. München 1913.
2. Oetli, M. Beiträge zur Ökologie der Felsflora. Zürich 1904.
3. Bachmann, E. Kalklösende Algen. Bericht d. deutsch. bot. Ges. 1915, Bd. XXXIII, Heft I.
4. Bachmann, E. Der Thallus der Kalkflechten. Plauen 1892.
Ders. Beziehungen der Kieselplechten zum Substrat. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXII, Heft 2.
Ders. Beziehungen der Kieselplechten zu ihrer Unterlage. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXIX, Heft 5.
Ders. Der Thallus der Kalkflechten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XXXI, Heft 1.
5. Thomé. Flora von Deutschland. Bd. VI. W. Migula, Kryptogamenflora. II. Bd. 1. Gera 1907.
6. Francé, R. H. Studien über edaphische Organismen. Zentralbl. f. Bact. etc. 32. Bd. 1912 (Separatum).
7. Beyerink, W. Centralbl. f. Bact. 2. Abt. 1901. Bd. 7, Seite 56. — Dass. 1902, S. 3.
8. Kunze, G. Jahrb. wiss. Bot. 1906, Bd. 42, S. 357; zitiert in Lafar, Handbuch d. technischen Mycologie.
9. Sestini, F. Landwirtschaftl. Versuchstation. 1900. Bd. 54, S. 147.
10. Ramann. Bodenkunde. II. Aufl., S. 255.
11. Treub. Ann. Jard. bot. Buitenzorg. 1888, S. 213, zitiert in Ramann, Bodenkunde. II. Aufl., S. 443.

Das Regenerationsvermögen der Süßwasserschwämme.

Von Dr. Ernst Herwig.

Bekanntlich wird das Regenerationsvermögen der Tiere mit zunehmender Organisationshöhe geringer. Daher darf man für die Schwämme (Poriferen) als dem niedersten Stamm der Metazoen oder Vielzeller, eine hohe Regenerationskraft vermuten. Die meisten Untersuchungen über das Regenerationsvermögen der Spongien wurden an marinen Schwämmen gemacht. Ihre Ergebnisse sollen daher im folgenden zum Vergleich kurz angedeutet werden.

Das Vorhandensein einer starken Regenerationskraft, wie sie in ähnlicher Weise allerdings auch bei anderen niederen Tierklassen bekannt ist, wie bei Hydren, Hydroidpolypen, Planarien, Anneliden, dürfte durch eine Reihe ausführlicher Arbeiten erwiesen sein. Ich erinnere an die Untersuchungen eines Grant (1825—26),

Bowerbank (1857—58), vor allem Oskar Schmidts (1862), an die neueren Arbeiten Cottés (1907—08) und besonders an die umfassende Darstellung Allmands (1907). Kleine, aus großen Schwammexemplarenausgeschnittene Stücke, die nur 20—25 mm³ zu umfassen brauchen, regenerieren zu einem neuen Individuum, so daß aus einem Schwamm auf diese Art eine große Anzahl neuer sich erzeugen läßt. Es gilt dies nicht nur für Stücke, die Schwammkolonien entnommen wurden, sondern auch Teile eines einzelnen Individuums können zu neuen Schwämmchen regenerieren, wie von Cotte (1908) für Syconen beschrieben wurde.

Von wenigen Autoren, wie Marenzeller (1878), Bidder (1896) und Maas (1910), wird bezweifelt, daß die Züch-

tung zerschnittener Schwämme unter gleichen Bedingungen einen größeren Betrag liefern würde, als wenn man die Schwämme unzerschnitten wachsen und sich vermehren ließe.

Dagegen sprechen die Untersuchungen A l l e m a n d s (1907) für die Brauchbarkeit der Methode der Fragmentation, indem z. B. die Gesamtheit der Stücke einer kleinen *Hippospongia equina* ein größeres Volumen ergab, als ein gleich großer ungeteilter Schwamm nach gleicher Zeit und unter denselben Bedingungen. Und wenn tatsächlich die bisherigen Experimente über künstliche Schwammzucht kein ökonomisches Ergebnis gezeitigt haben, so dürften wohl hieran die bedeutenden praktischen Schwierigkeiten die Hauptschuld tragen.

Auch die Tatsache, daß für eine einzelne Art ein auffälliger Mangel an Ersatzfähigkeit festgestellt wird, wie für *Chondrosia reniformis* von M a a s (1910), kann kaum als ein Argument gegen ein im allgemeinen hohes Regenerationsvermögen der Spongien geltend gemacht werden; kennen wir doch auch aus anderen Tiergruppen derartige Ausnahmefälle, wo nahe verwandte Tierformen hinsichtlich des Regenerationsvermögens beträchtliche Unterschiede zeigen. Man denke an Polychaeten und Oligochaeten mit sehr hoher, dagegen Hirudineen mit fast fehlender oder doch sehr geringer Regenerationskraft; ähnlich verhält es sich bei den Turbellarien einerseits, den Nematoden und Trematoden andererseits; oder bei Polypen und Medusen.

Aus keinem anderen Tierstamm kennen wir eine derartig weitgehende Regenerationsfähigkeit wie bei den Schwämmen. H. W i l s o n konnte bei seinen Versuchen an *Microconia*, einem Monocinelliden, soweit gehen, Stücke des Tieres durch feine Gaze hindurchzupressen, wodurch eine Zerlegung des Tieres in die kleinstmöglichen Teile, meist vollkommen dissoziierte Zellen, erzielt wurde. Es vereinigten sich diese zu kleinen Zellhaufen, nach Wilsons Angabe echten Plasmodien, die ihrerseits noch weiter untereinander verschmelzen konnten. Aus diesen entwickelten sich dann neue Schwämmchen, indem im Innern der zunächst ganz kompakten Syncytien Geißelkammern, Kanäle und Skelett gebildet werden, und an der Oberfläche eine Oberhaut mit kurzen Oscularrohren sichtbar wurde.

Wilson hatte damit eine bisher noch unbekanntere Art der Regeneration aufgefunden;

bei allen bisher beobachteten regenerativen Prozessen ging die Neubildung von einem Teilstück aus, das je nach dem Grade des Regenerationsvermögens der betreffenden Tierform eine bestimmte Minimalgröße besitzen mußte, um noch regenerationsfähig zu sein. Zeigten sich bei niederen Formen auch noch äußerst kleine Teile regenerationsfähig, so bei Planarien Stücke von weniger als $\frac{1}{100}$ des ursprünglichen Körpervolumens, bei Hydren solche von etwa $\frac{1}{200}$ des Körpervolumens, so war doch in allen Fällen das Zellmaterial der regenerierenden Teilstücke in seinem ursprünglichen, geweblichen Zusammenhang geblieben.

Wilson ging nun gewissermaßen noch weiter in der Zerkleinerung des Tieres, indem durch das Gazepreßverfahren auch der gewebliche Zusammenhang des Zellmaterials zerstört und die einzelnen Zellelemente vollkommen dissoziiert wurden. Die durch Wiedervereinigung dieses dissoziierten Zellmaterials entstandenen „Syncytien“ zeigten sich dann noch regenerationsfähig.

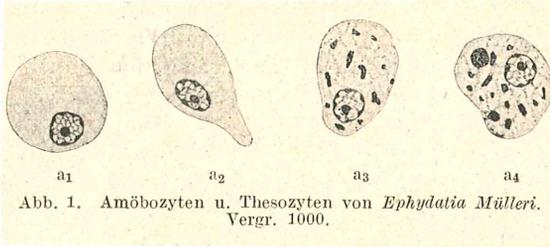
Es dürfte diese Art der Regeneration, die auf Vorschlag Herrn Prof. Korschelts, Marburg, als Regeneration nach Dissoziation und Reunion bezeichnet wurde, den höchsten Grad regenerativen Geschehens, wenigstens nach einer bestimmten Richtung hin, darstellen.

Liegen über die Regeneration der Meereschwämme eine große Anzahl eingehender Arbeiten vor, so fehlten hinsichtlich der Süßwasserschwämme genauere Untersuchungen bis in die neueste Zeit vollkommen. Vor allen Dingen wurden bei allen Versuchen derart weitgehende Zerstörungen des Zellzusammenhangs, wie sie Wilson mit seinem Gazepreßverfahren erzielte, nicht vorgenommen. Erst die im Jahre 1910 im zoologischen Institut der Universität Marburg angestellten Versuche erbrachten den Beweis, daß unseren Süßwasserschwämmen eine ebenso große Regenerationsfähigkeit eigen ist, wie den marinen Schwämmen.

Zu den Versuchen wurden Exemplare von *Spongilla lacustris* und *Ephydatia Mülleri* benutzt. Für beide Arten verliefen die Versuche in gleicher Weise. Da im warmen Zimmer sämtliches Material, auch im fließenden Wasser, sehr schnell einging, wurden die Versuche in einem nach Norden gelegenen kühlen Erdgeschoßraum ausgeführt.

Dem Material wurde ein etwa 1cm^3 großes

Stück entnommen und dieses zwischen den Fingern zerdrückt, so daß die zwischen dem stützenden Skelettnetz der Kieselnadeln befindliche parenchymatische Masse mit dem



reichlich darin vorhandenen Wasser in eine Schale tropft. Das Wasser wurde täglich erneuert. Das so herausgepreßte Material breitet sich als wolkige Masse in der Schale aus, um sich bald als dünner Satz am Boden anzusammeln.

Eine Untersuchung des Bodensatzes zeigt, daß er aus einem Gemenge der verschiedenartigsten Zellen besteht, zwischen denen einige Nadeln und auch kleine Fetzen an abgerissenen Skelettzugresten hängenden Schwammparenchyms liegen. Bringt man etwas von dem Bodensatz mit einer Pipette auf einen Objektträger und untersucht mit stärkeren Vergrößerungen, so sieht man eine Menge undefinierbaren, zum größten Teil wohl abgestorbenen Zellmaterials; dazwischen fallen aber auch viele größere, noch lebende Zellen in die Augen, deren histologische Zugehörigkeit auch am lebenden Material ziemlich sicher zu bestimmen ist. So lassen sich deutlich an ihrem großen Kern mit stark lichtbrechendem Kernkörper die Amöbozyten erkennen (Abb. 1, a₁ und a₂); ihr Plasma erscheint fast homogen; mit

grober und feiner Nahrungspartikel enthält, sind dadurch leicht als Thesozyten kenntlich (Abb. 1, a₃ und a₄). Von dem übrigen Material dürften wohl nur noch einige auch ziemlich große Zellen mit homogen erscheinendem Plasma und großem Kern ohne Kernkörper als Skleroplasten zu definieren sein, doch wird die Bestimmung hier schon unsicher. Erst recht gilt dies von der Menge kleiner, meist rundlicher Zellen mit großem, homogenem Kern, die man vielleicht als modifizierte Kragengeißelzellen deuten könnte. Kragen oder Geißeln konnten an keiner Zelle des lebenden Materials gesehen werden.

Bei längerem Betrachten kann man wiederholt ein Verschmelzen von Amöbozyten untereinander oder mit Thesozyten beobachten. Nach etwa 3 Stunden sind bereits eine Menge kleiner, kugelig, bis 2 mm Durchmesser fassender Zellaggregate entstanden; in durchscheinendem Lichte zeigen sie sich als dunkle, kompakte Kugeln mit scharf umrissenen Grenzen, einige wenige vorstehende helle Läppchen wohl als Pseudopodien einzelner Zellen gedeutet werden (Abb. 2). Mehrere Zellaggregate

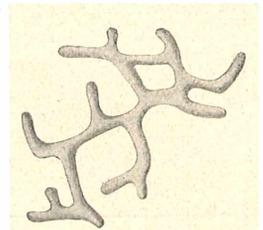


Abb. 4. Fusion mehrerer Zellaggregate. Vergr. 12.

können sich untereinander vereinigen, so daß schon am zweiten Tage Reihen aneinander hängender Zellkugeln zu sehen sind, die ihrerseits zu mäandrierenden Gebilden weiter verschmelzen (Abb. 3 und 4). Doch wie die kleineren Zellaggregate ziehen sich auch diese größeren Komplexe nach und nach zu kugelligen Gebilden zusammen, wobei sie eventuell wieder zerfallen können, falls der Zellenkomplex zu groß war. Bei allen ist das Bestreben wahrzunehmen, sich auf das kleinste Volumen zusammenzuziehen, was vielleicht in einer durch Bildung eines die Zellaggregate umhüllenden Plattenepithels hervorgerufenen Oberflächenspannung seinen Grund hat. Von nun an ist bis zum vierten Tage äußerlich keine weitere Änderung wahrzunehmen. Dagegen treten im Innern der Aggregate um diese Zeit eine Menge Umdifferenzierungen und Neubildung von Zellelementen, Geißelkammern usw. auf.

Am 4. Tage begannen die ersten der Zellaggregate, die mindestens 0,7 mm im Durch-



Abb. 2. Durch Verschmelzung dissoziierter Zellmaterials nach 3 Stunden entstandenes Zellaggregat. Vergr. 70.

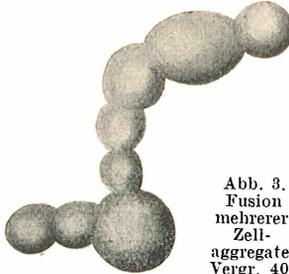


Abb. 3. Fusion mehrerer Zellaggregate. Vergr. 40.

kurzen, breitlappigen, hyalinen Fortsätzen kriechen sie träge auf dem Boden herum. Andere Zellen, die sich von den Amöbozyten nur dadurch unterscheiden, daß ihr Inhalt nicht homogen erscheint, sondern eine Menge

messer maßen, auf dem Boden der Glasschale sich festzusetzen. Die Bilder, die sie im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung zeigten, lassen sich sehr gut mit dem Festsetzen und der Metamorphose einzelner



Abb. 5. Regeneration einer Zellkugel zu einem neuen Individuum. *Spongilla lacustris* (4. Tag). 3 Stunden nach dem Festheften. Vergr. 100.

Spongienlarven vergleichen. Die Zellmasse beginnt sich abzuflachen, indem sie sich auf dem Boden der Schale ausbreitet. Es erweckt den Anschein, als ob die schon erwähnte, die Zellenmasse umhüllende Zellhaut geplatzt sei und nun die wohl nur lose verbundenen Zellen der Aggregate auf der Unterlage langsam auseinanderfließen. Das Resultat zeigt Abb. 5 ungefähr 3 Stunden nach Beginn des Festheftens. Erschienen die Aggregate vorher gleichmäßig kompakt, in durchfallendem Licht undurchsichtig, so treten jetzt, wie Abb. 6 deutlich erkennen läßt, zuerst am Rande, allmählich auch nach der Mitte zu, hellere Stellen hervor. Vor allem zeigt sich bald die Peripherie als heller, hyaliner, die innere, dunklere Zellmasse umgebender Hof. In dem hyalinen Hof sieht man deutlich einige größere Zellen (wohl die Amöbozyten) distal wandern, zu seiner Ausbreitung beitragend. Späterhin, im Laufe des 4. und 5. Tages, treten dann in der inneren Zellenmasse neben den zahlreichen hellen Flecken bisweilen helle, zusammenhängende Streifen und größere durchscheinende Partien auf, wie an Abb. 7 deutlich erkennbar ist. Wir haben hier wohl die Anlagen des Kanalsystems und der Lakunen vor uns. Doch bleiben diese durchscheinenden Lakunen und Kanäle nur etwa 3 bis 4 Tage zu sehen, solange die Gebilde ganz flach ausgebreitete Scheiben darstellen. Sind daraus aber vollständige Schwämmchen mit Ocularrohr entstanden (6. bis 7. Tag), so nehmen die Scheiben einige Tage nicht mehr an Breite zu, sondern wachsen nun stark in die Höhe, wodurch die inneren Hohlräume unsichtbar werden. Gleichzeitig mit dem Auftreten dieser hellen Stellen werden in ihnen überall kleine Nadeln sichtbar (Abb.

6 und 7). Mitunter läßt sich an geeigneten Stellen des hyalinen Hofes deutlich erkennen, wie die Nadeln von einzelnen Zellen aus dem Innern zum Rande transportiert werden. Die Nadeln treten jetzt zahlreich auf, zunächst in ganz unregelmäßiger Verteilung. Auch werden nun die hellen Partien deutlicher als Lakunen kenntlich, über denen sich eine später den ganzen Schwamm überziehende Oberhaut differenziert hat, in der einzelne Skleren und Zellen sichtbar sind, genau wie bei dem aus einer Larve entstandenen jungen Schwamm.

Im Innern müssen nun Geißelkammern entstanden und mit den Kanälen in Verbindung getreten sein, denn über den größeren Lakunen wölbt sich die Oberhaut hervor, bildet erst eine flache Kuppe, die aber höher und höher wird und schließlich, meist am 6. Tage, zerreißt. Dadurch ist die Entstehung des Schornsteins eingeleitet, der kleine Riß verheilt zu einer kreisrunden Öffnung und wird durch anhaltendes Wachstum der Oberhaut emporgehoben. Meist entsteht die große Lakune und damit der Schornstein terminal. Doch braucht dies nicht immer der Fall zu sein, wie das kleine Schwämmchen der Abb. 8 zeigt. Auch läßt sich an dieser Bilde besser erkennen, welche enorme Höhe der Schornstein erreicht, und zwar schon nach 12 Stunden seiner Entstehung. Die Ausbildung des fertigen Schwämmchens mit Schornstein ist im Durchschnitt am 7. Tage vollendet. Der aus dem Schornstein dauernd austretende Wasser-

strom zeigt uns, daß die aus den kleinsten Teilen eines Schwammes verschmolzenen Zella-

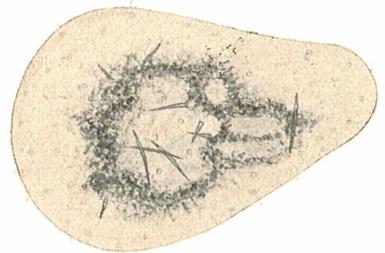


Abb. 6. *Spongilla lacustris* (5. Tag). In der inneren Zellmasse werden hellere Stellen sichtbar, die die Anlagen des Kanalsystems darstellen. Nadeln treten auf. Vergr. 100.

gregate zu neuen Individuen sich regeneriert haben.

Zum Vergleiche und zur Kontrolle konnten von Anfang an junge Schwämmchen gehalten werden, die aus einigen beim Zerquetschen trächtiger Schwammstücke freigewordenen Furchungskugeln bzw. den

daraus sich entwickelnden Larven entstanden waren und wie die Zellaggregate am Boden von Glasschalen sich festgesetzt hatten, so daß für beide gleiche Lebensbedingungen

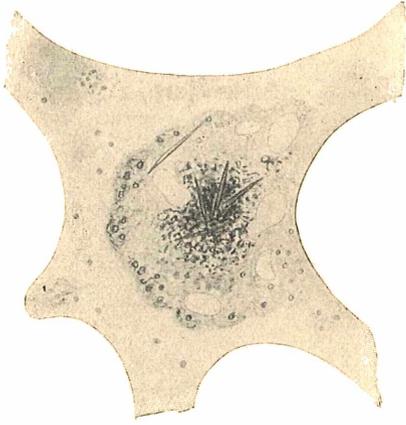


Abb. 7. *Ephydatia Müllerii* (6. Tag). Auftreten hellerer Partien. Vergr. 100.

vorhanden waren. Dazu konnten seit Anfang Juli noch kleine, im Freien gefundene Schwämmchen verschiedener Größe als Vergleichsobjekte benutzt werden.

Daß die erhaltenen Regenerate wirklich lebenskräftige Individuen darstellten, zeigte ihr weiteres Verhalten, das keinen Unterschied erkennen ließ von dem der aus Spongillidenlarven entstandenen Schwämmchen. Die zunächst immer nur unregelmäßig gelagerten Skleren werden nach und nach in eine bestimmte Anordnung gebracht, hauptsächlich wohl durch die als Transportzellen verwendeten Amöbozyten, in Reihen vereinigt und untereinander durch Spongien verkittet. So entstehen die charakteristischen Skelettzüge und das Gittergerüstwerk des Schwammes.

Allmählich findet nun auch eine Größenzunahme statt. Die kleineren Schwämmchen wachsen in die Höhe und Breite und sie erhalten ganz das Aussehen aus Larven entstandener Exemplare.

Weitere Versuche galten der Prüfung der Frage, ob an dem Aufbau der Zellaggregate sich sämtliche Zellarten des Mutterschwamms beteiligen, namentlich ob in die Zellaggregate intakte Geißelkammern übernommen werden müssen, damit sie zu einem lebenskräftigen Schwämmchen regenerieren können und weiter, ob die Aggregate auch dann ein vollständiges Skelett auszubilden imstande sind, wenn ihnen die Möglichkeit genommen ist,

irgend einen Skeletteil vom Mutterschwamm zu übernehmen.

Um von vornherein die einzelnen Zellen möglichst zu dissoziieren, namentlich zu verhüten, daß Nadeln oder gar intakte Geißelkammern in die Zellaggregate übernommen werden könnten, wurden kleine Schwammstücke durch sehr feines Leinen gepreßt. Eine genaue Untersuchung des Bodensatzes ergab, daß weder Geißelkammern, noch kleine zusammenhängende Parenchymfetzen darin vorhanden waren.

Die Beobachtung eines Tropfens Bodensatzes in der feuchten Kammer mit Immersion läßt erkennen, daß alles Zellmaterial vollkommen isoliert ist. Die Amöbozyten und Thesozyten sind durch den stark lichtbrechenden Nucleolus im Kerne kenntlich, etwa vorhandene Eizellen fallen ihnen gegenüber durch ihre Größe auf. Wiederum läßt sich eine Vereinigung der Amöbozyten und Thesozyten verfolgen. Auch ist die Möglichkeit vorhanden, daß größere Zellaggregate Geißelzellen und andere Zellarten aufnehmen; es läßt sich, wenn die Aggregate schon eine gewisse Höhe erreicht haben, der Vorgang nicht mehr so genau verfolgen. Es muß daher die Frage unentschieden bleiben, welche Zellarten die Aggregate bilden. Die ersten Verschmelzungen finden allerdings nur zwischen Amöbozyten und Thesozyten statt.

Die weitere Entwicklung geht genau so vor sich wie bereits oben beschrieben. Im Laufe des 2. und 3. Tages verschmelzen die Aggregate unter sich weiter zu rosenkranz- und mäanderförmigen Gebilden, beginnen am 4. Tage sich festzuheften, zeigen bald die beginnende Differenzierung, indem die Kanäle als hellere Partien durchschimmern, Mikro- und Makroskleren werden sichtbar, die sich weiterhin zu Skelettzügen ordnen, die Oberhaut wird emporgehoben und am 7. Tage ein Schornstein gebildet, kurz es



Abb. 8. *Spongilla lacustris* (Ende des 7. Tages). Ein sehr hohes, ausnahmsweise seitlich gelegenes Ocularrohr ist gebildet. Vergr. 80.

7. Tage ein Schornstein gebildet, kurz es

entstehen auch hier kleine, junge Schwamm-individuen, die in nichts von im Freien gefundenen Schwämmchen sich unterscheiden.

Es läßt sich daher als Ergebnis feststellen, daß vollkommen dissoziierte Zellelemente unserer Süßwasserschwämme untereinander zu Zellkomplexen verschmelzen können, die weiterhin sich festsetzen und zu vollständigen, kleinen, normalen und lebenskräftigen Schwämmchen auswachsen, wobei das gesamte Skelett, das Geißelkammer- und Kanalsystem ganz neu gebildet werden.

Zum Schluß noch einige Worte über die

Untersuchungsmethode. Das Schwammmaterial wird in etwa 1 cm³ große Stücke zerschnitten, welche durch sehr feines Leinen gepreßt werden. Die heraustropfende Flüssigkeit fängt man in flachen Uhrschaalen mit Leitungswasser auf. Das Wasser muß täglich erneuert werden. Da das Untersuchungsmaterial gegen Wärme sehr empfindlich ist und bald eingeht, müssen die Versuche in einem kühlen, ungefähr konstant temperierten Raum ausgeführt werden.

Die Untersuchung des durchgepreßten Bodensatzes geschieht in der feuchten Kammer. Die Entwicklung der Zellaggregate beobachtet man am besten mit starken Lupenvergrößerungen oder schwachen Objektiven.

Die „Insel-Wight“-Krankheit der Honigbienen.

Von Graf Hermann Vitzthum.

Die Zucht der Honigbiene (*Apis mellifica* L.; nur von dieser Art ist hier die Rede, denn es gibt noch mehrere exotische Bienenarten, die auch für menschliche Zwecke brauchbaren Honig liefern) ist von uralten Zeiten her ein wichtiger Wirtschaftsfaktor im Leben aller Kulturvölker gewesen. Der Charakter der Bienen ist allezeit derselbe geblieben, ob sie nun vor viertausend Jahren aus den natürlichen Blumengefeldern der Mittelmeerländer Honig zusammen trugen, oder ob sie heute bei uns über für sie besonders angebauten Rapsfeldern fliegen. Darum ist auch der Charakter der Bienenzucht im wesentlichen heute der gleiche wie in grauer Vorzeit. Denn die mancherlei technischen Vervollkommnungen der Bienenwirtschaftsgeräte bedeuten letzten Endes doch nur Äußerlichkeiten, die am Wesen der Sache selbst nichts ändern. Bei so gleich bleibenden Verhältnissen kann man mit Sicherheit annehmen, daß die Imker aller Zeiten, genau wie heute, der Gefahr ausgesetzt gewesen sind, daß plötzlich unter ihren Völkern Seuchen ausbrechen, die zum mindesten das Ergebnis der Honigernte stark beeinträchtigen, wenn sie nicht gar einen ganzen Stock oder einen ganzen Bestand zum Aussterben bringen. Solcher Seuchen kennt der Imker mehr als ihm lieb ist. Er nennt sie, um nur einige der wichtigsten anzuführen, „böartige Faulbrut“, „stinkende Faulbrut“, „Sauerbrut“, „Sackbrut“, „Maikrankheit“,

„Waldtrachtkrankheit“, „Schwindsucht“ usw. Diese Namen lassen ohne weiteres erkennen, daß sie dem Sprachgebrauch des Praktikers, nicht dem des zünftigen Biologen entnommen sind. Wenn dieser dagegen von einer Nosema-Seuche spricht, so sieht man, daß er damit eine ganz bestimmte Krankheit meint, nämlich eine der Erscheinungsformen der „Schwindsucht“, deren Erreger seiner Forschungstätigkeit bekannt geworden ist, ein gewisses Microsporidium, dem die Wissenschaft den Namen *Nosema apis* beigelegt hat und dessen nächster Verwandter *Nosema bombycis* die Kulturen der Seidenraupe schädigt. Die Forschung der letzten Jahrzehnte hat aber auch die Erreger so ziemlich aller anderen Bienenseuchen gefunden, überwiegend in Gestalt von Bakterien und niedrig stehenden Pilzen, wie *Bacillus larvae* bei der „böartigen Faulbrut“ oder *Bacterium pluton* bei der „Sauerbrut“, das im weiteren Verlauf der Seuche durch *Streptococcus apis* und *Bacillus alvei* verdrängt wird, wodurch sich die „stinkende Faulbrut“ entwickelt. Die althergebrachten Krankheitsnamen sind aber durch diese Forschungsergebnisse der Wissenschaft nicht umgemodelt worden.

Da begab es sich im Jahre 1904, daß auf der der englischen Südküste vorgelagerten Insel Wight eine Bienenseuche auftrat, die den Praktikern sowohl wie den Wissenschaftlern unbekannt war. Sie brach

aus und gewann in kürzester Zeit erschreckende Ausdehnung. Die ersten Anzeichen der Seuche bestanden darin, daß gesunde Bienen offensichtlich erkrankte Bienen mit Gewalt aus dem Stock herausschafften und aus dem Flugloch auf die Erde warfen. Diese kranken Bienen zeigten einen aufgetriebenen, glänzenden Hinterleib, waren flugunfähig und gingen unter schüttelnden und zitternden Bewegungen rettungslos zu Grunde. Aber nicht nur das, sondern der ganze Bienenstock, bei dem sich diese Erscheinungen zeigten, war unweigerlich dem Aussterben preisgegeben. Die Biologen standen vor einem Rätsel. Man vermutete be-

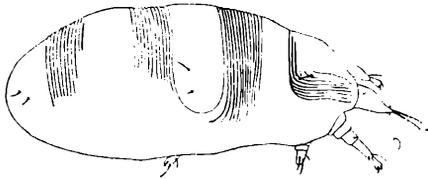


Abb. 1. Larve der Milbe *Acarapis Woodi*.

greiflicherweise zunächst eine bakterielle Erkrankung und glaubte den Erreger in einem Kettenkugelpilz *Bacillus pestiformis* gefunden zu haben, der im Kot der kranken Bienen wucherte. Diese Ansicht erwies sich aber alsbald als irrig, da das Vorkommen jenes Bacillus sich nur als eine nebensächliche Begleiterscheinung der Krankheit herausstellte.

Die Seuche beschränkte sich mehrere Jahre hindurch auf die Insel Wight, der sie ihre Benennung verdankt. Dann aber griff sie auf das englische Festland über und zog ihre verderbenbringenden Kreise immer weiter nach Norden. Heute wütet sie auch in ganz Schottland, so daß man sagen kann, daß sie die gesamte englische Imkerei auf das schwerste in ihrem Bestande bedroht. Alljährlich im Frühjahr tritt sie auf, und wo sie sich zeigt, da fallen ihr die Völker in der Regel innerhalb von 2 bis 4 Wochen zum Opfer, hauptsächlich im Mai und Juni. Das Endergebnis ist immer das gleiche, nur daß der Verlauf mitunter etwas langsamer vor sich geht und ausnahmsweise ungefähr zwei Monate dauern kann.

Alle Maßnahmen zur Behebung, Einschränkung oder auch nur Abwehr der Seuche erwiesen sich als erfolglos, und fast zwei Jahrzehnte suchte die Wissenschaft vergeblich nach ihrem Erreger. Da gelang es endlich im Jahre 1921 dem schottischen Professor John Rennie, unterstützt von seinen

Mitarbeitern P. B. White und Miß Elsie Harvey, Licht in die Sache zu bringen. Der tatsächliche Erreger der Seuche, den er fand, war nicht ein Spaltpilz oder ein Einzeller (ein Protozoon), wie bei den bisher bekannten Bienenkrankheiten, sondern ein Innenparasit aus der Klasse der Arachnoideen, nämlich eine Milbe und nicht der aufgetriebene Hinterleib der Bienen erwies sich als der Sitz der Krankheit, sondern das Bruststück.

Wenn man dies erst weiß, dann ist es für jeden, der halbwegs mit dem Mikroskop zu hantieren versteht, eine Kleinigkeit, die Ursache der Krankheit¹⁾ nachzuweisen. Hinterher möchte man sich fast wundern, daß es so lange gedauert hat, bis es gelang, der rätselhaften Erscheinung auf den Grund zu gehen. Man schneidet der seuchenverdächtigen Biene den Kopf ab, entfernt auch noch das vorderste Beinpaar und öffnet dann durch einen Längsschnitt das Bruststück von unten. Am besten geschieht dies in einer Flüssigkeit, etwa in Glycerin. Aus der dann zutage tretenden faserigen weißen Muskelmasse kann man mit leichter Mühe die beiden Haupttracheenstämme des Bruststücks herauspräparieren. Schwierigere Arbeit an den feineren Verästelungen der Tracheen erübrigt sich, denn nur auf diese beiden Hauptstämme kommt es an. Sie stellen sich als verhältnismäßig weite, fein geringelte Röhren dar, die bei gesunden Bienen weißlich farblos sein müssen. Im Falle einer Erkrankung an der „Insel-Wight“-Krankheit dagegen nehmen diese Röhren eine bräunliche Tönung an, die sich bis zu einem ausgesprochenen Dunkelbraun steigern kann. Unter dem Mikroskop zeigen sich solche Tracheenröhren alsbald erfüllt mit eiförmigen, durch die Röhrenwandung hindurch nicht recht klar erkennbaren Körpern, von denen sich auch der Laie sagen muß, daß sie normalerweise an dieser Stelle nichts zu suchen haben dürften. Quetscht man nun mittelst einer Nadel oder auch nur durch Deckglasdruck den Inhalt aus den Röhren heraus, so treten aus deren offenen Enden die eiförmigen Körper, die man im Innern schattenhaft gesehen hat, ins Freie, und man erkennt, daß die Eigestalt der Umriß war teils des Rumpfes von winzigen Milben in drei Erscheinungsformen, teils von wirklichen Eiern. Es handelt sich also offensichtlich um eine Milbe, deren ganzer Ent-

¹⁾ Verseuchtes Bienenmaterial ist gegen Vergütung von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich.

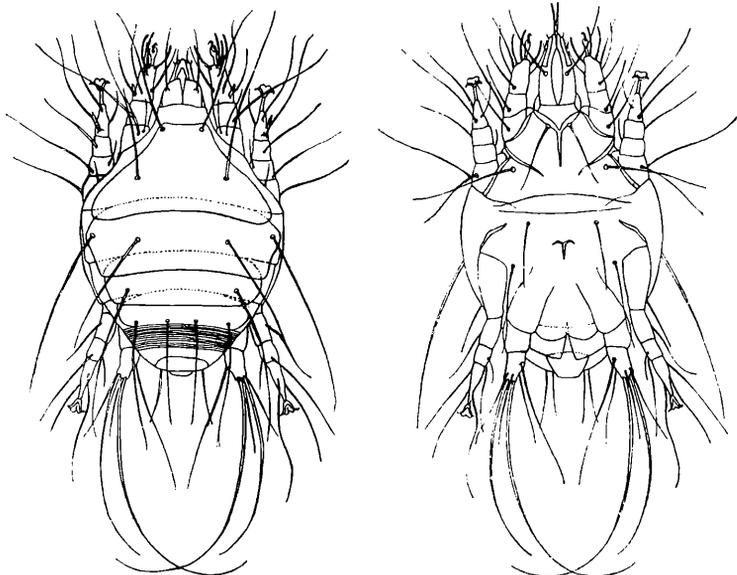
wicklungskreislauf sich ausschließlich im Innern einer solchen Luftröhre abspielt. Anderwärts braucht man nach den Tieren nicht erst zu suchen: sie beschränken ihren Aufenthalt ausschließlich auf die angegebenen Organe.

Über das Ei ist wenig zu sagen. Es mißt 96—102 μ in der Länge und 54—67 μ in der Breite. Die anderen beiden Entwicklungsstadien des Tieres sind in den Abbildungen 1—5 wiedergegeben. Die Abbildungen sind nach der Natur gezeichnet, aber in Anlehnung an die mustergültigen Zeichnungen von Stanley Hirst, Assistent bei der zoologischen Abteilung des Britischen Museums in London, dessen auf Sonderkenntnisse auf dem Gebiet der Milbenkunde gestützte Bearbeitung des eigenartigen Parasiten noch maßgebender ist als die vorangegangene seines Entdeckers Renne. Abb. 1 ist überhaupt nahezu eine Wiederholung der entsprechenden Zeichnung von Hirst.

Aus dem Ei bricht, wie bei den weitaus meisten Milben, eine sechsfüßige Larve hervor, in der Größe zunächst dem Ei entsprechend und auch in der Gestalt zunächst nicht wesentlich davon unterschieden. Mit fortschreitender Entwicklung wird dann die Gestalt etwas mehr sackförmig. (Abb. 1.) Diese Larve hat aber die Eigentümlichkeit, daß nur ihr vorderstes Beinpaar normal entwickelt ist. Es ist normal gegliedert und trägt am Ende zwei zarte Krallen, zwischen denen sich ein Haftlappen spannt. Die beiden anderen Beinpaare sind stummelhaft kurz und entbehren der Krallen; sie enden nur in drei borstige Haare.

Auf die Larve müßten nun eigentlich zwei achtfüßige Nymphenstadien folgen. Diese fehlen hier aber. Das ist indessen keine Besonderheit, denn es kommt bei mancherlei Milben, und zwar grade vorzugsweise bei den Arten aus dem Formenkreis, in den, wie wir sehen werden, das vorliegende Tier gehört, vor, daß die Nymphenstadien übersprungen

werden. So entwickelt sich denn durch eine Häutung die Larve unmittelbar zum erwachsenen Tier beiderlei Geschlechts. Abb. 2 u. 3 zeigen das Weibchen, Abb. 4 u. 5 das Männchen von oben und von unten. Die Größenverhältnisse des Weibchens schwanken stark: zwischen 123 und 180 μ in der Länge und 76 und 100 μ in der Breite. Beim Männchen sind sie ziemlich konstant; es mißt in der Länge 96—102 μ , in der Breite 62 μ . Beide Geschlechter tragen außer zarten Haftlappen am vordersten Beinpaar eine und an den beiden mittleren Beinpaaren zwei Krallen. Das hinterste Beinpaar dagegen endet beim Weibchen in zwei sehr lange und zwei



Die Milbe *Acarapis Woodi*, Weibchen.
Abb. 2 von oben. Abb. 3 von unten.

kürzere Haare, beim Männchen in einen kurzen Dorn und ein sehr langes Haar. Wegen der weiteren anatomischen Einzelheiten muß der Leser auf die Abbildungen verwiesen werden. Zu beachten ist besonders die Segmentierung des Rumpfes, die bei der Larve und dem Weibchen deutlich in die Erscheinung tritt, sich aber auch beim Männchen erkennen läßt, und die reichliche Ausstattung des Rumpfes und der Gliedmaßen mit auffallend langen Haaren. Überraschend ist, daß die rein parasitische Lebensweise fast gar keine Degenerationserscheinungen gezeigt hat. Als eine solche könnte man höchstens die Verkümmerng der erwähnten beiden Beinpaare der Larve auffassen; aber die erwachsenen Formen zeigen nichts davon.

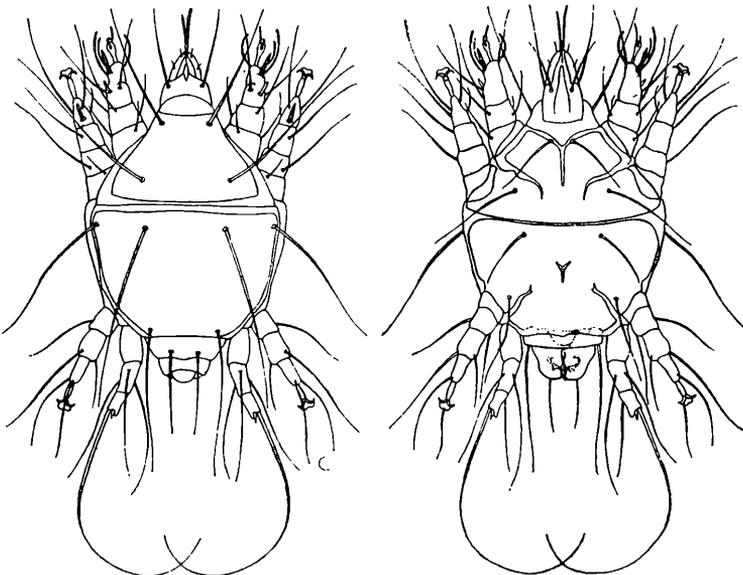
So ziemlich alle innenparasitisch lebenden Milbenformen, die unter der Haut von Vögeln, in der Luftröhre von Affen, in der Nasenhöhle von Meeressäugetiern und von Vögeln, in den Haarbalgdrüsen des Menschen und vieler Säugetiere, ja sogar in krankhaften Geschwülsten des Menschen viel häufiger vorkommen, als man gemeinhin ahnt, zeigen sonst mehr oder minder deutliche Merkmale der Entartung. Hier fehlt sogar die langgestreckte Form, die sonst das Leben in röhrenförmigen Hohlräumen hervorbringt; man denke an die Mehrzahl der in den Feder-spulen von Vögeln lebenden Milbenarten.

Große Schwierigkeiten hat die systematische Klassifizierung der neuentdeckten Milbe gemacht. Von Wichtigkeit ist in dieser Beziehung, daß das erwachsene Weibchen seitlich des Ansatzes der Mundwerkzeuge je ein Luftloch (Stigma) hat, von dem ausgehend ein System feinsten Luftröhren den ganzen Rumpf durchzieht, während das Männchen jeglichen Atmungsorgans entbehrt. Daraus ergibt sich die Zugehörigkeit der Art zu der kleinen Ordnung der Heterostigmaten, worauf schon die fast nur hier vorkommende Rumpfsegmentierung hindeutete. In dieser Erkenntnis, aber durch eine gewisse Ähnlichkeit in der Gesamterscheinung verführt, nannte Rennie die Art *Tarsonemus Woodi*, und unter diesem Namen ist von ihr auch heute noch in den bienenwirtschaftlichen Fachschriften überwiegend die Rede.

Rennie stieß sich nicht daran, daß alle bekannten echten *Tarsonemus*-Arten reine Vegetarier, vorzugsweise Pflanzengallenbewohner, sind. Er legte auch kein Gewicht darauf, daß den Weibchen der neuen Art ein eigenartiges, keulenförmiges Organ unbekannter Bedeutung auf der Unterseite zwischen den beiden vorderen Beinpaaren fehlt, das allen *Tarsonemus*-Arten wie überhaupt den weitaus meisten Heterostigmaten zukommt. Darum entschloß sich Hirst, für die gefährliche Milbe eine besondere Gattung, deren einziger Vertreter sie hoffentlich bleiben wird, aufzustellen, und so führt sie denn heute richtigerweise den Namen *Acarapis Woodi*.

Es läßt sich denken, daß die Anwesenheit dieses Parasiten für die befallene Biene verderblich sein muß. Es kann schon nicht ohne Wirkung sein, wenn der Parasit zum Zwecke seiner Ernährung mit seinen stilettförmigen Mundwerkzeugen die zarte Wandung der Bienenluftröhren anbohrt. Vor allem aber ruft er durch sein massenhaftes Auftreten — er siedelt sich in der einzelnen Tracheenröhre gleich zu Dutzenden an — eine Hemmung in der Luftzufuhr und schließlich eine völlige Verstopfung der Röhre hervor. Die Biene ist nicht mehr imstande, ihre Luftsäcke aufzupumpen und wird dadurch flugunfähig, und zuletzt stirbt sie einen Erstickungstod. Eine Rettung der einzelnen Biene ist ausgeschlossen und leider auch die Rettung des

ganzen Stockes, in dem die Milbe sich einmal gezeigt hat. Wie die Weiterverbreitung des Parasiten von Biene zu Biene vor sich geht, ist unbekannt. Sicherlich erfolgt sie einfach durch Überwanderung. Beobachtet ist dies indessen noch nicht, und alle Versuche, diese Frage im Wege des Experiments zu klären, sind fehlgeschlagen, zweifellos, weil die künstlich geschaffenen Verhältnisse doch niemals völlig denen der Natur gleichen. Tatsache bleibt die unaufhaltbare Weiterverbreitung, und man kann wohl sagen, daß keine der höheren Tier-



Die Milbe *Acarapis Woodi*, Männchen.
Abb. 4 von oben. Abb. 5 von unten.

arten als ein so erbarmungsloser Massenmörder auftritt wie dieser winzige *Acarapis Woodi*.

Rätselhaft bleibt vorläufig, wieso die „Inselwight“-Krankheit so plötzlich als eine bisher unbekannte Bienenseuche auftreten kann. Es ist doch wohl nicht anzunehmen, daß die Natur plötzlich im Jahre 1904 ein neues Lebewesen geschaffen habe. Man kann auch nicht sagen, daß die Seuche schon lange bestanden haben müsse und nur nicht bemerkt worden sei. Denn dazu ist ihr Auftreten zu augenfällig und von zu einschneidender Bedeutung. Eine Vermutung geht dahin, *Acarapis Woodi* sei ursprünglich ein Blumenbewohner, sei als solcher mit den honigsuchenden Bienen in Berührung gekommen und sei sich erst in neuester Zeit seiner Neigung zum Parasitismus bewußt geworden. Denn die Milbenforschung ist heute schon viel zu weit vorgeschritten, als daß ein solcher Blumenbewohner im Gegensatz zu anderen Arten

noch nicht entdeckt worden wäre, und dann hat der plötzliche Übergang zum Parasitismus doch auch wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Einleuchtender ist, daß die Milbe längst bei irgendwelchen Hummeln, Wespen oder dergl. unbemerkt parasitiert habe, durch irgend einen Zufall auf eine Biene übertragen worden sei und hier noch günstigere Lebensbedingungen gefunden habe als anderswo.

Der deutsche Imker wird gut tun, auf seiner Hut zu sein und allen diesen Fragen seine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Nur rechtzeitiges Erkennen der Seuche kann ihn vor Schaden bewahren und sofortiges Vernichten des ganzen Stockes, bei dem sich eine einzige in dieser Art befallene Biene zeigt. Noch scheint die Seuche nicht in Deutschland aufgetreten zu sein. Doch ist sie nicht mehr auf England und Schottland beschränkt, sondern zeigt sich schon in den schweizerischen Kantonen Waadt, Wallis und Bern.

Über eine Anwendung des Abbeschen Beleuchtungsapparates zu Demonstrations- und Zählzwecken.

Von Prof. Dr. A. Herzog, Dresden.

Mehr denn je macht sich heute in den Kreisen der Berufs- und Liebhabermikroskopiker das Bestreben geltend, das schon vorhandene mikroskopische Instrumentarium möglichst weitgehend auszunützen und etwa nötige Hilfseinrichtungen, soweit als nur zugänglich, selbst anzufertigen. Und auch mit vollem Recht! Die Preise für Instrumente, Apparate u. sonstige Erfordernisse sind in der letzten Zeit zu einer solchen Höhe emporgeschwollen, daß es selbst wissenschaftlichen Instituten, geschweige denn dem mit Geldmitteln nicht überreich gesegneten Privatmann, kaum noch möglich ist, sie für etwaige Sonderzwecke anzulegen. Umsomehr ist es zu begrüßen, daß der „Mikrokosmos“ schon in der Vorkriegszeit auf die für den Einzelnen so wichtige Selbstanfertigung von verschiedenen zu mikroskopischen Arbeiten nötigen Hilfseinrichtungen Rücksicht genommen und in zahlreichen Fällen auf Vereinfachungen der im Handel befindlichen kostspieligen Instrumente und Apparate hingewiesen hat. Bei Durchsicht der älteren Jahrgänge dieser Zeitschrift ist man geradezu überrascht

über die Fülle von diesbezüglichen Anregungen, die auch dem Fachmann manches Neue bieten. Immer mehr kommt es heute auch weiteren, namentlich industriellen Kreisen, die mit mikroskopischen Arbeiten zu tun haben, zum Bewußtsein, daß nicht die Apparatur als solche, sondern in erster Linie der Geist des sie Bedienenden für den Erfolg maßgebend ist, und daß unter günstigen Umständen auch mit den bescheidensten Einrichtungen vorzügliche Ergebnisse und Fortschritte im industriellen Betriebe zu erzielen sind.

Wenn oben von der möglichst vielseitigen Ausnützung des Mikroskops und seiner Hilfseinrichtungen die Rede war, dann ist es vielleicht gerechtfertigt, hier auf eine Anwendung des Abbeschen Beleuchtungsapparates aufmerksam zu machen, die zwar möglicherweise bekannt, aber meines Wissens in der einschlägigen Literatur noch nicht beschrieben ist. Sie betrifft den Ersatz der im Handel befindlichen Zählokulare zu Demonstrations- und Zählzwecken.

Der Abbesche Beleuchtungsapparat, der

in seinem Bau im allgemeinen mit den gewöhnlichen Mikroskopobjektiven übereinstimmt, liefert bekanntlich bei Verwendung des Planspiegels im Mikroskop ein verkleinertes oder vergrößertes Bild der vor ihm befindlichen Gegenstände. So sind z. B. jedem Mikroskopiker die recht störenden Abbildungen von Fensterkreuzen, Bäumen u. a. vor dem Mikroskop befindlichen Gegenständen sattsam bekannt. Schon frühzeitig hat man aus dieser Not eine Tugend gemacht und auf diese Weise auf Glasplatten befindliche Skalen und sonstige Teilungen zu Meß- und Zählzwecken ins Mikroskop projiziert. In neuerer Zeit hat Studnicka¹⁾ auf die sehr beachtenswerte Möglichkeit hin-

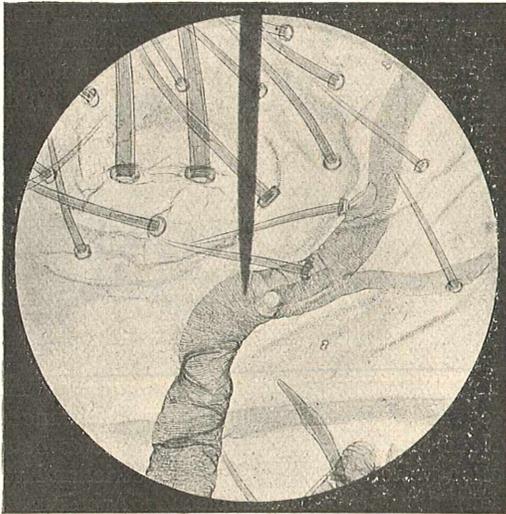


Abb. 1. Nadelspitze mit Hilfe des Abbeschen Beleuchtungsapparates ins mikroskopische Gesichtsfeld projiziert (Präparat: Oberhaut- und Tracheenstücke der Raupe von *Bombyx mori*). Dieses Verfahren bietet einen Ersatz für die zu Demonstrations- und Zählzwecken vielfach benutzten Zeigerokulare. Vergr. 80.

gewiesen, den Abbeschen Beleuchtungsapparat als Ersatz des gewöhnlichen Präpariermikroskops verwenden zu können. Auch die schon in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts unter dem Namen „pankratisches Mikroskop“ bekannte Einrichtung, die hauptsächlich zu Dissektionszwecken vielfach angewandt wurde, gehört hierher. Studnicka²⁾ hat später unter

¹⁾ K. F. Studnicka, Über die Anwendung des Abbeschen Kondensors als eines Objektives. Zeitschr. f. wiss. Mikr. Bd. 21, S. 432.

²⁾ K. F. Studnicka, Das „pankratische“ Präpariermikroskop. Zeitschr. f. wiss. Mikr., 21, S. 440.

derselben Bezeichnung die Verwendung von Mikroskopobjektiven als Kondensoren zur mikroskopischen Betrachtung und Zeichnung von Präparaten in schwacher Vergrößerung empfohlen, worauf besonders hingewiesen sein möge.

In gleicher Weise läßt sich nun die Spitze einer vor dem Mikroskop befindlichen Nadel mit Hilfe des Abbeschen Beleuchtungsapparates ins Mikroskop projizieren und dazu benutzen, eine bestimmte Stelle im Gesichtsfeld zu bezeichnen, genau so, wie dies sonst mit Hilfe der sogenannten Zeigerokulare geschieht (siehe Abb.). Ganz abgesehen davon, daß eine solche Einrichtung keine Kosten verursacht, hat sie auch noch den Vorteil, daß der Mikroskopiker hinsichtlich der Wahl des Okulars vollkommen unabhängig ist. Die mangelnde sphärische und chromatische Korrektur des gewöhnlichen Abbeschen Kondensors läßt allerdings kein absolut scharfes Bild der Nadelspitze zu, indessen ist dies für praktische Zwecke gegenstandslos. Schärfere Bilder werden erhalten, wenn achromatische und aplanatische Kondensoren, z. B. die von Zeiß-Jena, Leitz-Wetzlar und anderen optischen Werken für mikrophotographische und andere Zwecke konstruierten Spezialkondensoren oder in eine besondere Schiebehülse eingesetzte Mikroskopobjektive zur Anwendung gelangen. Da solche Einrichtungen aber dem Einzelnen nur selten zu Gebot stehen werden, dürfte der Hinweis auf ihre vorzügliche Brauchbarkeit zu dem oben angegebenen Zweck genügen.

Hinsichtlich der bequemen Führung der Nadel sei noch folgendes bemerkt: Am besten befestigt man die durch ein kleines Korkstück gesteckte Nadel mit Hilfe eines kleinen aus Blech geschnittenen und entsprechend gebogenen Streifens an einer vertikal stehenden Glasplatte bzw. einem etwa gerade benutzten Gelatinetrockenfilter. Die Glasplatte befindet sich in einem einfachen Holzgestell, das etwa 10 bis 20 Zentimeter vor dem Planspiegel aufgestellt, freihändig von rechts nach links verschoben wird. Verschiebungen der Nadel von oben nach unten werden entweder mit dieser selbst oder mit dem Nadelhalter bewirkt. Zweckmäßig wird die Nadelspitze berußt, um etwaige Glanzlichter zu vermeiden. Die scharfe Einstellung der Nadelspitze erfolgt durch mäßiges Heben oder Senken des Be-

leuchtungsapparats, natürlich nach beendeter Einstellung des Präparats.

Wenngleich diese Einrichtung nur für schwache und mittlere Vergrößerungen in

Frage kommt, da sonst das Bild der Nadelspitze zu grob und unscharf ausfällt, so leistet sie doch in zahlreichen Fällen, namentlich im Unterrichte, sehr gute Dienste.

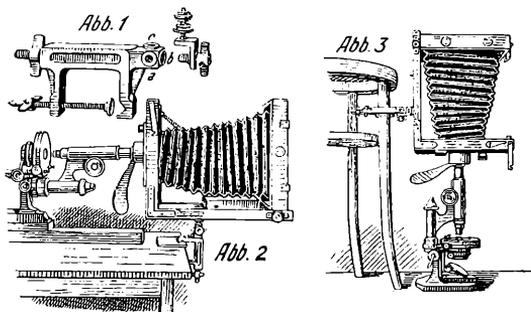
Kleine Mitteilungen.

Die Brunswiksche Reaktion als Ergänzung beim Nachweis des Chitins in Pilzmembranen.

Bekanntlich führen die höheren Pilze in ihrer Zellwand statt der Zellulose ein Chitin. Als besonders günstige Versuchsobjekte empfiehlt van Wisselingh (Folia Mikrobiol. III, 1915, S. 17) *Agaricus campestris*, *Polyporus versicolor*, ferner *Aspergillus*-, *Plasmodiophora*- und *Peltigera*-Arten. Der Brunswikschen Reaktion (Biochem. Zeitschr. CXIII, 1921, S. III) muß die Überführung des Chitins in den Schnitten in Chitosan vorausgehen; denn die Reinigung von andern Stoffen der Hyphenwände kann bei den erwähnten Objekten mit größerem Chitingehalt gut unterbleiben. Man erwärmt die Objekte 20 Minuten in 60%iger Kalilauge (auf 160 bis 180 Grad), bringt sie sehr vorsichtig auf einen Objektträger und wäscht sie mit starkem Alkohol aus. Durch die Einwirkung der Kalilauge bei hoher Wärme hat sich das Chitin in Chitosan umgewandelt. Die Schnitte werden nochmals in Wasser gewaschen. Ein kleines Stückchen wird unter ein Deckglas gebracht, 50%ige Salpetersäure (oder Schwefel- bzw. Chromsäure) zugefügt und bis zum Kochen erwärmt. Dabei bildet sich Chitosannitrat (resp. Chitosansulfat oder -chromat), das in Lösung geht. Sodann läßt man möglichst langsam erkalten. Dabei fällt das Chitosannitrat in Kristallen aus, meist in Sphäriten, die bei Beobachtung in polarisiertem Lichte das schwarze Kreuz zeigen. Die Sphärite werden mit Kongorot, sowie mit Säurefarben kräftig gefärbt. Zum sicheren Nachweis des Chitins muß diese Reaktion mit der van Wisselingh'schen Farbreaktion (Jahrb. f. wiss. Bot. XXXI, S. 637) zusammen ausgeführt werden. Dabei werden bekanntlich die aus dem Alkohol kommenden Präparate in destilliertes Wasser gebracht, sowie mit Jodjodkaliumlösung und dann mit 1%iger Schwefelsäure behandelt (Wände rotviolett). Der Vorteil der neuen Reaktion Brunswiks liegt in der größeren Sicherheit trotz verhältnismäßiger Einfachheit gegenüber den vielen bisherigen Methoden, über die u. a. H. Schneider in seinem neuen Handbuche „Botanische Mikrotechnik“ (Jena 1922) Auskunft gibt. Dr. Pf.

Eine praktische Klammer für mikrographische Zwecke. Alle diejenigen Mikroskopiker, die für ihre Mikro-Aufnahmen keine besonderen Einrichtungen besitzen, möchte ich auf ein sehr einfaches und praktisches Hilfsmittel für solche Zwecke hinweisen.

Es ist eine Stativklammer,¹⁾ die bei der gewöhnlichen Photographie ein Stativ ersetzen soll und an allen möglichen Gegenständen in jeder beliebigen Stellung angebracht werden kann (Abb. 1). Mit Hilfe dieser Klammer ist es ein Leichtes, jede



Kamera zu Aufnahmen in wagerechter oder senkrechter Anordnung zu benutzen, was sonst immer mit umständlichen Einrichtungen verbunden ist und meist die erforderliche Festigkeit vermissen läßt. Zu Aufnahmen mit wagerechter Kamera kann man diese mittels der Klammer an jedem Tisch, jeder Bank u. dergl. anbringen (Abb. 2), wodurch eine vollkommen unverschiebbliche Befestigung erzielt wird. Bei senkrechter Anordnung kann die Kamera ebenfalls an einem Tisch — Objektivbrett nach unten — befestigt werden, wobei je nach der Höhe des ersten Mikroskop und Beleuchtungseinrichtung auf eine Unterlage aufgestellt werden müssen. Einfacher ist es, die Kamera mit der Klammer an einem (nicht zu dicken) Tisch- oder Stuhlbein (Abb. 3) anzubringen; das Mikroskop kann dann auf dem Boden stehen. Bei Aufnahmen im Freien, wenn z. B. die Sonne als Lichtquelle benutzt werden soll, kann ein Pfahl oder eine Stange zur Befestigung der Klammer mit Kamera dienen. Daß die Klammer auch bei der Aufnahme von Naturkörpern aller Art wertvolle Dienste leistet, sei nebenbei bemerkt. Dr. Laven-Köln.

Die mikroskopische Untersuchung von Trinkwasser auf seinen Bakteriengehalt. Nicht immer ist man in der Lage, keimfreies, hygienisch einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung zu haben. Besonders auf dem Lande ist Brunnenwasser oftmals die Quelle

¹⁾ In jeder Photohandlung erhältlich; Fabrikant ist Meyer in Dresden-Blasewitz.

der Weiterverbreitung von Infektionskrankheiten, und eine gelegentliche Untersuchung kann außer wissenschaftlich interessanter Ausbeute auch für die Allgemeinheit wertvolle Resultate liefern. Vor allem sind solche Brunnen als gefährdet zu bezeichnen, die in der Nähe von Friedhöfen, Abortanlagen, Stallungen u. ä. sich befinden, zumal wenn die geologischen Verhältnisse so liegen, daß ein Lager wasserundurchlässigen Materials (z. B. Ton) sich unter ihnen hinzieht und so das durch die Infektionsquelle verunreinigte Wasser nicht in tiefere Schichten versinken läßt, sondern in den Brunnenschacht ableitet.

Zur Untersuchung entnimmt man aus der in Frage kommenden Wasserleitung eine Probe in einem sterilen Reagensgläschen. Das Reagensglas wird vorher 10 Minuten im Wasserbad zur Sterilisation ausgekocht und mit einem Wattebausch verschlossen. Vor Einfüllen der Probe wird der Rand des Probierglases noch mehrmals durch die Flamme eines Spiritusbrenners gezogen („Abbrennen“). Eine beliebige Menge des Untersuchungsmaterials (1 Platinöse bis 2 ccm je nach Menge des zu erwartenden Keimgehaltes) vermischt man dann mit einigen ccm Nährgelatine und gießt in sterile Petrischalen oder Reagensröhrchen aus. Von den auf der Gelatine wachsenden Kulturen macht man Ausstrichpräparate in der üblichen Weise. Auf Cholera vibriolen untersucht man, indem man 1 Liter des Wassers mit 100 ccm Peptonwasserlösung (Lösung von 10 % Pepton, 0,2 % Soda, 0,1 % Kaliumnitrit und 10 % Kochsalz in Wasser) versetzt, gründlich durchschüttelt und in Portionen zu ca. 100 ccm (2 Stunden bei 37° C. bebrütet). Die Untersuchung geschieht im hängenden Tropfen und im gefärbten Präparat. Sichere Diagnose kann man allerdings auch nur durch serologische Untersuchungen stellen. Von Interesse ist auch die Fijkmannsche Probe auf *bacterium coli*. Dieses Bakterium vermehrt sich nämlich noch bei einer Temperatur von 46° C., wobei fast alle andern Bakterien ihre Vermehrungsfähigkeit schon eingebüßt haben. Man versetzt ungefähr 50 ccm des Wassers mit 5—10 ccm einer Traubenzuckerpeptonlösung (Pepton 10,0, Kochsalz 5,0, Traubenzucker 10,0, Wasser 100,0), die man bei 46° C. bebrütet. Wenn in dem Gemisch Gasblasen aufsteigen und sich eine Trübung zeigt, so kann man mit einiger Sicherheit auf die Anwesenheit von *bacterium coli* schließen, welche Diagnose natürlich durch mikroskopische Untersuchung sichergestellt werden muß. Timmer.

Färbung von Eiweißkristallen im pflanzlichen Zellkern. Eiweißkristalle sind im Pflanzenreich sehr verbreitet; vgl. Meyer, Analyse der Zelle, S. 48—103, wo zahlreiche

Literaturangaben zu finden sind. Meyer (S. 65) färbt die Kristalle im Zellkern bei Material, das mit Flemmings Lösung, Sublimatlösung oder Alkohol fixiert worden ist, 3—12 Stunden mit einer Lösung von 1 g Ponceau 6 R Höchst in 100 cm³ Wasser, dem 20 Tropfen reiner Essigsäure zugesetzt sind, spült mit absolutem Alkohol ab und bringt die Objekte durch Xylol in Kanadabalsam. Die Resultate zieht er den bisherigen Methoden (Altmannsche Säurefuchsinfärbung, Säurefuchsinmethode B, Säurefuchsin-Kaliumbichromat-Verfahren) vor. Dr. Pf.

Die Färbung der Nukleolen des Kernes kann ebenfalls nach der Altmannschen Säurefuchsinmethode erfolgen. Dazu werden die Mikrotomschnitte auf dem Objektträger festgeklebt, nach der Entfernung des Paraffins mit einer Lösung von 20 g Säurefuchsin in 100 cm³ Anilinwasser bedeckt und so lange erwärmt, bis die Unterseite des Objektträgers bei Berührung empfindlich heiß ist (nicht kochen!). Nach einigen Minuten wird durch ein Gemisch von 1 Teil konz. alkohol. Pikrinsäurelösung und 2 Teilen Wasser abgespült, bis die Schnitte keine sichtbaren Farbstoffmengen mehr abgeben. Nach Entfernen der Pikrinsäure durch Alkohol wird in Kanadabalsam eingeschlossen. Die Nukleolen erscheinen kräftig rot. — Kiehn (Dissert. Marburg 1917) änderte das Verfahren zweckmäßig ab. 4 Tage wurde in Sublimat-Eisessig fixiert. Dann wurden die Präparate 12 Stunden in einer Lösung von 10 g Säurefuchsin und 3 g Anilin in 100 cm³ Wasser gefärbt und danach in kaltgesättigter wässriger Pikrinsäurelösung 2—3 Stunden differenziert. Das Chromatin ist rot, die Nukleolen (wie gleichfalls Eiweißkristalle des Kernes) violett gefärbt. Das Ergebnis ist also etwa entgegengesetzt dem bei der Doppelfärbung von Montgomery (Journ. of Morph. XV). Dr. Pfeiffer.

Ein neues **Verfahren zur Darstellung von Kapselbakterien** gibt F. W. Bach im Zentralbl. f. Bakteriologie I. Bd. 88, S. 510, an. Das einer Reinkultur entstammende Material wird in einem Tröpfchen Wasser dünn aufgeschwemmt und nach Zufügung eines Tröpfchens wässriger Kongorotlösung (2%) verrieben. Man läßt nun die Flüssigkeit verdunsten und das Präparat lufttrocknen werden. Dann trägt man eine hinreichende Menge von folgendem Gemisch auf: 10 ccm wässriger Wasserblaulösung (1%) + 100 ccm einer Mischung von 3 ccm Salzsäure mit 97 ccm absolutem Alkohol. Das Gemisch soll nur kurze Zeit einwirken und kann wiederholt verwendet werden. Man läßt es ablaufen, spült das Präparat nicht nach und läßt es an der Luft trocknen. Dr. O. Arnbeck.

Hüllenbildung und Gehäusebau bei Protozoen.¹⁾

Von Prof. Dr. Ernst Bresslau.

(Aus dem Georg Speyer-Haus, Frankfurt a. M.)

Viele, ja vielleicht die meisten einzelligen Lebewesen besitzen die Fähigkeit, sich mit schützenden Hüllen zu umgeben. Die Ausbildung dieser Hüllen ist in den verschiedenen Abteilungen der Protozoen überaus vielgestaltig, ihr Bau bald einfach, bald von größerer oder geringerer Kompliziertheit, ihre Struktur oft von einer Feinheit, die ans Wunderbare grenzt.

Hinsichtlich der Funktionsdauer lassen sich zwei große Gruppen von Schutzhüllen unterscheiden. Die erste umfaßt die sog. Zysten, d. h. allseitig geschlossene Hüllen, die nur vorübergehend unter dem Zwange einer bestimmten Lebenslage gebildet werden, während deren das Tier auf Eigenbewegung verzichtet. Am häufigsten kommt es zur Zystenbildung (Enzystierung) im Gefolge irgendwelcher ungünstiger Verhältnisse der Umwelt. Dabei geben die Tiere ihre gewöhnliche Gestalt auf und ziehen zumeist unter Abkuglung ihre Bewegungsorganellen ein, indem sie sich gleichzeitig mit mehr oder minder derben und undurchlässigen Hüllen umgeben. In diesen Dauerysten sind sie gegen äußere Fährlichkeiten wie Konzentration des Mediums, Austrocknen, Kälte, Nahrungsmangel so gut geschützt, daß sie darin trotz widriger Bedingungen jahrelang lebensfähig bleiben können. Sie können durch den Wind im Staube verweht oder sonstwie passiv verschleppt werden. Geraten die Zysten dann wieder in Wasser von geeigneter Beschaffenheit, so verlassen die darin eingeschlossenen Tiere die Hülle, bilden die ihnen zukommende

Gestalt von neuem aus und kehren wieder zur normalen Lebenstätigkeit, wie vor ihrer Enzystierung, zurück. Neben diesen Dauerysten, die für die Erhaltung und Ausbreitung der Arten von größter Bedeutung sind, werden besonders häufig für die Dauer besonderer Fortpflanzungsperioden, bei Teilung, Befruchtung usw., Zysten gebildet, aber auch in allen möglichen anderen Lebenslagen, so von manchen Formen, z. B. von den Vampyrelliden, nach reichlicher Nahrungsaufnahme.

Im Gegensatz zu den Zysten handelt es sich bei der zweiten großen Gruppe von

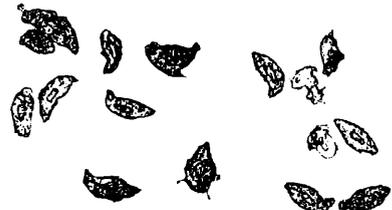


Abb. 1. Individuen von *Colpidium campylum* in ihren nach Jodzusatzen zur Tuschelösung gebildeten Hüllen. Vergr. 35fach.

Hüllen um Gebilde, die den fertig entwickelten, frei beweglichen Individuen eigen sind, und zwar in der Regel nicht bloß temporär, sondern für die Dauer ihres ganzen Lebens. Hierher gehört eine ungeheure Mannigfaltigkeit von Bildungen: von einfachen Schleim- und Gallerthüllen, weichen oder festeren Membranen oder Schalen an bis zu den komplizierten, oft prachtvoll formenschönen Gehäusen, wie sie vor allem von den Foraminiferen bekannt sind.

Alle diese Hüllen, die Zysten sowohl wie die permanenten Gehäuse, so verschieden sie im einzelnen auch sein mögen, verdanken ihre Entstehung zunächst einem Ausscheidungsvorgang an der Oberfläche des Individuums, bei dem aus seinem Zellprotoplasma eine organische Substanz nach außen abgegeben wird, die entweder selbst unmittelbar die Hüllwand liefert, oder doch die erste Grundlage darstellt, auf der sich die Schale

¹⁾ Vgl. E. Bresslau, Die experimentelle Erzeugung von Hüllen bei Infusorien als Parallele zur Membranbildung bei der künstlichen Parthenogenese. Naturwissenschaften, Bd. 9, 1921, S. 57—62. — Neue Versuche und Beobachtungen über die Hüllenbildung und Hüllsubstanz der Infusorien. Verhandl. Deutsch. Zool. Ges. Bd. 26, 1921, S. 35—37. — Die Ausscheidung entgiftender Schutzstoffe bei Ziliaten. Bericht über die 9. Tagung der Deutsch. Vereinigung für Mikrobiologie 1922, Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenkde. I. Abt. Orig. Bd. 89, S. 87—90.

weiterhin aufbaut, sei es durch Verkittung von Fremdkörpern, sei es durch Einlagerung vom Körper selbst produzierter anorganischer oder organischer Stoffe oder durch anschließende Sekretions- oder Wachstumsvorgänge der verschiedensten Art. Von dieser weiteren Ausgestaltung der Hüllen soll im folgenden nicht die Rede sein. Dagegen wollen wir uns hier mit der Abscheidung jener die erste Grundlage aller Hüllensubstanz darstellenden Substanz etwas näher beschäftigen, weil sich in die bisher nur wenig bekannten Vorgänge bei diesem Prozeß durch verhältnismäßig einfache Versuche wichtige Einblicke gewinnen lassen.

Das Wesentliche dieser Versuche ist, daß sie zeigen, wie gewisse Protozoen unter bestimmten Bedingungen eine Substanz auszuschcheiden vermögen, die ich als Hüllsubstanz oder Tektin¹⁾ bezeichnen möchte, weil sie m. E. mit jener Grundsubstanz, die das Ausgangsmaterial für Zysten- und Gehäusebau der Einzelligen bildet, identisch ist. Daß man diese Hüllsubstanz bisher kaum bemerkt hat, beruht wohl hauptsächlich darauf, daß sie unter den gewöhnlichen Beobachtungsverhältnissen nicht sichtbar zu sein



Abb. 2. *Colpidium campylum* in seiner Hülle. Vergr. 165-fach. (Aus „Naturwissenschaften“, 1921.)

pflegt, beim lebenden Objekt nicht, weil sie dasselbe Lichtbrechungsvermögen besitzt wie Wasser, im fixierten und gefärbten Präparat deshalb nicht, weil sie durch die Mehrzahl der herkömmlichen Präparationsweisen überhaupt nicht zur Darstellung gebracht wird. Es bedarf daher besonderer Untersuchungsmethoden, um des Tektins ansichtig zu werden. Ferner sind viele Organismen nur in bestimmten Abschnitten ihres Lebens zur Ausscheidung von Hüllsubstanz disponiert, so daß sich der Vorgang durchaus nicht immer experimentell bei ihnen auslösen läßt. Endlich liefern viele Formen für gewöhnlich nur so geringe Mengen Tektin, daß seine mikroskopische Feststellung nicht ganz einfach ist. Daraus erklärt es sich beispielsweise wohl, daß man den Vorgang der Tektinausscheidung bei gewissen Amöben

zwar schon lange beobachtet, aber bisher fälschlich als „Häutung“ beschrieben hat; statt die ausgeschiedene Hüllsubstanz als solche zu erkennen, vermeinte man das äußere Ektoplasmahäutchen der Amöben vor sich zu haben, das ähnlich wie eine Schlangenhaut abgestreift werden sollte.

Um die grundlegenden Vorgänge bei der Tektinausscheidung kennen zu lernen, wählte man daher zweckmäßigerweise nicht Amöben, sondern gewisse, leicht züchtbare Arten von Wimperinfusorien, die bei bedeutenderer Körpergröße ansehnliche Mengen von Hüllsubstanz zu produzieren vermögen. Als günstigste Art erwies sich bei meinen Versuchen *Colpidium campylum* (früher oft mit dem ähnlichen, aber etwas größeren und plumperen *Colpidium colpoda* zusammengeworfen), von dem ich im vorigen Jahrgang des Mikrokosmos (XV, Heft 7, S. 131) eine Abbildung gegeben habe. Man findet die Art häufig in mehr oder minder stark verunreinigten, stehenden oder langsam fließenden Gewässern (Teiche, Gräben, Bäche in der Nähe von Ortschaften). Ihre Züchtung gelingt leicht in ½prozentiger Traubenzuckerlösung, indem man jeweils Portionen von 100—200 ccm dieser Lösung in kleinen Gläsern mit einigen Kubikzentimetern der colpidienhaltigen Flüssigkeit versetzt und dann als Nahrung für die Infusorien immer von Zeit zu Zeit ein paar Tropfen einer Kultur lebender Bakterien hinzufügt. Letztere bereitet man sich, wenn richtige Reinkulturen von Bakterien (z. B. Heubazillus, *Bacterium coli* u. a.) nicht zur Verfügung sind, am bequemsten so, daß man eine Mehlabkochung herstellt und einfach stehen läßt; es wachsen dann im Laufe der Zeit dichte Massen von Bakterien in ihr heran. Man erwarte indessen nicht, daß die Colpidienzucht gleich bei dem ersten Ansatz vollkommen glückt. Es bedarf vielmehr einiger Übung, um die günstigsten Zuchtbedingungen herauszufinden, bei denen die Tiere weder Nahrungsmangel leiden, noch überfüttert werden und dann unter dem Übermaß der eigenen und der von den Bakterien ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte Schaden leiden. Hat man aber erst einmal einen gutwachsenden Colpidienstamm, so gelingt es leicht, ihn monate- und jahrelang zu halten, wenn man nur immer von Zeit zu Zeit durch Überimpfen in Gläser mit frischer Traubenzuckerlösung

¹⁾ von tegere, bedecken, schützen.

neue Kulturen abzweigt. Die Zuchten gedeihen am besten bei Temperaturen von 20—25° C., also des Winters im geheizten Zimmer in der Nähe des Ofens. Werden sie kälter gehalten, so geht die Vermehrung der Colpidien und damit die Anreicherung der Kulturen entsprechend langsamer vor sich. —

Gutbesiedelte Colpidienkulturen liefern nun jederzeit ein ausgezeichnetes Material zum Studium der Tektinausscheidung, wie die folgenden Versuche zeigen werden. Bei der Methodik dieser Versuche ist besonders der bereits erwähnte Umstand zu berücksichtigen, daß das Tektin in reinem Wasser unsichtbar ist, so daß sein optischer Nachweis besondere Kunstgriffe erfordert. Als einfachstes Verfahren bewährte sich hierbei die Hinzufügung von etwas Tusche zu der Kulturflüssigkeit. Anfangs verwandte ich hierzu die gewöhnliche im Handel erhältliche Zeichentusche und erhielt damit durchaus gute Resultate. In neuerer Zeit gekaufte Tuschelösungen dieser Art erwiesen sich aber als nicht mehr recht brauchbar, weil ihnen augenscheinlich zu Konservierungszwecken Desinfektionsmittel in solcher Menge zugesetzt werden, daß sie die Colpidien schädigen. Man verwendet daher besser eine nach meiner Vorschrift hergestellte, ganz indifferente Tuschelösung,¹⁾ in der die Tiere ebenso gut gedeihen, wie in ihrer eigentlichen Nährlösung selbst.

Das Tektinausscheidungsvermögen der Colpidien ist so stark entwickelt, daß alle möglichen Reize imstande sind, bei ihnen Hüllenbildung auszulösen. Zur ersten Orientierung eignet sich am besten die Behandlung der Tiere mit Jod, weil die Tiere dabei augenblicklich unter Braunfärbung getötet werden, das Versuchsergebnis also sofort sehr übersichtlich zutage tritt. Man verwendet das Jod entweder in Form von verdünnter Lugolscher Lösung (1,5 g Jodkali + 1 g Jod in 100 ccm dest. Wasser) oder als einfache Jodlösung, die man sich leicht durch Einbringen von ein paar Tropfen alkoholischer Jodtinktur in dest. Wasser (bis zu bräunlicher Färbung) herstellen kann. Der Versuch selbst gestaltet sich damit folgendermaßen: Auf einem Objektträger wird 1 Tropfen Colpidienkultur mit ein wenig Tusche vermischt, so daß eine schwärz-

liche, aber bei mikroskopischer Betrachtung in durchfallendem Licht mit schwacher Vergrößerung (25—50fach) noch gut durchsichtige Flüssigkeit entsteht, in der die Colpidien munter umherschwimmen. Fügt man nunmehr 1 kleinen Tropfen Jodlösung hinzu und verrührt ihn rasch mit einer Nadel, so wird man wahrnehmen, daß alle Colpidien augenblicklich abgetötet werden und sich mit einem hellen Hof umgeben, dessen Umrisse binnen wenigen Sekunden feste Gestalt annehmen und schwarz gefärbt hervortreten. Je länger man wartet, um so intensiver wird die Schwärzung der Hüllen, und sie verschwindet auch nicht, wenn man schließlich die Tusche aus dem Präparat entfernt, indem man vorsichtig Wasser unter dem Deckglas durchsaugt (Abb. 1). Vielmehr tritt dann die Körperlichkeit der Hüllen noch viel deutlicher zutage. Sie stellen Gebilde von ungefähr eiförmiger Gestalt dar, die häufig in ihrem vorderen Drittel, entsprechend der busenförmigen Einziehung in der Mundgegend des Colpidiums, ebenfalls einseitig eingebuchtet sind und so in 2—3fach vergrößertem Maßstabe annähernd den Umriß des von ihnen umschlossenen Tieres wiederholen (Abb. 2). Läßt man unter dem Deckglas allmählich erst verdünntes, dann konzentriertes Glycerin zutreten, so kann man die Hüllen mitsamt den darin enthaltenen, durch das Jod genügend fixierten Colpidien leicht zu Dauerpräparaten verarbeiten.

Ändert man den Versuch dahin ab, daß man die Colpidien zunächst ohne Tuschezusatz mit Jod behandelt, so wird man bei mikroskopischer Betrachtung des Präparates, einerlei, welche Vergrößerung oder Beleuchtungsart man anwendet, nichts anderes wahrnehmen, als die vom Jod bräunlich gefärbten, mitsamt ihrem Wimperapparat tadellos fixierten Tiere, die scheinbar nackt daliegen. Von den Hüllen ist nichts zu erkennen. Und doch sind sie, wenn auch unsichtbar, vorhanden. Denn wenn man nunmehr, während man mit schwacher Vergrößerung beobachtet, einen Tropfen Tuschelösung an den einen Seitenrand des

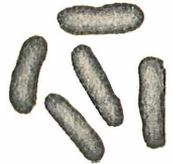


Abb. 3. Fünf einzelne Tektinstäbchen, wie solche die Hülle von *Colpidium campylum* zusammensetzen. Der homogene Hüllsubstanzzylinder umgeben von anhängenden Kohleteilchen der Tuschelösung. Vergr. 1200fach. (Aus „Naturwissenschaften“, 1921.)

¹⁾ Alleinvertrieb durch die Geschäftsstelle des Mikrokosmos.

Deckglases bringt und von der anderen Seite her mit Fließpapier ansaugt, dann zeigt sich, daß die eindringende Tusche bei den meisten Colpidien nicht ganz bis an ihren Körper selbst herantritt, sondern in einigem Abstände um ihn herumfließt, eine Erscheinung, die eben durch die jetzt erkennbar werdenden Hüllen bedingt ist.

Es ist nun aber durchaus nicht nötig, daß der die Hüllenbildung auslösende Reiz zugleich den Tod der Colpidien herbeiführt.

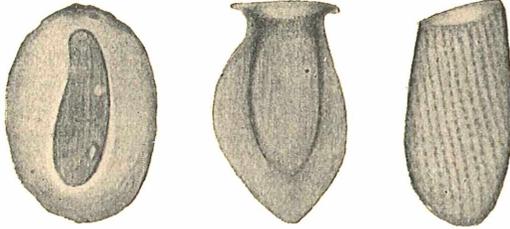


Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 4. *Colpidium campyllum* in seiner in Viktoriablau 1: 10 000 gebildeten Hülle. Vergr. 365fach.

Abb. 5. Leerer dickwandiger Becher von *C. camp.*

Kresylblau 1: 800 ausgeschieden. Vergr. 450fach.

Abb. 6. Leerer dünnwandiger Becher mit Abdruck der Wimperreihen, von *C. camp.* in Neutralrot 1: 2000 ausgeschieden. Vergr. 450fach. (Sämtlich aus „Naturwissenschaften“, 1921.)

Der Vorgang der Tektinabscheidung stellt keineswegs eine Absterbeerscheinung dar, sondern läßt sich mit Leichtigkeit als ein **v i t a l e s G e s c h e h e n** erweisen. Sehr instruktiv zeigt sich dies bei W ä r m e r e i z u n g der Tiere. Hierzu ist nichts weiter nötig, als daß man einen mit etwas Tusche-lösung versetzten Tropfen Colpidienkultur für einen ganz kurzen Augenblick über die Flamme eines Gas- oder Spiritusbrenners hält und dann die Wirkung sofort unter dem Mikroskop beobachtet. War die Erwärmung richtig, so zeigt sich, daß alle Individuen sofort Hüllen bilden, aber gleich danach wieder aus diesen Hüllen a u s s c h l ü p f e n und dann in der Lösung umherschwimmen, wie wenn nichts geschehen wäre. Bei manchen Tieren dauert es ein Weilchen, bis ihnen das Ausschlüpfen gelingt. Man beobachtet dann ein höchst reizvolles Schauspiel: unter ständigem Rotieren bewegen sich die Tiere in der Hülle vorwärts, dann, wenn sie hier nicht herauskönnen, unter Umkehr des Wimperschlages wieder zurück; dann folgt, wenn auch da der Austritt nicht glückt, ein neuer Vorstoß, auf diesen evtl. ein neuer Rückzug usf. Das Spiel kann sich 5-, 10mal und öfter wiederholen. Unermüdlich rennt

das Tier gegen die Hüllenwand an, bis es sich einen Ausweg erzwingt. Natürlich ist nicht gesagt, daß der Versuch gleich das erstmal glückt. Man muß den richtigen Erwärmungsgrad treffen, um diesen Lebensvorgang auszulösen. Insbesondere darf man nicht zu stark erwärmen; sonst findet zwar Hüllenbildung statt, aber die Tiere sterben alsbald in den Hüllen, ohne ausschlüpfen zu können. Wiederholt man den Versuch aber ein paarmal, so kann man sicher sein, daß man den Wärmereiz richtig dosiert. Wer über einen heizbaren Objektisch verfügt, hat es natürlich bei diesem Versuch sehr viel leichter. Er wird zugleich auch feststellen können, daß die Tektinausscheidung bei Erwärmung auf etwa 34° C. eintritt, eine Temperatur, die die Tiere bei kurzer Einwirkung gar nicht schädigt, während Erwärmung auf über 37° den Tod der Tiere herbeiführt.

Ganz exakt lassen sich diese Wärmeversuche ausführen, wenn man einige Kubikzentimeter einer Colpidienkultur in einem Reagenzröhrchen mit etwas Tusche vermischt, und dann in einem Wasserbade erwärmt, während man gleichzeitig an einem in die Mischung gestellten Thermometer die Temperatur abliest. Einige Sekunden Erwärmung auf 34—35° genügen, um alle Tiere zur Hüllenbildung und zum Ausschlüpfen aus den Hüllen zu veranlassen. Man überzeugt sich davon leicht, wenn man einen Tropfen der erwärmten Mischung auf einen Objektträger bringt und mit etwas Jod versetzt: die Colpidien werden dann zwar sofort getötet, aber sie liegen nackt, ohne Hüllen da, während bei Colpidien aus einer ebenso hergestellten, aber nicht erwärmten Kontrollmischung die Jodabtötung in typischer Weise von Hüllenbildung begleitet ist. Die Erklärung für diesen Unterschied liegt auf der Hand: die Colpidien haben auf die Erwärmung hin ihren ganzen disponiblen Tektinvorrat abgegeben und können folglich nicht sofort danach noch ein zweites Mal Hüllen bilden.

Da die Colpidien nach der Erwärmung leben bleiben, kann man natürlich mit Hilfe dieser Methode ohne weiteres auch feststellen, wie lange es dauert, bis sie die Substanz, die zum Aufbau der Hüllen dient, wieder regeneriert haben. Man braucht nur die einmal erwärmte Colpidienkultur stehen zu lassen, in regelmäßigen Zeitabständen

dar aus Tropfen zu entnehmen, sie auf einem Objektträger mit Jod zu behandeln und zu zählen, wieviel Colpidien darin bereits wieder Hüllen bilden und wieviel nicht. Man wird dann finden, daß bereits nach $2\frac{1}{2}$ bis 5 Stunden 50—70%, nach 24 Stunden alle Colpidien zu erneuter Hüllenbildung fähig sind.

Als erstaunlich groß erweist sich die Fähigkeit zur Tektinregeneration besonders dann, wenn man die Erwärmungsprozedur bei denselben Colpidien mehrfach wiederholt. So wurden in einer Versuchsreihe die gleichen Tiere in demselben Röhrchen an 31 von 36 aufeinanderfolgenden Tagen (14. 6. bis 19. 7. 21) durch Erwärmen auf $34\text{--}35^{\circ}$ zur Hüllenbildung gebracht. Dabei regenerierten sie jedesmal in der Zwischenzeit zwischen zwei Erwärmungen ihren Tektinvorrat neu, ohne während der ganzen Versuchsdauer frisches Bakterienfutter zu erhalten. Erst nach der 31. Erwärmung war die Kultur erschöpft.

Sehr bemerkenswert ist der feinere Bau der Hüllen. Untersuchung mit stärkeren Vergrößerungen (Abb. 2) lehrt, daß sie sich aus zahllosen, kleinen, stäbchenförmigen Gebilden zusammensetzen, die dicht miteinander verklebt sind. Die einzelnen Stäbchen sind etwa $8,5\text{--}9,5\ \mu$ lang und $2,5$ bis $5\ \mu$ dick und bestehen aus einer völlig homogenen Substanz, die außen von einem Mantel feiner, dunkler Körnchen umhüllt wird (Abb. 3). Diese Körnchen sind nichts anderes als die feinen Kohleteilchen der Tuschelösung, die, von den einzelnen Stäbchen adsorbiert, eben die Sichtbarkeit der Hüllen bedingen. Wunderschön ist das Bild der die Hüllen zusammensetzenden Stäbchen bei Dunkelfeldbeleuchtung: um die optisch leeren Zylinder der eigentlichen Stäbchensubstanz schmiegt sich ein zarter Mantel feinsten Körnchen, die in hellem Silberglanz aufleuchten ebenso wie die in beständiger Molekularbewegung tanzenden Kohleteilchen der Tuschelösung.

Wie ist nun die Entstehung und der eben beschriebene Aufbau der Hüllen zu erklären? Auch darüber kann man sich durch unmittelbare Beobachtung unterrichten, wenn auch die dazu nötigen Versuche größere mikroskopische Technik und insbesondere den Besitz einer Dunkelfeldeinrichtung voraussetzen. Auszugehen ist dabei wiederum von dem einfachen Prä-

parat eines mit Tusche versetzten Tropfens Colpidienkultur, wie bei den vorhergehenden Versuchen. Das Präparat wird diesmal auf den Dunkelfeldkondensator eines großen Mikroskops gebracht und mit einem dünnen, sehr sauber gereinigten Deckglas bedeckt. Dann wird äußerst vorsichtig, ohne irgendwelchen Druck auszuüben, ein gerade stillliegendes Colpidium mit Immersion eingestellt. Drückt man nun mit einer Nadel ganz leicht auf das Deckglas, ohne dabei das Tier zu zerquetschen, so genügt der Druckreiz bei richtiger Dosierung, um das Infusor zur Tektinausscheidung zu veranlassen. Das Schauspiel, das sich dabei darbietet, ist ganz prachtvoll: an der Peripherie des Tieres treten hier und da winzig kleine Tröpfchen einer an sich optisch leeren Substanz auf, die dadurch sichtbar werden, daß sofort eine Anzahl der helleuchtenden Tuschekörnchen an ihnen anklebt. Fast im gleichen Augenblick ihres Erscheinens verändern sich die Tröpfchen aber weiter: sie beginnen anzuschwellen und quellen im Nu zu Stäbchen von den oben beschriebenen Dimensionen auf. War der Druck ganz schwach, so werden vielleicht nur ein paar solcher Stäbchen gebildet. War er stärker, so werden größere Massen produziert oder es kommt zur Bildung einer typischen, das Infusor vollkommen umgebenden Hülle.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, daß das Tektin eine gallertige Substanz von hochgradigem Quellungsvermögen darstellt, die auf bestimmte Reize hin von dem Protoplasma in Gestalt feinsten, unter der Grenze der Wahrnehmbarkeit liegender Tröpfchen nach außen abgegeben wird. Sofort nach ihrem Austritt aus dem Protoplasma schwellen die Tektin-tröpfchen durch Wasseraufnahme gewaltig an, wobei die schließlich erreichte Stäbchengestalt erkennen läßt, daß die Quellung in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen verschieden rasch bzw. verschieden stark verläuft, so daß also



Abb. 7. In Mansonscher Lösung gebildete Röhre von *C. camp.* Vergr. 400fach. (Aus „Naturwissenschaften“, 1921.)

bereits die im Plasma entmischten Tektintropfenchen eine primär anisotrope Beschaffenheit haben müssen. Ferner lehrt der Versuch, daß durchaus nicht immer alles Tektin auf einmal ausgeschieden werden muß, sondern daß hierbei die quantitativen Verhältnisse des auf die Colpidien einwirkenden Reizes eine wesentliche Rolle spielen. Das gilt nicht etwa bloß für physikalische Einwirkungen, wie bei dem eben beschriebenen Versuch, sondern genau so gut für chemische Reize. Man kann sich davon durch eine sehr einfache Modifikation des zuerst be-

von ihr beginnt ein dritter Bezirk, der bis zu der dem Jodeintritt diagonal gegenüberliegenden Ecke reicht. Hier diffundiert das Jod nur ganz allmählich ein; die von ihm in schwacher Konzentration getroffenen Colpidien bleiben daher verhältnismäßig lange am Leben und scheiden weder vollständige Hüllen noch größere Hüllsubstanzbrocken aus, sondern erfüllen nach und nach das ganze Feld mit lauter einzelnen Tektinstäbchen.

Neben solchen quantitativen Einwirkungen sind aber auch qualitative Unterschiede der Reizverhältnisse von Einfluß auf die Art und Weise der Tektinausscheidung. Dieselben Colpidien, die auf bloßen Jodzusatz typische Hüllen ausscheiden, bilden, wenn mansie gleichzeitig mit minimalen Alkalimengen (Ammoniak, Soda) behandelt, stattdessen langgestreckte Röhren.

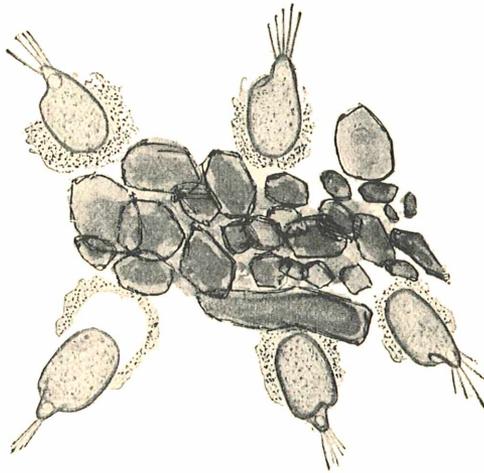
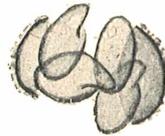
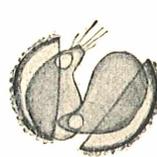
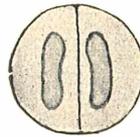


Abb. 8. Spontane Hüllenbildung bei dem Infusor *Mycetothrix tuamotuensis* Balb. Links eine Gruppe von Individuen in becherförmigen Hüllen an einem Häufchen Pflanzenmull; — rechts: 1, eine während der Vorbereitung zur Teilung gebildete Röhre, die gerade von 2 Schwastertieren verlassen wird; 2.—4. Teilungszysten. (Nach Skizzen von Balbiani in Faure-Fremiet, Archiv f. Protistenkunde, Bd. 20, 1910, Fig. 2 u. 7.)



3.



1.

schriebenen Jodversuches überzeugen. Statt das Jod auf einmal mit dem ganzen Tropfen Colpidienkultur + Tusche zu vermischen, bedecke man den Tropfen zuerst mit einem Deckglas und bringe nun an eine Deckglasecke einen kleinen Tropfen der Jodlösung. Das einströmende Jod wird dann die unter dem Deckglas zunächst getroffenen Colpidien unter typischer Hüllenbildung abtöten. Diese energische Wirkung des Jod reicht aber, wenn der Jodlösungstropfen nicht zu groß gewählt war, nur eine kleine Strecke weit. Weiter einwärts wird man finden, daß die Colpidien wieder aus ihren Hüllen ausschlüpfen oder statt zusammenhängender Hüllen nur größere oder kleinere Klumpen von Tektinstäbchen ausscheiden. Aber auch diese Zone ist begrenzt. Jenseits

Schöner noch lassen sich diese letzteren Verhältnisse untersuchen, wenn man sich zur Sichtbarmachung der Hüllsubstanz nicht der Tuschemethode bedient, sondern stattdessen geeignete Farbstoffe anwendet. Leider sind die dazu nötigen Versuche nicht so leicht reproduzierbar, wie die vorherbeschriebenen, weil ihr Gelingen u. a. von der Kontrolle der in den Kulturen gerade obwaltenden physikalisch-chemischen Bedingungen abhängig ist, Verhältnisse, deren Besprechung hier zu weit führen würde. Ich begnüge mich daher nur mit ein paar ganz kurzen Hinweisen. Für die Versuche verwende man nicht die bisher benutzten Colpidienkulturen, sondern Zuchten, deren Traubenzuckernährlösung statt mit gewöhnlichem, mit destilliertem Wasser angesetzt

ist. Die Reaktion der Kulturflüssigkeit muß überdies ungefähr neutral sein. Sind die richtigen physikalisch-chemischen Bedingungen vorhanden, so gelingen die Versuche mit einer großen Anzahl basischer Farbstoffe, von denen hier nur Methylenblau, Kresylblau, Viktoriablau und Neutralrot genannt seien. Alle diese Farbstoffe veranlassen in Lösungen von etwa 1:40 000 bis 1:10 000 die Bildung leicht gefärbter allseitig geschlossener Hüllen (Abb. 4), die aus einer scheinbar homogenen Gallerte bestehen, deren Zusammensetzung aus einzelnen Stäbchen nicht ohne weiteres zu erkennen ist. Steigert man die Konzentration der Farblösungen, so erhält man, indem das Quellungsvermögen des Tektins verringert wird, immer dünnwandiger werdende, dafür aber stärker gefärbte Hüllen. Noch weitere Konzentrationserhöhung führt dazu, daß das Tier an seinem Vorderende nicht mehr zur Tektinausscheidung fähig ist, sondern nur noch in seinem hinter dem Munde gelegenen Körperabschnitt, so daß alsdann statt allseitig geschlossener Hüllen vorn weit geöffnete becherartige Gehäuse entstehen. Auch aus ihnen schlüpfen die Tiere, sofern ihnen die Giftwirkung der Farblösung noch Zeit dazu läßt, alsbald wieder aus. Je nach der Konzentration der Lösung und der davon abhängigen Quellbarkeit des Tektins wechselt die Wandstärke der Becher. Einen noch relativ dickwandigen Becher zeigt Abb. 5, das Endstadium bei fast völlig gehemmtem Quellungsvermögen des Tektins (Abb. 6). Hier besteht der Becher nur noch aus einer ganz dünnen Membran, die zugleich reliefartig den Abdruck der Wimperreihen zur Schau trägt. Schreitet man zu noch höheren Farbstoffkonzentrationen fort, so hört die Tektinabscheidung auch im hinteren Körperabschnitt auf, die Tiere werden sofort unter intensiver Färbung ihres Körpers abgetötet, ohne daß es zu einer Hüllenbildung kommt.

Fügt man zu den Farblösungen Alkali hinzu, was allerdings ihre Giftigkeit beträchtlich erhöht und daher die Anwendung stärkerer Verdünnungen notwendig macht, so kann man es dahin bringen, daß die Colpidien statt der allseitig geschlossenen Hüllen oder der Becher lange, in verschiedener Weise gewundene Röhren bilden (Abb. 7). Besonders eignet sich hierzu die aus Methylenblau durch Kochen

mit Borax herzustellende sog. Mansonsche Lösung.

Die geschilderten Versuche zeigen, daß es möglich ist, bei *Colpidium campylum*, das nach den bisherigen Anschauungen weder Zysten noch Gehäuse zu verfertigen imstande sein sollte, experimentell die Bildung sehr verschiedenartiger Hüllen auszulösen. Dabei hat es der die Versuchsbedingungen beherrschende Experimentator völlig in der Hand, zu entscheiden, welche Gestalt die auscheidenden Hüllen haben sollen. Es handelt sich bei der Herstellung der verschiedenen Gehäuse nicht um eine „Kunstfertigkeit“ der Tiere, die sie bauen.

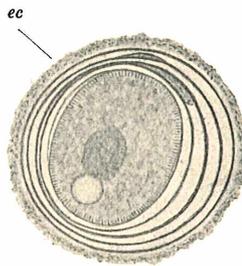


Abb. 9.



Abb. 10.

Abb. 9. *Tillina magna* Gruber während der Dauerzystenbildung. Das Infusor hat nacheinander 6 konzentrische Schichten abgeschieden, die noch durch deutliche Zwischenräume voneinander getrennt werden. *ec* = die äußerste Hüllschicht (Ektozyste). Vergr. 330fach.

Abb. 10. Fertige Dauerzyste von *Tillina magna*. Die Zystenwand ist durch das Zusammenrücken der 6 konzentrischen Schichten scheinbar einheitlich, dabei sehr kräftig und undurchsichtig geworden. Die Zysten erscheinen daher in auffallendem Licht dunkel, fast schwarz. Vergr. 330fach.

Die Tätigkeit der Colpidien beschränkt sich in allen Fällen darauf, den Grundstoff, das Tektin, zu liefern. Was aus dem ausgeschiedenen Tektin wird, ist lediglich abhängig von den gerade obwaltenden Bedingungen.

Betrachten wir von diesem Standpunkt aus die Gehäuse und Zysten, die andere Infusorien in der freien Natur bauen, so ergeben sich daraus allerhand lehrreiche Nutzenwendungen. Wir kennen Arten, die in becherartigen Hüllen (z. B. *Cothurnia*), andere die in Röhren (z. B. *Stichotricha*) leben, ja es gibt Formen, die sich je nach ihrem physiologischen Zustande bald becherartige, bald röhrenförmige Gehäuse verfertigen (Abb. 8). Trotz der Verschiedenartigkeit dieser Erscheinungen werden wir schließen, daß es sich dabei allemal um eine Tektinausscheidung handelt, und daß die jeweils entstehenden Gehäuseformen, ebenso wie die entsprechenden Bildungen bei

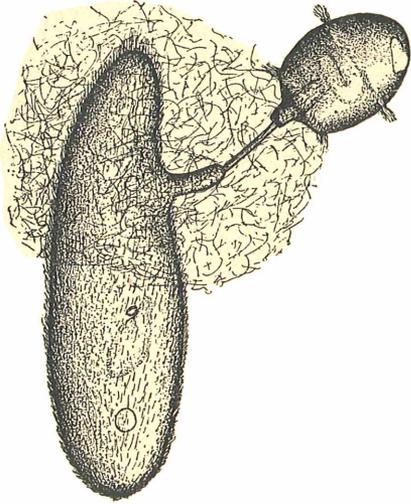


Abb. 11. Von *Didinium nasutum* angegriffenes *Paramaecium*. Der Angreifer hat einen Protoplasmaforsatz aus dem Körper des *Paramaeciums* herausgezogen, dieses hat seine Trichozysten ausgestoßen. (Nach Mast aus Doflein, Protozoenkunde.)

unseren Versuchen mit Colpidien, lediglich das Ergebnis der gerade vorhandenen physiologischen und physikalisch-chemischen Situation darstellen, die von selbst eine bestimmte Gestaltung des Tektins herbeiführt, ohne daß das Tier sich dabei aktiv „bildnerisch“ betätigt.

Auch die Dauerzysten stellen nichts anderes als Tektinbildungen dar, mit der Besonderheit, daß die Tiere bei ihrer Herstellung in mehreren Intervallen nacheinander einzelne Tektinhüllen ausscheiden, ohne dabei aber, wie in den oben beschriebenen Versuchen, immer gleich wieder aus den ausgeschiedenen Hüllen auszuschlüpfen. So erklärt es sich, daß sich die Wand der Infusoriendauerzysten stets aus mehreren konzentrischen Schichten zusammensetzt. Dieser zwar schon seit langem bekannte, bisher aber kaum beachtete Aufbau der Dauerzystenwandung ist allerdings meist nur kurze Zeit während oder unmittelbar nach ihrer Bildung gut zu erkennen (Abb. 9), da er späterhin rasch undeutlich wird, indem sich die einzelnen Schichten dicht aneinanderlegen und so eine scheinbar einheitliche Membran von hoher Resistenz bilden (Abb. 10). Die Zahl dieser konzentrischen Schichten kann bei einzelnen Formen bis auf 6 steigen (Abb. 9). Dabei unterscheidet sich die äußerste dieser Schichten, die in der Protistenkunde bald als Schleier, bald als Ektozyste bezeichnet zu werden

pflegt, von den inneren, dünnen, membranartigen Schichten in der Regel durch größere Mächtigkeit und durch gallertartige Aufquellung. Es erklärt sich dies daraus, daß die äußerste Schicht ausgeschieden wird, während sich das Tier noch in unmittelbarem Kontakt mit dem umgebenden Wasser befindet, und also das Tektin in der uns aus unseren Versuchen her bekannten Weise aufquellen kann. Ist aber das Infusor durch die Bildung der Außenschicht von dem umgebenden Wasser abgesperrt, so erfolgt die Bildung der weiteren Schichten unter ganz anderen Bedingungen, in einem wahrscheinlich viel konzentrierteren Medium, dessen physikalisch-chemische Einstellung nur eine membranartige Beschaffenheit der ausgeschiedenen Hüllsubstanz gestattet.

Mit Gehäuse- und Zystenbau sind aber die Beziehungen unseres Erscheinungskomplexes bei den Infusorien noch nicht erschöpft. Behandelt man statt Colpidium *Paramazien* mit Jod + Tusche oder mit denselben Farblösungen, die bei Colpidium Hüllenbildung auslösen, so stoßen sie mit einem Schlage die unter dem Namen *Trichozysten* bekannten, zu langen dünnen Fäden aufquellenden Stäbchen aus, und zwar meist so, daß diese unter gegenseitiger Verfilzung das Tier rings umgeben, ohne natürlich eine richtige Hülle zu bilden. Ganz ähnliches geschieht in der freien Natur, wenn die *Paramazien* von feindlichen Infusorien angegriffen werden (Abb. 11). Die

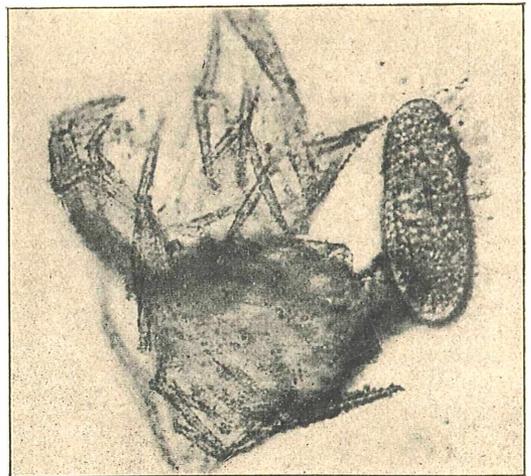


Abb. 12. *Loxocephalus granulosis* Sav. Kent neben seiner in Tuschelösung nach Jodzusatze ausgestoßenen Hülle, deren Elemente lange trichozystenähnliche Stäbchen darstellen. Vergr. 350fach.

Trichozyten der Paramazien entsprechen also weitgehend den Hüllsubstanzstäbchen der Colpidien, nur mit dem Unterschiede, daß sie bereits als geformte Elemente im Körper der Paramazien präformiert sind, während die Hüllsubstanz der Colpidien erst im Augenblick ihres Austrittes aus dem Körper die alsdann sichtbar werdende Struktur erhält. Weitere Beweise für diese Ableitung der Trichozyten von Tektinstäbchen liefern Beobachtungen an anderen Ziliaten. Hier finden sich alle möglichen Übergänge, die zwischen typischer Hüllen- und typischer Trichozytenbildung vermitteln. Ich führe als einziges Beispiel nur *Loxocephalus granulatus* S. Kent (Abb. 12) an, dessen Tektinstäbchen einerseits noch zu richtigen Hüllen verkleben können, andererseits aber durch ihr kolossales Quellungsvermögen bereits äußerst trichozytenähnlich sind. Auch bei Flagellaten finden sich ähnliche Zwischenstufen, indem trichozytenähnliche Stäbchen ausgestoßen werden, die zu einer die Individuen umgebenden Schleim- oder Gallert-hülle zusammenfließen. Hierher gehören beispielsweise die Schleimhüllen, mit denen sich viele *Euglena*arten zeitweise umgeben. Man kann sich davon leicht experimentell überzeugen, wenn man geeignete Formen auf die bekannte Weise in Tuschelösung mit Jod behandelt (Abb. 13 und 14).

Es soll mich freuen, wenn die geschilderten Versuche recht häufig wiederholt und viel-

fältig nachgeprüft werden. Führen sie doch in ein neues Gebiet der Protozoenphysiologie, das noch viele, reiche Ausbeute verspricht. Das Tektin, dieses bisher kaum

beachtete Stoffwechselprodukt des Protoplasmas, bildet nämlich nicht nur die Grundlage für Gehäuse- und Zystenbau sowie

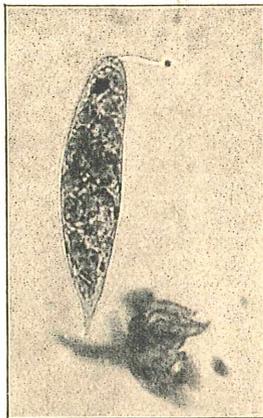


Abb. 13.

Abb. 13. *Euglena* spec. Der Flagellat hat in Tuschelösung bei Jodbehandlung ein Bündel trichozytenähnlicher Stäbchen ausgestoßen (rechts unten). (Vergr. 500fach.)

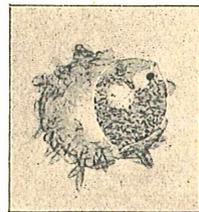


Abb. 14.

Abb. 14. Ein anderes Individuum der gleichen *Euglena*art, das sich nach Jodzusatze zur Tuschelösung unter Abkugelung mit einer aus verquollenen Stäbchen zusammengesetzten Hülle umgeben hat. Vergr. 500fach.

für die Trichozytenbildung, sondern seine Bedeutung reicht weiter und gewährt Aufschluß über noch manch andere, früher nicht durchschaubare Erscheinungen des Lebens der Einzelligen. Hierüber hoffe ich in einem späteren Aufsatz berichten zu können.

Mikrokristallisationen.

Von Dr. A. Erdenbrecher.

Den Philosophen des Altertums war die Kristallisierbarkeit und die Kristallgestalt der in der Natur vorkommenden Stoffe nicht entgangen, besonders wenn diese recht stabil als Edelsteine und Mineralien auftraten. Man ahmte ihre Gestalt sogar durch künstliche Glasschliffe nach. Allerdings war die Wissenschaft ihrer Entstehung noch recht beschränkt, wie auch heute noch die Entstehungsgeschichte vieler Mineralien in Dunkel gehüllt ist. So berichtet Plinius, daß zur Entstehung von Bergkristall klare Flüssigkeit, Schnee und große Kälte nötig seien. Wissen wir heute, daß Plinius sich diese Aufgabe etwas zu leicht gedacht hat, so sind die

Meinungen über die Entstehung dieses Minerals auch heute noch geteilt.

In neuerer und neuester Zeit haben Untersuchungen über chemische Gleichgewichte in Lösungen und über Kristallisationsvorgänge im besonderen in der Praxis eine große Rolle gespielt. Es braucht nur erinnert zu werden an die klassischen Arbeiten von v a n t' H o f f und seiner Schule über die ozeanischen Salzablagerungen. Sie ebneten der Kaliindustrie den Weg zur Höhe. Denken wir andererseits an den noch jetzt lebenden Dr. W u l f f - P a r c h i m, der durch seine Untersuchungen den Grund zu der neueren Kristallisationstechnik in der Zuckerindustrie legte.

Doch die Zeiten haben sich geändert. Wohl den wenigsten steht ein modern eingerichtetes Institut zur Verfügung wie van't Hoff, noch kann man sich den Luxus gestatten, in Hektolitern Flüssigkeit faustgroße Kristalle zu züchten wie Dr. Wulff. Aber mancher wird wohl noch ein Mikroskop zur Verfügung haben, und wer vollends noch ein Polarisationsmikroskop besitzt, der kann, chemische Kenntnisse vorausgesetzt, sich manche Stunde stillen Genusses verschaffen

sehen, wie dies in speziellen Fällen zu machen ist.

Ferner erhält man übersättigte Lösungen durch Abkühlen der heiß gesättigten Lösungen (am besten langsam) oder durch Zugabe von Löslichkeitsverringernenden Zusätzen, die indifferenten Natur sein können oder die aus Stoffen bestehen, die Jonen mit der auszukristallisierenden Substanz gemeinsam haben. Man spricht im letzten Fall vom Aussalzen der Substanz. Man muß also, ehe man zu Kristallisationsversuchen mit einem bekannten Körper schreitet, sich unterrichten über die Löslichkeitsbedingungen dieses Körpers, um die eigenen Versuche danach anstellen zu können. Liegt ein neuer Körper vor, so wird man sich durch Versuche, vielfach am besten durch Mikroversuche (Versuche mit kleinen Mengen) ein Bild der Löslichkeitsverhältnisse machen müssen.

An der Hand der Löslichkeitskurven (s. Abb. 1) bekannter Stoffe wollen wir einige konkrete Fälle behandeln.

Trägt man auf der horizontalen Achse eines Koordinatensystems die Temperaturen, auf der senkrechten Achse die Sättigungskonzentrationen der betreffenden Stoffe auf, so erhält man für jeden Stoff eine charakteristische Kurve.

Von den meisten Stoffen sind genaue Löslichkeitskurven noch nicht aufgestellt, zumal wenn man bedenkt,

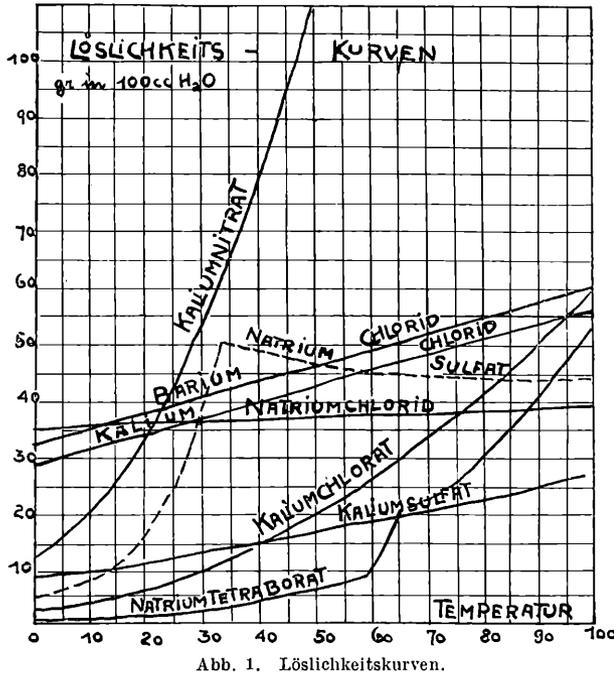


Abb. 1. Löslichkeitskurven.

durch Beobachtung der Kristallisationsvorgänge in kleinen und kleinsten Präparaten.

Entwickeln wir vorerst ganz im allgemeinen die Grundlagen der Kristallisationstechnik.

Eine kristallisierbare Substanz kristallisiert aus ihrer Lösung, wenn die Lösung in bezug auf diese Substanz übersättigt ist, das heißt, wenn in dem Lösungsmittel mehr Stoff gelöst ist, als dieses unter normalen Bedingungen aufzunehmen vermag. Diese Übersättigung kann im allgemeinen bewirkt werden durch Entzug von Lösungsmitteln. Dies kann durch Verdampfen oder durch einen anderen Vorgang geschehen. Dieses Verfahren wird man besonders dann anwenden, wenn Substanzen vorliegen, deren Löslichkeit sich mit der Temperatur wenig ändert. Wir werden dann später

daß Wasser nicht das einzige Lösungsmittel ist und daß die Löslichkeit in anderen Lösungsmitteln eine ganz andere sein kann. Die abgebildeten Kurven (Abb. 1) veranschaulichen die Löslichkeitsverhältnisse einiger Substanzen in Wasser als Lösungsmittel. Schon auf den ersten Blick erkennt man drei Typen von Kurven. 1. Den Typus der Kurve des Chlornatriums, die fast horizontal verläuft und auf eine Löslichkeit hindeutet, die von der Temperatur nur wenig beeinflusst wird. 2. Den Typus der Kaliumnitrat-Kurve mit durch Temperatur gesteigerter Löslichkeit, 3. Den Typus der Natriumsulfat-Kurve, die Unstetigkeiten aufweist. Diese weisen immer darauf hin, daß die Grundsubstanz in verschiedenen Kristallformen vielleicht mit verschiedenem Wassergehalt auftritt. Auch die

Kurve des Natriumtetraborats zeigt eine Unstetigkeit als Zeichen des Auftretens einer niedrig gewässerten Form. Wir kommen zuerst zu Salzen vom Typus des Natriumchlorids, des Kochsalzes, das ja seinen Namen

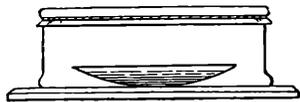


Abb. 2. Abgeschnittenes Becherglas mit Filtrierpapier bespannt.

davon hat, daß es durch Verkochen der Sole gewonnen wird und nicht, wie man fälschlicherweise glaubt, weil es zum Kochen benutzt wird. Diese Salze werden wir am besten durch Verdunsten des Lösungsmittels zur Kristallisation bringen, wie dies ja im großen bei der Gewinnung des Kochsalzes geschieht. Auf ein flaches Uhrglas oder direkt auf einen Objektträger bringt man einige Tropfen der Lösung, größere Kristallmengen erzielt man in einem flachen Schälchen. Man läßt bei gewöhnlicher Temperatur abdunsten und bedeckt das Uhrglas mit einem abgeschnittenen Becherglas, das man mit Filtrierpapier bezogen hat (Abb. 2). Diese Anordnung gewährleistet ein langsames Verdunsten unter Ausschluß von Staub.

Nötigenfalls kann man mit einigen kleinen Kriställchen impfen. Zur Erlangung der ersten Impfkristalle läßt man einige Tropfen Lösung schnell in einem Vakuumexsikkator eindunsten. Manche Substanzen vertragen dagegen die Kohlensäure der Luft nicht, ebenso vielleicht nicht ein zu langsames Abdunsten, da sie sich zersetzen. In diesem Fall bringt man auf einem Objektträger oder auf flachem Uhrglas im neutralen Vakuumexsikkator zur Kristallisation. Hat man einen gut schließenden Exsikkator, so kann man ihn unter Vakuum über Nacht stehen lassen. Besser ist es natürlich, wenn man unter stetiger Kontrolle kristallisieren läßt. Sind Substanzen gegen Licht empfindlich, so umhülle man den Exsikkator lichtdicht, wenn man einen solchen aus farbigem Glas nicht zur Verfügung hat. Beim neutralen Vakuumexsikkator (Abb. 3) steht in der den Boden bedeckenden Schwefelsäure ein weit-halsiges Erlentmeyerkölbchen mit fester Kalilauge, die verhindern soll, daß gegebenenfalls auftretende saure Dämpfe dem Präparat Schaden zufügen. Er hat sich sehr bewährt.

Die Kurven des Kaliumnitrats und Kaliumchlorats steigen stark an und machen

wahrscheinlich, daß man aus bei höherer Temperatur gesättigten Lösungen beim Abkühlen Kristallisationen erwarten darf. Ein möglichst langsames Abkühlen ist anzustreben, da hierdurch bei geringerer Anzahl der Kristallisationszentren die Kristalle an Größe gewinnen. Man hüte sich, die einmal eingesetzte Kristallisation zu stören. Wohl die meisten Substanzen zeigen ein ähnliches Verhalten. Besonders schön gelingt die Kristallisation beim Kaliumchlorat ($KClO_3$). Jedoch ist manchen Substanzen ein Erwärmen wenig zuträglich, so daß man andere Methoden ersinnen muß.

Vielfach fallen die Substanzen aus wässriger Lösung durch Hinzufügen von Methylalkohol, Äthylalkohol, Glycerin, Pyridin usw. aus. Man soll überhaupt weniger vor organischen Lösungsmitteln zurückschrecken.

In vielen Fällen tut es Wasser allein nicht. Diese Versuche kann man direkt auf dem Objektträger anstellen. In größeren Portionen mißt man die Flüssigkeiten mit in $\frac{1}{100}$ ccm geteilten Pipetten, wie sie von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos geliefert werden. Jedoch wird in den meisten Fällen bei der spontanen Kristallisation die Ausbildung der Kristalle viel zu wünschen übrig lassen. Es bildet sich vielfach ein dicker Filz von Nadeln, die zur mikroskopischen Bestimmung wenig geeignet sind. Will man größere Kristalle auf diese Weise züchten, so empfiehlt es sich, Flüssigkeitsmengen von einigen Kubikzentimetern anzuwenden und diese langsam ineinander diffundieren zu lassen. Vielfach läßt man zur Lösung aus einem tropftrichterähnlichen Instrument die Flüssigkeit langsam hinzutreten (Abb. 4). Natürlich muß alles erschütterungsfrei aufgestellt werden. Die sich im Laufe der Zeit abscheidenden Kristalle nimmt man mit Hilfe eines engen Röhrchens aus der



Abb. 3. Neutraler Vakuumexsikkator.

Mutterlauge und bringt sie auf einen Objektträger, wo sie mit einer indifferenten Flüssigkeit von der noch anhaftenden Mutterlauge durch Abspülen befreit werden. Man wird auf solche Weise labile Substanzen wie Perborate, Perkarbonate usw. isolieren können,

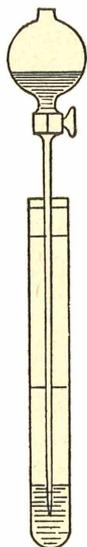


Abb. 4.
Apparat
zur Diffu-
sion von
Flüssig-
keiten.

wenn man es nicht vorzieht, sie im Vakuum zur Kristallisation zu bringen. Manche Substanzen wie die Chloride des Kalziums und des Magnesiums kann man aus Alkohol umkristallisieren oder man fällt sie aus alkoholischer Lösung durch Zusatz von Äther aus wie das Kalziumpersulfat. Man muß aber immer dabei berücksichtigen, daß gegebenenfalls das Lösungsmittel sich am Aufbau des Moleküls beteiligt. Will man aus alkoholischer Lösung abdunsten, so leistet ein Vakuumexsikkator mit wasserfreiem Chlorkalzium beschied gute Dienste, da das Chlorkalzium den Alkohol chemisch bindet.

In anderen Fällen wird man mit der Methode des Aussalzens zum Ziel kommen. Jedoch ist dabei zu beachten, daß nicht etwa das aussalzende Agens mit der auszusalzenden Substanz Komplexe bildet, wie es bei den Cyaniden leicht vorkommt. Es kristallisieren dann nicht die einfachen Substanzen aus, sondern mehr oder minder hochmolekulare Komplexverbindungen. So entstehen durch Versetzen von Kupfercyaniden mit Cyankali eine Reihe wenig erforschter Körper, deren Farbe von weiß über grün bis permanganatfarben variiert. Ein Hinzufügen von Alkohol macht die Sache noch viel komplizierter, da auch er in das Molekül mit eintritt. Also Vorsicht ist in diesen Fällen geboten.

Bariumchlorid kann man aus wässriger

Lösung mit konzentrierter Salzsäure ausfällen. Hier ist es das Anion, das Löslichkeitsvermindernd wirkt. In anderen Fällen bei den Salzen der Alkalien wird man sich des Kations als aussalzenden Mittels bedienen. So erhält man schöne Soda-, Borax- und Natriumsilikat-Kristalle durch Hinzufügen von Natronlauge zur wässrigen Lösung dieser Salze. Dabei drängt die Natronlauge noch die Hydrolyse zurück, die sich bei Salzen schwacher Säuren unangenehm bemerkbar macht. Es kann allerdings durch einen zu starken Zusatz von Alkali der Wassergehalt des Salzes verändert werden, wie wir dies bei den Natronsilikaten gesehen haben (vergl. Mikrokosmos 1921/22, H. 3). Vielfach muß man die Methoden kombinieren, um zum Ziel zu kommen. Einige Beispiele mögen dies erläutern.

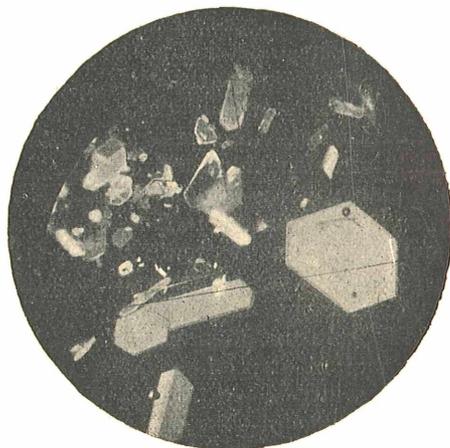


Abb. 6. Kristalle eines Borats, das aus stark alkalischer Lauge auskristallisierte.

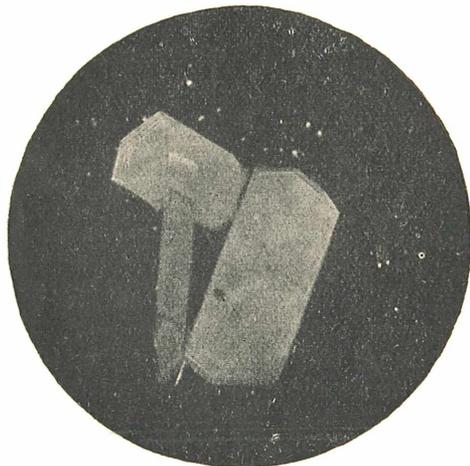


Abb. 5. Kristalle des neunfach gewässerten Natriumsilikates.

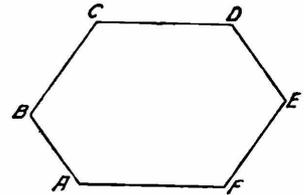
Mikrokristallisationsversuch mit dem neunfach gewässerten Natriumsilikat. In 5 ccm einer Lauge von 3 gr NaOH in 10 ccm H_2O werden 2—3 gr $Na_2SiO_3 \cdot 9H_2O$ gelöst und die Lösung in einem flachen Schälchen in einen Exsikkator ohne Beschickung gebracht, so daß hier keine Entwässerung eintritt.

Nach einigen Tagen bilden sich am Boden und auch an der Oberfläche harte, scharfkantige Kristalle. Man bringt eine Anzahl dieser Kristalle und etwas Mutterlauge auf einen hohlgeschliffenen Objektträger und kittet ein Deckglas darüber. Dadurch daß man die Substanz abwechselnd von einem warmen in einen kalten Ort bringt, erzielt

man, daß sich die kleinen Kristalle unter Vergrößern der großen auflösen, die dann bei schöner Ausbildung der Kanten gemessen werden können. In Abb. 5 sehen wir eine Gruppe solcher Kristalle des $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ im polarisierten Licht aufgenommen (Vergr. 50fach). Die hellen Punkte sind die letzten Reste der durch den abwechselnden Erwärmungs- und Abkühlungsvorgang aufgelösten kleinen Kristallindividuen. Sie löschen gerade aus. Die Winkel an der Spitze betragen $142^\circ 30'$. Sehr schön sind die Interferenzstreifen der abgeschrägten Randflächen sichtbar als Zeichen einer scharfen Aufnahme. Daß bei weiterer Vermehrung des Alkali niedere Hydrate mit den ihnen eigentümlichen Formen auftreten, haben wir schon im Mikrokosmos 1924/22 gesehen,

ähnliche Umwandlungsprozesse hoffen dürfen, wie wir solche bei den Natriumsilikaten beobachtet haben und die uns Kristalle von hervorragender Schönheit geliefert haben, wie wir sie in Abb. 8 sehen. Es ist dies ein Umwandlungsprodukt des 6Hydrats mit einer ganz besonderen Kristallform. Wegen der schiefen Auslöschung wurde er früher

$\angle ABC = 112^\circ$
 $\angle BCD = 123^\circ$
 $\angle CDE = 126^\circ$
 $\angle DEF = 112^\circ$
 $\angle EFA = 123^\circ$
 $\angle FAB = 126^\circ$
 Schiefe der Auslöschung zu AF und CD circa 7°



$\angle DAB = 123^\circ 30'$
 $\angle ABC = 56^\circ 30'$
 Auslöschungsschiefe zu AD ca. 7° .

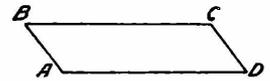


Abb. Ausgemessener Kristall von $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times \text{H}_2\text{O}$.

als monoklin angesehen, während wir rhombische Kristalle mit monoklinem Habitus vor uns haben (nach Geheimrat Prof. Dr. Lenk, Erlangen). Die stumpfen Winkel sind wiederum $142^\circ 30'$. Ein weiteres Schulbeispiel wollen wir noch anführen.

Von dem Kalziumpersulfat ist bekannt, daß es kaum kristallisiert zu erhalten ist. Es wird erhalten durch Umsetzen von gelöschtem Kalk mit Ammoniumpersulfat unter Entwicklung von Ammoniak. Die innigst vermischte Reaktionsmasse wird zur Beschleunigung der Reaktion mit etwas Wasser befeuchtet und salbenartig verrieben. In einen Vakuumexsikkator über Schwefelsäure gebracht, wird die Reaktionsmasse

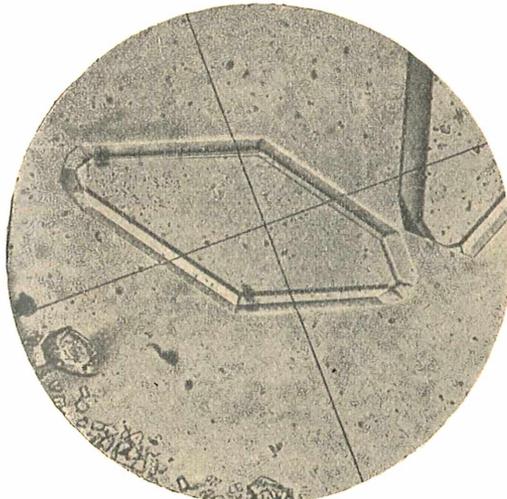


Abb. Das Umwandlungsprodukt des 6Hydrats eines Natriumborats.

ich habe dort darauf aufmerksam gemacht, daß ähnliche Verhältnisse bei den Natriumtetraboraten vorliegen müßten. Abb. 6 bestätigt dies. Sie stellt ein neues Borat dar, das aus stark alkalischer Lauge auskristallisierte. Schmelzpunkt etwa 115° . Abb. 7 zeigt den ausgemessenen großen Kristall. In anderen Präparaten treten Kristalle auf, wie sie Abb. 6 zeigt, jedoch scheint der Winkel von $123^\circ 30'$ charakteristisch zu sein. Die Substanz neigt zu Zwillingsbildung, wie an dem halb hellen, halb dunklen Kristall zu sehen ist. Chemisch ist die Substanz noch nicht näher definiert. Es dürfte aber ein niederes Hydrat des Natriumtetraborats sein und wir werden auf

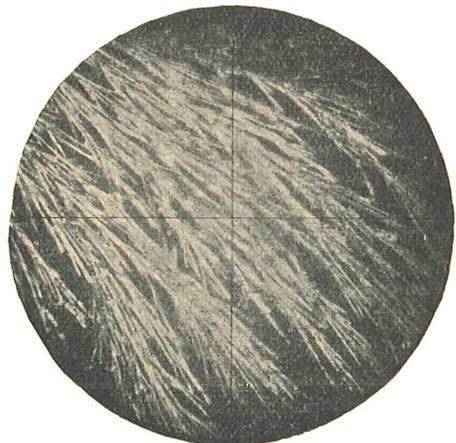


Abb. 9. Kristalle des Kalziumpersulfats.

bald fest. Das Ammoniak wird durch die Schwefelsäure absorbiert. Sie besteht in der Hauptsache neben unzersetzten Substanzen und Gips aus Capersulfat.

Ein Körnchen von dem Reaktionsgemisch verrieb ich auf einem Objektträger mit Alkohol, nach kurzer Zeit setzte Kristallisation ein. Das Capersulfat war in Alkohol löslich (was bis jetzt noch nicht bekannt war) und kristallisierte in charakteristischen Kristallen aus. Allerdings ist das Capersulfat sehr unbeständig und zerfällt schon in alk. Lösung unter Abscheidung von Gips. Bringt man zu einigen $\frac{1}{10}$ g trockenem Reaktionsgemisch 1 ccm Alkohol und läßt absitzen, so kristallisiert aus einigen Tropfen der abgeheberten klaren Flüssigkeit im Vakuumexsikkator das

Kalziumpersulfat in charakteristischen Kristallen aus (Abb. 9).

Aus den wenigen Beispielen können wir schon sehen, daß Arbeiten mit dem Polarisationsmikroskop gegenüber anderen rein chemischen Methoden viel Zeit und Arbeit sparen. Freilich muß man sich anfänglich in Geduld fassen, diese wird aber fast immer belohnt.

Vorliegende Versuche wurden in der Hauptsache in dem chemischen Institut der Universität Erlangen ausgeführt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, dem dortigen Mikrokristallographen, Herrn Dr. E. Diepolder, für seine Anregungen und freundliche Hilfe meinen Dank auszusprechen.

Messung der Deckglasdicke auf mikroskopischem Wege.

Von Prof. Dr. Alois Herzog, Dresden.

Der Einfluß der Deckglasdicke auf die Güte der mikroskopischen Abbildung ist zwar allgemein bekannt, aber praktisch noch viel zu wenig berücksichtigt. Bei schwachen und mittleren Objektiven spielt die Deckglasdicke allerdings keine ausschlaggebende Rolle, desto mehr machen sich aber schon geringfügige Abweichungen von der vorgeschriebenen Glasdicke bei starken Objektiven mit hohen Aperturen während bemerkbar. In dieser Hinsicht erweisen sich Versuche mit der Abbeschen Testplatte als sehr lehrreich, wo mittels des sogenannten „empfindlichen Strahlenganges“ der Einfluß der Deckglasdicke auf die Güte des mikroskopischen Bildes in überzeugender Weise dargetan werden kann. Stellt man z. B. den Korrektionsring eines Zeißschen Apochromaten $f = 4$ mm auf den Teilstrich 18, so werden nur dann brauchbare Bilder erhalten, wenn die Deckglasdicke etwa 0,18 mm beträgt; darüber und darunter leidet die Güte des mikroskopischen Bildes in dem Maße, als man sich von diesem Werte entfernt. Die Verschlechterung äußert sich teils in einer mehr oder weniger unscharfen farbigen Begrenzung des abgebildeten Objekts, teils in einem allgemeinen, die Klarheit des Bildes sehr ungünstig beeinflussenden Schleier, der das ganze Gesichtsfeld gleichmäßig bedeckt. Die Abbildungsfehler und der das Bild be-

deckende Schleier treten besonders bei mikrophotographischen Aufnahmen oder bei subjektiver Beobachtung in Dunkelfeldbeleuchtung sehr unangenehm hervor und müssen daher unter allen Umständen durch entsprechende Auswahl der zu benutzenden Deckgläser vermieden werden. Bei Ölimmersionsobjektiven übt zwar die Deckglasdicke keinen merklichen Einfluß auf die Güte des Bildes aus; sie ist aber trotzdem im Hinblick auf den nur wenige Zehntelmillimeter betragenden Abstand der Frontlinse vom Präparat sorgfältig zu beachten, da bei zu großer Dicke das Objektiv nicht genügend genähert werden kann, und es demgemäß auch zu keiner Einstellung des Präparats kommt. Insbesondere ist dieser Umstand bei den Apochromatimmersionsobjektiven von 2 und 1,5 mm Brennweite sehr zu berücksichtigen, um unliebsame Zentrierschäden der kleinen halbkugeligen Frontlinse zu vermeiden.

All dies legt dem Mikroskopiker die Pflicht auf, der Dicke der von ihm benutzten Deckgläser sein besonderes Augenmerk zuzuwenden. Wohl gestatten die mit einer Korrektionsfassung versehenen Objektive oder etwaige Änderungen der Tubuslänge einen gewissen empirischen Ausgleich des schädlichen Einflusses der Deckglasdicke; auch liefern einzelne Firmen, allerdings nur

gegen einen unverhältnismäßig hohen Preiszuschlag, Deckgläser von annähernd bestimmter Dicke, so daß also immerhin die Möglichkeit besteht, sich von besonderen Messungen unabhängig zu machen. Bei den zumeist gekauften unsortierten Gläsern sind aber die vorkommenden Unterschiede so bedeutend, daß ein etwa angegebener Mittelwert praktisch gegenstandslos ist. So zeigten drei in der letzten Zeit vom Verfasser bezogene Deckglasproben die in der beigefügten Zahlentafel angeführten Meßwerte. Aus die-

sen Angaben ist ohne weiteres zu ersehen, daß die Schwankungen tatsächlich so bedeutend sind, daß der Mittelwert zur Beurteilung im Einzelfalle keinesfalls ausreicht. Bei der in der Zahlentafel an erster Stelle erscheinenden Probe betrogen die extremen Werte 0,16 und 0,36 mm bei einer durchschnittlichen Dicke von 0,26 mm, so daß die Gläschen dieser Sorte von jeder Verwendung mit stärkeren Objektiven von vornherein ausgeschlossen werden mußten. Aber auch die an dritter Stelle genannte Probe zeigte beträchtliche Schwankungen, die sich zwischen 0,08 und 0,23 mm bewegten, so daß eine vorherige Sortierung unbedingt vorgenommen werden mußte. Etwas günstiger lagen die Verhältnisse bei der in der Mitte stehenden Probe, die aber trotz ihrer größeren Gleichmäßigkeit in der Dicke wegen ihres für die meisten Fälle zu großen Mittelwertes

Laufende Nummer	18 mm rund	18 mm quadr.	22 mm rund
	Deckglasdicke in mm		
1	0,29	0,19	0,17
2	34	17	15
3	22	21	23
4	21	19	18
5	34	18	16
6	26	20	19
7	19	22	21
8	34	18	11
9	34	21	17
10	24	21	17
11	36	22	14
12	30	24	10
13	34	14	12
14	19	22	14
15	31	21	11
16	17	17	18
17	23	17	15
18	16	14	8
19	20	20	15
20	18	21	19
21	23	23	13
22	20	22	18
23	17	21	16
24	26	21	17
25	33	19	20
26	28	20	18
27	36	19	14
28	18	21	17
29	29	19	13
30	17	20	14
Mittel	0,256	0,198	0,157
U in %¹⁾	22,8	11,6	18,4

¹⁾ U = Ungleichmäßigkeitsgrad in der Dicke. Sämtliche Messungen wurden mit einem Zeißschen Deckglastaster ausgeführt.

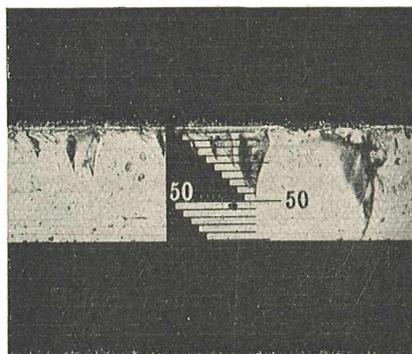


Abb. 1. Deckglas behufs mikroskopischer Dickenmessung auf die Kante gestellt (zwischen zwei, auf einem Objektträger befindliche Stabilitätklötzchen stehend eingesetzt). Der Teilwert des im Okular befindlichen Stufenmikrometers nach Metz ist auf genau 10 μ eingestellt. Das hell auf dunklem Untergrund erscheinende Deckglas bedeckt rund 15 Teilstriche des Mikrometers; mithin beträgt seine Dicke 15mal 10 = 150 μ , = 0,15 mm. Vergr. 100fach.

von etwa 0,20 mm (gegenüber der erforderlichen Dicke von etwa 0,16–0,18 mm) auch nicht unsortiert zu verwenden war.

Die Verfahren der Dickenmessung sind an sich längst bekannt, so daß sich an dieser Stelle besondere Ausführungen erübrigen. Mit Rücksicht auf die zurzeit immerhin beträchtlichen Kosten der zu diesem Zweck in der Regel angewandten „Taster“ und ähnlichen Einrichtungen dürfte es aber angebracht sein, auf eine einfache mikrometrische Meßmethode aufmerksam zu machen, die von jedem Mikroskopiker ohne weiteres benutzt werden kann. Sie besteht darin, das Deckglas auf die Kante zu stellen und mit

einem Okularmikrometer in üblicher Weise auszumessen. Um das Gläschen rasch in die für die Messung in Betracht kommende senkrechte Lage zu bringen und es in dieser zu erhalten, bediene ich mich einer einfachen Hilfsvorrichtung, die aus einem gewöhnlichen Objektträger und zwei Klötzchen mit senkrechten Seitenwänden besteht. Besonders gut eignen sich zu diesem Zweck die zum Aufkitten von Paraffinblöcken vielfach benutzten Stabilitklötzchen oder die kleineren Steine eines Ankerschen Steinbaukastens. Eines der Klötzchen wird auf dem Objektträger mit Kanadabalsam befestigt, das andere nur lose aufgesetzt. Zwischen beide wird das seiner Dicke nach auszumessende Deckglas stehend eingesetzt und der bewegliche Klotz dicht angeschoben. Unter dem Mikroskop erscheint nunmehr das von unten in gewöhnlicher Weise beleuchtete Deckglas hell auf dunklem Untergrunde, so daß die Messung mit einem gewöhnlichen Okularmikrometer rasch und genau ausgeführt werden kann (siehe Abb.). Selbstverständlich kann die Messung, falls es gewünscht werden sollte, auch auf hellem Untergrunde vorgenommen werden; in diesem Falle ist das Deckglas nur zum Teil zwischen die Klötzchen zu schieben und die Messung an dem vorstehenden Teil auszuführen. Auch können mehrere Deckgläschen gleichzeitig eingeschoben und durch Verschieben des Objektträgers nacheinander ausgemessen werden, was eine wesentliche Abkürzung der Arbeit gegenüber den Deckglasastern bedeutet, bei denen jedes Gläschen für sich eingespannt werden muß. Ebenso kann an fertigen Dauerpräparaten ohne Lackverschluß auf dem angegebenen

Wege die Deckglasdicke genau bestimmt werden, und zwar sicherer und wesentlich einfacher, als es nach dem Verfahren von **Chaulnes** mit Hilfe der geteilten Mikrometerschraube möglich ist. Allerdings darf das Deckglas nicht zu weit vom Rande des Objektträgers abstehen, da es sonst dem Objektiv nicht genügend genähert werden kann. Natürlich können auch andere, vorzugsweise flächenförmig gestaltete Gebilde (Papier, Gewebe, Blech usw.) nach diesem Verfahren sehr rasch ihrer Dicke nach ausgemessen werden.

Um die Messung ohne jede Umrechnung zu bewirken, empfiehlt es sich, den Teilwert des Okularmikrometers so einzustellen, daß er die wahre Dicke unmittelbar abzulesen gestattet. Bei dem von der Firma **Leitz-Wetzlar** gelieferten Okularmikrometer nach **Metz** ist dies ohne weiteres möglich, sobald nur ein dem **Zeißschen** Achromaten A entsprechendes Objektiv benutzt wird und der Tubus des Mikroskops durch Ein- oder Ausziehen so lange verschoben wird, bis der Teilwert genau 10μ beträgt. Die Teilung nach **Metz** ist schon deshalb anderen vorzuziehen, weil sie sehr kontrastreich ist und das Auge auch bei längerer Arbeit nicht ermüdet. Seitliche Verschiebungen des Plättchens im Okular (Meßtrommelokular) sind zwar mit Rücksicht auf die sonst etwas lästige Einstellung des Präparats auf einen Hauptstrich der Teilung sehr erwünscht, aber nicht unbedingt erforderlich. Werden zahlreiche Messungen hintereinander ausgeführt, so ist es angezeigt, den Objektträger mit Hilfe der gewöhnlichen Objektischklammern gut zu befestigen, um die sonst nötigen Drehbewegungen des Okulars nach Möglichkeit zu vermeiden.

Bücherschau.

Von dem unter Zoologen weitbekannten **Taschenbuch der mikroskopischen Technik**, dessen 8. Aufl. wir erst im vorigen Jahrgang besprochen, ist von **B. Romeis** soeben die 9. und 10. Aufl. erschienen (1922, Mchen. und Bln. R. Oldenbourg). Dieses unentbehrliche Handbuch ist bedeutend vermehrt worden, besonders hervorzuheben ist der neu hinzugekommene Anhang, mit dem eine übersicht-

liche Zusammenstellung der für den Anfänger zu empfehlenden Methoden gegeben wird. -- Das botanische Gegenstück hierzu bildet die größere, weil ausführlichere **Botanische Mikrotechnik**. Ein Handbuch d. mikroskop. Arbeitsverfahren von Dr. **Hans Schneider** (des gleichnamigen Werkes von Professor A. Zimmermann, Auflage) (1922, Jena. G. Fischer). Dr. St.

Aus der Lebensgeschichte der Flechten.

Von Dr. H. Gams.

II.¹⁾

Über die Doppelnatur der Flechten und die auf ihr beruhenden Neubildungen in Form und Inhaltsstoffen ist seit 1860 außerordentlich viel geschrieben worden, und es kann nicht unsere Aufgabe sein, auch nur die wichtigsten Untersuchungen über Physiologie und Fortpflanzung der Flechten hier zu referieren. Eine treffliche Übersicht über die bis 1906 erschienenen Arbeiten gibt M. F ü n f s t ü c k in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ von Engler und Prantl, ein Referat über die von 1910 bis 1919 erschienenen G. M. B i o r e t in Revue générale de Botanique XXXIII (1921), und ein zusammenfassendes Lehrbuch ist soeben von Annie Lorrain Smith in der Serie der botanischen Handbücher von Cambridge herausgekommen (Lichens, Cambridge 1921). Von den Untersuchungen, die sich mit der Herkunft der Flechten befassen, seien die von A. H. Church hervorgehoben (in Journal of Botany LVIII, 1920 und LIX, 1921). Er spricht den ohnehin nur in wenigen tropischen Formen bekannten „Basidolichenen“ (= Hymenolichenen) die echte Flechtennatur ab, da in ihnen der Pilz (eine Telephoracee) durch die Algen kaum verändert sei. Die Pilze der „Ascolichenen“, also der „eigentlichen“ Flechten, leitet er von marinen Rotalgen ab, die zu unselbständiger (teils mehr saprophytischer, teils mehr parasitischer) Lebensweise übergegangen seien. Tatsächlich erinnert auch die in den letzten Jahren u. a. von Fr. M. Bachmann und M. u. T. Moreau untersuchte geschlechtliche Fortpflanzung verschiedener Flechtenpilze ebenso wie z. B. die der auf Insekten schmarotzenden Laboulbeniaceen (vgl. Mikrokosmos IX, 1915/16, S. 63 und X, 1916/17, S. 105) auffallend an diejenige der Rhodophyceen, unter denen auch saprophytische und parasitische bekannt sind. Es sei hier erinnert an die merkwürdige Blutalge *Porphyridium cruentum*, die auf nitratgedüngten Stellen, besonders am Grund feuchter Stallmauern in Dörfern und Städten blutfleckähnliche Überzüge bildet und wahrscheinlich — trotz wiederholt geäußerten abweichenden Meinungen — eine zum Landleben übergegangene primitive (d. h. noch den Blaualgen nahestehende) Rotalge darstellt. Wir werden später sehen, daß Stickstoffverbindungen, besonders Nitrate, auch

für viele der gemeinsten Flechten einen Hauptnährstoff darstellen. Wann die ersten Flechten entstanden sind, wissen wir nicht, sichere Reste sind erst aus dem Tertiär (besonders aus dem Bernstein) und jüngeren Ablagerungen bekannt, zweifelhafte schon aus Trias und Kreide. (Vgl. R. S e r n a n d e r, Subfossile Flechten. Flora CXII, 1918.) Es scheint, daß auch heute noch neue Flechten entstehen. Eine solche ganz junge Vereinigung, neben der man meist auch Pilz und Alge freilebend antrifft, ist z. B. die von Elizabeth A c t o n näher studierte *Botrydina* (Abb. 2), die krümelige, rein grüne Überzüge auf morschen Baumstrünken und besonders an den Wänden von Torfstichen bildet und die bei ihrer Häufigkeit — ebenso wie das vorgenannte *Porphyridium* — jedem Interessenten zur mikroskopischen Untersuchung empfohlen sei. Die ihren Hauptbestandteil bildende Alge gehört zur Gattung *Coccomyxa*, von der Chodat mehrere Arten auch aus so hochstehenden Flechten wie *Sphaerophorus coralloides*, *Cladonia gracilis* und *Solorina saccata* isoliert hat. Übrigens kann man auch z. B. bei *Cladonia*-Arten in Hochmooren oft beobachten, wie sich zuerst auf Torf- und Laubmoosen ein grüner Algenschleim, hauptsächlich aus *Coccomyxa* gebildet, ausbreitet, die Moose zum Absterben bringt und die Unterlage für die Strauchflechten bildet. Eine Übersicht über die wichtigsten Flechtengonidien gibt Dr. L. S á n t h a in Mikrokosmos XIII, 1919/20, S. 177. Von neueren Arbeiten über solche seien die von O. Trébooux (in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXX, 1912, S. 69—80), R. Chodat (in Beitr. z. Kryptogamenflora der Schweiz IV 2, 1913), Fr. E l f v i n g (in Acta Soc. Scient. Fennicae XLIV, 2, 1913), A. Letellier (Diss. Genf, 1917) und F. und M. Moreau (in Revue générale de Botanique XXXIII, 1921) nachgetragen. Während E l f v i n g noch 1913 und der um die Kenntnis der Flechtenstoffe hochverdiente O. Hesse noch 1911 die Gonidien für Produkte des Flechtenpilzes hielten, konnten die anderen Autoren durchwegs die Theorie S c h w e n d e n e r s aufs neue bestätigen. Über das Verhältnis zwischen Pilz und Flechte haben u. a. auch F. T o b l e r (in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXVII, 1909 und XXIX, 1911) und E. Bachmann (ebenda XXXVI, 1918, S. 150—156) wertvolle Beiträge geliefert. Letzterer fand z. B., daß *Trentepohlia*, die Gonidie der gemeinen Kalkflechte *Gyalecta*, nicht nur, wie auch der Verfasser häufig beobachten konnte, neben, sondern auch in den Flechtenthalli mit völliger Selbständigkeit auftreten kann.

¹⁾ I. in Jahrg. XV, H. 10 S. 187. Bei Abb. 1, S. 188 muß es heißen Flechtentypen statt „Krustenflechten“, zu denen nur die Typen der oberen Reihe gehören.

Während die Mannigfaltigkeit der Form bei den Flechten ziemlich beschränkt ist und nur wenig über die ihrer Komponenten hinausgeht (G o e b e l nennt sie sogar ärmlich im Vergleich mit der der Algen, vgl. Organographie der Pflanzen I 1, 1913, S. 62), ist die Zahl der bisher nur von Flechten bekannten Stoffe außerordentlich groß. So waren schon 1900 hauptsächlich durch W z o p f und O. H e s s e gegen 70 „Flechtensäuren“ mehr oder weniger genau bekannt geworden (vgl. die Übersicht bei F ü n f s t ü c k in Engler und Prantl, ferner die neueren Arbeiten von W. Z o p f in Ber. Deutsch. Bot. Ges. XXVI 1908 und in Liebigs Annalen der Chemie 1909, von P R a v e [Diss. Bornaleipzig 1908] und O. H e s s e in Journ. f. prakt. Chemie 1911). Viele Flechtensstoffe sind für bestimmte Arten so charakteristisch, daß ihre Farbreaktionen auch in der modernen Systematik ausgiebig Verwendung finden.

Mit dieser kurzen Übersicht über neuere physiologische Arbeiten müssen wir uns hier begnügen und wenden uns nun wieder unserer eigentlichen Aufgabe, dem Studium der Flechtenökologie zu. Die Einwirkungen der

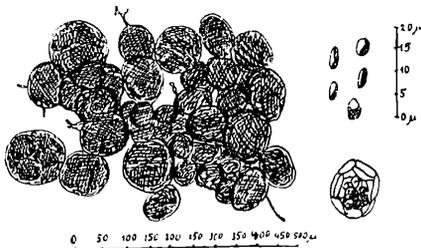


Abb. 2. *Botrydina* sp. von Torf aus einem Allgäuer Moor. Schwach vergrößerte Thalluskügelchen, ein solches nach Austritt der meisten Algenzellen und stärker vergrößerte Algenzellen. Orig.

Umwelt können wir in physikalische, chemische und biotische (d. h. solche von Lebewesen) gliedern. An erster Stelle behandeln wir das Wasser. Eigentliche Wasserbewohner sind unter den Flechten wenig zahlreich, und auch diese wenigen leben sowohl im Meer wie in den süßen Gewässern nur an solchen Stellen, die zeitweise trocken liegen. Hieher gehören Arten von *Verrucaria* (z. B. die schwarze *V. maura* der Nordseeküsten, *V. elaeomelaena* in kalkreichen und *V. hydrela* in kalkarmen Bergbächen), *Jonaspis*, *Dermatocarpon*, *Collema* u. a. Die marinen Arten leben besonders in der Brandungszone, die Süßwasserarten besonders in rasch fließenden Bächen. Bei einer solchen, der *Verrucaria margaritacea*, fand Eth. M. P o u l t o n (in Annals of Botany XXVIII, 1914), daß die Sporen schon in den Perithezien zu kleinen Hyphengeflechten auswachsen, die dann frei im Wasser treiben. Zu den amphibischen Flechten gehören besonders auch fleischige und gallertige (*Dermatocarpon*, *Collema*, *Lichina*), doch geben auch alle diese an der Luft ihr Wasser sehr rasch ab, vermögen es also nicht, wie die mit Wasser- gewebe ausgerüsteten Blütenpflanzen (*Crassu-*

laceen, *Cactaceen* u. a.) festzuhalten. Andererseits wird das Wasser sowohl in flüssiger, wie auch in dampfförmiger Form von ausgetrockneten Flechten sehr leicht aufgenommen, und zwar entweder von der ganzen Oberfläche (so bei den *Cladoniaceen*, *Collema* und vielen anderen, namentlich allen Krustenflechten) oder aber — bei Blattflechten, wie *Gyrophora*, *Parmelia*, *Peltigera*, *Physcia*, hauptsächlich auf der Unterseite und am Rand, wo bei vielen Arten besondere Wimpern ausgebildet sind. Die Aufnahme von Wasser durch solche haben u. a. Z u k a l und S i e v e r s untersucht. Die beiden Gattungen *Dermatocarpon* und *Collema* enthalten neben amphibischen Wasserflechten auch solche Arten, die an zeitweise sehr trockenen Standorten wachsen. So sind *Dermatocarpon minutum* und *Collema rupestre* charakteristisch für die Streifen, in denen Schmelz- und Regenwasser an senkrechten Kalkwänden der Alpen herabrieselt und die schon von weitem sich durch ihre schwarze Farbe von dem hellen Gestein abheben („Tintenstriche“). Beide gehören zu den schon makroskopisch leicht kenntlichen Arten. Andauernde Trockenheit ertragen die meisten Flechten besser als die Vertreter irgendwelcher anderer Pflanzengruppen, doch verhalten sich auch hierin die einzelnen Arten sehr verschieden. Von einigen gegen Dürre besonders widerstandsfähigen soll bei Besprechung der Wärme- und Windwirkung die Rede sein. Hier mag nur noch eine kleine Gruppe erwähnt werden, die Arten aus sehr verschiedenen Gruppen umfaßt, die aber alle direkte Benetzung, vor allem durch Regen, scheuen, und die daher R. S e r n a n d e r in seiner klassischen Arbeit über die Stickstoffflechten¹⁾ als O m b r o p h o b e oder Regenscheue zusammenfaßt (Abb. 3). Die meisten bilden weiße, graue oder schwefelgelbe, staubige Krusten, die größtenteils in Soredien, d. h. winzige Hyphenknäuel mit einigen Algenzellen, zerfallen. Apothezien werden bei vielen Arten nur selten gebildet, ja von mehreren kennt man sie überhaupt nicht. Man faßt diese zu einer künstlichen Gattung *Lepraria* oder *Lepra* zusammen. Hiezu gehört u. a. die im Elbsandsteingebirge als „Schwefelmoos“ bekannte und auch in den Urgebirgsalpen häufige *Lepraria chlorina* (L.) Fic. (Vgl. A. S c h a d e in Isis, Dresden 1916). Vielleicht ist sie mit *Calicium chlorinum* (Ach.) identisch, also einem Vertreter der eigentlichen Staufflechten oder *Caliciaceen*, bei denen die Schläuche nicht in Perithezien oder Apothezien gebildet werden, sondern in sog. „Mazaedien“, d. h. die Sporen werden in lockere, oft gestielte Hyphenknäuel entleert, die wie Streusandbüchsen wirken. Die Vertreter dieser Familie sind fast durchwegs ombrophob: man trifft sie in den Ritzen der dicken Borke alter Weiden und Eichen (z. B. *Calicium*-Arten), an bloßgelegten Wurzeln unter Erdüberhängen an

¹⁾ R. S e r n a n d e r, Studier öfver lafvarnes biologii I. Nitrofila lafvar. Svensk bot. Tidskrift VI 3, 1912.

Hohlwegen (z. B. *Coniocybe furfuracea*, s. Abb. 3), und vor allem in Felsklüften und Höhlen, die oft zahlreiche Arten beherbergen. Manche erinnern auffallend an die „Fruchtkörper“ von Mycetozoen, also jenen häufig zu den „Pilzen“ gestellten hochentwickelten Rhizopoden, — eines der auffallendsten Beispiele von Konvergenz bei niedrigen Organismen.

Mit Bezug auf die Temperatur ertragen viele Flechten größere Schwankungen als irgendwelche andere Pflanzen. *Parmelia conspersa* wächst ebensogut auf den sonndurchglühten Felsen der Steppen und Wüsten wie auf den Gipfeln der Alpen, der nordischen und amerikanischen Hochgebirge. Zahlreiche Flechten können im trockenen Zustand unbeschadet 50—60 Grad Wärme mehrere Stunden ertragen, und andererseits zeigen auch viele der höchsten Alpengipfel wie der nordischen Nunatakker eine reiche Flechtenflora, insbesondere viele schwarze *Gyrophora*-Arten, die z. B. im arktischen Amerika ihres Stärkegehalts wegen selbst als menschliche Nahrung dienen. Im skandinavischen Hochgebirge traf ich Arten, die in den Alpen meist nur wenige Zentimeter Durchmesser erreichen, nicht selten in Tellergröße an. Diese Arten wachsen wie viele andere nur an solchen Orten, die auch im Winter die meiste Zeit schneefrei sind und volles Sonnenlicht erhalten, also besonders an senkrechten Südwänden und Gipfelfelsen.

Im Gegensatz zu den Moosen, unter denen es sehr viele Schattenformen gibt, sind die meisten Flechten ausgesprochene Lichtpflanzen. Doch gibt es auch hier Ausnahmen, besonders unter den oben genannten Ombrophoben, die naturgemäß oft in stark geschwächtem Licht wachsen. In Höhlen von kalkarmem Gestein fand ich besonders häufig *Lepraria chlorina* und *Acarospora chlorophana*, in Kalkhöhlen besonders verschiedene *Lepraria*, *Gyalecta cupularis* und *Biatorella campestris*, in beiderlei *Psoroma lanuginosum*. J. M a h e u gibt an, 9 Flechtenarten in französischen und italienischen Höhlen bei fast völliger Dunkelheit gefunden zu haben, meist mit verkümmerten Thalli und unentwickelten Schläuchen. Für mehrere Arten (z. B. *Caloplaca murorum*) kann ich dies bestätigen. Daß die verschiedenen Waldbäume so verschiedene Flechtenfloren tragen, bei freiem Stand stets mehr als im dichten Wald, hängt auch, zum Teil wenigstens, mit dem ungleichen, bei manchen Rindenflechten ziemlich großen Lichtbedürfnis zusammen (G a l l ö e). Wieweit die verschiedenen Flechtenfarben mit dem Lichtgenuß in Verbindung stehen, ist noch unbekannt; es ist jedenfalls auffallend, daß an stark besonnten Felsen besonders viele schwarze Arten, an mittelbelichteten Rinden besonders viele graue und an schwach belichteten Standorten besonders viele schwefelgelbe Arten wachsen. Es gibt aber auch viele Ausnahmen, so z. B. die lebhaft orangerote Färbung der Unterseite bei der oberseits graugrünen *Solorina crocea*. Die gelbe und rote Farbe vieler Stickstoffflechten scheint in erster Linie durch

ihren Stoffwechsel bedingt, und der bekannteste Flechtenfarbstoff, der Lackmus von *Rocella tinctoria*, hat sicher mit dem Lichtgenuß derselben nichts zu tun. Nach Z u k a l absorbiert die Rindenschicht vieler Flechten viel mehr Licht als eine mitteldicke Epidermis höherer Pflanzen.

Auch gegen mechanische Einwirkungen erweisen sich die meisten Flechten ungewöhnlich widerstandsfähig. Daß manche selbst Glas und Quarzkristalle anzugreifen vermögen, wird bei den chemischen Beziehungen zur Unterlage darzulegen sein. Die alpinen und nivalen *Gyrophoren* u. a. trotzen dank ihrer außerordentlich zähen Rindenschicht dem heftigsten Schneegebläse, erreichen freilich ihre volle Üppigkeit nur an etwas geschützteren Stellen. Ähnlich verhalten sich die Wasserflechten zur Strömung. In stickstoffreichen Gewässern fehlen sie aber. Sowohl Wind und Wasser dienen als

Verbreitungsmittel. Nicht nur Sporen und Soredien entführt der Luftstrom, sondern es gibt eine ganze Anzahl Flechtenformen, die fast ebenso häufig oder selbst häufiger gänzlich losgelöst von der Unterlage wie fest-sitzend getroffen werden.

Parmelia convoluta sah ich auf den dürren Lösshängen des Rhonets dem Winde ebenso preisgegeben wie trockene *Nostoc*-Kolonien, und von der weit verbreiteten *P. conspersa* beschreibt C. M e r e s c h k o w s k y (im Bull. Soc. bot. de Genève 1918) eine freilebende Steppenform (f. *vaga*). Die „Manna“, von der schon im Alten Testament die Rede ist, besteht aus solchen treibenden Flechtenthalli, hauptsächlich von *Aspicilia* (*Lecanora*) *esculenta*. Aus den südrussischen Steppen führt derselbe Autor 8 weitere Mannaflechten aus derselben Gattung an. Vielleicht hängt es auch mit dem Windtransport zusammen, daß einzelne sonst nur rindenbewohnende Arten (z. B. von *Usnea* und *Ramalina*) wiederholt auf Flugsand wachsend gefunden worden sind.

Ganz besonders mannigfaltig sind die Beziehungen der Flechten zum Substrat. Es gibt vom nackten Silikat- und Kalkgestein bis zum lebenden Laubblatt und tierischen Knochen kaum ein festes Substrat von einiger Dauer, das nicht bei sonst günstigen Bedingungen von Flechten besiedelt werden könnte. Daß die Mauern und Bäume der Großstadt so kahl und oft ganz frei von Flechten sind, beruht nicht auf der Unterlage,

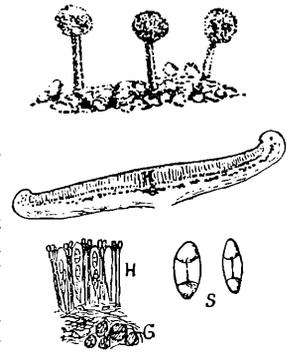


Abb. 3. Oben *Coniocybe furfuracea* (L.) Ach. in Lupenvergrößerung als Beispiel einer ombrophoben Staublechte. Unten Schnitt durch das Apothecium von *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. schwach, darüber ein Stück daraus stärker vergrößert. H = Hymenium, G = Gonidien-schicht, S = Sporen etwa 500f. vergr. Orig.

sondern auf Verunreinigungen der Luft, gegen die fast alle Flechten, mit später zu behandelnden Ausnahmen, außerordentlich empfindlich sind. Das ist auch der Hauptgrund, warum diese genügsamsten aller Pflanzen der Kultur im Laboratorium dennoch so unübersteigbare Schwierigkeiten entgegensetzen.

Während die sog. „Kieselpflanzen“ unter den Phanerogamen und Moosen in der Mehrheit lediglich kalkfliehend sind und z. B. ebenso gut wie auf Silikatgestein auf Humus gedeihen, gibt es unter den Flechten (wie auch z. B. in den Moosfamilien *Andreaeaceae*, *Grimmiaceae* und *Orthotrichaceae*) eine große Zahl, die an kalkfreie Gesteine gebunden sind. Die Beziehungen zu diesen, vor allem das Eindringen der Hyphen in die verschiedenen Mineralien und die Zersetzung dieser durch jene sind von zahlreichen Autoren, wie A. Zahnbrockner, P. Beckmann, E. Stahlecker, E. Malinowski, E. Frey und in besonders zahlreichen und eingehenden Arbeiten von E. Bachmann (die meisten in den Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. von 1904 bis 1917) untersucht worden. Während die eigentlichen Kiesel Flechten, wie z. B. viele *Rhizocarpon*- und *Biatorella*-Arten meist harte, also wenig verwitterte Gesteinsflächen stark zersetzten vorziehen, greifen sie doch zuerst die weichen Glimmer, Granaten usw. an, es vermögen aber doch auch wenigstens einzelne Arten von Krustenflechten reinen Quarz anzugreifen. Stahlecker und Friedrich beobachteten Korrosion des Quarzes durch die von dem eigentlichen Thallus ausstrahlenden Hyphen des Prothallus. Frey fand solche von *Rhizocarpon*- und *Lecanora*-Arten noch 3 cm tief in Kapillarspalten von Bergkristall, hält dagegen ebenso wie Bachmann ein direktes Auflösen von Quarz für wenig wahrscheinlich. Feldspat wird zwar auch nicht direkt angeätzt, aber die Kaolinisierung durch die Flechten sehr befördert. Bei der Besiedelung von Glas und Eisen durch Krusten- und Blattflechten handelt es sich nach den Beobachtungen des Verfassers und von Ethel Mellor (in Compt. rend. Acad. Paris 1921) nicht um besonders angepaßte Arten, sondern um vom Substrat — nicht aber von den von außen zugeführten Nährstoffen — weitgehend unabhängige Arten, die wir später unter den stickstoffliebenden näher kennen lernen werden. Nach der genannten Verfasserin können derartige Flechten durch verstärkte Kohlensäureeinwirkung z. B. die Zerstörung von Kirchenfenstern beschleunigen. Wohl aber gibt es Kiesel Flechten, z. B. mehrere *Lecidea*-Arten, in deren Stoffwechsel das in der Unterlage meist in Form von Limonit, Fe(OH)₃, vorhandene Eisen sich auffallend äußert: die sonst hellgrauen Thalli erhalten rostbraune Färbung.

Die Kalkflechten sind zwar größtenteils viel unscheinbarer als die durch Färbung und Größe oft sehr auffallenden Kiesel Flechten, übertreffen diese aber dafür, wenigstens bei nicht allzu großer Trockenheit, an Artenzahl. Ihr „Zurücktreten“ ist wörtlich zu nehmen:

während der Thallus fast aller Kiesel Flechten sich auf dem Gestein ausbreitet, also „epipetrisch“ („epilithisch“) ist, zieht er sich bei vielen Kalkflechten, z. B. aus den Gattungen *Verrucaria*, *Biatora*, *Lecidea* und *Aspicilia* mehr oder weniger vollständig in die Unterlage zurück. Eingehende Darstellungen über das Verhalten der Kalkflechten und namentlich auch der endopetrischen zu ihrem Substrat geben Zukal, E. Bachmann (in Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. VIII 1890, X 1892, XXII 1904, XXXI 1913 und XXXIII 1915) und M. Fünfstück (in Beitr. z. wissensch. Bot. I und in d. Festschr. für Schwendener). Der Kalk kann sowohl von Pilzhypen wie auch von Algenzellen (z. B. *Gloeocapsa*, *Trentepohlia*) gelöst werden und zwar nicht nur von den im Flechtenverband, sondern auch von frei lebenden. Fünfstück fand Hyphen von *Verrucaria marmorea* noch 2 cm tief im Gestein. Durch was für Säuren dieses angegriffen wird, steht noch nicht fest. Eine Eigentümlichkeit vieler Kalkflechten, die aber nach Frey auch bei Kiesel Flechten vorkommt, ist die besonders von Fünfstück untersuchte Fettspeicherung. Das Fett entsteht nach ihm aus der bei der Karbonatzerersetzung frei werdenden Kohlensäure und wird in besonderen Fett-hyphen (Sphäroidzellen) gespeichert, die oft grün und daher fadenalgenähnlich werden (so bei *Petractis clausa* = *Gyalecta exanthematica*). Das Fett scheint damit aus dem weiteren Stoffwechsel auszuschleiden.

An die Kalkflechten reihen wir eine schon genannte Gruppe, die zwar besonders häufig auf Kalk, aber auch auf Silikat, Eisen, Holz usw. gedeiht und somit vom Chemismus der Unterlage wenig abhängig erscheint. Es sind die nitrophilen oder Stickstoff Flechten. Schon seit langem haben nordische Flechtenforscher beobachtet, daß gewisse Flechten (und Luftalgen wie *Prasiola stipitata*) mit Vorliebe auf solchen Felsen wachsen, wo die Seevögel zu rasten pflegen. Die grundlegende Arbeit über nitrophile Flechten verdanken wir R. Sernander (vgl. Fußnote S. 114). Er unterscheidet ornithokoprophile oder Guano-Flechten und koniophile oder Düngerstaubflechten. Jene werden direkt von Vögeln gedüngt, diese durch düngerreichen Staub. Jene spielen eine besonders wichtige Rolle auf Strandfelsen und Gipfelfelsen der Gebirge, diese außerdem besonders auch an Alleebäumen, auf Mauern und Dächern. Eine scharfe Grenze zwischen beiden Gruppen besteht nicht, sie umfassen vielfach dieselben Arten. Fast alle stark nitrophilen Flechten bilden eine natürliche Gruppe, die J. Reinke schon 1896 als *Cyanophili* zusammenfaßte und die vor allem durch zweizellige Sporen charakterisiert wird. Außerdem enthalten viele Arten den gelben, früher fälschlich für eine Säure gehaltenen Farbstoff *Physcion* (C₁₂H₁₆O₅), ein Chinon, das aus heißer Alkohol- oder Benzollösung in ziegelroten Nadeln auskristallisiert und auch mit Alkali (z. B. Kalilauge) eine dunkelrote Farbe gibt. Es ist besonders verbreitet bei

den *Caloplacaceen* (Gattungen *Blastenia* und *Caloplaca* inklusive *Gasparrinia*) und *Theloschistaceen* (Gattungen *Xanthoria* [s. Abb. 3] und *Theloschistes*), wogegen die beiden anderen Familien der *Cyanophili* vorwiegend unscheinbar graue und braune Arten umfassen. Es sind die krustigen *Buelliaceen* (mit *Buellia* und *Rinodina*) und die *Physciaceen* (mit den meist blättrigen *Physcia*- und den strauchigen *Anaptychia*-Arten). Stark nitrophil sind aus anderen Verwandtschaftsgruppen nur einige Arten von *Placodium* (besonders das gemeine *P. saxicola*), weniger auch einzelne Arten von *Gyrophora*, *Acarospora*, *Lecanora*, *Parmelia* und *Ramalina*. Zu den stark nitrophilen gehören einige der allgerneinsten Arten wie die gelbe *Xanthoria parietina*, die orange *Caloplaca muro-rum*, die grauen *Physcia pulverulenta* und *Anaptychia ciliaris*. Diese Arten mit Ausnahme der letztgenannten zählen auch zu denjenigen Flechten, die am weitesten in die Großstädte eindringen. Als erstem scheint die Flechtenarmut in diesen dem hervorragenden finnischen Lichenologen W N y l a n d e r aufgefallen zu sein, der darüber 1866 in einer Studie über die Flechten des Jardin du Luxembourg berichtete. Ganz Ähnliches beobachtete B. K a j a n u s (Morphologische Flechtenstudien. Arkiv for Botanik X 4, 1911) in der schwedischen Stadt Landskrona, und der Verfasser in Zürich und München. Überall sind es dieselben Arten, die die Stadtluft am besten ertragen, namentlich *Physcia pulverulenta* und *Caloplaca muro-rum*. Für die gleichfalls nitrophile, aber erst an den Alleebäumen außerhalb der Vorstädte erscheinende *Xanthoria parietina* stellte W. N i e n b u r g (Studien zur Biologie der Flechten. I. Zeitschr. f. Bot. XI) fest, daß sie durch die aus Astlöchern hervordringenden Ammoniaklösungen nicht nur nicht wie viele andere Flechten und Moose geschädigt, sondern sogar gefördert wird. In anderen Fällen mögen andere Stickstoffverbindungen ähnliche Wirkung haben. Auf die von S e r n a n d e r, H ä y r é n u. a. geschilderte Flechtenvegetation auf den Vogelsitzplätzen der Meeresküsten will ich hier nicht eingehen, möchte aber darauf aufmerksam machen, daß ganz Ähnliches auch im Binnenland zu beobachten ist, nicht nur an den Brutplätzen von Lachmöwen und Enten, sondern auch auf Dächern, freiliegenden Feldsteinen und namentlich auch auf Gipffelsen. In den Alpen sind es besonders steile Kalk- und Dolomitzinnen, die durch ihre mennigrote Kappe, bestehend aus *Caloplaca elegans*, ver-raten, wie oft sie von Alpendohlen und Kolk-raben besucht werden. Diese Vogelsitzplätze bieten dem Mikrobiologen auch sonst reiche Ausbeute und dasselbe gilt von der oft sehr reichen Flechtenvegetation an den Alleebäumen längs Landstraßen, wo sich *Physcia tenella*, *Anaptychia ciliaris*, *Parmelia*-Arten u. a. der *Xanthoria* gesellen. Manche dieser Arten wachsen auch mit besonderer Vorliebe auf den von Straßenstaub gedüngten Wehrsteinen und Brückengeländern, selbst direkt auf Eisen.

Damit gehen wir zu denjenigen Arten über, die auf organischen Substraten wachsen. Im Gegensatz zu den Moosen, unter denen viele *Splachnaceen* ausschließlich auf Exkrementen und Gewöllen wachsen, und zu den Pilzen, unter denen es ebenso exklusive Mistbewohner gibt (vgl. Mikrokosmos 1915/16, S. 20, 71, 100, 128), ist mir keine auf tierische Substrate beschränkte Flechte bekannt. Wohl aber wachsen mehrere, meist nitrophile Arten auf Knochen, alten Geweihen und ausgetrocknetem Mist. Auf Knochen fand z. B. E. B a c h m a n n (in Centralbl. f. Bakteriologie L, 1920) *Bacidia albicans*, *Lecidea gonio-phila* und *Caloplaca pyracea*, alle 3 üppiger als auf Kalkstein oder Rinde, vielleicht weniger infolge des Nährstoffgehalts als infolge der Porosität des Substrats. Unter den Pflanzenbewohnern seien zunächst die Bewohner immergrüner Laubblätter, die E p i p h y l l e n, hervorgehoben. Zahlreiche, meist krustenförmige Arten hat S t i t z e n b e r g e r aus dem tropischen Afrika und H. F i t t i n g (Über die Beziehungen zwischen den epiphyllen Flechten und an von ihnen bewohnten Blättern. Annales du Jardin bot. de Buitenzorg 1909) von Java beschrieben. Dieser unterscheidet rein epiphytische, über die Kutikula hinwachsende Arten und parasitische, die entweder nur die Kutikula abheben oder sogar tief unter die Epidermis eindringen. Aus Europa kennt man nur wenig Epiphyllie. *Parmelia physodes* wächst zuweilen auf Fichtennadeln. Auf *Araucaria* fand E l e n k i n in der Krim *Xanthoria parietina* und *Physcia hispida*, und auf *Buxus Choda*t bei Genf eine neue Art, die er als *Strigula buxi* beschrieb (in Bull. Soc. bot. de Genève IV 1912), außerdem *Catillaria Bouteillei* und eine *Parmelia*. Die Rindenflechten sind zum größten Teil reine Epiphyten, was schon daraus hervorgeht, daß die meisten auch ganz gut auf anorganischen Substraten, besonders kalkarmen Gesteinen gedeihen, so die *Parmelia*- und *Physcia*-Arten. Die ausschließlich auf Rinde und Holz lebenden Arten, wie die meisten *Graphidineen*, sind wohl durchwegs Saprophyten, zehren also von zersetzter organischer Substanz. So haben z. B. *Lecanora varia* und die *Parmeliopsis*-Arten an der Zerstörung alter Baumstrünke lebhaften Anteil. Manche Arten entwickeln den Thallus hauptsächlich in der Borke (endophloeodisch oder hypophloeodisch). Andere Strunkflechten, wie *Pannaria pezizoidea*, *Ochrolechia tatarca* und *Icmadophila ericetorum* wachsen auch auf Torf und über Moosen. *Ochrolechia* und *Icmadophila* überziehen mit ihren hellen Krusten selbst so kräftige Moose wie *Sphagnum*-, *Dicranum*- und *Racomitrium*-Arten und bringen sie dadurch zum Absterben. Dennoch können sie nicht als Parasiten gelten, ebensowenig wie z. B. *Diploschistes scruposus* und *Parmelia conspersa*, die einerseits recht wohl auf nacktem Fels gedeihen, andererseits aber nicht nur schwächere Krusten- und Blattflechten überziehen und töten, sondern sich auch über Moose, Farne und selbst

Blütenpflanzen wie *Sedum* und *Sempervivum* hermachen und sie bewältigen. Der Kampf der Flechten untereinander und mit höheren Pflanzen bietet auch dem Liebhaberbiologen sehr viel Anziehendes. Gleich starke Krusten- und Blattflechten halten sich oft das Gleichgewicht. In trockenem Klima wächst nach meinen Beobachtungen *Parmelia conspersa* über *P. saxatilis*, die dafür in feuchterem Klima jene bewältigt. (Vgl. auch G. Bitter, Über das Verhalten der Krustenflechten beim Zusammentreffen ihrer Ränder. Jahrb. f. wissensch. Bot. XXXIII 1899.) Oftmals habe ich den Kampf der kleinen gelben *Candelaria concolor* mit dem violetten Lebermoos *Fruillania dilatata* verfolgt. Meist verläuft er unentschieden, während sonst meist Schimpers Bemerkung gilt: Stets muß die Flechte siegen, das Möslein unterliegen. Bei diesen Konkurrenzkämpfen spielen mitunter auch die Algen eine Rolle (vgl. S. 113) und vor allem die Wachstumsgeschwindigkeit. Über diese liegen erst wenige genaue Messungen vor, so von Lotsy, Fink, Nienburg und Linkola. Während die meisten Arten jährlich nur $\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ mm zu wachsen scheinen, fand Fink bei *Parmelia caperata* bis zu 1,3 cm Zuwachs pro Jahr. Dabei sind derartige Beobachtungen nicht schwer anzustellen: W Nienburg (in Zeitschr. f. Bot. XI) bestimmte das Alter junger Exemplare von *Parmelia physodes* und *furfuracea* nach dem der ihnen als Unter-

lage dienenden Tannenzweige, und ähnlich kann das Alter von auf Mauern, Dächern und besonders Grabsteinen von Landfriedhöfen gewachsenen Flechten oft leicht ermittelt werden. Genauere Beobachtungen dürften ergeben, daß die meisten Flechten nicht nur im Winter hauptsächlich Apothezien anlegen, sondern auch den größten Zuwachs zeigen.

Nach diesem Exkurs mögen noch einige Bemerkungen über parasitische Flechten angefügt werden. Daß solche auf den Blättern tropischer und subtropischer Bäume vorkommen, wurde bereits gesagt. Die meisten aber leben auf anderen Flechten. Es gibt da eine Menge von Möglichkeiten, in denen es oft sehr schwer ist, zwischen Epiphyten, Parasiten und Symbionten zu unterscheiden und namentlich auch solche, wo der Parasit von den einen Autoren als Flechte, von den anderen aber als bloßer Pilz angesehen wird. Über auf Flechten schmarotzende Pilze haben z. B. J. Tobler und G. Lindau Untersuchungen veröffentlicht. Von echten parasitischen Flechten sei die auf *Cladonia* schmarotzende var. *parasiticus* von *Diploschistes scruposus* genannt und weiter *Lecanora atriseta*, die nach Malme ausschließlich auf *Rhizocarpon geographicum* schmarotzen soll.

Damit verlassen wir die Ökologie der einzelnen Flechten und wenden uns in einem späteren Abschnitt den Flechtengesellschaften zu.

Hermsdorfer Foraminiferen.

Von Alfred Müldner.

Bei einem Spaziergange in der Umgebung Berlins besuchte ich kürzlich die vor einem halben Jahre wieder in Betrieb genommene Tongrube bei Hermsdorf, in welcher mitteloligocäner Septarienton abgebaut wird. Während sich früher mein Interesse vorwiegend auf die in diesen Schichten häufigen tertiären Konchylien konzentrierte, nahm ich diesmal eine Probe des Tones mit nach Haus, um ihn zu schlämmen und auf Foraminiferen zu untersuchen. Meine Erwartungen wurden durch das Ergebnis weit übertroffen. Der Ton enthält über hundert Arten dieser Kammerlinge, die sich auf 6 Familien verteilen. Die zierlichen Schalen sind meist gut erhalten und geben eine vorzügliche Übersicht über Bau und Formfülle dieser Ordnung des Tierreichs. Für die Beobachtung reichen Vergrößerungen von 20—100fach aus, so daß man auch mit ganz bescheidener optischer Ausrüstung an

das Studium herangehen kann. Da diese an vielen Orten anstehenden Septarientone es verdienen, weiten mikroskopierenden Kreisen bekannt zu werden, so gebe ich im folgenden einen kurzen Bericht über das von mir angewandte Schlammverfahren und die in Hermsdorf häufigen Arten.

Zur Gewinnung einer ausreichenden Menge von Foraminiferen zerkleinerte ich etwa 5 Pfund des Tones in haselnußgroße Stückchen und ließ das Gemenge an der Sonne oder Ofenwärme scharf austrocknen. Es wurde dann in einer Wanne mit $\frac{1}{2}$ Pfund Soda vermischt, mit kochendem Wasser reichlich übergossen und zerfiel nach häufigem Umrühren in 2 Tagen zu einem Brei von schlammiger Beschaffenheit. Dieser Brei wurde dann in kleinen Mengen in einem Planktonnetz, das sich auch durch engmaschige Leinwand ersetzen läßt, unter der Wasserleitung geschlämmt. Häufiges

Klopfen am Rande des Netzes beschleunigte den Prozeß erheblich. Das ständig fließende — aber nicht überfließende — Wasser führte den Ton allmählich fort, während der

handene Ton zerfallen war und im Netz erneut abgeschlämmt werden konnte. Am Grunde der Wanne blieb gewöhnlich ein Tonbrei zurück, der mit groben Steinchen,

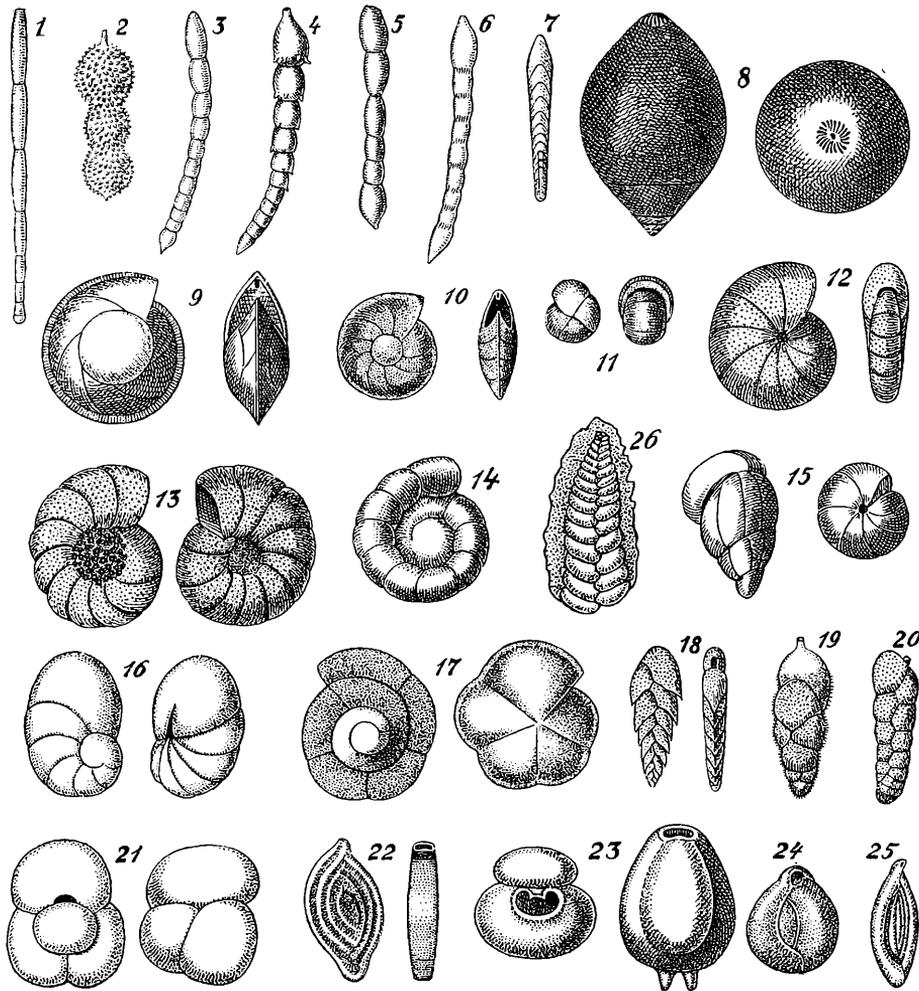


Abb. 1. *Nodosaria Ewaldi* Reuß (unteres Ende). 2. *N. conspurcata* Reuß. *3. *Dentalina emaciata* Reuß. 4. *D. spinescens* Reuß. 5. *D. consobrina* d'Orbigny. 6. *D. obliquistriata* Reuß. 7. *Fronicularia seminuda* Reuß. 8. *Glandulina inflata* Bornemann (seitl. u. obere Ansicht). 9. *Robulina umbonata* Reuß (seitl. u. vordere Ansicht). 10. *R. radiata* Born. (seitl. u. vord. Ansicht). 11. *Nonionina bulloides* d'Orb. (seitl. u. vord. Ansicht). 12. *N. affinis* Reuß (seitl. u. vord. Ansicht). 13. *Rotalina Ungeriana* d'Orb. var. (Ansicht von unten u. oben). 14. *R. Girardana* Reuß (Ansicht von unten). 15. *R. bulimoides* Reuß (vord. u. obere Ansicht). 16. *R. contraria* Reuß (untere u. obere Ansicht). 17. *R. umbonata* Reuß (unt. u. obere Ansicht). 18. *Bolivina Beyrichi* Reuß (vord. u. seitl. Ansicht). 19. *Uvigerina gracilis* Reuß (vord. Ansicht). 20. *Gaudryina siphonella* Reuß (seitl. Ansicht). 21. *Sphaeroidina variabilis* Reuß mit 4 sichtbaren Kammern (obere u. unt. Ansicht). 22. *Spiroloculina limbata* Born. (vord. u. seitl. Ansicht). 23. *Biloculina caudata* Born. (obere u. vord. Ansicht). 24. *Triloculina circularis* Born. (vord. Ans.). 25. *Quinquiloculina tenuis* Reuß (vord. Ansicht). 26. *Spiroplecta carinata* d'Orb. (*Textularia lacera* Reuß) (A-Form). (Nach Hucce, Geol. Ausflüge in der Mark Brandenburg.) Die übrigen Abbildungen nach A. E. Reuß aus „Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch.“, Bd. 3, 1851_und Bornemann, dgl., Bd. 7, 1855.

Rückstand an Foraminiferen, kleinen Schnecken und noch nicht zerfallenen Tonklümpchen im Netz blieb. Diesen Rückstand kochte ich etwa 10 Minuten lang in einer 10%igen Sodalösung, bis der noch vor-

Schneckenresten und Aststückchen gespickt war und reichlich Foraminiferen enthielt. Diesen Rest kochte ich zur Schonung der zarten Schalen schon vor dem Schlämmen in Sodalösung.

Aus dem getrockneten Rückstand¹⁾ wurden die Foraminiferen unter der Lupe oder dem Mikroskop bei auffallendem Lichte mittels eines feinen, angefeuchteten Pinsels aussortiert. Am häufigsten fanden sich folgende Formen (s. Tafel)

Perforata.

Lagenidae.

1. *Nodosaria Ewaldi* — bis 1 mm groß. Gehäuse gerade, lang, aber sehr dünn, glatt. Erste Kammer kugelförmig, die weiteren allmählich stark verlängert, die letzte zu einer langen Spitze ausgezogen.
2. *Nodosaria conspurcata* — bis 0,8 mm. Gehäuse gerade, aus 3—4 kugelförmigen Kammern bestehend, die mit feinen Stacheln dicht besetzt sind.
3. *Dentalina emaciata* — bis 4 mm. Gehäuse lang, wenig gebogen, nach unten schlank werdend. Zahlreiche elliptische Kammern, die erste mit kurzem Stachel.
4. *Dentalina acuticauda* — bis 3,8 mm. Ähnlich 3, aber erste Kammer ohne Stachel.
5. *Dentalina spinescens* — bis 1,0 mm. Ähnlich 3, aber zierlicher, die oberen Kammern an der Unterseite mit einzelnen kurzen Stacheln besetzt.
6. *Dentalina consobrina* — bis 2,8 mm. Wie 3, aber plumper. Kammern aufgeblasen eiförmig und ungleich. Die 2. und 3. Kammer dünner als die erste.
7. *Dentalina obliquistriata* — bis 3,4 mm. Gehäuse verlängert, aber nach unten nur wenig verschmälert, fast walzenförmig. Schale mit feiner Streifung, besonders in den Nähten.
8. *Fronicularia seminuda* — bis 2,0 mm. Schale gerade, flachgedrückt. Kammern zahlreich, reitend, nach oben bogenförmig. Schale am unteren Teil 3—6 Längsstreifen.
9. *Glandulina inflata* — bis 0,5 mm. Schale glatt, dick, eiförmig aufgeblasene Form, unten mit 3 bis 4 Querstreifen, 4—5 gradlinige Kammern. Letzte Kammer nimmt etwa $\frac{3}{4}$ der ganzen Höhe ein.
10. *Robulina umbonata* — bis 0,5 mm. Schale glatt, kreisförmig, flach, mit umfassenden Umgängen. Am Rande mit scharfem Kiele, sehr große Nabelscheibe. 6—7 sehr schräge Kammern sichtbar. Meist gelbrote Farbe.
Robulina radiata. — 0,6—1,5 mm. Wie 10, aber 9—10 schmale, stark gebogene Kammern sichtbar.
12. *Nonionina bulloides* — bis 0,3 mm. Schale glatt, kugelförmig, einer Erbse

- ähnlich. Letzter Umgang greift herum. Mündung hufeisenförmig.
13. *Nonionina affinis* — bis 0,4 mm. Schale mit feinen Punkten dicht besät, scheibenförmig, stark zusammengedrückt, eng genabelt. Letzter Umgang mit zehn schmalen flachen Kammern.

Rotalidae.

- Rotalina Ungeriana* — bis 0,55 mm. Gehäuse fast kreisrund, niedergedrückt, unten ganz flach, oben etwas gewölbt. Kammern in Schneckenspirale, aber nicht umfassend. Die inneren Windungen der unteren Seite mit Körnern dicht besetzt, daher nicht sichtbar. Schale punktiert, grob, aber nicht so eng wie bei 13. Letzter Umgang 10 bis 12 Kammern.
- Rotalina granosa* — bis 0,4 mm. Ähnlich 1, aber gekielt und ungenabelt, dafür mit schwacher Nabelscheibe.
3. *Rotalina Girardana* — bis 0,6 mm. Gehäuse glatt, kreisrund, aber hoch, unten ganz flach, oben stark gewölbt, tief, aber eng genabelt. Fällt durch meist weiße Schale mit an der Unterseite perlschnurähnlich aneinander gereihten Kammern auf.
 4. *Rotalina bulimoides* — bis 0,4 mm. Gehäuse glatt, oben breit, unten zugespitzt. Einer Pupa ähnlich. Durch die turmförmige Gestalt von allen anderen Rotalinen unterschieden.
 5. *Rotalina contraria* — bis 0,4 mm. Gehäuse glatt, glänzend, einer zusammengekrümmten weißen Made gleichend. Eiförmig, niedergedrückt. 2 Umgänge, die schnell zunehmen. Die letzte Kammer oben stark gewölbt. Mündung eine ziemlich lange Spalte.
 6. *Rotalina umbonata* — bis 0,4 mm. Gehäuse glatt, glasig glänzend. Kreisförmig, niedergedrückt. Der Rand fünfplappig, scharf gekielt.

Textularidae.

1. *Spiroplecta carinata* — bis 1,4 mm. Sandig graues Aussehen, blattförmig, zusammengedrückt. Rand dornig zerschlitzt. Zahlreiche niedrige Kammern in 2 Reihen.
Bolivina Beyrichi — bis 0,6 mm. Sehr zierlich, verkehrt lanzettförmig, zusammengedrückt. Kammern jederseits 8—9, jede nach außen mit einer dornigen Spitze endigend.
3. *Üvigerina gracilis* — 0,35 mm. Fällt durch fein gestachelte Oberfläche und stielartige, ausgestülpte Mündung auf. Kammern turmartig in 3 Reihen aufeinandergesetzt.
4. *Gaudryina siphonella* — bis 1,6 mm. Gehäuse verlängert, verkehrt konisch oder fast walzig, von sandig grauem Aussehen. Kammern in zwei Reihen. Nähte meist nur schwach sichtbar.

¹⁾ Dieses gereinigte Foraminiferen-Material ist für Mitglieder in kleinen Mengen von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos gegen Berechnung erhältlich.

Globigerinidae.

Sphaeroidina variabilis — bis 0,35 mm. Schale aus 4—6 runden Kammern bestehend, die in verschiedener Art zu einem fast kugeligen Gebilde zusammengefügt sind.

Imperforata.**Miliolinae.**

Spiroloculina limbata — 0,3 mm. Gehäuse elliptisch, oben und unten zugespitzt, stark zusammengedrückt und ausgehöhlt. Umgänge in gleicher Ebene aufgewickelt und alle äußerlich

sichtbar. Jeder Umgang an der Umbiegungsstelle geknickt.

2. *Biloculina caudata* — 0,6 mm. Eiförmig, gewölbt. Die letzte Kammer umfaßt die vorletzte mit einem ziemlich breiten Saum, so daß 2 Kammern sichtbar sind. Schale weiß, porzellanartig.
3. *Triloculina circularis* — 0,42 mm. 3 Kammern sichtbar. Gehäuse kreisrund. Die beiden letzten Kammern sehr groß.
4. *Quinqueloculina tenuis* — 0,4 mm. Form elliptisch, flachgedrückt. Umgänge in 5 Ebenen aufgewickelt. Weiß, porzellanglänzend.

Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide.

Von Prof. Dr. Ernst Kratzmann.†

Als Alkaloide oder Pflanzenbasen bezeichnet man eine große Reihe stickstoffhaltiger, im Pflanzenreich sehr weit verbreiteter Stoffe, die, wie ihr Name besagt, alkalische Reaktion geben, daher mit Säuren salzartige, meist gut kristallisierende Verbindungen eingehen, durchwegs mehr oder minder giftig sind und sich fast alle vom Pyridin, Chinolin und Isochinolin ableiten lassen. Für gewöhnlich rechnet man zu ihnen auch einige Abkömmlinge des Harnstoffes, nämlich das Koffein (Thëin), Theobromin, was indes vom rein chemischen Standpunkt nicht gebilligt werden kann: In reinem Zustand sind sie farblos und fast alle fest (nur Coniin und Nikotin nicht), ihre Salze sind farblos, in seltenen Ausnahmen gefärbt: Sanguinarin ist dann blutrot, Chelerythrin gelb, Berberin ebenfalls.

Was den Alkaloiden so große Aufmerksamkeit von je verschafft hat, sind mehrere Umstände: ihre oft große Giftigkeit (z. B. Strychnin, Brucin, Atropin!), ihre häufige Verwendbarkeit als Heilmittel (alle im „Opium“ vorkommenden Basen, z. B. das Morphin; dann das Atropin, Chinin usw.), ihre außerordentlich verwickelte Zusammensetzung, die sie als nahe Verwandte des Eiweißes erscheinen läßt, ohne daß es dabei bis heute gelungen wäre, mit auch nur einiger Sicherheit zu ermitteln, welche Rolle sie im Stoffhaushalt der Pflanze spielen. Die eine Meinung sieht in den Alkaloiden Eiweißbausteine, die andere betrachtet sie als Eiweißabbauprodukte, denen keine weitere Bedeutung zukommt. Für beide An-

sichten lassen sich Beweise und Gegenbeweise anführen.

Soll die Bedeutung der Alkaloide einmal halbwegs klargelegt werden, so kann nur die Mikrochemie hier Wandel schaffen. Der „Makrochemiker“ braucht zu seinen Untersuchungen stets Riesenmengen, Hunderte, Tausende von Einzelpflanzen, aus denen er dann freilich die betr. Stoffe rein, meist auch in größerer Menge gewinnt. Dabei kann er natürlich fast nie darauf Rücksicht nehmen, in welchem Entwicklungs- und Ernährungszustand seine Pflanzen waren usw. Gerade das aber will der Physiologe wissen. Er muß es erforschen, was sich im Stengel, im Blatt, in der Wurzel, ja in jeder einzelnen Zelle abspielt! Und das kann nur die Mikrochemie zeigen.

Es gibt zum mikrochemischen Nachweis, zum bloßen Erkennen der Hunderte von Alkaloiden, die heute bereits beschrieben sind, leider nur sehr ungenügende Mittel. Eigentlich sind uns nur die sog. „Gruppenreagentien“ bekannt, die bloß Alkaloide überhaupt, nicht gerade ein bestimmtes, anzeigen. Es sind dies: Jodjodkalium¹⁾, Phosphormolybdänsäure, Pikrinsäure, Sublimat, Platinchlorid, Schwefelsäure u. a. In einzelnen Fällen leisten Salzsäure, Salpetersäure u. a. vorzügliche Dienste. — Ungemein erschwert werden die mikrochemischen Untersuchungen dadurch, daß fast immer mehrere Alkaloide in einer Pflanze auftreten, die sehr nahe miteinander verwandt sind und mikrochemisch

¹⁾ 1 g Jod zu 100 cm³ einer 5prozentigen Jodkaliumlösung zugesetzt.

kaum zu trennen sind. Meines Wissens ist es bisher nur in drei Fällen gelungen, zwei oder mehrere Alkaloide voneinander mikrochemisch zu unterscheiden: Wasicky bei Strychnin und Brucin in den Samen von *Strychnos nux vomica*, Mayrhofer bei Hydrastin und Berberin in der *Hydrastis*-Wurzel, und mir im Milchsaft von *Chelidonium majus* (5 Alkaloide). In den übrigen Fällen mußte man sich begnügen, die „Alkaloide“ überhaupt festzustellen.

Wir wollen nun im folgenden einige leicht durchzuführende Alkaloidnachweise besprechen, die sich auf einheimische oder doch leicht zu beschaffende Pflanzen beziehen.

In Pfefferkörnern findet sich das Piperin. Man stellt dünne Schnitte durch sie her und zerreibt sie, wie dies Molisch empfiehlt, unter dem Deckglas. Dabei tritt das in zahlreichen, durch ihre gelbe Farbe auffallenden Zellen enthaltene ätherische Öl

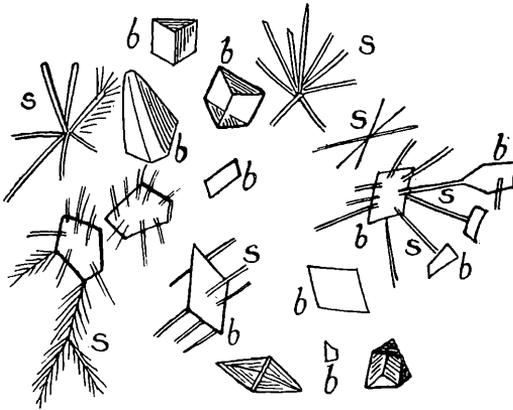


Abb. 1. Mit *b* sind Brucin-, mit *S* Strychninkristalle bezeichnet.

aus diesen heraus, verdunstet, und das in ihm gelöste Alkaloid fällt in sehr kleinen farblosen Nadeln aus. Etwas größer werden die Nadeln, wenn man den Schnitt in Wasser zerdrückt, daß das Piperin ausfällt. Auf diese Weise kann man es auch makrochemisch darstellen, indem man frisch zerkleinerte Pfefferkörner in Alkohol in der Epruvette gut aufkocht. Man filtriert und gießt zu dem möglichst eingeeengten Alkohol Wasser hinzu, worauf sogleich das Alkaloid reichlich ausfällt. Wenn es sich zu Boden gesetzt hat, gießt man die Flüssigkeit so weit als möglich ab, fügt neues Wasser zu, schüttelt, läßt absetzen usw. und wiederholt den Vorgang einigemal; so bekommt man so ziemlich reines Piperin. Man trocknet es in einem

Uhrschälchen, indem man das Wasser verdunsten läßt. Fügt man zu einem Piperinkonz. Schwefelsäure hinzu, so löst es sich mit tieferer Farbe. Diese Reaktion läßt sich auch im Schnitt anwenden. Bedeckt man nämlich (nach Molisch) einen Schnitt durch ein Pfefferkorn mit konz. Schwefelsäure, so färben sich die früher erwähnten gelben, ölhaltigen Zellen blutrot, die übrigen Zellen bleiben farblos. Damit ist auch die Lokalisation des Piperins erwiesen.

Die Familie der Solanazeen ist charakterisiert durch eine ganze Anzahl von Alkaloiden: Nikotin, Atropin, Solanin (Alkaloid glykosidischer Natur), Hyoszyamin. Spezialreaktionen fehlen. Bei der Tollkirsche (*Atropa Belladonna*) kann man das Atropin mit Jodjodkalium in Schnitten nachweisen; man erhält braune Niederschläge, die sich nach einiger Zeit in sternförmige Drusen umwandeln. Auch kann man, wenn man auf die Lokalisation verzichtet, einen dickeren Schnitt unter einem großen Deckglas mit reichlich Chloroform aufkochen (ganz schwach erwärmen, einigemal neues Chloroform nachgeben) und erhält dann, wenn die Flüssigkeit an einem Deckglasrand verdunstet, farblose Nadeln von Atropin. Das Alkaloid wurde in allen Pflanzenteilen gefunden.

Eine wahre Fundgrube für Alkaloide sind die Papaverazeen und ihnen nahestehende Pflanzen, z. B. auch das Schöllkraut (*Chelidonium majus*). Im Mohn hat Molisch die Hauptmenge der Alkaloide im Milchsaft der unreifen Fruchtkapseln nachgewiesen. Bisher kennt man an die 22 Alkaloide aus dem Milchsaft, dem „Rohopium“ Verreibt man nach Molisch einen Milchsafttropfen mit Salz- oder Schwefelsäure und legt ein Deckglas auf, so erhält man unzählige farblose Kristalle, die von den erwähnten Alkaloiden herrühren. Bei dem Mangel an Spezialreaktionen sind wir aber nicht imstande, zu unterscheiden, von welchen Basen gerade ein bestimmter Kristall herrühre. — Von *Chelidonium* wird später die Rede sein.

Sehr schön läßt sich das Berberin im Sauerdorn (*Berberis vulgaris*) nachweisen. Mit etwa 20prozentiger Salpeter-, Schwefel- oder Salzsäure erhält man in Wurzelschnitten prachtvoll goldgelbe Nadeln des Alkaloidsalzes. Mit Jodtinktur¹⁾, die ein empfindlicheres Reagens zu sein scheint, konnte

¹⁾ Alkoholische, etwas verdünnte Jodlösung, nicht Jodjodkalium!

Molisch das Berberin auch im Stamm und in den Blättern nachweisen. Im Rindenparenchym und im Kambium haben Hermann und Rosoll (zit. nach Molisch) zahlreiche Zellen gefunden, die von einer goldgelben Berberinlösung erfüllt sind (also von einer Lösung eines Salzes der Base).



Abb. 2. Kristall-druse („Igel“) von salzsaurem Sanguinarin.

Auch das Colchicin der Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) ist leicht nachzuweisen, und zwar mit konz. Schwefelsäure, in der sich colchicinshaltige Zellen intensiv gelbfärben. Es sei empfohlen, Schnitte durch Zwiebeln auf diese Weise zu behandeln; die Epidermiszellen färben sich, die andern nicht. Auch im Stengel und Blatt führt die Epidermis das Alkaloid, ebenso die Umgebung der Gefäßbündel. Bezüglich des Auftretens in den Samen herrscht Unsicherheit, wahrscheinlich, weil die einzelnen Untersucher nicht auf Reife und Alter achteten.

Koffein (Thein) ist in der grünen Kaffeebohne bezw. im Teeblatt durch Mikrosublimation¹⁾ leicht

nachzuweisen, ebenso kann man das Koffein im Schnitt durch eine Kaffeebohne zur Erscheinung bringen, wenn man ihn in konz. Salzsäure legt und dann nach 1 Minute 1 Tröpfchen 3proz. Goldchlorids zusetzt. Beim Eindunsten fallen dann am Tropfenrand zahlreiche farblose Koffeinnadeln aus, alle mit spitzen Enden, worauf wohl zu achten ist, da auch Goldchlorid allein Kristalle bildet, die aber nie spitz sind und nicht, wie Koffeinnadeln, büschelig ausstrahlen (Molisch).

In den meisten Pflanzen tritt aber nicht ein einziges Alkaloid, sondern meist eine ganze Anzahl auf. Solche Fälle bieten dem Mikrochemiker unendliche Schwierigkeiten; denn meist sind diese Basen einander im chemischen Aufbau sehr ähnlich, bilden ähnliche und

sogar gleiche Kristalle und beeinflussen, wie ich bei den *Chelidonium*-Alkaloiden fand, ihre Kristallformen gegenseitig so stark, daß sie, auch wenn man sie an den reinen Stoffen noch so gut studiert hat, in der Mischung nicht mehr sicher zu erkennen sind.

Wasicky, der das Vorkommen von Strychnin und Brucin in den Samen von *Strychnos nux vomica* (auch „Brechnüsse“ und „Krähenaugen“ genannt) studiert hat, verwendet Pikrolonsäure in konz. wässriger Lösung, um beide Alkaloide gleichzeitig nebeneinander zu erkennen. Erwärmt man einen mit dem Skalpell hergestellten Schnitt aus den Samen mit diesem Reagens¹⁾ unter Deckglas, so entstehen zahlreiche Kristalle wie in Abb. 1. Die derben Würfel (gelb), Prismen usw. deuten Brucin an, die hellgelben Nadeln und Nadelbüschel rühren von Strychnin her.

Im Milchsafte vom Schöllkraut (*Chelidonium majus*) hat Molisch gezeigt, daß die Alkaloide: Chelidonin, Chelerythrin, Sanguinarin, Allokryptopin (früher β -Homochelidonin),

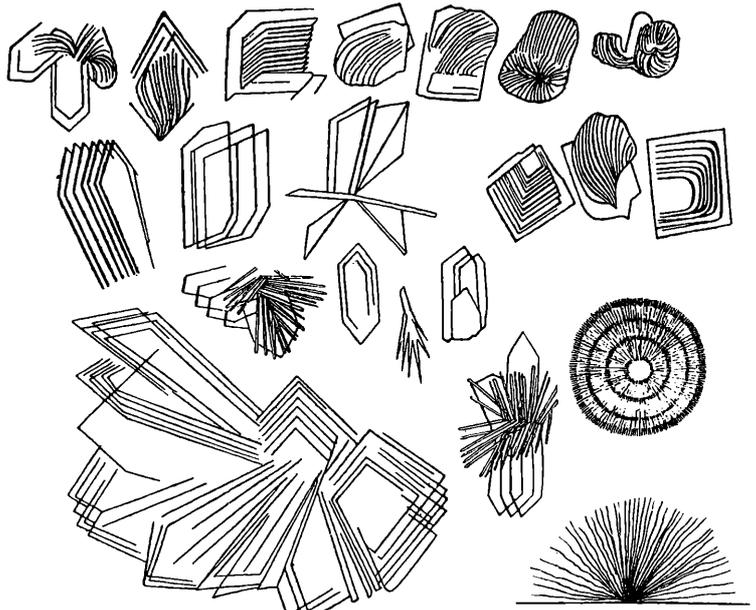


Abb. 3. Kristalle von salzsaurem Chelidonin.

Homochelidonin und Protopin im Milchsafte auftreten, indem er ihn mit

¹⁾ Auch eine gesättigte Lösung von Pikrolonsäure in 20 g abs. Alkohol und 60 g Wasser hat Wasicky als sehr geeignet befunden. Pikrolonsäure wird von der Firma Kahlbaum hergestellt.

¹⁾ Über Mikrosublimation vgl. Mikrokosmos IX, 1915/16, S. 66 u. f.

Salz-, Salpeter- oder Schwefelsäure behandelte, worauf zahlreiche Kristalle ausfielen. Da er aber nicht im Besitz der reinen Substanzen war, konnte er nicht feststellen, von welchen Alkaloiden die erhaltenen

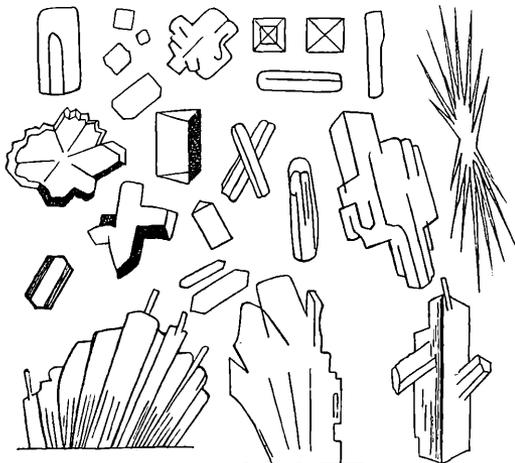


Abb. 4. Kristalle von Protopin (Allokraptopin?) bei Verwendung von Salzsäure.

Kristalle herrührten. In einer kürzlich erschienenen Arbeit konnte ich dartun, wie man Chelidonin, Chelerythrin, Sanguinarin, Protopin und Allokraptopin mit Sicherheit im Milchsaft zu erkennen vermag, das Homochelidonin bleibt ungewiß. Ich verwende zum Nachweis konz. Salzsäure und konz. wässrige Pikrolonsäurelösung. Die Kristalle, die man mit Salzsäure erhält, sind ungeheuer formenmannigfaltig, da die einzelnen Alkaloide ihre Kristallformen stark abändern und daher je nach der gerade vorhandenen prozentuellen Verteilung immer wieder andere Formen liefern. In meiner diesbezüglichen Arbeit konnte ich über 60 verschiedene Kristalle abbilden, die sich nur auf Chelidonin und Protopin beziehen, und das sind noch lange nicht alle. Es können hier daher nur die allerwichtigsten abgebildet werden. Der Milchsaft ist im Stengel intensiv gelb, in der Wurzel prachtvoll blutrot. Man schneidet Stengel oder Wurzel durch, tupft einen Tropfen Saft auf den Objektträger und fügt konz. Salzsäure zu und bedeckt mit großem Deckglas. Die Beobachtung hat bis zum völligen Verdunsten der Säure zu dauern.

Sanguinarin gibt prächtig rote Stäbe, Nadeln und „Igel“ (Drusen von Nadeln wie Abb. 2); Chelerythrin bildet gelbe Nadeln, Schuppen, Schollen

usw. Bisweilen findet man braune Kristalle (Nadeln), die weder recht die Sanguinarin- noch die Chelerythrinfarbe zeigen: sie bestehen höchstwahrscheinlich aus einer Mischung beider. Chelidonin liefert höchst merkwürdige Kristalle wie Abb. 3. Es sind farblose Täfelchen, die in meist großer Zahl vereinigt sind. Außerdem kommen halbkuglige und kuglige Drusen (wie Abb. 3 rechts unten) am Deckglasrand vor; zwischen beiden kommen zahlreiche Übergangsformen vor. Das Protopin tritt in den Kristallen der Abb. 4 auf, jedoch in so zahlreichen Gestalten, daß man sie kaum alle abbilden kann. Da sie in Wasser sehr rasch, die Chelidoninkristalle dagegen nur sehr langsam löslich sind, läßt sich im allgemeinen sagen: alle Kristalle, die nicht wie Abb. 3 aussehen und sich in Wasser rasch lösen, deuten Protopin an. Es ist aber in ihnen, wie sich anderweitig ermitteln läßt, sicher auch noch Allokraptopin oder Homochelidonin enthalten. Allokraptopin ist schwieriger nachzuweisen. Einige Tropfen Milchsaft werden in ein Uhrschälchen getupft, konz. Essigsäure (möglichst wenig) zugesetzt, die Lösung durch gelindes Erwärmen beschleunigt. Nun wird Pikrolonsäure zugegeben, wobei meist ein kräftiger lichtgelber Niederschlag entsteht. Neuerliche Zugabe von Essigsäure und Erwärmen, bis sich der Niederschlag löst. Auf einen Objektträger legt man einen Deckglassplitter, darauf die Kante eines großen Deckglases, so daß unter ihm ein keilförmiger Raum entsteht. Nun fügt man die Milchsaftlösung tropfenweise zu, bis der Raum unter dem Deckglas erfüllt ist. Darüber hinaus soll sie nicht dringen. Ist sie nun zum guten Teil verdunstet, so setzt man neue zu usw., bis die ganze Lösung verbraucht ist. Bevor sie völlig verdunstet ist, untersucht man die Deckglasränder.

Findet man Kristalle wie Abb. 5, dicke Nadeln, farblos, mit einem Stich ins hellgrünlichgelbe, oder derbe Pfrieme, an den Enden in zahlreiche Nadeln aufgespalten, so deuten sie auf Allokraptopin. Daneben treten noch mancherlei andere Kristalle auf, die von den übrigen Alkaloiden herrühren.

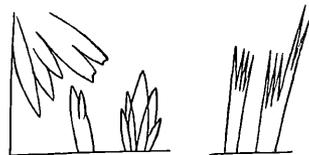


Abb. 5. Nachweis von Allokraptopin mit Pikrolonsäure.

Ein sehr einfacher Sanguinarin nachweis gelingt dann, wenn sehr viel Sanguinarin vorhanden ist, wie das meist in der Wurzel der Fall ist. Ein großer Tropfen Wurzelmilchsaft, ohne Reagens mit Deckglas bedeckt, zeigt neben Stärkekörnern und gelbem Gerinnsel entweder sofort oder nach wenigen Minuten rötliche, rechteckige Täfelchen (Abb. 6 rechts unten bei *), die sich durch ihre Farbe und Reaktion mit Salzsäure als Sanguinarin erweisen (bisher einziger bekannter Fall des Auftretens von Alkaloidkristallen in der lebenden Pflanze!). Läßt man das Präparat ohne weitere Zutat liegen, so treten nach ein bis mehreren Tagen große, immer noch weiterwachsende Kristalle eines (vermutlich organischen) Sanguinarinsalzes auf, die sich durch ihre schöne orangefarbene Farbe auszeichnen (Abb. 6). Wer sich eingehender mit diesem ungemein interessanten Milchsaft beschäftigen will, sei auf meine diesbezügliche Originalarbeit verwiesen.

Nach diesen kurzen Anleitungen zum Nachweis einiger Alkaloide wollen wir uns noch um ihre mutmaßliche Bedeutung im pflanzlichen Stoffwechsel fragen. Es wurde schon eingangs erwähnt, daß darüber zwei Meinungen herrschen, die in den Alkaloiden Eiweißzerfalls- oder -aufbauprodukte sehen. Vielleicht ist beides richtig. In einem Fall ist ein Alkaloid vielleicht Abfall, in einem andern Eiweißvorstufe; ja, es ließe sich leicht denken, daß ein und dasselbe Alkaloid einmal aus dem Abbau von Eiweiß entsteht, nach einiger Zeit wieder, an anderer Stelle vielleicht, zu Eiweiß rückgebildet wird. Denken wir doch nur an den Zucker: er kann durch Diastase aus der tagsüber gebildeten Stärke entstehen, ist also ein Abbauprodukt der Stärke; er wandert aus dem Blatt in den Stamm und wird irgendwo wieder in Stärke verwandelt — ist also auch eine Vorstufe der Stärke. Möglicherweise herrschen bei den Alkaloiden ähnliche Verhältnisse, wenn sie natürlich auch weit schwieriger klarzulegen sind. Daß sie für die Pflanze so ganz ohne Nutzen sein sollen, ist schwer einzusehen. Wenn man die überwinternde *Chelidonium*-wurzel mit Alkaloiden vollgepfropft findet, wenn man die Alkaloide im Samen so vieler Pflanzen antrifft, sollte man doch meinen, daß sie dort einen bestimmten Zweck zu erfüllen haben. Umsomehr, als es für die Pflanze ein leichtes sein müßte, diese Stoffe, wenn sie wirklich bedeutungslos sind, mit den

abfallenden Blättern oder den im Herbst zugrundegehenden oberirdischen Stammteilen abzustoßen, wie dies vom Herbstlaubfall bezüglich Kalk und anderen Stoffen bekannt geworden ist.

Oft wird auf die biologische Bedeutung der Alkaloide hingewiesen, die ihnen zweifellos in vielen Fällen (z. B. bei der Herbstzeitlose) zukommt; ihre Giftwirkung ist sicher ein Schutz der Pflanzen gegenüber Weidetieren, Schnecken und dergl. Aber darin allein kann die Bedeutung der Pflanzenbasen kaum liegen.

Es ist zu hoffen, daß die Mikrochemie in einigen Jahren da manche Aufklärung bringen wird. Sind wir erst einmal imstande, die Alkaloide von etwa einem Dutzend Pflanzen mikrochemisch genau zu verfolgen, ihr Auftreten in allen Entwicklungsstadien vom Samen bis wieder zur Samenreife in allen

Pflanzenteilen ständig zu prüfen, durch geeignete Versuchsbedingungen verändernd in den Alkaloidstoffwechsel einzugreifen — so steht zu erwarten, daß die Bedeutung der

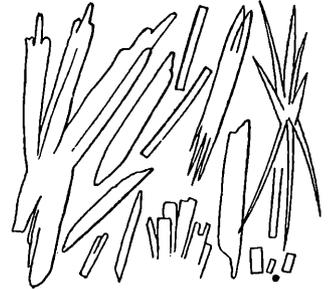


Abb. 6. Kristalle eines Sanguinarinsalzes ohne Anwendung eines Reagens.

Pflanzenbasen allmählich klarer hervortreten wird.

Wer sich, angeregt durch diesen kleinen Aufsatz, eingehender mit dem Stoff beschäftigen will, sei auf folgende Schriften verwiesen, in denen er auch, besonders bei Molisch und Tunmann, die übrigen einschlägigen Arbeiten verzeichnet findet.

Kratzmann, E. Mikrochemische Studien über die Alkaloide von *Chelidonium majus* L. I. Der mikrochemische Nachweis der Chelidoniumalkaloide. Pharmazeutische Monatshefte (Herausgeber Dr. Heger, Wien I. Pestalozziggasse 6) 1922 April-Maiheft.

Mayrhofer, Ad. Mikrochemischer Nachweis von Hydrastin und Berberin in der Pflanze. Pharmazeutische Post, Wien, 1914.

Molisch, H. Mikrochemie der Pflanze. 2. Auflage. Leipzig 1921.

Tunmann, O. Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913.

Wasicky, R. Der mikrochemische Nachweis von Strychnin und Brucin usw. Zeitschrift des allgem. österr. Apothekervereins, Wien 1914.

Einbettung von Holzkohle in Schellack. In besonderen Fällen, beispielsweise bei der Bestimmung von verkohlten Holzüberresten prähistorischer Funde, wird auch die mikroskopische Untersuchung der Holzkohle notwendig. Infolge der chemischen und physikalischen Veränderungen, die beim Verbrennen der Kohle eintreten, ist aber das einfache Schneiden ganz unmöglich, da die spröde Zellwand unter dem Druck zerbröckelt. Auch die Aufhellung kleiner Stückchen gelingt nur ungenügend, weshalb denn **Wittmack** und **Buchwald** (Ber. d. d. bot. Gesellsch., XX, 1902, S. 21), nach erfolglosen Versuchen mit Einbettungen in verschiedenen Stoffen, die Holz-

unwesentlich (s. Wittmack-Buchwald's Photographien); warum es auch angezeigt wäre, selbst die eingebettete Holzkohle zu schneiden. Ich suchte somit nach einem Grundstoff, der in die feinen Spalten der Holzkohle eindringe und die kleinen Teilchen zusammenklebend, in der Härte ungefähr mit der der Holzkohle übereinstimme. Ein derartiger Stoff ist die mit Schellack gesättigte Alkohollösung, der man pro cm^3 1—2 Tropfen Nelkenöl beimengt, um die Sprödigkeit des Schellacks zu beheben; mit dieser Lösung durchtränkt man dann in Vacuum, oder indem man es längere Zeit (ca. 1—2 Tage) drinnen liegen läßt, ein kleines Kohlenstückchen von ungefähr 1 cm^3 Größe; sodann überführt man das Holzstückchen in eine Schale mit soviel Flüssigkeit, daß es davon bedeckt ist. Danach wird es an der Luft oder im Thermostat so weit eingedichtet, daß es zum Schneiden die genügende Härte erlangt (probieren mit Rasiermesser!). Hiernach klebt man es mit geschmolztem Schellack auf ein Holzklötzchen und schneidet mit dem Mikrotom. Sollten sich die Schnitte aufrollen, so genügt zumeist ein Anhauchen. Die Schnitte werden mit Glycerinalbumin auf den Objektträger geklebt, der Schellack mit Alkohol behutsam aufgelöst, entfernt und dann in Kanadabalsam (in Xylol oder Chloroform gelöst) eingeschlossen. Die Querschnitte geben besonders reine Bilder (s. Abbildung). Am vorteilhaftesten schneidet man weiches Laubholz (Birke, Pappel, Haselnuß), am schwierigsten Eiche, da bei der Verkohlung zahlreiche und große Spalten entstehen.

Priv.-Doz. Dr. F. Hollendonner.

Ölige Einschlußmittel dienen gewöhnlich entweder als Intermedien, oder nur zum zeitweiligen Einschluß, da im andern Falle ein Kittring angelegt werden muß. Den idealen Forderungen und Ansprüchen (langsame Verdunstung, dauernde Farblosigkeit, hohes Lichtbrechungsvermögen, leichte Mischbarkeit mit Harzen und Alkohol, womöglich auch mit nicht ganz wasserfreiem, geringen oder kein Einfluß gegenüber den angewandten Färbemitteln) genügen wenigstens annähernd die von **Mayer** beschriebenen (s. Ztschr. f. wiss. Mikrosk. XXXIII, S. 1 f.; XXXV, S. 81 f. und XXXVI, S. 219 f.): 1. **Benzoalkohol**: vor Übertragung in das Reagens in 90%igen Alkohol zu überführen; Zukitten der Präparate mittels Apáthys Gummisirup — 2. **Terpineol**, ein sehr guter Ersatz für Nelkenöl, zu benutzen beim Überführen in Harze. Die Präparate kann man direkt aus 85—90%igem Alkohol übertragen. Das Mittel eignet sich auch für längeren Einschluß, da es die meisten Farbstoffe nicht angreift: — 3. **Methyl- und Benzylbenzoat** wird ähnlich benutzt wie das zuerst genannte Mittel. — Vielleicht taugt auch künstliches Wintergrünöl (Safrol)?

Dr. Pfeiffer

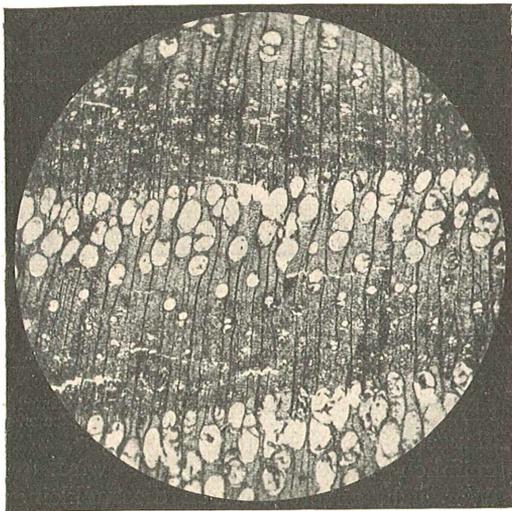


Abb. 1. Schnitt durch Eschenholz aus der Bronzezeit. Fundort Laposhalom (flacher Hügel) bei Tószeg, in der Nähe von Szolnok in Ungarn. (Anthrakogramm 1:20.)
Hollendonner phot.

kohlen des Hüneburger urdeutschen Fundes mittels der Netolitzkyschen Veraschung (Zeitschrift für d. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel v. Buchka. 1900, S. 401; Sitzb. d. Akad. d. Wissenschaft. in Wien, Abt. I. Bd. 113, 1904, S. 725) bestimmten. Danach wird ein kleines Stückchen des Stoffes in einer Porzellschale behutsam verascht; da die Asche nicht verfällt, wird sie in geschmolzenes Paraffin gebettet und nach erfolgter Abkühlung in der üblichen Weise geschnitten. Dann erwärmt man behutsam die Schnitte, um sie mit geschmolzenem Paraffin auf die Objektträger zu kleben. Das Paraffin wird mit warmem Xylol aufgelöst und schließlich wird in Kanadabalsam eingeschlossen. Doch die lichte Farbe der Asche und die zahlreichen kleinen Risse, die bei der Veraschung entstehen, wirken störend und erschweren das Photographieren nicht

Die biochemischen Grundlagen der **Indolbildung** waren bisher nur unvollkommen bekannt. Das Tryptophan (Indol- β -Alanin), die Muttersubstanz des Indols, wird durch gewisse Bakterien abgebaut und das Produkt gibt charakteristische Farbreaktionen. Diese Fähigkeit kommt nur den sog. indolpositiven Bakterien zu und fehlt den indolnegativen. Die ältere Annahme Ziffels erklärt dies dadurch, daß die indolnegativen Bakterien die Alaninseitenkette des Tryptophans nicht angreifen können, weil ihnen die Amidostoffquelle nicht zusagt. Herzfeld und Klinger nehmen dagegen an, daß die indolnegativen Bakterien das Tryptophan bis zum Indol abbauen, dieses aber sofort im Entstehungszustand zum Aufbau von Körpersubstanz verwenden. W. Frieber (Beiträge zur Frage der Indolbildung und der Indolreaktionen, sowie zur Kenntnis des Verhaltens indolnegativer Bakterien. Centralblatt f. Bakt. I. Orig. 87, 1921, 254) konnte die Unhaltbarkeit dieser Annahmen nachweisen und gibt folgende Erklärung: Das Tryptophan (Indol- β -Alanin) wird sowohl von indolpositiven, als auch indolnegativen Bakterien zunächst beim Amidostickstoff angegriffen, der eine gute Stickstoffquelle darstellt und das α -C-Atom des Alanins abgespalten. (I. Etappe.) Das Produkt dieser bakteriellen Tätigkeit ist die β -Indol-Essigsäure, welche von den indolnegativen Bakterien nicht weiter abgebaut werden kann. Die indolpositiven Bakterien gehen aber weiter und greifen auch das β -C-Atom des Tryptophans an, bauen also auch die Indol-Essigsäure, somit die ganze Alaninseitenkette ab bis zum Indol (II. Etappe). Im Zusammenhang damit werden auch die wichtigsten bakteriologischen Indolreaktionen einer Nachprüfung unterzogen. Hierbei stellt sich heraus, daß die gebräuchlichste Kitasato-Sulkowski'sche Nitrit-Reaktion keine echte Indol-Reaktion ist, da sie nur β -Indollessigsäure nachweist, also auch bei indolnegativen Bakterien eine positive Farbreaktion gibt. Die Reihenfolge der Indolreaktionen, nach der Fähigkeit, gewisse Abbaustufen anzuzeigen, geordnet, ist nach Trieber folgende:

1. Die Legal-Weylsche Nitroprunidinatrium Reaktion ist die wählerischste; sie zeigt nur den freien Indolkern an.

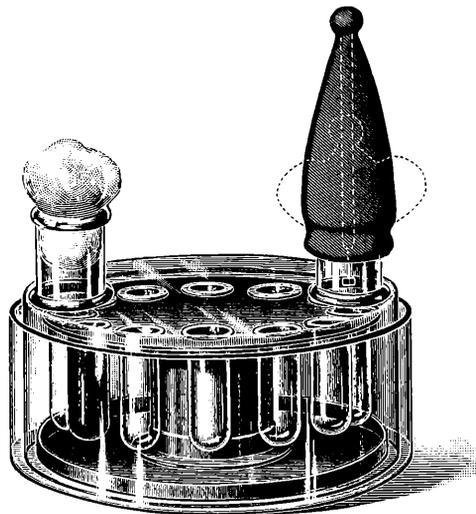
2. Die Ehrlich'sche Aldehyd-, die Vanillin- und de Graaf'sche Naphtochinon-Reaktion zeigen ein freies β -C-Atom an, sind also echte Indolreaktionen.

3. Kitasato-Sulkowski'sche Nitrit-Reaktion zeigt nur ein freies α -C-Atom an (β -Indol-Essigsäure), ist also keine echte Indolreaktion.

Zum Nachweis indol-positiver Bakterien ist daher am besten die Ehrlich'sche Reaktion als spez. Indolreaktion anzuwenden. Kultiviert wird in einer Nährlösung, die enthält 0,3 g Tryptophan, 5,0 g Ammonium-

lactat, 5,0 g Asparagin, 2,0 g sek. K-phosphat, 0,2-Mg-Sulfat, destill. Wasser 1000 ccm. Als Reaktiv setzt man zu 5 ccm Kulturflüssigkeit 5—10 Tropfen einer Lösung von 5 g p-Dimethylamidobenzaldehyd, 50 ccm 96% Methylalkohol, 50 ccm konz. Salzsäure. Ist Indol vorhanden, tritt kirschrote Färbung ein. — Auffallend ist, daß bisher nur gramnegative Bakterien zur Indolbildung fähig gefunden worden sind. Zusatz von Zucker (3% Glukose) hindert indolnegative und -positive Bakterien nicht, die Amidogruppe anzugreifen (N-Quelle!), dagegen wird das β -C-Atom gegen die indolpositiven Bakterien geschützt, da eine reichliche C-Quelle vorhanden ist, und die Ehrlich'sche Reaktion fällt negativ aus. G. Kostka.

Der Apparat zur kontinuierlichen Reinhaltung von Mikroorganismen nach Dr. Ing. V. Brudny besteht aus einer großen Doppelschale aus Glas, deren Oberschale zwei Öffnungen aufweist. Eine Öffnung kann mit einem Wattepfropfen verschlossen werden und dient zum Beimpfen bezw. zur Entnahme



von Kulturmaterial, während die zweite Öffnung, die mit einer Gummikappe versehen ist, in der sich an einem Glasstäbchen eine Platinöse befindet, zum Weiterimpfen bestimmt ist. Das kreisförmige Plattengestell aus Metall dient zur Aufnahme von 12 kleinen Reagenzröhren für die Kulturflüssigkeit. Sind die Röhren mit Nährlösung gefüllt, wird der Deckel darüber gegeben und der ganze Apparat wiederholt im strömenden Dampf sterilisiert. Dann wird, wie bei gewöhnlichen Petrischalen, zwischen den Deckel und die untere Schale eine Sublimatlösung gegeben, und das erste Röhren mit einer Reinkultur beschickt. Durch Drehen der Oberschale können sodann die übrigen Röhren nacheinander beimpft werden. — Der Apparat wird von der Fa. Franz Hugerhoff-Leipzig hergestellt.

Eine Modifikation der Bielschowskyschen Methode zur Imprägnation der gewöhnlichen Neuroglia und der Mesoglia, und einige Ratschläge über die Technik des Gold-Sublimats beschreibt S. Ramon Cajal in einer in spanischer Sprache erschienenen Arbeit. Die Technik ist kurz folgende: Fixation in einer Mischung von: dest. Wasser 100, Formaldehyd Merck oder Kahlbaum 15, Ammoniumbromid 2. Anfertigen von Gefrierschnitten in Dicke von 20 μ , die in der gleichen Lösung aufgefangen und aufbewahrt werden. Ohne vorheriges Waschen kommen die Schnitte für 4 oder mehrere Stunden in eine Lösung von: dest. Wasser 50, Formol 6, Ammoniumbromid 3 am besten bei einer Temperatur von 37 Grad. Alsdann Auswaschen in reichlicher Menge destillierten Wassers und sofort Übertragen in eine Silberlösung folgender Zusammensetzung: dest. Wasser 15, ammoniakalisches Silberoxyd 3—5, reines Pyridin 2—4 Tropfen. (Das Silberbad ist in geringen Mengen herzustellen, indem zu 10 ccm Silbernitratlösung 12 Tropfen 40 % Ammoniaklösung zugesetzt werden und kräftig umgeschüttelt wird. Der Niederschlag wird 6—7mal mit dest. Wasser gewaschen und in Ammoniak unter Vermeidung eines Überschusses aufgelöst.) Die Schnitte bleiben 5—10 Minuten in der Lösung bei normaler Temperatur und werden dann über der Flamme erwärmt, bis sie Tabakfarbe angenommen haben. Alsdann rasches Auswaschen in viel Wasser und sofortiges Übertragen in 20 % Formol. Bei Verwendung von 1 % oder 5 % Formol erhält man die elektive Färbung der Glia der weißen Substanz. Überschuß von Silber im Farbbad und zu langes Wässern sind die Hauptursachen von Versagern. Erneutes 2- bis 3maliges Waschen in reichlichem Wasser. Bewegen in kalter Goldchloridlösung durch einige Stunden oder 10—25 Minuten bei 37 Grad. Fixation in 6%iger Natriumhyposulfidlösung unter Zusatz von einigen ccm Alkohol. Erneutes Waschen, Entwässern auf dem Objektträger, Einschließen.

Die violetten Schnitte zeigen deutlich die dunkle fibröse Glia auf einem hellpurpurfarbenen Grunde. Der Farbenkontrast ist in der grauen Substanz weniger ausgeprägt als in der weißen Substanz. Stücke, die monate- und jahrelang in Bromformol gelegen haben, ergeben ausschließlich eine Färbung der fibrösen Glia der weißen Substanz. Die protoplasmatische Glia färbt sich in Stücken, die 4—25 Tage in der Fixierungsflüssigkeit lagen, nach Beizen bei 37 Grad durch mehrere Stunden und Färben im warmen Silberbad mit sehr geringem Puridingehalt und Reduktion in 20 % reinem Formol. Manchmal empfiehlt sich die Beize in warmem Kupferazetat (1:100) oder in Pyrogallussäure (0,5:100). Diese macht ein Auswaschen in ammoniakalischem Wasser (2 bis 3 Tropfen auf 15 ccm Wasser) vor dem Silberbad notwendig.

Die Färbung der Mikro-Glia gestaltet sich folgendermaßen: Brom-Formol bei 38 bis

42 Grad durch 8—10 Stunden, Silberbad (1 Teil Silber auf 2 Teile Wasser mit nicht mehr als 2 Tropfen Pyridin), Reduktion in 20 % Formol.

Bei der Anwendung der Gold-Sublimatmethode auf Schnitte am menschlichen Gehirn soll die Temperatur 18—22 Grad betragen, für niederstehende Säugetiere, Vögel usw. muß sie höher sein (25—35 Grad). Man verwende nur kristallisiertes, reinstes Sublimat, das warm zu lösen ist. Das Goldbad setzt sich folgendermaßen zusammen: 1 %ige Goldlösung 6 ccm, 5 %ige Sublimatlösung 5—8 ccm, dest. Wasser 40—50 ccm. Das Kleinhirn, das verlängerte Mark und das Rückenmark bedürfen bei der Behandlung höherer Temperaturen als das Großhirn. Die geeignete Schnittdicke beträgt 20—25 μ .

Dr. Rostock.

Neuere Ergebnisse von Lebendfärbungen von Pflanzenzellen. Schon 1889 zeigte Pfeffer (Arb. d. bot. Inst. Tübingen II, S. 179), daß lebende Pflanzen gewisse Farbstoffe in die Zellen aufnehmen können. In Flüssigkeiten lebenden Pflanzen werden die Farbstoffe in den Nährlösungen zugesetzt. Wasserpflanzen, deren Wurzelhaare sich gut zur Untersuchung eignen, läßt man auf der wässrigen Flüssigkeit schwimmen. Auch Teile von Landpflanzen legt man in solche Lösung. Küster (Jahrb. f. wiss. Bot. L, S. 261) stellte abgeschnittene Sprosse in die Farblösung. (Vgl. bez. Pilze Matruchot in Rev. gén. de Bot. XII, S. 33). Zu entsprechenden Versuchen eignen sich hauptsächlich Basenfarbstoffe von geringerer Giftigkeit (Ruhland in Jahrb. f. wiss. Bot. LI, S. 376), also z. B. Neutralrot und Methylenblau. In einer eigens dem Verhalten des Spirogyrakerns zu verschiedenen Giften gewidmeten Arbeit kommt Loew (Biochem. Ztschr. LXXIV, 1916, S. 376) zu dem Ergebnis, daß Brillantgrün und Malachitgrün recht giftig, Methylenblau und Kongorot weniger giftig seien. Klebs (Sitz.-Ber. Heidelberger Akad. d. Wiss. 1919, No. 24) fand, daß die Zellen der Farnvorkeime nach kaum einem Tag sterben nach Färbung mit 0,001%iger Lösung von Methylviolett, Genvianviolett, Thionin, Jodgrün od. and.; Chromgrün war noch am wenigsten schädlich. Auf die große Bedeutung von Lebendfärbungen macht Schneider (Zimmermanns Bot. Mikrotechnik, 2. Aufl., Jena 1922, S. 300) aufmerksam. So ist es verständlich, daß es wünschenswert ist, die lebend gefärbten Zellen unter Erhaltung der Färbung fixieren zu können. Skraup (Sitz.-Ber. d. phys. med. Ges., Würzburg 1917) erreichte das bei Färbung von Protozoen mittels Brillantkresylblau, Neutralrot, Methylenblau, Bismarckbraun u. a. Basenfarben durch Fixieren mittels wässriger Sublimatlösung.

Dr. Pfeiffer.

Zur Frage nach dem Vorhandensein eines Zellkernes in Bakterien liegen neuerdings Untersuchungen von Schußnig (Centralblatt f. Bakter., I. Abt., Or., Bd. LXXXV, S. 1) vor. Aus früheren Arbeiten anderer Forscher, bes. Schaudinns, ergab sich, daß

bei gewissen, z. Zt. noch wenig bekannten Bakterien die Chromatinsubstanz bei beginnender Sporenbildung in Form eines geraden oder mehr oder weniger geschlängelten Bandes im Innern der Zelle sich differenziert. Schlußig untersuchte stäbchenförmige Bakterien im Blinddarm des Meerschweinchens. Eine Kultur dieses *Bacterium caviae* ist ihm nicht gelungen. Das frische Bakterienmaterial wurde auf Objektträger ausgestrichen, am vorteilhaftesten mit Flemmingscher Lösung fixiert und nach Heidenhain gefärbt. Bei vielen Exemplaren ließ sich nach dieser Methode zwar noch keine Differenzierung erkennen. Neben diesen unstrukturierten Zellen fallen weiter solche auf, die in ihrem Innern, und zwar zentral und parallel der Längsachse, eine langgestreckte Ansammlung von größeren Körnchen enthalten, die viel stärker als das umgebende Zytoplasma den Farbstoff speichern. Diese Körnchenreihen und Chromatinbänder bezeichnet Schlußig als Chromatinsee. -r.-

Eine spezifische Amyloidfärbung mit Kongorot beschreibt Hermann Bennhold in der Mü. Med. Wochenschr. 1922, No. 44. Die in Paraffin eingebetteten Schnitte werden nach dessen Entfernen gut gewässert und 15 bis 30 Minuten lang in 1%iger wässriger Kongorotlösung gefärbt oder 15 Sekunden vorsichtig über der Flamme erhitzt. Dann werden sie 15 Sekunden in eine wässrige Lösung von Lithium carbonicum getaucht und in 80%igem Alkohol entfärbt, bis Kongorotschlieren am Objektträger herablaufen. Ist der Schnitt nicht gleichmäßig entfärbt, so wird die Prozedur noch einmal wiederholt. Am besten überzeugt man sich im Mikroskop, daß die Entfärbung gleichmäßig vor sich gegangen ist. Nach 15 Minuten langem Wässern werden die Schnitte in der üblichen Weise gegengefärbt, z. B. mit Hämatoxylin. Der Vorteil der Färbung besteht darin, daß nur das Amyloid, nicht aber Hyalin, kolloide Massen, Corpora amylacea usw. den Farbstoff festhalten.

Gefrierschnitte werden in derselben Weise behandelt, nur brauchen sie nur 20 Sekunden in der Farblösung zu liegen. Statt des Lithium carbonicum können zum Entfärben auch andere Alkalien, z. B. NH_4OH verwendet werden, jedoch scheinen sie nicht so prompt zu wirken. Dr. Rostock.

Die Bewegung von Blaualgen untersucht Fechner (Ztschr. f. Bot. VII, S. 292 f.) mit Hilfe von Indigoblau-Emulsionen und Tusche. *Oscillaria*-Fäden wurden in einen Tropfen Indigoemulsion gebracht und mit einem Deckglas versehen. Alsdann wurde von dessen Rand her Wasser zugefügt, wodurch sie sogleich stark zerstreut wurden. Bei der Fadenbewegung treten ringförmige Anhäufungen der Farbkörnchen auf der Gallertscheide auf, und man beobachtet solche auch um die Fäden herum. Wird Pelikan-tusche 541 (Dr. Grübler-Leipzig) mit Wasser im Verhältnis 1:3 verdünnt,¹⁾ so lassen sich

an beiden Fadenenden stattfindende stärkere Schleimabscheidungen beobachten, auf die in der Theorie die Bewegung der Fäden zurückgeführt wird. Dr. Pfeiffer.

Reaktion auf die Zellwände der Hydropoten (Wassertrinker). So bezeichnet Mayor (Beih. z. Bot. Centralbl. XXXII, 1. Abt., S. 278) die scharf umgrenzten Stellen bei vielen untergetauchten Pflanzen, an denen die Wand der Epidermiszellen, manchmal auch die der ersten darunterliegenden Schichten, sich in physikalischer Hinsicht durch hohe Durchlässigkeit für Wasser auszeichnet. Zuweilen finden sich Hydropotenzellwände an der ganzen Oberfläche der untergetauchten Pflanzenteile (*Batrachium fluitans*, *aquatile*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*). Die Kutikula der Hydropoten ist für Wasser benetzbar und, wie eine Probe mit Fuchsinlösung lehrt, gut durchlässig; an älteren Pflanzenteilen ist sie oft zerstört. Morphologisch unterscheidet sie sich nicht von der normalen Kutikula, färbt sich aber mit Sudan III nicht hochrot, sondern nur orange. Diese Färbung verschwindet außerdem noch bei Anwendung von Eau de Javelle, die die Hydropotenzellwände in etwa 1—12 Stunden, bei *Batrachium fluitans* sogar in 10 Minuten auflöst. Der in die Hydropotenzellwände eingelagerte Stoff ist unlöslich in konz. Schwefelsäure, Kupferoxydammoniak, Ammonoxalat, kalter und kochender Kalilauge, dagegen leicht löslich in Eau de Javelle, ziemlich löslich in 50%iger Chromsäure, langsam löslich in Königswasser (1 Fl. HNO_3 + 3 Tl. HCl) und konzentrierter Salpetersäure. Kalte Kalilauge färbt ihn gelb, Jod und Schwefelsäure bräunlichgelb. Fuchsin, Genviolett und Anilinblau werden in großer Menge gespeichert, Eosin und andere Farbstoffe in geringerem Maße. Dr. Pf.

Die von mir zusammengestellte **neue Doppelfärbung von Holz und Zellulose für Dauerpräparate** besteht darin, daß mit einer einfachen alkoholischen Lösung von Chrysoidin und Säurefuchsin (Fuchsin S) Holz gelb, Zellulose rotviolett, Kork mehr zitronengelb gefärbt werden kann; sie besitzt den Vorteil einfacher Handhabung, verbunden mit guten Kontrastbildern. Die Zellulosemembranen sind intensiver gefärbt, was z. B. bei Kongorot oder Alaunkarmin nicht in dem Maße der Fall ist. Die Farbstofflösung stellt man sich am besten so dar, daß man zu 20 ccm 95% Alkohol 9 ccm einer Lösung von 0,4 g Chrysoidin in 20 ccm 95% Alkohol zusetzt, und 2 ccm einer Lösung von 0,02 g Säurefuchsin (Fuchsin S) in 20 ccm 95% Alkohol. Die Schnitte, die mit Eau de Javelle und Essigsäure vorbehandelt sein können, werden, nachdem sie mit Wasser gründlich ausgewaschen sind, mit der Farbstofflösung versetzt. Wie lange

1909) verdünnte mit der 9fachen Wassermenge, füllte je 10 cm³ der Mischung in Reagenzgläser, sterilisierte sie und ließ sie 2 Wochen stehen. Er suchte indessen Bakterien aus dem Ausgangsmaterial zur Gewinnung von Reinkulturen zu isolieren.

¹⁾ Burri (Das Tuscheverfahren, Jena Mikrokosmos-Jahrbuch 1922/23. 7.

sie darin zu bleiben haben, um die gewünschte Intensität zu erreichen, wird jeder bald selbst festgestellt haben; gewöhnlich so lange, bis dickere Zellulosemembranen, wie z. B. unverholzte Bastfasern im Mikroskop in der orangegelben Lösung rötlich durchschimmern. Mehr wie 5 Minuten werden kaum nötig sein. Es wird nun mit 95%igem Alkohol so lange gewaschen, bis die mit Chrysoidin bisher gelb überdeckten Zelluloseteile rotviolett erscheinen. Dafür ist aber wünschenswert, daß die Schnitte ungefähr gleichdick, bezw. gleichmäßig dick sind, da sonst das Chrysoidin von den dickeren Zelluloseteilen nicht rechtzeitig weggenommen wird. Ist das erreicht, so werden die Schnitte in Nelkenöl übertragen und in Kanadabalsam eingebettet, woselbst die Färbung noch deutlicher hervortritt. In Glycerin oder Glycerin-Gelatine können sie nicht eingelegt werden. — Das Holz erscheint nun gelb, Zellulose rotviolett, Kork mehr zitronengelb. Die Schnitte ergeben schöne Kontrastbilder, die speziell bei Gefäßbündelschnitten wünschenswert erscheinen. Nach meinen Versuchen hat die Färbung durch eintägige Belichtung bei greller Julisonne nicht gelitten. Siegwalt Hruby.

„Eine einfache Methode zur genauen Bestimmung der Bakterienmengen in Bakterien-suspensionen“ beschreibt K. A. Fries im Zentralblatt für Bakteriologie (I. Bd. 86, Heft 1). Sie ist eigentlich zur Ermittlung der Stärke von den in der modernen Heilkunde viel benutzten Impfstoffen mit lebenden Bakterien (sog. Vakzinen) erdacht, dürfte aber auch sonst bei mancherlei Arbeiten mit Bakterien zu brauchen sein.

Aus gewöhnlicher frischer Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*) wird eine Aufschwemmung hergestellt, indem man ein etwa haselnußgroßes Stück in 1 l physiol. Kochsalzlösung bringt, die Sproßverbände durch viertelstündiges kräftiges Schütteln mit Glasperlen auflöst und die Suspension durch Hinzufügen von 5% Karbolsäure konserviert. Dann wird die Zahl der in 1 ccm enthaltenen Hefezellen mit Hilfe einer Zählkammer, wie sie für Auszählungen von Blutkörperchen gebraucht wird, ein für allemal bestimmt. Sie soll etwa 20 bis 30 Millionen betragen. Soll nun der Keimgehalt einer Bakterien-suspension ermittelt werden, so wird eine abgemessene Quantität davon, etwa 0,2 ccm, mit 2 ccm dieser Standardflüssigkeit gut vermischt, etwas auf ein reines Objektglas getropft, getrocknet und mit Fuchsin gefärbt. Dann ist das Verhältnis der Bakterien- zur Pilzzahl durch Auszählung einiger Gesichtsfelder oder Netzmikrometerfelder zu ermitteln. Die Bakterienzahl selbst ergibt sich nach der Formel:

$$X = k \cdot \frac{\text{Volumen Pilze}}{\text{Volumen Bakterien}} \cdot \frac{\text{Summe Bakterien}}{\text{Summe Pilze}}$$

wo k die bekannte Zahl der Hefezellen in 1 ccm bedeutet.

Die Befürchtung, daß die größeren Pilzzellen eine wesentliche Anzahl Bakterien verdecken könnten, ist, wie Versuche mit wechselnder Verdünnung ergaben, unbegründet;

der hierdurch entstehende Fehler liegt innerhalb der üblichen Fehlergrenzen. O. A.

Das Vorkommen des Chitins bei Bakterien hat J. v. Wettstein in einer Arbeit („Das Vorkommen von Chitin und seine Verwertung als systematisch-phylogenetisches Merkmal im Pflanzenreich“ Sitzgsber. Wien. Akad. Abtlg. I, 130. Bd. 1921, 1.—3. Heft) einer kritischen Nachprüfung unterzogen und im Gegensatz zu den Befunden Viehoever's das vollständige Fehlen dieses Membranstoffes nachgewiesen. Als Methode kam sowohl die von Wisseling'sche Chitosanreaktion, — mit 50—60%iger Kalilauge und halbstündiges Erhitzen der zugeschmolzenen Röhrchen im Glycerinbad auf 160 Grad —, als auch die von Viehoever angegebene Modifikation¹⁾ zur Anwendung. Als Material dienten, was besonders hervorzuheben ist, dieselben Bakterien, welche Viehoever untersucht hat. Wurde genau nach der Vorschrift von Wisseling's gearbeitet, so lösten sich die Bakterien in der Kalilauge vollständig auf und waren unauffindbar. Es war naheliegend, in der kürzeren (15 Min.) Einwirkungs-dauer der (50%igen) Kalilauge des Viehoever'schen Verfahrens eine Fehlerquelle zu vermuten, da jede chitinöse Membran ein viel längeres Erhitzen mit Kalilauge aushält. Tatsächlich zeigten die 15 Minuten mit Kalilauge behandelten Membranreste nach Zusatz von Jod und Schwefelsäure rosa bis dunkelrotbraune Farbtönungen, doch konnte Wettstein nachweisen, daß diese Färbung nicht als Chitosanreaktion zu deuten ist, sondern, daß auch ohne Jodjodkalizusatz, schon durch die Kalilauge allein, diese Farbtönungen auftreten, die nach Zusatz von Schwefelsäure deutlicher und intensiver werden. Auch die anderen von van Wisselingh (1915) angegebenen Reaktionen auf Chitosan waren sämtliche negativ, ebenso konnte H. Brunswik (nach einer schriftlichen Mitteilung) aus Bakterien, trotz mannigfacher Versuche, keine Chitosansphaerite erzielen. Der Stoff, der mit Kalilauge die „verhängnisvolle“ Rosafärbung gibt, ist nicht näher bekannt; Wettstein hält ihn für ein Produkt des Ernährungsstoffwechsels der Bakterien, worauf auch seine verschiedenen Mengen in den Zellen und die dadurch bedingten Farb-abstufungen zurückgeführt werden können. — Nach diesen und übereinstimmenden älteren Untersuchungen (Van Wisselingh 1897, 1916, Wester 1909) müssen wir annehmen, daß sich Chitin als Membranstoff bei den untersuchten Bakterien nicht nachweisen läßt und wahrscheinlich bei allen Bakterien fehlt. Ob Chitin auch bei allen Bakterien-Sporen, die als besonders resistent gelten, fehlt, bedarf trotzdem einer neuerlichen, umfassenderen Untersuchung.

G. Kostka.

¹⁾ S. Mikrokosmos XV. 1921/22. S. 86.

Das Mikroskop im Unterricht

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Wir veröffentlichen in diesem Beiblatt, das in zwangloser Folge erscheint, Aufsätze über die Methodik und Technik der Mikroskopie in der Schule, die dem Lehrer Anregung praktischer Art geben und die Schüler zu eigenen Versuchen und Beobachtungen im Sinne des Arbeitsgedankens veranlassen sollen.

Die Behandlung der Kryptogamen in der Volksschule.

Von Seminarprorektor Dr. **Brohmer**.

Die meisten Lehrer ordnen die blütenlosen Pflanzen im Unterricht der Volksschule so an, daß sie mit der Behandlung der höchsten Formen — also den Farnen und Schachtelhalmen — beginnen und von ihnen aus abwärts steigen. Diese didaktische Maßnahme wird damit begründet, daß den Kindern bisher nur die Blütenpflanzen bekannt sind; Farne und Schachtelhalme sind aber den Phanerogamen ähnlicher als z. B. die Algen. In schematischer Befolgung des Unterrichtsgrundsatzes: „Vom Bekannten zum Unbekannten“ glaubt man, die höchsten Kryptogamen voranstellen zu müssen.

Ich halte dieses Verfahren für verfehlt. Die sogenannten apperzipierenden Vorstellungen, die der Volksschüler für die Farne und Schachtelhalme mitbringt, beziehen sich auf Äußerlichkeiten, die nur von geringem Wert sind. Man sollte endlich aufhören, die unbedingte Notwendigkeit apperzipierender Vorstellungen zu betonen. Weckt nicht das Neue, Unbekannte stärkere Spannungsgefühle als das Bekannte? Wenn wir im Sinne des Arbeitsgedankens verfahren wollen, wenn wir im Kinde Interesse an den Wundern der Natur erwecken wollen, dann müssen wir unsere Schüler vor Aufgaben stellen, ihnen Probleme aufdecken, sie forschen und finden lassen. Das gelingt uns leichter bei der Behandlung unbekannter Lebewesen als bei solchen, von denen das Kind glaubt, sie genau zu kennen und schon alles von ihnen zu wissen. Das ist der erste Grund, der mich veranlaßt, die Behandlung der Kryptogamen mit den Algen zu beginnen.

Das letzte Volksschuljahr bietet uns Schüler, die in die Reifezeit eintreten. Eine

Periode stürmischer Entwicklung des Geistes beginnt; schon treten die ersten Regungen nach einer Weltanschauung auf. Der Jüngling möchte alle Rätsel des Lebens lösen. Wollen wir rechte Erzieher sein, so müssen wir die psychischen Erscheinungen der Reifezeit benutzen, um den werdenden Menschen auf den richtigen Weg zum Erlangen einer gefestigten Weltanschauung zu führen, und der biologische Unterricht kann dazu in hervorragender Weise beitragen. Zu diesem Zweck muß die Naturgeschichte mehr (als es bisher vielfach geschah) vertieft werden, vor allem muß auch in der Volksschule das Mikroskop reichlich angewendet werden; denn für die moderne Naturerkenntnis ist diese Erweiterung unsrer Sinne unumgänglich notwendig. Auch der Volksschüler muß mit eigenen Augen die Zelle als den Baustein der höheren Lebewesen kennen gelernt haben, er muß wissen, wie sich die elementaren Lebensvorgänge in der Zelle vollziehen. Wollten wir ihm diese Erkenntnisse an vielzelligen Organismen verschaffen, so würden wir auf mannigfache Schwierigkeiten stoßen. Nur wenn wir ihm die Zelle als selbständigen Organismus vorführen, können wir den Grundstein zu einem synthetischen Lehrgang legen, in dem sich ein Glied lückenlos an das andere reiht. Damit wird aber zugleich der fortschrittliche Zug in dem Reich des Lebendigen gekennzeichnet, der in der Entwicklungslehre seinen Ausdruck gefunden hat. Das ist der andere Grund, der mich veranlaßt, die Algen an den Beginn der Kryptogamenbehandlung zu stellen.

Das geeignetste Objekt, das eine Einführung in den Bau der Algen vermitteln kann, ist die *Schraubenalge* (*Spiro-*

gyra, Abb. 1). Sie findet sich im Frühjahr, also in der Zeit, in der wir mit der Behandlung der Kryptogamen beginnen, in jedem Tümpel in Menge. Die Materialbeschaffung macht uns also keine Sorge. Man kontrolliere jedoch, ob man wirklich die Spirogyra gefunden hat! Die Herstellung eines Präparates ist kinderleicht: in einen Wassertropfen auf dem Objektträger bringt man mit Hilfe einer Pinzette einige Algenfäden und legt ein Deckglas darüber. Dann läßt man zuerst mit schwacher, hierauf mit stär-

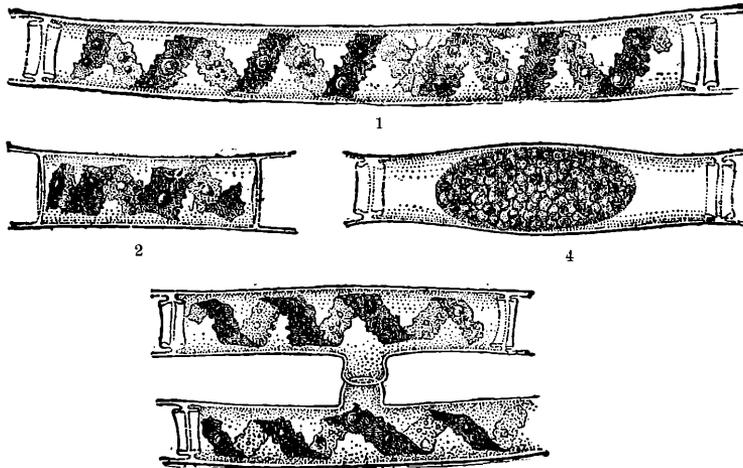


Abb. 1. Bau und Lebensgeschichte der Schraubenalge (*Spirogyra* sp.). 1 = Ausgewachsene Zelle mit Ringfalten, Blattgrünband, dessen Stärkekerne und Zellkern. 2 = Zelle kurz nach der Teilung. 3 = Zwei Zellen vor der Kopulation. Das Chlorophyllband hat sich noch nicht zusammengeballt. 4 = Bildung von Ruhesporen. Der Zellinhalt zieht sich zusammen und füllt sich mit Nahrungstoffen. (Nach Francé.)

kerer Vergrößerung betrachten. Da die Kinder im mikroskopischen Sehen wenig geübt sind, ist es praktisch, auf Grund einer Tafelskizze auf all das aufmerksam zu machen, was an dem Präparat gesehen werden kann. Nach der Besprechung lösche man aber die Skizze weg, die Kinder sind sonst geneigt, nicht das im Mikroskop Geschaute, sondern die Skizze des Lehrers nachzuzeichnen; denn nach der Betrachtung zeichnen die Kinder das Gesehene in ihr Beobachtungsheft.¹⁾

Der Schüler muß lernen, im Einzelnen das Allgemeine zu erkennen. So ist uns die Schraubenalge nicht ein beliebiges Einzelwesen, das wir nach allen Richtungen beschreiben, sondern ein Typus, an dem wir Einrichtungen und Vorgänge erfassen, die wir bei einer Fülle von Lebewesen wieder-

finden. In erster Linie dient unsere Betrachtung dazu, dem Schüler den Begriff Zelle klarzumachen. Hier handelt es sich um eine Pflanzenzelle. Ihre wesentlichen Bestandteile sind Zellwand, Protoplasma, Kern, Zellsaft und Blattgrün (Chlorophyll). Wichtig ist es, daß die Kinder den Algenfaden als körperliches Gebilde auffassen; denn das mikroskopische Sehen verführt leicht dazu, das Objekt nur als Fläche zu betrachten. Der Lehrer muß also auf die Trennungswände der Zellen auf-

merksam machen; sie erscheinen elliptisch; aus dem Zeichenunterricht wissen die Schüler, daß perspektivisch gesehene Kreisflächen diese Gestalt erhalten. Sie finden dann selbst, daß die Zelle der Schraubenalge walzenförmig ist. Damit haben sie mancherlei gelernt; für späteres selbständiges Erkennen ist es von Vorteil, wenn der Lehrer zusammenfassen läßt, auf was man bei mikroskopischen Beobachtungen zu achten hat, daß man bestrebt sein muß, das flächenhafte Bild in ein körperliches zu gestalten, und wie wir hier

zum Ergebnis gelangt sind. Bei künftigen Beobachtungen müssen diese Erfahrungen reproduziert und angewendet werden. — Am meisten fällt in der Spirogyrzelle das Blattgrünband auf; es hat eine Gestalt, die von der Norm abweicht; darum müssen wir im Anschluß an die Schraubenalge noch eine Art zeigen, die kornförmige Chlorophyllkörper hat. Doch davon später. Wir begnügen uns an dieser Stelle des Unterrichts mit einer Beschreibung, gehen vorläufig auch noch nicht auf die Funktion des Blattgrüns ein; denn wir wollen ja dem Kinde nichts mitteilen, was es selbst ergründen kann. Hier genügt also die Namengebung und Beschreibung. Auf die Frage, ob man Volksschülern nur den deutschen Namen oder auch den wissenschaftlichen nennen soll, antworte ich, daß es nichts schaden kann, wenn dem Kinde einmal das Fremdwort ins Ohr klingt, aber man verlange nicht, daß es gemerkt wird.

¹⁾ Vgl. meinen Aufsatz „Das Mikroskop im Naturgeschichts-Unterricht der Volksschule“, Mikrokosmos Jahrg. XV (1921/22), Heft 1, S. 29.

Uns gilt die Sache mehr als ein Name. Wenn man vom *Protoplasma* spricht, ist dieses Wort m. E. unbedingt erforderlich, denn die Verdeutschungen, die dafür vorgeschlagen worden sind (z. B. Urbildungsstoff) haben sich nicht eingebürgert. Selbstverständlich muß man eine Übersetzung des Fremdwortes geben, damit es nicht leerer Schall bleibt. — Auf den Kern muß man besonders hinweisen; er ist bei *Spirogyra* verhältnismäßig gut zu sehen, und da in den weiteren Besprechungen immer wieder von diesem Gebilde die Rede ist, muß ihn das Kind wenigstens an einem Objekte in Augenschein genommen haben.

Wir nehmen an, daß die morphologisch-anatomische Seite der Behandlung nunmehr erledigt ist. Durch eigene Beobachtung hat das Kind ein Bild von der Gestalt der Zelle der Schraubenalge und von ihren wichtigsten Teilen gewonnen. Nun folgt die physiologische Betrachtung. Wir untersuchen also die Lebenstätigkeiten der Algenzelle, nämlich die Ernährung und Fortpflanzung der Schraubenalge.

Bezüglich der Ernährung unserer Pflanze schließt das Kind, daß die Nahrungsstoffe im Wasser enthalten sein müssen. Wir erinnern an andere schwimmende Wasserpflanzen, rufen ins Gedächtnis zurück, was die Kinder überhaupt von der Ernährung der Pflanzen wissen.¹⁾ Dann stellen wir die Unterschiede zwischen der Alge und den höheren Pflanzen fest; auffällig ist das Fehlen der Wurzeln und Blätter, und diese Erkenntnis benutzen wir, um darauf aufmerksam zu machen, daß hier nur eine einzige Zelle ein Lebewesen bildet, während dort Millionen von Zellen zu einem Organismus vereinigt sind. Eine mikroskopische Betrachtung der Oberhaut eines Blattes (s. Abb. 2), eines dünnen Moosblättchens oder eines Querschnittes durch einen Flaschenkork dient zur Illustrierung unserer Belehrung. Hier muß also die eine Zelle alles das verrichten, was bei jenen mittels der Arbeitsteilung von Tausenden und Abertausenden der kleinen Bausteine des Pflanzenkörpers vollzogen wird. So sieht das Kind ein, daß

¹⁾ Wer sich für die Frage eines naturgeschichtlichen Arbeitsunterrichts in der Volksschule interessiert, sei auf meine „Naturgeschichte“ (ein Heft der „Handbücher für den Arbeitsunterricht“, herausgeg. von Karstädt und Wolff) hingewiesen; Langensalza, Jul. Beltz, 1922.

bei der Alge keine Wurzeln und Blätter vorhanden sein können, denn die Zelle vereinigt ja in sich alles, was zu ihrer Selbst- und Arterhaltung notwendig ist. Jetzt stellt ein Kind selbständig die Frage: Wie kommen denn die im Wasser gelösten Salze in das Innere der Zelle? Wir fragen dagegen: Wie kommen die Bodensalze in das Innere der Wurzel? Es kommt nun darauf an, ob dieses Problem bereits im Sinne des Arbeitsgedankens erörtert worden ist oder nicht; in diesem Falle müssen wir — falls nicht im

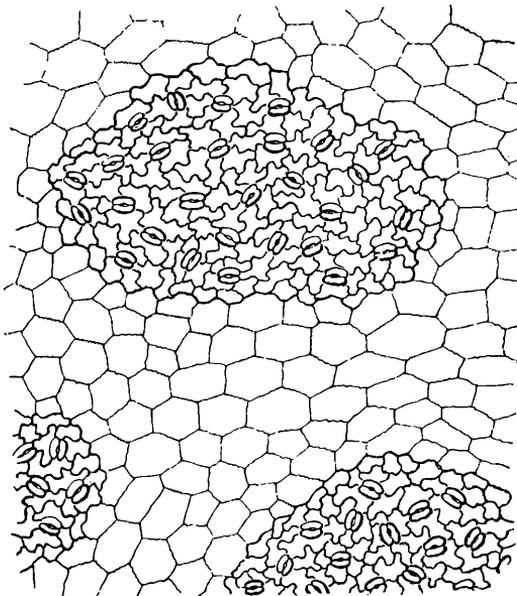


Abb. 2. Blattoberhaut mit Spaltöffnungen, schwach vergrößert. (Aus Francé, Leben der Pflanze.)

Physikunterricht bereits die Osmose behandelt worden ist — einen Hilfsversuch vornehmen. In eine trockene Schweinsblase füllen wir eine Kupfervitriollösung. Nichts dringt in der Luft aus diesem Behälter; wenn wir ihn aber in ein Gefäß mit reinem Wasser hängen, ändert sich das Bild. Durch die Wand der Blase dringt Kupfervitriol und färbt das Wasser blau, andererseits dringt Wasser in die Blase, bis ein Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Wir heben das Wesentliche hervor: zwei Flüssigkeiten von verschiedenem Salzgehalt sind durch eine durchlässige Membran getrennt; es erfolgt ein Austausch. Die gleichen Bedingungen finden wir bei der im Flußwasser schwebenden Schraubenalge; ein wenig abgeändert wird der Vorgang freilich dadurch, daß das wandständige Proto-

plasma wohl Flüssigkeit von außen nach innen, aber nicht umgekehrt wandern läßt. Der Zellsaft wirkt also saugend auf die dünne Salzlösung, die das Flußwasser darstellt.

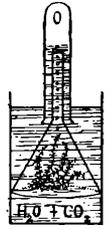


Abb. 3. Versuch zur Darstellung der Kohlenassimilation der Pflanzen mit *Elodea canadensis* (Wasserpest).

Den Kindern ist bekannt, daß die Pflanze aus der Luft mit Hilfe der Blätter die sogenannte Kohlenassimilation aufnimmt. Ob auch die Alge dieses Gas gebraucht? Um diese Frage von den Kindern beantworten zu lassen, erinnern wir an die Verwendung der Kohlenassimilation. Da es bekannt ist, daß aus ihr der Kohlenstoff gewonnen wird, der zum Aufbau aller organischen Verbindungen notwendig ist, kann geschlossen werden, daß auch die Alge Kohlenassimilation aufnehmen muß. Bald wird gefunden, daß sie nur aus der Luft stammen kann, die im Wasser gelöst ist. Ein Versuch kann uns wenigstens einen Teil der Kohlenassimilation veranschaulichen. Unter einen Glastrichter bringen wir eine genügend große Menge Algen und setzen ihn mit der breiten Öffnung auf den Boden eines Glasgefäßes. Dann bringen wir Wasser hinein und stülpen über die Trichterröhre ein mit Wasser gefülltes Re-

Streichholz in das Gas, so beginnt das Streichholz hell zu brennen, ein Beweis, daß sich Sauerstoff gebildet hat. Er entstammt der Kohlenassimilation (CO_2), von der die Pflanze den Kohlenstoff zurückbehalten hat. Zugleich lehrt dieser Versuch, daß die Kohlenassimilation nur im Licht stattfindet. Auf diese Weise läßt sich eine allgemeine Erkenntnis an einem einzelnen Beispiel gewinnen.

Gleiches gilt für die Behandlung der Fortpflanzung der Schraubenalge. Bekanntlich findet eine ungeschlechtliche und eine geschlechtliche Vermehrung statt. Ob wir beide Arten mit dem Mikroskop beobachten können, hängt von Zufälligkeiten ab, erwünscht ist es jedoch. Gewöhnlich geht es dem Lehrer so: wenn er ein Objekt für den Unterricht notwendig braucht, findet er es nicht, und später tritt es ihm in Massen entgegen. Man muß dann seine Zuflucht zu gelegentlichen Ergänzungen nehmen und den Kindern noch das zeigen, was ihnen zu rechter Zeit nicht dargeboten werden konnte. — Die ungeschlechtliche Vermehrung ist hier die wichtigere, die geschlechtliche die interessantere. Wenn die Kinder einsehen, wie sich die Zellteilung bei der Schraubenalge vollzieht, haben sie

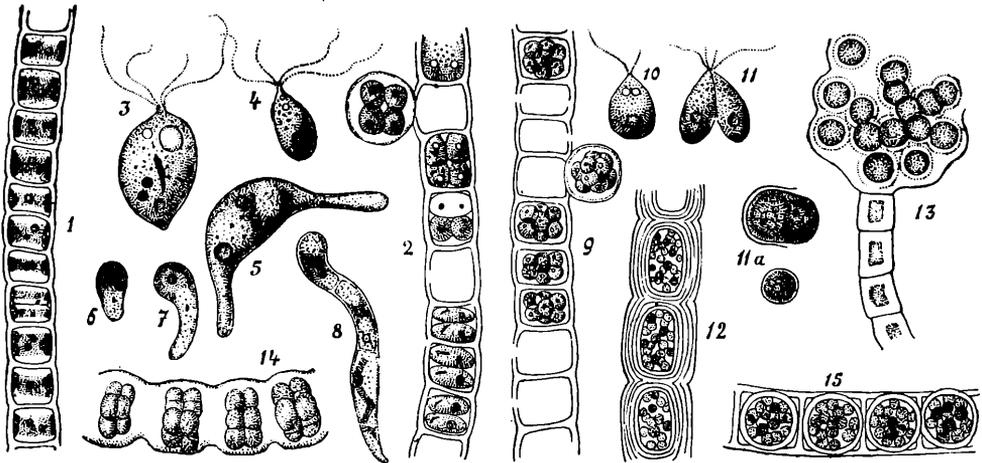


Abb. 4. Die Lebensgeschichte der Kraushaaralge (*Ulothrix*). 1—11 = *U. zonata*. 1 = vegetativer Faden, der in 2 zur Schwärmersporen-, in 9 zur Gametenbildung schreitet, in 12 Akineten und in 13 Palmellen bildet, in 14 in das Schizomeris-Stadium übergeht, in 15 zur Hypnosporen zerfällt. 3 = Makro-, 4 = Mikrospore. 5 = Keimung der Makrospore. 6—8 = Keimung der Mikrospore. 10—11a = Gameten in Vereinigung. (Nach Klebs, Gay u. Cienkowski.) (Aus Francé, Leben der Pflanze.)

genzgläschen (Abb. 3.) Im Sonnenlichte sehen wir aus den Algen farblose Gasbläschen aufsteigen, die sich im oberen Teile des Probierröhrchens ansammeln; in der Dunkelheit oder in schwachem Lichte findet dieser Vorgang nicht statt. Halten wir ein glimmendes

damit eine Vorstellung erworben, wie die Zellteilung im gesamten Pflanzenreich verläuft; denn im wesentlichen stimmt sie allenthalben überein. Mit der Jochsporenbildung lernen die Kinder dagegen eine Fortpflanzungsweise kennen, die nur bei

einer einzigen Pflanzengruppe vorkommt. Kann man ihnen die „Leitern“ zeigen, (siehe Abb. 1), die von zwei Algenfäden gebildet werden, so prägt sich dieser Anblick wohl dauernd bei ihnen ein, wenn man auf die Bedeutung dieser Verschmelzung der Zellen eingeht. Hier ist auch der Ort, an dem man die geschlechtliche Erziehung des Schülers vorbereiten kann; denn die sexuellen Vorgänge sind in ihren Grundzügen im Tier- und Pflanzenreiche gleich: überall handelt es sich um die Vereinigung einer männlichen und einer weiblichen Zelle. Ich kann auf dieses Problem, das ich an anderer Stelle¹⁾ erörtert habe, nicht näher eingehen, ich möchte hier nur bemerken, daß die Hauptsache der sexuellen Erziehung die Willensbildung ist, daß aber der biologische Unterricht vorbereitende Erkenntnisvorgänge vermitteln kann und muß. So wird auch dieser Teil der Behandlung zu einem Stück, das sich in einen größeren Plan mosaikartig einfügt, und ich glaube gezeigt zu haben, daß die Schraubenalge dem Volksschüler ein gut Teil Naturerkenntnis vermitteln kann.

Mit dieser intensiven Behandlungsweise haben wir wahrscheinlich mehr Stunden verbraucht als es die meisten Lehrer bei diesem Gegenstande tun. Aber wir haben jetzt eine solide Grundlage gewonnen, so daß die Behandlung der übrigen Algen kürzer erfolgen kann. Vor allem müssen wir den Kindern noch eine Art vorführen, bei der das Chlorophyll in Körnchen zu sehen ist, z. B. die Kraushaaralge (*Ulothrix*, Abb. 4). Geschähe es nicht, so würden die Kinder vielleicht glauben, das Blattgrün sei stets als spirales Band in die Zellen eingelagert.

Wie weit wir in der Behandlung der Algen sonst noch gehen können, muß nach der zur Verfügung stehenden Zeit entschieden werden, auch andere Umstände sprechen dabei noch mit. Hinweisen möchte ich noch auf die Kieselalgen (*Diatomeae*, Abb. 5).

¹⁾ Vgl. meine Schrift „Sexuelle Erziehung im Lehrerseminar“ (Schriften des Deutschen Ausschusses f. d. math. u. naturw. Unterricht), Leipzig, Teubner, 1917.

In fast jedem Wassertropfen, den wir einem Tümpel entnehmen, ist die *Schiffche-nalge* (*Navicula*) oder eine ihrer Verwandten zu finden. Sie kann dem Schüler eine wichtige Erkenntnis vermitteln, nämlich das Vorkommen freier Ortsbewegung bei Pflanzen. Damit wird das Dogma zerstört, daß die Pflanze sich nicht aktiv bewegen könne. So wird auch hier eine allgemeine Wahrheit in der Einzelbehandlung aufgedeckt.

Auf diese allgemeinen Erkenntnisse ist der größte Wert zu legen. Der naturgeschichtliche Unterricht — auch der in der Volksschule — darf sich nicht auf die bloße

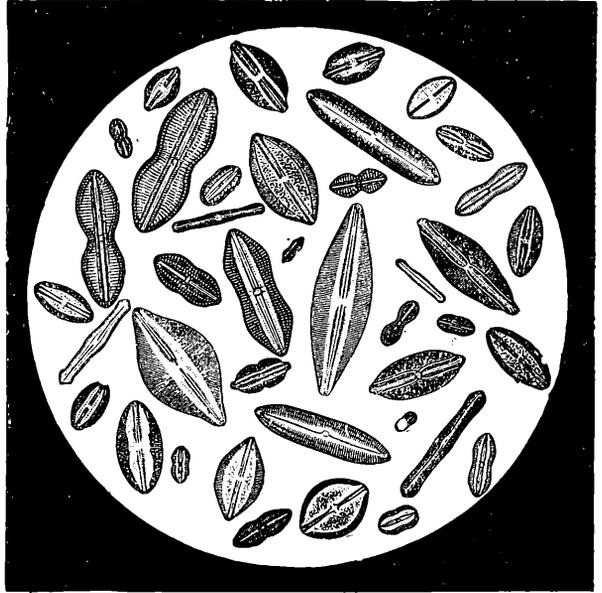


Abb. 5. Kieselalgen (Diatomeen) aus einem Süßwassersumpf. Stark vergr. (Aus Francé, Leben der Pflanze.)

Beschreibung beschränken, und die schönsten Beobachtungen haben wenig Zweck, wenn sie nicht verarbeitet, nicht zur Bildung allgemeiner Erkenntnisse ausgenützt werden. So ist auch ein Arbeitsunterricht fast ohne Bedeutung, wenn nicht aus der Arbeit geistige Werte destilliert werden. Wenn wir jedoch in dieser Weise die Algen behandeln, dann wird ein Fundament für die weitere Unterrichtstätigkeit über die Kryptogamen gelegt, auf dem wir sicher weiterbauen können. Hiermit wollen wir uns später beschäftigen.

Sinn und Verständnis der Schüler für mikroskopische Betrachtungen. Einige Beobachtungen aus dem Schulleben. Es ist viel geredet und geschrieben worden über die Art und Weise, wie man als Lehrer den Gebrauch des Mikroskops im naturkundlichen Unterricht der verschiedenen Schulgattungen einführen und nutzbringend handhaben könnte. Da scheint mir einmal in umgekehrter Richtung die Frage verlockend: „Was hält und was hat der Schüler von sich aus von dem Mikroskop und von dem, was darunter zu sehen ist?“ — Zunächst wird man feststellen können, daß sich am besten das Lebensalter zwischen 14 und 21 Jahren für mikroskopische Untersuchungen eignet. Bringt man dann zum ersten Mal ein Mikroskop in die Klasse, so sind die Schüler durchweg schon mit Lust und Liebe bei der Sache, wenn der Lehrer erst einmal die Teile des Apparates selbst erklärt. Liegt das Präparat auf dem Tischchen, so ist die Anzahl der Schüler, die auf eine einzelne Betrachtung kommen, von Ausschlag für die Erhaltung der Aufmerksamkeit und Spannung bei der Gesamtheit. Da man jedoch meistens nicht in der günstigen Lage sein wird, über mehrere Apparate und über einen besonderen Arbeitsraum zu verfügen, so tut man gut, eine größere Klasse in Gruppen einzuteilen und für jede ein besonderes Präparat bereitzulegen, über welches die einzelnen Gruppen zum Schluß zu berichten haben, wenn möglich, unter Anfertigung einer kleinen Faustzeichnung. Außerdem liegt eine Zeichnung des Lehrers neben dem Mikroskop, auf der die Hauptteile des jeweils vorgenommenen Gegenstandes eingetragen sind. Selbst dann kommt es noch vor, daß ein Schüler eine Luftblase oder ein Stückchen Erde oder Schmutz für die Hauptsache hält, z. B. bei einer Betrachtung von Algen. Bei gefärbten Stücken muß man immer wieder auf das Künstliche und den Zweck der Färbung hinweisen, um nicht ganz verkehrte Ansichten zu erwecken. Ein dankbares Studium gewährt insbesondere alles, was sich bewegt; es wird kaum etwas schaden, wenn während der Pflanzenkunde, in der die Algen durchgenommen werden, ein Wasserfloh eine Zeit lang unser aller Augenmerk fesselt. Wie das Leben an dem seltsam

aussehenden Tierchen pulsiert, wie das Krebschen mit dem Auge rollt, mit den Beinchen strampelt und sich gegen die Last des Deckglases wehrt! Nicht minder reizt es den Schüler, etwas vom eigenen Körper vergrößert zu sehen; am häufigsten hört man von Schülern, auch von älteren, die Bitte, doch einmal ein Haar, das sie sich ausgezogen haben, unter dem Mikroskop sich ansehen zu dürfen. Wird es ihnen dann gestattet, so gibt es wohl meistens eine Enttäuschung, da gewöhnlich fast nur ein dunkler Strich zu sehen ist.

Der Anfänger pflegt also zwar recht empfänglich für die Betätigung auf dem Gebiete der Mikroskopie zu sein; er muß aber erst begreifen lernen, was das fragliche Werkzeug zu bieten vermag und worauf er bei seinem Gebrauch in erster Linie zu achten hat.

Studienassessor O. Wetzel.

Als **Einschlusmittel** für allgemeine Zwecke benutzt C o u p i n (Rev. gén. de Bot. XXXI, S. 109) eine Mischung aus 35 cm³ Wasser mit 0,8—1%igem Sublimatzusatz, 30 g Gummi arabicum und 10 g Glukose. Für unfixierte einzellige Algen und verwandte Organismen wird dieselbe Mischung mit etwas weniger Sublimat (0,6—0,8%) empfohlen; hingegen soll statt dessen 1 g ammoniakalisches Chlorkupfer zugesetzt werden. An Stelle vorstehenden K u p f e r g u m m i s dient für mehrzellige Algen eine K u p f e r g e l a t i n e aus 500 cm³ 0,4%iger Sublimatlösung, 5 g Gelatine und 1 g ammoniakalischem Kupfer. Außer vorstehendem wässerigem Einschlusmittel ist einer Erfahrung v a n W a l s e m s (Ztschr. f. wiss. Mikrosk. XXXIV, S. 154) zu gedenken, wonach Tolubalsam, der früher nur für Diatomeenuntersuchungen benutzt wurde, jetzt allgemein zu verwenden ist, wenn 10 g gepulvert. Tolubalsam in 10 cm³ Chloroform verrührt wird und man die Mischung über Nacht stehen läßt und alsdann das Gelöste abgießt. Beim Auftropfen und Bedecken des Einschlusmittels muß sehr rasch verfahren werden. Als dazwischen zu schaltendes Intermedium wird eine nicht lange haltbare Mischung aus einem Teil Nelkenöl und 3 Teilen Chloroform empfohlen.

Dr. Pfeiffer.

Bücherschau.

Einführung in die Mikrotechnik von V. Franz und H. Schneider („Aus Natur und Geisteswelt“ No. 765, B. G. Teubner, Leipzig). Der Liebhaber-Mikroskopiker wird manchen schätzenswerten Wink in dem Bändchen finden. Wie das Bändchen No. 678 der gleichen Sammlung „Ehringhaus, Das Mikroskop“ leidet aber auch dieses daran, daß es auf engem Raume zu viel zusammenzudrängen sucht. — Diese Mängel haften dem ganz besonders empfeh-

lenswerten Bändchen 675 „W. Nienburg, Pilze und Flechten“ nicht an. — **Das Mikroskopische Praktikum des Brauers. I. Teil: Morphologie und Anatomie d. Brauereiroh- und Hilfsstoffe.** Von H. Schnegg (1921, Ferd. Enke, Stuttgart) ist ein Buch, das bisher völlig fehlte, das wegen seines klaren Aufbaues Anklang finden und das nicht nur den Brauer, die Studierenden der Brauerei, sondern jeden Mikrotechniker interessieren wird. Die Bilder sind ganz vorzüglich. Dr. Stehli.

Mikroskopische Untersuchungen von Tierfallen einheimischer Pflanzen.

Von Dr. H. Pfeiffer.

I. Familie *Droseraceae*.

Sicher ist es wohl mehr als ein Zufall, daß gerade auf nährsalzarmem Boden die merkwürdige biologische Gruppe der insektenfressenden („Insektivoren“) oder fleischfressenden („Karnivoren“) Pflanzen ihren Hauptstandort hat. Auch außerhalb der Moore finden wir die ausländischen Insektivoren vorwiegend auf unfruchtbarem Sand. Daß in den Tropen manche *Nepenthes*-Arten auf reichem Untergrunde wachsen, beweist noch nicht für alle Fälle das Gegenteil. Die Ansichten über den Vorteil dieser Einrichtung haben freilich vielfach gewechselt. Aber noch neuerdings will Neger den Nutzen einer Ernährung durch tierisches Eiweiß nicht so niedrig einschätzen (s. indessen Rückblick S. 344). Schmid bringt wichtige Gründe vor für die Auffassung, daß karnivore Ernährung und Wurzelpilzbildung (Mykotrophie) sich gegenseitig ausschließen, vermutlich dann deshalb, weil beiden eine ähnliche Bedeutung im Pflanzenhaushalt zukommt.

Die erste Kunde der Karnivorie scheint auf Erwähnung einer moorbewohnenden Pflanze aus Karolina in einem Briefe von John Ellis an Carl von Linné (1769) zurückzuführen. Wenige Jahre später (1782) erkannte der Bremer Arzt Dr. Roth die Fähigkeit der *Drosera*-(Sonnentau-)Arten, Insekten zu fangen und zu verzehren.¹⁾ Wie unglaublich den damaligen Zeiten die Vorstellung von fleischfressenden Pflanzen war, geht aus einer von Neger zitierten Äußerung des damaligen hochangesehenen Direktors des Petersburger botanischen Gartens hervor. Prof. Regel schreibt: „Der berühmte englische Gelehrte Darwin hat in der Neuzeit die gewagte Theorie aufgestellt, daß es Pflanzen gebe, welche Insekten fangen

und sogar fressen. Wir hoffen, daß der kühle Verstand und die gründliche Beobachtung unserer deutschen Naturforscher diese Theorie gleich der Theorie der Urzeugung, Parthenogenesis, Generationswechsel usw. bald wieder in den Kasten des wissenschaftlichen Plunders werfen wird, den die ehemaligen Vertreter solcher Theorien selbst am wenigsten öffnen mögen.“ Interessant wird dem Leser sein, daß entgegen solcher Voraussage Sommerstorff (Österr. Bot. Zeitschr. 1911) von einem in stehendem Wasser teils frei, teils epiphytisch auf *Cladophora*-Algen lebenden Pilz berichtet, der mittels Kurzhyphen eine klebrige Substanz abscheidet, Rädertierchen damit fängt und schließlich verzehrt, ähnlich wie Zopf (Die Pilze, Breslau 1890) von einem mistbewohnenden Pilz erzählt, der an seinem Fadengeflecht Schlingen bildet, worin er Fadenwürmer zu fangen vermag.

Von allen einheimischen Insektivoren ist neben dem Wasserschlauch allein die Gattung *Drosera* über die ganze Erde verbreitet. Die Tierfallen dieser bei uns in wenigen Arten der Moore vertretenen Gattung stellen die Blätter dar. Bei der mikroskopischen Untersuchung kommt es auf die sorgfältige Lösung der zahlreich auf diesen sich befindenden Verdauungshärchen an (Abb. 1 bis 3). Es sind fadenförmige, etwas kegelig verjüngte, am Ende aber zu einem eiförmigen Kolben angeschwollene Fortsätze. Diese bestehen aus einigen Lagen langgestreckter Zellen, in deren Mitte ein (selten zwei), von dem Bündelnetze der Blattfläche abgezweigtes, enges Spiralgefäß gerade verläuft, und welche von einer ebenfalls gestrecktzelligen, einfachen Epidermisschicht bedeckt werden (Abb. 2—3). Das Spiralgefäß tritt in der Mitte des kolbigen Endes in eine die Hauptmasse bildende, im ganzen eiförmige Gruppe eng verbundener, kurzer Netz- und Spiraltracheiden. Die Epidermis

¹⁾ Über Roths Entdeckung s. Abh. Nat. Ver. Brem. XIX, 2, S. 280ff. (Bildnis auf Taf. VII), sowie Heinekens, Biogr. Skizz. Brem. Naturf. u. Ärzte, S. 293ff.

wird beim Übergang in den Kolben erst kurzzeitig und setzt sich dann plötzlich fort in die dreischichtige Bekleidung der Kolbenoberfläche, die, wie W a r m i n g gezeigt hat, teils aus der primären (nach der Anlage!) Epidermis, teils aus der unter dieser gelegenen Bildungs- oder Meristemschicht entsteht. Alle diese Verhältnisse sind an den losgelösten Verdauungshärchen zu beobach-

und C o r r e n s, auf deren Arbeiten darum kurz hingewiesen sei.

Von Interesse ist auch die mikroskopische Untersuchung der B l ü t e (Abb. 4—7), die wir unter dem Präpariermikroskop leicht in ihre Teile zerlegen können. Die Kelchblätter finden wir am Grunde verwachsen und nach oben zungenförmig verschmälert. Am Rande sind sie mit Drüsen versehen. Die Kron-

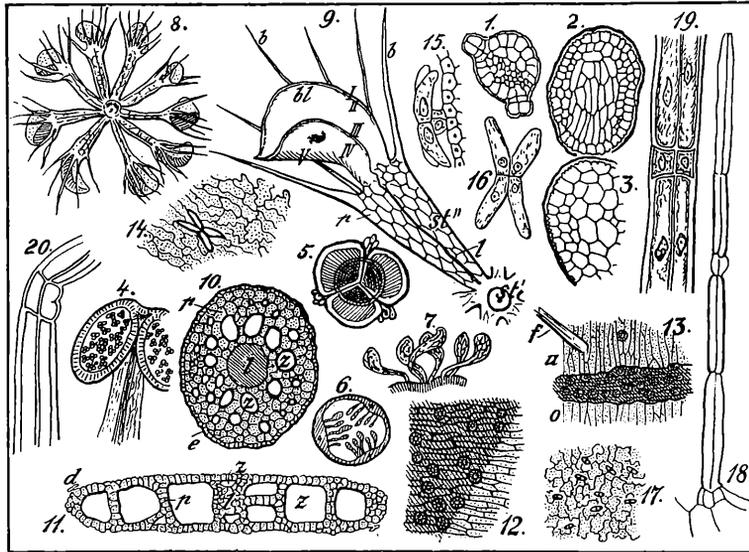


Abb. 1—7. *Drosera anglica* Huds. (Sonnentau). Querschn. durch Drüsenhaar, 2 Längs- und 3 Querschn. durch Drüsenköpfechen dess., 4 oberes Ende des Staubblattes mit den beiden Beuteln und darin enthaltenen Pollenkorntetraden, 5 diese stärker vergr., schon Keimschläuche zeiger., 6 Querschn. durch den Fruchtknoten, 7 Narben. (Tlws. nach F. Höhn u. Möbius). — Abb. 8—20. *Aldrovanda vesiculosa* L. (Wasserfalle): 8 Blattquirl, 9 einzelnes Blatt [st' Stamm, st'' Blattstiel, l Leitbündelzellen, p durchscheinende Parenchymzellen, b Borsten, bl die hier geschlossene Blattscheibe, I Randzone, II Zone der auswärtigen zweirimigen Drüsen, III drüsenlose Zone, IV Zone der weiter einwärts gelegenen zweirimigen Drüsen, V Gelenkzone], 10—11 Querschn. durch Stamm bzw. Blattstiel (l Leitbündelzellen, z Zwischenzellräume, e Oberhaut, d zweirimige Drüsen), 12 Oberhautstück von der Außenseite des Blattes mit dichtgedrängten, runden Drüsen, 13 ebenso von der Gelenkzone der Innenseite mit Verdauungsdrüse neben der Fühlborste, 14 dass. aus der Zone der vierarmigen Drüsen, 15—16 eine vierarmige Drüse von der Seite (Querschnittbild) und von oben, 17 Oberhautstück aus der Zone der zweirimigen Drüsen, 18 Schema einer Fühlborste, 19—20 deren Gelenk mit den anliegenden Haarteilen in gestrecktem und gebogenem Zustande. (Zum Teil nach Fenner und Haberlandt.)

ten, die man mittels Pinzette gelöst und vor Untersuchung in Wasser durch Kochen in Chloralhydrat (8 Tl. in 5 Tl. Wasser gelöst) etwas aufgehellt hat. Schnitte zu machen, empfiehlt sich nicht. Am besten eignet sich frisches Material zur Präparation, ohne daß indessen Herbarmaterial nach Aufkochen und Aufhellen (nachher das Auswaschen nicht vergessen!) ungeeignet wäre. Kleinere Härchen werden schon genügend durchsichtig und weich nach Behandlung mit Alkohol und Ammoniak. Mit der Änderung der Reizempfänglichkeit der Drüsenhaare bei Erwärmung u. a. beschäftigten sich B e n e c k e

Resedazeen einfächerig ist. Drei nach innen vorspringende Stellen der Wandung bilden die Samenleisten und tragen die langgestreckten, geraden, aber umgewendeten (anatropen) Samenanlagen.¹⁾

Weniger häufig ist bei uns die Gattung *Aldrovanda*, von der in Europa nur eine Art bekannt ist, die gleichzeitig von Bengalen bis Queensland verbreitet ist. Die zu Fallen umgewandelten Blätter dieser Pflanze stehen in

¹⁾ Über die sicher auch recht interessanten mikroskopischen Verhältnisse der *Aldrovanda*-Blüten kann ich erst nach Untersuchung blühenden Materials berichten.

Quirlen (Abb. 8) an der untergetaucht schwimmenden Pflanze und sind von einem gewissen Alter an stets geschlossen, so daß sie eine entfernte Ähnlichkeit mit den Schläuchen des Wasserschlauches haben. Jeder Quirl besteht aus 8—9 Blättern (Abb. 9), die von borstenartigen Zipfeln umgeben sind. Offen, d. h. ungereizt, bilden die beiden Klappen einen Winkel von etwa 60 Grad. Mit F e n n e r unterscheiden wir 4 Zonen: Die R a n d z o n e läuft in spitze Borsten aus. Die D r ü s e n z o n e ist mit vierarmigen Drüsen besetzt, die vermutlich zur Anlockung der Beute Schleim absondern. Auf eine dritte d r ü s e n l o s e Zone folgt die i n n e r s t e mit Verdauungsdrüsen und Fühlborsten besetzte Zone. Die zweite und dritte Zone sind eben und legen sich beim Klappenverschluß eng aneinander, die vierte ist konkav gewölbt.¹⁾ Die Beschaffenheit der verschiedenen Zonen wird vor allem in Aufsichtspräparaten (Abb. 12—17) untersucht. Nachdem wir von dem aufgeweichten und event. (bei älterem oder Herbarmaterial) durchsichtig gemachten Material unter dem Präpariermikroskop ein Blatt sorgfältig gelöst haben, versuchen wir aus den angegebenen Zonen je einen kleinen Abschnitt in einfachster Weise (Abziehen) unter ein Deckglas zu bringen und unter Wasser zu beobachten. Die in den Abb. 10—11 angegebenen Querschnitte durch Stamm und Blattstiel lassen sich durch Freihandschnitte bei genügend frischem Material leicht herstellen.

Die Hälften der Blattspreiten klappen bereits zusammen, wenn eine der auf der Blattoberseite (4. Zone) vorhandenen F ü h l b o r s t e n berührt wird. Deren Einrichtung (Abb. 18—20) wird somit noch besonderes Interesse erregen. Ihre Funktion wurde schon 1861 von F e r d. C o h n erkannt. Sie treten in der Anzahl von 18—20 hauptsächlich zu beiden Seiten des Mittelnervs (4. Zone) auf, sind aber auch in geringerer Zahl an anderen Stellen der Spreite und gegen den Rand hin vorhanden. Sie bestehen in den unteren Teilen aus vier, weiter oben aus zwei nebeneinander verlaufenden Zellreihen in fünf oder mehr Etagen, von denen

¹⁾ Es bleibt hinzuzufügen, daß die Mittelschicht der V e r d a u u n g s d r ü s e n aus zwei ziemlich hohen, einen Stiel bildenden Zellen besteht, und daß die Zahl der zentralen und peripherischen Zellen der Drüsenscheibe zuweilen größer als 4 und 8 (5—8 und 9—14) ist.

die unterste besonders kurzellige das F u s t ü c k bildet. Es folgen darüber eine oder mehrere Etagen langgestreckter Zellen mit verdickten Außen- und zarten Innenwänden, ferner eine kurzellige Etage mit dünnen Außenwänden (G e l e n k!) und endlich wieder langellige mit verdickten Außenwänden. H a b e r l a n d t führt aus, wie das Gelenk der reizempfangende und -empfindende Teil des Haares ist.

Die E n t s t e h u n g s w e i s e der V e r d a u u n g s d r ü s e n der karnivoren Pflanzen ist einigermaßen in Dunkel gehüllt. Wahrscheinlich sind sie, wie G ö b e l zuerst angedeutet hat, aus Haarwasserspalten hervorgegangen. Die Bedeutung der Ausscheidung des schleimigen Sekretes mag darin bestanden haben, das ausgeschiedene Wasser festzuhalten, vielleicht langsamer verdampfen zu lassen und so eventuell wieder absorbieren zu können. Damit war die Möglichkeit des zunächst rein zufälligen Insektenfanges gegeben, und nun mag bei der weiteren Entwicklung eine Arbeitsteilung zwischen sitzenden und gestielten Verdauungsdrüsen eingetreten sein.¹⁾

¹⁾ Wichtigste Literatur:

- D e B a r y, Vgl. Anatomie d. Vegetat.-Org. Leipzig 1877.
 B e n e c k e, Thermonast. Krümmungen d. Drosera-Tentakeln, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. XLVIII, 1909.
 C a s p a r y in Bot. Ztg. XVII, 1859 (S. 117f.) und XX, 1862.
 C o h n, Üb. d. Funktion der Blasen von A. u. Utricularia, Beitr. z. Biol. d. Pfl. I, 3. Heft, 1861. — S. auch Flora, Jahrg. 1850.
 C o r r e n s, Zur Physiologie d. Drosera rotundifol., Bot. Ztg. LIV, 1896.
 C h. D a r w i n, Insectivorous Plants, London 1875. — (Deutsch von C a r u s, 1885.)
 F r. D a r w i n, The process of aggregation in the tentacles of Dr. rot., Microsc. Journ., vol. XVI. N. S.
 D i e l s, Droseraceae in Engler, Das Pflanzenreich, Heft 26, 1906 (S. 4f.).
 F e n n e r, Laubbl. u. Drüsen einiger Insektivoren, Dissert. Zürich 1904 (S. 33—91 u. Taf. XI—XXI), abgedruckt in Flora XCIV, 1904.
 G o e b e l, Pflanzenbiol. Schilderung. Bd. II, Marburg 1891 (Abschn. V, S. 72).
 H a b e r l a n d t, Sinnesorg. i. Pflanzenreich, Leipz. 1901 (S. 94f.); eine zweite Aufl. erschien 1906 (S. 129f.). — Siehe auch die Phys. Pflanzenanat., 5. Aufl., 1918 (S. 551f.).
 L i l y H u i e, Changes in the Cell-organs etc., Quarterly Journ. of microscopic science XXXIX, 1897.
 M a r t i n e t, Organes de sécrétion des végétaux, Dissert. Paris 1871 (abgedruckt: Ann.

II. Familie **Wasserschlauchgewächse***(Lentibulariaceae).*

Nach den Untersuchungen von Büsgen (Gartenflora Bd. XXVIII) besteht kein Zweifel darüber, daß unser gemeiner Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*) bei reichlicher Fütterung mit Flohkrebsechen besser gedeiht als ohne tierische Ernährung. Im andern Falle fand Büsgen deutliche Hungererscheinungen auftreten, d. h. dieselben Veränderungen, die auch bei andern schlecht ernährten Wasserpflanzen zu beobachten sind (verfrühte Winterknospenbildung usw.) In einer andern Arbeit über

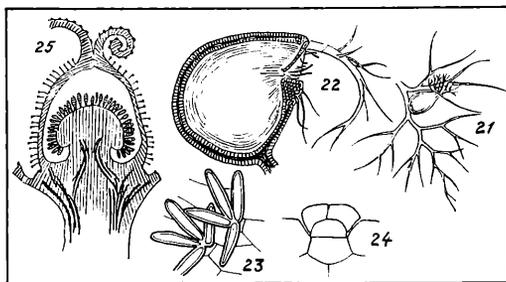


Abb. 21—23. *Utricularia vulgaris*. Abb. 24—25. *Pinguicula vulgaris*. (Z. Tl. nach Fenner.) Näheres siehe im Text!

„Die Art und Bedeutung des Tierfanges bei *U. vulgaris*“ (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. VI, 1888) wies er nach, daß die Anlockung der Tiere durch schleimabsondernde¹⁾ Haare erfolgt, die so gestellt sind, daß sie ein dem Schleim nachgehendes Tier direkt in die Falle, nämlich den Eingang der Blase, locken. Die blasenartigen Organe liegen an einzelnen Zipfeln der stark geteilten Blattfläche (Abb. 21). Die sehr enge Eingangsöffnung wird ventilmäßig von einer Klappe verschlossen (Abb. 22). Auf ihr, die von zwei miteigentümlichen Aussteifungseinrichtungen

sc. nat., 5. sér. XIV), besonders S. III f. — verweist auch auf die ältere Literatur von De Candolle, Schleiden, Naudin, Meyen, Bahrdt, Planchon, Trécul, Weiß, Groenland und Nitzschke.
 Morren, Note sur le *Drosera binata*, Bull. Acad. Belgique 1875.
 Neger, Biol. d. Pfl. auf experiment. Grundl. (Bionomie), Stuttg. 1913 (S. 321—44).
 Rosenbergl, Physiol.-cytolog. Untersuch. üb. *Drosera rotund.*, Upsala 1899.
 Schmid, Beitr. z. Biol. d. Insektivoren, Flora Jahrgang 1912.
 Warming in Videnskab. Meddelels. fra. nat. Forening i Kjöbenhavn 1872 (S. 168).
¹⁾ Nach Lützelburg (Beitrag zur Kenntn. d. Utrik., Flora 1910) soll dem Schleim Zucker beigemischt sein.

versehenen Zellagen gebildet wird, finden sich hauptsächlich vierzellige Drüsen mit einzelligen, verschieden gestalteten, kugeligen oder elliptischen oder nach Art des Endteils eines zweiarmigen Haares geformte Köpfehen.¹⁾ Zuweilen ist hier das Köpfehen durch eine senkrechte Wand zweizellig, oder die Stiel- oder Gelenkzelle ist durch senkrechte Wände in vier Zellen geteilt. Dagegen besitzen die zweiarmigen, mit aufwärts gerichteten Haaren versehenen Drüsen an der dem Schlauchinnern zugekehrten Wand des Schlauches und ebenso die im Innern noch mehr verbreiteten vierstrahligen Verdauungsdrüsen (Abb. 23) keine Stielzellen. Vielmehr sind die untersten Teile der zwei bzw. vier Strahlzellen stielartig verschmälert. Erwähnenswert scheint mir, daß die vierarmigen Verdauungsdrüsen der Blaseninnenwand bei den verschiedenen Arten voneinander abweichen. Alle diese Verhältnisse sind auf ziemlich einfache Weise (Öffnung des Schlauches, Zupfpräparate und ganze Blasenstücke von der Innenwand, der Klappe usw.) zu zeigen. Schwieriger ist die Untersuchung des Verlaufes der Leitbündelstränge. Dazu wird am besten ein Mazerations- und Färbegemisch aus 1. Tl. Schwefelsäure (braucht nicht konzentriert zu sein), 1½ bis 2 Tl. Wasser und etwas Fuchsinlösung hergestellt. Man bringt die entsprechenden Stücke im ganzen in das Gemisch, das in einem Uhrgläschen darauf einwirken soll. Bei unserer gemeinen Art ist ein mittlerer, ungefähr zylindrischer Strang vorhanden, der in jedes der sogen. Blätter einen Ast abgibt. Seine (auf den wagrecht im Wasser schwimmenden Stengel bezogene) obere, kleinere Hälfte besteht aus gestreckt säulenförmigen, dickwandigen, die untere aus größtenteils zartwandigen Zellen. Nahe der Zwischengrenze liegt im Unterteil eine einfache Reihe weiter Tracheiden mit Ring- und Spiralfaseraussteifung. Als eine merkwürdige Arbeitsteilung verdient erwähnt zu werden, daß nach Göbels Untersuchungen unsere gemeine Art sich mehr auf den Fang von Kopepoden verlegt hat, dagegen *U. intermedia* Ostrakoden, vornehmlich *Cypris*, fängt. Man erklärt das so, daß die Arten an verschiedenen Örtlichkeiten (*U. vulgaris* freischwimmend, die andere am

¹⁾ Schon bekannt seit Benjamin (Bot. Zeitg. 1848, S. 58).

Grunde der Gewässer) wachsen und daher teils die als gute Schwimmer bekannten Kopepoden, teils die im Schlamm umherkriechenden Kruster fangen.¹⁾

Zum Schluß untersuchen wir das in norddeutschen Mooren nicht seltene Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*). Zum Fangen von Insekten dienen dieser Pflanze die ungeteilten hellgrünen Blätter. Da sich nur einfachste Mittel zum Insektenfang vorfinden, können auch nur winzig kleine Tiere erbeutet werden. Zur Untersuchung werden Flächen- und Querschnitte der Blätter angefertigt. Die Fangdrüsen der Blattoberseite sind gestielt und bestehen aus einer Grundzelle, einem ein- bis dreizelligen Stiel, einer Säulenzelle und endlich 16 nach Art von Radspeichen angeordneten Zellen des Köpfchens. Die Verdauungsdrüsen der Blattoberseite sind kurz gestielt und bestehen außer der Stielzelle aus einer acht- oder vierzelligen Drüsen Scheibe (Abb. 24). Nach Fennel (Laubbl. u. Drüsen einheimischer Insektivoren, Flora 1904, S. 335ff., auch als Dissert. Zürich) dienen die am Blatttrand gelegenen 1—4 äußeren Reihen der Epidermiszellen gleichfalls zum Abscheiden von

Drüsensaft. Auf 1 qmm Blattfläche wurden im übrigen 250 länger gestielte und eine kleinere Anzahl kurzgestielte Drüsen gezählt. Auf der Blattunterseite finden sich nur kleine, mit vierzelligem Köpfchen versehene und als Wasserspalten arbeitende Außendrüsen.¹⁾ Am Blattstiel und am Grunde der Blattspreite kommen mehrzellige Haare aus 3—6 Zellen mit verkümmertem Köpfchen vor, die nicht drüsig tätig sind.

Sofern uns Blüten vom Fettkraut zur Verfügung stehen, mögen sie uns dazu dienen, die mikroskopischen Familienmerkmale aufzufinden. Wir fertigen einen Längsschnitt durch den Fruchtknoten an (Übersichtsvergrößerung! — Abb. 25). Dessen Wand umschließt eine glockige Höhlung, in die von unten pilzartig die Samenleiste mit den aufrecht stehend daran befestigten Samen anlagern hineinragt. Ein eigentlicher Griffel fehlt, indem die aufgerollten Narben fast direkt dem Fruchtknoten aufsitzen. Besonders fällt uns auf, daß die Außenwand des Fruchtknotens die uns von den Blättern her bekannten gestielten, schleimabsondernden Drüsen trägt.

Einzelliges Ungeziefer.

Von Dr. Aug. Koeppel.

Ungeziefer und Unkräuter — zwei Begriffe, die der menschliche Eigennutz schuf; oder ist vielleicht die Stubenfliege nicht wert, mit Liebe betrachtet zu werden, weil sie uns auf der Nase herumtanzt? und ist vielleicht der leuchtende Mohn im Getreidefeld deswegen verächtlich, weil er daselbst dem Bauern unerwünscht ist? Wer auf

solch einseitigem Boden die Natur beobachtet, ist kein Freund derselben und noch weniger ein Forscher, der all ihre Kinder mit gleicher Liebe umfaßt. Wer Plagegeister und Schädlinge ausschließt, dem entgeht außerdem ein Großteil aller Lebewesen und nicht die uninteressantesten.

Im übrigen nötigen sie uns vielfach, ob wir wollen oder nicht, unser Interesse an ihnen ab, sobald sie uns oder unsere Kulturprodukte „mit ihrem Besuche beehren“. Dieser kann von kurzer und von langer Dauer sein, er kann uns nur lästig fallen oder direkt nachteilig werden. Denn alles Ungeziefer und alles Unkraut will auch leben und nimmt sich nicht selten während der Besuchszeit einen kleinen Imbiß beim

¹⁾ Weitere Literatur über U.: F. Cohn, Beitr. z. Biol., Heft III, S. 71. — Glück, Biol. u. morpholog. Unters. über Wasser- u. Sumpfgew., II. Utric., Jena 1906. — Goebel, Biol. Schilderungen, II, Jena 1891. — Meierhofer, Beitr. z. Anat. u. Entwicklungsgesch. d. U.-Blasen, Flora XI, 1902, 84—113, Taf. II—X. — Von Czajka ist (in Ztschr. f. Bot. XIV) soeben eine Abhandlung über die Wirkungsweise der U.-Blasen erschienen, in der sehr ausführlich nach einer besonderen Methode diese Fragen untersucht werden. Freilich kam Cz. zu etwas andern Ergebnissen, als frühere Beiträge im Mikrokosmos (Jahrg. 1919/20 u. 1920/21) nach einfacheren Arbeitsweisen. 3. 12. 1922.

¹⁾ Goebel, ferner Haberlandt (Physiol. Pflanzenanatomie, 5. Aufl. Leipzig 1918, S. 469ff.) u. a. sehen in ihnen die entwicklungsgeschichtlichen Vorfahren aller Verdauungsdrüsen.

Gastgeber; kein Wunder, denn vom Belästigten bis zum Schmarotzen ist nur ein Schritt.

Bezeichnet im Frankenland der Landwirt seine Kleintiere, vor allem das Geflügel, als Geziefer, so versteht man unter Ungeziefer im allgemeinen Plagegeister von Linsengröße und darunter; daß sie aber auch Vertreter in der Welt der mikroskopisch Kleinen

zu beschaffen, da sie sich in der Regel auf Polypen und Strudelwürmern weit verbreitet finden.

Es ist naheliegend, daß auf der höckrigen Oberfläche einer Hydra sich winziger Unrat ansammelt. Wenn nun dieser nebst etwa vorhandenen Algenzellen von einem Tierchen weggebürstet und verschluckt wird, so erinnert dies an unsere Stare, welche auf weidenden Schafen deren sechsbeiniges Ungeziefer suchen und fressen; doch trifft dieses symbiotische Verhältnis auf den ersten Fall insofern nicht ganz zu, als diese Tierchen die Polypen, besonders wenn sie auf deren Tentakeln laufen, in ihrer Beschaulichkeit fortgesetzt stören.

Diese kleine lebendige Bürste heißt *Kerona pediculus* (Abb. 1); ventral flach, dorsal schwach konvex, zeigt sie den Umriß einer links ausgebuchteten Bohne. Stets in Mehrzahl vorhanden, laufen sie gewandt vorwärts wie rückwärts auf der Oberfläche ihrer Wirte herum. Auf ihrer Bauchseite stehen 6 etwas gekrümmte Wimperreihen, die bei Bewegungen des Tieres fegend arbeiten und alles dem Mundfelde zuführen (Abb. 2). Der Rücken ist nicht behaart, dagegen die Körperperipherie. {Irgend welche organischen Gebilde, welche die lebende Unterlage schädigen würden, sind ebensowenig vorhanden wie bei der folgenden Form, die ich sehr häufig auf 1—2 mm kleinen Wasserasseln fand. Diese Wimperlinge huschten äußerst lebhaft zwischen den Kiemen und Beinen derselben hin und her, hielten dabei ihren vorderen Körperpol immer etwas seitlich und trugen ungefähr in der Mitte ihres zart längsgestreiften Leibes einen Höcker wie ein Dromedar (Abb. 3). Wurden sie von den glashellen Jungtieren abgestreift, so gingen sie in der Regel nach 2 Stunden ein, wobei ihr Höcker verschwand. Wer sie sehen will, fange sich im Anfang Mai weibliche Wasserasseln aus einem Sumpfe, setze sie in ein kleines pflanzenreiches Aquarium und untersuche die aus dem Ei geschlüpfte Brut.

Enthält der Fang gleichzeitig Hüpferlinge, so kann man hievon Exemplare erbeuten, bei denen in den vorspringenden Brustpanzernischen und im sichern Gestrüpp der Spaltfüße Familien von Sauginfusorien sich eingenistet haben. Abb. 4 zeigt eine solche aus 5 Köpfen, die wie in einem Nestchen sitzen, ohne ihren Haus-

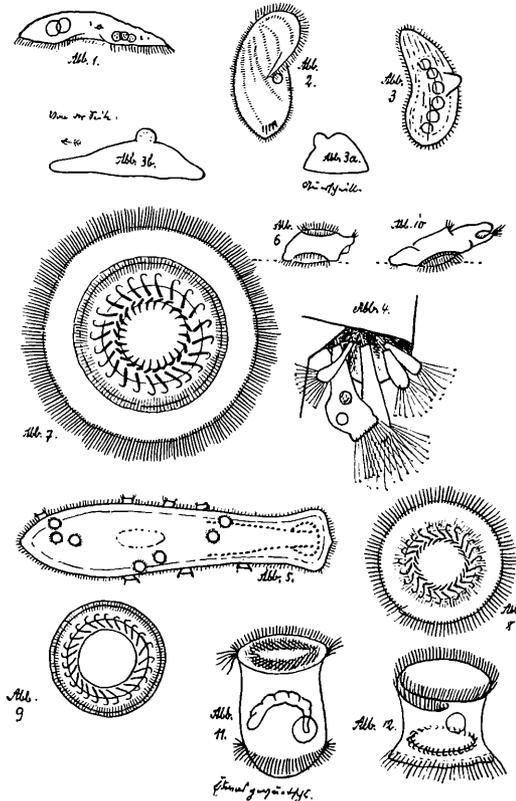


Abb. 1—12. Einzelliges Ungeziefer. Erklärung im Text.

haben, dies zu zeigen, soll der Zweck der folgenden Zeilen sein.

Wenn wir das Ungeziefer vom Standpunkt seiner Ernährung aus betrachten, so lassen sich 2 verschiedene Gruppen unterscheiden. Die Vertreter der einen leben von Abfällen des Wirts, schädigen ihn also in keiner Weise; man nennt sie Kommensalen. Die andern leben von den Körpersäften des Wirtes, schädigen ihn also, man nennt sie Parasiten. Beide können sich im Innern oder an der äußeren Oberfläche ihres Opfers aufhalten, immer aber sind sie von Flüssigkeit umgeben. Ektokommensalen und Ekto-parasiten sind für den Mikroskopiker leicht

herrn im geringsten zu belästigen; sie leben von dem, was diesem auf seiner Wanderfahrt infolge seiner Winzigkeit entgeht, sofern es tierischer Natur ist. Diese wenigen Beispiele zeigen, daß der Nutzen des Kommensalismus stets auf Seite der Kleinen ist und daß diese sowohl freibeweglich wie fest-sitzend sein können¹⁾; in keinem Falle wird der andere Teil geschädigt. Tritt dieses ein, so führt die Vergesellschaftung in interes-santen Übergängen zum Parasitismus.

Auch hiefür lassen sich leicht, wie ein-gangs erwähnt, die nötigen Unterlagen be-schaffen. Man fange sich Hydren oder, was nach meinen Beobachtungen noch sicherer zum Ziele führt; schwarze Strudelwürmer (*Polycelis nigra*), wie sie in oder auf dem Pflanzendickicht der Sümpfe elegant dahin-gleiten und man wird selten leer ausgehen (Abb. 5). Hat man einen derartigen Wurm unter dem Deckglas bei wenig Wasser, so werden in kurzer Zeit seine Quälgeister scharenweise vom Rücken abgestreift und können nun umso leichter studiert werden, als sie in Bälde ihren Kreiselanz aufgeben und infolge des erlittenen Druckes halb gelähmt zwischen den 2 Gläsern liegen. Wir sehen dann, daß sie vor allem in zwei Hauptformen auftreten, von denen die eine stöpselförmig und die andere jakobiner-mützenartig ist. Erstere heißt *Trichodina pediculus* und letztere *Trichodina (Urceolaria) mitra*; beide sind wie *Kerona* unruhige Gesellen, die ihre Ruhe liebenden Unterlagen ständig in einer gewissen Auf-reegung halten.

Wie die Bilder 6 und 12 zeigen, gleicht der Körper von *Trichodina pediculus* einem aufrechten kurzen Zylinder, der einen oberen und einen unteren Wimperkranz besitzt. Darin erinnern sie an die ihnen verwandten Glockentierchen, welche sich von ihrem Stiel losgelöst haben und mit dem hinteren Wimperring herumschwimmen. Ihre Basis ist von einem Hautreif umsäumt, so daß sie, wenn die Tiere außer Bewegung sind, einem Saugnapf nicht unähnlich ist. In der Fläche derselben ist ein zartes kreisrundes Hart-gebilde mit radiärer Streifung und konzen-trisch zu diesem ein kleinerer Ring, auf dem ungefähr 25 eigenartige Krallen aufsitzen. Jede derselben besteht aus 2 Stücken, einem

äußeren gekrümmten (Abb. 7) und einem inneren fast rechtwinkelig geknickten, dessen Nagel zum Mittelpunkt der Scheibe deutet, ohne denselben zu erreichen. Es ist begreif-lich, daß die Tiere, wenn sie mit derartigen „Genagelten“ auf der zarten Haut der Planarien und Polypen tanzen, dieselbe ver-letzen müssen. Unter der großen Zahl der von mir untersuchten Tiere fand ich auch eines von geringerer Größe, dem der erst- genannte Ring fehlte; trotzdem zeigte es deutlich dessen feine Rippen in radienartiger Streifung, außerdem war der Nagel jeder Kralle schräg gestellt (Abb. 8). Vereinzelt kann man bei solcher Gelegenheit auch Individuen finden, denen der innere Nagel der Krallen fehlt (*Trichodina Steinitzi*), wie dies Abb. 9 zeigt; ihre Kratzwunden mögen wohl weniger schmerzhaft für den Wirt sein. Alle diese 3 Formen zeigen eine aufrechte Haltung des Körpers im Gegensatz zu der folgenden, deren etwas längerer Leib schief steht (Abb. 10). Der innere Basalring dieser *Trichodina mitra* trägt keine Krallen mehr, sondern nur über dem Streifenring schräge, eng beisammenliegende Nadeln. Ihr Kern ist teils bandförmig und teils grimm-darm-artig (Abb. 11). Diese Form leitet zu einem Peritrichen über, der auf der schlüpfrigen Haut verschiedener Wasserschnecken sein Unwesen treibt und überhaupt keinen Basalring mehr besitzt, zu der *Scyphidia*. Ihre einzige parasitische Anpassung besteht nur in einer Verstärkung des Randes ihrer Basal-scheibe, die so als Haftorganelle dient; der schlanke, aufrecht stehende Körper ist quer-geringelt.

Auch diese Tierchen haben, wie die zuerst beschriebenen, das Feld ihrer Tätigkeit auf die Oberfläche ihrer Wirte verlegt, sind also Ektoparasiten. Vereinzelt unter ihren Ver-wandten beginnen bereits in die Haut und die Kiemen von Fischen einzudringen, wo sie, wenn sie in riesiger Zahl auftreten, sogar den Tod derselben verursachen können. Manche Aquariumsfische zeigen sich über und über mit kleinen weißlichen Bläschen bedeckt, in denen 1 oder 2 holotriche ei-förmige Infusorien wohnen. Diese *Ichthy-ophthirius multifiliis* fallen schließlich heraus, lassen in der Haut Löcher zurück und kapseln sich auf dem Boden ein. Der Inhalt jeder Zyste zerfällt in Hunderte von Stück-chen, die nach kurzer Zeit als junge Brut ausschlüpfen, sich in die Haut der Fische

¹⁾ Vergl. Kommensalen auf der Flohkrebs-kieme, Mikrokosmos Jahrg. XII, 90 und Suk-torien auf Wanzenbeinen, X, 215!

einbohren und dieselben nach und nach zugrunde richten. Sein Namensvetter *Conchophthirius anodontae* lebt im Mantelschleim verschiedener Teichmuscheln, ist stark bewimpert, schwach nierenförmig und im großen und ganzen wohl ein harmloser Einmieter.

Lebensgefährlich dagegen kann unter Umständen eine durch *Chilodon cyprini* verursachte Hauterkrankung bei karpfenartigen Fischen und besonders bei Goldfischchen werden, wenn die Schmarotzer in großer Zahl auftreten und wenn sie die Kiemen befallen. Derartig infizierte Fische sehen wie mit einem bläulichen Hauch überzogen aus. Das schmarotzende Infusor hat einen herzförmigen Körper, ist schwach plan-konvex und hat eine Art Reuse, durch welche die Nahrung eindringt. Eine ähnlich aussehende Krankheit, die ebenfalls in einer Trübung der Oberhaut befallener Fische besteht, zeigt sich bisher nur bei Salmoniden in Aquarien. Die Ursache derselben ist ein Verwandter der Polypenlaus, nämlich die glockenförmige *Cyclochaeta*¹⁾ Domerguei, die sich mit ihrer Saugscheibe so fest anpreßt, daß sie ganz breit und flach wird; die unter ihr liegenden Hautzellen sterben ab und dienen dem Schmarotzer als Nahrung. Bei massenhaftem Auftreten gehen die heimgesuchten Fische ein.

Unter den vielen entparasitischen Formen

der Einzeller möchte ich nur die stark rückgebildeten Gregarinen erwähnen, welche im Darm des Regenwurms, der Küchenschabe, des Mehlwurms, des Ohrwurms, der Larven von Käfern und Libellen und der Tausendfüßler leben. Sie haben alle einen walzigen Körper und vermehren sich durch Sporen. Das Studium dieser Tiere setzt aber einige anatomische Kenntnisse der genannten Gliederfüßler voraus; leichter sind die Entkommensalen zu bekommen, denn eine an Gattungen und Arten reiche Fauna von ihnen lebt in dem gärenden Grasbrei des Pansens und Netzmagens unserer Rinder und im Blinddarm der Pferde. Ihre Gestalten sind vielfach sehr absonderlich und ihre Zahl enorm.

Doch würde ihre Betrachtung den Rahmen dieser Arbeit weit überschreiten, insofern alle innenlebigen Formen dem Volke meist unbekannt sind und als Ungeziefer nur jene Plagegeister an Tier und Pflanze bezeichnet werden, die an der Außenseite ihrer Wirte leben und meist frei beweglich sind. Es ist kein Zweifel, daß diese Tierchen auch den mikroskopierenden Naturfreund durch ihr lebhaftes Tun und Treiben besonders fesseln und so seien diesem die Keronen und Trichodinen nochmals besonders empfohlen. Sämtliche Bilder sind nach dem Leben angefertigt; die zugehörigen Tiere fand ich in Sümpfen der Bamberger Umgebung.

Nordsee-Plankton.

Eine Sammlung von konservierten Proben mit erläuterndem Text.

4. (Ergänzungs-) Lieferung: Hydroiden.²⁾

Von Dr. G. Kunze, Pforta.

I. Hydroidpolypen und Hydra. Die Hydroiden sind die nächsten Verwandten unseres bekannten Süßwasserpolyphen *Hydra*. Aber während in den Gräben und Teichen des Binnenlandes von den Hydrariern nur ihre einzige Gattung *Hydra* mit ihren drei Arten auftritt, haben die im Meere lebenden Hydroiden eine reiche Entwicklung erfahren. Allein von der Umgebung von Helgoland sind über 50 Arten bekannt, die sich auf etwa 30 Gattungen verteilen. — Gemeinsam ist den Hydrozoen

des Süßwassers und des Meeres der schlauchförmige Körper des Polyphen mit seinen

²⁾ Auf mehrfachen Wunsch der Schriftleitung hat die Biologische Anstalt Helgoland diese Lieferung, die nicht zum Plankton gehört, zur Verfügung gestellt. Sie ist als Ergänzung des Aufsatzes „Kleine Medusen“, Lief. 2, gedacht, Mikrokosmos, Jahrg. 1919/20, S. 216 f. und wurde dort bereits angekündigt. Herr Dr. Kunze war so freundlich, den erläuternden Text zu schreiben, wofür wir ihm auch an dieser Stelle bestens danken. — Die vorliegende Probe besteht aus kleinen, sorgfältig in Alkohol konservierten und zu mikroskopischen Präparaten geeigneten Stöckchen oder Zweig-

¹⁾ Vergl.: Dr. Roth, „Krankheiten der Aquarienfische“ Seite 29. Handbücher N. III.

zwei Hautschichten, Ektoderm und Entoderm, die durch die Stützlamelle (deutlich nur auf Schnitten zu sehen) voneinander getrennt sind. Von den Unterschieden seien hervorgehoben: Die Hydroiden sind dauernd auf ihrer Unterlage festgeheftet; sie zeigen eine reiche Knospenbildung, die zwar derjenigen von *Hydra* entspricht, auf die aber keine Teilung folgt. Es bleiben daher die Tochterknospen dauernd mit dem Mutterpolyp verbunden und es kommt zur Bildung einer „Kolonie“ oder eines Tierstockes, der nach seinem Bau und seiner Lebensweise als ein Individuum höherer Ordnung aufzufassen ist. Die Hydroiden besitzen außerdem ein vom Ektoderm ausgeschiedenes *Periderm*, eine durchsichtige oder mehr oder weniger bräunlich gefärbte Hülle, die den oft sehr umfangreichen Kolonien Schutz und Festigkeit gibt. Die Generationszellen entstehen nicht mehr am Polypen selbst, sondern an besonderen Gebilden. Diese lösen sich entweder ab als „Medusen“ (vergl. den oben erwähnten Aufsatz), oder es sind festsitzende „Gonophoren“ (Sporosacs). Die Beziehungen zwischen beiden sind noch unsicher; von manchen Forschern werden die Gonophoren als rückgebildete Medusen aufgefaßt, von anderen als progressive Entwicklungsstufen angesehen.

II. Lebensweise. Die Hydroiden sind Bewohner der Flachsee und besonders in Küstennähe sehr verbreitet. Sie bilden oft die Hauptmenge des sogen. „Ansatzes“ oder Aufwuchses an allen im Seewasser stehenden oder schwimmenden Gegenständen, wie Landungsbrücken, Hafennolen,

chen der größeren Arten. Man kann sie mit Alaunkarmin, Boraxkarmin, oder mit Delafieldschem Hämatoxylin färben und in Kanadabalsam aufstellen; wer schon etwas Übung im Färben besitzt, kann schöne Doppelfärbung nach P. Schulze erhalten, wenn er erst in Ehrlichs Hämatoxylin färbt, mit salzsaurem Alkohol differenziert, dann ganz kurz in Lichtgrün S färbt und rasch durch steigenden Alkohol in Tetralin überführt, von wo die Objekte auf den Objektträger in Kanadabalsam kommen. Wachsfüßchen oder andere Unterstützung des Deckglases sind zu empfehlen. Je sorgfältiger die Präparate angefertigt werden, desto mehr Einzelheiten wird man erkennen, denn die Fixierung ist hierzu geeignet. Das Material ist durch die Geschäftsstelle des Mikrokosmos, nicht bei der Biolog. Anstalt direkt, zu bestellen.

Staatl. Biologische Anstalt Helgoland.

Boien, Schiffsböden, Hummerkästen; auch Treibholz, Flaschen und andere schwimmende Körper sind oft über und über mit Hydroiden bedeckt. (Vergl. die Abbildung im Mikrokosmos, Jahrg. 1911/12, Seite 179.) Sogar auf lebenden Fischen kommt eine Art vor. Die meisten Arten sind allerdings Bodentiere und heften sich an Steinen, Muschel- und Schneckenschalen, auch an lebenden Muscheln, Schnecken und Krebsen an. Sie gehören somit zur sogenannten „Epifauna“ und einige Arten bilden als solche ganze Bestände, die man ähnlich wie die Austerngesellschaften als „Bänke“ bezeichnet. (Seemoosbänke unseres Watten-

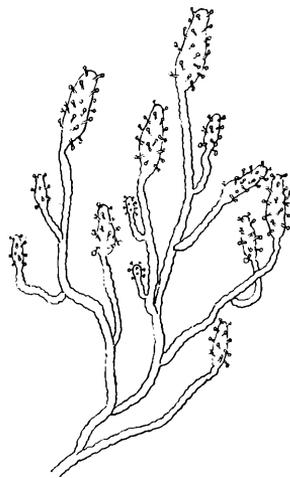


Abb. 1. *Coryne pusilla*, ganzes Stöckchen. Vergr. J. Weißenborn gez.

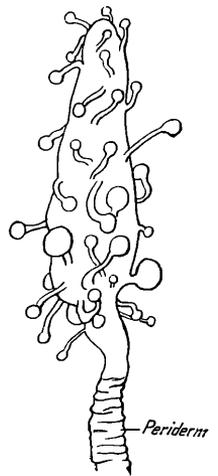


Abb. 2. *C. pusilla*, einz. Hydranth mit Tentakeln und Gonophoren. Stark vergr. J. Weißenborn gez.

meeres.) Die größeren Braunalgen des Helgoländer Felssockels, *Fucus*, *Halidrys*, *Ascophyllum* und *Laminaria*, sind oft mit Hydroiden bewachsen; besonders die Haftorgane der Laminarien zeigen manchmal ganze Sammlungen verschiedener Arten. Wie alle festsitzenden Tiere sind die Hydroiden beim Nahrungserwerb auf das Fischen der im umgebenden Wasser lebenden kleinen Organismen, meist Planktonten, angewiesen, die sie mit den lang ausstreckbaren Tentakeln erfassen, lähmen und in den Mund stopfen.

III. Gliederung des Hydroidenstocks und Systematik. Die Festheftung der Kolonie wird durch röhrenförmige, netzartig verzweigte Ausläufer bewirkt, die wie Haftwurzeln („Hydrorhiza“) der Unterlage an-

gedrückt sind. Aus diesem Geflecht erheben sich ein oder mehrere Polypen an langen Stielen. Am Stiel treten Knospen auf, die

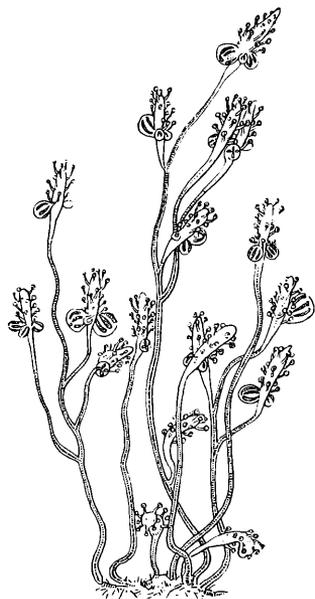


Abb. 3. Kolonie von *Syncoryne densa* Hartlaub mit Medusenknospen verschied. Größe. (Nach Hartlaub, *Wissensch. Meeresunt.* Bd. II, Abtlg. Helgoland, Taf. XVI 6, Fig. 4, 1897.)

das Periderm über sich auflösen, dann durchbrechen und zu Seitenzweigen heranwachsen. Die Seitenzweige sind in der Regel in gesetzmäßiger Weise angeordnet, wodurch die Kolonie den für die betreffende Gattung charakteristischen Habitus bekommt. Zwei Verzweigungssysteme treten auf: Bei der „racemösen“ Verzweigung behält die anfängliche Gipfelknospewie bei einem Fichtenstamm oder dem Blütenstand einer Crucifere dauernd ihre dominierende Stellung am Gipfel der Kolonie und die dem Gipfel am nächsten stehenden Äste sind die jüngsten. Beim „cymösen“ System weicht der Gipfeltrieb bald seitlich aus und der ihn abdrängende Seitenzweig übernimmt die Führung, bis auch er von seinem Seitenzweig überholt wird; vergleiche die Blütenstände von *Iris*, *Symphytum* und *Euphorbia*. An der Spitze eines jeden Zweigchens steht eine „Person“ ein Polyp, den man Hydrodrantha nennt. Zwischen der Hydrodrantha, die den Polypenstock befestigt, und den einzelnen Hydranthen, die die Nahrung aufnehmen und verdauen, ist also der ganze verästelte Teil der Kolonie eingeschaltet, den man als Cönosarc bezeichnet. Das Cönosarc stellt ein zusammenhängendes Röhrensystem dar, das die gleichmäßige Verteilung des Nahrungssaftes innerhalb der Kolonie vermittelt. So macht der Polypenstock den Eindruck einer Pflanze, und Aristoteles bezeichnete die Hydroiden als Zoophyten, d. h. als Wesen, die „an

beiderlei Gattung grenzend“, sowohl Pflanze wie Tier sind. Daß wir es mit echten Tieren zu tun haben, braucht nicht weiter ausgeführt zu werden.

Die systematische Einteilung der stockbildenden Hydroiden gründet sich auf die Ausdehnung des Peridermrohres. Bei der 1. Ordnung, den *Athecata*, umgibt das Periderm nur Stamm und Äste des Stockes, die Polypen sind „nackt“ daher auch der Name *gymnoblatische* Hydroiden. Auch die Geschlechtspersonen sind ohne Hornhülle. Die Verzweigung ist racemös. Bei der 2. Ordnung, den *Thecata* oder *calyptoblastischen* Hydroiden, schützt das Periderm auch die Polypen durch eine napf- oder becherförmige Kapsel, die sogen. Hydrotheka, der bei den Sporosacs die Gonotheka entspricht. Die Verzweigung ist cymös.

IV. Kurze Beschreibung der vorliegenden Arten.

Athecata:

1. *Corynepusilla* Gaertner. (Abb. 1 u. 2.) Aus der Hydrodrantha erheben sich kurze, gedrungene Büsche, die an geeigneten Stellen (z. B. an der Helgoländer Landungsbrücke dicht unter der Niedrigwasserlinie) dichte Rasen bilden. Stamm und Äste weisen unregelmäßige Querringelung auf, die racemöse Verzweigung ist leicht zu erkennen. Die Hydranthen sind relativ groß, spindelförmig und mit regellos verteilten, geknöpften Tentakeln besetzt. Die Tentakelknöpfe tragen zahlreiche Nesselkapseln (vergl. Medusenaufsatz). Der Mund liegt am vorderen

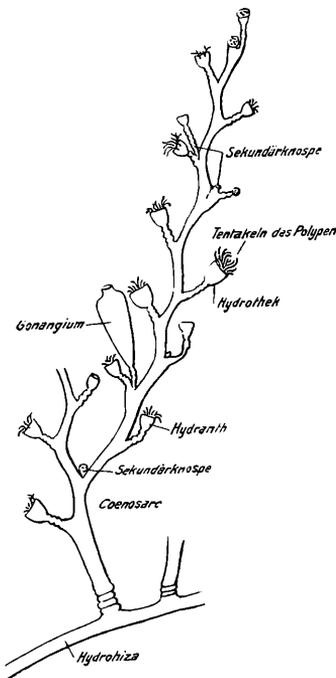


Abb. 4. Stöckchen von *Obelia geniculata*. Vergr. J. Weißenborn gez.

Ende, ist aber nicht immer leicht zu sehen. Die Gonophoren sitzen zwischen den Tentakeln als kurzgestielte Kugeln, deren Durchmesser etwa doppelt so groß ist wie derjenige der Tentakelknöpfe. Von ihrem Inhalt läßt sich meist wenig erkennen, sie erinnern in ihrem Bau nicht an Medusen, werden auch nicht abgeschnürt, sondern die Eier, bezw. Spermatozoen, entstehen am Polypen.

2. *Syncoryne densa* Hartlaub (Abb. 3) ist die zierlichere athekate Hydroidenart unserer Probe. Auch sie bildet dichte Rasen, die an ähnlichen Stellen, aber meist etwas tiefer auftreten; die vorliegenden Tiere stammen allerdings vom Mastbaum eines untergegangenen Schiffes, der wohl längere Zeit in der Nordsee lag und dann beim Sturm losgerissen wurde und auf Helgoland antrieb. — Der Bau der Hydranthen ist ähnlich wie bei der vorigen Art, die Tentakelknöpfe treten jedoch weniger hervor, sind jedoch auch mit Nesselkapseln gespickt, die zum Teil ihren Nesselfaden ausgeschnellt haben. An Stelle der Gonophoren finden wir bei dieser Art schöne, gestielte Medusenknospen in verschiedenen Größen. Gegen Ende des Winters lösen sich diese Knospen von den Hydranthen ab und schwimmen als zierliche Medusen weg, um als planktonische Tiere zur Geschlechtsreife heranzuwachsen. Die zu *Syncoryne* gehörende Meduse trägt noch einen anderen Gattungsnamen, *Sarsia*, da man früher den Zusammenhang nicht kannte. (Vergl. Medusen-aufsatz, Abb. 2, Seite 218.) Wir können an

den Knospen des Präparates bei guter Färbung schon einige Teile des Medusenkörpers erkennen.

Thecata.

3. *Obelia geniculata* L. (Abb. 4 u. 5). Die Stämmchen dieser Art sitzen auf einer fadenförmigen dünnen Hydrorhiza und haben eine geschlängelte oder Zickzackform, die durch die cymöse Verzweigungsart zustande kommt: der erste Polyp bildet an seinem Stiel eine

Knospe, die über ihn hinauswächst und einen zweiten, gestielten Polypen liefert usw. Dabei werden diese „Primärknospen“ rechts und links abwechselnd angelegt. Außerdem werden „Sekundärknospen“ angelegt, die nach vorn und hinten auswachsen, also in einer zur Ebene der Primär-

knospen senkrecht stehenden Ebene. Das Periderm der Hydranthenstiele weist eine zierliche Ringelung auf. Die Polypen sind kurz, gedrungen und besitzen einen trompetenförmigen Rüssel, der sich über die Mundscheibe erhebt. Die letztere ist von einem Tentakelkranz umgeben. Die Hydrothek hat die Form eines Weinglases mit glattem oberem Rand. Sie ist so geräumig, daß sich der Polyp ganz in sie zurückziehen kann. Nahe ihrem Stiel ist im Kelch das Diaphragma sichtbar. Die Gonophoren dieser Art sitzen an einem Polypen ohne Mund und Tentakel, der Blastostyl genannt wird, als seitliche Knospen, die zunächst wie Polypenknospen aussehen, sich aber zu kleinen Leptomedusen entwickeln und ablösen. Die Gonothek ist vasenförmig mit kurzem Aufsatzrohr. Das ganze Gebilde nennt man *Gonangium*. Bei unserer Art sind die Gonangien achselständig.¹⁾ Über die Medusen, die denselben Namen

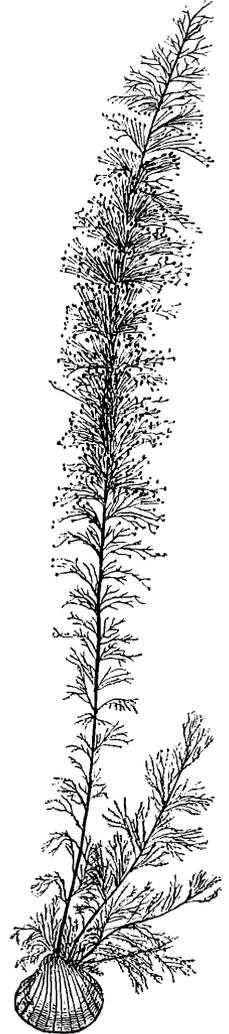


Abb. 6. *Sertularia argentea* Eil. et Sol., auf einer Herzmuschel (*Cardium*) festgewachsener Stock. Der große Stock trägt schon Gonangien, während die kleinen, wahrscheinlich durch Wurzelansläufer entstandenen Stöckchen noch keine geschlechtliche Fortpflanzung zeigen. (Nach einer Zeichnung von Helene Vargas im Besitz der Biol. Anstalt.)

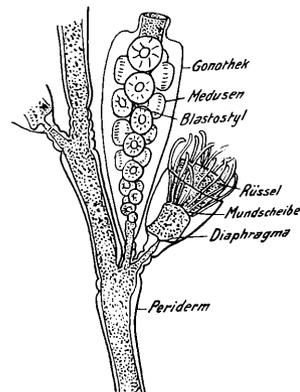


Abb. 5. Zweigstückchen von *O. geniculata*. Stark vergr. J. Weissenborn gez.

tragen, vergl. den Medusenaufsatz S. 219. *Obelia geniculata* ist

¹⁾ Einige der Obelienstücke sind leider mit Diatomeen überzogen, was die Übersichtlichkeit der Präparate etwas stört. Ältere Kolo-

in der Nordsee sehr häufig und findet sich sowohl an Algen, wie namentlich an allerlei Treibkörpern, die sie oft ganz mit ihren zierlichen Bäumchen einhüllt.

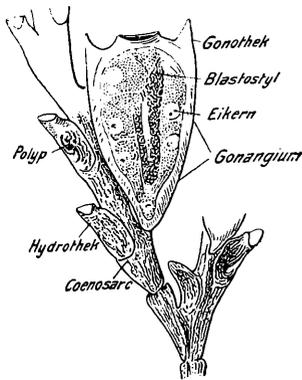


Abb. 7. *S. argentea*, Zweigstückchen. Vergr. A. H. gez.

an geeigneten Stellen des Wattenmeeres ganze Bänke. Von vielen Küstenorten und Inseln der deutschen Bucht wird eine besondere Seemoosfischerei betrieben und die getrockneten und grün gefärbten Stöckchen kommen in den Handel, vielfach nach dem Ausland, um als Zimmerschmuck (Ampeln) oder bei der Blumenbinderei Verwendung zu finden. Die einzelnen Stöckchen, die bis 40 cm hoch werden, sind zierliche Bäumchen, die an kleinen Steinchen oder Muschelschalen festgewachsen sind. In unserer Probe sind nur kleine Zweigchen vertreten, die Ende Juli abgetrennt sind. Betrachten wir dieses Präparat, so finden wir die in Reihen angeordneten Polypen sitzend dem Stamme so angeschmiegt, daß sie in denselben eingesenkt erscheinen. Die Hydrothek, deren Mündungsteil nach außen abgelenkt ist, kann den ganzen Polypen aufnehmen, so daß man nicht viel davon sieht; immerhin kann man die Tentakel und den stumpf-kegelförmigen Rüssel erkennen. Die Mündung der Hydrothek kann durch zwei zarte, lappenartige Fortsätze verschlossen werden. Dieser „Deckelapparat“ ist an stark gefärbten Stücken zu sehen. Die Gonangien haben urnenförmige Gestalt und tragen etwas unterhalb des Mündungskegels 1 oder meistens 2 seitliche Dornen. In den Gonangien erkennt man an gut ge-

nien werden im Nachsommer und Herbst oft ganz überwuchert. Auch Protozoen sitzen häufig an *Obelia*. An frisch gesammelten Obelien findet man oft kleine *Aeolis*, die die Polypen abweiden.

4. *Sertularia argentea* Ell. et Sol. (Abb. 6 u. 7). Diese Art ist unter dem Namen „Seemoos“ bekannt und bildet, oft zusammen mit einer in unserer Probe nicht vertretenen Art, *Hydrallmania falcata* L., dem „Korallenmoos“,

färbten Stücken das Blastostyl, in dessen Wand die großen Eizellen oder die kleineren Samenzellen eingebettet sind; da die vorliegenden Zweigchen zu Beginn der zweiten Fortpflanzungszeit (die erste fällt in die Monate Mai-Juni) konserviert sind, werden wir keine Furchungsstadien finden. Nach Beobachtungen an verwandten Arten sollen die Spermatozoen die weiblichen Gonangien aufsuchen und die Eier befruchten; dann entstehen in den Gonangien die *Sertularia*-larven, die ausschwärmen und sich auf Muschelschalen und dergl. festsetzen, um in kurzer Zeit zu großen Stöckchen heranzuwachsen. Nach v. Reitzenstein,¹⁾ dem wir diese Angaben entnehmen, kann man am lebenden Seemoos die älteren weiblichen Gonangien an ihrer rosa bis gelben Farbe von den grauweißen männlichen unterscheiden.

Sertularia ist oft mit anderen Tieren besetzt; auch auf unserem Präparat werden wir leicht verschiedene Protozoen finden können, ein peritriches Infusor in einem pokalartigen Gehäuse (wahrscheinlich eine *Cothurnia*-Art) und eine Acinete fallen auf. Daneben finden wir noch ganz kleine Miesmuscheln, die das Seemoos als ersten Ansatzkörper nach ihrer planktonischen Larvenzeit benutzt haben. Oft sind die Seemoosstöckchen dicht mit diesen jungen Miesmuscheln überwuchert (vergl. Eichelbaum). Auch der im Wattenmeer häufig vorkommende Scheibenbauch, *Cyclogaster liparis*, legt seine Eier mit Vorliebe an *Sertularia*.

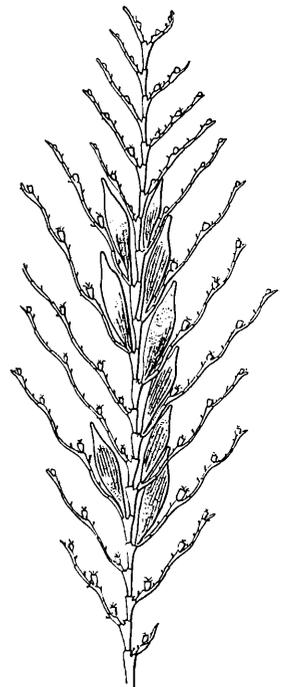


Abb. 8. *Plumularia setacea*. Ganzes Stöckchen, vergr. J. Weißenborn gez.

¹⁾ In: Abhandlungen des deutschen Seefischereivereins, Bd. XII. „Das Seemoos und seine Fischerei an der deutschen Küste“. Bericht von Dr. Frhr. v. Reitzenstein und Dr. Eichelbaum. Berlin 1913. Mit vielen Abbildungen.

5. *Plumularia setacea* Ellis (Abb. 8 u. 9). Von dieser zierlichen Art liegen ganze Stöckchen vor, allerdings ohne Hydrorhiza, die sich schwer lösen läßt. *Plumularia* kommt in der Laminarienzone oft häufig auf den Haftwurzeln der Laminarien vor. Das Stöckchen gleicht einer Vogelfeder: von der aufrecht stehenden Hauptachse strahlen nach rechts und links alternierend die Seitenäste aus; die neuen Knospen sind alle an der Unterseite angelegt, so daß sogen. „Sichelsympodien“ gebildet werden und die kleinen, napfförmigen Hydrotheken in einer Reihe an der Oberseite des Seitenastes stehen. Der Polyp kann sich nicht vollständig in die Hydrothek zurückziehen. Sehr regelmäßig über den Stamm und die Äste verbreitet stehen eigenartige Bildungen, die *Nematophoren*: Jedes Stammglied trägt davon zwei, eines bei der Ansatzstelle eines Seitenastes und eines an der gegenüberliegenden Seite, weiter unten. Die mit Polypen versehenen Zweigglieder tragen 3 Nematophoren, zwei oberhalb und eines unterhalb der Hydrothek. Die Nematophoren sitzen in einem Peridermbecher, der

Nematothek, und bestehen aus einem soliden Strang, der dicht mit Nesselkapseln besetzt ist. (Ausgeschneelte Nesselfäden sind bei starker Vergrößerung zu sehen.) Die Nematophoren dienen der Verteidigung und der Reinigung des *Plumularia*-Stöckchens.

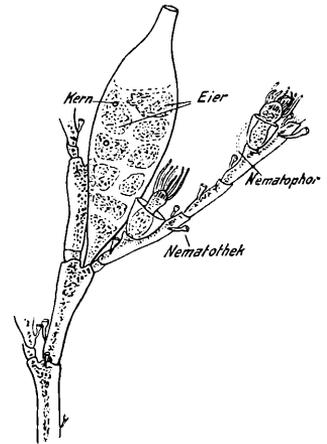


Abb. 9. *Pl. setacea*, Stammglieder mit Gonangium und Seitenzweig, stark vergr. J. Weissenborn gez.

Die großen Gonangien stehen in den Ast-Achseln des Stammes und zeigen eine etwa spindelförmige Gonotheke, in deren Innern man die Eier bezw. Spermatozoen sieht, die hier direkt an der Wand des Blastostyls entstehen. *Plumularia* hat also keine Medusengeneration.

Frommes Doppelschlittenmikrotom.

Von Fachlehrer **Franz Zuschrott**.

Zur großen Zahl der Mikrotome, die unserer Arbeit bisher dienen, kommt ein neues hinzu, das der Wiener Konstrukteur Fromme ein Doppelschlittenmikrotom für ganz harte und zähe Präparate nennt.¹⁾ Jedenfalls haben die vorhandenen Instrumente nicht in allen Anwendungen entsprochen und es ist mit Freuden zu begrüßen, daß sich die verschiedenen Firmen nicht abhalten ließen, den gerechten Wünschen der Berufs- und Amateurmikroskopiker zu entsprechen — trotz der Neuschaffungen und Neuanschaffungen so feindlichen Zeit.

Solange man kleine und weiche Präparate zum Studium wählte, leisteten die sogen. Studentenmikrotome — durchwegs leichte, auf Tischen anklembare Spitzenmikrotome, die zuerst Fromme einführte und dann in allen Variationen in den Handel kamen, gute Dienste. Auch größere Spitzenmikrotome wurden gebaut und haben, wenn

man über die Grenzen der Leistungsfähigkeit nicht versuchte hinauszugehen, voll entsprochen. Dann erschienen die Schlittenmikrotome, meist ziemlich schwere und teure Instrumente, die auch härtere und dünnste Schnitte herzustellen erlaubten. Ganz harten Objekten gegenüber versagten auch sie, weil, wenngleich es nach vielen Versuchen gelang, den Messerblock zwangsläufig gleiten zu lassen, doch das Messer ausweichen konnte, da es ja nur einseitig geklemmt wurde. Die Minot- und Rockingmikrotome haben nun zwar kurzgefaßte, doppelseitig geklemmte Messer, aber das sind Spezialinstrumente für Serienschritte, und ihr Mechanismus, der auf rasches, automatisches und gleichmäßiges Bänderschneiden eingerichtet ist, läßt wiederum harte Schnitte nicht zu.

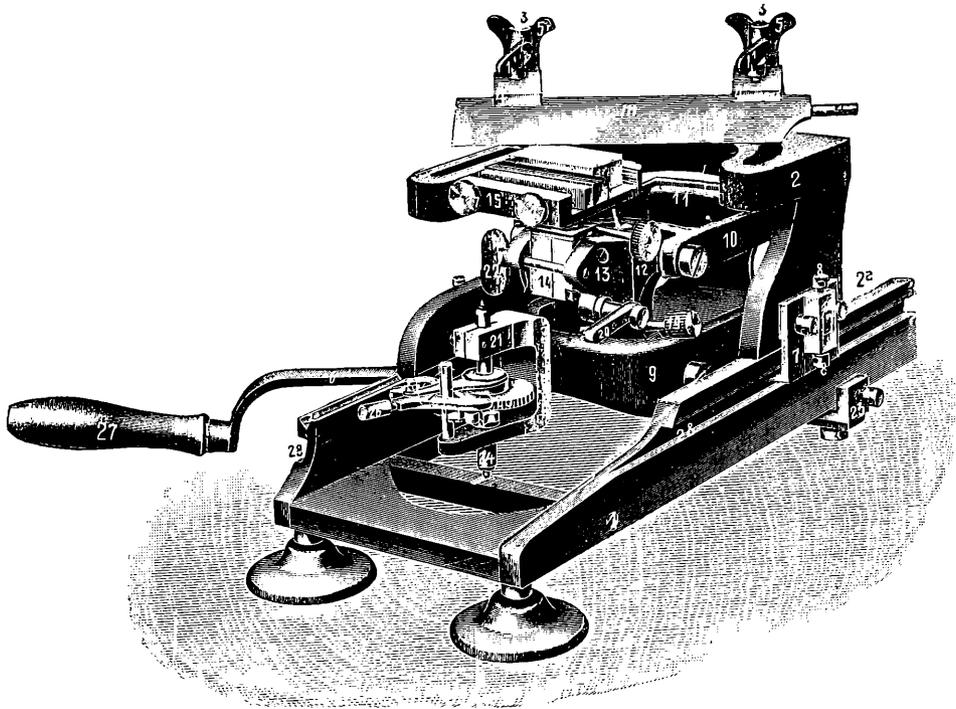
Von einem den strengsten Anforderungen entsprechenden Mikrotome verlangt man: absolut zwangsläufige, ein Ausweichen ausschließende Messerführung mit beider-

¹⁾ Gebr. Fromme, Mathemat.-techn. Institut, Wien XVIII; Herbeckstr. 27.

seitiger Messerklemmung und kräftigem Bau der Präparatenklammer und somit auch des ganzen Instrumentes. Angesichts dieser Forderungen sind die Konstruktionen der Grundschlittenmikrotome und der Tetrander erfolgt. Die herstellende Firma schreibt ihnen tadellose Funktion beim Schneiden härtester Objekte zu. Den Nachkriegsverhältnissen muß es zur Last gelegt werden, daß man diese Instrumente in Österreich nicht sieht und ihre Güte nicht erproben kann. Das Bedürfnis nach ähnlichen Instrumenten ist aber ungeschwächt vorhanden, so daß sich

ein sicheres Gleiten des Schlittens. Um einer Hebung vorzubeugen, sind Nuten im Bett (28) parallel zu den Gleitbahnen ausgefräst, in denen Gleitbacken des Doppelschlittens (7) laufen und ein Heben desselben ausschließen. Bei starker Inanspruchnahme des Mikrotoms sind Abnützungen unausbleiblich und um auch diese wieder unschädlich zu machen, kann der Gleitblock mit Hilfe der Schrauben 8 zum tadellosen Passen nachgestellt werden.

Der Grundschlitten hat an der Oberseite zwei verschieden lange Ausladungen nach



Fromme in Wien auf verschiedene Anregungen hin die Aufgabe gestellt hat, auch das schwierigste Problem im Mikrotombau zu lösen. Durch die nun folgende Beschreibung und mit Hilfe der Abbildung soll das neue Mikrotom dem Verständnisse der Mikrokosmoteilnehmer nähergebracht werden.

Das auf breitbasigen Füßen ruhende Bett 1 trägt an den senkrecht stehenden Wänden zwei Bahnen, eine rinnenförmige links und eine flache rechts (2 a). Auf diesem Bett ruht ein im Querschnitte verkehrt U-förmiger Doppelschlitten mit Gleitbahnen, die denen des Bettes entsprechen, also in Keilform für die Rinne und flach auf der rechten Seite geschliffen. Diese Einrichtung ermöglicht

vorne, so daß die Draufsicht eine U-Form mit einem verkürzten Arme darstellt. In diesen Armen sind Schlitze ausgeschnitten, ein gerader auf dem längeren und ein bogenförmiger, der vom kürzeren Arme bis nach rückwärts reicht. In diesen Schlitzen sind lange Bolzen (3), die die Messerhalter (4) tragen, so verschiebbar, daß man das Messer quer für Paraffin und bis zu 45 Grad schräg zur Bahn für Zelloidin einstellen kann. Mit den Muttern 5 kann das Messer innerhalb dieser Grenzen in jeder Lage festgemacht werden. Selbstverständlich läßt sich die Schneidezahne um die horizontale Messerachse schwenken und in jeder Stellung klemmen.

Die Präparatenklammer ist völlig neu. Das Tischchen (15) ist groß, läßt die Einklemmung von 80×80 mm Bodenfläche der Blöcke zu und hat zwei Klemmschrauben 17 zur Befestigung des zu schneidenden Blockes, der auch verhältnismäßig hoch sein darf. Das Tischchen ist in der Horizontalen beliebig drehbar. Mittels der Schraube 12 kann das Präparat durch Zahn und Trieb hoch und tief eingestellt werden, die Schraube 19 läßt die Schwenkung nach den Seiten und der Hebel 20 die nach vorne und rückwärts zu, so daß man den Block rasch und leicht orientieren kann. Mittels der Lappenschraube (22) werden sämtliche Verstellungen gleichzeitig fixiert.

Die Objektbewegung geschieht durch eine bewährte Parallelogrammkonstruktion, die sich wieder durch besonders kräftigen Bau auszeichnet und deren Hauptteile die Ziffern 9, 10, 11, 12 in der Abbildung bezeichnen. Der untere Rahmen ist verlängert und trägt weit vorgelagert die Mikrometereinrichtung 21. Diese enthält die Mikrometerschraube 24 mit dem Teilrade 25, in welches der Stellhebel 26 und die Sperrklinke eingreifen. Ein federnder Hebel begrenzt die Bewegung des Stellhebels und ermöglicht die Wiederholung einer einmal eingestellten Hebung. Ist die Mikrometerschraube an ihrem Ende angelangt, kann man die ganze Einrichtung um 180 Grad herumdrehen, wodurch sich eine Zurückdrehung des Teilrades erübrigt. Ihr Widerlager hat die Mikrometerschraube in einer mit einer Rinne versehenen Querleiste des Bettes. Die Vorlagerung der Mikrometereinrichtung um die doppelte Länge in bezug auf die Präparatenklammer hat eine Verfeinerung der Bewegung im selben Verhältnis zur Folge — einer Hebung der Mikrometereinrichtung von 10 μ .

entsprechen dann nur 5 μ des Präparates. — Soll der Doppelschlitten hemmungslos gleiten, muß man die bewegende Kraft in der Mitte des Schlittens angreifen lassen. Auch diese Anordnung ist bei vorliegendem Modelle auf eine ganz neue Weise getroffen. Der Hebel 6, der seinen Drehungspunkt in der Klammer 25 an der Unterseite des Bettes hat, wird mittels des Handgriffes 27 betätigt. Dem Hebel ist — auf der Abbildung nicht sichtbar — an der Rückseite des Mikrotoms ein Gelenk eingefügt, das in der Mitte des Messerschlittens eingreift und ein ruhiges, sicheres Gleiten ermöglicht. Die Länge des Hebels bedeutet noch einen Vorteil: eine Verstärkung der betätigenden Kraft um das ungefähr Dreifache, so daß man auch durch härteste Präparate das Messer ohne Mühe hindurchziehen kann. Der Hebel liegt links und ist für die linke Hand bestimmt, die rechte Hand bleibt also für die feinere Arbeit — Abheben des Schnittes, Mikrometerbetätigung — frei, ein Vorteil, den die Arbeitenden zu würdigen wissen werden. So haben wir denn ein schönes, wohldurchdachtes neues Mikrotom erhalten, das den berechtigten Wünschen vieler Mikroskopiker Rechnung trägt, einen neuen Beleg für deutsche Tüchtigkeit und unverdrossene Schaffensfreude. Das Mikrotom steht seit einiger Zeit in zwei Wiener Instituten in Verwendung und bewährt sich vollauf. Seine Abmessungen sind: Länge und Breite des Bettes 34 bzw. 16 cm und Höhe 20 cm. Die nötige Messerlänge ist 20 cm wegen der Schrägstellung bei Zelloidinschnitten; für Paraffinschnitte mit quer-gestelltem Messer kann man auch ein entsprechend kürzeres anwenden. Der Preis ist in Anbetracht der schwankenden Valuta mit 400 Schweizer Franks angesetzt.

Kleine Mitteilungen.

Für physiologische und pharmakologische Untersuchungen von lebenden Spermien ist es sehr erwünscht, Tierarten zu wählen, die einmal leicht zu beschaffen sind und bei entsprechender Behandlung mehrmals zum Versuch herangezogen werden können. Dr. W e r n e r-Freiburg wählte zu diesem Zweck *Triton alpestris* und nahm die Tiere, Bauchseite nach oben, derart in die linke Hand, daß Zeigefinger und Mittelfinger die Bauchseite und Kopf, Ring- und Mittelfinger den Schwanz festhielten. Bei Ausüben eines leichten

Druckes auf die Bauchseite treten reichliche Spermienmassen hervor, die mit einer Platinnadel auf einen Objektträger gebracht werden können. Die Brunftperiode dauert von ungefähr April bis Juli. (Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin 1922, Seite 709.)

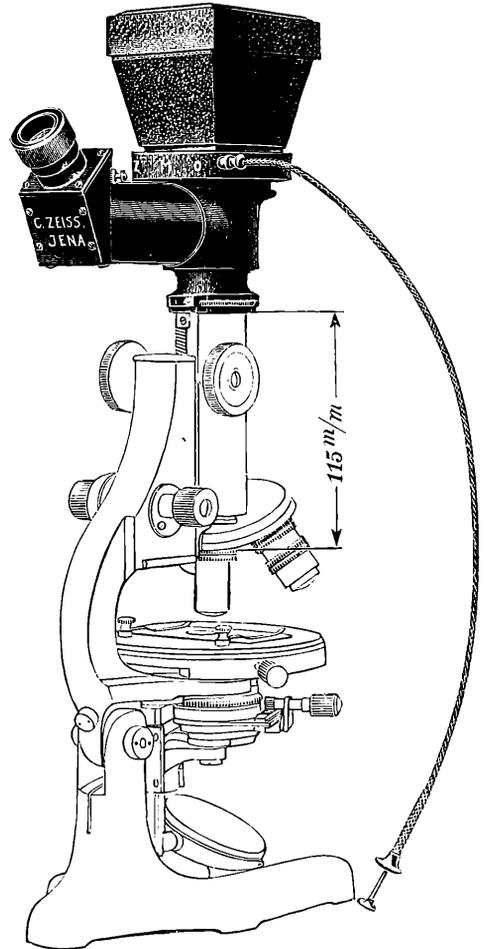
Um isolierte pflanzliche Gewebe zu züchten wählte W. K o t t e (Ber. der Deutsch. Bot. Gesellschaft, 22, Heft 8) Wurzelmeristeme. Kleine Spitzen steril herangezogener Keimwurzeln von Erbse und Mais wurden ab-geschnitten und in Schrägagarröhrchen ein-

gepflanzt. Bei der Erbse wuchs das 1 mm lange Stück im Lauf der nächsten 2 Tage nur langsam, dann schneller heran, bis nach 10 bis 12 Tagen das Wachstum aufhörte. Das Stück hatte dann im Maximum eine Länge von 25 mm erlangt. Die anatomische Untersuchung ergab, daß die zahlreichen Mitosen, die in der frisch abgeschnittenen Wurzelspitze vorhanden waren, abliefen. Im Laufe der nächsten 2 Tage blieben die Kerne in Ruhe, während ein leichtes Streckungswachstum der Zellen eintrat. Am dritten Tage setzten wieder reichlich Kernteilungen ein und hielten tagelang an. Das kultivierte meristematische Gewebe differenziert sich in 10—12 Tagen zu einer im wesentlichen normal gebauten Wurzel, mit Gefäßbündel und Endodermis. Die Untersuchungen ergaben also für das isolierte Wurzelmeristem die Fähigkeit zu Zellteilungen und zur Differenzierung. Wurden Wurzelspitzen von 2 mm Länge gewählt, so wuchsen diese bei der Erbse bis auf 36 mm, bei Mais bis auf 140 mm Länge heran. Bildung von Seitenwurzeln wurde bei der Erbse nicht beobachtet, dagegen reichlich beim Mais. Dr. Sch.

Das photographische Okular („Phoku“) nach Siedentopf dient zu mikrographischen Aufnahmen auf Format $4\frac{1}{2} \times 6$ cm während der Beobachtung. Man kann damit hauptsächlich sich bewegende Objekte photographisch wiedergeben, es eignet sich aber auch zum Abbilden von Schnitten, Ausstrichen usw. Das „Phoku“ kann auf jedes Stativ von Zeiß aufgesetzt werden und kommt an die Stelle des Okulars. Auf die größeren Stative von Zeiß und Winkel paßt „Phoku“ ohne weiteres, sofern die Entfernung vom unteren Tubusrand hin zur oberen Anschraubfläche des festen Tubus — einschließlich Revolver, Schlittenwechsler oder Objektivzwischenring — 115 mm beträgt. Für die übrigen Stative von Zeiß und solche von anderen Firmen ist ein Zwischenring vorgesehen, aber es empfiehlt sich, bei Bestellungen die Schiebhülse mit Innentubus des Mikroskops zur genauen Anpassung dieses Ringes einzusenden. Ferner ist die Entfernung der Ansatzfläche des Objektivgewindes vom oberen Rand des Außentubus und die Tubuslänge, für die die zu benutzenden Objektive korrigiert sind, anzugeben. Vor dem Aufsetzen des „Phoku“ schraubt man die Schiebhülse mit Ausziehtubus ab und setzt das „Phoku“ an seine Stelle.

Da durch das Aufsetzen des „Phoku“ die mechanische Tubuslänge von 160 mm auf 230 mm verlängert wird, ist zum Ausgleich dieser Differenz am unteren Teil des „Phoku“ eine achromatische Negativlinse angebracht. Das Bild, das das Objektiv von dem Präparat entwirft, wird durch negative Linsen, die in den unteren, runden Teil des „Phoku“ einzuschrauben sind, genau in die Ebene der photographischen Platte entworfen und dabei etwa 5 mal vergrößert. Gleichzeitig wird durch diese Linsen die Wölbung, die bekanntlich den Bildern der Mikroskopobjektive inne-

wohnt, verringert. Durch ein rechtwinkliges Prisma wird das Bild auch in ein wagrechtes Seitenrohr abgelenkt und durch ein anderes Prisma, das im Knie dieses Rohres sitzt, schräg aufwärts verlegt, so daß man es bei vertikalem Stativrohr in bequemer Körperhaltung während der Aufnahme durch das Okular beobachten kann. Absichtlich gelangt



die größere Lichtmenge auf die Platte, die kleinere in das Seitenrohr; auch ist das photographische Sehfeld noch etwas größer als das visuelle. Das Okular zeigt das zu photographierende Bild viermal größer als es photographiert wird. Um die Einstellung auf einer Mattscheibe unnötig zu machen, sind im vorderen Abschnitt des Okulars ein Linsensystem und eine Strichplatte angebracht. Diese stellt man durch Drehen am Okularring (wie bei einem Feldstecher) ein für allemal scharf ein und erlangt so die Gewißheit, daß später das Bild auf der Platte ebenfalls ganz scharf ist. Das „Phoku“ wird von der Fa. Carl Zeiß-Jena gebaut und ist von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich.

Mikroorganismen als Erreger von Bienenkrankheiten.

Von **K. J. Geiger.**

Mit der Vervollkommnung der Bienenzuchtbetriebsmittel wuchsen Interesse und Verständnis für diesen wichtigen Zweig der Landwirtschaft. Die Wissenschaft hat sich dadurch verdient gemacht, daß sie, die Gunst der veränderten Verhältnisse benützend, sich in neuerer Zeit viel und erfolgreich mit dem Leben und Wesen der Honigbiene beschäftigte. Das gilt besonders von der Erforschung der die Bienenzucht empfindlich schädigenden Bienenkrankheiten.

Es ist in der gegenwärtigen schweren Zeit ohne Zweifel ein großes Verdienst der Geschäftsstelle des Mikrokosmos, durch Herausgabe einer Präparat-Reihe über Bienenkrankheiten, deren Beschreibung weiter unten gegeben ist, das Interesse an den in Deutschland auftretenden Krankheitserregern erweitert und den mikroskopierenden Imkern das Studium der Bienenkrankheiten sehr erleichtert zu haben.

Präparat 1: *Nosema apis* Zander (Abbild. 1) gehört zu den sporenbildenden Protisten. Sie wurde 1907 von Zander entdeckt. Nahe verwandt mit *N. bombycis*, dem Erreger der Seidenraupenpest (Pébrine) und *N. lophii* beim Sceteufel, kommt sie auch als *N. bombi* bei den Hummeln (und wahrscheinlich noch bei andern Hymenopteren) vor. In der Natur ist sie weit verbreitet. Wasser- und Tränkplätze in der Nähe von Bienenständen beherbergen ihre Sporenform oft in großer Menge. Als echter Zellschmarotzer ist ihre Entwicklung an lebende Zellen gebunden, läßt sich also auf künstlichen Nährböden nicht züchten. Der Parasit befällt vor allem den Mitteldarm der Imagines, selten die Malpighischen Gefäße. Ausnahmsweise können aber auch schon die Embryonen infiziert sein. Chitinöse Organe werden von ihm gemieden. Am häufigsten werden die Arbeitsbienen, seltener die Drohnen (♂) und die Königin (♀) infiziert. Allerdings sind alte Königinnen oft sehr stark verseucht.

Der Parasit gelangt in Sporenform in den Darmkanal der Biene. Hier beginnt er alsbald seine Entwicklung. Aus der Spore wird zunächst der über 300 μ lange, im Innern der Spore eigenartig aufgerollte Polfaden ausgeschleudert und abgeworfen. Durch die hiedurch entstandene Öffnung tritt der Amöboidkeim aus, der sich in einer Darmzelle festsetzt und dort seine weitere Entwicklung bis zur Sporenreife durchmacht. Abgestoßene Epithelzellen sind ge-



Abb. 1. *Nosema apis* Zander. C = Sporen; außerdem verschiedene Darmbakterien und Trümmer eines Pollenkorns. Geiger gez.

wöhnlich mit Sporen vollgepfropft und befördern diese ins Freie, wo sie von wasser-sammelnden Bienen wieder aufgenommen werden.

Die befallenen Bienen scheinen durch den Parasiten nicht besonders belästigt zu werden, da sie ihre gewohnten Arbeiten nach wie vor verrichten. Das stimmt mit der Beobachtung überein, daß die Verseuchung gewöhnlich über ein mittleres Maß nicht hinausgeht. Ausnahmsweise kann allerdings die Infektion so weit fortschreiten, daß fast die ganze Wandfläche des Mitteldarms mit Sporen besetzt ist. In diesem Fall verliert der Darm seine sonst braune Farbe

und wird milchweiß getrübt. Auffällig wird die Krankheit in der Regel nur dann, wenn der größte Teil des Bienenvolkes stark

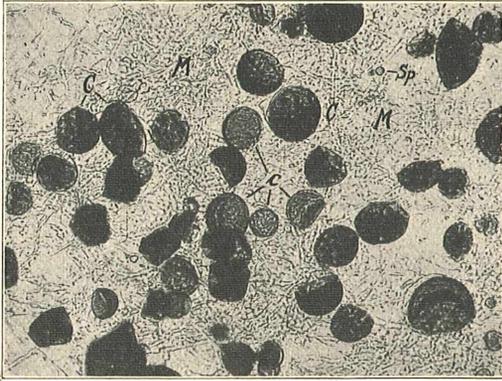


Abb. 2. *Pericystis apis*. *M* = Myzel. *c* = Zyste vor der Bildung der Sporenballen. *C* = Zyste mit entwickelten Sporenballen. *Sp* = Sporenballen. G. Hausmann phot.

infiziert ist. Dann sterben die Bienen massenhaft ab. Andere Symptome, die etwa die Krankheit rechtzeitig als solche erkennen ließen, fehlen.

Das Präparat zeigt auf dunklem Grund die üppige Darmflora einer Biene. Von den kleineren Bakterien lassen sich die gleichmäßig gestalteten, ovalen, hellglänzenden Sporen der *Nosema apis* leicht durch ihre Größe (etwa 5 Länge und 3 Breite) unterscheiden.

Präparat 2: *Pericystis apis*. Dieser Kleinpilz, der in Reinkultur lockere, watteähnliche Polster bildet, läßt sich bei 36 bis 37° C auf Würze-Agar leicht züchten. Aus dem Myzel (*M*), dessen Fäden Querscheiden aufweisen, bilden sich zahlreiche Zysten (Abb. 2) von anfangs grüner, später brauner Farbe. Mit dieser äußeren Veränderung vollzieht sich im Innern der Zyste die Bildung mehrerer Sporenballen (Abb. 2, *C* u. *Sp*).

Die Sporen dringen (wanscheinlich durch die Stigmen) in den Körper der Bienenlarve ein und bringen sie zum Absterben. Alsdann durchwuchert das Myzel in kurzer Zeit den Larvenkörper dermaßen, daß er in eine steinharte, kalkweiße Masse von der Form der Larve verwandelt wird. Auf dieser „Steinbrut“ oder „Kalkbrut“ wie sie der Imker nennt, läßt sich die Zystenbildung beobachten, wenn man die grauen Flecken untersucht. Beim Studium des Präparats, namentlich des Myzels, ist starke

Abblendung und schiefe Beleuchtung von Vorteil.

Präparat 3: *Aspergillus flavus* (Abb. 3). Dieser Schlauchpilz ist als Glied einer großen Sippe in der Natur weit verbreitet. Als „Ohrenpilz“ ist er auch für den Menschen und außerdem für verschiedene Haustiere pathogen. Wie der vorgenannte *Pericystis apis* gedeiht er unter den gleichen Wärmebedingungen auf demselben Nährboden und bildet anfänglich gelbe bis gelbgrüne niedere Rasen, die später in Olivgrün und Braun übergehen. Aus den zarteren Myzelfäden (Abb. 3, *M*) erheben sich bald die etwas kräftigeren Frucht- oder Konidienträger (*T*) mit den büschelförmigen Konidien (*K*), von denen sich die derben Sporen (*S*) leicht ablösen.

Die Sporen dringen (wohl auf demselben Weg wie bei der *Pericystis*-infektion) in die Larven und Imagines der Honigbiene ein und töten sie. Die Tiere werden dann bald in lederbraune, pergamentartige Mumien verwandelt, die allmählich durch die sich bildenden Konidien eine gelbgrüne Farbe annehmen. Vom Imker ist die allerdings seltene aber sehr bössartige Krankheit als „gelbe Steinbrut“ (zum Unterschied von der *Pericystis*-Mykose, die er „weiße Steinbrut“ nennt) gefürchtet.

Neben der genannten Parasitenerkrankung und den beiden Mykosen, die alle verhältnis-

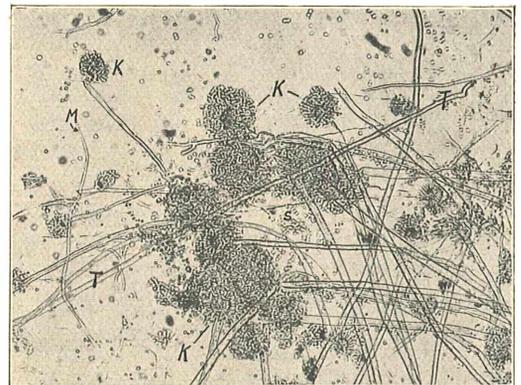


Abb. 3. *Aspergillus flavus*. *M* = Myzelfäden. *T* = Konidienträger. *K* = büschelförmig angeordnete Konidien. *S* = abgelöste Sporen. G. Hausmann phot.

mäßig geringeren Schaden verursachen, wird die Honigbiene auch von eigentlichen Bakterienerkrankungen befallen, die ungleich

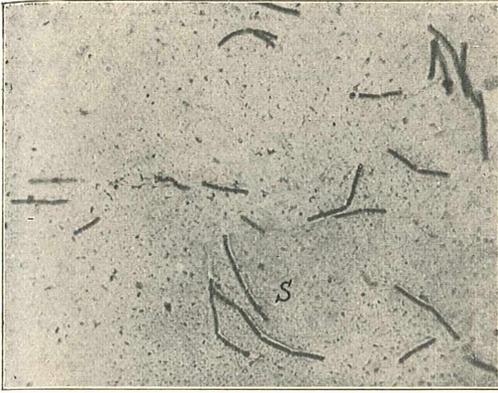


Abb. 4. *Bac. Brandenburgensis Maaßen*. Reinkultur. S = Langstäbchen in Spaltung begriffen. G. Hausmann phot.

größeren Schaden anzurichten pflegen. Der Erreger einer solchen ist

Präparat 4 u. 5: *Bacillus Brandenburgensis Maaßen* (*B. larvae* White). Der Bazillus ist ein großes (3—5 μ lang), schlankes Stäbchen (Abb. 4), das infolge seiner peritrichen Begeißelung Bewegung besitzt. Die günstigsten Bedingungen scheint er im Fettkörper der Pronymphen (Strecklarven) der Biene zu finden. Er läßt sich jedoch auch künstlich auf Zuckeragar oder Bienenbrutagar bei 37° C züchten. Es ist höchst merkwürdig, wie der Krankheitserreger in das Fettgewebe gelangt. In Sporenform kommt er mit dem Futter in den Mitteldarm der Bienenlarve. Dort erfolgt die Auskeimung. Weil die Lebensbedingungen aber offenbar keine günstigen sind, wird der Bazillus im Wachstum ge-

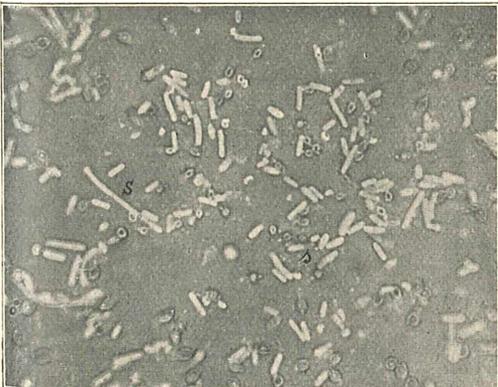


Abb. 5. *Bac. Brandenburgensis Maaßen* in Sporulation. s = Kurzstäbchen (Wachstumsstillstand). S = Langstäbchen in üppigem Wachstum. An den Bakterienleibern ist der vegetative Teil ungefärbt; der plasmatische Teil der Spore in allen Stufen der Entwicklung ist dunkel, im Präparat leuchtend rot, gefärbt. G. Hausmann phot.

hemmt. Er bildet Kurzstäbe (Abb. 5, s). Da er aber trotz seiner Bewegungsfähigkeit die peritrophe Membran des Bienenarms nicht zu durchdringen vermag, wartet er den Augenblick der Darmauflösung (die am Ende der Larvenzeit erfolgt) ab und kann dann in das Körpergewebe einwandern. Jetzt setzt ein üppiges Wachstum ein — Bildung von Langstäbchen (Abb. 5, S u. Abb. 4, S), — was den Tod der Larve herbeiführt. Die Kadaver werden allmählich in eine braune, schmierige, auswurfähnliche Masse verwandelt, in der die Sporenbildung (Sporulation) des Erregers erfolgt (Abb. 5). Meistens verfilzen dabei die abgeworfenen Geißeln zu bald zarten, bald langen und

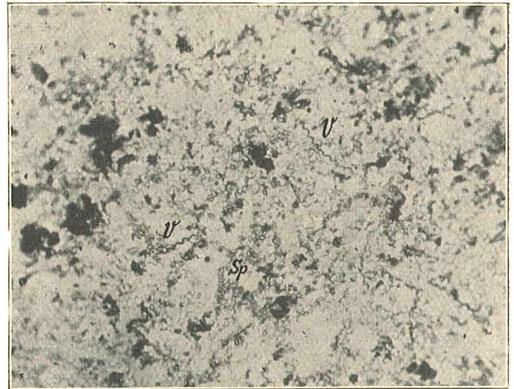


Abb. 6. Nymphen seuche. Ausstrich von Bienenbrutkadavern, gefärbt nach Giemsa. V = zopfartige Geißelverbände von *Bac. Brandenburgensis*. Sp = eiförmige Sporen von *Bac. Brandenburgensis*. G. Hausmann phot.

derben, zopfartigen Verbänden (Abb. 6, V). Diese Geißelverbände, die sich nach Giemsa rot färben lassen, sind für die Prognose wichtig, da sie für den Erreger charakteristisch sind. *Bac. Brandenburgensis* erzeugt

Präparat 6: Die Nymphen seuche (auch bösartige Faulbrut oder amerikanische Faulbrut genannt). Sie ist wohl die bösartigste heimische Bienenkrankheit, weil sie, einmal ausgebrochen, im Volk nicht mehr zum Stillstand kommt und stets zum Untergang des ganzen Stockes führt. Da sie außerdem unter allen Bienenkrankheiten am häufigsten und am weitesten verbreitet ist, wird sie begreiflicherweise vom Imker sehr gefürchtet, andererseits aber auch mit großem Eifer und gutem Erfolg bekämpft. Außer dieser Bak-

terienkrankheit, die in der Hauptsache *Pronymphen* und *Nymphen* zum Absterben bringt und davon ihren bezeich-



Abb. 7. *Bac. alvei*. Reinkultur in Sporulation. C = kettenförmig aneinander gelegte Sporen, wovon die jugendlichen durchgefärbt, die reifen oberflächlich gefärbt erscheinen. S = Bakterienstäbchen, vegetative Form. G. Hausmann phot.

nenden Namen erhalten hat, herrscht auf den Bienenständen noch eine andere, die aber in der Hauptsache Bienenbrut in jüngerem Alter, die sogen. Freßlarven, befällt. Die Erforschungsgeschichte dieser „Europäischen Faulbrut“ ist sehr lehrreich.

Um die Erforschung der Krankheit haben sich Bakteriologen in Amerika, England, Deutschland und der Schweiz verdient gemacht. In den an der „Larvenseuche“ verwendeten Bienenlarven wurden zunächst Mengen von

Präparat 7 u. 8: *Bacillus alvei* gefunden. Dies ist ein großes, derbes Stäbchen, das zum Studium des feineren Baues der Bakterien überhaupt sehr geeignet ist. Der Bazillus besitzt zahlreiche peritriche Geißeln und ist beweglich. Er läßt sich auf den gewöhnlichen Nährböden bei 36 bis 38° C züchten. Seine Sporen behalten häufig einen Teil des vegetativen Bakterienleibes als schnauzenförmiges Anhängsel (s. Abb. 11, C) und pflegen sich kettenförmig aneinanderzulegen (Abb. 7, C).

Außer diesem Bazillus (von Chesire und Cheyne erforscht) wurden in frühen Krankheitsstadien regelmäßig, in späteren selten Mikroorganismen gefunden, die man als *Kokken* ansah. Maaßen hat sie rein kultiviert und

Präparat 9: *Streptococcus apis* Maaßen genannt. Der *Streptococcus* wächst leicht bei

37° C auf den gewöhnlichen Nährböden und bildet einen zarten, bleichen Belag. Er bildet meist nur kurze, mitunter aber auch lange Ketten (Abb. 8).

Und nun stand man vor einem Rätsel. Verfütterte man nämlich Krankheitsmaterial (zerriebene abgestorbene Bienenbrut) von älteren Krankheitsstadien, das also in der Hauptsache den *Bac. alvei* enthielt, so erkrankten die Versuchsbienvölker ebenso, wie wenn Krankheitsmaterial aus jüngeren Stadien, also mit vorwiegend Kokkenformen, verfüttert wurde, an Larvenseuche. In den erkrankten und frisch verendeten Larven fand man aber seltsamerweise in beiden Fällen nur Kokkenformen. Andererseits konnte durch Verfütterung weder der Reinkulturen von *Bac. alvei* noch der Reinkulturen von *Strept. apis* die Krankheit hervorgerufen werden. Ebenso wenig krankmachend erwies sich der von Maaßen neuerdings isolierte

Präparat 10: *Bacillus lanceolatus* Maaßen (Abb. 9). Dieser Bazillus wird häufig in der verwendeten Bienenbrut gefunden und fällt auf durch seine eigentümliche Zahnstocherform. Er ist leicht kultivierbar. Sporenbildung ist nicht sicher.

Weitere Versuche zeigten nun, daß *Bac. alvei* als Erreger der Larvenseuche nicht in Betracht kommt. Die „Kokkenformen“ die im Frühstadium der Krankheit gefunden werden, ließen sich bei genauerem Zusehen

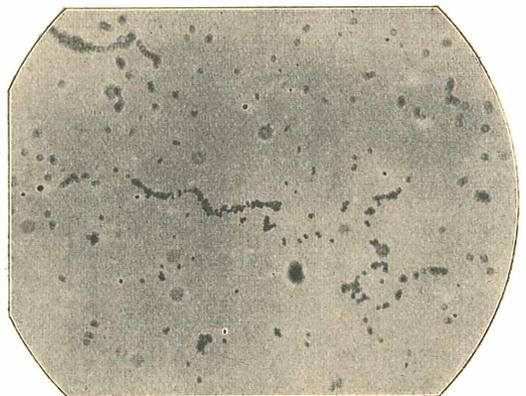


Abb. *Streptococcus apis* Maaßen. Reinkultur. G. Hausmann phot.

in zwei Gruppen teilen: den leichtkultivierbaren, aber nicht pathogenen *Streptococcus apis* und den bis heute nicht kultivierbaren *Bac. pluton White*,

der offenbar der eigentliche Erreger der Krankheit ist.

Präparat 11: *Bac. pluton* kann bei ungenügender Vergrößerung und oberflächlicher Betrachtung leicht mit *Strept. apis* verwechselt werden. Er ist aber etwas derber und an beiden Enden deutlich zugespitzt. Das Präparat „Larvenseuche I. Stadium“ (vergl. Abb. 10) enthält den Erreger fast rein.

Der Verlauf der Larvenseuche ist nun folgender: Als primärer Erreger wird *Bac. pluton* angesehen. Dieser gelangt offenbar mit dem Futter in den Larvendarm. Durch seine Entwicklung führt er den Tod der infizierten Larve herbei. Als bald gesellen sich *Streptococcus apis* und



Abb. 9. *Bac. lanceolatus*. Reinkultur.
G. Hausmann phot.

Bac. lanceolatus als „Begleitbakterie“ mit saprophytischem Charakter dazu. Dieses **I. Stadium der Larvenseuche** (Abb. 10) kennzeichnet sich außer durch den Fund der vorgenannten *Bac. pluton*, *Strept. apis* und *Bac. lanceolatus* zusammen, oder des Erregers allein, auch durch einen eigentümlichen, säuerlichen Geruch (nach sauer gewordenem Kleister). Deshalb bezeichnet der Imker dieses Krankheitsstadium mit dem Namen „Sauerbrut“

Durch Hinzutreten von *Bac. alvei* gelangt die Krankheit in **das II. Stadium**. Der Ausdruck „II. Stadium“ darf nicht streng zeitlich aufgefaßt werden, wenn er auch meistens in diesem Sinn zutreffend ist, sondern bezieht sich lediglich auf die Anwesenheit von *Bac. alvei*. Durch ihn wird nämlich das Krankheitsbild rasch und stark verändert. Er dringt durch die peritrophe Membran in das Fettgewebe ein und ver-

ursacht hier eine rasche und gründliche Zersetzung. Bald verbreitet die so veränderte Brut einen durchdringenden,



Abb. 10. Larvenseuche I. Stadium Geiger gez.

höchst widerlichen Geruch (nach Fußschweiß). Die Pluton- und Kokkenformen scheinen allmählich ganz verdrängt oder überwuchert zu werden. Sie werden nämlich immer seltener und verschwinden bisweilen fast gänzlich, dem *Bac. alvei* das Feld überlassend. (Abb. 11.) Dieses zweite Stadium nennt der Imker „stinkende Faulbrut“ auch „Brutpest“

Die ekelhafte, aber nicht sehr bösartige



Abb. 11. Larvenseuche im II. Stadium. C = Sporen von *Bac. alvei* mit den charakteristischen, schnauzenförmigen Anhängseln. Pl = *Bac. pluton*. S = vegetative Form des *Bac. alvei*. Hausmann phot.

Krankheit ist in Deutschland so selten geworden, daß gutes Material zum Studium der Krankheit nur schwer beschafft werden kann. Aus diesem Grund kann das

vorgesehene Präparat No. 12 „Larvenseuche II. Stadium“ erst später geliefert werden.

Die vorliegenden Präparate sind fast ausnahmslos mit den einfachsten Mitteln angefertigt. Die Chemikalien wurden durch die Geschäftsstelle des Mikrokosmos bezogen. Das Herstellungsverfahren ist im einzelnen:

Präp. 1: Inhalt der Rektaldrüse (Ampulle) einer kranken Biene in einem Tropfen gesättigter wässriger Lösung von Nigrosin verteilt. Ausstrich (wie Blutaustriech!). Trocknen. Kanadabalsam.

Präp. 2: Abgelöster Pilzrasen kommt in eine Mischung von Glycerin pur. 15.0, dest. Wasser 35.0, absol. Alkohol 25.0 und Ammoniak 25.0. Nach vollständiger Benetzung (24 Std. und mehr) in reines Glycerin bis zum Untersinken. Glyzeringelatine.

Präp. 3: Abgelöster Pilzrasen in absoluten Alkohol, dann Alkohol + Xylol 1:1, Xylol und Einschluß in Kanadabalsam.

Präp. 4, 7, 8, 9 u. 10: Von wässriger Aufschwemmung werden Deckglasausstriche

gemacht. Fixierung 3mal durch Flamme. Gentianaviolett 0,5% wässrig 3—12 Min. (je nach Objekt). Waschung. Kanadabalsam.

Präp. 5: Genau nach dem im „Mikrokosmos“, Jahrg. 1919/20, Seite 164 beschriebenen Verfahren von E. Pringsheim. Zur Negativfärbung (Ziffer e) wurde jedoch Nigrosin verwendet. Kanadabalsam.

Präp. 6: Von dem auswurfähnlichen Brutkadaver wird Ausstrich hergestellt. Fixierung in Formol 1:4 (8% Formaldehyd) 1/2—1 Stunde. Gründlich auswaschen in starkem Alkohol (96%). Trocknen. Färbung nach Giemsa: Auf 1 ccm dest. Wasser 1 Tropfen Lösung. Färbungsdauer 18 Stunden bei Zimmertemperatur. Wasserwaschung. Kanadabalsam.

Präp. 11: Mitteldarminhalt erkrankter oder frisch verendeter Larven austreichen. Färbung bis 15 Minuten mit 0,5%iger wässriger Lösung von Gentianaviolett oder 5 Min. mit 1%iger Anilin-Gentianaviolettlösung. Kanadabalsam.

Fortschritte unserer Kenntnisse vom Zellkern durch Forschungsergebnisse 1921/22.

(Kurze Würdigung aller bedeutsamen Schriften dieser Jahre, abgeschlossen am 15. November 1922.)

Von Dr. H. Pfeiffer.

Über die morphologische Struktur des ruhenden Zellkerns ist noch immer keine einheitliche Auffassung durchgedrungen. Entz beschreibt, wie bei *Ceratium* der wahre Ruhekern der Zysten ein feinkörniges Aussehen zeigt. Die färbare Substanz verteilt sich auf zahlreiche Kügelchen. Soin müßten die Entmischung der Kolloide des Kerns und die Bildung von Fäden schon das Vorstadium einer Teilung einleiten. Diese selbst, gewöhnlich zwischen 3 und 4 Uhr nachts stattfindend, wird beschrieben, wiewohl bei der großen Zahl der Chromosomen (etwa 280) sichere Ergebnisse schwer zu erlangen sind. Deshalb ist Chattertons Studium des ebenfalls zu den Peridineen gehörenden *Syndinium* (mit nur 5 Chromosomen im Kern) wichtig. In der Frage, ob physikalische oder chemische Momente bei der Färbung des ruhenden Kernes ausschlaggebend seien, war Michaelis (Arch. f. mikrosk. Anat. 1920, Festschrift O. Hertwig, S. 580) dazu gekommen, daß die Gegensätze gewöhnlich überschätzt würden. Stets handle es sich um Adsorptionswirkungen. Er vermutete, daß Kolloide durch die Art ihrer Adsorption gar Rückschlüsse auf ihre chemische Natur gestatteten. Saure Adsorbentien sollten basische Farbstoffe (und umgekehrt) adsorbieren. Da zeigte Keller,

daß nicht der saure oder basische Charakter der Kolloide, sondern vielmehr der der Farblösung entscheidenden Einfluß auf die Färbung ausübt. Freilich muß er zugeben, daß längere Fixierung den physikalischen Charakter „umzustimmen“ geeignet sei. So ergibt sich, daß durch Farbstoffe über die elektrischen Ladungen innerhalb der Zelle entgegen früheren Anschauungen nichts ausgesagt werden kann. Gerade das Basichromatin wird von typischen Anodenfarbstoffen (basisch: Methylgrün, Methylviolett, Gentianaviolett, Safranin; sauer: Karmin, Nigrosin) ebenso gut gefärbt, wie von dem Kathodenfarbstoff Hämatoxylin („Heidenhain“). Die Kolloidchemiker haben zu entscheiden, ob Kellers Zweifel an den Färbungen von Unna und Fein¹⁾ berechtigt sind. Meier konnte zeigen, daß alle Zellbestandteile gegen die Elektroden seines Apparates negativ geladen waren, vermochte indessen noch nichts über die Stärke der Ladung in Erfahrung zu bringen.

Daß bei dem normalen Verlauf der Kernteilung auch stoffliche Verschiedenheiten richtunggebend wirken, wurde bislang aus den

¹⁾ Einen zusammenfassenden Bericht von Unnas Anschauungen gab Thörner

verschiedensten Ergebnissen gefolgert, ohne daß eigentlich ein vollgültiger Beweis gegeben war. H a b e r l a n d t (No. 23—25 des Verzeichnisses) zeigte, daß durch Einwirkung von Wundhormonen sich Kallusblasen und thyllenähnliche Gebilde, ja selbst adventive Embryonen aus Zellen des Knospenkerns künstlich hervorrufen lassen. Er verwundete den Fruchtknoten durch Anstechen oder einfaches Quetschen. Von den Ergebnissen ist ferner interessant, daß auch die normale Parthenogenese erst durch Einwirkung ähnlicher Hormone möglich wird. Auch die Möglichkeit des Endosperms, in derselben Weise wie der Knospenkern Embryonen zu erzeugen, konnte exakt bewiesen werden. Man könnte den Einwand erheben, warum denn nicht stets Hormone die Teilung der Eizelle anregen und damit zur Parthenogenese führten. Nach Haberlandts Meinung treten aber die Hormone aus absterbenden Zellen zu spät auf, als daß die bereits alternde Eizelle darauf in solcher Weise reagieren könnte.¹⁾ Fräulein M a c p h e r s o n beobachtete ungewöhnlich häufige Ansätze zur Polyembryonie, die ihrer Meinung nach nur auf parthenogenetischem Auswachsen der Gehilfinnenzellen beruhen können. Daß in bestimmten Geweben angiospermer Pflanzen bestimmte Tagesstunden für die Teilung bevorzugt werden, erwiesen E n t z (s. o.), Frau H a a s e - B e s s e l l und vor allem S t ä l f e l d, der auch die verschiedenen äußeren Bedingungen (Sauerstoff, Temperatur) zum Einsetzen des Vorganges verfolgte. Häufigkeit der Teilungen braucht nicht unbedingt auf einem Wachstum des Organs zu beruhen oder ein solches zu erzielen. Von überstürzten Teilungen infolge von Depressionszuständen erzählt u. a. H a r t m a n n (S. 246). Verunreinigungen und höhere Konzentration der Nährlösung, Niederschläge am Kulturglas und dessen chemische Veränderungen, ununterbrochene Beleuchtung und dergl. sollen stets die gleiche Wirkung haben. P o t t h o f f berichtet von eigenartigen Kopulationsvorgängen, denen wahrscheinlich geschlechtliche Reaktionen zugrunde liegen. Die von C h a t t o n, C u r t i s, E n t z, I s h i k a w a, J u e l (S. 18), F r l. W e l s f o r d, v a n W i s s e l i n g h und Y a m a n o u c h i dargestellten Einzelheiten über den Verlauf der Kernteilung haben vor allem Interesse beim Vergleich mit der früheren Literatur, die ich am übersichtlichsten besprochen finde bei T i s c h l e r, S. 270 f. Ähnliche Untersuchungen an höheren Pflanzen führten C a r r u t h e r s, G e l e i, K u w a d a (S. 144), L i c e n t, d e L i t a r d i è r e²⁾ und R i k e r (S. 143) aus.

¹⁾ Vgl. ähnliche zoologische Ergebnisse bei V o ß. — Wichtig scheinen mir auch Y a m a h a s japanisch dargestellte Untersuchungen, denen eine englische Zusammenfassung angefügt ist (No. 72, S. 117).

²⁾ Er wirft auch die Frage der Chromosomenveränderung durch Einflüsse des Milieus von neuem auf. Dies Problem und die

Gerade wie K r a m á ř (Bull. Académ. d. scienc. Bohême, Cl. d. sc. math. et nat., 6. ann., 1901, S. 9) bereits früher für Pflanzen, so erbrachte B u c h n e r für tierische Zellen den Nachweis, daß sie durch Infektion der Zellen lappig veränderten Umriß erhalten. Da sind C a m p b e l l s Ergebnisse (S. 142) wichtig, daß die Kerne von Vorkeimen von *Botrychium* unter dem Einfluß des Mykorrhizapilzes nicht verändert werden. Auffallend große Kerne neben reichem Plasmagehalt sah M e l c h i o r (S. 68) bei *Viscum* in den an der Spitze der Senker gelegenen Zellen. Größere Kerne scheinen allgemein den Zellen der Narbenpapillen zuzukommen (T i s c h l e r, S. 125). Ebenso beobachtete W a l t e r (S. 193) in den Eizellen der Perldrüsen von Ampelideen ungewöhnlich große Kerne. Einer Nachprüfung scheinen auch mir die von T i s c h l e r bezweifelten Angaben P o t t i e r s zu bedürfen, die von einem Austritt chromidialer Substanz aus den Kernen der Eizelle, sowie der Kanalzellen und der diese umgebenden Zellen des Archegoniumhalses bei *Mnium* handeln (ob künstlich durch Fixierung hervorgerufen?). Wichtig sind die Unregelmäßigkeiten bei Teilungen, die uns B e e r, B e l l i n g (No. 6), B l a c k b u r n u. H a r r i s o n, C a r a n o u. a. beschreiben. Dagegen fand Fräulein B o r g e n s t a m einen regelmäßigen Verlauf auch bei solchen Pflanzen, von denen dieser früher bezweifelt worden war. Dadurch wird T i s c h l e r s Ansicht (S. 436) von der Relativität der Sterilität gleichzeitig glänzend bestätigt. Zu den Unregelmäßigkeiten der Teilung rechne ich auch die Verschmelzung von Kernen. Wenn in den früher von P. L u t z (Bull. Soc. bot. de France 68, S. 169) beobachteten Verschmelzungen auch wohl kaum geschlechtliche Äußerungen vorliegen, indem die Überführung seiner *Penicillium*-Kultur in Quecksilbercyanärlösung (1:100) die Wirkung auslöste, so könnte jenes der Fall sein bei Untersuchungen von Fräulein C a v l e y am Askogon von *Nectria*. Unter Kernverschmelzungen sind ferner die Arbeiten von B e l l i n g (No. 6), J. L. W i l l i a m s und Y a s u i zu beachten. Frau H a a s e - B e s s e l l (S. 15) führt genau aus, wie sie sich die von den Chromosomen ausgehenden Störungen infolge von Enzymen bei der Teilung denkt. (Vgl. auch die Besprechung durch F r l. v U b i s c h!) Änderungen der Chromosomen des einen Elters werden von d e L i t a r d i è r e (No. 39) beschrieben und durch Veränderung der Umweltbedingungen erklärt (s. u.). S e a r s zeigte, daß die zytologischen Befunde bei der Reifung von Embryosackmutterzellen und Pollenmutterzellen bei *Taraxacum laevigatum*, von denen der bisher beschriebenen parthenogenetischen Arten abweichen. So werden vier verschiedene Teilungsvorgänge unterschieden: eine typische Reduktionsteilung, bezeichnend dafür paarweises Zusammentreten der einwertigen Chromosomen,

Frage nach etwa dadurch ausgelösten Mutationen (No. 39) wird weiter zu beachten sein.

eine qualitative Teilung, eine unregelmäßige Teilung mit stark verlängertem Kern und unregelmäßigem Zusammentreten der einwertigen Chromosomen und eine Amitose mit verlängertem Kern und Fehlen einer Spindel. Den Grund für diese Unregelmäßigkeiten sieht Sears in der frühzeitigen Individualisierung und Polarität der Chromosomen. Freilich sind J u e l s Deutungen der Reifungsteilung bei *Paraxacum* nicht gut damit zu vereinen. — Tischler (S. 412) meint, daß, wenn bei gewissen Algen wirklich noch eine Metasyndese vorhanden ist, sie bei höheren Pflanzen völlig aufgegeben sei. Dagegen sind wieder für ihr Vorkommen eingetretene Caruthers und Armand. Einen exakten Beweis für das Auftreten einer Metasyndese würde man nach Miß Blackburn und Harrison (S. 164) damit führen können, daß in Fällen, in denen ein- oder zweiwertige Chromosomen in Bastarden nebeneinander liegen würden, doch ein einheitliches dickes Spirem aus der Synapsis hervorginge. Leider gelang das bei den Untersuchungen an *Rosa* noch nicht. Hingegen bringt Yasui an *Papaver*-Hybriden erneut sichere Angaben, daß die Kreuzung verschieden-chromosomiger Arten gelingen kann, genau wie es Takamine gefunden.¹⁾ Bei Yasui sind in den Prophasen der heterotypen Teilung der Pollenmutterzellen 11 zweiwertige und 10 einwertige Chromosomen zu zählen. Die zweiwertigen wandern zunächst allein zur Äquatorialebene, spalten sich und begeben sich zu den Polen. Erst dann wandern auch die einwertigen Chromosomen in die Ebene des Äquators und bilden so sekundär nochmals eine Äquatorialplatte. Interessant ist in diesem Zusammenhange auch, wie Yasui aus einer Pollenmutterzelle ein diploides und 2 haploide Pollenkörner erhielt.

Vielfach die Aufmerksamkeit erregt haben chromatische Ansammlungen im Gerüstwerk des Kernes, die als Chromatinkugeln oder Chromozentren (von Lundegårdh auch als Karyosom, worunter sonst anderes verstanden),²⁾ bezeichnet wurden. Sie haben bekanntlich das Aussehen kleiner Nukleolen, gehören aber nach ihren mikrochemischen Reaktionen zum Karyotin.³⁾ Oft treten sie in bestimmter Zahl auf (Suessenguth), in den Tapetenzzellkernen von *Lactuca* nach Gates und Rees (S. 384) dagegen nicht. Eigenartig sind van Wisselinghs Beobachtungen der Nukleolen⁴⁾ bei *Spirogyra* (S. 275). Er behandelte mit Chromsäure und konnte so ein Netz- oder Fadenwerk sichtbar machen, „in dem man dickere Teile und feine Fädchen unterscheiden kann. Wenn die Chromsäure etwas länger einwirkt, fällt das

Netzwerk durch Auflösung der feineren Teile auseinander.“ Hinterher wird mit Bayers Blau gefärbt. Dann erhält man als Reste perlschnurartige Fädchen und Körnchen, die zuweilen durch Fäachen verbunden sind. Die Zwischensubstanz ist von der Chromsäure vollständig gelöst. In der gleichen Abhandlung werden auch neue Untersuchungen zur Beurteilung der Abgrenzung des Zellkerns (S. 297) gebracht, eine Frage, zu der die Forscher auch heute noch eine unterschiedliche Stellung einnehmen (Tischler S. 96, Seifriz, Ruhland). In der Frage des Vorkommens von Centriolen neben oder an Stelle des Chromatins des Kern-Binnenkörpers (Karyosoms) suchten Bélár (S. 457) und Doflein (S. 178) zur Klarheit zu kommen.

Über die Beschaffenheit des Zytoplasmas ist Dofleins Untersuchung wichtig, wonach bei *Ochromonas* zwischen dem Kern und dem Fuße der Geißel ein scharf abgegrenztes, fast viereckiges Feld liegt, in dem deutliche Stränge verlaufen, für die der Forscher eine besondere stereoplasmatische Modifikation als Ursache vermutet.¹⁾ Sowohl nach Plasmolyse, als auch nach Verwundung sind Querwandungen zu erzielen, wie Haberlandt (No. 23, S. 702) für *Oenothera* bewies. Ein neues Beispiel für stufenweise Ausbildung des Endosperms brachte Hákansson (S. 258). Auch bei *Schizocapsa* füllt sich nämlich die schmale Region bei der Mikropyle und der Chalaza des Embryosackes durch Kammerung mit Endosperm, und erst später folgt die Mitte des Embryosackes nach. Als Ausnahme beobachtete er (S. 215) 2 freie Eikerne und 2 Gehilfinnenzellen, einen Polkern und 7 Gegenfüßlerinnenzellen, und Carano konnte sogar Korbblüter namhaft machen, bei denen der Embryosack ausnahmsweise den Weg zur 32-Kernigkeit beschritten hatte. Interessant sind auch Stälfelts Funde (S. 69), daß die Wandbildung bei Sauerstoffmangel (?) verhältnismäßig langsamer als die übrigen Kernteilungsphasen verläuft. (Vgl. auch Yamahala.) Daß Narkotika in schwacher Menge die Teilungsfähigkeit der Zellen und damit auch die Wandbildung anregen, hängt vielleicht damit zusammen, daß das Zytoplasma dabei eine Permeabilitätssteigerung erfährt, die freilich bei stärkerer Konzentration der Narkotika zu Schädigungen führen muß.²⁾ Eine unsichere Deutung hat die Beobachtung von Schürhoff am Pollenkorn von *Eichhornia* gefunden, daß sich der vegetative Kern regelmäßig in zwei teilt. Tischler (S. 720) vermutet

¹⁾ Vgl. auch Guillaumont in Arch. Biol. 31, S. 1 und in C. r. 84, S. 197 u. 85 (1922), S. 462, sowie R. Bauch in Biol. Centralbl. 42 (1922), S. 9!

²⁾ S. z. B. Levy S. 107, ferner Weber! Auch Vlès und Dragoïn weisen darauf hin, daß bei Seeigeleiern Außenflüssigkeiten von stärkerem osmotischem Druck die Kernteilung zunächst nicht alterieren, wohl aber die Zellteilung unterdrücken.

¹⁾ Hier auch gelegentlich beobachtete Kernschmelzungen beschrieben (s. o!).

²⁾ Lundegårdh S. 45; s. ferner Tischler S. 65 Fußnote 2 und S. 714!

³⁾ Vgl. auch J. B. Overton in Transact. Wiscons. Acad. Sc., Arts and Letters 20, 1922, S. 275!

⁴⁾ S. Argaud in C. r. 174, 1922, S. 1078!

darin den Versuch zu einer Art Prothalliumbildung.

Dafür, daß nur die Chromosomen die vererbaren Gene enthalten, daß Reduktions- teilung und Mendelspaltung zusammentreffen, wurde der Beweis schon mehrfach durch Erfahrungen der Erblichkeitsforschung geführt, neuerdings wieder von Parnell bei *Oryza*. Freilich konnte auch er nicht mit wünschenswerter Exaktheit zeigen, daß von den 4 Körnern einer Pollentetrade genau 2 dem normalen Typus, 2 dem des Klebreises folgten. Plough erwies in einer neuen Abhandlung, daß der Austausch der Chromosomen durch äußere Faktoren (andere Temperatur) beeinflußt werden kann, und Fräulein Herzfelder zeigte zum ersten Male experimentell, wie einige Zellen des unfruchtbar bleibenden Teiles im Laubmoosporogon (in dem sogen. Säulchen) ausnahmsweise sich zu Sporenmutterzellen umwandeln können. Als Ursache dafür sieht sie mechanische Reize an, die dann vielleicht chemische Reize ausgelöst haben werden. Im einzelnen kann die gesamte Literatur über die Vererbungslehre, die sich zum Teil aufs innigste mit der über den Zellkern verknüpft, hier nicht besprochen werden. Freilich ist dieses etwas seitlich anschließende Gebiet auch praktisch von besonderem Interesse, bildet doch die Vererbungsgrundlage „ein System von einer solchen labilen Beschaffenheit, daß es einer einmal eingetretenen Veränderungsrichtung weiter folgt so lange, bis ein neuer Gleichgewichtszustand mit den eventl. veränderten Außenweltbedingungen erreicht ist oder die Art zum Aussterben gezwungen wird.“ (Bavink S. 343.) Aus der reichen Literatur der Vererbungswissenschaft, die weiter unten nicht mit aufgeführt wird (vgl. indessen auch die Nummern 6, 61, 62, 64 u. a.), seien als bedeutsame Neuerscheinungen erwähnt¹⁾:

¹⁾ Benutzte Abkürzungen für die wichtigsten Zeitschriften:

Am. Nat. = The American Naturalist.
Ann. Bot. = Annals of Botany.
Arch. Protistenk. = Archiv für Protistenkunde.
Arch. Zellforsch. = Archiv für Zellforschung.
Ark. Bot. = Arkiv för Botanik.
Beih. Bot. Centralbl. = Beihefte zum Botanischen Centralblatt, herausgeg. von Uhlworm.
Beitr. = Beiträge zur allgemeinen Botanik.
Ber. D. Bot. Ges. = Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
Bot. Gaz. = The Botanical Gazette.
Bot. Mag. = The Botanical Magazine Tokyo.
Bot. Not. = Botaniska Notiser.
Bull. Torr. Cl. = Bulletin of the Torrey Botanical Club, New York.
C r. = Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris.
Jahrb. wiss. Bot. = Pringsheims Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik.
Journ. Gen. = Journal of Genetics.
K. Sv. Vet. Ak. Handl. = Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Stockholm.

Å k e r m a n: Hereditas 2, 113;
B a t e s o n: Am. Nat. 55, 5;
B l a k e s l e e: Pr. Nat. Ac. 7, 116 u. 148;
Journ. Gen. 11, 17; Am. Nat. 55, 254 u. 56 (1922), S. 16;
C o l l i n s: l. c. 55, 116;
C o r r e n s: Hereditas 2, 38;
D a h l g r e n: l. c.
D r a g o i n e t V l è s: C. r. 172, 1210;
G o l d s c h m i d t: Ztschr. ind. Abst. 26, 285;
H a e c k e r, Allgemeine Vererbungslehre, 3. Aufl., Braunschweig 1921;
H a m m a r l u n d: Hereditas 2, 113;
H e r t w i g, G.: Biol. Centralbl. 41, 49 u. Ztschr. ind. Abst. 27, 257;
J o l l o s: Arch. Protistenk. 43, 1;
K i h a r a: Bot. Mag. 35, 19;
K n i e p: Ztschr. Bot. 13, 289 u. Verh. phys. med. Ges. Würzburg 47 (1922), S. 1;
L e h m a n n: Ztschr. ind. Abst. 27, 237 u. Ztschr. Bot. 13, 231 u. 14 (1922), S. 173;
M o r g a n, Th., Die stoffliche Grundlage d. Vererbung (vom Verf. autorisierte deutsche Ausg. von Nachtsheim), Berlin 1921;
N a c h t s h e i m: Biol. Centralbl. 41, 459; Ztschr. ind. Abst. 27, 249 u. Naturwissensch. 9, 847;
O e h l k e r s: Ztschr. ind. Abst. 26, 1;
O s t e n f e l d: Journ. Gen. 11, 117;
P a s c h e r: Ber. D. Bot. Ges. 39, 236;
P r e i l: Nat. Woch., N. F. 20, 440 u. Ztschr. ind. Abst. 26, 287 u. 27, 65;
P r z y b o r o w s k i: Ztschr. f. Pflanzenzüchtung 8 (1922), 211;
R a s m u s o n: Hereditas 2, 143;
R e n n e r: Ztschr. Bot. 13, 609; Ztschr. ind. Abst. 27, 235 u. Ber. D. Bot. Ges. 39, 264, mit K u p p e r zusammen dort S. 201;
S a x: Science, N. Sér. 54, 413;
S c h a f f n e r, J. H.: Bot. Gaz. 71, 197;
S c h i e m a n n: Ztschr. ind. Abst. 27, 104;
S c h n a r f: Oesterreich. Bot. Ztschr. 70, 133 u. 255;
S e i l e r: Arch. Zellf. 16 (1922), 177, mit H a n i e l zusammen Ztschr. ind. Abst. 27, 81;
S h o w a l t e r: Bot. Gaz. 72, 245;
S h u l l: Beitr. z. Pflanzenzücht. 5 (1922), 134;
S t o l t: K. Sv. Vet. Ak. Handl. 61 no. 14;
T s c h e r m a k, A. v.: Biol. Centralbl. 41, 304;
W i n k l e r (Referat): Ztschr. ind. Abst. 27, 253;
W i t s c h i (Referat): l. c.
Nat. Woch. = Naturwissenschaftliche Wochenschrift, jetzt herausgeg. von Mische.
Pr. Nat. Ac. = Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Washington.
Sitzb. Ak. Berl. = Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.
Ztschr. Bot. = Zeitschrift für Botanik.
Ztschr. ind. Abst. = Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre.

Bei den Ustilagineen erfolgt bekanntlich der Kernaustritt, ohne daß eigentliche Geschlechtsorgane vorhanden wären, zwischen den jungen, eben auskeimten Sporidien (Promyzelzellen). Dastur bewies von neuem, ebenso wie Kniep, daß es sich um einen Vorgang handelt, wie er vergleichsweise den Saccharomyzeten zukommt, die ihre Askosporen sofort wieder kopulieren lassen. Bezüglich der neueren Ansichten über den Bau der Bakterien, die Frage nach dem Vorkommen oder Fehlen von Kernen und Chromatinen in ihren Zellen sei außer auf die Schrift von A. Petit vor allem auf Lieskes Werke und die kritische Besprechung des Gegenstandes bei Tischler (S. 706) verwiesen.

Literaturverzeichnis.

(Arbeiten aus dem Jahre 1922 sind mit bezeichnet, alle anderen aufgeführten Schriften sind aus 1921.)

1. Armand: C. r. **172**, 762;
2. Bavink, Ergebnisse u. Probleme d. Naturwissenschaft, 2. Aufl., Leipzig 1921.
3. Beer: Journ. Gen. **11**, 213;
4. Bělár: Arch. Protistenk. **43**, 431;
5. Belling: Am. Nat. **55**, 573;
6. ders.: Pr. Nat. Ac. **7**, 197;
7. Blackburn u. Harrison: Ann. Bot. **35**, 159;
8. *Borgenstam: Ark. Bot. **17**, no. 15;
9. Buchner, Tier u. Pfl. in intrazellulärer Symbiose, Berlin 1921;
10. Campbell: Ann. Bot. **35**, 141;
11. Carano: Annali di Bot. **15**, 97;
12. Carruthers, D.: Arch. Zellforsch. **15**, 370;
13. Caley: Ann. Bot. **35**, 79;
14. Chatton: C. r. **173**, 889;
15. Curtis: Phil. Tr. R. S., Ser. B, **210**, 409;
16. Czaja: Ztschr. Bot. **13**, 545;
17. *Doflein: Arch. Protistenk. **44**, 149;
- 17a. Dastur: Ann. Bot. **35**, 399;
18. Entz: Arch. f. Protistenk. **43**, 416;
19. Gates u. Rees: Ann. Bot. **35**, 365;
20. Gelei: Arch. Zellforsch. **16**, 88;
21. Haase-Bessell: Ztschr. ind. Abst. **27**, 1;
22. Haberlandt, G.: Beitr. **2**, 1;
23. ders.: Sitzb. Ak. Berl., **51**, 625;
24. ders.: ebendort 861;
25. *ders.: ebenso **52**, 4;
26. Håkansson: Bot. Not. Jahrg. 1921, 189;
27. Hartmann, M.: Arch. f. Protistenk. **43**, 223;
28. Herzfelder: Flora **114**, 385;
29. Ishikawa, M.: Bot. Mag. **35**, (153);
30. ders.: ebendort 206;
31. Juel: Nov. Act. R. Soc. Sci. Upsala, Ser. IV, **5**, no. 5;
32. Heller: Arch. f. mikrosk. Anatom., Abt. I, **95**, 117;
33. Kuwada: Bot. Mag. **35**, 99;
34. Levy: Naturwissensch. **9**, 105;
35. Licent: C. r. **172**, 1063;
36. Lieske, Morphologie u. Biologie d. Strahlenpilze, Leipzig 1921;
37. *ders.: Bakterien u. Strahlenpilze, Linsbauers Handb. d. Pfl.-An. II. Abt. I. Tl., A., Berlin 1922;
38. de Litarrière: C. r. **172**, 607;
39. ders.: ebendort 1066;
40. Lundegårdh, Zelle u. Cytoplasma (K. Linsbauers Handb. d. Pfl.-An. I. Abt., I. Tl., A), Berlin, 1921/22;
41. Macpherson: Bot. Gaz. **71**, 392;
42. Meier, H. F. A.: l. c. **72**, 113;
43. Melchior: Beitr. **2**, 55;
44. Noack, K. L. Ztschr. Bot. **13**, 1;
45. Parnell: Journ. Gen. **11**, 209;
46. Petit, A.: C. r. **173**, 1480;
47. Plough: Journ. experim. Zool. **32**, 197;
48. Potthoff: Centralbl. f. Bakteriöl., II. Abt., **55**, 9;
49. Pottier: C. r. **173**, 445;
50. ders.: ebenda 463;
51. Riker: Bull. Torr. Cl. **48**, 141;
52. *Ruhland: Ztschr. Bot. **14**, 82 (Refer.);
53. *Schürhoff: Ber. D. Bot. Ges. **40**, 60;
- 53a. *Sears: Bot. Gaz. **73**, 308;
54. Seifriz: Ann. Bot. **35**, 269;
55. *Stälfelt: K. Sv. Vet. Ak. Handl. **62**, no. 1;
56. Stark: Jahrb. wiss. Bot. **60**, 67;
57. Suessenguth: Flora **114**, 313;
58. Takamine: Bot. Mag. **35**, 184;
59. Thörner: Naturwissensch. **9**, 225;
60. *Tischler, Allg. Pflanzenkaryologie, K. Linsbauers Handb. d. Pfl.-An., I. Abt., I. Teil, B, Berlin 1922;
61. v. Uebisch: Ztschr. ind. Abst. **25**, 108;
62. *dies.: Biol. Centralbl. **42**, 112;
63. Unna u. Fein: l. c. **41**, 495;
64. *Vlès u. Dragoïn: C. r. **172**, 1127;
65. Voß: Biol. Centralbl. **41**, 359;
66. Walter: Flora **114**, 187;
67. Weber: Biochem. Ztschr. **126**, 21;
68. *ders.: Nat. Woch. N. F. **21**, 113;
69. Welsford: Ann. Bot. **35**, 298;
70. Williams, J. L.: l. c. 603;
71. van Wisselingh: Beih. Bot. Centralbl. **38**, I. Abt., 273;
72. Yamaha: Bot. Mag. **34** (1920), 117;
73. ders.: Contrib. Bot. Inst. Sc. College Tokyo J. University, Jahrg. 1921, no. 34;
74. Yamanouchi: Bot. Gaz. **72**, 90;
75. Yasui: Bot. Mag. **35**, 154.

Nicht besprochene Literatur:

76. Clausen, J. Prel. not. Bot. Tidskr. **37**, 205;
77. Enderlein: Beih. Bot. Centralbl. **38**, I. Abt., 53;
78. Fujii: Bot. Mag. **35**, 201;
79. Graf: Beih. Bot. Centralbl. **38**, I. Abt., 405;
80. Guyénot: Compt. rend. soc. phys. et d'hist. nat. Genève **38**, 53;
81. Lenz: Ztschr. ind. Abst. **25**, 169;
82. de Mol, De l'existence de variétés hétéroplodes de l'Hyacinthus orient. etc., Dissert. Zürich 1921;
83. ders.: Arch. Néerl. soc. exact. et nat., Ser. III B, **4**, 118;
84. van Overeem: Beih. Bot. Centralbl. **38**, I. Abt., 73;

Über das Emulsin des Maikäfers.

Von Dr. Hermann Brunswik.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut f. Faserstoffchemie Berlin-Dahlem.)

Vor zwei Jahren erschien in dieser Zeitschrift ein Aufsatz von G. K o s t k a (1): „Die Anatomie des Maikäfers“; die Anatomie und der mikroskopische Aufbau dieses allbekannten und so leicht erhältlichen Insektes ist daher den Lesern des „Mikrokosmos“ wohl bekannt. Im folgenden sei auf einige, mit mikrochemischer Untersuchungsweise ausgeführte Versuche aufmerksam gemacht, die jeder, der auch der Stoffwechselchemie dieser Tiere Interesse abgewinnt, wiederholen und vielleicht in mannigfacher Hinsicht erweitern kann.

I. Zur Einführung.

Das Vorkommen von Amygdalin (Blausäureglukosiden) und Emulsin.

In bitteren Mandeln, auch in Pfirsich- oder Pflaumenkernen findet sich eine an und für sich geschmack- und geruchlose Substanz, das A m y g d a l i n $C_{20}H_{27}O_{11}N$, ein Glukosid, welches durch ein in diesen Samen ebenfalls reichlich vorkommendes Ferment, E m u l s i n genannt, in drei Bestandteile gespalten wird: in Traubenzucker $2 C_6H_{12}O_6$, in Benzaldehyd C_7H_6O und in B l a u s ä u r e HCN.

In den unverletzten Kernen befinden sich Amygdalin und das spaltende Emulsin in den lebenden Zellen getrennt gelagert. Erst beim Zerreiben unter Befeuchtung gelangen beide zur Wechselwirkung und in Kürze ist der charakteristische Geruch von Blausäure und von Bittermandelöl (Benzaldehyd) wahrnehmbar. Dasselbe wird auch beim Zerkaueu der Samen im Munde bewirkt; die dabei freiwerdenden Mengen der an und für sich s e h r g i f t i g e n Blausäure sind zu gering, um einem Erwachsenen zu schaden. — Amygdalin oder wenigstens sehr ähnliche Verbindungen („Blausäureglukoside“) finden sich nun nicht nur in den genannten Samen, sondern sind im ganzen Pflanzenreiche, bei Pilzen, Farnen und Blütenpflanzen ziemlich verbreitet. Kennt man doch bereits über 400 verschiedene Arten (2), die in irgendeinem ihrer Organe (Blatt, Same) eine blausäureabspaltende Substanz besitzen. In unserer heimischen Pflanzenwelt zählen hierzu beispielsweise der immergrüne Kirsch-

lorbeer (*Prunus laurocerasus*), die Traubenkirsche (*Prunus padus*), der fröherscheinende Aronstab (*Arum maculatum*), das Muschelblümchen (*Isopyrum thalictroides*), der Lein (*Linum usitatissimum*), der Hollunder (*Sambucus nigra*), Johannisbeer-Arten (*Ribes nigrum*), einige Gräser u. a. m.

Noch viel verbreiteter ist das amygdalin-spaltende Ferment, das E m u l s i n, denn es findet sich nicht nur bei den „Blausäurepflanzen“, sondern, in größerer oder geringerer Wirksamkeit bei der Mehrzahl der Gewächse, in Bakterien, Pilzen, Flechten, gleichwie in Blättern und besonders in Samen der höheren Pflanzen. Ja, sein Vorkommen ist nicht auf das Pflanzenreich beschränkt. Seit Jahren ist bekannt, daß auch t i e r i s c h e Säfte und Organe Emulsinwirkung hervorbringen können, so etwa der Magen-Darmsaft der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*), die Leber verschiedener Säugetiere (Rind), endlich der menschliche Mutterkuchen (Placenta). Werner F i s c h e r (3) gibt das Vorkommen von Emulsin auch für unseren M a i k ä f e r an. Um dies nachzuweisen, schwemmte er eine Anzahl frisch getöteter, fein zerriebener Maikäfer in einer wässrigen Amygdalinlösung auf, unter Verhinderung von Fäulnis durch Zusatz eines Antiseptikums (Chloroform, Toluol). Es trat eine deutlich nachweisbare Spaltung des Glukosides in seine Bestandteile (Zucker—Benzaldehyd—Blausäure) ein.

II. Ermittlung des Emulsins in den einzelnen Organen des Maikäfers.

Legt man sich die Frage vor, in w e l c h e m T e i l, Organ oder Organsafte des Maikäfers dieses wirksame Emulsin enthalten ist, so reicht zu ihrer Beantwortung die bisher geübte, makrochemische Methode nicht hin. Sie ist zu grob. M i k r o c h e m i s c h jedoch läßt sich diese Untersuchung leicht, mit wenig Material, in kurzer Zeit und ohne besondere Hilfsmittel durchführen.

a) Mikrochemischer Nachweis des Emulsins.

Ein männlicher und ein weiblicher Maikäfer werden z. B. in Chloroform-Dämpfen getötet

und sofort in kunstgerechter Weise (vgl. Kostka [1]) der Chitinpanzer geöffnet und die einzelnen Organe freigelegt.

In kleine Glasnöpfchen von 10—14 mm Durchmesser und 5 mm Höhe werden nun diese Organe einzeln gebracht, mit einem $\frac{1}{2}$ cm³ einer 5%igen wässrigen Amygdalinlösung¹⁾ versetzt und ein Tröpfchen Chloroform oder Toluol als Antiseptikum hinzugefügt. Durch Umrühren mit einem Glasstab sorgt man für die nötige Durchmischung und Zerkleinerung des Organes. Hierauf wird jedes Nöpfchen mit einem Objektträger zugedeckt, der an seiner Unterseite, also in den Innenraum des Nöpfchens hinein, einen Tropfen einer 1%igen wässrigen Silbernitratlösung hängen hat, der durch Methylenblau kornblumenblau angefärbt ist. (Vgl. Abb. 1.)

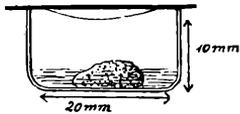


Abb. 1.

Enthält das betreffende Organ Emulsin, so spaltet dieses in 2—3 Stunden einen Teil des zugesetzten Amygdalins. Die freiwerdende Blausäure, $\frac{1}{7}$ mal leichter als Luft, steigt beim allmählichen Abdunsten rasch empor und wird von dem darüber hängenden Silbernitrat tropfen absorbiert, so daß in diesem die charakteristischen Kristalle des fast unlöslichen Silbercyanid AgCN in Form von Nadeln, Ranken oder Kugelklumpen entstehen (Abb. 2a und b).

Bei Gegenwart von Methylenblau nehmen die Silbercyanidkristalle während des Entstehens diesen Farbstoff auf und erscheinen bei mikroskopischer Kontrolle (Vergr. ca. 300) schön blau gefärbt.

Das Wesen des geschilderten mikroskopischen Emulsinnachweises (Näheres vgl. unter 4 des Schriftenverzeichnisses) ist daher der Nachweis der Blausäure, die aus zugesetztem Amygdalin durch die Wirkung dieses Fermentes bei Ausschluß von Bakterientätigkeit abgespalten wird.

b) Lokalisation des Emulsins im Maikäferkörper. Nachstehende Tabelle zeigt, welche Körperflüssigkeiten (mittels einer fein gezogenen Glaspipette beim Zergliedern vorsichtig aufgesogen) und welche Organe zur

¹⁾ Amygdalin erhältlich bei A. F. Kahlbaum (Berlin), Merck (Darmstadt) oder Geschäftsstelle des Mikrokosmos.

Untersuchung gelangten. Wie ersichtlich, ist das Ferment in hohem Maße in dem schwarzbräunlichen Verdauungssaft vorhanden, der den Verdauungskanal (Abb. 3) von der Speiseröhre (oe) bis zum Pförtner (pi) stets erfüllt.¹⁾ In schwächerem Maße ist Emulsin noch im Dickdarminhalte und auch im Kote nachweisbar, die ja beide nichts anderes als die unverdauten Reste der aufgenommenen Nahrung in Verbindung mit dem eingedickten Verdauungssaft darstellen. Selbstverständlich wurde geprüft, daß die ausschließliche Nahrung der tagelang im Zimmer gehaltenen Tiere — Eichenblätter — keine Spur von Emulsin enthielt. — Das Emulsin ist demnach hier kein intrazelluläres Ferment, sondern wird extrazellulär ausgeschieden und im Dickdarm höchstens teilweise resorbiert. Auch im Darmkanal des sich ja ganz anders ernährenden Engerlings findet sich das Ferment.

Außerdem ist Emulsin — hier wahrscheinlich intrazellulär — noch in einem Teil des weiblichen Geschlechtsapparates (Scheide mit Anhangsdrüsen, Be-

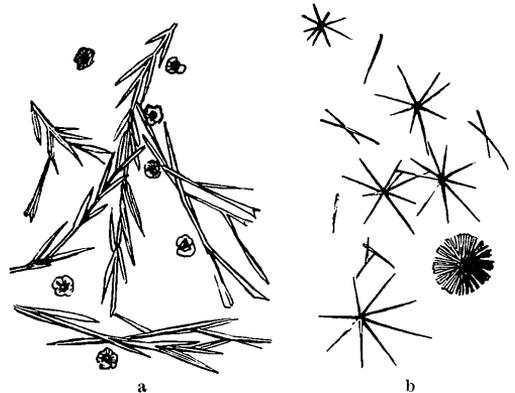


Abb. 2 a und b. Kristalle von Silbercyanid. 285f.

gattungstasche, Samentasche) nachweisbar, während Eileiter, Ovar mit Eiern und Aufhängeband, die gesamten männlichen Geschlechtsorgane, die Brustmuskulatur, das Eingeweidefett, das Nervengeflecht, die Malpighischen Gefäße, schließlich das farblose Blut keine faßbaren Emulsinspuren enthalten.

¹⁾ Sowohl bei hungernden wie bei gefütterten Tieren findet man diesen Teil des Darmkanales sonst inhaltsleer. Die aufgenommene Nahrung muß daher diesen Abschnitt sehr rasch passieren.

Tier	Untersuchtes Organ bzw. Bestandteil	Mikro-Emulsin-Reaktion war	
		in 2 St.	in 4 St.
Maikäfer (Käfer)	Blut (farblos)	—	—
	Brustmuskulatur	—	—
	Tracheensystem	—	—
	Eingeweidefett u. Bindegewebe	—	—
	Malpighische Gefäße	—	—
	Weibliche Geschlechtsorgane (Scheidendrüsen, Samentasche)	†	††
	Eier, Ovar mit Aufhängeband	—	—
	Männliche Geschlechtsorgane (freie Teile)	—	—
	Penis	—	—
	Verdauungstrakt (Schlund-Pförtl.)	††††	††††
Verdauungstrakt (Dickdarm-After)	Frischer Kot	††	††
	junge, feinzerriebene Blätter	—	—
Eichenblätt. (Quercus robur)	Körperflüssigkeit (Blut)	—	—
	Muskel—Fett	—	—
Maikäfer (Engerling)	Kopf—Kaumuskulatur	—	—
	Verdauungstrakt (Hals—Pfortner)	††	†††
Verdauungstrakt (Pfortner—Enddarm)		†	††

e) Emulsinpräparate vom Maikäfer. Da schon 1—2 Tropfen vom Magen-Darmsafte zu einer nachweisbaren Amygdalinspaltung hinreichen, war an die Möglichkeit der Darstellung eines Emulsinpräparates aus Maikäfern zu denken. Legt man sorgfältig den Verdauungstrakt von 10—20 Maikäfern frei, preßt den schwarzbraunen Verdauungssaft aus, filtriert und versetzt das Filtrat zur Fällung mit einem Überschuß von 96%igem Alkohol, so erhält man nach sorgfältigem Trocknen des Niederschlages ein braunes Pulver, welches das Ferment, wenn auch in sehr geschwächtem Zustande, enthält. Ein wirksames Präparat erzielt man, wenn man etwa 10 Darmkanäle (Mund—Pfortner) frisch zergliederter Maikäfer scharf über Schwefel-

säure (konz. H₂SO₄) oder Calciumchlorid (CaCl₂) im Exsikkator trocknet und die glasig erstarrte Masse fein pulverisiert. Dieses „Maikäferemulsin“ besitzt, wie eigene (5) mikroquantitative Untersuchungen zeigten, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, etwa 1/50 der Wirksamkeit von einem älteren Kahlbaum-Mandelemulsin.

Eine technische Gewinnung scheint daher — trotz des billigen, leicht erhältlichen Ausgangsmateriales — vorläufig nicht ersprießlich zu sein.

III. Fütterungsversuche mit lebenden Maikäfern. - Wirkungsweise des Darmemulsins.

Um die Wirkungsweise des im Verdauungstrakte festgestellten Emulsins zu prüfen, wurden mit den Käfern Fütterungsversuche angestellt. Man nimmt die Tiere mit der Bauchseite nach oben zwischen die Finger der linken Hand und bringt mit einer fein ausgezogenen Glaspipette einen Tropfen einer 5%igen wässrigen Amygdalinlösung auf die Mundöffnung des Tieres. Der zwischen den Mundwerkzeugen haften bleibende Tropfen wird vom Käfer — anscheinend zwangsläufig — eingesogen. Auf diese Weise gelingt es, je nach der „Trinkwilligkeit“ des betreffenden Käfers, 2 bis 6 Tropfen innerhalb einer Minute dem Tiere einzugeben. Das Amygdalin wird nun sofort im Darmkanal durch das vorhandene Emulsin gespalten. Die Wirkung der so freierwerdenden Blausäure läßt sich am besten aus einem herausgegriffenen Versuchsprotokoll entnehmen:

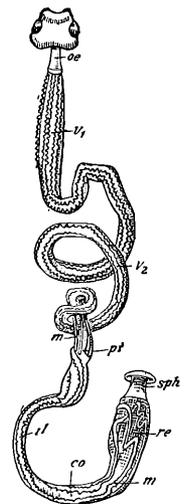


Abb. 3. Darmkanal des Maikäfers (vergr.).
oe = Speiseröhre (oesophagus); v₁, v₂ = Magen; m = Malpighische Gefäße; pi = Pfortner (pilorus); il = Dünndarm (ilium); co = Dickdarm (colon); re = Mastdarm (rectum); sph = After (sphincter). Nach Kostka.

- 4h—' p. m. 7 Maikäfer (♂ und ♀), je nach Trinkwilligkeit, mit je 2—5 Tropfen der 5%igen Amygdalinlösung versehen. — Die Tiere zeigen zuerst eine steigende Erregung, jedoch um 4h30' p. m. sind alle sieben völlig regungslos. Sie bleiben am Rücken liegen, sind trotz Kneifen usw. vollkommen reaktionslos — scheinbar tot.

- 6h15' p. m. Zwei Tiere erholen sich, beginnen selbsttätig herumzukrabbeln, die anderen fünf Käfer sind auch um
- 7h15' p. m. scheinbar wie tot.
- 7h30' p. m. Ein weiteres Tier hat sich so weit erholt, daß es mit Fühlern, Mundwerkzeugen und den zwei ersten Beinpaaren reagiert.
- 7h45' p. m. Die zwei zuerst erholten Maikäfer sehr lebhaft, v ö l l i g n o r m a l, der dritte erholte regt sich noch sehr wenig.
- 9h—' p. m. Zwei weitere Tiere zeigen Lebensreaktionen.
- oh—' a. m. (14 Std. nach Versuchsbeginn). Im ganzen 6 Tiere völlig erholt, nur eines bleibt völlig reaktionslos und erweist sich auch in der Folge als t o t.

Zur Kontrolle wurde einzelnen Tieren dieselbe Menge (2—6 Tropfen) einer konzentrierten Z u c k e r l ö s u n g, anderen B e n z a l d e h y d eingeflößt. Die „Zuckertiere“ waren 1 Stunde hindurch recht unbeweglich und verdauungsfaul, dann jedoch lebhaft und munter. Diejenigen, die 3 Tropfen Benzaldehyd einschlürfen mußten, zeigten in Kürze lebhaftes Erbrechen, der schwarzgrüne Magensaft wurde ausgespuckt und durch Wisch- und Putzbewegungen von Mundteilen und Fühlern auf die Glaswand des Versuchgefäßes abgeschmiert. Im Verlaufe der nächsten 2 Stunden aber blieben sie dann ganz munter und gesund. — Damit ist erwiesen, daß bei der Spaltung des Amygdalins im Darmkanal der Maikäfer n u r die B l a u s ä u r e die beobachteten langedauernden Lähmungserscheinungen hervorruft. Bringt man einen solchen blausäurestarrten Maikäfer in ein kleines Glasgefäß, so läßt sich durch einen hängenden Silbernitratropfen die entwickelte, beziehungsweise aus dem Käfer langsam abdunstende Blausäure gut nachweisen. Für die Einwirkungsart der Blausäure — ein A t m u n g s g i f f — auf niedere Tiere sind die gemachten Beobachtungen über die Erholungsfähigkeit scheinbar schon t o t e r Käfer jedenfalls von Interesse.

Anschließend wurden noch folgende Versuche angestellt:

1. Sechs Maikäfer, ursprünglich n u r mit Eichenblättern ernährt, wurden 24 Stunden hungern gelassen. Hierauf wurde ihnen ein lebender Eichensproß vorgesetzt, der in eine 5%ige Amygdalinlösung getaucht worden war und dann oberflächlich trocken gelassen wurde, so daß das Amygdalin die Blattoberflächen wie eine Firnissschicht überzog. 36 Stunden lang wurden diese Blätter ü b e r h a u p t nicht berührt, während die Käfer selbst frisch und munter blieben. Gewöhnliche Eichenblätter wurden dann von den Versuchstieren mit Heißhunger verzehrt.

2. Maikäfern, die 18 Stunden gehungert hatten, werden frische junge (noch weiche) Blätter vom Kirschchlorbeer (*Prunus laurocerasus* — enthält 0,12% HCN) vorgelegt. In den ersten drei Stunden beginnen die Käfer wiederholt den Blattrand zu benagen; es wird jedoch jedesmal bald davon abgestanden, so daß nach 16stündiger Versuchsdauer die Blätter noch nahezu intakt sind. Blätter, aus denen durch Narkose die Blausäure fast völlig entfernt wurde, die aber noch stark nach Benzaldehyd rochen (unentfernbar!), wurden g l e i c h e r w e i s e verschmählt.

3. Maikäfern, die 18 Stunden gehungert hatten, wird frisches, junges Laub von der Traubenkirsche (*Prunus padus* — 0,03% Blausäuregehalt) vorgesetzt. Es werden b e t r ä c h t l i c h e Mengen von ihnen — wenn auch in langsamem Tempo — verzehrt. Die Tiere bleiben normal und munter.

Es ist behauptet worden, daß die Funktion und der „Zweck“ der blausäure-bspaltenden Stoffe in der Pflanze als eines der zahlreichen Schutzmittel gegen T i e r f r a ß aufzufassen sei. Dem trat schon 1906 Treub entgegen (6), indem er darauf hinwies, daß die blausäurereichsten Tropenpflanzen, z. B. *Pangium edule* (0,36%), *Prunus javanica* u. a. zuzeiten von tierischen Schädlingen arg verwüstet, ja manchmal förmlich kahl gefressen werden. Diese Tiere sind wohl einerseits gegen Blausäure hochgradig unempfindlich, andererseits könnte ihrem Verdauungssaft ein spaltendes Emulsin fehlen. Immerhin blieb die Möglichkeit offen, daß wenigstens diejenigen Tiere, die im Magendarmsaft ein s e h r wirksames Emulsin besitzen, wie z. B. unser Maikäfer, von dem Genusse der betreffenden Pflanzenteile abgehalten werden.

Daß selbst dies n i c h t der Fall ist, zeigen die eben beschriebenen Versuche mit den Blättern der Traubenkirsche (*Prunus padus*). Erst ein Überschuß von Amygdalin (damit gefirniste Eichenblätter), wie er in der Natur nie vorkommt, vermag selbst ausgehungerte Tiere von der g e w o h n t e n Nahrung abzuschrecken.

Dieses Ergebnis beweist wiederum, wie vorsichtig der Naturbeobachter mit seinen „biologischen“ Erklärungen und Deutungen zu sein hat und daß der V e r s u c h (das Experiment) und nicht die Spekulation der Weg zu gesicherten Erkenntnissen ist.

* * *

Schließlich zeigen die geschilderten Versuche, daß die m i k r o c h e m i s c h e Methode, die auf botanischem Gebiete bereits zu völliger Entfaltung und mannigfacher Anwendung gelangt ist, auch bei der

physiologisch-chemischen Erforschung kleiner niederer Tiere gute Dienste leisten kann. Ist ja bisher, aus mannigfachen, hier nicht zu erörternden Gründen, von einer systematisch durchgearbeiteten „Mikrochemie der niederen Tiere“ keine Rede, wenn auch manche Teilergebnisse durch Krukkenberg, Biedermann, deren Schule u. a. bereits vorliegen. Zur Erreichung dieses Zieles sind zahlreiche systematische Einzeluntersuchungen nötig. Eine Anregung hierzu zu geben, ist der Zweck dieser Mitteilung.

Schriftenverzeichnis.

G. Kostka, Die Anatomie des Maikäfers, Mikrokosmos XIV Jahrg. (1920/21), Heft 8 und 9, S. 141—145, S. 153 bis 160.

2. L. Rosenthaler. Beiträge zur Blausäure-Frage. Schweiz. Apoth.-Ztg. 1919. 57. Jahrg. S. 257.
3. Werner Fischer. Über einige Enzyme wirbelloser Tiere. Therap. Monatshefte, 16. Jahrg. (1902), S. 619-621.
4. Hermann Brunswik. Der mikrochemische Nachweis pflanzlicher Blausäureverbindungen. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Abt. I. 130. Bd. (1921), S. 383—435.
- Desgl. u. F. Neureiter. Über den mikrochemischen Nachweis der Blausäure bei Vergiftungen. Wiener klin. Wochenschrift. 1922. Nr. 28.
- Hermann Brunswik. Die mikroquantitative Bestimmung von Blausäure, pflanzlichen Blausäureverbindungen und Emulsin. Österr. botan. Zeitschrift. Jahrg. 1923, Heft 4.
6. M. Treub. Ann. d. Jardin Bot. de Buitenzorg. Ser. Vol. V (1906).

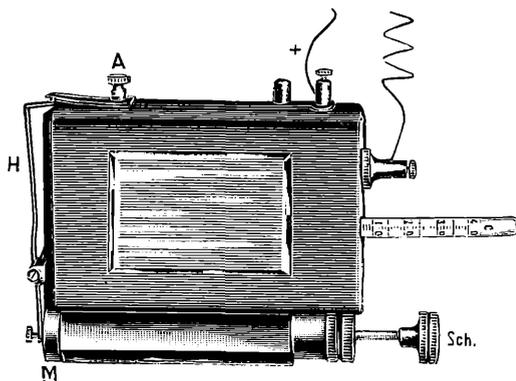
Kleine Mitteilungen.

Warum wird die Milch sauer? Zu den unter diesem Titel in Heft 3 des Mikrokosmos, Jahrg. XVI, 1922, Seite 56, erschienenen Ausführungen von Dr. Minder möchte ich einige ergänzende Bemerkungen hinzufügen, die die Frage noch eigenartiger und interessanter erscheinen lassen.

Die erwähnte ausgesprochene Säureempfindlichkeit der Fäulniserreger bezieht sich auf die luftscheuen Arten, besonders *Bac. putrificus*. Es gibt nun aber auch nicht luftscheue Fäulnisbakterien — die gemeinen Arten *Bact. vulgare* und *Bact. coli* gehören hierher —, und diese können, wie sich an Reinkulturen zeigen läßt, einen ganz beträchtlichen Säuregehalt in ihrem Nährsubstrat vertragen. Dennoch kommt sonderbarer Weise auch bei ihrer Anwesenheit keine Fäulnis zustande, solange noch unzersetzt Zucker in dem Nährboden vorhanden ist. Sie nähren sich dann von diesem, sparen sich die Zersetzung der Eiweißstoffe auf, und die Bildung stinkender Zerfallsprodukte (Indol u. a.) bleibt vollständig aus. Daß dies sich so verhält, läßt sich leicht daraus erkennen, daß z. B. *Bact. vulgare*, der sog. Proteusbazillus, zuckerhaltige neutrale Nährgelatine nicht verflüssigt; die Gelatinespaltung wird ja bekanntlich durch eiweißlösende Enzyme bewirkt. Ebenso bildet es in zuckerhaltigem Peptonwasser kein Indol. Daß der Zucker selbst und nicht erst das sauer werdende Nährsubstrat die Bakterien zu dieser eigenartigen Umstellung ihrer Lebensweise zwingt, konnte ich dadurch nachweisen, daß beigefügte säurebindende Substanzen bei Zuckergegenwart die Behinderung des Eiweißabbaus nicht aufhoben (Biochem. Ztschr. 132, 1922, Heft 4/6, Seite 457). Man sieht also, daß nicht allein ein Antagonismus mehrerer an verschiedene Lebensbedingungen angepaßter Bakterienarten, sondern auch ein Antagonismus verschiedener Ernährungsmöglichkeiten

bei ein und derselben Bakterienart vorkommen kann. Steht dem *Bact. vulgare* der leicht verarbeitbare Zucker zur Verfügung, so nährt es sich von diesem und verzichtet auf die Eiweißzersetzung; erst nach seinem Verbrauch macht es sich an die Aufschließung der wohl nahrhafteren, sicherlich aber schwerer verdaulichen Eiweißkörper. Dr. O. Arnbeck.

Der neue elektrische und selbstregulierende Objektisch nach Hellige paßt auf jeden Mikroskopisch und hält automatisch beliebig einstellbare Temperaturen bis 50 Grad C



auf $\frac{1}{10}$ Grad genau konstant, was zur mikroskopischen Untersuchung der lebenden Gewebe der warmblütigen Tiere, die ja stets bei höheren Temperaturen als der gewöhnlichen Zimmertemperatur auszuführen sind, unerlässlich ist. Der Objektisch ist ohne weiteres durch Steckkontakte an jede Leitung, Gleichstrom oder Wechselstrom anzuschließen. Minimalster Stromverbrauch. Genaueste Regulierung und automatische Konstanthaltung bei einfachster Handhabung und größter Haltbarkeit. Der Objektisch wird von der Firma F. Hellige u. Co., Freiburg

im Breisgau, hergestellt und ist von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich.

Als Einbettungsmittel eignet sich nach G. Kränzlin (Faserforschung Bd. II, 1922, S. 85 f.) auch Knochenleim. Für Handschnitte genügt schon gewöhnlicher, kalt gequollener Tischlerleim, der auf dem Wasserbad verflüssigt und mit Glycerinzusatz (1 g auf 2 g trockenen Leim) versehen ist und ähnlich wie Glyzeringummi benutzt wird. Vom Messer werden die Schnitte in ein Härtebad (z. B. Formalin 1 Vol. und 95% Alkohol 1 Vol.) gebracht. Dadurch wird der Leim so gehärtet, daß die Schnitte nicht kippen. Sie lassen sich übrigens auch zur Färbung auf dem Objektträger antrocknen. Dr. Pfeiffer.

Ein Verfahren zur Abimpfung anaerober Stickskulturen aus dem unteren Stiche beschreiben Prof. Kämmerner und Dr. Speth in der Münch. Med. Wochenschr. 1922, No. 50. Da bei anaeroben Kulturen in der Tiefe des Stiches die am relativ reinsten



Kulturen sich befinden, ist ein Verfahren, welches ihre saubere Abimpfung gestattet, sehr zu begrüßen. Verfahren folgendermaßen vor: In ein weites, gewöhnliches Reagenzglas wurde eine zweite Glasröhre eingesetzt, die an ihrem unteren Ende abgeschrägt und offen ist, wie es die nebenstehende Skizze zeigt. Die beiden Gläser werden in der üblichen Weise sterilisiert und mit Agar beschickt. Nach dem Erstarren legt man die Stickskultur im Innern des inneren Glases an und achtet darauf, daß der Stich recht tief herunterreicht. Wenn die Kultur gewachsen ist, dann wird mit steriler Pinzette das innere Glas herausgezogen und durch das untere Loch eine Abimpfung vorgenommen. Wenn man diese Prozedur einige Male wiederholt, dann bekommt man leicht Reinkulturen von Anaerobiern. Die inneren Einsatzrohre kann man sich mit geringer Mühe selbst herstellen. Man muß nur darauf achten, daß das Rohr unten konisch zuläuft und dadurch das Herausgleiten der beimpften Agar Masse verhindert. Dr. Rostock.

Eigenartige Erscheinungen kolloidchemischer Natur beschreibt O. Gertz (Bot. Notiser 1922, Heft 5) in einem Falle von Zonenbildung in Gelatinegallerte. Das betreffende kolloide Medium enthielt 15% Gelatine und 4% Jodkalium nebst einer geringen Menge verkleisterter Kartoffelstärke. Diese Mischung wurde als eine $\frac{1}{3}$ cm hohe Schicht in eine Petrischale gegossen und nach Erstarren derselben wurde ihre Oberfläche mit einer dünnen Schicht von Eisenfeilstaub überstreut. Im Laufe einiger Stunden setzte sich kondensiertes Wasser in Tröpfchen an die Eisenkörner ab und nach einem Tage traten bei mikroskopischer Prüfung um diese Partikel herum zahlreiche feine Ringe auf, die gewöhnlich exzentrisch orientiert waren. Diese Strukturen erinnerten auf das verblüffendste

an den Bau der Stärkekörner, besonders an den der Kartoffelstärke. Es liegt in diesem Falle ein typisches Liesegang-Phänomen vor, das durch die Bildung von Ferrihydroxyd und rhythmische Fällung desselben hervorgerufen wird. Das Ferrihydroxyd tritt anfangs in gelöstem Zustand auf, wird aber durch den in der Gallerte vorhandenen Elektrolyten, das Jodkalium, als Hydrogel niedergeschlagen und adsorbiert dann Jodkalium, wodurch ein Konzentrationsfall entsteht, der die Bedingung einer periodischen Fällung von neuen Mengen ausdiffundierender Ferrihydroxydlösung ausmacht. Strukturbilder ähnlicher Art traten, wenn auch weniger regelmäßig, beim Verwenden von Zinkfeilstaub auf. Es wurde ferner bei diesem Versuche eine tiefe Blaufärbung der Gallerte beobachtet, welche auf die Bildung von Wasserstoffsperoxyd und dadurch bewirkte Zersetzung von Jodkalium zurückzuführen ist. Dr. Schürhoff.

Einen neuen Gonokokkennährboden beschreibt F. H. Lorentz in der Münch. Med. Wochenschr. 1922, No. 49. Er zeichnet sich neben leichter Sterilisierbarkeit und guter Durchsicht durch leichte Herstellbarkeit und ausgezeichnete Kulturresultate aus. Er wird folgendermaßen hergestellt: 1 Pfund Pferdehackfleisch wird mit 1 Liter destillierten Wassers 24 Stunden lang im Eisschrank ausgezogen. Zu dem durch ein Tuch abgepreßten Fleischwasser wird auf 1 Liter 5 g Kochsalz und 10 g Pepton Kammann zugesetzt, dann das Ganze eine Stunde gekocht und filtriert. Hiervon werden je einem Liter 10 g Nutrose und 30 g Stangenagar zugesetzt, 2 Stunden gekocht und die schwach saure Reaktion festgestellt. 3 Teile dieses Nähragars werden mit 1 Teil Ascites gemischt, der 3% Eiweiß enthält. Auf je 100 ccm dieser Mischung sind 2,0 ccm einer 1%igen Milchsäurelösung zuzusetzen. Dr. Rostock.

Zum Nachweis der inneren Struktur der Stärkekörner hat O. Gertz (Botan. Notiser Jahrg. 1922, 5, 113—22) die Kartoffelstärke mit Hilfe von Methylalkohol oder Äther entwässert, der Flüssigkeit einige Jodkristalle zugefügt und eintrocknen lassen. Die dann dunkel gefärbten Stärkemassen wurden pulverisiert und einige Körner auf dem Objektträger mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Im Gegensatz zu A. Meyer fand Verf. so eine radialkristallinische, sphärische Struktur. Die Körner sind an der Oberfläche mit zarten, allmählich heranwachsenden, blau gefärbten Nadelchen umkleidet, bis das ganze Korn in ein aus zahlreichen Nadeln zusammengesetztes Gebilde verwandelt ist. Wegen der selteneren Abweichungen in der Bildung und der schließlichen Deformierung sei auf die Arbeit selbst verwiesen. Interessant scheint mir indessen noch, was vom Verf. nicht erwähnt wird, die Ähnlichkeit mit den von mir beschriebenen sphaerokristallinen Massen aus Calciumalophosphat in den Achsen von Nachtschattengewächsen u. a., siehe Abh. Nat. Ver. Brem. XXV, 1 (1921), S. 81—87. sowie Mikrok. XIII, S. 185 f.! Dr. Pfeiffer.

Die Federbuschsporenkrankheit am Getreide

(*Dilophospora graminis* Desm.).

Von C. Schauer, Schleiz.

Die Federbuschsporenkrankheit (*Dilophospora graminis* Desm.), eine bisher in Deutschland sehr selten beobachtete Erkrankung des Getreides, besonders des Weizens, ist im vergangenen Jahre in Süddeutschland und auch in Thüringen festgestellt worden. Teilweise tritt diese Erkrankung des Getreides ziemlich stark auf. In Baden erkrankten 30% des angebauten Getreides. Auch in Thüringen wurde ein stärkeres Auftreten der Erkrankung beobachtet. In Frankreich, England und der Schweiz ist durch die Federbuschsporenkrankheit erheblicher Schaden anrichtet worden. Es ist zu befürchten, daß auch in Deutschland diese Getreidekrankheit großen Schaden anrichten kann. Von Bedeutung ist dabei, daß nicht nur Weizen, sondern auch Roggen befallen wird. Das wurde bisher nur einmal im Jahre 1840 in Frankreich festgestellt. Das Auftreten der Krankheit ist unabhängig von der Bodenbeschaffenheit, Düngung und sonstigen Witterungseinflüssen.

Verbreitet wird die Krankheit durch Saatgut und Stroh. Nach Baden ist diese vermutlich aus der Schweiz und nach der Rheinprovinz aus Frankreich eingeschleppt worden und hat sich von da auch auf Thüringen und vermutlich andere Teile Mitteldeutschlands verbreitet.

Die auffällige Krankheitserscheinung ist kaum zu übersehen. Die Ähren der befallenen Pflanzen sind stark verkümmert, häufig nur in Teilen von einer schwärzlichen, pechartigen, anfangs fleischigen, später trockenen Pilzmasse umhüllt, die innen weiß aussieht und die Ähren verklebt. An den erkrankten Teilen der Ähren kommen Körner nicht zur Entwicklung. Bei allen befallenen Pflanzen wächst nur ein kleiner Teil Ähren aus der Blattscheide heraus und erlangt annähernd die Höhe der gesunden Ähren. Die meisten Getreidepflanzen, die auch an den Halmen erkranken, verkümmern stark, wie Abb. 1 zeigt.

Auf den Halmen, meist an den Blattscheiden, zeigt sich der Pilz in Form von gelblich bis hellbraunen Flecken, die dunkel umrandet sind und in der Mitte schwärzlich aussehen. Auch die Blätter zeigen ab und zu langgestreckte, schwärzliche, oft dicht beieinanderliegende Krankheitsflecken.

Die Krankheitsverbreitung erfolgt durch massenhaft entstehende Sporen, die an beiden Polen federbuschähnliche Anhänge tragen. Daher stammt der Name.

Diese eigenartigen Sporen sind Pykno-sporen. Die Pykniden liegen gedrängt, reihenartig in einem dichten, filzigen, weißen Pilzmyzel auf der Epidermis. Abb. 2 u. 3.

Die Pyknidenwandung hat eine dunkle olivgrüne Farbe. In der

Trockenheit ist das Innere der Pykniden mit einer hornartigen Masse angefüllt, die bei Feuchtigkeit aus der Pyknidenmündung austritt. Das sind Pykno-sporen.

Bei der Sporenkeimung tritt zuerst in der Mitte der Spore eine Zellenwand auf. Die so entstandenen 2 Teile der Sporen schwellen an und lösen sich voneinander, nachdem die höchste Grenze der Schwellung erreicht ist. In der Richtung der Sporennachse bilden die Sporenhälften einen Keimschlauch. Durch das Wachstum der Keimschläuche lagern sich die Sporenhälften nebeneinander oder trennen sich vollständig.

In welcher Form die Sporen überwintern, ist noch nicht genau bekannt. Fuckel nimmt an, daß im Herbst Perithezien entstehen und beschreibt diese bei *Dilophia graminis*. Zu

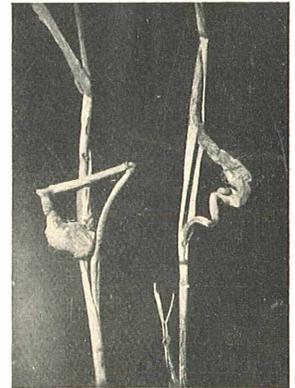


Abb. 1. Verkrüppelte Weizenhalme mit sitzengebliebenen Ähren.

untersuchen wäre noch, ob nicht diese beschriebenen Perithezienformen eine höhere Fruchtform der *Dilophospora graminis* ist, denn das ist von Wichtigkeit für die Bekämpfung der Krankheit. Würde beim Ausdreschen des Getreides eine Infektion des Saatgutes durch Pyknosporen erfolgen, so wäre eine Bekämpfung der Krankheit durch Beizen des Saatgutes möglich. Anders ist es aber, wenn die Infektion der jungen Saat

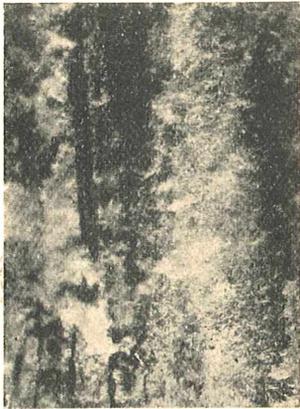


Abb. 2. Pilzmyzel auf der Innenseite einer Blattscheide. An der Blattrippe längs Pykniden. Vergr. 33: 1, auffallendes Licht.

durch Askosporen im Winter oder Frühjahr erfolgt. Dann würde eine Bekämpfung der Krankheit sehr schwer sein.

Um die Verbreitung des Pilzes in Deutschland festzustellen, ist es erwünscht, jedes Auftreten der Krankheit der Biologischen Reichsanstalt Berlin-

Dahlem unter Einsendung kranker Pflanzen mitzuteilen.

Die Untersuchung der Federbuschsporenkrankheit gestaltet sich folgendermaßen:

Durch einen Querschnitt mit einem scharfen Skalpell trennt man über und unter der erkrankten Stelle den Halmen auseinander. Das so gewonnene Teilstück schneidet man längs, dicht an dem Krankheitsherd, durch und löst die Blattscheide vorsichtig vom Halm ab. Es tritt an der inneren Seite der Blattscheide ein dichtes, weißes Pilzmyzel zum Vorschein. Mit einer feinen Hautschere schneidet man ein passendes Stückchen aus der Blattscheide heraus, betupft dieses auf der äußeren Seite mit einer Spur Kanadabalsam und klebt es auf dem Objektträger fest. Die Beobachtung erfolgt ohne Deckglas und Intermedium im auffallenden Lichte mit mittlerer Vergrößerung. Es zeigt sich ein dichtes, glänzendes, weißes Pilzmyzel, bestehend aus vielfachen, verzweigten Fäden, unter denen man undeutlich die Pykniden sieht.

Ein Dauerpräparat stellt man davon am besten so her, indem man ein geeignetes

Stückchen Kartonpapier in Größe des zu verwendenden Deckglases zu einem Rahmen schneidet, den man mit Kanadabalsam auf einen Objektträger klebt. In diesen legt man das Objekt und schließt den Rahmen mit einem Deckgläschen, das ebenfalls mit Kanadabalsam festgeklebt wird. In dieser so gewonnenen Luftkammer hält sich das ohnehin schon getrocknete Pilzmyzel sehr gut. Die Verwendung eines aufhellenden Einschlußmittels ist nicht ratsam, da dadurch die Myzelfäden fast unsichtbar werden.

Um die Pykniden sichtbar zu machen, muß man das Pilzmyzel mit einem steifen, kleinen Dachshaarpinsel abfegen. Die Pykniden sitzen sehr fest, da sie tief mit dem Blattscheidengewebe verwachsen sind. Hat man trockenes Material, so überführt man über Karbolxyloil in Nelkenöl (besser noch in Safrol, wie es Spalteholz in seiner 1914 erschienenen Schrift „Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten“ empfiehlt) und schließt in Kanadabalsam ein. Bei frischem, noch saftreichem Material ist die von Migula in Bd. XIII der Handbücher für praktische naturwissenschaftliche Arbeit „Die Brand- und Rostpilze“, Seite 5 angegebene Methode mit bestem Erfolg anzuwenden. Um ein gleichmäßiges Aufliegen des Deckglases zu erzielen, muß dieses mit kleinen Schellackfüßchen versehen werden. Bei viereckigen Deckgläschen kann man die Ecken über einer Bunsenflamme leicht anschmelzen, wodurch sich Verdickungen bilden, die als Füßchen dienen. Die Pykniden sind als kugelige Gebilde mit einer Pyknidenmündung sichtbar.

Um das Austreten der Pyknosporen hervorzurufen, legt man ein kleines, gut angefeuchtetes Stückchen Blattscheide in eine feuchte Kammer. Nach einiger Zeit, längstens in 24 Stunden, sind die reifen Pyknosporen in dichten Massen aus der Pyknidenmündung wurstartig hervorgetreten. In einer 1%igen Traubenzuckerlösung (es ist auch Hutzucker verwendbar) kann man die Pyknosporen leicht zur Keimung bringen. Dauerpräparate fertigt man davon entweder nach der von Migula angegebenen Glycerinmethode an oder schließt in Hoyersche Einschlußflüssigkeit ein, wie sie Migula in seinem obenerwähnten Handbuch „Die Brand- und Rostpilze“ Seite 6 angibt. Mit recht gutem Erfolge ist auch das von Balint angegebene Einschlußmittel zu verwenden. Eine nähere

Beschreibung dieses Einschlußmittels ist im Mikrokosmos 1912/13, Seite 247 zu finden. Die Färbung der in Formol fixierten Pyknosporen erfolgt mit gutem Erfolg mit Hämatoxylin nach Delafield. Die lufttrockenen, gefärbten Deckglasausstrichpräparate schließt man in Kanadabalsam ein. In den anderen, vorerwähnten Einschlußmitteln ist eine Färbung nicht gut haltbar. Ungefärbte Keimschläuche sind in allen Einschlußmitteln nur bei starker Abblendung des Lichts gut zu erkennen. Das Wachstum der Keimschläuche kann man am besten in der Zuckerlösung beobachten. Dabei sind starke Vergrößerungen anzuwenden. Das ist die einfachste Präparationsmethode. Wer sich eingehender mit den verschiedensten Methoden der Kultivierung und Präparation von Basidiomyzeten beschäftigen will und an die Untersuchungsmethode höhere Ansprüche stellt, der wähle eines der von Dr. Hans Schneider in seinem Handbuch der botanischen Mikrotechnik, Abteilung 5, Seite 427, angegebenen Verfahren.

In Deutschland ist durch die tatkräftigen Bemühungen der landwirtschaftlichen Beratungsstellen ein erfreulicher Rückgang der Pflanzenkrankheiten zu beobachten und dennoch ist die Gefahr, die unsere Brotkorn-erträge gewaltig herabdrückt, noch sehr groß. Etwa 12% der angebauten Saatgutflächen fallen durch Pflanzenkrankheit aus. Dieser Ausfall kommt in der Hauptsache auf größere

Betriebe, die ihre Saaten zur Anerkennung anmelden. Viel schlimmer sieht es erst in bezug auf Getreidekrankheiten überhaupt in kleineren Betrieben aus, und dieser Tatsache schenkte man bisher wenig Beachtung. Der Gesamtausfall von Brotgetreide durch Pflanzenkrankheiten ist demnach ziemlich groß. Zu all den bisher beobachteten Getreideerkrankungen kommt die in früheren Jahren kaum bemerkte Federbuschsporenkrankheit noch hinzu, die geeignet ist, größere Ausdehnung anzunehmen. Es ist daher ratsam, wenn mikroskopierende Naturfreunde sich in den Dienst der guten Sache stellen und durch Aufklärung zur Bekämpfung mitwirken.

Eine geringe Menge Material steht mir noch zur Verfügung, von dem ich gegen Portoersatz ernstest Reflektanten gern abgebe.

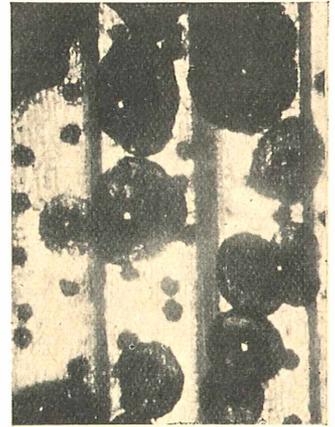


Abb. 3. Pycniden mit Pycnidienöffnungen nach Entfernung des Pilzmyzels. Vergr. 50:1.

Ein eigenartiger Begattungsvorgang.

Von Graf **Hermann Vitzthum**.

Wer seine Aufmerksamkeit den Kleinformen der höheren Tierwelt zuwendet, dem dürfte bekannt sein, welch reiche Milbenfauna überall da auftritt, wo sich Dünger befindet, auf Komposthaufen, in Frühbeeten und an ähnlichen Stellen. Mindestens in ihrer Gesamterscheinung sind ihm die behende laufenden Parasitiden bekannt, deren rahmweißer, goldbraun gepanzerter Rumpf das Bild eines hellbraunen Tieres bietet. Die an solchen Orten bei weitem überwiegende Art heißt mit ihrem vollen Namen *Parasitus (Gamasus) stercorarius* (Jul. Müller), die Düngermilbe. Der Gattungsname *Parasitus* erscheint unglücklich gewählt, denn diese durchaus freilebenden Tiere haben mit Parasitismus nichts zu tun. Er erklärt sich daraus, daß vor 125 Jahren der französische Forscher Latreille die Gattung nach dem Jugendstadium einer nahe verwandten Art benannte, das auf Hummeln vorzukommen pflügt und hier —

aber nur hier und nur in diesem Entwicklungsstadium! — allerdings vielleicht parasitischen Gelüsten frönt. Das entsprechende Jugendstadium (die Deutonympha) unserer Düngermilbe findet sich regelmäßig auf dem gemeinen Roßkäfer (*Geotrupes stercorarius*); daher der Artnamen.

Da das Tier leicht zu finden, und da der Suchende nahezu mit Sicherheit gleich auf die richtige Art stößt, verlohnt es sich nicht, eine vollständige Abbildung des ganzen Tieres zu geben. Um aber für alle Fälle eine Verwechslung mit ähnlichen Arten auszuschließen, sei auf die Hauptkennzeichen der Art hingewiesen. Die Rumpflänge beträgt beim Männchen 1200—1300, beim Weibchen 1500 bis 1600, bei der Deutonympha 1300 μ . Bei den erwachsenen Formen wird die Rückenfläche von einem so gut wie einheitlichen Schild bedeckt. Doch deutet beim Männchen ein feiner Strich hinter der Rumpfmittle eine

nicht zur Vollendung gelangte Zerlegung des Rückenschildes in einen vorderen (Notoccephale) und einen hinteren Abschnitt (Notogaster) an (Abb. 1). Beim Weibchen liegt die Trennungslinie in der Rumpfmittle und ist stärker ausgeprägt, führt indessen auch hier nicht zu einer Zerlegung in zwei Platten. Bei der Deutonympha dagegen ist die Notocephale, die die ganze vordere Rückenhälfte deckt, deutlich vom Notogaster getrennt, das in Gestalt eines Dreiecks mit abgerundeten Kanten der hinteren Rückenhälfte aufliegt und seitlich und hinten einen breiten weichhäutigen Streifen frei läßt. Zu beachten ist ferner der Rand des die Mundwerkzeuge überragenden Daches (Epistom).

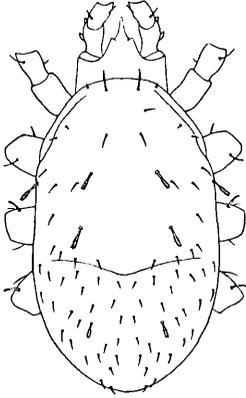


Abb. 1. *Parasitus stercorarius* ♂. Rückenfläche mit nadelförmigen und gefiederten Haaren und Epistom.

Es läuft bei allen Entwicklungsstadien in eine gewaltige Mittelspitze aus. Grundsätzlich wird diese von zwei bedeutend kürzeren Spitzen flankiert, denen weiter hinten jederseits noch eine kleine Zacke folgt. Doch sind jene Zacken beim Männchen stets verschwunden und die vorderen Nebenspitzen nur schwach, oft überhaupt nicht entwickelt. Und zu beachten ist endlich die Behaarung der Rückenfläche. Sie besteht überwiegend aus kurzen, glatten, nadelförmigen Haaren, auf dem Notogaster zahlreicher als auf der Notocephale. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, befinden sich darunter aber an bestimmten Stellen längere Haare von mehr stabförmiger Gestalt, die ringsum gefiedert sind.

Die so gekennzeichnete Art bietet Gelegenheit zur Beobachtung einer höchst sonderbaren Begattungsweise. Die beiden Geschlechter kopulieren hier im volleren Stadium. Das muß besonders gesagt werden, weil bei vielen Milben das Weibchen schon in einem Jugendstadium kopuliert. Abb. 2 zeigt das Schema der Genitalgegend des Weibchens jeder Parasitus-Art. Zwischen den Ansatzgliedern (Coxae) der beiden hinteren Beinpaare liegt der Genitalapparat, verdeckt durch eine Klappe, die in der Linie der Hinterkanten des hintersten Coxen eingelenkt ist und sich mit einer vorderen Spitze in einen mehr oder minder rechtwinkligen Ausschnitt des vordersten Teiles des Brustschildes (Sternale) einbohrt. Senkt sich diese Spitze, so öffnet sich der Genitalapparat, sei es, um die männlichen Geschlechtsprodukte in sich aufzunehmen, sei es, um das große, im Innern des Muttertieres entwickelte Ei hinausgleiten zu lassen. Abb. 3 zeigt diese Klappe (Operculum) bei *Par. stercorarius*. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt bei allen Parasitiden unter der Vorderkante des

Sternale. Abb. 4 stellt die Bauchfläche eines männlichen *Par. stercorarius* dar. Es handelt sich nun darum, zu beobachten, wie bei so gelegenen und so gebauten Genitalorganen die Übertragung der männlichen Geschlechtsprodukte in den weiblichen Genitalapparat vor sich geht.

Der männliche Hoden liegt unter dem Notogaster, sehr weit hinten und ziemlich hoch oben. Er ist unpaar, doch führen von ihm aus zwei Ausführungsgänge (Vasa deferentia) nach vorn. Im hintersten Teil des Hodens befindet sich das Keimlager. Hier nimmt die Entwicklung der männlichen Keimzellen ihren ersten Anfang. Ihr weiterer Verlauf erfolgt in einer Weise, die wohl sonst nirgends im Tierreich ihresgleichen findet. In Abb. 5 sind die 11 Stadien dieses Verlaufs abgebildet (nach Michael). Die ursprüngliche Keimzelle läßt keinerlei Differenzierungen erkennen. Zu unregelmäßiger Gestalt wachsend zeigt sie alsbald einen Kern. Dieser Kern beginnt sich zu teilen und immer wieder zu teilen, bis die eine Zelle einen Haufen vieler Kerne enthält, der stark an das Morula-Stadium eines befruchteten Eies erinnert. Dann beginnt die bisher unregelmäßig, aber immerhin einigermaßen kugelig geformte Zelle sich abzuplatten und nach vier (in Ausnahmefällen drei) Richtungen hin zu gliedern. Ein rundes Mittelstück trägt vier plumpe Fortsätze, die immer schlanker werden, bis die Gestalt eines Seesterns, der allerdings hier einen Arm zu wenig hat, entsteht. Was aus den vielen Kernen wird, läßt sich von hier an nicht mehr verfolgen. Die Substanz des Mittelstücks zieht sich nunmehr in die ihm ansitzenden Teile der „Arme“ hinein, bis es ganz verschwunden ist und die Arme nur noch in einem einzigen Punkt zusammenhängen. Dafür sind sie an dem diesem Punkt zugekehrten Ende kolbig aufgetrieben, während sie am anderen Ende schlanker geworden sind. Dann trennen sich die vier

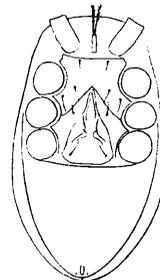


Abb. 2. Schema der Genitalgegend eines Parasitus-Weibchens.

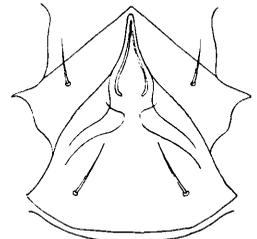


Abb. 3. *Par. stercorarius* ♀. Operculum.

Arme vollends. Das kolbig aufgetriebene Ende bekommt eine Einsenkung, die sich zur Hakengestalt umformt. Der Haken streckt sich gerade und die beiden Enden der Samenzelle spitzen sich zu. Damit hat der Keim seine endgültige Gestalt gewonnen, die ungefähr der einer Nematode gleicht.

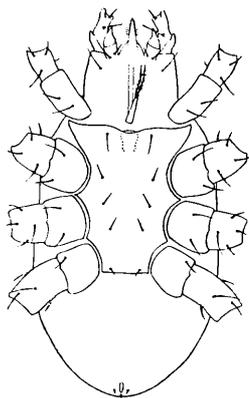


Abb. 4. *Par. stercorarius* ♂. Bauchfläche. Unter der Vorderkante des Sternale die Genitalöffnung.

Allerdings sind die männlichen Keimzellen, wenn man sie später dem weiblichen Organismus entnimmt, noch fadenförmiger, so daß man annehmen muß, daß sie dort nach der Übertragung und vor dem Eindringen in die weibliche Eizelle noch eine weitere Entwicklung durchmachen. Es ist zweifelhaft, ob man diese männlichen Geschlechtsprodukte als Spermatozoen bezeichnen kann. Ein Spermatozoon kann nur einen Kern haben, während hier mindestens ursprünglich deren viele vorhanden sind. Wenn auch die Gestalt des ganzen Gebildes, wie man es schließlich in den Vasa deferentia findet, sehr wohl die eines Spermatozoons sein könnte, so wird man es doch vielleicht besser als eine Spermatozyste auffassen müssen, in der sich die vielen Kerne zu den fadenförmigen eigentlichen Spermatozoen entwickeln, die zum Schluß die Befruchtung des weiblichen Eies bewirken. Hier liegt noch eine Unklarheit vor. —

Die Nachprüfung dieser Tatsachen stellt leider sehr hohe Ansprüche an die Handfertigkeit des Mikroskopikers. Das ergibt sich schon aus der Kleinheit des Objekts. Es muß dem Leser überlassen bleiben, wie er dabei zu Werke gehen will. Als Abtötungsmittel benützt man kochendes Wasser oder, noch besser, Chloroformdampf. Härtende Mittel, wie Alkohol oder Pikrinsäure, empfehlen sich nicht. Serienschritte so kleiner Tiere sind zwar schon gemacht worden, erfordern aber sehr viel Geschicklichkeit. Zupf-

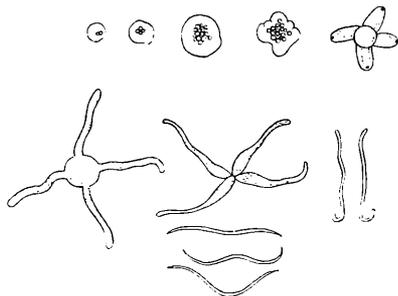


Abb. *Par. stercorarius* ♂. Entwicklungsgang der Geschlechtsprodukte.

präparate tun im allgemeinen denselben Dienst. Von einer eigentlichen Fixierung sehe man ab. Als Färbemittel empfehlen sich Pikrokarmarin, Boraxkarmarin oder Hämatoxylin.

Leichter zu ermitteln ist der Begattungsvorgang selbst. Eine Schwierigkeit besteht

nur darin, daß die im Freien gefangenen Weibchen wohl ausnahmslos bereits befruchtet sind und daher für eine Kopula nicht mehr in Frage kommen. Es ist einfacher, sich die benötigten Weibchen zu züchten. Dies geschieht innerhalb weniger Tage, indem man einen mit Deutonymphen von *Par. stercorarius* behafteten Roßkäfer in ein kleines Glasgefäß tut, dessen Boden mit etwas abgelagertem Dung bedeckt ist, wartet, bis die Deutonymphen ihr Reittier verlassen haben, und dann den Käfer wieder entfernt. Man kann auch die Deutonymphen von dem Käfer abpinseln und auf die Dungschicht setzen. Binnen etwa einer Woche wird man über die nötige Zahl von Weibchen verfügen. Das begattungslustige Männchen nähert sich dem Weibchen in der Regel von der Seite; selten springt es ihm auf den Rücken. Mit seinen Beinen hakt es sich an dem dritten und vierten, seltener am zweiten und dritten Bein der einen Seite des Weibchens fest, dreht sich auf den Rücken und schwingt sich auf die Unterseite des Weibchens. Das Männchen kehrt also seinen Rücken dem Erdboden, seine Bauchfläche der des Weibchens zu. Um seine Genitalöffnung möglichst dem weiblichen Geschlechtsapparat zu nähern, muß das Männchen etwas nach hinten rücken, so daß sein Rumpfe über das des Weibchens hinausragt. Sein hinterstes Beinpaar greift dabei um das Rumpfe des Weibchens herum und setzt seine Tarsen auf den hinteren Teil des weiblichen Rückenpanzers. Mit den anderen Beinen klammert es sich an den Beinen des Weibchens fest. Hierbei spielt das zweite Beinpaar des Männchens eine Hauptrolle. Es ist stärker entwickelt als die übrigen und, wie Abb. 6 zeigt, mit gewaltigen Auswüchsen und Zapfen (Apophysen) an den Femur, Genu und Tibia genannten Gliedern ausgestattet. Klappt das Bein zusammen, so greifen diese Höcker in- und aufeinander, wobei nach Art eines Reibeisens aufgeraute Stellen an den Apophysen auf der dem Beschauer der Abbildung abgewandten Seite für noch besseren Halt sorgen, so daß sich daraus ein Klammerorgan ergibt, das an Festigkeit nichts zu wünschen übrig läßt.

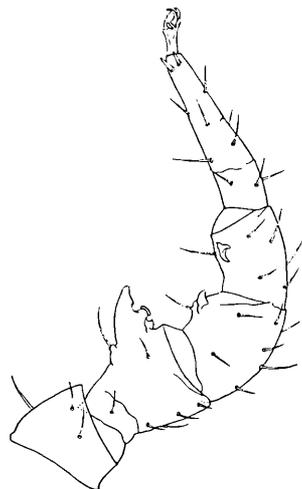


Abb. 6. *Par. stercorarius* ♂. 2. Bein mit den Apophysen.

Was nun vor sich geht, spielt sich zwischen den Bauchflächen der kopulierenden Tiere ab und ist daher leider dem Auge des Beobachters entzogen. Man ist darum darauf

angewiesen, kopulierende Paare in verschiedenen Stadien der Kopula durch kochendes Wasser oder Chloroform recht plötzlich abzutöten und alsdann zu trennen. Auf die Weise kann man sich ein Bild von dem Hergang der Dinge zusammensetzen, der sich folgendermaßen darstellt.

Aus der männlichen Geschlechtsöffnung quillt etwas wie eine farblose Blase hervor. Je weiter sie aus der Öffnung hervortritt, desto mehr streckt sich die Blase zu einem schlauchförmigen Gebilde, dessen Länge in einem eigenartigen Mißverhältnis steht zur Rumpflänge des Männchens. Die Form dieses Schlauches ist immer gleich: das zuerst hervorgetretene Ende ist birnförmig, das entgegengesetzte kugelförmig. Während dieses

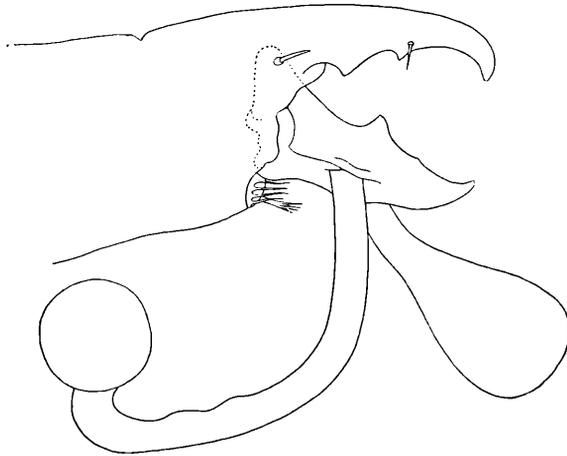


Abb. 7. *Par. stercorarius* ♂. Mandibularschere mit dem Schlauch im Schlitz des beweglichen Gliedes.

Vorgangs treten die Mandibularscheren des Männchens in Tätigkeit. Abb. 7 zeigt, daß bei *Par. stercorarius* das feststehende Scherenglied außer der gebogenen Spitze mit zwei kräftigen Zähnen bewehrt ist. Über dem vorderen Zahn sieht der Leser den sog. „Pilus dentilis“ und weiter hinten das ebenfalls borstenartige „tibiale Sinnesorgan“, beides Organe, deren Bedeutung unklar ist. Das bewegliche Glied dagegen besitzt hier nur einen stark entwickelten Zahn, während ein anderer etwas weiter vorn nur schwach oder auch gar nicht angedeutet ist. Diese Zähne kommen mit dem Schlauch nicht in Berührung, denn sie würden seine zarten Wandungen verletzen. Wohl aber erkennt der Leser, daß das bewegliche Scherenglied einen Längsschlitz besitzt. Durch diesen Spalt wird der Schlauch gezogen und alsdann so, wie die Abbildung es darstellt, getragen. Der mittlere Teil des Schlauchs geht ja ohne weiteres durch den Schlitz. Aber unklar ist, wie das Tier das birnförmige Vorderende durch die viel zu enge Öffnung bringen kann. Nur das Vorderende kommt hierfür in Frage, da das kugelförmige Hinterende sich noch innerhalb der Genitalöffnung befindet, wenn der Schlauch bereits durch den Mandibular-

spalt hängt. Man kann sich die Sache nur so erklären, daß der Schlauch ursprünglich ganz besonders weich und elastisch ist und daß er erst an der Luft etwas mehr erhärtet, wenn ihm auch stets eine gewisse Elastizität bleibt. So könnte das Vorderende sehr wohl in weichem Zustande durch den Schlitz hindurchgepreßt werden und erst demnächst in der Birngestalt erhärten. Untersucht man den Inhalt des Schlauches zu einer Zeit, wo er erst anfängt, aus der Genitalöffnung hervorzutreten, so findet man nichts als eine farblose Flüssigkeit. Öffnet man ihn dagegen erst, wenn er annähernd seine volle Größe erreicht hat, dann ist er ausgefüllt von massenhaften Spermatozoen oder Spermatozysten, die von jener Flüssigkeit umgeben sind, und zwar in der Nematoden-Gestalt, die sie zuletzt in den Vasa deferentia erreichten. Die Vasa deferentia speichern also die fertigen Geschlechtsprodukte auf und schwellen unter deren Menge ganz gewaltig an, lassen sie aber nicht gleich in den Schlauch übertreten, sondern tun dies erst, wenn der Schlauch zu einem erheblichen Teil die Genitalöffnung verlassen hat. Solange muß also das später kugelförmige Ende des Schlauchs offen bleiben. Ist nun endlich der ganze Schlauch ans Tageslicht befördert, und hängt er vorschriftsmäßig in dem Spalt der Mandibularschere, dann stemmt das Männchen mit seinen beiden Mandibeln die Spitze des weiblichen Operkulum in die Höhe, so, wie wenn man mit einem Brechisen einen Kistendeckel öffnet, und macht sich damit den weiblichen Genitalapparat zugänglich. Gleich vorn unter dem Operkulum befindet sich ein Hohlraum, der zur Aufnahme der männlichen Geschlechtsprodukte bestimmt ist. Hierhin wird das birnförmige Schlauchende geleitet. Bei diesem Vorgang bricht das birnförmige Ende entzwei, und der gesamte Schlauchinhalt ergießt sich in jenen Hohlraum, wo die männlichen Geschlechtsprodukte in Form von zusammengeballten Fäden nachher wieder aufgefunden werden können. Die Wandung des Schlauches hat zu viel Halt in sich selbst, als daß der Schlauch nach der Entleerung völlig schlapp würde, aber er schrumpft alsbald doch merklich zusammen. Der leere Schlauch bleibt an den Mandibeln hängen und wird später abgestreift. Bei diesem Säuberungsvorgang spielen die büstenartigen Haare am Ansatz des beweglichen Scherengliedes eine Rolle. Damit ist der Begattungsakt beendet.

Bei anderen Parasitus-Arten, wie überhaupt bei anderen Milben aus deren weiterem Verwandtschaftskreis, erfolgt die Kopulation in entsprechender Weise. Die männlichen Geschlechtsprodukte haben aber bei jeder Art ihre besondere Form, und auch ihr Entwicklungsgang stimmt nicht unbedingt in allen Einzelheiten überein. Ebenso hat jener Schlauch bei jeder Art seine eigene, nur für die betreffende Art charakteristische Gestalt. Die Übertragung in den weiblichen Genitalapparat erfolgt immer vermittels der Man-

dibeln. Doch besitzen nicht alle Mandibularscheren einen Spalt im beweglichen Scherenglied. Wo dieser Spalt fehlt, da besitzt das bewegliche Scherenglied einen Ansatz, meist in Gestalt eines messer- oder hakenförmigen Sporns. In solchen Fällen hängt der Schlauch

über diesem Ansatz. Bei *Par. stercorarius* und bei anderen Arten, deren bewegliches Scherenglied ebenso gebaut ist, ist der Schlitz denn auch nur dahin zu verstehen, daß hier der spornartige Ansatz vorn wieder mit dem Scherenglied verwachsen ist.

Meeresplankton und Mikroskop.

Von Studienassessor O. Wetzel.

II. Beobachten und Aufbewahren des Planktons.

Nachdem wir im Heft 7 des vergangenen Jahrganges (S. 126) einen Überblick über die Lebensgemeinschaft des Planktons im Meere gewonnen haben, wollen wir uns nun etwas näher mit diesen Lebewesen befassen, und zwar nach praktischen Gesichtspunkten. Zunächst handelt es sich um das **B e o b a c h t e n** und **A u f b e w a h r e n** des Planktons.

Bringt man den frischen Planktonfang in einen großen Glashafen mit Seewasser, so sieht man es von allerhand kleinem Getier wimmeln. Das heißt, größtenteils sieht man nur schemenhafte Wesen mit glashell durchsichtigen Leibern und von oft recht absonderlicher Gestalt, die lautlos auf- und abgleiten oder ruckweise aneinander vorbeihuschen. Für genauere Beobachtungen, zumal an kleinen Formen, wird man sich einzelne Planktonen oder eine geringe Menge von ihnen mit einer Glasröhre herausfangen, die oben mit dem Finger verschlossen wird und so als Heber wirkt. Sehr zu empfehlen ist die Beobachtung kleiner Proben in einem flachen Uhrschildchen mit einer Lupe, z. B. mit der Zeißschen Präparierlupe oder dem ans Mikroskop anschraubbaren „Planktonsucher“ von Zeiß. Sodann erfolgt die Untersuchung einzelner Proben des Fanges unter dem eigentlichen Mikroskop, wobei man jedoch durchweg mit einer schwachen oder mittleren Vergrößerung auskommen wird. Um lebhaft sich bewegende Organismen mit Muße betrachten zu können, verwendet man nach Apstein Quittenschleim, welcher jene an der Fortbewegung hindert, ohne sie zu schädigen. Für Planktonbeobachtungen an Bord eines Schiffes, etwa auf einer Ozeanfahrt, empfiehlt Lohmann die Anwendung von „Schlingerleisten“, vier kleinen Stäbchen aus Marienglas, die mit Vaseline eingefettet und dem Objektträger fest angelegt werden; dadurch soll verhindert werden, daß die Planktonen unter dem Deckglase durch die Bewegung des Schiffes hin- und hergeschoben werden. — Wünscht man das Plankton längere Zeit hindurch lebend zu erhalten, so stelle man es an einen kühlen, schattigen Ort und bedecke das Glas. Jedemfalls schütze man es vor starker Sonnenbestrahlung. Um Plankton zu züchten, muß man das Wasser, in dem es sich befindet, in beständiger Bewegung erhalten, was durch einen geeigneten Apparat geschehen kann.

Mit Hilfe von Nährlösungen sind z. T. gute Ergebnisse erzielt worden. Von selteneren oder sonst wichtigen Formen fertige man möglichst, etwa mit Hilfe eines Zeichenapparats, Skizzen an, von lebhaft gefärbten Planktonen vielleicht sogar Aquarellzeichnungen, da durch die Konservierung meist ihre Form und Farbe sehr leiden. Empfehlenswert ist auch die künstliche Färbung des lebenden Objekts, etwa durch Zusatz einiger Tropfen Alizarin zur Planktonprobe, bis das Wasser ganz leicht gefärbt ist. Innerhalb weniger Stunden haben sich viele Planktonen ganz oder an einzelnen Organen gefärbt, leben aber trotzdem weiter.

Die **K o n s e r v i e r u n g** und **P r ä p a r a t i o n** der Meeresbewohner, von der jetzt die Rede sein soll, ähnelt allerdings in hohem Grade derjenigen, die bei der Erforschung des Süßwasserplanktons üblich ist und daher den meisten Lesern dieser Zeitschrift nicht unbekannt sein wird. Immerhin lassen sich noch einige beachtenswerte Punkte zur Ergänzung hervorheben. Vor der Konservierung ist der Fang, falls nicht schon geschehen, durch ein kleines Sieb oder mittels Zentrifuge möglichst zu konzentrieren. Besonders für die größeren Planktonen ist nicht nur die Wahl der richtigen Methode, sondern auch etwas Übung erforderlich. Wirft man die Tiere einfach in die Konservierungsflüssigkeit, so schrumpfen sie oft zu unkenntlichen Klumpen zusammen. Um dies zu vermeiden, wird man Organismen, wie die zarten Medusen, Ctenophoren (Rippenquallen) und Siphonophoren (Röhrenquallen) vorher betäuben. Hierzu eignet sich z. B. eine einprozentige Lösung von Kokain in destilliertem Wasser. Sie wird tropfenweise der Flüssigkeit zugesetzt, in welcher sich die zu konservierenden Tiere in ausgestrecktem Zustande befinden. Ein Universal-Konservierungsmittel gibt es nicht. Gewöhnlich gebraucht man folgende:

1. **F o r m o l** = 40%ige Lösung von Formaldehyd in Wasser. Zum Wasser, das den Fang enthält, werden je nach der vorhandenen Wassermenge einige Tropfen der konzentrierten Formollösung zugesetzt, bis eine etwa fünfprozentige Lösung entsteht. Nach vier Wochen das Formalin wechseln! Im Dunkeln aufbewahren!

2. **A l k o h o l**, 70%ig. 31 Teile Seewasser sind mit 100 Volumen reinem 90%igem Alkohol zu mischen. Den entstehenden Niederschlag entferne man durch Filtration. Dauer-

hafte Konservierung, aber Schrumpfung der Objekte.

3. **Formolalkohol**, 95 Teile des 70%igen Alkohols und 5 Teile des 40%igen Formaldehyds.

Zur Konservierung für histologische Zwecke nimmt man:

4. **Flemingsche Lösung**, 15 Teile 1%ige Chromsäure, 4 Teile 2%ige Osmiumsäure und 1 Teil Eisessig. Nach 24stündiger Einwirkung (nach Apstein genügt eine Viertelstunde) wird der Fang oder das Objekt in Süßwasser gut ausgewaschen und langsam in Alkohol steigender Konzentration übertragen und in Alkohol aufbewahrt.

5. **Sublimat**. Entweder eine konzentrierte Lösung oder vermischt mit fünf Prozent Eisessig als Sublimat-Eisessig. Man läßt das Material etwa eine Stunde darin und überträgt es dann in Jodalkohol, d. h. 96%igen Alkohol mit etwas Jodtinktur. Solange noch Sublimat vorhanden ist, entfärbt sich der Jodalkohol.

6. **Kleinenbergs Pikrinschwefelsäure**. 1 g Pikrinsäure, 2 g konzentrierte Schwefelsäure, 100 ccm Wasser; nach Filtration mit 300 ccm Wasser verdünnen. Nach Behandlung hiermit den Fang in Alkohol auswaschen und in 70%igem Alkohol aufbewahren.

7. **Pfeiffers Gemisch** für Phytoplankton. Formol, Methylalkohol und Holzessig werden zu gleichen Teilen gemischt.

Die **Färbung** des konservierten Materials erfolgt am besten und einfachsten mit Boraxkarmin oder Hämatoxylin. In der rötlichen oder schwachvioletten Lösung werden die Objekte zwölf Stunden gelassen und dann mit salzsaurem Alkohol differenziert.

Die **Präparation** des einzelnen konservierten und gefärbten Planktonen oder einiger weniger von ihnen geschieht in der Weise, daß die Objekte durch die Alkoholstufen in Xylol und Zedernöl oder Nelkenöl übergeführt und in Kanadabalsam eingebettet werden. Nimmt man Glycerin oder Glycerin-gelatine als Einschlußmittel, so fallen die Alkoholstufen weg. Zur Überführung einer ganzen Planktonprobe von Flüssigkeit zu Flüssigkeit dient wohl auch die sogenannte Senk-methode. Nach dem Formolzusatz läßt man die Planktonmasse im Wasser absitzen und hebert die Flüssigkeit ab. Weiterhin werden Gemische von je zwei aufeinanderfolgenden Flüssigkeiten angewandt, die sich nur wenig mischen; das Plankton sinkt zunächst bis an die Grenzschicht und gelangt erst allmählich in die nächste Flüssigkeit. Im übrigen ist die Technik der Konservierung und Präparation aus den mikrotechnischen Lehrbüchern¹⁾ und Spezialwerken zu ersehen.

Die **ganzen konservierten Fänge** werden in gutverschlossenen Pulvergläsern an einem dunklen Orte aufbewahrt. Alle Präparate und Flaschen müssen beschrieben werden.

Die hiermit gewonnenen Beiträge zur Plank-

tonforschung können noch ergänzt werden durch Beachtung besonderer Nebenumstände, die sich gelegentlich zeigen. So bemerkt man mitunter schon am Meerwasser auffallende Erscheinungen wie Verfärbungen, Geruch und Meeresleuchten; man sucht dann festzustellen, durch welche Organismen die betreffende Erscheinung hervorgerufen wurde. Man untersuche die Planktonen auf Schmarotzer, von denen insbesondere auf den Hohltieren (Coelenteraten) eigenartige Formen vorkommen. — Durch die Untersuchung des Darminhalts der Hochseetiere erfährt man etwas über ihre Nahrung, über die noch nicht sehr viel bekannt ist. Dabei ziehe man möglichst auch die größeren pelagischen Organismen sowie die Seevögel in den Kreis seiner Beobachtungen. Auf diese Weise gewinnen wir einen tieferen Einblick in die Lebewelt des Meeres und damit in die biologische Stellung des Meeresplanktons.

III. Die Methodik des Planktonfanges und der systematischen Planktonuntersuchung.

Bisher waren wir vom fertig „aufgetischten“ Planktonfang ausgegangen. Von dessen Ausführung und weiterer Untersuchung soll jetzt die Rede sein.

Allgemein gesagt, ist der Planktonfang ein Filtrationsprozeß; zur Konzentration der organischen Masse gibt es zwei Wege: entweder Trennung schon innerhalb des Wassers oder später aus einer geschöpften Wassermenge.

Als Fangapparate dienen im ersten Fall Netze verschiedener Konstruktion, gelegentlich auch die Apsteinsche Planktonröhre; Pumpe, Filter und Zentrifuge treten bei der zweiten Art in Tätigkeit. — Die Fangmethode hängt im wesentlichen ab von dem Zweck, zu dem man die Probe entnimmt. Handelt es sich um eine allgemeine Untersuchung der Zusammensetzung des Planktons ohne Rücksicht auf Zahl und Masse der Organismen, so wendet man die einfachere, qualitative Methode an. Mit der zahlenmäßigen Feststellung der Menge des marinen Auftriebs beschäftigt sich die **quantitative** Forschung.

Die Größe, Form und Maschenweite des beim **qualitativen** Planktonfang anzuwendenden Netzes richtet sich naturgemäß nach den Objekten, die man zu fangen beabsichtigt.¹⁾ Die verschiedenen Sorten von oben offenen Netzen (Oberflächennetze) kann man statt zu Horizontal- auch zu Vertikalfängen benutzen, indem man sie mit Blei beschwert und langsam senkrecht emporzieht. Will man aber wissen, welche Planktonen den oberen, welche den tieferen Regionen des Meeres angehört haben, so führt man **Stufenfänge** aus, d. h. man durchfischt zuerst eine Wasserschicht von z. B. 20 m, dann eine von 10 m. Ein Vergleich der Fangergebnisse (Sub-

¹⁾ Ausführliche Angaben über „Untersuchungsverfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt der Gewässer“ findet man in dem gleichnamigen reichillustrierten Werk von Dr. G. Steiner (Mikrokosmos, 1919).

¹⁾ Z. B. in der Mikrokosmos-Buchbeilage „Mikroskopie für Jedermann“, herausgegeben von Hanns Günther.

traktion) gibt dann Aufschluß über das Vorkommen der einzelnen Formen in verschiedenen Tiefen. Oder man befestigt eine Reihe von Netzen in bestimmten Abständen an einer Stahltrasse, versenkt sie ins Wasser und läßt sie so zusammen vom Schiff im Schlepptau ziehen. Dann sammelt jedes Netz die Lebewelt eines bestimmten Horizontes unter dem Meeresspiegel. Statt der oben offenen Netze wendet man für Vertikalfänge jedoch gewöhnlich Schließnetze an. Dies sind Netze, die man in eine bestimmte Wassertiefe verschlossen hinabsenkt, dort öffnet und dann wieder schließt, nachdem sie eine Wasserschicht von gewünschter Mächtigkeit durchfischt haben. So können Organismen, die in den oberflächlichen Schichten leben, nicht in das Netz hineingeraten.¹⁾

Außer durch die Netzfischerei kann man sich das Plankton einer bestimmten Örtlichkeit dadurch verschaffen, daß man Wasser von der Oberfläche schöpft oder aus der Tiefe mittels Schöpfflasche und Schlauch emporholt, sodann mit Papier oder Seidentaffet filtriert oder in kleinen Proben zentrifugiert. Auf voller Fahrt kann man auch die Schiffspumpe dazu benutzen.

Ein Teil der genannten Einrichtungen kommt auch für die quantitative Planktonforschung in Betracht. Diese wurde bereits von V. Hensen eingeführt. Er ging dabei von der Ansicht aus, daß der Auftrieb sich innerhalb eines Gebietes gleichartiger Existenzbedingungen zeitlich und räumlich so gleichmäßig verteile, daß sich schon durch Untersuchung verhältnismäßig kleiner Stichproben ein richtiges Urteil über Menge und Zusammensetzung des Planktons in ziemlich ausgedehnten Meeressräumen gewinnen lassen müsse. Diese Arbeitshypothese hat sich in der Folgezeit als durchaus richtig herausgestellt; es ist geradezu die Aufgabe der Planktonforschung geworden, Vorkommnisse nachzugehen, welche die annähernd gleichmäßige Verteilung der Organismen im Wasser stören. Man hat verschiedene Netze gebaut, welche einen möglichst vollständigen Fang der Planktonten ermöglichen sollen. Am bekanntesten ist wohl das mittlere Hensen-Apsteinsche quantitative Planktonnetz.²⁾ Der Fang stellt die in einem genau berechenbaren Wasservolumen enthaltene Planktonmenge dar. Jetzt handelt es sich um die Feststellung eben dieses aus dem Wasser geschöpften Gehalts an Organismen.

Die einfachste Art, das Volumen des Planktons zu bestimmen, ist diejenige durch Absetzenlassen. Hierzu schüttet man die in Alkohol übertragene Masse in einen Meßzylinder und läßt sie eine bestimmte Zeit lang ruhig stehen, bis sie sich am Boden des Gefäßes abgesetzt hat. So erhält man das Rohvolumen, d. h. den Rauminhalt von Organismen, Detritus, Sand usw. mitsamt der dazwischen befindlichen Flüssigkeit. Genauere Werte erhält man durch Verdrängung (dichtes Volumen), indem

man den noch feuchten Fang in eine bestimmte Alkoholmenge eines Meßzylinders bringt. Das Fangvolumen kann auch durch unmittelbare Bestimmung an einzelnen Planktonten festgestellt werden unter Anwendung großer Plastolinmodelle, die man im Meßzylinder in Wasser taucht. Das Volumen der Trockensubstanz liefert natürlich den genauesten Wert (absolutes Volumen). Allerdings wird dabei die Struktur der Organismen zerstört, ebenso wie bei der Trocknung des Fanges, die für seine Gewichtsbestimmung nötig ist. Die chemische Analyse vollends gibt uns durch Bestimmung der Aschenbestandteile des Planktons ein Maß für seinen Wert als Nahrung anderer Lebewesen.

Nach den bisher geschilderten Verfahren kann nur die Gesamtmenge des in einem bestimmten Meeressraum vorhandenen Planktons bestimmt werden, oder wenigstens lassen sich nur einzelne auffallende Formen getrennt abwägen und zählen. Erst durch die planmäßige Zählung aber erlangt man einen genauen Einblick in die Zusammensetzung eines Fanges und in das gegenseitige Massenverhältnis seiner Bestandteile. Selbstverständlich kann man nicht alle, vielleicht nach vielen Millionen zählenden Einzelwesen eines Fanges zählen, sondern man mischt den ursprünglichen Fang nach seiner Abtötung mit einer bekannten Wassermenge, entnimmt dem so verdünnten Fang von bekanntem Rauminhalt einen gewissen Bruchteil (z. B. 1 ccm) und zählt die darin befindlichen Organismen getrennt nach Arten. Hierfür erreicht man die nötige gleichmäßige Planktonverteilung und Probeentnahme mittels der von Apstein angegebenen runden Schüttelgefäße und seiner Stempelpipetten. Die Zählung selbst erfolgt unter dem Mikroskop bei mittlerer Vergrößerung, nachdem man mit der Pipette ein genau gemessenes Quantum auf eine wagrechte Glasplatte gebracht hat, in die eine Reihe gleichlaufender gerader Linien in gleichen Abständen voneinander eingeritzt sind. Statt eines besonderen Zählmikroskops (nach Hensen) genügt ein einfacher Zählstisch, der an jedem beliebigen Mikroskop angebracht werden kann und eine planmäßige Durchmusterung des Fanges erlaubt. Das Ergebnis der Zählung wird schließlich auf die gesamte Menge der gefangenen Planktonten umgerechnet.

Bei der Auswertung der so gefundenen Zahlen sind die Mängel der verschiedenen Fangmethoden zu berücksichtigen. Insbesondere hat Lohmann festgestellt, daß die Netzfänge mit Fehlern behaftet sind; hierüber hatte Hensen noch kein genaueres Urteil. Der Fangverlust, d. h. der Unterschied zwischen Voll- und Fangplankton, trifft freilich die einzelnen Planktonten in verschieden hohem Maße je nach ihrer Größe, Gestalt und Beweglichkeit. Hauptsächlich gehen die als Nahrung für den Haushalt des Meeres wichtigen Nannoplanktonten leicht durch die Maschen auch der feinsten Müllergaze. Als vollkommener Methoden gelten in dieser Hinsicht die Filtration des gepumpten oder mit dem Schlauch emporgeholten Was-

¹⁾ Näheres s. Steiner, a. O., S. 68.

²⁾ S. Steiner, a. O., S. 77.

sers und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben; doch ist jene in ihrer Anwendbarkeit beschränkt (nicht bei starkem Seegang usw. durchführbar), diese liefern nur Stichproben, nicht den Inhalt einer ganzen Wassersäule für die Untersuchung. Die kleinsten und zartesten Organismen werden am besten mittels der Zentrifuge aus Wasserproben gewonnen, die größeren Protozoen und Metazoen

hingegen werden durch das Netz gefangen, alle übrigen durch das Filter. Daher geben erst Netz, Filter und Zentrifuge vereint angewandt ein qualitativ und quantitativ zuverlässiges Bild des Vollplanktons, ergänzbar noch durch Beobachtung des Inhalts von Appendicularien-Gehäusen, die eine äußerst feine Fangvorrichtung für das kleinste Plankton darstellen.

Abrollbare Schraubenbänder.

Von Dr. R. Baecker, Wien.

Bekanntlich sind die Gefäße der jungen Sprosse, der Blattstiele und der Blattnerven in der Regel mit ring- und schraubenförmigen Verdickungsleisten versehen, die offenbar der Aussteifung der turgorlosen Wasserleitbahnen gegen den Druck des umgebenden turgeszenten Gewebes dienen und nach den Angaben

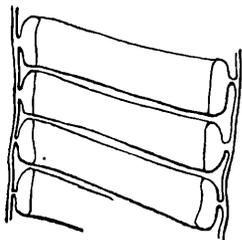


Abb. 1.
Brassica napus.

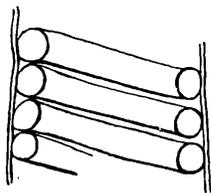


Abb. 2.
Cornus sanguinea.

der einschlägigen Literatur in den meisten Fällen der Membran des Gefäßes mit verschmälertem Fuß nach Abb. 1 aufsitzen sollen. Diese Schraubenbänder lassen sich nun beim gewaltsamen Zerreißen der Sprosse, Blattstiele und Blattnerven bei einer Reihe von

Pflanzen¹⁾ oft auf einen Zentimeter frei herausziehen. Es war nahelegend, diese Abrollbarkeit der Schraubenbänder mit der Art ihrer Anheftung an der Gefäßmembran in einen ursächlichen Zusammenhang zu bringen: Nach den darauf gerichteten Untersuchungen des Verfassers ergab sich nun zunächst die Tatsache, daß die Literaturangaben über die allgemeine Verbreitung der Anheftung der Verdickungsleisten mit verschmälertem Fuß nicht zutreffen, daß diese Leisten vielmehr in der Mehrzahl der untersuchten Fälle der Membran nach Abb. 2 satt aufliegen und ein verschmälertes Fuß nur in seltenen Fällen festzustellen ist, so bei *Humulus lupulus*, *Beta vulg.*, *Plantago*-Arten. Doch auch bei diesen Pflanzen ist die Anheftung mit verschmälertem Fuß keineswegs bei allen Schraubenbändern festzustellen, sondern nur auf einzelne Gefäße und in diesen auch auf einzelne Bänder beschränkt. Da von den Pflanzen mit verschmälertem Fuß aufsitzen-

¹⁾ *Piper macrophyllum*, *Rubus*- und *Fragaria*-Arten, *Cornus sanguinea*, *C. Mas*, *Aucuba japonica*, *Agapanthus umbellatus*, *Tradescantia multicolor*, *Rhoeo discolor*, *Monstera deliciosa* u. a.

Verdickungsleisten abrollbar					
Verdickungsleisten mit Stiel			Verdickungsleisten ohne Stiel		
	Membran	Verd.-Leiste		Membran	Verd.-Leiste
<i>Piper macrophyll.</i> <i>Rubus fruticos.</i> <i>Cornus sanguin.</i> <i>Aucuba japon.</i>	Zellul.	verholzt	<i>Rhoeo discolor</i>	Pekt.	Zellul.

Verdickungsleisten nicht abrollbar					
Verdickungsleisten mit Stiel			Verdickungsleisten ohne Stiel		
	Membran	Verd.-Leiste		Membran	Verd.-Leiste
<i>Humulus lupulus</i> <i>Boehmeria Hamilton.</i> <i>Beta vulgaris</i> <i>Cheiranthus ch.</i>	Pektin Zellul. Pektin	verholzt	<i>Chelidonium majus</i> <i>Cucurbita pepo</i> <i>Tradescantia mult.</i> <i>Musa Cavendishi</i>	Pektin Zellul.	verholzt Zellul.

den Schraubenbändern diese nur bei einer (*Rhoeo discolor*) abrollbar sind¹⁾, ergibt sich weiter, daß diese Abrollbarkeit mit der Art der Anheftung in keinerlei Zusammenhang steht. Der Verfasser hat nun versucht, aus der chemischen Beschaffenheit von Membran und Verdickungsleisten Aufschlüsse über die Ursachen der Abrollbarkeit zu erhalten, etwa in der Richtung, daß das Vorhandensein von Pektin-Einlagerungen infolge der Klebrigkeit das Abrollen verhindert oder eine Verholzung der Verdickungsleisten eine leichte Trennbarkeit derselben von der unverholzten Membran zur Folge hat. Wie die auszugswise Zusammenstellung auf S. 178 zeigt, haben die Untersuchungen jedoch ergeben, daß auch die chemische Beschaffenheit für die Abrollbarkeit bedeutungslos ist. In einem Fall erfolgt trotz des Vorhandenseins von Pektineinlagerungen Abrollung, in anderen Fällen haften die Verdickungsleisten der Membran fest an, trotzdem letztere aus reiner Zellulose, also einem verhältnismäßig weichen Material besteht, die Leisten jedoch stark verholzt sind. Da auch die rein mechanischen Verhältnisse (größere oder geringere Zahl der Windungen auf die Längeneinheit, Verhältnis zwischen Weite des Gefäßes und Stärke der Verdickungsleisten) zu einem befriedigenden Ergebnis nicht führten, ist die Frage nach dem Grunde der gewiß bemerkenswerten Abrollbarkeit der Schraubenbänder bis auf weiteres als ungelöst zu bezeichnen.

Für die Untersuchungen sind relativ dünne, genau orientierte Längsschnitte (10 μ) der in Betracht kommenden Organe erforderlich; die etwa 5 mm langen Stückchen der Sprosse, Blattstiele oder Blattnerven müssen in Paraffin eingebettet und mit dem Mikrotom mit quergestelltem Messer geschnitten werden, wobei der Block so aufzuspannen ist, daß die Messerschneide parallel mit der Organachse

liegt; bei nicht eingebetteten Objekten werden die sehr lose sitzenden Verdickungsleisten durch das Messer losgerissen. Die Untersuchung auf Zellulose erfolgt durch Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure (Violett- bzw. Blaufärbung der reinen Zellulose), jene auf Verholzung durch Phloroglucin und Salzsäure oder durch Anilinsulfat (Rot- bzw. Gelbfärbung der verholzten Partien). Für den Nachweis von Pektineinlagerungen ist eine ziemlich schwache Lösung von Rutheniumrot in verdünntem Ammoniak am bequemsten; in dieser färben sich nur jene Teile der Membran, die Pektineinlagerungen aufweisen, deutlich mattrot (Auftropfen der Lösung auf die aufgeklebten, entparaffinierten Schnitte, Färbedauer etwa 15 Min.), während alles übrige ungefärbt bleibt. Diese Färbung hat den weiteren Vorteil, daß sie haltbar ist und auch den Einschluß in Glyceringelatine gestattet. Die Farbenreaktionen mit den Reagenzien für Zellulose und Holz sind dagegen bekanntlich leider nicht haltbar. Natürlich muß für jede Reaktion ein neuer Schnitt bzw. ein neues Schnittband verwendet werden.

Will man Dauerpräparate herstellen, die die Verholzung erkennen lassen, dann kann man die Schnitte auch mit Safranin stark färben und dann in Alkohol so weit differenzieren, daß nur die Membranen tingiert bleiben; verholzte Stellen sind dann mehr rosa, nicht verholzte mehr braunrot gefärbt. Es ist jedoch zu beachten, daß weder Safranin noch auch die anderen gebräuchlichen Holzfärbungen ein unbedingt verlässliches, exaktes Reagens für Verholzung darstellen, daß die chemische Beschaffenheit der Membranbestandteile eindeutig vielmehr nur durch die angegebenen Reagenzien festgestellt werden kann.

Für die Durchführung der Untersuchungen ist in den meisten Fällen die Verwendung einer hom. Immersion unerlässlich.

Das Bestimmen von Hölzern nach mikroskopischen Merkmalen.

Von Dr. Waldemar Hiller.

Der Naturfreund, dem ein Stück Holz in irgendeiner Form in die Hand kommt, wird sich meist nicht damit zufrieden geben, daß es Holz ist, sondern er wird zu erfahren suchen, welche Pflanze dieses Holz geliefert hat. Soweit es sich dabei um größere Stücke der wichtigsten Nutzhölzer handelt, wird oft schon ein Blick mit dem unbewaffneten Auge oder durch die Lupe oder die Feststellung einiger mechanischer Eigenschaften genügen; anders, wenn kleine Proben von weniger bekannten Holzarten vorliegen. Da kann uns das Mikroskop helfen.

Das Holz besteht aus Zellen und Zellver-

schmelzungen von verschiedener Gestalt, die als Elemente oder Elementarorgane bezeichnet werden. Nach Anordnung, Ausbildung, Vorhandensein oder Fehlen einzelner Formen von Elementarorganen lassen sich die verschiedenen Holzarten unterscheiden.

Wollen wir Verteilung und Gestalt der Elemente im Holze feststellen, so müssen wir verschieden orientierte Schnitte herstellen, entsprechend beigefügtem Schema (Abb. 1). Am besten dient dazu ein Mikrotom, zur Not tut's auch ein Rasiermesser. Von größeren Holzgewächsen werden Schnittblöcke von etwa 1 ccm Rauminhalt entnommen. Nach etwa halbstündigem Kochen in Wasser werden sie geschnitten; die Schnitte wird man im all-

¹⁾ Siehe Zusammenstellung.

gemeinen nicht mehr als 5×10 mm groß machen. Je nach Härte des Holzes kann man größere oder geringere Ansprüche an die Feinheit der Schnitte stellen. Auch Alkoholmaterial ist zum Schneiden geeignet; dünne Stengel können in frischem Zustande ohne Vorbehandlung geschnitten werden. Die fertigen Schnitte werden in verdünntes Glycerin (1:1) gelegt; für Dauerpräparate empfiehlt sich Einbettung in Glycerin-Gelatine und Pressen. Will man das Holz mazerieren, d. h. die einzelnen Elementarorgane voneinander trennen, so erwärmt man einen Splitter mit einer Mischung von chlorsaurem Kalium und Salpetersäure.

In der Hauptsache haben wir vier Formen von Elementen im Holze zu unterscheiden:

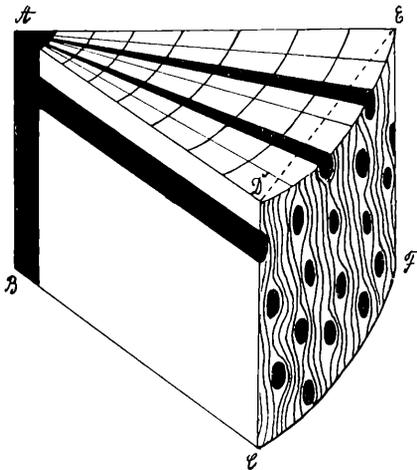


Abb. 1. Verschiedene Schnittrichtungen: ADE = Querschnitt, ABCD = radialer, CDEF = tangentialer Längsschnitt.

1. **Holzfasern** (Libriform-, Sklerenchymfasern): langgestreckte, dickwandige, zugespitzte, meist tote Zellen (Abb. 2c).

2. **Holzparenchymzellen**: kurze, dünnwandige, lebende, an Reservestoffen reiche Zellen mit runden Tüpfeln. Das Holzparenchym besteht aus Zellreihen, die oben und unten mit zugespitzten Elementen endigen (Abb. 2d). Jede solche Zellreihe ist durch wiederholte Querteilung einer ursprünglichen Zelle entstanden.

3. **Tracheiden**: langgestreckte, tote, wasserleitende Zellen (Abb. 2b, 3d u. d', 4c).

4. **Gefäße** (Tracheen; Abb. 2a). Sie bestehen aus Längsreihen von toten, meist weitlumigen Zellen, deren Querscheidewände aufgelöst wurden (Zellfusionen). Diese Durchbrechung der Querwände (Perforation) kann entweder in einem einfachen Loch bestehen, so daß von der ursprünglichen Wand nur eine ringförmige Leiste erhalten bleibt, oder leiterförmig, zuweilen auch netzförmig sein. Die einfache Gefäßdurchbrechung findet sich gewöhnlich bei senkrecht zur Gefäßwand stehenden Querwänden, die leiterförmige Gefäßdurchbrechung

fast immer bei schräggestellten Querwänden. Die Leiterstufen stehen senkrecht zu deren Längsachse. Die schräge Querwand neigt sich immer gegen die radiale Ebene und muß daher im radialen Längsschnitt untersucht werden, während der Winkel, den sie mit der Gefäßseite bildet, nach dem tangentialen Längsschnitt bestimmt werden kann.

Für Tracheiden und Gefäße ist in vielen Fällen eine **Schraubenstreifung** — gewöhnlich handelt es sich um eine spiralige Verdickung — der Wand eigentümlich.

Zwischen diesen Hauptformen von Holzelementen gibt es die verschiedensten Übergänge. Die **Ersatzfasern** (Holzkambiform) bilden beispielsweise den Übergang zwischen den Holzfasern und dem Holzparenchym. Sie sind wenig verdickt, besitzen lebenden Inhalt und zuweilen Querwände.

Besonders schwer ist die Grenze zwischen Tracheiden und Holzfasern zu ziehen, die beide als Festigungsgewebe auftreten können. Das beste Unterscheidungsmerkmal ist nach O. G. Petersen¹⁾ die **Tüpfelbildung**: „Sehen wir die Tüpfel im Profil als Linsen (Hoftüpfel), so haben wir es mit Tracheiden zu tun, sehen wir sie im Profil als Querstriche (einfache Tüpfel), so haben wir Holzfasern vor uns.“ Bei Benutzung anderweitiger Literatur ist auf etwaige Abweichungen in der Nomenklatur der Holzelemente besonders zu achten.

Die Gefäße können einzeln oder in Gruppen gestellt sein; das letztere ist der Fall, wenn sie unmittelbar aneinander stoßen. Eine Paarung von Gefäßen wird im Querschnitt zuweilen dadurch vorgetäuscht, daß man in einem Gefäß eine sehr schräg stehende perforierte Querwand durchschnitten hat. Man hat dann nicht zwei Gefäße, sondern zwei Gefäßglieder nebeneinander, getrennt durch eine fast immer in radialer Richtung verlaufende Linie. Diese Linie ist also eine Leiterstufe und von einer durchschnittenen Gefäßwand durch das Fehlen der Tüpfel zu unterscheiden.

Außer den Organen des eigentlichen Holzkörpers finden bei der Bestimmung von Hölzern das **Mark** und die **Markstrahlen** Berücksichtigung, ersteres hauptsächlich bei dünnen Sträuchern und Zweigen.

Die **Markstrahlen** sind radial verlaufende bandförmige Gewebestreifen, die vorwiegend oder ausschließlich aus stärkehaltigen **Parenchymzellen** bestehen (Abb. 3c, 4b). Die Zellreihen am oberen und unteren Rande, manchmal auch einige im Innern der Markstrahlen sind bisweilen von tracheidenartigen, mit Hoftüpfeln versehenen „**tracheidalen Markstrahlzellen**“ gebildet (Abb. 3b). Die Markstrahlzellen heißen **isodiametrisch**, wenn sie nach allen Richtungen etwa gleich weit, liegend, wenn sie in radialer Richtung gestreckt, und **stehend**, wenn sie in der Richtung der

¹⁾ Diagnostisk Vedanatomy of N. V. Europas Træer og Buske. København 1901. Det Nordiske Forlag.

Längsachse des Holzkörpers gestreckt sind. Markstrahlen, die unmittelbar vom Mark ausgehen, nennt man primäre Markstrahlen, die übrigen sekundäre M. Die Höhe und Breite der Markstrahlen läßt sich am besten im tangentialen Längsschnitt erkennen (Abb. 2). Der erste Jahresring zeigt oft weniger Zellen in der Markstrahlbreite als die folgenden.

Unter „falschen Markstrahlen“ versteht man streifenförmige, radial streichende Partien des Holzes, in denen sich keine Gefäße finden, sondern die aus den übrigen Elementen des Holzes bestehen und mehrere, oft dichter gestellte wirkliche Markstrahlen einschließen.

Auf Grund der vorstehend geschilderten und sonstiger anatomischer Verhältnisse hat man Unterscheidungsmerkmale für die einzelnen Holzarten herausgefunden und z. T. in Form von Tabellen für das Bestimmen von Hölzern verwendbar gemacht. Bahnbrechend war in dieser Hinsicht eine Arbeit von Sanio (Botan. Zeitg. 1863), die auch einen solchen Schlüssel zur Holzbestimmung enthält (S. 401 bis 407). Aus neuerer Zeit und einem größeren Leserkreis zugänglich sind die Tabellen von Neger in „Die Nadelhölzer“ (Sammlg. Göschen Nr. 355) und „Die Laubhölzer“ (Sammlg. Göschen Nr. 718). Die Tabelle zum Bestimmen der Laubhölzer beschränkt sich auf die wichtigsten einheimischen Nutzhölzer; die Nadelholztabelle enthält dagegen auch ausländische Arten. In vielen Fällen ist eine Beschränkung auf die einheimischen Arten, aber

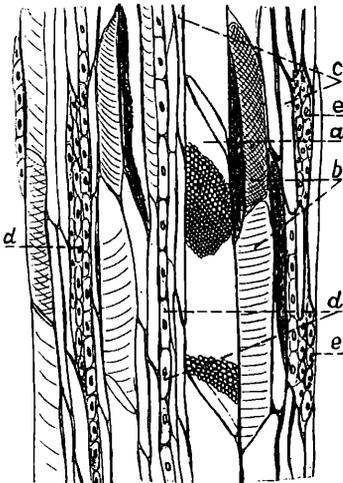


Abb. 2. Tangentiale Längsschnitt durch das Holz der Linde (*Tilia platyphyllo*). *a* = Trachee mit resorbierten Querwänden und gegitterter Wandverdickung. *b* = Tracheiden mit erhaltenen Querwänden; Wandverdickung spiralförmig oder gegittert. *c* = Holzfasern. *d* = Holzparenchym. *e* = Markstrahlen. (Nach Sigmund.)

dafür eine möglichst vollständige Erfassung derselben erwünscht. Dieser Anforderung genügt ein Bestimmungsschlüssel, der sich in der vorher erwähnten Arbeit von Petersen findet, aber infolge seiner Abfassung in däni-

scher Sprache offenbar nicht die gebührende Verbreitung gefunden hat. Ich gebe ihn daher unter Hinzufügung der wichtigeren deutschen Pflanzennamen in deutscher Übersetzung wie-

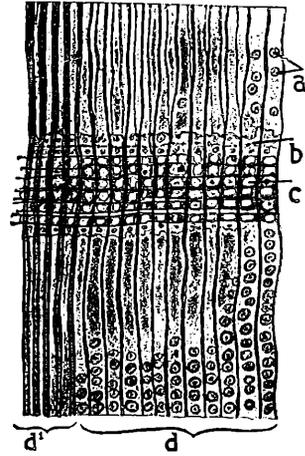


Abb. 3. Radialschnitt durch das Holz von *Pinus sylvestris*. *a* = Hoftüpfel. *b* = tracheidale Markstrahlzellen. *cz* = parenchymatische Markstrahlzellen. *d* = Sommerholz (weite Tracheiden). *d'* = Herbstholz (enge Tracheiden). (Nach Sigmund.)

der. Er umfaßt im großen und ganzen die Bäume und Sträucher Nordwesteuropas (Island, Norwegen, Schweden, Dänemark, Norddeutschland, Holland, Belgien, Großbritannien und Irland), dürfte aber auch für die Nachbargebiete, also insbesondere für weitere Teile Deutschlands, gute Dienste leisten. Pflanzen aus anderen Florengieten, selbst wenn sie noch so allgemein angepflanzt sind, wie *Aesculus hippocastanum*, *Syringa vulgaris* u. a., sind nicht berücksichtigt.

Zunächst noch einige Vorbemerkungen: Tracheiden und Holzfasern sind bezeichnet als: dickwandig, wenn die für zwei Zellen gemeinsame Wand, der Abstand von Lumen zu Lumen, dicker ist als das Lumen weit ist; mitteldickwandig, wenn die Dicke der Wand und die Weite des Lumens ungefähr gleich sind; dünnwandig, wenn die Weite des Lumens größer ist als die Dicke der Wand. Zu beachten ist dabei, daß an den Enden dieser Elemente sich das Verhältnis gern zu Gunsten der Wand ändert; die Enden sind bei der Anwendung der Bezeichnung nicht besonders berücksichtigt.

Die Gefäße sind bezeichnet als

weit

bei einem Durchmesser von mehr als 0,2 mm,

mittelweit

bei einem Durchmesser von 0,1—0,2 mm,

eng

bei einem Durchmesser von 0,05—0,09 mm,

sehr eng

bei einem Durchmesser von 0,03—0,04 mm,

besonders eng

bei einem Durchm. von weniger als 0,03 mm.

Im allgemeinen gilt die Angabe der Gefäßweite den größeren Gefäßen des Frühholzes¹⁾, und besonders deren größerem Durchmesser, sofern da ein Unterschied ist. Ferner kann die Angabe der Gefäßweite häufig nicht für die Gefäße des oder der ersten Jahresringe zutreffen, die namentlich bei den größeren Pflanzen in der Regel enger sind.

Unter den zweikeimblättrigen Holzpflanzen sind *Halymus* und *Suaeda* durch „interxyläres Siebgewebe“ ausgezeichnet, d. h. es treten zwischen den Holzfasern Gefäßbündel auf; diese enthalten Gefäße und Siebröhren (lange Zellreihen, deren

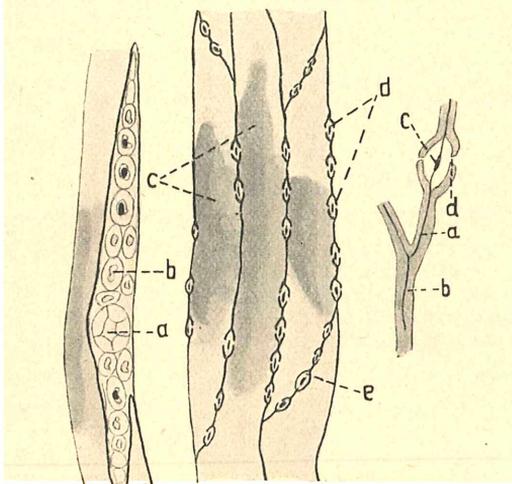


Abb. 4. Tangentialschnitt durch das Holz einer alten Föhre. *a* = Harzgang eines Markstrahles. *b* = Parenchymatische Markstrahlzellen. *c* = Teilweise getroffene Längswand der Tracheiden. *d* = Median getroffene Hofstüpfel. *e* = Oberhalb des Porus getroffene Hofstüpfel. Rechts ein Tracheidenstück vergrößert. *a* = Primäre Zellwand (Mittelschicht). *b* = Sekundäre Verdickungsschicht. *c* = Torus eines Hofstüpfels. *d* = Porus eines Hofstüpfels. (Nach Sigmund.)

Scheidewände siebartig durchlöchert und die gewöhnlich nur im Bast zu finden sind). Außer diesen Gefäßbündeln besteht das Holz wesentlich nur aus Holzfasern; Holzparenchym und Markstrahlen fehlen.

Etwas anderes ist „intraxyläres Siebgewebe“: siebröhrenhaltiges Gewebe findet sich innerhalb des Holzkörpers, also an der Grenze zwischen Mark und Holz.

¹⁾ Früh[jahrs]holz oder Weitholz: der im Frühjahr gebildete innere Teil des Jahresringes mit weitlumigen Zellen; Spät- oder Engholz = Sommerholz + Herbstholz: der später gebildete äußere Teil des Jahresringes mit englumigen Elementen.

Die im Bestimmungsschlüssel angegebenen Merkmale gelten in erster Linie für das Holz der Stämme und Zweige. Hat man Wurzelholz zu bestimmen, so muß man berücksichtigen, daß dieses in der Regel folgende allgemeine Abweichungen gegenüber jenem aufweist: Die Reservestoffspeichernden Gewebe treten stärker hervor, die Festigungsgewebe dagegen zurück; die Gefäße sind meist weiter, ihre Schraubenstreifung oft schwächer.

O. G. Petersens Holzbestimmungsschlüssel. Nadelbäume.

Gefäße fehlen (außer im primären — dem Mark zunächst gelegenen — Holz).

A. Die Tracheiden mit schraubenförmiger Verdickung. Eibe (*Taxus baccata* L.)

B. Die Tracheiden ohne schraubenförmige Verdickung.

a. Alle Markstrahlelemente parenchymatisch.

α. Die höheren Markstrahlen bis etwa $\frac{1}{6}$ mm hoch Wacholder (*Juniperus communis* L.).

Die höheren Markstrahlen bis etwa $\frac{1}{2}$ mm hoch. Edeltanne (*Abies pectinata* Carr).

b. Die Markstrahlen bestehen teils aus parenchymatischen, teils aus tracheidalen Elementen.

α. Die Markstrahlzellen haben in jedem Kreuzungsfelde mit einer Tracheide 1 großen Tüpfel. Kiefer, Föhre (*Pinus silvestris* L.) und Zwergkiefer, *Pinus montana* Mill.).

β. Die Markstrahlzellen haben in jedem Kreuzungsfelde mit einer Tracheide einen oder mehrere kleine Tüpfel. Fichte, Rottanne (*Picea*) und Lärche (*Larix*).

Zweikeimblättrige Holzpflanzen.

Gefäße vorhanden.

A. Einfache Gefäßdurchbrechung.

A₁. Interxyläre Gruppen von Siebgewebe (Gefäßbündel im sekundären Holze zerstreut).

a. Die Gefäßbündel im Querschnitt mehr regelmäßig geformt, meist kreis- oder pilzförmig. *Halymus portulacoides* Wallr.

b. Die Gefäßbündel sehr unregelmäßig geformt, in der Regel kleiner. *Suaeda fruticosa* Forsk.

A₂. Das Holz nicht von Siebgewebe unterbrochen.

a. Das Festigungsgewebe von Elementen gebildet, die im Querschnitt vollständig bastähnlich sind, mit oft fast punktförmigem Lumen. Gefäßglieder und Holzparenchym fast gleich in Form und Größe. Mistel (*Viscum album* L.). (Forts. folgt.)

Ausziehbare Gefäßbündel u. Zentralzylinder. Die Bruchflächen, die durch Abreißen grüner, unverholzter Sprosse und Blattstiele entstehen, sind bei den meisten Pflanzen mehr oder minder eben, nur in einzelnen Fällen (bei *Stellaria*- und *Plantago*-Arten, *Cirsium palustre*, *Leontodon* u. a.) ragen aus der Bruchfläche faserige Gebilde oft mehrere Millimeter weit heraus. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß es sich hiebei bei *Stellaria* um den Zentralzylinder, bei den übrigen Pflanzen um Fibrovasalbündel¹⁾ handelt. Dieses Verhalten erscheint zunächst auffallend, bei weiterer Überlegung kommt man aber zu dem Ergebnisse, das eigentlich von vornherein zu erwarten ist, daß pflanzliche Gebilde, die aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt sind (primäre Rinde, Stereom, Gefäßbündel, Mark), nicht an einer Fläche abreißen, sondern daß die einzelnen Elemente jeweils an ihren schwächsten Stellen, die naturgemäß nicht in einer Höhe liegen, abreißen werden. Demnach wird eine ebene Bruchfläche, wie wir sie bei den meisten Sprossen und Blattstielen finden, darauf zurückzuführen sein, daß die einzelnen Elemente des Organs in dessen Längsrichtung derart gegeneinander versteift sind, daß sie einem Herausziehen Widerstand leisten und so zu einem glatten Abreißen des Organs in einer Ebene führen. Die Richtigkeit dieser Auffassung findet ihre Bestätigung in dem Ergebnisse der Untersuchungen des Verfassers, aus denen sich ergibt, daß gerade bei den oben angegebenen Pflanzen und nur bei diesen die Fibrovasalbündel und Zentralzylinder mit dem sie umgebenden Rinden- und Grundparenchym tatsächlich in sehr losem Zusammenhang stehen. Zunächst ist die Kontur der Querschnitte der Fibrovasalbündel bzw. des Zentralzylinders nahezu kreisförmig und frei von einspringenden Winkeln, der Umfang daher kleiner als bei allen anderen Querschnittformen, so daß die Berührungsfläche mit dem umgebenden Gewebe ein Minimum bildet. Weiter sind die Bündel und der Zentralzylinder allseits von einem besonders an der Peripherie aus dickwandigen, englumigen Zellen aufgebauten Stereom umgeben, das an der Peripherie unvermittelt in die großen, sehr dünnwandigen Zellen der Bündel- bzw. Zylinderscheide übergeht. Überdies zeigt die Mehrzahl der radialen Wände der Scheidenzellen im inneren Drittel oder in der Hälfte des Radius eine mit starker Vergrößerung deutlich erkennbare Schwächung, in einzelnen Fällen sogar feine, allerdings nur mit Immersionsobjektiven feststellbare Tüpfel. Da nun nach den Gesetzen der Festigkeitslehre bei schroffen Querschnittänderungen, wie sie hier beim Übergang vom

Stereom zur Scheide vorhanden sind, an sich schon eine Neigung zum Bruche besteht, die im vorliegenden Falle durch die Querschnittform und die Verschwächung der radialen Wände noch beträchtlich erhöht wird, hat tatsächlich einerseits das leichte Herausziehen der Bündel und des Zentralzylinders bei den mehrfach erwähnten Pflanzen und andererseits das Auftreten glatter Bruchflächen bei den übrigen Pflanzen, bei denen die Bündel in der Längsrichtung gegen das Grundgewebe versteift sind, seinen Grund in den oben angegebenen Besonderheiten des anatomischen Baues.

Für die Untersuchungen wurde Alkoholmaterial verwendet, das vor dem Schneiden auf 24 Stunden in ein Gemisch von gleichen Teilen Alkohol, Wasser und Glycerin gelegt wurde; dadurch konnten bei Verwendung eines sehr scharfen Messers und bei entsprechender Sorgfalt in der Regel von Hand aus genügend dünne Querschnitte hergestellt werden, die, wie es für die Untersuchung von pflanzlichen Membranen überhaupt vorzuziehen ist, ungefärbt in Glyceringelatine eingeschlossen wurden. Die Schnitte müssen aber, damit die wesentlichen Einzelheiten erkennbar sind, sehr dünn und zart sein und genau senkrecht auf die Achse des Organes geführt werden; wenn dies von Hand aus nicht gelingt, ist Einbettung in Paraffin und Schneiden mit dem Mikrotom erforderlich.

Dr. R. Baecker.

Zum mikrochemischen Nachweis löslicher Oxalate oder freier Oxalsäure brachte Augusto C. Scala (Rev. Museo La Plata XXV, 1921, S. 343f.) Kobaltnitrat in 1% Lösung zur Anwendung. In der Kälte erzeugt das Reagens nach 1—2 Minuten in den Zellen einen mehr oder weniger reichlichen Niederschlag weißer Farbe aus prismatischen, einzelnen oder zu Drusen gehäuften Kristallen. Im Gegensatz zu dem sonst gern verwandten Silbernitrat soll das Reagens nicht etwa sonst vorhandene Salze der Wein-, Zitronen- und Apfelsäure fällen.

Dr. P. Pfeiffer.

Perithezienbildung bei *Aspergillus oryzae* gelang H. Zikes (Centralbl. f. Bakt., LVI, II. Abt., 1922, S. 339f.) nach mehrjähriger Züchtung auf zuckerreichen Nährböden endlich auf einem neuen aus 1 g Asparagin, ½ g saurem Kaliumphosphat, ¼ g Magnesiumsulfat und 7½ g Saccharose auf 100 Teile Wasser. Es sei bemerkt, daß zuerst N. Bezsonof (Centralbl. f. Bakt. L, Abt. II, 1920, S. 444f.) saccharosehaltige Nährböden vorgeschlagen hatte.

Dr. P. Pfeiffer.

Zur Reinigung von Objektträgern und Deckgläsern, die bei Dunkelfelduntersuchungen besonders sorgfältig erfolgen muß, gibt S. H. Gage (Transact. Amer. Microsc. Soc. XLI, 1922, S. 56f.) eine Abänderung der Stittchen Reinigungsmethode an. 5 g gepulvertes Bon Ami müssen mit 100 cm³ Wasser gut durchgeschüttelt werden. Neue Gläser werden in die Mischung völlig eingetaucht und zum Abtrocknen auf Fließpapier gestellt, gebrauchte

¹⁾ Als Fibrovasalbündel bezeichnet man die Gefäßbündel samt den ihnen unmittelbar anliegenden Stereomsträngen (d. i. das mechanische Gewebe), also eine topographische, keine physiologische Einheit.

sollen erst in anderer Weise vorgereinigt werden. Gebrauchte Objektträger können zuvor mit heißem Wasser abgewaschen werden, Deckgläser mit Chromschwefelsäure. Zum endgültigen Gebrauch reibt man mit einem sauberen Gazestück ab. Dr. Pfeiffer.

In der Sitzung der Deutsch. Bot. Gesellsch. v. 27. Okt. 1922 trug Hildegard Reichle über ihre im Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Berlin angestellten **Injektions-Versuche mit Gewebebrei und Gewebesäften** vor. Die Blattstiele oder Stengel verschiedener Pflanzen wurden mit der Basis in die Preßsäfte der betreffenden Pflanzen getaucht. Dann wurde entweder durch eine Wasserstrahlluftpumpe die Luft aus den Interzellularen gesaugt, so daß nach Abstellen des Vakuums die Preßsäfte in die Interzellularen hineingedrückt wurden; in anderen Fällen wurden die Preßsäfte mit der Injektionspritze eingespritzt. Es zeigte sich nunmehr als Ergebnis, daß die an die injizierten Interzellularen angrenzenden Zellen zu lebhafter Teilung veranlaßt wurden, wobei die neu auftretenden Wände sich senkrecht zur Richtung des von den Gewebepartikelchen oder den Ausfällungen des eintrocknenden Gewebesafes ausgehenden Reizes einstellten. Häufig kam es auch zur Bildung von haarähnlichen Kallusschläuchen, die sich z. B. in den Interzellularen von *Nymphaea* um die inneren Haare herumrankten. Diese Beobachtungen liefern einen neuen Beweis für die Existenz von teilungserregenden Nekrohormonen, über die bereits eine Anzahl Arbeiten von Prof. Haberlandt vorliegen.

Dr. Schürhoff.

Auf die **Züchtung räuberischer Fadenwürmer**, insbesondere der Gattung *Mononchus*, zur Bekämpfung der Wurzelschädlinge unter den Nematoden hat als erster Cobb 1917 hingewiesen. Die Nahrungsaufnahme von *Mononchus papillatus* Bast. und andern freilebenden Nematoden hat Menzel 1920 (in den Verh. d. Naturf. Ges. Basel) näher beschrieben. Nun erscheint ein neuer Beitrag zur Lebensgeschichte dieser Art von dem unsern Lesern wohlbekannten Nematodenforscher G. Steiner (mit Helen Heinly in Journal of the Washington Academy of Sciences, XII 16, 1922). Die von andern Autoren angewandte Kultur auf Agar bewährte sich nicht, hingegen gelang es, die genannte Art in Wassertropfen auf hohlgeschliffenen Objektträgern bei Erdzusatz 18 Wochen und in sterilisierten Glasröhrchen mit sterilisierter Bodenaufschwemmung noch länger am Leben zu erhalten und ihre Lebensweise bis in alle Einzelheiten zu erforschen. Die Mononchen sind Hermaphroditen und auch daher zur praktischen Bekämpfung von Schädlingen, z. B. aus den Gattungen *Heterodera* und *Rhabditis* besonders geeignet. Größere Beutetiere werden seitlich gepackt und ausgesogen, kleinere oft ganz verschlungen. Dabei kommt es freilich vor, daß sich diese durch die Haut des Räubers hindurch wieder befreien und diesen dadurch töten. Außer

durch die Vertilgung schädlicher Nematoden können gewisse Bodennematoden auch durch Verzehren (andrerseits auch durch Verbreiten) von Bakterien, Pilzen und Protozoen, durch Humusbereitung und Durchlüftung des Bodens praktische Bedeutung gewinnen. H. Gams.

Eine einfache Färbungsmethode für Bakterien sporen. Das meist zur Sporendarstellung verwendete Verfahren von Möller krankt an dem Übelstand, daß die Dauer der Beizung für jede Bakterienart besonders ausprobiert werden muß; sie schwankt nach den einschlägigen Vorschriften zwischen 5 Sek. und 10 Min. Um dem zu entgehen, empfiehlt E. Fraenkell (Centralbl. f. Bakteriologie. I. Bd. 89, Heft 4/5, S. 106), die Beizung in der Hitze vorzunehmen. Die neue Vorschrift wäre dann folgende: Den lufttrockenen Objektträger 3—4mal durch die Bunsenflamme ziehen, mit Beize (5%igem Karbolwasser oder 20%iger Tanninlösung oder einer Mischung gleicher Teile einer 10%igen Kaliumbichromatlösung mit einer 5%igen Chromsäurelösung) übergießen, über dem Sparbrenner mehrmals in kurzen Zeitabständen bis zum Blasenwerfen erhitzen, abspülen mit dest. Wasser, abtrocknen mit Fließpapier, färben mit Ziehlichem Karbolfuchsin unter 1—2maligem Aufkochen der Farblösung, entfärben mit 5%iger Schwefelsäure, abspülen mit Wasser und schließlich nachfärben mit stark verdünntem wässrigem Methylenblau, abspülen und trocknen. Das Spritzen der Farblösung beim Erhitzen über der Flamme kann dadurch mit Sicherheit vermieden werden, daß man den Objektträger mit einem Streifen Fließpapier bedeckt und auf dieses die Färbeflüssigkeit gießt. O. Arnbeck.

Über Eisenbakterien und ihre Beziehungen zu den Algen handelt N. Chokolodnyj (Ber. Deutsch. Bot. Ges. XLIX, 1922), wobei er speziell die mutmaßliche Symbiose der als neue Eisenbakterie beschriebenen *Sideromonas confervarum*, die wohl in Naumanns Gattung *Siderotheca* zu stellen ist, mit einer *Conferva* untersucht, die so innig scheint, daß diese als Gallertklumpen erscheinenden Doppelwesen von Kützing als Gattung *Psichorium* beschrieben worden sind. Ähnliche Symbiosen scheinen auch bei andern Eisenbakterien vorzukommen. H. Gams.

Über Chitinreaktionen bei pflanzlichen und tierischen Geweben und ihre Beziehungen berichtet P. Schulze (Biol. Zentralbl. XLII, 1922, S. 388f.). Die Gewebe werden im Dunkeln in einem gut gegen Licht abschließenden Gefäß bis zur Bleichung 24 Stunden oder länger mit Diaphanol behandelt, dann sorgfältig ausgewaschen und mit Chlorzinkjodlösung betupft. Die dadurch auftretende Violett-färbung des Chitins wird zuweilen erst nach Abspülen mit Wasser deutlich. Um eine Verwechslung mit Zellulose oder Tunicin zu vermeiden, soll ein anderer Abschnitt des gebleichten Gewebes mit Jodjodkalium und Schwefelsäure behandelt werden, wodurch diese Stoffe blau gefärbt werden, Chitin aber unverändert bleibt. Dr. Pfeiffer.

Das Laboratorium des Mikroskopikers

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Wir veröffentlichen in diesem Beiblatt, das in zwangloser Folge erscheint, Beschreibungen neuer Apparate und Instrumente für sämtliche Zweige der Mikroskopie, um dadurch einen dauernden Überblick über die Fortschritte der Apparate-technik zu geben. Ebenso bringen wir hier Anleitungen zur Selbstanfertigung mikrotechnischer Hilfsapparate, um unsern Lesern die Vervollständigung ihrer Apparatur auf dem billigsten Wege zu ermöglichen.

Selbsterstellung eines brauchbaren Mikroskops.

Von O. Neumann.

Wie viele Naturfreunde unter jung und alt hegen wohl den heißen Wunsch, ein Mikroskop zu besitzen, um sich durch Beschäftigung mit den wundersamen Schönheiten des Kleinsten auf Erden erhebende Feierstunden zu verschaffen, um in die Feinheiten des inneren Baues von Pflanze und Tier einen Einblick tun zu können, um Kenntnisse zu erwerben oder zu erweitern, um sich abzulenken vom Alltag des Lebens. Und wie mancher Lehrer an wenig bemittelten Schulen fühlt bei der heutigen Auffassung des naturgeschichtlichen Unterrichts das schmerzliche Verlangen, seine Kinder einmal mit eigenen Augen schauen zu lassen, was er ihnen bisher mit Worten nahebringen versuchte.

Wer in der Lage ist, diesen Wunsch durch den Kauf eines Mikroskops zu befriedigen, darf sich glücklich schätzen; es sind heute wohl die wenigsten. Auch mir fehlte das nötige Kleingeld, um ein solches Instrument zu erstehen. Kataloge aber habe ich mir von einigen Firmen kommen lassen und sie eifrig studiert. Lange Jahre lese ich den „Mikrokosmos“; zuerst immer in der stillen Hoffnung, doch einmal in die Lage zu kommen, daß ich mir ein Mikroskop würde anschaffen können. Diese Hoffnung ist heute natürlich längst dahin. Es blieb mir nichts mehr weiter übrig, als aus Zigarrenkistenbrettchen, Pappröhren und einigen Linsen selbst ein Mikroskop zusammenzubauen.

Ich hatte mir dazu ein Heftchen: „Wie verfertige ich ein Mikroskop?“ kommen lassen und daraus wenigstens gelernt, wie man es nicht machen soll. Das danach gebaute Instrument würde einem 12jährigen Jungen wohl etwas Mühe, aber keine Freude bereiten, dazu ist es zu einfach und vor allem zu wenig stabil. Ich verfiel infolgedessen ins Gegenteil, und so wurde denn mein erstes Mikroskop vor lauter Stabilität so plump und unbeholfen, daß es mich trotz seiner Brauchbarkeit nicht befriedigte. So baute ich mir also ein neues. In seiner äußeren Form bildete ich es dem Kosmosmikroskop Modell C nach, versah es mit Zahn und Trieb und Umlegegelenk, mit verstellbarem Spiegel und Kondensator, mit Blenden und allem Zubehör und habe nun meine helle Freude an dem wirklich reizenden

Instrument. Durch Einbau mehrerer Linsen in das Objektiv erreichte ich bis 20fache Vergrößerung gute und klare Bilder, so daß mein Mikroskop recht brauchbar ist und so manchen Zweck erfüllt. Darum will ich zu Nutz und Frommen aller, die sich in meiner Lage befinden, im folgenden durch Bild und Wort Anleitung geben, das Mikroskop nachzubauen.

Die Hauptaufgabe des Mikroskops, nämlich die vergrößerte Darstellung der zu betrachtenden Objekte in klaren Bildern, hat natürlich der optische Teil: der Tubus mit Objektiv und Okular. Die Objektive eines Mikroskops sind stets aus mehreren Linsen verschiedener Glasarten zusammengesetzt und äußerst genau gearbeitet. Sie sollen in jeder Beziehung einwandfreie Bilder liefern, die frei sind von Farb- und Zeichnungsfehlern, sie sollen möglichst viel Licht durchlassen, damit die Bilder hell genug werden usw. Infolgedessen sind die Objektive sehr teuer, oft sind sie das Teuerste des ganzen Mikroskops. Auch an die Okulare werden hohe Anforderungen gestellt. Sie sollen die vom Objektiv entworfenen Bilder vergrößern und in ihrer Wirkung das Objektiv ergänzen. Die Okulare sind aus mindestens 2 Linsen zusammengesetzt: einer größeren, schwächeren (Kollektivlinse) und einer kleineren, schärferen (Augenlinse). Zwischen ihnen ist eine Blende angebracht, welche das Sehfeld scharf abgrenzt.

Wir wollen jedoch an den optischen Teil unsers Mikroskops keine derartig hohen Ansprüche stellen, sondern uns begnügen, wenn unsere Linsen uns zeigen, was wir sehen wollen. Ob das Bild mit winzigen farbigen Rändern versehen, und ob es nach dem Rande zu ein wenig verzeichnet ist, das soll uns nicht stören. Soviel es möglich ist, werden wir diese Fehler durch Abblenden der Randstrahlen beseitigen. Wir brauchen also für unser Objektiv eine gute, kräftige Linse mit etwa 5—10 mm Brennweite, und als Okular eine schwächere mit 30—50 mm Brennweite. Damit können wir uns begnügen. Ich habe mir so geholfen, daß ich mir von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos das Okular Nr. 5 (Huygenssches Okular, Fabrikat Winkel) schicken ließ. Dadurch hatte ich gleich beide Linsen, obendrein in guter Fassung. Das ist sehr empfehlenswert. Die Geschäfts-

stelle wird gern auf Anfrage den jeweiligen Preis mitteilen. Es ist dies die einzige nennenswerte Ausgabe, die wir machen müssen; denn alles andere soll durch unsere eigene Arbeit entstehen. Die Ausgabe macht sich aber durch die Freude an unserm Mikroskop reichlich bezahlt. Es können natürlich auch die starken Okulare anderer Firmen verwendet werden, z. B. Leitz V, Seibert 4, oder Voigtländer 4. Die beiden Linsen werden abgeschraubt, die Blende im Innern wird gelockert und vorsichtig herausgestoßen; darauf wird die kleine Linse wieder aufgeschraubt, und unser Objektiv ist fertig. Die große, schwächere Linse benutzen wir als Okular. So hätten wir denn die Hauptfrage bereits gelöst.

Nun aber beginnt unsere eigentliche Arbeit. Wir wollen zunächst den **T u b u s** anfertigen.

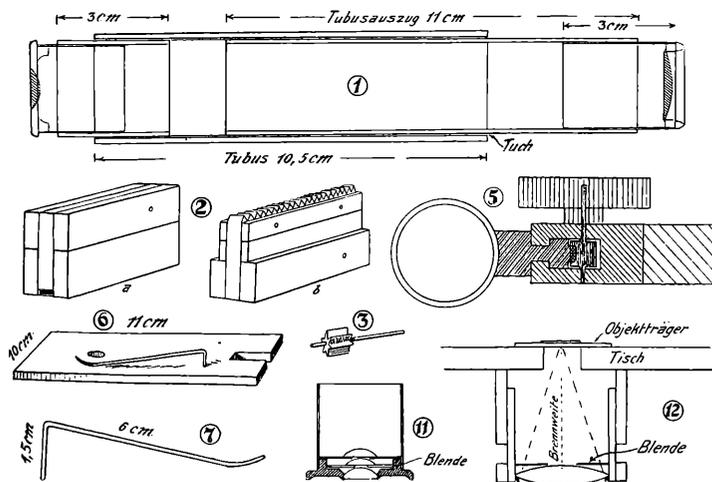


Abb. 1. Tubus (nat. Gr.). 2. a u. b. Anfertigung der Zahnstange. 3. Triebrädchen. 5. Querschnitt durch die Triebvorrichtung. 6. Objektstisch. 7. Objektklammer. 11. Objektiv. 12. Kondensator.

Diesen stellen wir aus zwei Papprollen zusammen, und zwar so, daß die innere, der Tubusauszug, in der äußeren leicht verschiebbar ist, aber doch in jeder Lage darin festen Halt hat. Die innere Weite des Tubusauszuges nehmen wir so, daß unser gekauftes Okular darin paßt; wir können dann auch andere Mikroskopokulare für unser Instrument verwenden. Als Maßstab für diese Innenweite stellen wir uns eine 15—16 cm lange Papierrolle her, indem wir um einen runden Bleistift soviel altes Zeichenpapier oder alte Schreibheftdeckel (kein Zeitungspapier, das ist zu weich) recht fest und glatt herumwickeln, bis diese Rolle genau die Stärke wie die Metallhülse unsers Okulars hat. Zur Probe legen wir einen Heftdeckel fest herum und lassen ein Ende etwa 3 cm überstehen. Wenn unser Okular in die so entstandene Öffnung paßt, ist es gut; wir kleben dann das Ende der Wicklung fest. Andernfalls berichtigen wir die Rolle erst, indem wir etwas Papier dazu- oder abwickeln.

Nun brauchen wir für den Tubusauszug 2, und für den Tubus 4—5 Deckel von alten

Schreibheften (Format etwa $17\frac{1}{2} \times 22$ cm), die Etiketts entfernen wir durch vorsichtiges Abweichen. Wer im Besitz von Aktendeckeln (deren Format ist etwa 35×45 cm) ist, kann auch diese verwenden, er braucht dann nicht so oft zu stücken. Da unsere Okularhülse etwa 2,3 cm Durchmesser hat und wir dem Tubusauszug bei 16 cm Länge 4—5 Lagen geben wollen, so brauchen wir eine Fläche von $2,3 \times \pi \times 5 =$ rund 40 cm Länge und 16 cm Breite, das sind grade 2 Heftdeckel, mit der schmalen Seite aneinandergelegt (oder ein 16 cm breiter Streifen längs vom Aktendeckel abgeschnitten). Nun messen wir an einer Schmalseite eines Deckels einen Streifen von 7,5 cm Breite ab und bestreichen den übrigen Teil mit Dextrin. Diesen Deckel wickeln wir, mit dem trockenen Streifen zuerst, um die obige Rolle fest und glatt herum, indem wir darauf achten, daß die Ränder an den Seiten gut übereinander zu liegen kommen. Dazu kleben wir den andern Deckel, nachdem wir ihn ganz mit Dextrin bestrichen haben, jedoch so, daß die beiden Enden nicht auf-, sondern nebeneinander liegen und fest zusammenstoßen. Dann rollen wir das Ganze im Sinne der Wicklung noch mehreremale über den Tisch, damit die Lagen sich gut aneinanderschmiegen, wickeln es in einen großen Bogen Zeitungspapier recht fest ein, knicken dessen überstehende Enden um, damit es sich nicht aufrollt und lassen es bis morgen trocknen. Jedoch nicht in der Sonne oder am Ofen, sonst würde sich die Röhre biegen.

(Inzwischen können wir schon mit den Holzarbeiten beginnen.) Nach dem Trocknen ist der Tubusauszug im Rohbau fertig. Wir probieren an beiden Enden, ob unser Okular darin paßt; dann schieben wir die Röhre wieder auf die Rolle.

Das Ganze soll uns gleich als Innenmaß für das äußere Tubusrohr dienen. Den Tubus wollen wir zunächst 12 cm lang machen und schneiden uns entsprechend breite Streifen zurecht. Dies Rohr muß etwas kräftiger gebaut sein als der Auszug, wir geben ihm deshalb 7—8 Lagen. Die Gesamtlänge der zugeschnittenen 12 cm breiten Streifen muß also etwa 80 cm betragen. Außerdem wollen wir den Tubus innen mit dichtem, dunklem Tuch auspolstern. Dadurch erreichen wir ein ruhiges Gleiten des Auszuges und einen festen Halt desselben und verhindern das Abfasern der Papprollen, was uns stets die Linsen innen verstauben würde. Den Tuchstreifen schneiden wir ebenfalls 12 cm breit und so lang, daß er einmal um den Tubusauszug herumreicht. Dann kleben wir ihn quer auf einen unserer zugeschnittenen Heftdeckel, so daß drei Rän-

der gut aufeinanderzuliegen kommen. Der Klebstoff darf jedoch nicht das Tuch durchdringen. Darauf wird der Tubus genau wie vorhin der Auszug zusammengeklebt, mit dem Tuch nach innen, und trocken lassen.

Nachdem der Tubus trocken ist, geht es ans Zuschneiden der Pappröhren. Der Schnitt muß glatt und sauber mit einem scharfen Messer ausgeführt werden, und die entstandenen Ränder sollen genau senkrecht zur Röhrenachse liegen. Letzteres erreichen wir leicht auf folgende Weise. Wir schieben beide Röhren bis an das eine Ende der Rolle vor, legen ein Blatt Papier so herum, daß sein Rand da, wo wir abschneiden wollen, sauber übereinander liegt, und schneiden nun an diesem Rande die beiden Röhren ringsherum zusammen ab. Den Tubusauszug machen wir zunächst 14 cm, den Tubus 10,5 oder 11 cm lang. Dann ziehen wir den Tubus herunter und schneiden vom Auszug noch ein Röhrchen von 3 cm ab. Der Tubusauszug hat nun eine Länge von 11 cm; das kleine Röhrchen brauchen wir als Objektiv-einsatz. Fasern und Unebenheiten an den Schnittflächen beseitigen wir mit Schmirgelpapier. Wir legen den Schmirgelbogen flach auf den Tisch und bewegen darauf die Röhren in senkrechter Haltung im Kreise herum.

Nun können wir nach Abb. 1 unsern Tubus zusammensetzen. Nur die große Linse, die wir oben als Okular benutzen wollen, hat noch keinen Halt. Dazu könnten wir einen Pappstreifen in die obere Öffnung des Auszuges einkleben. Besser ist aber, wir schneiden aus einer alten Konservendbüchse einen Blechstreifen von $3 \times 7,2$ cm, biegen ihn zu einem Röhrchen zusammen und benutzen dies als Okulareinsatz. Sollte die Linsenfassung zu locker darin sitzen, so umwickeln wir den Gewindeteil der Fassung sauber mit Zwirn oder Papier, bis er im Einsatz festen Halt hat. Damit wäre der optische Teil unseres Instruments in der Hauptsache fertig; über Spiegel, Kondensator usw. unterhalten wir uns später. Die Innenflächen des Tubusauszuges, des Blechringes oben und des Objektiv-einsatzes unten müssen wir noch schwärzen. Mit einem dünnen Anstrich von schwarzer Ausziehtusche geht das sehr gut. Wenn wir es für nötig halten, können wir auch den Objektiv-einsatz im Tubus festkleben, zur Hälfte jedoch, also $1\frac{1}{2}$ cm, lassen wir ihn unten herausragen.

Somit kommen wir nun zur Anfertigung des Stativs. Wenn wir oben gesagt haben, die Hauptaufgabe des Mikroskops habe der optische Teil zu erfüllen, so ist doch die Aufgabe des Stativs nicht weniger wichtig. „Je höher die Vergrößerung steigt, desto unentbehrlicher wird eine präzise, feine Ausarbeitung des mechanischen Teiles am Mikroskop, vor allem eine genaue Zentrierung, so daß die optische

Achse durch den Mittelpunkt sämtlicher Linsen geht, dann ein pünktliches Ineinandergreifen aller Schraubengewinde, ohne sogenannten „toten“ Gang und ohne die geringste Verschiebung des Tubus nach der Seite. Wenn es oft heißt, der optische Teil sei der wertvollere, so geht es hier wie bei einem Gespann (Wagen und Pferd), bei dem eins ohne das andere seinen Zweck nicht zu erfüllen vermag.“¹⁾ Darum wollen wir auch beim Bau unseres Stativs recht sorgfältig arbeiten.

Das Stativ besteht aus vier Teilen: Der

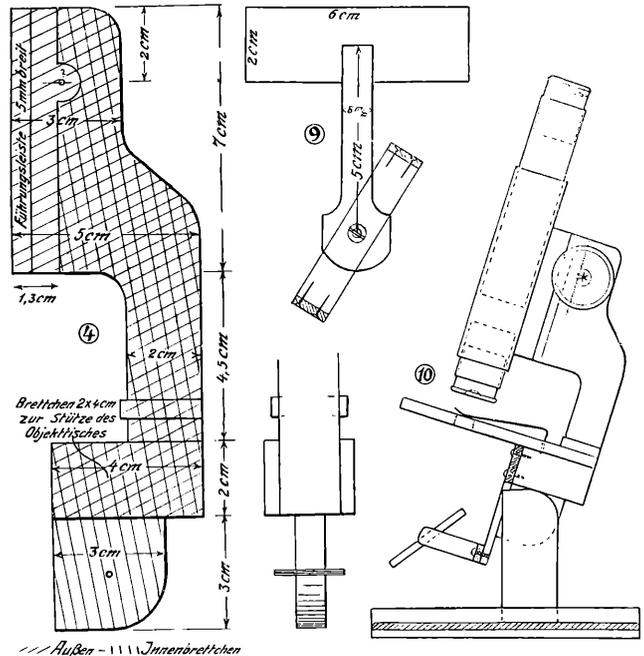


Abb. 4. Tubusträger. 9. Spiegelhalter. 10. Gesamtdarstellung des selbst-erbauten Mikroskops.

Zahnstange, dem Tubusträger mit der Triebvorrichtung, dem Fuß mit Säule und dem Objektischchen. Alle Teile fertigen wir aus Zigarrenkistenholz. Wir nehmen nur gute, feste Brettchen, die sich nicht geworfen haben, d. h. nicht gewölbt sind. Das aufgeklebte Papier kratzen wir am besten mit dem Taschenmesser oder mit Glasscherben ab. Es in Wasser abzuweichen empfiehlt sich nicht, da das Holz sich dann immer verzieht und man viel Mühe aufwenden muß, um es wieder gerade zu bekommen. Als Stärke der Brettchen rechnen wir durchschnittlich 4 mm, bei den Bodenbrettchen 2 mm. Weicht die Stärke um Kleinigkeiten ab, so schadet das nichts.

Beim Zuschneiden der Brettchen müssen wir genau darauf achten, daß wir stets rechte Winkel erhalten, auch an den Schnittflächen; kleine Abweichungen berichtigen wir mit dem Schmirgelpapier. Auch die angegebenen Maße

¹⁾ Sigmund Schertel-Hof, Der Bau des Mikroskops. In: Elementarkurs der Mikroskopie. Stuttgart. Franckh.

wollen wir einigermaßen innehalten; sie sind so gewählt, daß das Instrument nicht plump aussieht und dabei doch genügend stabil ist. Die Hauptsache ist aber, daß alle Stücke gut zueinander passen, dann werden auch die beweglichen Teile in der gewünschten Weise funktionieren. Alle nach außen kommenden Seiten der zugeschnittenen Brettchen schmiegeln wir vor dem Zusammenleimen gut ab. Diese Vorarbeit für das Lackieren oder Polieren des Instruments läßt sich so am bequemsten und saubersten ausführen.

Für das Zusammensetzen und -leimen der einzelnen Brettchen zu den Teilen des Mikroskops folgendes. Würden wir die Brettchen nur leimen, so bestände die Gefahr, daß sie in

der Presse noch etwas verrutschen, so daß das Stück unbrauchbar würde. Um das zu verhüten, bringen wir die Brettchen

erst in die richtige Lage, halten sie so mit der Hand oder im Schraubstock fest und bohren mit dem Drillbohrer 2 oder 3 nicht ganz streichholzstarke Löcher quer durch das ganze Stück.

Durch diese

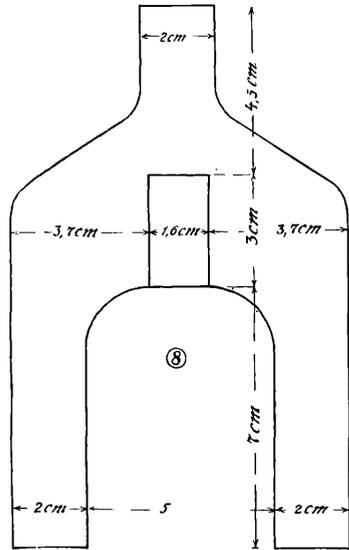


Abb. 8. Der Fuß des Mikroskops.

Löcher schlagen wir gradfaserige Streichhölzchen, deren Kanten wir vorher abgerundet haben; sie halten die Brettchen jetzt in der gegebenen Lage fest. Darauf nehmen wir die Brettchen auseinander, versehen sie mit Leim und stecken jedes wieder an seinen Platz auf die Zapfen zurück; die vorstehenden Enden der Streichhölzchen schneiden wir ab und geben so das Stück in die Presse. Ein Verrutschen ist nun ausgeschlossen. In meiner Bastelpraxis hat sich diese Methode besser bewährt als das Nageln, da hierbei niemals ein Aufspalten der Brettchen eintreten kann, die Zapfen halten die Brettchen besser zusammen, da sie mit eingeleimt werden und stören auch das Aussehen weniger oder gar nicht. Als Klebstoff nehmen wir entweder guten Tischlerleim oder, falls wir damit nicht recht umzugehen wissen, Sydetikon.

Die zusammengeleimten Teile müssen wir nun in einer Presse trocknen lassen, sonst würde sich das Holz verziehen und unsere Mühe wäre vergeblich gewesen. Steht uns

keine Presse zur Verfügung, so legen wir das geleimte Stück auf eine glatte Unterlage (Tischplatte) und türmen einen Stoß schwerer Bücher (oder gut eingewickelter Mauersteine) darüber auf; das preßt ebensogut. Das Trocknen dauert ungefähr 8 bis 10 Stunden.

Die weitere Bearbeitung der Stücke besteht darin, daß wir die Stirnseiten derselben glätten. Der beim Pressen ausgetretene Leim wird entfernt, die Schnittflächen der einzelnen Brettchen werden mit dem Messer einander angeglich, die Rundungen werden gut ausgearbeitet und darauf alles sauber abgeschmiegelt. Wenn hierbei von den ursprünglichen Maßen an gleichgültigen Stellen, z. B. am Fuß oder an der Rückenseite des Tubusträgers usw. 1 oder auch 2 mm verschwinden, so schadet das durchaus nichts. Die wichtigen Stellen aber, wie die Gleitflächen der Triebvorrichtung und die Teile des Umlegegelenks, lassen wir ganz ungeschoren. Darum achten wir schon beim Zusammensetzen der Brettchen darauf, daß hier ja alles in Ordnung ist; anderswo ist's nicht so wichtig, weil wir da noch ruhig nacharbeiten können. — Dies alles im voraus und nun an die Arbeit.

Zunächst fertigen wir nach Abb. 2 die Zahnstange an. Das mittlere Stück (2,2 × 7 cm) schneiden wir aus dem härtesten Brettchen, das wir haben, und zwar so, daß die Fasern quer verlaufen. An der einen Längsseite wollen wir nämlich die Zähne einschneiden, in welche das Triebrädchen (Abb. 3) eingreifen soll; bei Längsfaserung würde uns das nicht gelingen. Wie weit auseinander wir die Zahnchen nehmen müssen, messen wir uns am Triebad aus. Wir können auch das Rädchen mit entsprechendem Druck über die Längsseite des Brettchens entlangrollen, so daß die Zahnchen sich eindrücken. Darauf werden die Zähne mit scharfem Messer sauber und regelmäßig eingeschnitten; nicht zu flach, sonst greift das Rädchen nicht, nicht zu tief, sonst legen sie sich leicht um. (Nach meiner Erfahrung genügen die hölzernen Zahnchen vollkommen. Wer ein übriges tun will, feile sich aus einer Messingstange oder auch aus einem entsprechend langen, 3—4 mm breiten vierkantigen Nagel eine metallene Zahnstange. Diese wird mit einem feinen Drillbohrer an 2 oder 3 Stellen durchbohrt und statt der Holzzähnelung auf die Längskante des Brettchens festgeleimt und -gepinnt.) Nun schneiden wir genau zu: 2 Leisten 10 mm breit, 2 Leisten 12 mm breit und 4 Leisten 5 mm breit, Länge bei allen 7 cm, die letzteren 4 aus Bodenholz. Wir befestigen zunächst die beiden 10 mm breiten Leisten; sie müssen überall 12 mm von den Zahnkämmen entfernt sein. Dazu sollen uns die beiden 12 mm breiten Stückchen verhelfen. Das gezähnte Brettchen wird mit den Zähnen nach unten auf den Tisch gesetzt, rechts und links die beiden Hilfsleisten fest angedrückt und darüber dann die beiden 10 mm breiten Leisten mit dem Zahnbrettchen verzapft und verleimt (Abb. 2a).

(Schluß folgt.)

Das Mikroskop im Unterricht

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Wir veröffentlichen in diesem Beiblatt, das in zwangloser Folge erscheint, Aufsätze über die Methodik und Technik der Mikroskopie in der Schule, die dem Lehrer Anregung praktischer Art geben und die Schüler zu eigenen Versuchen und Beobachtungen im Sinne des Arbeitsgedankens veranlassen sollen.

Die Beobachtung lebender Objekte im tierkundlichen Schulunterricht.

Von Seminarprorektor Dr. **Brohmer**.

Biologie heißt Lehre vom Leben. Wird aber im biologischen Schulunterricht wirklich vom Leben gehandelt? Ich glaube, oft wird „statt der lebendigen Natur“ „nur Tiergeripp' und Totenbein“ geboten, statt der Lebenserscheinungen nur die Gestaltungen der Lebewesen und außerdem noch Fragen ökologischer Art. Kurz, die physiologische Seite der biologischen Betrachtung wird im Schulunterricht stiefmütterlich behandelt, und das halte ich aus allgemeinemethodischen Erwägungen für sehr nachteilig. Erstlich kann man ökologische Erörterungen eigentlich nur vornehmen, wenn die beiden Begriffe, die in Beziehung gesetzt werden sollen — nämlich Körperbau und Lebensweise — an und für sich schon bekannt sind; sucht man solche Beziehungen festzustellen, ehe die Lebenstätigkeiten genau erkannt sind, so werden solche Betrachtungen leicht zu oberflächlicher Phrasendrescherei, wie man das nicht selten im Schulunterricht beobachten kann; die Schüler erklären vieles als „Anpassung“ oder als „Schutzfarbe“, ohne gründlich zu untersuchen, ohne den Inhalt dieser Schlagworte recht zu kennen. — Zweitens kann man gegen die Vernachlässigung der Physiologie anführen, daß doch das Endziel der biologischen Forschung die Erkenntnis vom Wesen des Lebens ist, und daß auch die Schule den Forschungsweg, der zum Endziel führt, wenigstens zeigen soll; das kann sie aber nur, wenn sie die Lebenstätigkeiten der Tiere und Pflanzen eingehend untersuchen läßt, also auch die Physiologie gebührend berücksichtigt. Gemäß dem Grundgedanken des Arbeitsunterrichts ist es also notwendig,

daß der Schüler die Lebensvorgänge selbst beobachtet, und es sollen hier einige Fingerzeige gegeben werden, wie sich diese Forderung unter einfachen Verhältnissen durchführen läßt.

Die Grunderscheinungen des Lebens spielen sich in der Zelle ab; wenn man also

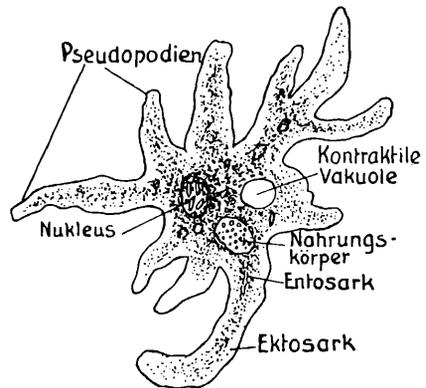


Abb. 1. *Amoeba proteus*.

ein Verständnis der verwickelten Lebens-tätigkeiten eines höheren Organismus erzielen will, dann muß man den Unterricht mit den einzelligen Tieren beginnen. Dieser Satz darf aber nicht so verstanden werden, als verlangte ich, daß im ersten Naturgeschichtsunterricht, der etwa neunjährigen Volksschülern erteilt wird, mit den Ur-tieren angefangen wird, nein, sie sollen die ihnen nächststehenden Tiere betrachten; wenn jedoch in der Oberstufe der Volksschule oder in einer Mittelklasse einer höheren Lehranstalt die niederen Tiere dem Lehrplan nach behandelt werden müssen, dann gehe man nicht von oben nach unten,

sondern von unten nach oben.¹⁾ Den Anfang dieses Abschnittes der Zoologie bildet also das Wechseltierchen oder die Amöbe. Kulturen mit diesen einfachsten aller Lebewesen sind leicht herzustellen; man braucht nur eine Handvoll Heu oder Stroh mit Fluß- oder Sumpfwasser zu übergießen, und nach einigen Tagen wird man in der Kahmhaut des Aufgusses Amöben finden. (Vorschläge zur genaueren Unter-

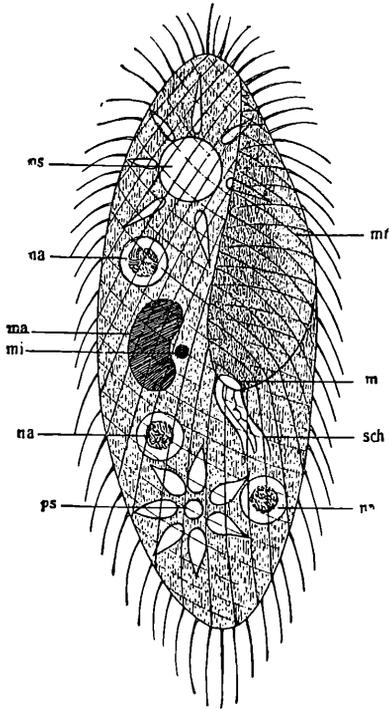


Abb. 2. Pantoffeltierchen, stark vergrößert. *mf* = Mundfeld, *m* = Mund, *sch* = Schlund, *na* = Nahrungsballen, *ps* = pulsierendes Bläschen, *ma* = Großkern, *mi* = Kleinkern.

suchung und zur Herstellung von Amöbenkulturen siehe in Schoenichen, Methodik und Technik des naturgeschichtlichen Unterrichts. S. 470.) Man läßt die Tierchen — wie jedes Objekt! — zuerst mit schwächerer, dann mit stärkerer Vergrößerung betrachten. Vor allem soll der Schüler hierbei die einfachste Form der Bewegung, die amöboide, kennen lernen. Nun macht es in einfachen Schulverhält-

¹⁾ Vergl. hierzu meine Schrift „Der Naturgeschichtslehrplan in der Arbeitsschule. Sein Aufbau und seine Durchführung.“ Heft I der Sammlung „Zur Theorie und Praxis der Arbeitsschule.“ Verlag A. W. Zickfeldt in Osterwieck a. Harz. 1922.

nissen allerdings Schwierigkeiten, wenn man jeden Schüler so lange durch das Mikroskop sehen läßt, bis er kennzeichnende Gestaltveränderungen wahrgenommen hat. Man kann sich aber dadurch helfen, daß jeder Schüler sofort das von ihm geschaute Bild an die Tafel zeichnet; dann ergibt sich bald aus den aufeinanderfolgenden Skizzen ein Gesamtbild der Ortsveränderung. Daß solche Faustzeichnungen wenig wissenschaftlichen Wert haben, und daß man in größeren Klassen vielleicht nur die guten Zeichner mit dieser Aufgabe betraut, brauche ich wohl nicht weiter auszuführen.

Kann man beim Wechseltierchen auch noch die Ernährung beobachten, um so besser, gewöhnlich wird es in den einfachen Schulverhältnissen, an die ich denke, nicht der Fall sein. Dagegen kann man die Ernährung der tierischen Zelle leicht beim Pantoffeltierchen (Paramecium) veranschaulichen. Zu diesem Zwecke streut man feinpulverisierten Indigo (natürlichen!) oder Karmin in den Wassertropfen auf dem Objektträger und kann dann mit Hilfe des Mikroskops verfolgen, wie die Nahrungskörperchen in die Mundöffnung gestrudelt werden und im Protoplasma weiterwandern. Damit hat man schon eine elementare Erkenntnis für den Verdauungsvorgang gewonnen, denn auch bei höheren Lebewesen verläuft die Aufnahme der aufgeschlossenen Stoffe vielfach in ähnlicher Weise. So wird es den Schüler auch lebhaft interessieren, wenn er das Glockentierchen (Vorticella) betrachten kann; aber man soll dabei die Belehrungen nicht nur auf den Körperbau beschränken, sondern soll an dem Zusammenziehen des Stieles das Wesen der Muskelkontraktion klarmachen. Dies sind nur einige Beispiele aus der Behandlung der Protozoen; sie zeigen uns, daß dieses Gebiet sehr geeignet ist, die Grundanschauungen über die Lebensvorgänge zu bilden. Später müssen diese Elemente der Naturerkenntnis benutzt werden, um neue Vorstellungen von verwickelten Lebenserscheinungen zu bilden; denn der Schüler lernt ja bei diesen Organismen nicht nur Einzelvorgänge kennen, sondern mit ihnen gewinnt er allgemeine Einblicke in die Kunstwerkstätte des Lebens.

Ähnlich gestaltet sich die Untersuchung des Planktons. Wie leuchten die Augen der Kinder, wenn sie unter dem Mikroskop einen lebenden Wasserfloh (Daphnia,

Abb. 3) betrachten können! Das Tier wird in fast jeder Wasserprobe zu finden sein, die man einem stehenden Gewässer entnimmt. Will man genauere Planktonuntersuchungen

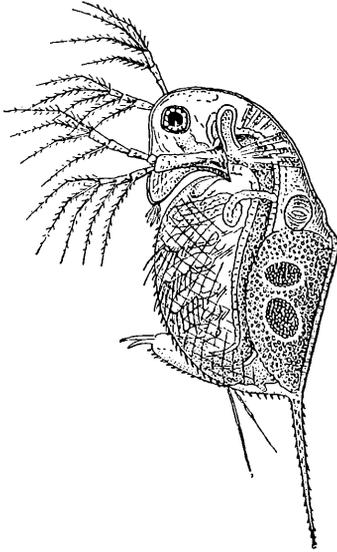


Abb. 3. Wasserfloh.

vornehmen, so muß man die Ratschläge befolgen, die hierüber in dem vortrefflichen Buch von H a n n s G ü n t h e r „Mikroskopie für jedermann“ (Franckhscher Verlag, Stuttgart) enthalten sind. Diesem Werk entnehme ich auch folgenden praktischen Vorschlag: „Um kleine, schnellbewegliche Formen, wie die Wasserflöhe und Hüpferlinge, die gar zu leicht aus dem Gesichtsfeld flüchten, bequem untersuchen zu können, löst man 5 g Quittensamen in 100 cm Wasser und bringt die Organismen in einen Tropfen dieses Quittenschleimes auf einen ausgehöhlten Objektträger. Man kann sich aber auch so helfen, daß man den Wassertropfen auf einen gewöhnlichen Objektträger bringt und ein Deckgläschen auflegt, das Wachsfüßchen besitzt (vgl. Abb. 4). Ein solches Deckglas kann man beliebig andrücken und die darunter befindlichen Organismen in ihrer Bewegung hemmen.“ Am Wasserfloh können allerlei Lebenserscheinungen beobachtet werden, vor allem wird den Schüler die Tätigkeit des Herzens fesseln; wer zum erstenmal sieht, wie sich das Herz zusammenzieht und

wieder ausdehnt und wie dabei die Blutkörper aus- und einströmen, der kann sich von dem Bilde kaum wieder losreißen. Auch mit dieser Einzelerkenntnis erwächst dem Schüler eine allgemeine, nämlich eine Vorstellung vom Blutkreislauf der niederen Tiere; das Blut rollt hier nicht in Gefäßen, sondern in Spalten (Lakunen) des Körpers.

Das klassische Objekt für die Demonstration des Blutkreislaufs der Wirbeltiere war von jeher die Schwimmhaut des Frosches. Diese Beobachtung erfordert allerdings mannigfache Vorbereitungen; der Frosch muß bewegungslos gemacht werden; das geschieht, indem man ihm 0,5 ccm einer 1/60igen Lösung von Curare in den Rückensymphsack einspritzt; dann tritt nach 15 bis 20 Minuten vollständige Lähmung ein. Hierauf bringt man „den Frosch mit dem Rücken nach unten auf eine Korkplatte, die an einer Stelle nahe dem Rande ein etwa 1,5 cm im Durchmesser großes Loch besitzt. Über dem Loch wird die Schwimmhaut zwischen 2. und 3. Zehe mit dünnen Stecknadeln, die schräg eingesteckt werden, festgemacht, so daß sie gut eben liegt. Sie darf dabei nicht zu stark gespannt werden, weil sonst der Kreislauf beeinträchtigt wird. Jetzt feuchtet man die Schwimmhaut mit physiologischer Kochsalzlösung an und hüllt den ganzen Frosch in ein nasses Tuch oder Fließpapier. Die Stelle der Schwimmhaut, die man beobachten will, bedeckt man mit einem Stückchen eines zerbrochenen Deckglases. Nun wird das Präparat auf den Objektisch des Mikroskops gebracht. Die Platte wird auf dem Tisch mit einer Klemme befestigt, und das überragende Stück mit dem Froschkörper wird unterstützt“ (K ü h n, Anleitung zu tierphysiologischen Grundversuchen. Verlag Quelle u. Meyer, Leipzig).

Viel einfacher ist der Blutkreislauf beim Menschen selbst zu beobachten. Man hat nämlich in neuerer Zeit gefunden, daß man

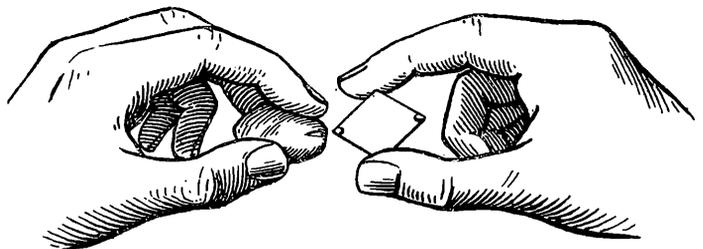


Abb. 4. Entnahme der Wachsfüßchen vom Wachsblock. (Aus „Günther, Mikroskopie für jedermann“.)

die Hautkapillaren in auffallendem Lichte verhältnismäßig leicht untersuchen kann. Einem Aufsatz von Dörries (in der Zeitschrift „Aus der Natur“ 1922, S. 184) entnehme ich folgende Anleitung: „In nächster Nähe des Nagelrandes auf der dorsalen Fingerfläche wird die Haut dort, wo sie in den leblosen Nagelfalz übergeht, mit einem Tropfen durchsichtigen Öls (Immersionsöl, Knochenöl, Glycerin) betupft. Dann legt man den Finger des zu Untersuchenden auf den Objektisch des Mikroskops, wobei es zur Vermeidung von Übermüdigungserscheinungen und Reflexen zweckmäßig ist, eine etwas geneigte Lage des Armes durch Unterlagen neben dem Mikroskop (Bücher, Kasten) herzustellen. Den Finger lege man, damit er in der freien Beleuchtungsöffnung des Mikroskoptisches nicht zu sehr beweglich ist, ebenfalls auf eine Unterlage (Objekträger). Bei auffallendem Licht sucht man alsdann mit dem groben Trieb bei schwacher Vergrößerung die mit Öl betupfte Hautstelle auf und wird nach einigem Suchen die gewünschten Kapillaren ins Gesichtsfeld bekommen. Als Beleuchtung genügt in der Regel helles Tageslicht, doch ist das Ergebnis natürlich besser bei Anwendung künstlichen Lichts, das durch eine Sammellinse konzentriert wird.“

Wir müssen noch einmal zum Wasserfloß zurückkehren; er bietet nämlich noch Gelegenheit zu Beobachtungen anderer Art,

auf die wir aufmerksam machen wollen. Während des Sommers vermehrt sich das Tierchen auf parthenogenetischem Wege, und die Eier entwickeln sich in dem am Rücken gelegenen Brutraum. Man kann dann sehr oft die ersten Furchungsstadien sehen; hat man genügend viele Exemplare zur Verfügung, so kann man die ganze Entwicklung veranschaulichen.

Mit diesen Beispielen muß ich mich begnügen; sie stellen nur eine Auswahl aus der Fülle des Möglichen dar und sollen nur Anregungen für die unterrichtliche Behandlung lebender Objekte geben. Dem Charakter dieser Zeitschrift entsprechend habe ich mich dabei auf Lebewesen bzw. Vorgänge beschränkt, die der mikroskopischen Sichtbarmachung bedürfen. Selbstverständlich wird der Lehrer, der überzeugt ist, daß der Physiologie ein breiterer Raum im Unterricht zu gewähren ist als bisher, auch makroskopische Vorgänge zeigen. Er wird sich jedoch immer sagen müssen, daß es mit der Veranschaulichung allein noch nicht getan ist, sondern daß — getreu dem Grundsatz des großen Karl Ernst von Baer — zur Beobachtung noch die Reflexion kommen muß, um Erkenntnisse zu gewinnen. Jede neue Erkenntnis muß aber als Baustein in das Gebäude eingefügt werden, das das Endziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist: der nach einem einheitlichen Plan geschaffene Tempel der Naturerkenntnis!

Kleine Mitteilungen.

Zur Züchtung von Amöben hat Arthur Arndt (Centralbl. f. Bakt. LXXXVIII, Abt. I, 1922, S. 47f.) drei Verfahren ausgearbeitet: — Bei der Einzell-Technik werden z. B. durch Glashaarröhrchen, die nur einmal benutzt werden können, aus dem Tropfen mit den Protozoen alle bis auf eine Amöbe entfernt. Man kann auch aus der Agarplatte das gewünschte Stück ausstechen. — Von besonderem Interesse ist das selektive Verfahren, das durch richtige Wahl des Nährbodens, event. der Bakterienarten und der Temperatur alle bis auf die eine gewünschte Art zur Verdrängung bringt. Alle 1–3 Tage muß von neuem auf den gleichen Nährboden überimpft werden. Wertvoll ist für diese Technik von sicher hoher Zukunftsbedeutung, mehr noch von den einzelnen Nährböden zu wissen, als Verf. Angaben dar-

über zu bringen vermag. Unterstützt wird diese Methode durch die Eigentümlichkeit, daß die einzelnen Arten verschieden rasch zur Einkapselung schreiten, daß sie verschieden schnell wandern u. dergl., zumal diese Verhältnisse zum Teil durch Bakterien zu beeinflussen sind. — Für die größeren Arten eignet sich auch die Anreiche-Methode, die freilich erst einsetzen kann, wenn die gewünschte Art zur Vermehrung schreitet. Als dann wird sie mit dem Deckglase losgekratzt und auf eine frische Agarplatte übertragen. Mehrmalige Wiederholung dieses Verfahrens ist nötig. Auch dürfen nicht sogleich die kleineren Arten ganz unterdrückt werden, um diese sowohl als Nahrung für die größeren Arten zur Verfügung zu behalten, als auch um Bakterien nicht zu zahlreich werden zu lassen.

Dr. Pfeiffer.

Das Bestimmen von Hölzern nach mikroskopischen Merkmalen.

(Schluß von S. 182.)

Von Dr. Waldemar Hiller.

b. Festigungsgewebe, Gefäßglieder und Parenchym normal.

α. Gefäße schraubenstreifig.

I. Festigungsgewebe von Tracheiden gebildet.

1. Die Markstrahlen erreichen in der Regel eine Breite von über 4 Zellen, oft viel mehr.

× Die Gefäße des Frühholzes mittelweit, bis 0,15 mm weit. Die Tracheiden in der Regel schraubenstreifig. Das Mark mit eingesprengten kleinen aktiven Zellen *Rosa*.

×× Die Gefäße des Frühholzes nur bis etwa 0,07 mm weit. Die Tracheiden ohne Schraubenstreifung. Das Mark ohne eingesprengte kleine aktive Zellen
Prunus.

2. Die Markstrahlen nicht über 4 Zellen breit.

× Die Tracheiden schraubenstreifig.

o Die Markstrahlen 1 Zelle breit. Die Gefäße besonders eng.

* Baum oder größerer Strauch. Kein intraxyläres Siebgewebe. *Pfa f f e n h ü t c h e n* (*Evonymus europaeus* L.).

** Zarte Sträucher.

† Intraxyläres Siebgewebe
I m m e r g r ü n
(*Vinca minor* L.).

†† Kein intraxyläres Siebgewebe. *Daboecia cantabrica* C. Koch.

oo Die Markstrahlen 1—3 Zellen breit.

* Die Tracheiden recht ausgeprägt in Reihen gestellt, stark schraubenstreifig. Die Markstrahlen ziemlich ungleichartig gebaut mit vielen aufrechtstehenden oder isodiametrischen Zellen oben und unten.

† Die Gefäße deutlich hofgetüpf. *He c k e n k i r s c h e* (*Lonicera xylosteum* L. und *L. coerulea* L.).

†† Die Tüpfel der Gefäße, von der Fläche gesehen, mit einem undeutlichen Hof

B ä r e n t r a u b e (*Arctostaphylos uva ursi* Spr.).

** Die Tracheiden ohne ausgeprägte radiale Reihenstellung. Die Markstrahlen sehr gleichartig gebaut, fast alle Markstrahlzellen liegend

Pomaceae z. T.

×× Die Tracheiden ohne Schraubenstreifung.

o Die Gefäße im Querschnitt rund, fast alle einzeln

S a n d d o r n (*Hippophaë rhamnoides* L.)

oo Die Gefäße im Querschnitt mehr oder minder polygonal, zum großen Teil gruppenweise vereinigt.

* Die Gefäße zu dendritischer Stellung neigend, das Holz geflammt. Intraxyläres Siebgewebe. *Seidelbast*

(*Daphne mezereum* L.).

** Die Gefäße nicht dendritisch gestellt. Kein intraxyläres Siebgewebe.

† Tracheiden mit Neigung zu radialer Ordnung. *G e i ß b l a t t* (*Lonicera periclymenum* L.).

†† Tracheiden ohne radiale Ordnung *Prunus*.

II. Festigungsgewebe besteht hauptsächlich aus Holzfasern.

1. Die Hauptmasse des Holzes, auch das stärkeführende Gewebe, besteht aus Holzfasern. Holzparenchym fehlt vollständig. *S a u e r d o r n*, *B e r b e r i t z e* (*Berberis vulgaris* L.).

2. Holzparenchym vorhanden.

× Das Holz geflammt, auf Grund der eigentümlichen Gruppierung der Gefäße mit größeren gefäßfreien Partien dazwischen.
o Holzkambiform fehlt.

K r e u z d o r n (*Rhamnus cathartica* L.).

oo Holzkambiform vorhanden
Papilionaceae z. T.

×× Das Holz nicht geflammt.

o Die Gefäße im Frühholze sichtlich größer und dichter.

* Die größeren Gefäße im Frühholze bis etwa 0,2 mm weit, die übrigen viel kleiner,

- mit Neigung zu tangentialer Ordnung. Die Tüpfel der Gefäße groß. Die Holzfasern mitteldickwandig bis dickwandig. . . . *Ulmus*.
- ** Die größeren Gefäße im Frühholze bis etwa 0,086 mm weit, die übrigen kleiner mit Neigung zu radialer Ordnung. Die Holzfasern auffallend dünnwandig *Faulbaum* (*Rhamnus Frangula* L.).
- oo Alle Gefäße ziemlich eng, sehr gleichartig verteilt *Ahorn* (*Acer*).
- III. Sowohl Tracheiden als Holzfasern.
1. Falsche Markstrahlen. Die Gefäße zum großen Teil in Gruppen gestellt. . . . *Weißbuche* (*Carpinus betulus* L.).
2. Keine falschen Markstrahlen.
- × Die Gefäße meist einzeln. Die Holzfasern mitteldickwandig *Liguster* (*Ligustrum vulgare* L.).
- ×× Die Gefäße zum großen Teil in Gruppen gestellt.
- o Holzfasern und Tracheiden sehr dünnwandig. Die Markstrahlen 1—4 Zellen breit *Linde* (*Tilia*).
- oo Holzfasern und Tracheiden dickwandig. Markstrahlen 1—2 Zellen breit. *Arbutus unedo* L.
- β. Gefäße ohne Schraubenstreifung.
- I. Die ursprünglich angelegten Gefäßstränge wachsen selbständig von Jahr zu Jahr, getrennt durch breite primäre Markstrahlen. Die Gefäße des Frühholzes sehr groß, etwa 0,25 mm weit *Waldrebe* (*Clematis vitalba* L.).
- II. Das Holz auf gewöhnliche Weise entwickelt.
1. Die Gefäße des Frühholzes sehr groß, nach außen plötzlich an Weite abnehmend. Die Holzparenchymzellen stark hervortretend.
- × Die kleinen Gefäße zu radialer Ordnung neigend, jedenfalls in den breiteren Jahresringen. Die Tüpfel der Gefäße groß, deutlich als Hoftüpfel bei schwacher Vergrößerung. Die Markstrahlen bis zu vielen Zellen breit. *Eiche* (*Quercus pedunculata* Ehrh. und *Qu. sessiliflora* Sm.).
- ×× Die kleinen Gefäße zerstreut oder in kleineren Haufen ohne ausgeprägte Ordnung. Die Tüpfel der Gefäße klein, erst bei sehr starker Vergrößerung als Hoftüpfel kenntlich. Große Markstrahlen fehlen. *Esche* (*Fraxinus excelsior* L.).
2. Die Gefäße des Frühholzes mittelweit, die größeren bis etwa 0,15 mm weit, gehen oft glatt über in nur wenig kleinere Gefäße, dichtgestellt über fast den ganzen Jahresring (lianenartige Struktur). Holzparenchymzellen kaum bemerkbar im Querschnitt. Das Mark ohne eingesprengte kleinere, aktive Zellen.
- Die Markstrahlen 1 Zelle breit. Intraxyläres Siebgewebe *Bittersüß* (*Solanum dulcamara* L.).
- Die Markstrahlen bis zu 5 Zellen breit. Kein intraxyläres Siebgewebe. . . *Efeuheder* (*Hedera helix* L.).
3. Die Gefäße eng bis mittelweit. Die Markstrahlen bis zu 10 Zellen breit. Das Mark weit, mit eingesprengten kleineren, aktiven Zellen. . . . *Rubus*.
4. Die Gefäße eng bis besonders eng. Das Mark in der Regel nicht mit eingesprengten aktiven Zellen.
- × Die Hauptmasse des Holzes besteht aus Tracheiden.
- o Die Markstrahlen bis zu 3, am häufigsten 2 Zellen breit.
- * Die Markstrahlzellen isodiametrisch oder aufrecht *Fingerringel* (*Potentilla fruticosa* L.).
- ** Die Markstrahlzellen von der gewöhnlichen liegenden Art *Pomaceae* z. T.
- oo Die Markstrahlen 1, selten 2 Zellen breit.
- * Zahlreiche leicht bemerkbare Gefäße im ersten Jahresring. Die Markzellen feinwandig *Sonnenröschen* (*Helianthemum*).
- ** Sehr wenige und schwer bemerkbare Gefäße im ersten Jahresring. Die Markzellen ziemlich dickwandig *Erica*.
- ×× Die Hauptmasse des Holzes besteht aus Holzfasern.
- o Die Markstrahlen nur 1 Zelle breit.
- * Zarter Strauch, dessen Holzzylinder nur wenig über 1 mm dick wird. Zuerst 4 Gruppen Gefäße, entsprechend der kreuzweis gegenständigen Blattstellung. . . *Quendel* (*Thymus serpyllum* L.).
- ** Zum Teil größere Sträucher und Bäume. Der älteste Jahresring wird nicht durch 4 Gruppen Gefäße eingeleitet.
- † Die Markstrahlen ungleichartig, indem die Zellen teils liegend, teils aufrecht sind, derart, daß die aufrechten teils bloß an den obersten und untersten Rand geknüpft

- sind, teils oft innen in den Markstrahlen gefunden werden. . . . Weide (*Salix*).
- †† Alle Markstrahlzellen liegend, die am Rande zuweilen etwas höher. Pappel (*Populus*). (NB. Schwarzpappel, *P. nigra* L.)
- oo Die Markstrahlen bis zu 4 Zellen breit.
- * Die Zellen der Markstrahlen im tangentialen Längsschnitt rund und dickwandig. Bäume und größere Sträucher
Höhlender (*Sambucus*).
- ** Die Zellen der Markstrahlen im tangentialen Längsschnitt hoch u. dünnwandig. Kleine Sträucher. Hauechel (*Ononis*).
- xxx Sowohl Tracheiden als Holzfasern.
- o Die Markstrahlen bis zu 2 Zellen breit. Die Gefäße mit großen Hoftüpfeln. Die Holzfasern mit sehr regelmäßiger radialer Ordnung. Johanniskraut (*Hypericum androsaemum* L.).
- oo Die Markstrahlen bis zu vier Zellen breit. Die Gefäße mit sehr kleinen Hoftüpfeln. Die Holzfasern ohne radiale Ordnung. *Myricaria germanica* Desv.
- B. Leiterförmige Gefäßdurchbrechung.
- B₁. Die Gefäße mit stark hervortretender Schraubenstreifung. Die Markstrahlen bis zu vielen Zellen breit. Stechpalm e, Hülsen (*Ilex aquifolium* L.).
- B₂. Die Gefäße ohne Schraubenstreifung (*Viburnum lantana* L. ? Bei *Corylus avellana* L. oft eine feine Schraubenstreifung, wo die Gefäße an die Holzfasern grenzen).
- a. Die Markstrahlen 1, zuweilen 2 Zellen breit.
- α. Bäume oder größere Sträucher (NB. *Betula nana* L.).
- I. Falsche Markstrahlen. Die Leiterstufen zahlreich. Erle (*Alnus*).
- II. Keine falschen Markstrahlen.
1. Die Gefäße besonders eng, die weiteren bis 0,02 mm weit. In der Gefäßdurchbrechung nur bis 7 oder 8 Leiterstufen beobachtet
Buchsbaum (*Buxus sempervirens* L.).
2. Die Gefäße eng, die weiteren bis 0,057 mm weit. Die Leiterstufen besonders fein und dicht, bis zu 20—30 oder mehr.
- × Die Tracheiden dickwandig
Kornelkirsche (*Cornus mas* L.).
- ×× Die Tracheiden mitteldickwandig. . . . Schneeball (*Viburnum opulus* L.).
- xxx Die Tracheiden dünnwandig
Zwergbirke (*Betula nana* L.).
- β. Kleinsträucher. Keine falschen Markstrahlen.
- β₁. Die Tracheiden mit stark markierter Schraubenstreifung. . . . *Chimaphila umbellata* Nutt.
- β₂. Die Tracheiden ohne Schraubenstreifung.
- I. Das Mark von sehr dünnwandigen Zellen gebildet.
1. Die Markzellen persistent. Die größeren Gefäße bis 0,035 mm weit. . . *Linnaea borealis* Gron.
2. Das Mark mit toten, oft aufgelösten Zellen in der Mitte. Die Gefäße besonders eng, die größeren etwa 0,014 mm weit
Cassiope tetragona D. Don. (NB. *C. hypnoides* D. Don.).
- II. Das Mark ungleichartig mit netzförmig verbundenen kleinzelligen Partien oder mehr gleichartig, aber in solchen Fällen von verhältnismäßig dickwandigen aktiven Zellen gebildet.
1. Die Holzachse knapp 1 mm dick. Das Mark im Querschnitt etwa isodiametrisch, besteht aus nur bis zu etwa 20 Zellen in der Querschnittsfläche außer den sehr kleinen am Rande
Oxyccocos palustris Pers.
2. Das Mark besteht in der Querschnittsfläche aus mindestens 50, in der Regel weit mehr Zellen außer den sehr kleinen am Rande.
- × Im Mark beträchtlicher Gegensatz zwischen den größeren dünnwandigen und kleineren, mehr dickwandigen, zwischen den anderen zerstreuten Zellen. Die Durchbrechung der Gefäße mit 10—20 besonders dichtgestellten feinen Leiterstufen.
- o Die Gefäße dichtgestellt.
- * Die weiten Zellen des Marks nur durch 1 oder 2 Schichten größere, etwas tangential gestreckte Zellen vom Holze getrennt. . . *Andromeda polifolia* L.
- ** Die weiten Zellen des Marks durch einen augenfälligen Gürtel von kleinen, verhältnismäßig dickwandigen Zellen vom Holze getrennt.
Porst (*Ledum palustre* L.).
- oo Die Gefäße nicht besonders dichtgestellt
Phyllodoce coerulea Bab.
- ×× Im Mark geringer oder kein Gegensatz zwischen größeren und kleineren, sämtlich etwas dickwandigen, rundlichen Zellen.
- o Die Tracheiden sehr dickwandig, mit besonders kleinem Lumen. . . Preiselbeere (*Vaccinium vitis idaea* L.).

- oo Die Tracheiden mitteldickwandig oder dünnwandig.
 - * Das Mark sehr eng, von etwa 50 kleinen, nur in der Mitte ein wenig größeren Zellen gebildet, außer zuweilen einigen besonders kleinen in der Peripherie.
 - † Im Querschnitt etwas länglich-dreieckig *Rhododendron lapponicum* Wahl.
 - †† Im Querschnitt rund *Loiseleuria procumbens* Desv.
 - ** Das Mark besteht in der Querschnittsfläche aus mehreren 100 etwa gleichen Zellen.
 - † Die Gefäße dichtgestellt, zum großen Teil in Gruppen. Das Holz schwammig *Chamaedaphne calyculata* Mch.
 - †† Die Gefäße besonders eng, nicht oder jedenfalls in geringerem Grade dichtgestellt, seltener und dann in kleineren Gruppen.
 - ! Eine durch das Auftreten der Gefäße bedingte, weniger deutliche Jahresringgrenze. Das Mark im Querschnitt länglich. Heidebeere (*Vaccinium myrtillus* L.).
 - !! Eine durch das Auftreten der Gefäße bedingte deutliche Jahresringgrenze. Das Mark im Querschnitt isodiametrisch *Empetrum nigrum* L.
 - b. Die Markstrahlen bis zu 3, ausnahmsweise bis zu 4 Zellen breit.
 - α. Falsche Markstrahlen. Die Leiterstufen mit bedeutendem gegenseitigem Abstand, wohl selten mehr als bis zu 10 (Gefäße oft fein schraubenstreifig). Hasel (*Corylus avellana* L.).
 - β. Keine falschen Markstrahlen.
 - I. Selten mehr als 4, höchstens 5 Leiterstufen. *Arctostaphylos alpina* Spr.
 - II. Leiterstufen bis zu 20—30, selten weniger als 8—10.
 - 1. Die Gefäße zum größten Teil einzeln (oft falsch gepaart). Die Tracheiden zum großen Teil dickwandig. Die Parenchymzellen treten in scharfen Gegensatz zu den Tracheiden im Querschnitt. Das Mark besteht aus großen dünnwandigen polygonalen Zellen mit schroffem Übergang zu einer schmalen Einfassung von kleinen aktiven Zellen Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea* L.).
 - 2. Die Gefäße zum großen Teil in Gruppen.
 - × Die Gefäße besonders bis sehr eng, die weiteren bis 0,028 mm oder wenig darüber, in den breiteren Jahresringen hauptsächlich auf deren innersten Teil beschränkt. Die Tracheiden sehr regelmäßig radial gestellt, dünnwandig. Die Markstrahlzellen breit. . G a g e l - s t r a u c h (*Myrica Gale* L.).
 - × Die größeren Gefäße bis 0,1 mm weit oder etwas darüber. Die Gefäße über den größten Teil des Jahresringes verteilt. Die Tracheiden mitteldickwandig. Die Markstrahlzellen schmal. Birke (*Betula verrucosa* Ehrh.).
 - c. Die Markstrahlen bis zu vielen Zellen breit. *Ribes*.
 - C. Die Gefäßdurchbrechung einfach oder leiterförmig, zuweilen netzförmig.
 - a. Die Markstrahlen in der Regel nur 1 Zelle breit. Tracheiden ohne Schraubenstreifung. Das Mark in der Mitte tot Heidekraut (*Calluna vulgaris* Sal.).
 - b. Die Markstrahlen 1—3 Zellen breit. Das Mark von lauter kleinen aktiven Zellen gebildet.
 - α. Gefäße mit ausgeprägter Neigung zu tangentialer Ordnung. Tracheiden ohne Schraubenstreifung *Vaccinium uliginosum* L.
 - β. Gefäße ohne Neigung zu tangentialer Ordnung. Tracheiden in der Regel schraubenstreifig. Einfache Gefäßdurchbrechung am häufigsten Bärentraube (*Arctostaphylos uva ursi* Spr.).
 - c. Die Markstrahlen bis zu vielen Zellen breit. Gefäße und Tracheiden ohne Schraubenstreifung. Das Mark von unregelmäßiger Form, besteht aus lauter aktiven Zellen [Rot]buche (*Fagus sylvatica* L.).
- Der Benutzer dieses Bestimmungsschlüssels wird vielleicht etwas enttäuscht sein, wenn er in einigen Fällen nicht auf eine bestimmte Art, sondern auf eine Gattung oder größere Pflanzengruppe geführt wird. Es ist aber in der Tat außerordentlich schwierig, gewisse nahe verwandte Arten und Gattungen lediglich nach holzanatomischen Merkmalen zu unterscheiden. Besonders schwer fällt dabei ins Gewicht, daß der Bau einer und derselben Holzart gewissen Schwankungen unterliegt.¹⁾ Es kommt also darauf an, möglichst konstante Merkmale herauszufinden, in denen sich die betreffenden Arten unterscheiden. Vielleicht unterzieht sich der eine oder andere Leser einer derartigen — allerdings nicht leichten! — Aufgabe.
- Zum Schluß lasse ich aus der umfangreichen Literatur noch einige Angaben folgen; die beiden letzten Arbeiten stellen neuere Versuche zur Auffindung konstanter Merkmale dar.
- A. Bestimmungswerke und Gesamtdarstellungen.
- Hesselbarth, G. Beiträge zur vergleichenden

¹⁾ Auf die Veränderlichkeit] der histologischen Zusammensetzung des Holzes innerhalb derselben Art beabsichtige ich in einer besonderen Arbeit ausführlicher einzugehen.

- Anatomie des Holzes. Dissert. Leipzig 1879.
- Möller, Joseph. Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 36. Bd. 1876.
- Müller, N. J. C. Atlas der Holzstruktur mit erläuterndem Text. Halle 1888.
- Solereider, H. Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen. Dissert. München 1885.
- — Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart 1899/1908.
- B. Spezialuntersuchungen.
- Burgerstein, Vergleichend-anatomische Untersuchungen des Fichten- und Lärchenholzes. Denkschr. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 60. Bd. 1893.
- — Vergleichend-histologische Untersuchungen des Holzes der Pomaceen. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Klasse; Bd. CIV Abt. I. Juli 1895.
- — Weitere Untersuchungen über den histologischen Bau des Holzes der Pomaceen, nebst Bemerkungen über das Holz der Amygdaleen. Ebend., Bd. CV. Abt. I. Juli 1896.
- Hiller, W. Untersuchungen über die Gefäßdurchmesser im Eschenholz. Dissert. Greifswald 1921. — Auszug in: Abhandl. u. Berichte d. Pommersch. Naturforsch. Gesellsch. 2. Jahrg. Stettin 1921.
- Pohl, F. Untersuchungen über die Gefäßweite der Betulaceen. Dissert. Greifswald 1922.
- Anatomische Beschreibungen, Abbildungen und z. T. auch analytische Bestimmungstabellen von Nutzholzern findet man in verschiedenen größeren Nachschlagewerken über Technologie, gewerbliche Rohstoffkunde usw., z. B. in:
- Erdmann-König, Grundriß der allgemeinen Warenkunde.
- Krais, Gewerbliche Materialkunde I. Band.
- Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreichs. Handwörterbuch der Naturwissenschaften.

Die Besiedelung des Depotseeleins bei Bönigen am Brienersee.¹⁾

Von F. Seiler.

Am 9. Dez. 1921 machte ich im Seelein wieder einmal einen Planktonfang, der mir reiche Ausbeute und neue Arten brachte. Die Sommerflora und -fauna sind verschwunden. Ein neues Leben ist im Becken. Wir finden keine Bosmina mehr, keine Dinobryen, noch Ceratien; diese alle ruhen als Eier oder eingekapselt auf dem Boden im weichen Schlamm, um erst im nächsten Jahr mit der Sommerwärmewieder zu erwachen.

Dafür treffen wir andere Arten. Schon im Fangglas sehen wir bräunliche und weiße Tierchen umherschweben. Die sind sicher neu. Das Mikroskop gibt Aufschluß; das erste ist eine Art Wasserfloh, nämlich *Alonopsis elongata* (G. O. Sars). Gefischt ist sie aus dem Depotseelein; wie aber kommt die da hinein? Im Brienersee kommt *Alonopsis* und die nachfolgenden Arten nicht vor! Eine Einschleppung mit dem Planktonnetz scheint mir ausgeschlossen. Nie habe ich kurz vor dem Fang im Seelein an einem andern Ort gefischt. Jedesmal, wenn ich „fischen“ gehe, wasche ich das Netz mit Leitungswasser gründlich aus; vor dem Fang am Ort mit Seewasser ebenso und nach dem Fang wieder. Vielleicht ist die Form mit den Fischen eingesetzt worden. Wie mit *Alonopsis* verhält es sich auch mit *Alonella exgisa*. Sie ist dunkler und trägt im Brutraum einen Embryo. Ihre Nahrung besteht zum größten Teil aus Kieselalgen (*Cyclotella*), was man gut sehen kann, denn der Darminhalt besteht fast nur aus solchen Scha-

len. Kleiner als die vorhergehende ist *Rhynchotalona rostrata*. Sie fällt durch die Schleife auf, die der Darm bildet und durch dessen Blinddarm. Mit *Alonella exgisa* finden wir auch *Alonella nana* G. O. Sars, eine ganz kleine Form. Diese vier Phyllopoden sind die größten Vertreter der Tierwelt neben den Fischen und den Teichhornschnecken (*Limnaea stagnalis*) in diesem Becken.

Als Vertreter der Pflanzenwelt finden wir neu:

a) Algen: Die größte und häufigste ist *Zygnema stellinum* (Abb. 1). Das Chlorophyll

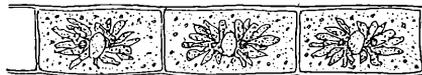


Abb. 1. *Zygnema stellinum* (n. Migula).

bildet hier sternartige Platten. Dann folgt *Mougeotia* (spez.), deren Chlorophyll ein Band bildet, das oft gedreht ist. Aus der Gruppe der Zieralgen (Desmidiaceen) finden wir im Fang *Hyalotheca dissiliens* (Abb. 2). Ferner *Scenedesmus* (?), eine Form ohne Stacheln, *Raphidium* (?) und *Gloeocapsa polyderrmatica*, alles Algen, die sich im Bodenschlamm am wohlsten fühlen.

b) Kieselalgen: Die größte, wenn auch nicht die häufigste ist *Pinnularia viridis*; dann folgt *Cymbella*, *Nitzschia sygmoidea*, *Stauroneis*, *Pleurosigma attenuatum*.

Unter den Flagellaten finden wir an erster Stelle die Peridineen. Ich habe mir leider nicht Zeit genommen, sie zu bestimmen. Im Fang

¹⁾ Vgl. den 1. Teil dieser Arbeit im Mikrokosmos, Jahrg. XV, S. 204.

fand sich auch ein leeres Gehäuse von einer Trachelomonasart; und der Flagellat *Cryptomonas ovata* war in einigen Exemplaren zu finden.

Von Amöben fand sich *Actinophrys sol* vor, aber nur in einem Exemplar.

Merkwürdigerweise war kein Rädertier im Fang. Im Plankton des Thunersees findet man immer diese oder jene Form; auch *Bosmina* suchte ich vergeblich. — Wie schon erwähnt, trifft man nun auch die Teichhornschnecke (*Limnaea stagnalis*) im Seelein.



Abb. 2. *Hyalotheca dissiliens* (nach einer Mikrophot. von Herrn Ing. Schuh).

Von einem Mitglied des Fischereivereins vernahm ich, daß in das Seelein von dem genannten Verein die Regenbogenforelle (*Salmo iridens*) eingesetzt wurde. Nun erklärt sich das Springen der Jungfische vor meinem Netz (s. Mikrok. XV, S. 205); denn wie bekannt, ist eine größere Forelle ein Raubfisch und immer bereit, die kleineren zu fressen.

1922 fand ich noch keine neue Form, ausgenommen Kolonien von *Dinobryon divergens*. Nach etwa 3 Stunden wurden sie untersucht. Die kontraktile Vakuole pulsierte ziemlich regelmäßig 5 mal in einer Minute. Ob das Licht oder Sauerstoffmangel schuld waren, die Einzelindividuen starben rasch ab. Nur bei einem Exemplar löste sich der ganze Protoplast aus dem Gehäuse und blieb noch einige Zeit intakt, nur die Geißel war verloren, ob durch Einziehen oder Abwerfen, vermag ich nicht zu sagen.

Die Entdeckung der geschlechtlichen Fortpflanzung der Bakterien durch Enderlein.

Von Dr. Martin Hering.

In die allgemeine Auffassung vom Lebenszyklus der Tiere und Pflanzen, die bei jedem Lebewesen eine, zum mindesten nach gewissen Zeitläuften wiederkehrende, sexuelle Vereinigung ♂ und ♀ Individuen voraussetzt, sind bisher die Bakterien (und Cyanophyteen) noch nicht eingereicht worden, so daß man glauben mußte, diese Gruppen bildeten insofern eine Ausnahmeerscheinung, als sie sich ausschließlich asexuell vermehrten. Durch Enderleins Untersuchungen ist nun wenigstens für die Bakterien der Beweis erbracht, daß auch sie keine Ausnahme machen, daß sie ebenfalls eine sexuelle Vereinigung eingehen. Leider hat der Autor, dessen Hauptwerk über die Bakterien bisher noch nicht veröffentlicht werden konnte, die vorläufige Mitteilung über diese Vorgänge an recht unzugänglicher Stelle niedergelegt (Beihefte zum Botanischen Zentralblatt XXXVIII (1921), Abt. I, p. 54—72), so daß sie den meisten Mikrokosmoslesern unbekannt sein wird. Bei der Wichtigkeit des behandelten Gegenstandes erscheint ein Bericht über Enderleins Entdeckungen wünschenswert.

Für das Verständnis von Enderleins Darlegungen ist die Erklärung einiger neuer Termini notwendig, die er (Bot. Sitz.-Ber. der Gesellsch. naturforsch. Freunde Berlin 1916, p. 403—406) für die Morphologie eingeführt hat. Seine Versuche führten zur Feststellung der Kerneinheit, des *Mych*, und der Zelleinheit, des *Mychit*. Die ersten Beobachtungen wurden am Cholera-Erreger, *Microspira comma* Schröt. gemacht. Wenn die Gonidien unter Nahrungsmangel leiden, besonders in älteren Kulturen, so verlieren sie ihre Nahrungsreserven, die *Trophoconien*, durch Verbrauch; so entsteht allmählich *Atrhose*.

(Ähnliche Resultate erzielt man durch Licht- oder Wärme-Einwirkung unter bestimmten Umständen.) Am Ende dieses Vorganges beginnt die Teilung des Bakterienkernes, die *Mychomitose*. (Bei der normalen Mychomitose streckt sich das Mych und zerschnürt sich in zwei neue Mych, worauf Teilung der Mychite erfolgt.) Nun wird aber im Gegensatz zur normalen Teilung das Tochter-Mych zu einer flachen Scheibe, die sich der Kugelfläche des Mychits anlegt und endlich ganz verschwindet. Das verbleibende Mych ist also nun nur noch halbwertig und heißt so *Mychomerit*. Da es noch keine bestimmten ♂ oder ♀ Funktionen ausübt, wird es als *Gonit* bezeichnet. Da von außen keine Nahrung hinzukommt, wird das Tochter-Mychomer während der Bildung zur Ernährung des Mutter-Mychomer verbraucht. Daß es sich tatsächlich um halbwertige Kerne handelte, wurde bewiesen, indem solche zum Gonit entwickelten Gonidien auf Nährböden ausgesät wurden; sie keimten nicht mehr, die Kultur blieb steril. Diese Gonite waren aber nicht tot; denn nach der Vereinigung der aus ihnen hervorgegangenen ♂ und ♀ Individuen vermochten sie weiter typische Individuen und Kolonien der betreffenden Art zu bilden. In der Bakterienliteratur werden öfter solche „zerfallenen“ oder „degenerierten“ Kulturen genannt, die sich besonders bei älteren Kulturen finden sollen. In Wirklichkeit sind das Gonite. Zusammenfassend läßt sich sagen, das Gonit ist das Mychomerit der Gonidie vor der Entwicklung zum (♂) *Spermit* und (♀) *Oit*, ist allein nicht vermehrungsfähig und stirbt ab, wenn sich keine Bedingungen zur Kopula einstellen.

In Peptonwasser entwickeln sich bei 37° Cels. die Gonite des Choleraerregers meist in 5—7 Stunden zum ♂ (Spermit) und ♀ (Oit) Geschlechtsindividuum. Das Spermit besitzt eine lange und sehr kräftige Geißel und ist sehr beweglich. Man sieht im hängenden Tropfen in dieser Zeit zwischen den nur schwach beweglichen Kugeln der Oite die winzigen Köpfchen der Spermiten intensiv dahinjagen. Einzelne Phytite (die gewöhnlichen Stäbchen) erscheinen wie Riesen unter den Zwergen der Spermiten, und ihre an sich große Beweglichkeit erscheint im Vergleich mit der der Spermiten sehr gering.

Das Spermit besteht aus dem das Mychomer enthaltenden Kopf, einem unbedeutenden Plasmarest (Verbindungsstück) und der langen und kräftigen Geißel; am Ende des Verbindungsstückes liegt ein Körnchen, das Centriol, das wahrscheinlich die Funktionen der Geißel regelt. Das Oit ist kugelförmig, das Mychomer ragt warzenartig über die Kugeloberfläche hinaus, die Geißel ist schwach und kurz. Seine Beweglichkeit ist gering und wird nur stärker, wenn es vom Spermit angestoßen wird. Das Spermit führt Bewegungen aus, die das Oit vor sich herstoßen, so daß die Eigenbewegung des letzteren vergrößert wird. Wenn das Spermit an ein gewöhnliches Stäbchen stößt, wendet es sich bald wieder ab; ist es aber an ein Oit gekommen, so wechselt es in der Folge zwischen Anstoßen und Umkreisen ab; dazwischen treten Ruhepausen auf (in denen besonders gut die Form des Spermiten erkannt werden kann). Bei einem der Stöße an den Pol, der der Geißelinsertion gegenüberliegt, entfernt sich das Spermit nicht wieder, sondern haftet fest und führt schüttelnde Bewegungen aus. Nach solchem Schütteln streckt sich das Oit eiförmig in die Länge, darauf dringt das Spermit-Mychomer in das Oit ein und beide Mychomere verschmelzen. Über das Verbleiben der Geißel konnte nichts festgestellt werden. Die ellipsoide Streckung des Oites wäre analog der Bildung des Empfängnisrückens beim tierischen Ei.

Zusammenfassend führt Enderlein folgende Beweise für die sexuelle Fortpflanzung der Bakterien:

- a) Morphologische Beweise.
 1. Die Bildung des Gonites als Mychomerit, mit einem Mychomer (halbwertigen Kern).
 2. Differenzierung des Gonites in (♂) Spermit und (♀) Oit in flüssigen Nährböden.
 3. Die Feststellung des Spermiten-Mychomers im Innern des Oites in verschiedenen Entfernungen vom wandständigen ♀ Mychomer.
- b) Biologisch-physiologische Beweise.
 4. Das verschiedene Verhalten des lebenden Spermiten gegenüber dem Phytit und dem Oit.
 5. Die Beobachtung der Kopulation zwischen lebenden Spermiten und Oiten.
 6. Die Vermehrungs- und Wachstumsunfähigkeit der Gonite auf festen Nährböden; nach erfolgter Kopulation bildet das gleiche Material zahlreiche Kulturen.

Soweit Enderleins Bericht. Von großem Interesse daran ist die Feststellung der geschlechtlichen Vermehrung der Bakterien, aber auch die Beobachtung eines verschiedenen Verhaltens des Spermiten gegenüber dem Phytit und dem Oit. Ob das Spermit von chemotaktischen Reizungen beeinflusst wird, erscheint fraglich, da es oftmals auch an Phytite anstößt. Die Art und Weise, wie es zwischen Oit und Phytit unterscheidet und verschieden reagiert, zeigt uns, daß schon beim Spermit ein erstes Fünkchen von Sinnesempfindung und darauf reagierende zweckmäßige Handlung vorhanden ist.

Die Untersuchungen konnten hier nur in auszugsweiser Form mitgeteilt werden; der Leser, der sich dafür interessiert, sei auf Enderleins Ausführungen an beiden genannten Orten hingewiesen. Hoffentlich werden diese Beobachtungen, die sich nur auf einzelne Arten beschränken, der Anlaß zu Untersuchungen auch bei einer größeren Anzahl von Bakterienarten sein.

Neue Untersuchungen über Eisenorganismen.

Von Dr. H. Gams.

Das grundlegende Werk von Molisch über die Eisenbakterien ist in Band V des Mikrokosmos auf Seite 56 besprochen und in Band VI, S. 50 ff., nebst anderen Arbeiten hierüber eingehender gewürdigt. Unter den neuesten Arbeiten über die Eisenorganismen ragen die von Einar Naumann an schwedischen Moorgewässern ausgeführten hervor. Über seine Untersuchungsmethode ist auf S. 183 von Band XLII nachzulesen. Der I. Teil seiner Untersuchungen über die Eisenorganismen Schwedens ist in Bd. XLII, 4 der Kungl. Svenska Vetenskapsakademien Handlung 1921 in Stockholm und Berlin (bei Friedländer) erschienen und behandelt die Erscheinung der

Sideroplastie in den Gewässern des Teichgebietes Aneboda. Die Eisenorganismen, d. h. alle am Ausfällen oder Auflösen von Eisenverbindungen beteiligten, werden eingeteilt in Siderophage (Eisenfresser, Eisenlöser, anscheinend nur Bakterien) und Siderogone, d. h. Eisenhydroxyd in irgend einer Form ausfallende. Von diesen werden nur solche näher behandelt, die den Ocker regelmäßig in oder an ihren Membranen ablagern, d. h. die „morphologisch nachweisbaren Siderophoren“. Die Vererzung oder „Sideroplastie“ ist je nach den Gewässertypen recht verschieden. Eine Zusammenstellung der untersuchten Sideroplasten folgt am Schluß.

Mehr mit anorganischen Ockerbildungen in

Seen und Mooren, also mit der Bildungsgeschichte, Verbreitung und praktischen Bedeutung der See- und Sumpferze in Süd- und Mittelschweden, befaßt sich eine weitere, 194 Seiten starke Publikation desselben Verfassers (in Sveriges geologiska undersökning 1922, schwedisch mit deutscher Zusammenfassung). Die sowohl aus Ferrioxyd wie aus Manganoxyd („Rußkugeln“) gebildeten Seeerze, von denen vielerlei Formen beschrieben und abgebildet werden, können sich um die verschiedensten Kerne bilden, so u. a. um Diatomeenschalen, Isoetes-Sporen und Bosminaschalen. Auch Sumpferz kann auf rein physikalisch-chemischem Weg gebildet werden. Das schwedische Sumpferz wird seit bald 2000 Jahren gewonnen, das Seeerz, das meist vom Eis aus gefischt wird, erst seit späterer Zeit, jetzt fast nur noch in Äminne, dort aber mit großen Baggermaschinen, die jährlich 4—6000 Tonnen Erz fördern.

Übersicht über die siderophoren Organismen der Moorgeässer (hauptsächlich nach Einar Naumann 1921).

- 1. Chromatophoren und meist auch Zellkerne undeutlich oder fehlend. Schizophyten und Pilze. 2
- *1. Zellkern und meist auch gelbe oder grüne Chromatophoren vorhanden, diese nur einigen koloniebildenden Flagellaten fehlend. 32
- Nicht fadenförmig, höchstens stabförmig, stets kernlos. 3
- *2. Fadenförmig. 20
- 3. Zellen kugelig, stets unbeweglich, meist in Gallerte eingebettet. 4
- *3. Zellen deutlich länger als breit 8
- 4. Ohne Farbstoff (Coccaceae) Gattung *Siderocapsa* Molisch 5
- *4. Mit blaugrünem oder gelbgrünem Farbstoff (Chroococcaceae). Zellen 2—2½ µ groß. Gattung *Aphanocapsa* Naegeli. 7
- 5. Zellen einzeln in der Eisengallerte zerstreut (Monosiderocapsa Naum.), ½ µ groß. *S. monoica* Naumann.
- *5. Zellen haufenweise in der Eisengallerte verteilt (Polysiderocapsa Naumann), lebend sicht- und färbbar (f. *chromophila*) oder nicht (f. *chromophoba*) 6
- 6. Zellen ungefähr ½ µ groß. *S. Treubii* Molisch.
- *6. Zellen ¾—1¾ µ groß. *S. major* Molisch.
- 7. Zellen mit körnigem Inhalt, in stark eisenhaltiger Gallerte. *A. sideroderma* Naumann.
- *7. Zellen ohne körnigen Inhalt, sonst gleich. *A. siderosphaera* Naumann.
- 8. Stäbchenförmig. Bacteriaceae (vgl. auch 25* und 27*) 9
- *8. Schraubenförmig, vgl. *Gallionella* (*Spirillum* und andere *Spirillaceae*, wohl nie siderophor).
- 9. Einzelne Zellen oder kleine Verbände, freischwimmend. 10
- *9. Größere Gallertkolonien, festsitzend 16

- 10. Gallertlose Stäbchen im Neuston (Oberflächenhäutchen) Gattung *Siderobacter* Naumann 11
 - *10. Mit Gallerte, im Neuston und Plankton. Gattung *Sideroderma* Naumann 13
 - 11. 7—11mal so lang wie breit, 5—7½ µ lang. *S. calceum* (Brus.) Naum.
 - *11. 3—5mal so lang wie breit 12
 - 12. 1 µ breit und 5 µ lang. *S. lineare* Naumann.
 - *12. 1½ µ breit und 3½ µ lang. *S. duplex* Naumann.
 - 13. Weniger als 6mal so lang wie breit 14
 - *13. 6—7mal so lang wie breit, nur im Neuston. 15
 - 14. Nur ½ µ breit und 1½ bis höchstens 3 µ breit, im Plankton. *S. limneticum* Naumann.
 - *14. Mit Gallerte 1¼ µ breit und 2½—5 µ lang, im Neuston. *S. duplex* (Brus.) Naumann.
 - 15. ½ µ breit und 3 µ lang. *S. rectangularis* Naumann.
 - *15. Schmäler und kürzer. *S. tenue* Naumann.
 - 16. Gallerte wie bei *Siderocapsa* nur am Rand vererzend. Gattung *Siderothece* Naumann 17
 - *16. Gallerte ganz vererzend. Gattung *Siderocystis* Naumann 18
 - 17. 1 µ breit und 2 µ lang. *S. major* Naumann.
 - *17. Nur halb so breit und lang. *S. minor* Naumann (= *Sideromonas confervarum Cholodnyj*?).
 - 18. 1½ µ lang und nur wenig schmaler. *S. minor* Naumann.
 - *18. Zellen 2—2½ µ lang, unter ½ µ breit 19
 - 19. Zellen in einer Reihe. *S. duplex* Naumann.
 - *19. Zellen nicht in Reihen, etwas größer. *S. vulgaris* Naumann.
 - 20. Fäden unverzweigt 21
 - *20. Fäden falsch verzweigt (wenn hyphenartig echt verzweigt, vgl. 31) Chlamydobacteriaceae 27
 - 21. Bläßblaugrün, 1½—2 µ breit, zerfließender Gallerte. *Lynghya perelegans* Lemmermann. Farblos bis braun. Chlamydobacteriaceae. 22
 - 22. Fäden weit über 2, am Ende bis 10 µ dick. *Crenothrix polyspora* Cohn.
 - *22. Fäden gleichmäßig ca. ½—1 µ dick 23
 - 23. Fäden ohne Scheide, aber zuweilen in größerem Gallertlager. Gattung *Gallionella* Ehrenberg 24
 - *23. Fäden mit deutlicher Scheide. Gattung *Chlamydothrix* Migula 26
 - 24. Nicht in Gallerte (*Sect. Eugallionella* Naumann) 25
 - *24. In vererzenden Gallertlagern (*Mycogallionella*). *G. glomerata* Naumann.
 - 25. Mit Haftscheibe festsitzend. *G. sideropus* Naumann.
 - *25. Ohne Haftscheibe. *G. ferruginea* Ehrenberg.
- Gliedert sich in:
 a) Gerade: f. *trichoides* Naumann (mehrzellig), f. *bacillaris* Naumann (einzellig).

- b) Spiralige Doppelfäden: f. *typica*.
 c) Spiralige einfache Fäden oder (f. *vibrio* u. f. *spirillum* Naum.) Einzelzelle.
 f. *lata* Naumann (= *Spirophyllum ferrugineum* Ellis.) breit bandförmig, locker gewunden.
 f. *tenuis* (Ellis. sub *Spirophyllum*) Naumann, eng schraubiges Band.
 f. *Nodofolium* Naumann (= *Nodofolium ferrugineum* Ellis.), eng gewundenes Band.
 f. *Spirosoma* Naumann (= *Spirosoma ferrugineum* Ellis.) dünn, locker spiralig.
 f. *solenoides* Naumann in Form enger Drahtspirale. (Alle sehr variabel.)
26. Mit Haftscheibe. *Chl. sideropus* Molisch.
 *26. Ohne Haftscheibe. *Chl. ochracea* (Kützing) Migula (= *Leptothrix ochracea* Kütz. incl. *L. Meyeri* Ellis.).
 27. Nicht in vererzenden Gallertlagern eingebettet 28
 *27. In vererzenden Gallertlagern eingebettet, meist im Neuston (wenn festsetzend, vgl. 31). Fäden unter $\frac{1}{2}$ μ dick, oft in Zellen aufgelöst. Gattung *Mycothrix* Naumann 30
 28. Fäden nach den Enden verjüngt, mit oder ohne Haftscheibe. *Clonothrix fusca* Roze (= *Megalothrix discophora* Schwesg?).
 *28. Fäden gleichmäßig dick. Gattung *Cladothrix* Cohn 29
 29. Rasenbildend, gabelig verzweigt. *C. dichotoma* Cohn.
 *29. Fleckenbildend, Fäden anastomosierend. *C. reticulans* Naumann.
 30. Zellen $\frac{1}{2}$ μ lang. *M. abundans* Naumann.
 *30. Zellen $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ μ lang, *M. clonotricoides* Naumann.
 31. Fäden sehr dünn, ohne deutliche Querwände und Kerne, in vererzendem Gallertlager. *Actinomyces ferrugineus* Naumann.
 *31. Fäden dicker, mit deutlichen Querwänden und Kernen (Schimmelpilz), ohne Gallerte. *Citromyces siderophilus* Lieske.
32. Mit Geißeln oder Rhizopodien, nie fadenbildend. Flagellaten 33
 *32. Ohne Geißeln und Rhizopodien, gelb oder grün. Algen 37
 33. Ohne Chromatophoren, festsitzende Kolonien bildend. Protomastiginae: *Anthophysa vegetans* (A. Br.) Stein, *Rhipidodendron splendidum* Stein, *Spongomonas intestinum* (Cienk.) Kent.
 *33. Mit Chromatophoren, frei oder festsitzend, aber dann nicht in Kolonien 34
 34. Gelb (Chrysonomaden) 35
 *34. Grün bis braungrün, stets einzeln und freibeweglich: *Trachelomonas* Ehrenberg, *Siderocelis* Naumann, *Coccomonas* Stein.
 35. Mit Geißeln, in offenen Zellulosebechern: *Lepochromulina bursa* Scherffel (1 Geißel), *Derepyxis* Stokes (2 gleiche Geißeln), *Epipyxis* Lauterb., *Dinobryopsis* Lemm. und *Hyalobryon* Lauterborn (mit 2 ungleich langen Geißeln).
 *35. Ohne Geißeln, mit Rhizopodien 36
 36. Freischwimmende Kolonien. *Chrysostephanosphaera globulifera* Scherffel.
 *36. In Zellulosebechern festsitzende Einzelzellen: Gattung *Lagynion* Pascher (z. B. *L. hemisphaericum*, *sub-sphaericum*, *ovale*, *reniforme*, *urceolatum* und *triquetrum*, alle von Naumann neu beschrieben).
 37. Gelb, mit Kieselschale (Diatomeen), z. B. *Eunotia impressa*, *Tabellaria flocculosa* und *Gomphonema*-Arten.
 *37. Grün, ohne Kieselschale (Grünalgen im weiteren Sinn):
 a) Heterokonten: Arten von *Ophiocytium* und *Conferva*.
 b) Conjugaten: Arten von *Closterium*.
 c) Protococcales: Arten von *Characium*, *Dicranochaete* und *Centrosphaera*.
 d) Tetrasporales: Arten von *Chlorosarcina*, *Chlorosphaera*, *Palmodictyon* und *Schizochlamys*.
 e) Ulotrichales: Arten von *Stigeoclonium* und *Gongrosira*.
 f) Oedogoniales: Arten von *Oedogonium* und *Bulbochaete*.

Einiges über Kalziumoxalatfällungen.

Von Dr. A. H. Erdenbrecher.

Wohl selten sind in den Lehrbüchern der Analytischen Chemie die Gründe angegeben, warum eine chem. Operation gerade nach der einen Methode ausgeführt werden muß. Die meisten der Bücher setzen ein Wissen voraus, das man bei einem jungen Studenten noch nicht anzutreffen pflegt. Daher wirken besagte Bücher vielfach als Kochbücher.

Es heißt dann eben „Man nehme usw.“ Wir wollen hier die Fällung des Kalziums als Oxalat etwas näher betrachten. Es stehen sich in der Hauptsache zwei Fällungsmethoden gegenüber. Nach beiden Methoden wird das Kalzium mit Ammonoxalat heiß gefällt in No. 1 in essigsaurer Lösung, bei No. 2 in ammoniakalischer Lösung. Beide

Fällungen führen letzten Endes zum Ziel. Ein Kalziumoxalatniederschlag soll folgende Bedingungen erfüllen. Er soll quantitativ sein, sich gut filtrieren und gut auswaschen lassen. Dazu ist nötig, daß das Korn, wie der Zuckerfachmann sagt, gut und gleich-

gut verteilt und heben die Übersättigungen durch eigenes Wachstum auf. Ist alles Ammonoxalat hinzugegeben, so setzt man die Löslichkeit des Caoxalats noch herab durch Abstumpfen der Essigsäure mit Ammoniak, den man in geringem Überschuß



Gefälltes Kalziumoxalat (Erklärung im Text). b

mäßig ausgebildet ist. Man erreicht dies durch Kristallisation in Bewegung. Die Zahl der Kristallisationszentren muß beim Fällen eine beschränkte bleiben. Dazu ist nötig, daß die Konzentration der auszufällenden Substanz (in unserem Falle Kalziumoxalat) gering gehalten wird, und daß Übersättigungen nicht durch Bildung neuer Kristallisationszentren aufgehoben werden, sondern durch schon vorhandene Kristalle. Ich erreiche dies bei dem Kalziumoxalat folgendermaßen: Die saure Lösung des Kalksalzes wird mit Ammoniak abgestumpft und zu 75 ccm Lösung, die 0,1—0,15 g Ca enthalten sollen, 10 ccm konzent. Essigsäure gebracht. Hierdurch wird die Löslichkeit des auszufällenden Caoxalats etwas erhöht.¹⁾

Jetzt erhitzt man zum lebhaften Sieden und läßt aus einer Bürette kalt gesättigte Ammonoxalatlösung (7—10 ccm) zufließen, und zwar anfänglich alle fünf Sekunden einen Tropfen. Die Fällung wird nicht sofort eintreten. Erst nach dem 4. bis 5. Tropfen bildet sich eine Trübung. Unter fortwährendem Sieden läßt man die Tropfen etwas schneller zufließen. Durch die Bewegung der Flüssigkeit werden die Kristallkeime

hinzufügt. Wie diese Fällungsmethode wirkt, geht am besten aus den beiden Mikrophotos hervor, die mit derselben Vergrößerung aufgenommen wurden (ca. 200fach). Auf der einen Seite (eigenes Verfahren) regelmäßig ausgebildete Kristalle (b), die durch Zwillingsbildung ein charakteristisches Aussehen haben, schnell absitzen, so daß gewöhnlich am Ende des Fällungsvorganges die überstehende Flüssigkeit schon klar ist. Das andere Bild (a) zeigt uns unscharf umrandete verzernte Wachstumsfiguren, wie sie entstehen beim Fällen in ammoniakalischer Lösung.²⁾ Daß solche Niederschläge sich erheblich schlechter auswaschen und Neigung zeigen, durch das Filter zu gehen, liegt auf der Hand. Im übrigen ist dieser ganze Vorgang schon früher aufgefallen, denn Classen³⁾ schreibt in seinem Lehrbuch schon vor, anfänglich Ammonoxalat langsam zufließen zu lassen.

¹⁾ Anleitung zur quantitativen Analyse von R. Fresenius. S. 156.

²⁾ Quantitative chem. Analyse von Dr. W. Autenrieth, Seite 96.

³⁾ Handbuch der quantitativen chem. Analyse. Dr. Alex. Classen, Seite 22.

Kleine Mitteilungen.

Das Problem der intrazellulären Symbiose (siehe Buchners Handb. und die drei einführenden Aufsätze S. 17f., 49f. und 77f. des lauf. Jahrg.) erfährt durch R. Oehler (Arb. Staatsinst. f. exper. Therapie, Georg Speyer-Haus, XV, 1922, S. 5f.) neue Beiträge. Mit *Chlorella* und andern Algen gefütterte Paramazien ergrünten. Es handelt sich um Versuche, die zur Ergänzung und Nachprüfung von Le Dantecs Angaben mit solchen Protozoen unternommen wurden. Verdunkelung bewirkte vornehmlich durch Überwucherung der sich schneller vermehrenden Wirte bei guter Fütterung nach 2 Monaten, bei schlechterer in längerer Zeit dauernd weiße Tiere. Durch Verfütterung neuer mit *Chlorellen* infizierter Paramazien wurden wie bei Le Dantec wiederum grüne Tiere erzielt. Entgegen Pringsheim gelang die Zucht der *Chlorellen* aus Paramazium leicht, wenn man grüne Tiere auf einer Wasseragarplatte (1:100) infolge Wassermangels zerfließen ließ. Wegen des Vergleiches verschiedener *Chlorella*-Stämme, der gelegentlichen Verdauung der Grünalgen und vieler weiterer Einzelheiten muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden.

Dr. Pfeiffer.

Seitdem man durch Strasburgers Veröffentlichung im Jahre 1873 genauere Kenntnis des Vorkommens der **Blaualge Anabaena** in den Blatthöhlen des Wasserfarnes *Azolla* hatte, wurde das Zusammenleben der beiden Organismen für sehr eng gehalten, denn die Blaualge ist in allen *Azolla*-Arten zu finden, auch wenn diese aus verschiedenen Erdteilen stammen. Außerdem umspinnt die *Anabaena* nach Strasburger auch die Gegend des Vegetationspunktes von *Azolla*, von wo sie in die neu angelegten Blätter leicht Eingang findet, und nach Goebel ist sogar das Makrosporangium nicht frei davon, so daß dieses während seines ganzen Daseins *Anabaena* enthält und das Zusammenleben also als zyklische oder permanente Symbiose zu bezeichnen war.

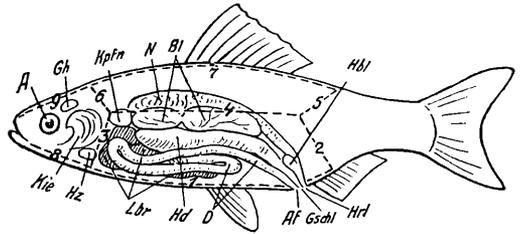
Von Limberger („Zur Frage der Symbiose von *Anabaena* mit *Azolla*“, Österreich. bot. Zeitschrift 1921, S. 228) wurde nun versucht, die getrennte Existenz der beiden Symbionten zu ermöglichen, doch scheiterten die meisten Versuche. Im Herbst wurde sehr üppig gewachsenes *Azolla*-Material, das von *Anabaena* strotzte, zur Überwinterung auf mehrere Behälter an verschiedenen geeigneten Stellen verteilt und teilweise auf Wasser schwimmend, zum Teil aber nur auf Gartenerde weiter gezogen. Fast überall hielt sich *Azolla* den Winter über lebend. Häufige mikroskopische Kontrolle an Rasiermesserschnitten und Quetschpräparaten von *Azolla* aus den aufgestellten Kulturen auf den *Anabaena*-Gehalt hin zeigten gegen Ausgang des Winters eine starke Abnahme der Blaualge in den auf feuchter Erde im Kalt- haus gezogenen Azollen. Die Zellen der noch vorhandenen *Anabaena* waren mißfarbig gelblichgrün, oft eckig, kollabiert; die Fäden

zerfielen. Mitte März war die Blaualge völlig verschwunden, der Farn grün, lebend, dagegen enthielten die auf Wasser schwimmend gezogenen Azollen nach wie vor *Anabaena* ziemlich reichlich und von normalem Aussehen.

Das *anabaena*-freie Material wurde nun sorgfältig wieder auf Wasser schwimmend weiter kultiviert. Die *anabaena*-freien Azollen wuchsen üppig weiter. Aus diesen Versuchen geht also hervor, daß *Azolla* ohne Symbiose ausgezeichnet vegetieren und sich reichlich vermehren kann.

Dr. Schürhoff.

Zur Technik von Fischsektionen. Jeder Zierfischpfleger hat hin und wieder Verluste an seinen Beständen zu beklagen und glaubt mit den sterblichen Resten seiner Lieblinge nichts Besseres tun zu können, als sie im Spiritus- oder Formalinglas beizusetzen. Weniger wertvolle Fischleichen wandern wohl gar meist in den Ofen. Und doch könnte so manches eingegangene Tier noch zu einem lehrreichen Studienobjekt werden, wenn man sich die



A = Auge. Gh = Gehirn. Kie = Kiemen. Hz = Herz. Kpfn. = Kopfnieren. N = Niere. Bl = Schwimmbase. Hbl = Harnblase. Hrl = Harnleiteröffnung. Gschl = Geschlechtsöffnung. Af = After. D = Darm. Hd = Hoden. Lbr = Leber.

Mühe nähme, seinen inneren Körperbau kennen zu lernen. Es sollen deshalb hier einige kurze Winke für die Technik solcher Untersuchungen gegeben werden. An Behelfen benötigen wir für unsere Zwecke eine Pinzette, Präpariernadeln, einige Stecknadeln, eine Schere, ein Messer und ein Skalpell. Ein einfaches Wachsbecken stellt man sich aus einer photographischen Schale her, deren Boden man etwa fingerhoch mit gefärbtem Wachs ausgießt. Das Mikroskop darf natürlich auch nicht fehlen. Wir füllen also unser Wachsbecken mit Wasser, legen den Fisch hinein und führen zunächst mit der Schere einen Schnitt vom After beginnend an der Bauchkante entlang bis zu den Kiemenstrahlen. Ein zweiter Schnitt geht vom After schräg nach vorn bis zur Mittellinie des Körpers, ein dritter beginnt hinter dem Kiemendeckel und führt gegen den Rücken schief nach hinten bis zur Körpermitte. Dadurch hat sich eine Art Klappe gebildet, die durch einen der Seitenlinie entlang führenden Schnitt abgetrennt wird. Damit haben wir die Bauchhöhle eröffnet. Um gleich ein vollständiges Präparat zu erhalten, legen wir durch die Schnitte 5, 6 und 7 (siehe Abbildung) die Rückenmuskulatur und die Wirbelsäule frei. Zum Schluß

wird der Kopfteil durch die Schnitte 8 und 9 eröffnet, wobei darauf zu achten ist, daß der letzte Schnitt möglichst flach geführt wird, da sonst das Gehirn beschädigt wird. Nun wird der Fisch mit den Stecknadeln im Wachsbecken befestigt und es können nun mit Hilfe der beigegebenen schematischen Zeichnung oder an Hand eines Lehrbuches die einzelnen Organe leicht aufgefunden und studiert werden. Dabei ergibt sich oft Gelegenheit, mikroskopische Präparate anzufertigen. Erwähnt seien nur als besonders geeignet das Bauchfell, die Kiemen, der Eierstock und die Schwimmblase. Durch Zerzupfen können auch die Leber, die Nieren und die Milz mikroskopisch betrachtet werden. Der Besitzer eines Mikrotoms wird natürlich auch Schnittpräparate der verschiedenen Organe herstellen und sie mit denen anderer Wirbeltiere vergleichen.

Ewald Klemm.

Nachweis von Eisen innerhalb der Zelle mit bisher noch nicht erreichter Klarheit gelang Richter (Zeitschr. f. wiss. Mikr. 1922, Bd. 39, Heft 1) durch passende Verquickung der von Molisch in die botanische Mikrochemie eingeführten Berlinerblauprobe mit seinem eigenen Mazerationsverfahren durch konzentriertes NH_3 . Die Versuchsanordnung findet folgendermaßen statt:

1. Eintragen von frischen oder 1 Tag in reinem dest. Wasser in gut gereinigten Glaschalen gequollenen Samen oder von frischen mit Messing-(Frucht-)Messer aus frischen Kartoffeln, Zwiebeln u. dgl. herausgeschnittenen, bis kleinfingerkuppengroßen Gewebestückchen in kleine, gut gereinigte Bechergläschen mit reinem konz. käuflichem Ammoniak.

2. Aufkochen über dem Bunsenbrenner durch rund 30 Sekunden bis 1 Minute, wobei jede Erwärmung bis zur Gerinnungstemperatur des Eiweißes und der Verkleisterungstemperatur der Stärke zu vermeiden ist. Trotz Mazeration muß die Stärke bei mikroskopischer Kontrolle in den Zellen gut erhalten geblieben sein.

3. Zweimaliges gutes Auswaschen des Ammoniaks mit reinem dest. Wasser, wobei der noch nicht völlige Zerfall der Objekte in die einzelnen Zellen bei der Manipulation sehr zu statten kommt.

4. Übertragen in oder Bedecken der gewaschenen Objekte mit einer 2%igen klaren Lösung von Ferrozyankalium, die vor Verdampfung und damit steigender Konzentration bewahrt werden muß.

5. Neuerliches 2maliges Waschen mit reinem dest. Wasser.

6. Übertragen in oder Bedecken der neuerlich gewaschenen Objekte mit 10%iger reiner Salzsäure.

7. Den Schluß dieser Methode bildet das Übertragen eines Stückchens Probematerial mittels Glasstäbchen aus der im Döschen gehaltenen Salzsäure auf den gut gereinigten Objektträger in Salzsäure, dest. Wasser, Glycerin oder Chloralhydrat, Bedecken mit

gut gereinigtem Deckglase, Andrücken desselben, wodurch das Auseinanderweichen der Zellen bewerkstelligt wird und Betrachten im Mikroskop. Dauerpräparate werden am besten in reinstem Glycerin hergestellt.

Als Untersuchungsobjekte dienten weiße Bohnen, Erbsen, Rizinussamen, Zwiebel-schuppen, Kartoffeln, Karotten usw. Besonders die beiden letzten Objekte eignen sich in vorzüglicher Weise, da durch diese Methode auch die die Reservestoffstärke erzeugenden Leukoplasten tief dunkelblau gefärbt sind. Gerade Querschnittscheiben der Karotten zeigen sehr schön das satte Blau der Leukoplasten neben dem Weiß der eigenen Stärke, dem Gelb des Öls, dem Karotinrot der Karotinkristalle und solche Präparate gehören mit zu den schönsten Farbeffekten, die sich im Mikroskop darbieten. In frischen, vom Marke bezogenen Kartoffelknollen entstand die Leukoplastenfärbung nicht sofort nach Einlegen in 10%iger Salzsäure. Erst bei längerem, bis 24stündigem Aufenthalte in der Säure wurde die Differenzierung der Leukoplasten klassisch schön. So fanden sich Stärkekörner, die mit einem zipfeligen, himmelblau gefärbten Leukoplasten bedeckt erschienen. Bei anderen bildete der Leukoplast einen blauen Napf. In etlichen Zellen war durch den Druck auf das Deckglas die Stärke aus ihren blau gefärbten protoplasmatischen Erzeugern herausgequetscht, so daß diese wie Näpfe von Eicheln in den isolierten Kartoffelzellen lagen.

Dr. Schürhoff.

Zum Nachweis von Chloriden erkannte schon vor über 30 Jahren Schimper (Flora LXXIII. 212) Silbernitrat als geeignetes Reagens. Statt des dadurch entstehenden amorphen Chlorsilbers kann man auch solches in kristallinischem Zustande (Hexaeder, Oktaeder und Vereinigungen beider, seltener Rhombendodekaeder, oder auch flache Tafeln) erhalten, wenn man den erhaltenen Niederschlag in möglichst wenig Ammoniak löst und die Flüssigkeit verdunsten läßt. Am Licht färben sie sich allmählich violett, bei Einwirkung gewisser Pflanzensäfte ebenso oft recht schnell. Jung (Sitz-Ber. Akad. Wiss. Wien, Abt. 1, Bd. CLIX, S. 297 f.) empfiehlt daher als Reagens auf Chloride eine 1%ige Silbernitratlösung in 10%iger Ammoniaklösung. Als Probe genügt m. E. für alle die Fälle, in denen Arsenverbindungen in den Zellen nicht wahrscheinlich sind (für diese Ausnahme vgl. dagegen Zimmermann-Schneider, Botan. Mikrotechnik, 2. Aufl., Jena 1922, S. 167), die Auflösung der Kristalle in Ammoniak oder Natriumhyposulfit. Brunswik (Ztschr. f. wiss. Bot. XXXVIII, S. 150) zeigte, daß die Kristalle mit Methylenblau, Eosin und Bismarckbraun kräftig gefärbt werden können. So lassen sich schöne Dauerpräparate herstellen. Als geeignete Versuchspflanzen seien genannt: *Daucus carota* (Möhrenwurzel), *Beta*, *Solanum*.

Dr. Pfeiffer.

Das Laboratorium des Mikroskopikers

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Wir veröffentlichen in diesem Beiblatt, das in zwangloser Folge erscheint, Beschreibungen neuer Apparate und Instrumente für sämtliche Zweige der Mikroskopie, um dadurch einen dauernden Überblick über die Fortschritte der Apparate-technik zu geben. Ebenso bringen wir hier Anleitungen zur Selbstanfertigung mikrotechnischer Hilfsapparate, um unsern Lesern die Vervollständigung ihrer Apparatur auf dem billigsten Wege zu ermöglichen.

Die Selbstherstellung eines brauchbaren Mikroskops.

(Schluß von S. 188.)

Von **O. Neumann.**

Die Hilfsleisten haben damit ihren Zweck erfüllt. Nach dem Trocknen befestigen wir ebenso die beiden dünnen Führungsleisten. Das Stück wird mit den Zähnen nach oben hingestellt, jederseits werden 2 der dünnen 5 mm breiten Hölzchen, wie es Abb. 2b zeigt, fest angedrückt und die beiden oberen, den Zähnen am nächsten liegenden, mit dem Mittelbrett verzapft und verleimt. Die hierbei als Hilfsleisten verwendeten Stückchen gebrauchen wir nachher als Führungsleisten des Tubusträgers, heben sie also gut auf. Nach dem Trocknen bringen wir noch die flache Ausrundung an, womit die Zahnstange an den Tubus geleimt werden soll. Erst arbeiten wir mit dem Messer roh vor. Dann wickeln wir um den Tubusauszug (in welchen wir der Festigkeit halber die Papierrolle hineingeschoben haben) einige Lagen Papier und darüber einen Bogen grobes Schmirgelpapier. Diese Schmirgelfeile muß den Durchmesser des Tubus haben. Mit ihr feilen wir die Rundung sauber aus. Wir dürfen aber nicht schief feilen, was bei Unachtsamkeit leicht vorkommt. Die Zahnstange wird so am Tubus festgeleimt, daß dieser unten 1 cm vorsteht. Das Ende der Tubuswicklung wird vorher mit Schmirgelpapier geebnet und kommt in die Mitte der Ausrundung zu liegen, weil es hier das Aussehen am wenigsten beeinträchtigt. Vor allem müssen wir darauf achten, daß die beiden Teile nicht schief zusammengeleimt werden.

Für die Herstellung des Tubusträgers verschaffen wir uns zunächst das Triebrädchen. Wir entnehmen es einem unbrauchbar gewordenen Werk eines Weckers. Das größere Zahnrad, welches mit auf der Achse sitzt, wird entfernt, ohne die Achse zu verbiegen. Haben die Zahnchen gerade 8 mm Länge (= 2 Brettstärken), so ist es gut. Andernfalls müssen wir sie erst herrichten, indem wir etwas abfeilen oder kleine Blechscheibchen über die Achse ans Rädchen heranschieben. (Letzteres wäre z. B. in Abb. 2 nötig.) Haben wir kein passendes Rädchen zur Hand, so können wir es für wenig Geld beim Uhrmacher oder Mechaniker erstehen. Die Achse feilen wir so zu, daß ein Ende 4, das andere etwa 14 mm lang ist.

Der Tubusträger ist nach Abb. 4 ohne Schwierigkeit herzustellen. Er wird aus vier

Brettchen zusammengeleimt, von denen die beiden inneren, wie die Abb. zeigt, im oberen Teil 13 mm schmaler, dagegen unten 3 cm länger sind als die äußeren. Die äußeren Brettchen erhalten vorn an den Innenseiten des Oberteils je eine 5 mm breite Führungsleiste aus Bodenholz, die in die entsprechenden Nuten der Zahnstange passen (s. Abb. 5). Wir haben sie schon bei der Anfertigung der Zahnstange als Hilfsleisten verwendet. Die inneren Brettchen werden dort, wo das Triebrädchen sitzen soll, also 2 cm vom oberen Rande, ausgekehlt. Wie weit das Achsenlager des Triebrädhchens nach vorn oder hinten auszubohren ist, richtet sich nach dem Durchmesser des Rädchens und muß mit Hilfe der Zahnstange ausprobiert werden. Das Lager für die Achse des Kippgelenks ist genau in der Mitte der Verlängerung der Innenbrettchen, also in allseitig 15 mm Abstand von den Rändern auszubohren. Die rückwärtigen Ecken werden mit genau 15 mm Halbmesser abgerundet. Das Triebrädchen muß natürlich vor dem Zusammenleimen eingesetzt werden. Nach dem Trocknen werden dann noch die beiden Brettchen 2 × 4 cm zur Stütze des Objektischchens an der aus Abb. 4 zu ersiehenden Stelle aufgeleimt. Um das Triebrädchen bewegen zu können, schneiden wir uns zwei kreisrunde Scheiben mit etwa $3\frac{1}{2}$ cm Durchmesser und ein kleines Scheibchen mit 1 cm Durchmesser. Sie werden in der Mitte mit passender Bohrung versehen, die kleine Scheibe wird auf die vorragende Achse des Triebrädhchens gesteckt, die beiden andern werden (mit gekreuzten Fasern) zusammengeleimt und dann mit Leim auf der Achse befestigt. Abb. 5 zeigt die fertige Triebvorrichtung im Durchschnitt.

Für den Tisch (Abb. 6) leimen wir drei Bodenbrettchen 10 × 11 cm zusammen, so daß die Faserung des mittleren Brettchens quer zu der der beiden andern verläuft; dadurch verhindern wir ein Verziehen des Tischchens. In der Mitte einer Schmalseite fertigen wir einen Ausschnitt, der den als Handgriff dienenden mittleren Teil des Tubusträgers fest umfassen muß. Um die Lage der Tischöffnung zu finden, setzen wir die bisher fertigen Teile zusammen (Tubus mit Zahn-

stange, Tubusträger und Tischchen; der Tubus bleibt dabei leer), senken den Tubus bis auf den Tisch und markieren mit Bleistift den Umfang. Der Mittelpunkt dieses Kreises gibt uns die Mitte der Tischöffnung an. Wir sägen sie mit 1 cm Durchmesser sauber aus und feilen mit Rundfeile oder gerolltem Schmirgelpapier glatt. Eine größere Öffnung sieht nicht so gut aus und hat auch für uns keinen Zweck. Die beiden Objektklammern werden nach Abb. 7 aus einer starken Haarnadel zurechtgebogen. Die Einstecköffnungen für sie bringen wir 2 cm von den Seitenrändern und 3 cm vom Hinterrande genau senkrecht an. Von einer dauernden Befestigung des Tisches mit Leim oder Schrauben möchte ich abraten, da wir doch hin und wieder den Wunsch haben, den Tisch abzunehmen, um dies oder jenes zu ändern oder zu ergänzen. Wie aus Abb. 4 zu erkennen ist, leimen wir 3 kleine Leistchen 5×20 mm aus Bodenholz um den Tubusträger und schaffen so eine Nute, in die der Tischausschnitt recht fest hineinpaßt. Dadurch sitzt der Tisch eben so gut, als wenn er angeleimt wäre. Er erhält später noch seitliche Unterstützung durch ein Querbrettchen des Spiegelhalters.

Die gabelförmig gestaltete Säule wird aus 4 Brettchen zusammengesetzt; die äußeren messen 7×3 , die inneren 4×3 cm. Da die inneren Brettchen genau die Stärke der Innenbrettchen des Tubusträgers haben müssen, so schneiden wir sie am einfachsten aus denselben Brettchen wie diese. Die hinteren oberen Ecken der Außenstücke werden genau wie die unteren Ecken beim Tubusträger abgerundet (Abb. 10). Darauf bohren wir das Lager für die Gelenkachse ein. Für die Achse nehmen wir einen abgewickelten runden Nagel von 2—3 mm Stärke. Diese Achse genügt. Wir können auch einen dünnen Schraubenbolzen von passender Länge als Achse nehmen, so daß wir den Oberteil in jeder Lage durch einfaches Anziehen der Schraubenmutter feststellen können.

Für den Fuß schneiden wir nach Abb. 8 vier hufeisenförmige Brettchen. Zwei davon versehen wir mit einem für die Säule passenden Ausschnitt. Eins von den beiden andern schneiden wir mit Querverfaserung zu und nehmen es als das zweite Brettchen von unten. Da das Holz für den Fuß recht fest und hart sein muß, so habe ich dafür Ahornlaubsägeholz genommen; es genügt jedoch auch Zigarrenkistenholz. Die Säule muß genau senkrecht in den Ausschnitt der beiden oberen Fußbrettchen eingeleimt werden.

Nun haben wir noch den Spiegel anzubringen. Ein Brettchen von 2×6 cm versehen wir in der Mitte einer Längsseite mit einem 1 cm tiefen und 8 mm breiten Ausschnitt. Hierin eingeleimt wird, wie es Abb. 9 zeigt, ein 6 cm langes Brettchen von 8 mm Breite, das an seinem freien Ende verbreitert ist, damit es beim Bohren des Gelenks für die seitliche Bewegung des Spiegels nicht spaltet. Das in der Abb. 9 schräg gezeichnete Brettchen ist 1 cm breit und etwa 2 mm kürzer als der Durchmesser unseres Spiegels. Es wird

ebenfalls in der Mitte durchbohrt, um es durch ein Schraubchen drehbar in der Bohrung des vorigen Brettchens befestigen zu können. Vorher jedoch schneiden wir aus Bodenholz zwei Stückchen 1×4 cm zu, die wir mit je einem Ende an den Stirnseiten des Brettchens mit Stiftchen und Leim befestigen (s. Abb. 9). Zwischen diese federnden Leistchen wird der Spiegel einfach eingeklemmt; er sitzt so fest genug und läßt sich leicht in jede gewünschte Lage bringen. Als Spiegel benützen wir einen gewöhnlichen runden Taschenspiegel, den wir aus der etwaigen Fassung herauslösen und mit schwarzem Papier hinterkleben. Den Rand des Glases können wir mit Ausziehtusche schwärzen. Gut sieht es aus, wenn wir die Vorderseite mit einem 2—3 mm breiten schwarzen Rande versehen. Den Spiegelhalter bringen wir mit Schraubchen oder Leim am unteren Teil des Tubusträgers so an, daß seine Oberkante mit der unteren Tischfläche in gleicher Höhe liegt und so den Tisch unterstützt. Das abwärts führende, 8 mm breite Brettchen muß sich beim Umlegen zwischen den Gabeln der Säule hindurchbewegen lassen (in Abb. 10 angedeutet). — Unser Mikroskop wäre damit in der Hauptsache fertig. Wenn wir sorgfältig gearbeitet haben, funktioniert es in allen Teilen einwandfrei (Abb. 10).

Wir gehen nun daran, die optischen Leistungen unseres Instruments zu verbessern.

Uns stört zunächst die große Lichtfülle, die das Objektiv durchläßt, wodurch feine Einzelheiten der Bilder überstrahlt werden und nicht zur Geltung kommen. Wir müssen also abblenden. Dazu schneiden wir aus einem Hefdeckel oder aus steifem, schwarzem Papier ein rundes Scheibchen, das gerade in die Fassung der Objektivlinse hineinpassen muß, so daß es dicht über der Linse liegt. Dieses Scheibchen versehen wir in der Mitte mit einer kleinen, runden Öffnung von etwa 2 mm Durchmesser. Sie läßt genug Licht hindurch und blendet die störenden Randstrahlen ab. Die Bilder werden dadurch bedeutend klarer und schärfer. Da die Blendscheibchen sehr leicht und schnell hergestellt sind, so können wir uns gleich mehrere mit verschieden großer Öffnung anfertigen und ausprobieren, welches davon am vorteilhaftesten ist.

Nun wollen wir die Vergrößerung unseres Mikroskops bestimmen. Wir verschaffen uns dazu zunächst einen Papierstreifen mit möglichst feiner und ganz regelmäßiger Teilung (sogen. Millimeterpapier, wie es die Architekten benützen). Wir können ihn selbst herstellen, indem wir auf gutem Papier mit sehr feiner Feder dünne Striche in z. B. genau $\frac{1}{2}$ mm Abstand parallel zueinander ziehen. Bequemer und sauberer kommen wir dazu, wenn wir alte Kataloge, Kalender oder dergl. durchblättern. Darin finden sich oft Bilder, auf denen größere oder kleinere Flächen sehr fein und gleichmäßig schraffiert sind. Eine besonders gut schraffierte Stelle suchen wir uns aus und stellen mit Millimetermaß und Lupe den genauen Abstand der Schraffenstrichelchen fest. (Finden wir z. B., daß 36 Zwischenräume der Schraffen genau 7 mm

breit sind, so ist der Abstand zweier Striche $\frac{7}{96}$ mm oder 0,1944 . mm.) Sodann schneiden wir ein Stückchen (10 × 10 oder 10 × 15 mm) oder ein Kreisscheibchen (12—15 mm Durchmesser) heraus; dabei achten wir darauf, daß wir möglichst eins erwischen, das auf der Rückseite nicht bedruckt ist. Das Stückchen kleben wir auf einen Objektträger, so daß die Strichelchen parallel zu den Längsseiten des Gläschens verlaufen. Zur Seite kleben wir außerdem ein Stück weißes Papier und vermerken darauf den genauen Abstand der Strichelchen. In unserem Falle würde also darauf stehen: „1 Teilstrich = $\frac{7}{96}$ mm = 0,1944 . mm.“ — Auf diesen Maßstab stellen wir nun das Mikroskop mit aufgerichtetem Oberteil scharf ein. Nahe zur Seite legen wir einen Vergleichsmaßstab (Lineal) mit Millimeterteilung so hin, daß seine Teilstriche zu denen, die wir unterm Mikroskop haben, parallel sind. Der Vergleichsmaßstab muß, wenn wir ins Mikroskop sehen, vom Auge genau 25 cm (d. i. deutliche Sehweite) entfernt sein. Das erreichen wir durch Unterlegen von Brettchen oder Büchern. Nun sehen wir mit einem Auge ins Mikroskop, mit dem andern auf den Vergleichsmaßstab und vergleichen, wie weit 2 Teilstriche unter dem Mikroskop auf dem Vergleichsmaßstab auseinanderliegen. Nehmen wir an, es messen 3 Abschnitte im Instrument gerade 56 mm, dann sehen wir 2 Striche (die doch einen Abschnitt begrenzen) $56 \cdot \frac{2}{3} = 18,66$ mm weit auseinander. Da sie, wie wir wissen, in Wirklichkeit 0,1944 . . mm (s. oben) entfernt sind, so sehen wir also ihren Abstand jetzt $18,66 \cdot \frac{1}{0,1944} = 96 \times$ vergrößert. Da wir die Vergrößerung ändern können, indem wir den Tubusauszug mehr oder weniger herausziehen, so legen wir uns eine kleine handliche Tabelle an, aus der wir stets ersehen können, wie weit wir Objektiv und Okular voneinander entfernt stellen müssen, um eine bestimmte Vergrößerung zu erhalten. Mit den von uns verwendeten Linsen erhalten wir bei der kleinsten Einstellung des Tubus (ungefähr 14 cm Gesamtlänge) etwa 75malige, bei der weitesten (ungefähr 24 cm) etwa 150malige Vergrößerung. Am klarsten werden die Bilder bei mittlerer, also 100—110facher Vergrößerung sein.

Wenn wir noch eine oder zwei kleine Linsen von kurzer Brennweite in Besitz haben, so können wir diese in unser Objektiv einbauen und dadurch sein Vergrößerungsvermögen erhöhen. Sind diese Linsen plankonvex, so setzen wir sie so ein, daß die flache Seite der Frontlinse zugekehrt ist; dadurch erhöhen wir mit dem Vergrößerungsvermögen gleichzeitig auch das Zeichnungsvermögen unsers Objektivs, wodurch ja die stärkere Vergrößerung erst Wert erhält. Unter Zeichnungsvermögen verstehen wir „die Fähigkeit des Objektivs, ein scharfes, von Farbensäumen und Schleiern freies Bild des Objekts zu liefern, das wie gezeichnet aussehen (daher: Zeichnungsvermögen), also deutliche und doch feine Umrisse haben soll.“¹⁾ Beim Einbauen der Linsen

müssen wir darauf achten, daß sie möglichst dicht aufeinander zu liegen kommen, ohne sich zu berühren, und daß sie zentrisch und parallel zur Frontlinse sitzen. Bei einigem Geschick ist das nicht allzuschwer zu erreichen. Eine sehr einfache und doch brauchbare Art ist diese: Aus festem, schwarzem Papier oder einem Heftdeckel schneiden wir ein Scheibchen genau so groß wie die Blende im Objektiv, die mittlere Öffnung machen wir 3—4 mm groß und kleben die Linse mit dem Rande zentrisch darauf fest. Sie läßt sich nun gerade in den kleinen Gewindestutzen der Frontlinse hineinschieben und sitzt fest. Die etwaige zweite Linse bereiten wir genau so vor, nur nehmen wir den Durchmesser des Pappscheibchens so groß, daß es gerade in die Metallhülse unseres Objektivs paßt, also auf dem Gewindestutzen ruht. Wie das Objektiv dann innen aussieht, zeigt Abb. 11 im Durchschnitt.

Durchaus notwendig ist diese Vervollständigung unseres Objektivs natürlich nicht. Es läßt sich jedoch so manches deutlicher und klarer bei etwas stärkerer Vergrößerung sehen und zeigen. Außerdem bereitet das Anbringen solcher kleinen Verbesserungen viel Freude und verschafft auch immerhin Einsicht in die Gesetze der Linsenwirkung und Gewandtheit in ihrer Anwendung. Das gleiche gilt von dem folgenden.

Wir können ferner unser Instrument mit einem Kondensator versehen. Einen solchen finden wir sonst bei einfachen Mikroskopen nicht. Er bietet uns aber doch einige nicht zu unterschätzende Vorteile. Zunächst können wir durch ihn schwache Beleuchtung verstärken; er ersetzt uns also den Hohlspiegel, womit gewöhnlich jedes Mikroskop ausgerüstet ist. Bei sonst genügender Lichtstärke würde der Kondensator nun zuviel Licht auf das Objekt vereinigen. Da blenden wir denn seine Randstrahlen ab und erreichen so wieder einen Vorteil, nämlich eine schöne, gleichmäßige Durchleuchtung des Objekts, was sich in der erhöhten Klarheit und Schärfe der Bilder bemerkbar macht. Besonders bei künstlicher Beleuchtung am Abend tritt diese Wirkung lebhaft hervor. Wenn wir noch eine passende Linse von 2—4 cm Brennweite haben oder beschaffen können, so wollen wir uns den Kondensator anfertigen, es wird uns nicht gereuen. (Statt einer Linse können wir auch zwei schwächere nehmen, die zusammen die gewünschte Brennweite ergeben.) Aus Heftdeckeln schneiden wir Streifen von 4—5 cm Breite und stellen daraus die Fassung der Linse (oder Linsen) her, wie wir es ähnlich beim Bau des Tubus gemacht haben. Die Linse leimen wir nicht in der Fassung fest, damit wir sie jederzeit herausnehmen oder wieder einsetzen können, was für ihre Reinigung später und auch für unser Ausprobieren von Vorteil ist. Vorn in die Fassung leimen wir deshalb einen schmalen Pappstreifen ein, auf dem die Linse aufliegt. Wollen wir zwei Linsen von verschiedenem Durchmesser verwenden, so machen wir die Fassung der kleineren gerade so stark oder schwach, daß wir sie in die Fassung der größeren einschieben

¹⁾ Günther, Das Mikroskop und seine Nebengeräte. Stuttgart. Franckh.

können. Nun brauchen wir noch die Einsteckhülse für unsern Kondensator. Diese wird ebenfalls auf die bekannte Weise aus Heftdeckeln hergestellt. Ein 5 mm breiter Ring wird davon abgeschnitten und als Anschlag vorn auf die Fassung des Kondensators geleimt. Die Länge von Fassung und Hülse richtet sich natürlich ganz nach der Brennweite des Kondensators. Wie sie am besten zugeschnitten werden, ist aus Abb. 12 zu erkennen. Die Abb. zeigt auch die Anbringung des Kondensators unter dem Tischchen. Die Hülse wird am Tisch festgeleimt. Als Blenden fertigen wir wieder Pappscheiben an, welche in die Fassung hineinpassen. Die vorteilhafteste Weite der Blendenöffnung probieren wir aus. Bei verschiedenartiger Beleuchtung werden wir auch verschiedene Blenden verwenden müssen.

Auch wenn wir keine Linse für den Kondensator mehr übrig haben, so empfehle ich doch, die verschiebbare Pappfassung unter der Tischöffnung anzubringen, um sie als Blenden-einsatz zu benutzen. Oft kommen wir nämlich in die Lage, daß wir das vom Spiegel kommende Licht abblenden müssen. Je weiter dabei die Blende von dem Objekt entfernt ist, desto besser sind die Lichtstrahlen, die das Objekt treffen, parallel gerichtet und desto klarer sind die Bilder. Probieren geht über Studieren.

Damit hätten wir unser Mikroskop auf seine

größtmögliche optische Leistungsfähigkeit gebracht, und wir haben zum Schluß nur noch übrig, seinem Äußeren ein gefälliges Aussehen zu geben. Wer mit Lackieren oder Beizen und Polieren vertraut ist, dem wird die Lösung dieser Frage nicht schwer fallen. Ob wir die Holzteile in Eiche, Nußbaum oder Mahagoni oder noch anders ausführen, soll dem Geschmack jedes einzelnen überlassen bleiben. Die obere Tischfläche sowie die Pappteile machen wir auf jeden Fall schwarz. Ungeübten empfehle ich, das ganze Instrument in Schwarz auszuführen, entweder mit Spirituslack oder mit schwarzer Ausziehtusche. Das letzte Verfahren ist außerordentlich einfach; es wirkt dabei sehr gefällig und bewahrt vor mancherlei Enttäuschungen.

Zur Aufbewahrung des Instruments und zum Schutz vor dem lästigen Verstauben fertigen wir uns entweder ein hübsches Kästchen, in das wir es einschließen können, oder wir begnügen uns mit einer passenden vierkantigen Papplocke zum Überstülpen.

Demjenigen, der sich nun in die mikroskopische Technik einarbeiten will, empfehle ich, sich direkt an den „Mikrokosmos“ zu wenden. Hier ist bereits eine äußerst reichhaltige Literatur über alle Gebiete der Mikroskopie und Mikrobiologie erschienen, daß jeder, vor allem auch der Anfänger, finden kann, was er zu seiner Vervollkommnung braucht.

Kleine Mitteilungen.

Eine neue Holzreaktion beschreibt O. Adler in Biochem. Ztschr. CXXVIII, 1922, S. 32 f. Man trägt das Präparat in eine konzentrierte Lösung von Phenylhadrazinchlorhydrat und konzentrierter Essigsäure (Grünfärbung!). Verf. prüfte viele organische Verbindungen auf ihre Reaktion mit dem gleichen Mittel und fand große Ähnlichkeit bei Derivaten des Anethols. Dr. Pfeiffer.

Eine einfache Verbesserung der Mansonfärbung beschreibt Dr. L. Schwarz in Nummer 49 der Klin. Wochenschr. 1922. Die Methode dient zum Nachweis von Malaria-plasmodien und basophil gekörnter Erythrocyten. Das Verfahren ist folgendermaßen: In einem wenig Alkali abgebenden Glaskolben werden 2 g Borsäure und 1 g Methylenblau in 100 ccm kohlenstoffreiem, destilliertem Wasser gelöst. Diese Lösung I hält sich bei Zimmertemperatur längere Zeit unverändert. Zum Alkalisieren wird als Lösung II eine 0,28%ige Natronlauge gebraucht, die man sich am besten durch Auflösen von festem NaOH in destilliertem Wasser herstellt. Vor dem Gebrauch läßt man mittels Lamprechts Tropfglas T. K. in einen Meßzylinder 6 Tropfen der Lösung I und 8 Tropfen der Lösung II eintropfen und füllt mit frischem destilliertem Wasser auf 10 ccm auf. Mit dieser Farblösung wird der in Methylalkohol gehärtete und wieder lufttrocken gewordene Ausstrich fünf Sekunden gefärbt und in frischem destilliertem

Wasser abgespült. Dicke Tropfen werden ohne Härtung 5 Minuten lang gefärbt. Der Vorzug dieser Farblösung liegt in der Haltbarkeit und somit Materialersparnis.

Dr. Rostock.

Das Trennungsgewebe von Kompositenblüten untersuchte A. Vrgoò (Ber. d. Deutsch. Pharm. Ges. XXXII, 1922, S. 176ff.). Bereits im Knospenzustande sind bestimmte Zellen an der Ansatzstelle der Blüte langgestreckt neben 2—3 Reihen kleiner Zellen der sogen. ovalen Schicht. Die Membranen dieser beiden primären Trennungsschichten geben Zellulosereaktion. Mit dem Aufblühen nehmen die Zellen freilich an Größe zu. Für die Abtrennung der Frucht sind aber außer den primären Trennungsschichten Verholzungs- oder Verschleimungsvorgänge in bestimmten Gewebepartien der Blüte und des Blütenbodens wichtig. Eine sekundäre Trennungsschicht im Sinne Mohls tritt aber nicht auf. In diesem Sinne fielen auch entsprechende Untersuchungen des Ref. an Blüten von Valerianazeen, Cucurbitazeen und einigen anderen Sympetalen aus, die er für die Bearbeitung dieses physiologischen Gewebesystems für K. Linsbauers Handbuch d. Pflanzenanatomie unternommen hatte. Dennoch sei vor einer vorzeitigen Verallgemeinerung dieser Ergebnisse eindringlichst gewarnt.

Dr. Pfeiffer.

Mikrostereobilder mit einfachsten Mitteln.

Von Dr. P. N. Schürhoff.

Bei der Betrachtung einer Landschaftsphotographie oder eines Gemäldes gewinnen wir die Vorstellung, daß es sich hier um räumliche Tiefenausdehnung handelt, wir sprechen demgemäß z. B. von Vorder- und Hintergrund. Die perspektivische Wiedergabe einer Landschaft zeigt uns jedoch nur ein Bild, wie wir es mit *e i n e m* Auge sehen, einen wirklich körperlichen Eindruck erhalten wir von einem Gegenstand erst dann, wenn wir ihn mit beiden Augen betrachten. Dies körperliche Sehen kommt dadurch zustande, daß jedes Auge ein verschiedenes Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut empfängt, deren Vereinigung zu einer körperlichen Vorstellung erst im Gehirn stattfindet.

Wollen wir daher ein körperliches, d. i. stereoskopisches Bild eines Gegenstandes herstellen, so müssen wir für jedes Auge ein besonderes Bild zeichnen und das eine Bild mit dem einen, das andere mit dem anderen Auge betrachten, worauf dann im Gehirn die Empfindung des körperlichen Sehens nur *e i n e s* Bildes erfolgt.

Bekannt ist, daß die photographischen Stereokameras zwei Objektive besitzen, mit denen man zwei verschiedene Aufnahmen macht, die man im Stereoskop betrachtet und zu einem Bilde kombiniert.

Sehen wir uns nunmehr Abb. 1 und 2 an; beide sind aus Verworns „Physiologie“ entnommen. Abb. 1 stellt die Zeichnung eines Kegelstumpfes dar, also eines Kegels, dessen

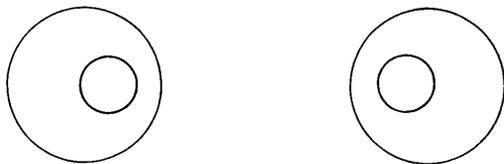


Abb. 1. (Erklärung im Text.)

Spitze abgeschnitten ist. Die linke Seite gibt eine perspektivische Zeichnung wieder, wie wir den Kegelstumpf mit dem linken Auge sehen, die rechte, wie er sich dem rechten Auge darbietet. Wenn wir nun mit dem linken Auge die linksstehende Zeichnung und mit dem rechten Auge die rechtsstehende betrachten, so kombinieren sich im Gehirn

beide Zeichnungen zu einer stereoskopischen Wiedergabe des Kegelstumpfes. In gleicher Weise stellt Abb. 2 einen Trichter dar, dessen größere Öffnung dem Beschauer zugekehrt ist.

Wir können uns bei der Betrachtung der Zeichnungen eines Stereoskopes bedienen; dieser Apparat dient dazu, daß wir das linke



Abb. 2. (Erklärung im Text.)

Bild nur mit dem linken Auge, das rechte Bild nur mit dem rechten Auge erblicken. Die optische Einrichtung besteht aus schwach vergrößernden Linsen. Das Stereoskop ist für Mikroskopiker ein völlig überflüssiger Apparat; wir können alle stereoskopischen Bilder auch ohne jeden Apparat stereoskopisch sehen, sofern wir nicht wie gewöhnlich bei Betrachtung aus der Nähe unsere Augen so stellen, daß sie auf einen Punkt gerichtet sind, sondern die Sehachsen beider Augen parallel stellen. Je näher der Gegenstand, desto größer ist bei Betrachtung der Sehwinkel, je weiter desto kleiner. Sehen wir nun z. B. in die Ferne (betrachten wir etwa einen fernstehenden Baum), so sind unsere Sehachsen fast parallel gerichtet. Halten wir diese Stellung der Sehachsen fest und betrachten Abb. 1, so sehen wir das stereoskopische Bild des Kegelstumpfes.

Zuerst wird uns dies einige Schwierigkeiten bieten; wir erlernen es auf folgende Weise: Wir fixieren einen fernen Gegenstand und halten nun die Zeichnung etwa 40–50 cm von unseren Augen entfernt und zwar so, daß die Zeichnung den betreffenden Gegenstand, z. B. einen Baum, verdeckt; indem wir nun versuchen, den Baum durch das Papier hindurch zu fixieren, stellen wir unsere Sehachsen parallel und sehen dann mit jedem Auge das links und das rechts stehende Bild zugleich, dabei kommt es zu einer Deckung der beiden inneren von den 4 gesehenen Bildern, diese überdecken sich und infolgedessen erblicken wir tatsächlich nunmehr 3 Bilder

des Gegenstandes, von denen das innere, da es aus 2 verschiedenen kombiniert ist, körperlich erscheint.

Sollte uns die Vereinigung der Bilder auf diese Weise noch nicht gelingen, weil uns die Undurchsichtigkeit des Papiers bei der Parallelstellung unserer Sehachsen stört, so zeichnen wir die Abb. 1 auf Pauspapier durch

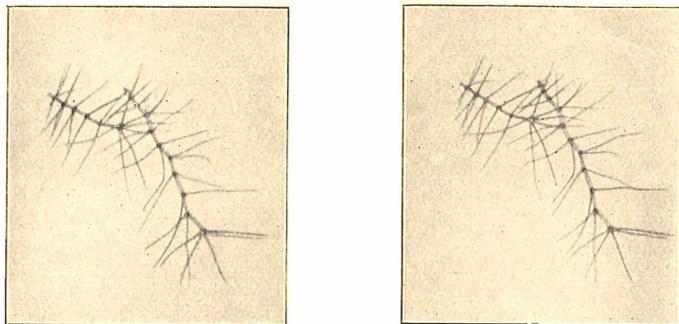


Abb. 3. Stereoskopische Aufnahme von Büschelhaaren von der Unterseite der Königskerze.

und halten dieses nunmehr in einer Augentfernung von 40 cm vor den entfernt liegenden Gegenstand.

Es gibt noch ein anderes Hilfsmittel: Wir pausen auf Schreibpapier die beiden großen Kreise der Abb. 1 durch und schneiden sie aus. Halten wir nun die Augen in einem Abstände von 30 cm von der Abb. 1 entfernt und bringen das Blatt mit den beiden runden Löchern so zwischen Augen und Bild, daß man durch das rechte Loch nur das rechte, durch das linke nur das linke Bild sieht, so sehen wir die Abb. körperlich genau wie im Stereoskop.

Stehen uns käufliche Stereoskopbilder zur Verfügung, so üben wir uns an diesen, bis wir die nötige Geschicklichkeit erworben haben, jedes Stereoskopbild möglichst schnell stereoskopisch ohne Apparat zu sehen. Erwähnt sei noch, daß Kurzsichtige ohne ihr Augenglas eine leichtere Verschmelzung der Bilder erzielen, während Weitsichtige ihr Augenglas gebrauchen.

Wir kommen nun zur Herstellung von stereoskopischen Bildern mit dem Mikroskop. Die Methode beruht darin, daß wir die Linse des Okulars zur Hälfte bedecken und zwar einmal die rechte Hälfte, das andere Mal die linke Hälfte. Man fertigt sich hierfür eine Kappe, am besten aus einer 2 mm dicken Korkscheibe, welche die eine Hälfte des

Okulars freiläßt.¹⁾ Unsere Abb. 3 zeigt eine stereoskopische Aufnahme von Büschelhaaren von der Unterseite der Blütenkrone der Königskerze. Das Präparat wurde aufgenommen mit Objektiv Nr. 2 von Leitz und Okular 12,5mal von Zeiß, Beleuchtung mit Glühlampe von 75 Kerzen, Belichtungszeit 30 Sekunden. Als Okularblende wurde eine Blende des Zeißschen Stereotubus verwandt. Man kann auf diese Weise Stereobilder selbst mit Ölimmersion herstellen, sofern sich das Objekt für stereoskopische Betrachtung überhaupt eignet. Am besten kommen Aufnahmen mit schwächeren Vergrößerungen zur Geltung, z.B. Flöhe und andere Insekten, Fliegenauge und Fliegenrüssel, ferner vor allen Dingen verzweigte Blatthaare, z. B. von der Königskerze, die man in Luft eingeschlossen präpariert.

Ganz besonders schöne Präparate geben auch injizierte Kapillargefäße der Niere, der Lungen und des Darms. Schwierig sind Diatomeen-Aufnahmen.²⁾ Man kann auch die Aufnahmen direkt auf Gaslicht- oder Bromsilberpapier machen, da es gleichgültig ist,

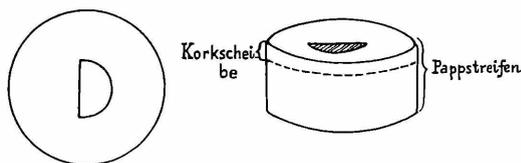


Abb. 4. (Erklärung im Text.)

ob die Zeichnung dunkel auf hellem Grund oder hell auf dunklem Grunde ausfällt.

¹⁾ S. Abb. 4. Man fertigt auf diese Weise nacheinander 2 Photogramme, am besten auf einer 6×9-Platte. Die Kopien müssen seitenrichtig aufgezogen werden, was man am besten durch Ausprobieren feststellt. Werden die beiden Bilder nicht seitenrichtig aufgeklebt, so erhält man ein pseudoskopisches Bild, bei welchem die Erhöhungen vertieft sind bzw. umgekehrt. So stellt z. B. Abb. 2 ein seitenverkehrtes Bild der Abb. 1 dar und zeigt infolgedessen einen Trichter, während Abb. 1 einen Kegelstumpf darstellt.

²⁾ Sehr gute Bilder geben auch Spirogyra-Arten, die wenig Chlorophyllbänder enthalten; man setzt hier zweckmäßig Jodlösung zum Präparat zu, wodurch man eine intensivere Färbung der Chloroplasten und auch ein Hervortreten der Kerne erhält.

Überblick über histologische Forschungen der beiden letzten Jahre. Die neueren Untersuchungen betr. Leitungssystem und Zuwachsvermögen der Pflanzen.

(Abgeschlossen 31. Dezember 1922.)

Von Dr. H. Pfeiffer.

Nachdem W o r s d e l l in der erwachsenen Pflanze von *Macrozamia Fraserei* anormale Strukturen entdeckt hatte, war die von H a t f i e l d durchgeführte Untersuchung des Keimlings und der jungen Pflanze von Interesse. Freilich überschreitet die Arbeit in ihren Ergebnissen den hier gezogenen engen Rahmen ein wenig. R i v i è r e suchte zu erkennen, wie die Abplattung des in der Jugend ziemlich kreisrunden Stammes von *Vitis lanceolaria* entsteht. An den ursprünglich geschlossenen Bündelring werden neue Ringe an 4—6 senkrecht zur Insertionsebene des Blattpaares liegenden Bündeln durch anormales Dickenwachstum angegliedert. Die Bündel bleiben durch Markstrahlen getrennt, so daß 4—6 keilförmige Sektoren entstehen, die sich wie bei *Gnetum* aus denen der aufeinander folgenden Ringe zusammensetzen und aus einem *Kambium* gebildet werden, das von einem schon vorhandenen ausgeht, sich an die äußerste Schicht des sekundären Phloems irgend eines Sektors anlegt und hier ein neues Bündel bildet.¹⁾ Schließt sich ein sekundäres oder tertiäres Kambium nach Durchquerung des Markstrahles nicht an die äußerste, sondern an eine mittlere Schicht eines sekundären Phloems an, so entsteht ein interkalares Bündel. Von diesen, z. Tl. verkehrt orientierten, sowie durch die im ersten Teile der Abhandlung Rivières besprochene Frage nach dem Vorhandensein von Anastomosen bei *Vitis* wurde J a n s e angeregt zu zeigen, daß die Zellen und Gewebe eines Organs richtend auf ein in der Entwicklung begriffenes Kambium einwirken (vielleicht infolge chemischer Reize nach Art von H a b e r l a n d t s Teilungshormonen?). Weiterhin hat er neue Beobachtungen zur Polarität der Zellen, vornehmlich derer des Kambiums, gemacht, die in geringem Grade im Gegensatz zu den klassischen Anschauungen V ö c h t i n g s stehen. Die Kambiumzellen sind in radialer Richtung 2-, in tangentialer 0- und in longitudinaler 1-polar, indem in letzter Richtung nur ein Pol wirklich aktiv, das gegenüberliegende Zellende dagegen untätig ist („à tel degré passif, qu'il aurait des raisons pour ne plus l'appeler pôle du tout.“) Von entscheidender Bedeutung ist die Polarität der Kambien bei ihrer Neubildung und bei ihrer Angliederung an vorhandene. Daß eine

Umkehrung der radialen 2-Polarität möglich ist, wird durch ein sinnreiches Experiment an *Helianthus* erwiesen, indem durch Verschiebung der getrennten Stammlängshälften gegeneinander bei der Verwachsung Verbindungen zwischen zwei Bündeln, die verkehrt nebeneinander liegen, veranlaßt werden. Da nun Xylem mit Xylem, Phloem mit Phloem sich verbindet, so müssen sich diese Verbindungsstränge überkreuzen, zuvor muß natürlich ebenso die Teilungsebene des Kambiums um 180° gedreht werden. Von den Arbeiten, die uns von normal auftretenden Kambien berichten, sei zuerst die M a i l l e f e r s erwähnt. Das von ihm geschilderte, um die Phloemteile auftretende Kambium bildet freilich kein Holz, sondern nur Rindenzellen, ist daher für das Dickenwachstum der *Acorus*-Wurzel ohne Bedeutung. Bemerkenswert ist die Beobachtung aber, weil hier zum erstenmal ein rudimentäres Kambium in einer Monokotylenwurzel beschrieben wird. Wichtig scheint auch der Fund eines faszikularkambiums in stark reduzierten Gefäßbündeln bei aquatisch lebenden Formen aus der Verwandtschaft von *Alismus*, *Aponogeton*, *Hydrocharis* und *Calla*. Aus der gleichen Arbeit Fräulein A r b e r s muß erwähnt werden, daß bei einer italienischen Art von *Arum* in den Blüten und jungen Blättern vom Kambium gebildetes, sekundäres Xylem und Phloem nachweisbar ist, eine gewisse Erweiterung der Ergebnisse L i g n i e r s, der bei der gemeinen europäischen Art nur sekundäres Phloem gefunden hat. Fräulein F l a m m bespricht die sekundären Veränderungen von monokotylen Rhizomen durch Alterszunahme. Bei *Anthericum ramosum* fand sie außerdem ein zu Dickenwachstum fähiges Kambium. Die Wurzelendodermis dringt hier ferner bis zum Achsenzylinder des Rhizoms vor und begleitet diesen noch eine bestimmte Strecke, so daß sie ganz den Eindruck einer Rhizomendodermis vortäuscht. Altersveränderungen an Wurzeln wurden auch von Frl. T e i l e f s e n untersucht. Dagegen studierte Frl. M a n n den Vorgang des Zerreißen der Endodermis in der monokotylen Wurzel, insbesondere bei *Dracaena*. Das Auftreten eines Meristems im Perizykel scheint entgegen früherer Ansicht nicht an eine bestimmte Reihenfolge gebunden zu sein. Nach dem Reißen der Endodermis dringen meistens aus dem Perizykel dünnwandige Parenchymzellen in die Lücken ein, so daß einzelne Bruchstücke der Endodermis oft weit ver-

¹⁾ Ein Teil der sekundären und tertiären Ringe entsteht aus den Spurbündeln der Blätter. (Ref.)

streut werden. Als Ursache wird die gesteigerte Anforderung an die leitenden Elemente angenommen. Chamberlains Schilderungen des Dickenzuwachses bei verschiedenen *Aloë*-Arten entfernen sich nur unwesentlich von den bekannten Ansichten. Hingegen werden im primären Stamm neben den normal amphivasalen Bündeln auch solche beschrieben, deren Phloem allmählich aufgelöst wird, während dessen Inhalt offenbar das Lumen der Tracheiden und Tracheen füllt. Gleich eigenartig ist, daß die Zellen des um solche Bündel gelegenen Parenchyms sich stark zu teilen beginnen, so daß sich vom Bündel ausgehend regelmäßige Zellreihen aus bis zu acht Zellen finden, wonach das Wachstum erlischt. Der versuchte Nachweis für das Vorkommen von Jahresringen scheint mir gleichfalls noch weiterer Stützen zu bedürfen, womit freilich nicht die Unmöglichkeit solcher Erscheinung auch bei Monokotylen ausgedrückt werden soll. Einleitend beschreibt Verf. endlich Variationen des Dickenwachstums bei verschiedenen Pflanzen, hauptsächlich Monokotylen. Pfeiffer (d) schildert seine Beobachtungen über das Dickenwachstum bei Liliaceen und gibt eine Zusammenstellung der Verbreitung des anormalen Dickenwachses innerhalb dieser Familie. Ferner (c) verbreitet er sich über die Merkmale, aus denen auf das Auftreten von anormalen Meristemen bei Meristemen geschlossen werden muß. Da selbst dem Altmeister histologischer Forschung, dem verstorbenen E. Strasburger, in diesem Punkte bezüglich *Pandanus* Ungenauigkeiten der Beobachtung unterlaufen sind, worauf J. C. Schoute bereits aufmerksam gemacht, dürfte die kurze Arbeit zu einem Führer werden, der vom Verfasser nach Erscheinen gern in einem Sonderabdruck etwaigen Interessenten zugestellt wird. Die bereits sehr umfangreiche Literatur über die Zuckerrübe wird von Plahn durch eine neue Arbeit über die histologische Beschaffenheit des Wurzelkörpers vermehrt. Während seine Darstellung „im Sinne züchterischer Auslese“ abgefaßt wird, untersuchte Pfeiffer die *Beta*-Rübe nach einer im Druck befindlichen Studie (Mikrobiol. Monatshefte XII) vom Standpunkt der Dickenzunahme. Auch andere einheimische oder bei uns kultivierte Pflanzen wurden von ihm von dem gleichen Standpunkt aus erneut untersucht, so das Radieschen (a), die als Kletterstrauch bekannte „Glycine“ (b) u. a. Kostytschew gibt die von Sachs und die von de Barry präzisierte und von fast allen Lehrbüchern der Pflanzenanatomie angenommene (übrigens auch meiner Darstellung in der demnächst hier erscheinenden „Einführung“ zugrunde liegende) Interpretation der primären und sekundären Stengelstruktur wenigstens als generelle Erscheinung auf. Seine Untersuchungen erstrecken sich u. a. auf 133 als besonders typisch erkannte Arten. Nach ihm ist nur die Verteilung des Prokambiums für die Stengelgestaltung bei Dikotylen maßgebend. Aus einem kontinuierlichen Kam-

biumring entsteht ein Holz- und Bastring, aus diskreten Prokambiumbündeln Gefäßbündel. Das (nur bei wenigen Pflanzen erscheinende!) interfaszikulare Kambium erzeugt nur Parenchymgewebe, das mit dem Markstrahlparenchym eines kontinuierlichen Holzzylinders nicht identisch ist. Die Blattspuren im jungen Holz- und Bastringe sind von den echten Gefäßbündeln scharf zu unterscheiden. Diese sind selbständige morphologische Elemente, jene aber bloß Ergebnis einer Beziehung zwischen Blatt- und Stengelentwicklung. Solange die Prokambiumstreifen zwischen eben sich ausbildenden Blattspuren mit dem Interfaszikularkambium verwechselt wurden, mußten Irrtümer entstehen. Von weniger weittragender Bedeutung sind Reiches Ergebnisse über das Dickenwachstum der Opuntien. Zur Feststellung der größeren Anatomie dieser Kakteen mazerierte er in Wasser. Sukkulente Organe wurden ferner untersucht von Markgraf. Von größter Bedeutung sind dann wieder die Ergebnisse A. Zimmermanns, die er in achtzehnjähriger Tätigkeit am Landwirtschaftlichen Institut Amani (Deutsch-Ost-Afrika) an reichlichem, frisch auf der Versuchsstation gezüchteten Material gewann, freilich nur z. Tl. das Dickenwachstum der Cucurbitaceen betreffend und allein insoweit hier zu berücksichtigen. Bei vielen Arten beobachtete er das Auftreten von Siebröhrengruppen innerhalb des Kambiumringes vorwiegend an der den Markstrahlen zugekehrten Seite der Xylemplatten, aber auch nicht selten durch tangentielle Streifen von Siebröhren enthaltendem Parenchym unterbrochen. Bei manchen Arten wurden in den innersten Partien älterer Stengel sehr intensive sekundäre Zellteilungen festgestellt. Aus den inneren Phloemsträngen der normalen Gefäßbündel bilden sich dabei zuweilen umgekehrt orientierte Bündel. Auch die den Xylemplatten anliegenden Phloemgruppen dehnen sich häufig in tangentialer Richtung aus. Bei einzelnen Arten werden nahezu tangential orientierte Gefäßbündel gebildet, indem auch auf der den Markstrahlen abgekehrten Seite der Xylemplatten Holzelemente entstehen. Bei einigen *Momorica*-Arten fand er in älteren Stengeln vom Interfaszikularkambium aus neue Gefäßbündel angelegt. Bei anderen Arten derselben Gattung bilden sich außerhalb des Bastringes (namentlich in den vorspringenden Kanten) normal kollaterale Bündel, die auf der Außenseite von sekundär entstandenen Bastsicheln geschützt werden. Bei sehr alten Stengeln können auch außerhalb der sekundären Bastsicheln nochmals Gefäßbündel angelegt werden. Bower verfolgt vom Standpunkt der Stelärtheorie, wie sich durch primäres Anwachsen (ohne kambiale Dickenzunahme!) infolge des Wachsens der Pflanze direkt die Ausgestaltung der inneren Struktur des Stammes sichtbar ausprägt. Campbell verfolgte die Entwicklung des Bündelsystems bei *Ophioglossales* und *Marattiales*, Baas-Becking die bei *Botrychium*, Blomquist die Gefäßanatomie von *Angiopteris*. Ogura untersuchte den

Bau des Gefäßsystems im Rhizom japanischer Polypodiaceen ebenfalls vom Stelärstandpunkt, übernahm die Bezeichnungsweise *Jeffreys* aber nicht unverändert. *Meyer* endlich (c) gibt die anatomische Beschreibung von *Polypodium vulgare* von anderem Gesichtspunkt aus, der die Darstellung weniger schematisiert. Er verfolgt das Bündelsystem im Rhizom, in den Wurzeln und deren Anschlußstück an das Rhizom, im Blattstiel und in der Blattspindel und -Spreite. Ähnlich hat er kürzlich (a) den Bündelverlauf bei *Equisetum* untersucht. Eine Stellungnahme erzwingt noch seine in Anlehnung an *Geresheim* und an *Rippel* neu gefaßte Nomenklatur über die verschiedenen Tracheenstrangverbindungen (b). Das Vorkommen von Strangverbindungen in (seinem) engeren Sinne wird (S. 236 f.) zusammengestellt und ein Überblick über das Vorkommen der verschiedenen Typen der Strangverbindungen im weiteren Sinne (S. 237) gegeben.

Zusammenstellung der erwähnten Literatur.

(Mit * versehene Schriften sind 1922 erschienen.)

**Arber*, Agnes, Studies on Intrafascicular Cambium in Monocotyledons V, Ann. of Bot. XXXVI, 251—55.

Baas-Becking, L. G. M., The origin of the vascular structure in the genus *Botrychium*; with notes on the general anatomy, Recueil Trav. bot. néerl. XVIII, 333—72, 2 pl.

**Bloomquist*, Hugo, Vascular anatomy of *Angiopteris evecta*, Bot. Gaz. LXXIII, 182—99, pl. V—VIII.

Bower, F. O., Size, a neglected factor in stelar morphology, Proc. R. Soc. Edinburgh. XLI, 1—25.

Campbell, D. H., The eusporangiate Ferns and the stelar theory, Amer. Journ. of Bot. VIII, 303—14.

Chamberlain, Ch. J., Growth rings in a Monocotyl, Bot. Gaz. LXXII, 293 bis 304.

**Flamm*, Emilie, Zur Lebensdauer und Anatomie einiger Rhizome, Anz. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. LIX, no. 1, S. 2—3.

Hatfield, E. J., Anatomy of the seedling and young plant of *Macrozamia Fraseri*, Ann. of Bot. XXXV, S. 565—83, pl. XXII.

Janse, J. M., La polarité des cellules cambiennes, Ann. jard. bot. Buitenzorg XXXI, 167—80, pl. XXIX.

**Kostytschew*, S., Bau und Wachstum d. dikotylen Stämme, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XL, 297—305.

Maillefer, A., Sur la présence d'une assise dans la racine d'*Acorus Cala-*

mus, Bull. Soc. Vaud. sc. nat. LIII, 77—79.

Man n, Annette G., Observations on the interruption of the endodermis in a secondarily thickened root of *Dracaena fruticosa* Koch, Proc. R. Soc. Edinburgh. XLI, 50—59.

**Markgraf*, Fr., Die Organe d. Sukkulenta, Monatsschr. f. Kakteenkde. XXXII, 23—26.

Meyer, F. J., (a) Das Leitungssystem von *Equisetum*, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. XL.

— *(b) Über d. Vorkommen von Tracheenstrangverbindungen, Bot. Arch. II, 235—37.

— *(c) Das Leitbündelsystem von *Polypodium vulgare*, ibid. 278—80.

Ogura, Y., On the Gaps of the Stele in some Polypodiaceae, Bot. Mag. Tokyo XXXV, 113—23.

**Pfeiffer*, H., (a) Über d. Dickenwachstum d. Wurzeln v. *Raphanus sativus* L. prol. Radicula Pers. u. anderer Cruciferen, Mikrobiol. Monatsh. XII, 43 bis 46.

— (b) Über anormales Dickenwachstum in kletternden Stämmen von Phaseolodes floribundum u. frutescens, ibid. 95—99, 1 Taf.

— (c) Die Kriterien zur Diagnostizierung anormalen Dickenzuwachses bei Monokotylen (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XL, im Druck).

— (d) Beiträge zur Kenntn. d. anormalen Dickenzuwacherscheinungen bei Liliazen (Bot. Arch. III, im Druck).

Plahn, H., Die histologische Beschaffenheit d. Wurzelkörpers d. Beta-Rüben im Sinne züchterischer Auslese, Ztschr. f. Pflanzenzüchtung VIII, 195—205.

**Priestley*, J. H., and J. Armstead, Physiological studies II, The physiol. relation of surrounding tissue to the xylem and its contents, New Phytologist XXI, 62—80.

**Reiche*, K., Zur Kenntn. d. Dickenwachstums d. Opuntien, Naturw. Wochenschrift N. F. XXI, 33—40.

la Rivière, Henriette C. C., L'épaississement des tiges du *Vitis lanceolaria* Wall., Ann. jard. bot. Buitenzorg XXXI, 141—66.

**Teilefsen*, Marjorie A., The relation of age to size in certain root cells etc., Amer. Journ. of Bot. IX, 121—39.

**Zimmermann*, A., (a) Zur physiol. Anatomie d. Cucurbitaceen (Vorl.Mitt.), Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XL, 2—8.

— (b) Die Cucurbitaceen, Heft 1 (Beitr. z. Anat. u. Physiol.), Jena.

Porzellan.

Von **S. Schertel.**

Die häufigsten Mineralien unserer Erde sind **Feldspat** und **Quarz**.

Die meisten Menschen schreiten achtlos darüber hin, ohne ihren Wert — z. B. des Feldspats als Trägers des für die Pflanzen und damit auch mittelbar für uns unentbehrlichen Kalis zu kennen. Sie fühlen sich erst gefesselt, wenn in den Auslagen der Goldschmiede ihre Augen auf schön gefaßte Halb-

Alters stark zur Verwitterung geneigt, wobei er in Porzellanerde übergeht, die in Preußen, Bayern, Sachsen, Böhmen, in England, China u. a. O. abgelagert vorkommt.

Ihr weißes, zerreibliches Pulver gibt mit Wasser eine plastische Masse. Obwohl der Kaolin vom Lötrohr nicht angegriffen wird, schmilzt er infolge seines Bindungsvermögens mit schmelzbaren Substanzen, sogenannten Flußmitteln, wie feinst gemahlene Feldspat und Quarz, innigst gemengt zu einem nunmehr für Wasser undurchdringlichen Teig zusammen. Alle diese Eigenschaften, verbunden mit einer ihm eigenen Formbarkeit (Plastizität) machen den Kaolin wie keinen anderen Körper für die Porzellanerzeugung verwendbar.

Die vorerwähnte Bildsamkeit oder Modellierfähigkeit steigert sich noch dadurch, daß die Mischung im „Massen“-Keller einem Fäulnisprozeß überlassen wird.

Was das „Faulen“ betrifft, so lehrten bereits die Alchimisten die veredelnden Eigenschaften der Fermentation, und der heute wieder zu großer Wertschätzung gelangte Paracelsus baute ein ganzes Heilgebäude darauf auf, die noch heute geübte spagyrische Methode, indem er durch „Gärung“ aus den Ursubstanzen die feinsten, geheimsten Kräfte herauslocken zu können

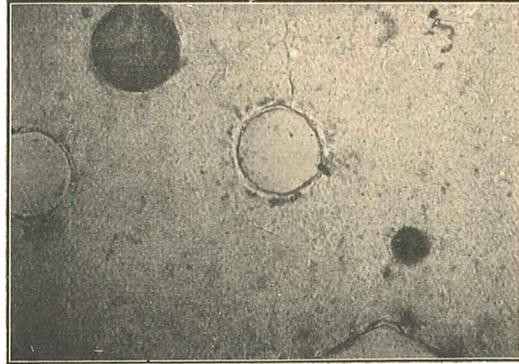


Abb. 1. Feldspat allein bei 1450° glasisch geschmolzen. 200fache Vergrößerung. Die Ringe rühren von durchschnittenen Gasblasen her, die teilweise schwärzliche Füllung von Schmirgelpulver, das nach dem Schleifen nicht restlos entfernt werden konnte. (Schertel phot.)

edelsteine treffen, wie beispielsweise auf den Adular, oder auf das prächtige Farbenspiel der aus Sonnenstein, Labrador u. a., also aus Feldspatarten, gearbeiteten Schmucksachen fallen oder auf solche aus Bergkristall und sonstigen Spielarten des vornehmen Quarzgeschlechts.

Jene zwei, aufs höchste bildungsfähigen Bestandteile der Erdkruste liefern je zu etwa ein Viertel die wichtigsten Grundlagen für den Gipfel der Töpferei, das Porzellan, dieser — wie ein geistreicher Fachmann reizvoll sagt — „wahrhaft göttlichen Kunst“ da nach der Bibel Gott den ersten Menschen aus einem Erdenkloß schuf.

Nur muß noch ein dritter Stoff mit ungefährr fünfzig Teilen hinzutreten, nämlich die weiße Porzellanerde, der **Kaolin**, ebenfalls ein Sprosse der Feldspatsippe, nach chinesischer Anschauung der „Knochen im Porzellanleib“.

Der Feldspat, der Aufbaustoff vieler Eruptivgesteine, ist infolge seines hohen

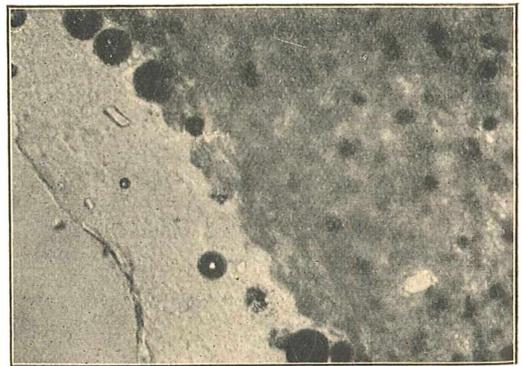


Abb. 2. Schnitt und Schliff durch einen Porzellanteller. 1450°. 200fache Vergrößerung. Der Scherben (graulich) zeigt sich dicht verfilzt mit Büscheln von Sillimanitkristallen, die aber erst bei höherer Vergrößerung hervortreten, mit Kügelchen aus ungeschmolzenem Quarz und mit weißen Tridymitkristallen. Von letzteren sind einige in die Glasur (hell) übergegangen. In dieser sind die schon in der Abb. 1 erwähnten Gasblasen und etliche von dem einschließenden Kanadabalsam herrührende Luftblasen zu bemerken. (Schertel phot.)

glaubte, wie es beim Wein der Fall ist oder bei den Blumen, die aus Moder und Verwesung duftend und farbig hervorsprießen.

Die aus jenen drei, der Homogenisierung halber aufs sorgfältigste ineinander gemischten Körpern geformten Gegenstände wie Teller, Schüsseln, Figuren usw., werden zuerst getrocknet, dann gelindem Feuer ausgesetzt und hiernach in einen Feinschlamm von Feldspat, Kalk u. a. getaucht, wobei die gebrannte Grundmasse, der sogenannte „Scherben“, das Wasser so gierig aufsaugt, daß der „Schlamm“ fest auf ihm haften bleibt und ihn während des Glühens im Scharffeuer als Glasur überzieht.

Der Feldspat (Abb. 1) des Scherbens ist nach dem Brand mit dem größten Teil des Quarzes zu einer glasigen Masse verschmolzen, in der Quarzreste in verschiedenen Zustandsformen ausgeschieden liegen, so z. B. (Abb. 2) als ungeschmolzene, sozusagen „unverdaut“ gebliebene Kieselperlen oder als Tridymit, der bei über 900° C aus dem β -Quarz entstand. Die Umwandlung in Tridymit hängt von der Feinheit des Quarzpulvers ab und geht desto leichter vor sich, je feiner dieses ist und je mehr damit die Oberflächenvergrößerung der einzelnen Pulverstäubchen zunimmt.

Mit dem Auftreten des Tridymits vergrößert sich das Volumen und darin liegt eine große Gefahr durch die Entstehung von Störungen der Homogenität, welche sich beispielsweise in Rißbildungen äußert.

Wie an Seide und Zinn der sogenannte „Seiden“- bzw. „Zinnschrei“ bekannt ist oder beim Ritzen des Glases mit einem Diamanten das „Singen“, so ist dem edlen Porzellan bei gewissen Berührungen ein helles Klingen eigen und ein Spiegelglanz, der vielleicht von den gegen die Glasuroberfläche

gedrückten Gasbläschen (Abb. 3) herrührt. Diese mögen wie die Vorkeimbläschen des Leuchtmooses (*Schistostega osmundacea*) wirksam sein und veranlassen gleichzeitig die milchige Trübung.

Bei sehr hohen Temperaturen (nach Veradzky bei 1320—1350°, nach Zöllner bei

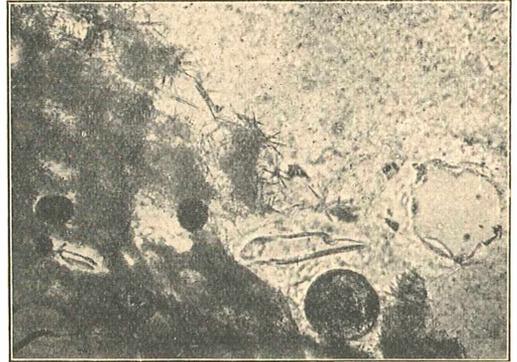


Abb. 4. Sillimanitkristalle(-Nädelchen). 375fache Vergrößerung. Wie auf Abb. 2 ist der Übertritt von Scherbenmasse in die Glasur sichtbar; erstere erscheint deshalb zerklüftet. Gasblasen und korrodierte Quarzschollen (Tridymit) liegen verstreut. Da die Sillimanitnadelchen in den Büscheln sich vielfach überschneiden und in verschiedenen Ebenen kreuzen, sind sie photographisch schwer zu erfassen. (Schertel phot.)

1370—1390°) geht der Kaolin in Sillimanit über, einem Verwandten von Andalusit, Disthen und Topas, der als mikroskopisch kleine, filzartig oder büschelförmig angeordnete Nadelchen, die Vogelsangschens Mikrolithen, das Feldspat-Quarzglas im Scherben durchsetzt (Abb. 4), ähnlich den Schwammnadeln ein förmliches Gerüst bildend, so daß in sehr verdünnte Flußsäure gelegtes Porzellan wohl weich wird, aber seine Gestalt beibehält. Erst in starker Flußsäure zerfallen auch die Kriställchen.

Die Güte eines Hartporzellans hängt von der reichlichen Sillimanitbildung ab. —

Die Untersuchung geschah an von der Firma Voigt und Hochgesang in Göttingen in der üblichen Weise hergestellten Dünnschliffen von eingesandtem Porzellan.

Während die Abb. 1, 2 und 4 bei durchgehendem Licht aufgenommen worden sind, wurde Schliff 3 von oben beleuchtet, um die Gasblasen klarer hervorzuheben.

Mit dem Polarisationsapparat war festzustellen, daß verschiedene Kristallsplitterchen bei + Nicols in dem dunkeln Feld stark aufleuchten, was der Quarz nicht tut, und deshalb als Tridymit anzusprechen sind.

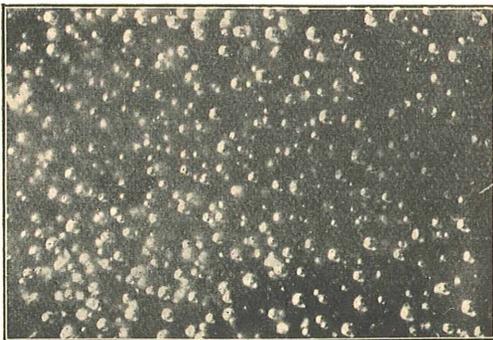


Abb. 3. Glasurschliff allein mit zahllosen Gasbläschen. 62fache Vergrößerung. (Schertel phot.)

Beiträge zur mikroskopischen Technik.

Von Prof. Dr. W. Migula.

Das Arbeiten mit dem Mikroskop ist, wie alles andere, gegenwärtig mit beträchtlichen Unkosten verknüpft, die allem Anschein nach auch noch weiter steigen werden. Das wird auch besonders dem Mikroskopiker fühlbar, der nicht in großen, reich ausgestatteten Instituten arbeitet, sondern sich jede Kleinigkeit selbst anschaffen oder anfertigen muß. Für diesen speziell sind die nachfolgenden, auf einer fast 40jährigen ausgedehnten Praxis in der mikroskopischen Technik beruhenden Mitteilungen bestimmt.

1. Eine fast vergessene Einbettungsmethode.

Objekte, die sich nicht mit freier Hand oder mit dem Mikrotom ohne weiteres schneiden lassen, werden zumeist in Paraffin oder Zelloidin eingebettet. Beide Methoden haben ihre Vorteile und Nachteile, beiden haftet aber der Übelstand an, ziemlich umständlich und zurzeit auch kostspielig zu sein. Da möchte ich auf die Einbettung in G l y z e r i n g e l a t i n e hinweisen, die zwar schon lange bekannt, aber fast gar nicht benutzt wird, bei richtiger Anwendung aber für eine sehr große Anzahl von Objekten ausgezeichnet brauchbar, sehr einfach und wenig kostspielig ist. Ja, für manche Objekte, z. B. Flechtenthallus, Apothezien usw. übertrifft die Einbettung in Glyceringelatine die andern Einbettungen zweifellos an Brauchbarkeit.

Die gewöhnliche, als Einschlußmittel dienende Glyceringelatine ist vorzüglich brauchbar. Wer sie in größeren Mengen braucht, tut gut, sie sich selbst herzustellen, besonders wenn er sie auch als Einschlußmittel für mikroskopische Präparate verwenden will, da die käufliche hierzu vielfach nicht besonders geeignet ist. Sie ist nämlich meist s a u e r, was oft zu unliebsamen Veränderungen in den Präparaten (z. B. Auflösung von Cystolithen usw.) Veranlassung gibt. Man stellt sich zweckmäßig die Glyceringelatine in folgender Weise her: In 600 ccm kochendes Wasser bringt man 100 g feinste weiße Gelatine und zwar jedes Blatt einzeln, während man fortwährend die Flüssigkeit umrührt. Nach völliger Lösung der Gelatine werden 700 ccm Glycerin zugesetzt, die Flüssigkeit mit Natronlauge und Lackmuspapier neutralisiert und nach dem Abkühlen auf ca. 40° C mit dem Weißen eines Eies gründlich gemischt. Dann wird die Gelatine noch einmal aufgeköcht (5 Minuten) und heiß durch ein Faltenfilter filtriert. Anfangs läuft sie gewöhnlich noch trübe durch, dann muß so lange zurückgegossen werden, bis das Filtrat vollkommen glasklar ist. Eine Probe erhitzt man im Reagenzglaschen zum Kochen; tritt Trübung ein, so ist nach dem Zusatz des Eiweißes nicht genügend gekocht worden und man muß das noch einmal vornehmen. Die Gelatine filtriert je nach dem verwandten Papier verschieden schnell, gewöhnlich aber so langsam, daß nur

etwa ein Drittel durchgehen würde, ehe sie erstarrt ist. Um das zu vermeiden, schöpft man aus dem großen Trichter mit einem kleinen Gefäß etwa die Hälfte der Flüssigkeit aus, erwärmt sie bis zum Kochen und füllt sie wieder in den Trichter zurück. Das Verfahren muß man so oft wiederholen, bis etwa $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$ der Flüssigkeit durchfiltriert ist; der letzte Teil geht nur sehr schwer durch und man würde sich unter Umständen tagelang damit herumquälen müssen, wird also meist darauf verzichten. Das Verfahren erfordert allerdings ziemlich viel Zeit, aber man hat dann einen Vorrat für viele Jahre und die Gelatine ist sehr viel besser als die käufliche. Hat man einen Dampfsterilisationsapparat (unter Umständen geht auch ein genügend hoher Kartoffeldämpfer), so kann man den ganzen Prozeß des Filtrierens in diesem vornehmen, indem man nur von Zeit zu Zeit wieder bis zum Kochen erwärmt. Ein zu langes Kochen ist aber unter allen Umständen zu vermeiden, da sonst die Gelatinierungsfähigkeit stark abnimmt und selbst ganz verschwindet. Auf 1 l Glyceringelatine setzt man ungefähr $\frac{1}{2}$ g Thymol zu, um sie haltbar zu machen; Karbol ist zu vermeiden, da hierdurch allmählich eine immer dunkler werdende Bräunung der Gelatine eintritt. Die auch vorgeschlagene arsenige Säure bedingt eine nicht zu entfernende Trübung. Die fertige Glyceringelatine füllt man zweckmäßig auf kleine, etwa 50 ccm haltende Fläschchen ab, verkorkt und versiegelt sie, um Verdunstung zu verhindern.

Für den Einschluß von Präparaten ist diese Gelatine ebenso brauchbar als für die Einbettung der Objekte zum Schneiden, nur muß man für den ersten Zweck suchen, eine möglichst farblose Gelatine zu erlangen, was für die Einbettung durchaus nicht erforderlich ist.

Die Einbettung pflanzlicher Objekte — nur auf solche beziehen sich meine Erfahrungen — ist nun höchst einfach, sie brauchen vor allen Dingen nicht entwässert zu werden, sondern können, soweit es sich nicht um Plasmastrukturen usw. handelt, direkt in die verflüssigte Gelatine gebracht werden. Natürlich verlangen die einzelnen Objekte ihrer Natur nach eine verschiedene Behandlung. Ein trockener Flechtenthallus z. B. wird zweckmäßig zunächst in Wasser aufgeweicht und event. gekocht, um die Luft möglichst vollständig zu entfernen; oder man wendet zu dem gleichen Zwecke zuerst absoluten Alkohol an und überträgt dann in Wasser. Das ist z. B. bei dem Hymenium von Hutpilzen vorteilhaft. Blatteile, Nadeln, Stengelteile und ähnliche Objekte, bei denen es sich hauptsächlich um die Gewebstruktur handelt, können ohne weiteres in die Gelatine gebracht werden.

Es handelt sich nun darum, daß die Gelatine sich nicht nur außen an die Objekte anlegt, sondern auch in sie eindringt und sie durchtränkt. Deshalb müssen die Objekte klein sein

und keine geschlossene undurchdringliche Hülle besitzen. Samenkörner wird man deshalb von der harten Schale befreien oder halbieren oder doch so herrichten, daß die Gelatine eindringen kann. Ebenso wird man Stengelstücke, wenn sie im ganzen quer geschnitten werden sollen, möglichst kurz nehmen, damit von oben und unten die Gelatine eindringen kann. Vertragen die Objekte das Aufkochen, so wird man sie zweckmäßig in der Gelatine, etwa in einem Reagenzglaschen oder Porzellanschälchen mehreremale in Zeitabständen von 5—10 Minuten aufkochen. Immer aber muß man der flüssigen, etwa 50—60° C warmen Gelatine genügend Zeit lassen, einzudringen. Dies geschieht natürlich am besten im Brutschrank, wo die Objekte in der Gelatine bei 50—60° C mehrere Stunden stehen bleiben; die Zeit ist je nach den Objekten sehr verschieden, darin muß man sich, wie bei den andern Einbettungsmethoden Erfahrung erwerben. Hat man keinen Brutschrank, so genügt auch eine warme Ofenplatte, denn es kommt gar nicht so genau auf die Temperatur an, nur im Kochen darf die Gelatine nicht erhalten werden, weil sie sonst nicht mehr erstarrt.

Kann man annehmen, daß das Objekt genügend von der Gelatine durchzogen ist, so gießt man die Gelatine mit den Objekten in Schalen aus, orientiert mit der Nadel so, wie man sie später zum Schneiden braucht und läßt erstarren. Handelt es sich um besonders kleine Objekte, deren Lage später in der erstarrten und gehärteten Gelatine nicht mehr deutlich zu erkennen ist, so schlägt man zweckmäßig folgendes Verfahren ein: Man legt auf den Boden des Schälchens ein ungefähr 1 cm² großes Stück eines Objektträgers, gießt die Gelatine ein und orientiert die Objekte auf dem Glasstück so, daß die spätere Schnittfläche parallel der Oberfläche des Objektträgers verläuft. Unter Umständen eignen sich Würfel aus dickem Glase von 1 cm Kante noch besser, weil man diese direkt in den Objekthalter des Mikrotoms einspannen kann. Nach dem Erstarren der Gelatine schneidet man mit dem Skalpell ein entsprechendes Stück mit den Objekten heraus, bei auf Glas orientierten mit dem Glasstück, und bringt in Alkohol, wozu zunächst der gewöhnliche denaturierte Brennspiritus ausreicht. Die Gelatine wird in dem wiederholt gewechselten Alkohol gehärtet und nimmt schließlich, besonders wenn man zuletzt mehrmals Spiritus anwendet, der durch geglühtes Kupfervitriol wasserfrei gemacht war, harte, hornartige Konsistenz an. Der Grad der wünschenswerten Härtung ist auch bei den verschiedenen Objekten nicht derselbe; je dünner die Schnitte sein sollen, desto härter muß im allgemeinen die Gelatine sein.

Der gehärtete Gelatineblock wird nun mit einem Messer zurechtgeschnitten und mit einem Tropfen dickflüssiger Gelatine auf ein in den Objekthalter zu spannendes Stück Holz aufgeklebt; dann muß nochmals zur Härtung des Klebemittels in Alkohol gebracht werden. Man kann natürlich bei hinreichend

großen Objekten den ganzen Gelatineblock selbst in den Objekthalter einspannen oder zwischen Kork oder Hollundermark bringen. Das Messer wird beim Schneiden mit absolutem Alkohol befeuchtet und die Schnitte in ein Schälchen mit absolutem Alkohol gebracht. Serienschnitte lassen sich allerdings nicht herstellen.

Wenn sich die Schnitte auch etwas rollen oder kräuseln, so schadet das weiter nichts, will man sie flach haben, so fügt man tropfenweise Wasser hinzu, bis sie sich ausbreiten; in absolutem Alkohol lassen sie sich aber unbegrenzt aufheben. Will man die Schnitte von der Gelatine befreien, was zuweilen, z. B. für nachträgliche Färbungen, nötig ist, so genügt das Übertragen in lauwarmes Wasser. Im allgemeinen aber entfernt man die Gelatine nicht, sondern schließt die Schnitte mit dieser in Glyceringelatine, Hoyerscher Einschlußflüssigkeit, Dammar oder Kanadabalsam ein. Für die beiden erstgenannten Einschlußmedien ist es nur notwendig, den absoluten Alkohol aus dem Schnitt zu entfernen. Man hebt diesen mit dem Objektträger aus dem Alkohol heraus und breitet ihn in einem Tropfen Alkohol auf dem Objektträger aus, drückt ihn mit nicht faserndem Fließpapier fest an und bringt einen Tropfen Wasser darauf. Nach einigen Minuten läßt man den Tropfen ablaufen, tupft mit Fließpapier ab und bringt einen Tropfen Einschlußflüssigkeit darauf, dann wird das leicht erwärmte Deckglas aufgelegt.

Für den Einschluß in Kanadabalsam oder Dammarharz müssen die Schnitte mitsamt der Gelatine entwässert werden. Man drückt die auf den Objektträger gebrachten Schnitte, die am besten aus verdünntem Alkohol stammen, fest an, saugt alle Flüssigkeit ab und stellt den Objektträger in eine Küvette mit absol. Alkohol, der eventuell zu wechseln ist. Der Schnitt muß vollkommen wasserfrei sein; bilden sich beim Einstellen des Objektträgers in Xylol noch erhebliche weiße Trübungen oder gar Wolken um den Schnitt, so ist er nicht genügend entwässert, bezw. der Alkohol nicht wasserfrei. Schwache Trübungen verschwinden nach und nach im Xylol. Man kann in allen Fällen, wo es sich nicht um gefärbte Präparate handelt — und in den meisten Fällen auch dann — den gewöhnlichen denaturierten Spiritus benützen. Von Wasser wird er am besten durch frisch bis zum Zerfall in weißes Pulver erhitztes Kupfervitriol befreit, das in Fließpapierkapseln in den Alkohol gebracht wird. Erst wenn das weiße Kupfervitriol im Spiritus nicht mehr bläulich wird, kann man diesen als völlig wasserfrei ansehen; man muß allerdings die Kapseln mit Kupfervitriol täglich erneuern und wird immerhin 8 Tage, bei größeren Mengen noch länger warten müssen, bis der Spiritus wasserfrei ist. Das Kupfervitriol kann man natürlich immer wieder durch starkes Erhitzen entwässern und benützen.

Schnittpräparate aus richtig gehärteter Glyceringelatine geben Zelloidinschnitten nichts nach.

2. Die Schnepfenfeder als Präparierinstrument.

Wer kleine Objekte, Desmidiaceen, kleine Schnitte usw. auszulesen und zu übertragen hat, wird vielfach die fatale Beobachtung gemacht haben, daß sie an der Nadel zu leicht abgleiten, zwischen den Haaren des Pinsels sich aber verfangen und schwer wieder herauszulesen sind. Für solche Arbeiten eignet sich nun kein anderes Instrument auch nur annähernd so gut, als die sogenannten Malfedern der Schnepfe oder noch besser der Bekassine, die noch kleiner und feiner sind. Die Malfedern der Schnepfe oder kurzweg Schnepfenfedern genannt, sind die äußersten, etwa 3 cm langen Schwungfedern; sie sind lang lanzettlich, verhältnismäßig hart und elastisch und halten bei vorsichtigem Ge-

brauch jahrelang aus. Leider hat jede Schnepfe nur 2 Federn. Früher waren sie in größeren Malutensilienhandlungen als Malfedern zur Miniaturmalerei erhältlich. Die meisten Mikroskopiker werden wohl aber unter ihren Bekannten Jäger haben, die ihnen eine Schnepfen- oder Bekassinenfeder verschaffen können, trotzdem sie den Jägern als hochgeschätzte Trophäen gelten. Noch besser ist die etwa halb so lange entsprechende Feder der gewöhnlichen Bekassine, sie ist viel feiner und noch für sehr kleine Objekte brauchbar, selbst unter dem Präpariermikroskop noch gut verwendbar. Man klemmt die Federn in einen Holzstiel oder Nadelhalter und wird sie, einmal daran gewöhnt, bald überhaupt nicht mehr missen mögen.

Anfertigung von botanischen Dauerpräparaten.

Von Ing. R. Baecker.

In den botanischen Praktiken und Anfänger-Lehrbüchern sind als Beispiele für die Erläuterung des anatomischen Baues der Vegetationsorgane der Pflanzen fast immer dieselben Objekte gewählt. Wenn diese auch in vielen Fällen leicht zu erlangen sind, so stößt die Beschaffung zahlreicher Pflanzen doch für denjenigen auf Schwierigkeiten, der nicht in Verbindung mit Instituten und Gärtnern steht. Der Grund für die erwähnte Beschränkung auf bestimmte Objekte liegt vor allem darin, daß sich die charakteristischen Merkmale des anatomischen Baues nicht bei allen Pflanzen in der für das erste Studium erforderlichen Klarheit und Deutlichkeit vorfinden. Andererseits lassen sich aber naturgemäß so ziemlich von allen Pflanzen instruktive Präparate herstellen, wobei für den Liebhaber in dieser Hinsicht insbesondere jene Pflanzen in Betracht kommen, die als Zimmerpflanzen gezogen oder sonst leicht erhalten werden können. Unter diesem Gesichtspunkte ergibt sich etwa folgende Auswahl:

Wurzeln: *Monstera deliciosa* (*Philodendron pertusum*), Luftwurzeln; *Phönix* arten und *Fächerpalmen*; *Clivia* mit *velamen radicum*; die gemeine Zwiebel (*Allium cepa*) (im Hyazinthenglas treiben lassen); Meerrettich (*Armoracia rusticana*) mit mehreren Verdickungsschichten.

Sprosse der Archegoniaten: Haarmützenmoos (*Polytrichum commune*), Urleitbündel; Rhizom von Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*), Bündelrohr (Stele); Bärlapp (*Lycopodium*), verschiedener Bau des Bündels im aufrechten und kriechenden Sproß; Schachtelhalm

(*Equisetum*), Ausbildung der Seitensprosse als Assimilationsorgane mit sklerenchymatischen Versteifungsrippen.

Monokotyle Sprosse: Gräser, Riedgräser (Zyperaceen), Orchideen; Mäusedorn (*Ruscus aculeatus*), sklerenchymatisches Grundgewebe, keine Blätter, an deren Stelle metamorphosierte Stammgebilde, sog. Phyllokladien; Rhizom von *Polygonatum* off., Maiglöckchen, Einbeere (*Paris quadrifolia*).

Dikotyle Sprosse: Schöllkraut (*Chelidonium majus*) mit Milchröhren; Lamiumarten mit Eckenkollenchym und durchlaufendem Kambium; Sauerampfer (*Rumex acetosa*), Sklerenchymstränge, Spaltöffnungen.

Dickenwachstum: *Pinus*, Schnitte, etwa 2 mm unter der Spitze junger, im Frühjahr gesammelter Triebe; Mistel (*Viscum album*), jüngste und ältere Triebe; Pfeifstrauch (*Aristolochia siphon*), das interfaszikulare Kambium erzeugt nur Markstrahlzellen; Waldrebe (*Clematis vitalba*), das interfaszikulare Kambium erzeugt Markstrahlzellen, aber auch Xylemstränge nach innen und Phloem nach außen.

Normaler Stammbau: Bikollaterale Bündel bei Kürbis, Oleander, Mistel; rindenständige Bündel bei Centaureen (*Centaurea montana*, Flockenblume); Tradescantie mit im Kreis angeordneten stamm-eigenen Bündeln neben zahlreichen Blattspurbündeln, während bei Monokotylen sonst nur letztere vorhanden sind.

Thyllen: Wilder Wein (*Parthenocissus*), nach Abtrennen eines Triebes bilden sich nach 2—3 Wochen unter der Schnittfläche zahlreiche Thyllen; falsche Akazie (*Robinia pseudacacia*), die jüngsten 3—4 Jahresringe sind immer frei von Thyllen, das Holz besteht nur aus Tracheiden.

Mechanisches Gewebe: Cyperus, Stengel; Oleander, Phoenix-Palme, Blattstiele.

Aërenchym (Durchlüftungsgewebe): weiße und gelbe Seerose mit Grundgewebshaaren.

Borke: Kiefer, Eiche, Birnbaum (Apfelbaum), Birke.

Blattstiele: Hirschzunge (*Scolopendrium vulg.*) mit konzentrischem Doppelbündel; Roßkastanie, ein halbkreisförmiges Bündel; Wasserdost (*Eupatorium*) mit mehreren, im Halbkreis liegenden Bündeln.

Blätter: Torfmoos (*Sphagnum*), das Blättchen besteht aus engen, chlorophyllführenden Assimilationszellen und weiten, toten Kapillarzellen; *Scolopendrium* mit chlorophyllführenden Epidermiszellen; *Civria*, das Mesophyll ist noch nicht differenziert; schwarze Nieswurz (*Helleborus niger*) mit in Palisadenschicht und Schwammparenchym differenziertem Mesophyll; Oleander, die Spaltöffnungen liegen in dicht behaarten Gruben.

Über die Technik ist zu bemerken, daß sich in Alkohol oder denaturiertem Spiritus konserviertes Material meist besser schneiden läßt als frisches und für die Anfertigung der Präparate vorzuziehen ist. Wurzeln müssen vor dem Einlegen in Alkohol einige Zeit in laues Wasser gelegt und mit den Fingern vorsichtig gereinigt werden, um die die Messerschneide gefährdenden Sandteilchen zu entfernen. Die entsprechend dünnen Schnitte (die Hauptsache ist ein scharfes Rasiermesser) lassen die Einzelheiten, auf die es hier zunächst ankommt, auch ohne Färbung genügend deutlich er-

kennen und werden nach der in Glycerin vorzunehmenden Untersuchung am besten in Glyzeringelatine eingelegt; als Umrandung hat sich Bleiglätte (siehe Mikrokosmos 1917/18, Seite 90) bestens bewährt. Falls eine Färbung beabsichtigt ist, empfiehlt sich in erster Linie eine Doppelfärbung mit Safranin-Hämatoxylin. Die Schnitte werden aus dem Glycerin zuerst in Wasser und aus diesem in eine 1–2%ige Lösung von Safranin O in 50%igem Alkohol gebracht, in der sie einige Minuten bleiben; die Färbung ist unter dem Mikroskop zu kontrollieren, nach Erreichung des richtigen Färbegrades wird der überschüssige Farbstoff mit 96%igem Alkohol ausgewaschen (da die Safraninfärbung in den Alkoholstufen zurückgeht, ist eine Überfärbung notwendig, deren Maß eine kurze Übung lehrt). Dann kommen die Schnitte in Wasser, aus diesem in eine der käuflichen Hämatoxylinlösungen (am besten nach Delafield), in der sie 15 bis 20 Minuten bleiben und hierauf zum Bläuen in eine reichliche Menge von Leitungswasser. Sodann erfolgt die Entwässerung im steigenden Alkohol; als Intermedium wird an Stelle des teuren Nelkenöles Methylbenzoat (event. Karbolbenzol) empfohlen. Der Einschluß erfolgt in Kanadabalsam oder einem Ersatzmittel, z. B. in Rhetinid oder in Benzol gelöstem lichtem Fichtenharz.

Die Methoden zur Erzielung von Fortpflanzungszuständen bei Algen.

Von Dr. H. Pfeiffer.

Mit Pringsheim (Monatsbericht d. Akad. d. Wiss. Berlin 1855 bis 57), dem Entdecker der Befruchtung bei den Lagerpflanzen, nahm man früher bei gewissen Algen einen regelmäßigen Wechsel von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung an. Nachdem Dippel (Flora XXIX, 1856) das bestätigt hatte, wurde es bereits in demselben Jahre in dieser Zeitschrift bestritten. Die unermüdeten Forschungen von Klebs¹⁾ (h) haben aber für viele Algen und Pilze den Nachweis erbracht, daß die beiden Fortpflanzungsarten von bestimmten Variationen der Lebensbedingungen willkürlich in beliebiger Aufeinanderfolge her-

vorgerufen werden können. Schon einmal sind im Mikrokosmos (n 73 ff., o 156 ff.) Verfahren zur Erzielung gewünschter Fortpflanzungszustände bei Algen mitgeteilt worden. Trotzdem ist es an der Zeit, unter Benutzung auch der neueren Erfahrungen nochmals die bekannteren Verfahren zusammenzustellen, um recht viele Leser anzuregen, durch Gewinnung und Beobachtung der Fortpflanzungszustände der Algen sich „ein Urgesetz der Natur zu erschließen“. Am besten werden die Einzelheiten der Technik bei den verschiedenen Algengruppen selbst näher beschrieben. Mit der Herstellung von Dauerpräparaten, worüber gleichfalls zahlreiche neuere Arbeiten vorliegen, soll sich dann eine andere Abhandlung befassen. Die genauere Schilderung kann ich mir meistens ersparen, da bereits Sigmund die Handhabungen gründlichst geschildert hat.

¹⁾ Die in Klammern gegebenen alleinstehenden Buchstaben weisen auf das Literaturverzeichnis am Schlusse des Aufsatzes hin; die beigefügten Ziffern bezeichnen die betr. Seite der Schrift.

Conjugatae.

In der gleichen Weise wie Klebs bei *Closterium* die Konjugation anregen konnte, gelang mir der Versuch bei *Tetmemorus granulatus* (Bréb.) Ralfs. Ganz flache (wenige Millimeter tiefe) Lehmwasserkulturen werden zuerst schattig aufgestellt und dann nach einer Woche dem Sonnenlicht ausgesetzt unter Zusatz von 5% Rohrzucker- oder 2% Maltoselösung. Es sei bemerkt, daß Kauffmann bei *Cylindrocystis* auf solche Weise keine Konjugationszustände erlangte. Bei *Closterium* soll die Zellteilung von 9—12 Uhr abends, bei *Cylindrocystis* von 11½—2½ Uhr nachts stattfinden. Ich beobachtete sie bei *Tetmemorus* bald nach 11 Uhr. Die Reduktionsteilung der Zygoten findet erst vor der Keimung statt.

Bei *Spirogyra* wird sich die Konjugation nicht mit Sicherheit auslösen lassen. Die günstigste Zeit ist das Frühjahr (bis Mai). Ein Bedecken des frischen Bachmaterials 1 cm hoch mit Leitungswasser (nach Sigmond, o, 158) war bei mir ergebnislos. Da brachte ich die Algenfäden in stickstofffreie Nährlösungen (Benckeb, 533), wie ähnlich schon Klebs (h, 230 ff.) verfahren. Die Kultur kam in 2½% Rohrzuckerlösung in sonnige Lage. Dabei sollen die Wärmestrahlen abgefangen werden, indem man an passender Stelle in kurzer Entfernung von der Schale eine Glasscheibe aufstellt. Nach 2—3 Tagen werden die Zygosporien gebildet. Bringen wir dann die Algen in ein größeres Gefäß mit Nährlösung an ein Nordfenster zurück, so erfolgt nach weiteren 1—2 Tagen die Keimung der Zygoten. Auch Pflanzen an sonnigem Standort, die sich in nur wenig Wasser befanden, kopulierten. Ist die Neigung zur Kopulation ausgelöst, so kann sie nach Strasburger (s, 484) auf einer Glasplatte in einer ½%igen Agar-Agar-Gallerte erfolgen. Über die Erzielung von Parthenosporen berichtet Sigmond (o, 159). Ähnliche Verfahren sind bei verwandten Algen einzuschlagen. Nach Tröndle (t, 594) findet bei manchen Formen die Reduktionsteilung in den Zygoten bald nach der Kopulation, also schon während der Zygotenreifung, statt, bei andern unmittelbar vor der Keimung (Kauffmann, n, g, 762). Die Zell- und Kernteilung findet um Mitternacht statt, bei *Spirogyra* zwischen 11 und 1 Uhr, bei *Zygnema* zwischen 9 bis 12 Uhr.

Confervoideae.

Bei *Oedogonium* erzielt man geschlechtliche Fortpflanzung durch Schwärmersporien durch Übertragen in reines, stehendes Wasser und mehrtägige (wohl mindestens 3—4 Tg.) helle Beleuchtung, eventuell durch möglichst geringe Wasser- und Nährsalzmenge. Sigmond (167) erhielt wohl kaum, wie dort angegeben, bereits nach Stunden die Gameten. Sehr interessant schildert er, wie die Schwärmer durch Zusatz von Nährlösung alsbald die Fähigkeit zur Kopulation verlieren. Übrigens muß bei manchen *Oedogonium*-Arten, *Hormidium* und *Conferva* neben Übertragung

in reines Wasser eine Verdunkelung einhergehen. Bei *Oedogonium capillare* wirkt Zusatz von 10% Rohrzucker, bei *Conferva* zweckmäßig 0,1% Aesculin oder 0,1—0,5% Salizin auf die Bildung ungeschlechtlicher Schwärmsporien fördernd. *Hormidium* und *Bumilleria* züchtet man am besten erst auf feuchtem Lehm Boden und schichtet dann Wasser darüber. Auch plötzliche Erhöhung der Temperatur (von 10 auf 15°) hat schon in solcher Weise gewirkt.

Bei *Ulothrix* läßt sich die Bildung von geschlechtlichen Fortpflanzungszuständen wohl kaum sicher erzwingen. Wohl aber neigt die Alge im Freien, wenn ihre Fäden bei sinkendem Wasserspiegel aus diesem herauszuragen beginnen, zur Gametenbildung (vgl. Dodel, 417; Strasburger, p 93 q 566 und 602, s 488; Klebs, h 303 ff.). Sigmonds erwähnter Irrtum beruht vielleicht auf einer Verwechslung mit *Protosiphon*. Wenn die Zellen dieser Alge vom feuchten Erdboden ins Wasser überführt werden (Besonnung!), so bilden sie nach 6—7 Stunden Schwärmer, die sich, im hängenden Tropfen untersucht, stets an dessen Lichtrand sammeln.¹⁾ Auch Pflanzen, die in eine 2%ige Knopsche Nährlösung²⁾ gebracht werden (mit oder ohne Sonne), ergeben nach Sigmond (o, 165) innerhalb 24 Stunden Schwärmsporien. Ausführliche Angaben, die wohl ebenso für das unter gleichen Bedingungen lebende *Botrydium* gelten, bringt Kolkwitz. Aplanosporen erhält man meistens wohl innerhalb eines Tages, wenn man die Algen unverletzt (Auswaschen aus der Lehmerde) in wenig reines Wasser oder in 0,2%ige Nährlösung bringt. Läßt man die Pflanzen längere Zeit in sehr hellem Lichte stehen, so bilden sich übrigens rot gefärbte Sporen. Die Bildung der Sporen kann in der feuchten Kammer beobachtet werden. Bringt man die entstandenen Sporen in eine andere feuchte Kammer, so tritt ihre Keimung ein. Schwärmsporien bekommt man bereits nach 6—8 Stunden, wenn man eine Kultur der Alge in 0,4 %iger Knopscher Nährlösung verdunkelt. Gametenbildung tritt ein, wenn Sporen oder Pflanzen einer Lehmkultur im hängenden Tropfen dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, und zwar an den Algen in 6—7, an den Aplanosporen nach etwa 24 Stunden. Die Lebhaftigkeit der Kopulation kann durch Zusatz von wenig Nährlösung erhöht werden. Die zackigen Dauersporien haben sich nach kaum mehr als einer Stunde nach Ablauf der Verschmelzung gebildet. (Vgl. Rostafinski und Woronin in Bot. Ztg. XXXV, 1877, Spalte 649; Klebs, h 187 ff., i 457; Strasburger, s 486;

¹⁾ Über diese Bewegungen vgl. J. Buder in Jahrb. f. wiss. Bot. LVIII, 1919, 105 ff. und E. Bolte ebendasselbst LIX, 1920, 287 ff.

²⁾ Aus 8000 Tl. Wasser, 2 Tl. Magnesiumsulfat, 8 Tl. Kalziumnitrat, 2 Tl. Monokaliumphosphat, 1 Tl. Chlorkalium und Zusatz einer geringen Menge Eisenchlorid.

Zimmermann 412. — Küsters Kulturbuch konnte ich leider nicht einsehen!).

Siphoneae.

Bei *Vaucheria* erreicht man mit ziemlicher Sicherheit Schwärmsporen durch Verdunkelung der Kultur (Zeitdauer der Schwärmsporenbildung alsdann etwa 2 Wochen). Pflanzen aus einer Kultur in fließendem Wasser brauchen auch nur in stehendes gebracht zu werden. Dasselbe Verfahren soll nach Strasburger (s. 488) auch bei *Cladophora* zum Ziel führen. (Siehe im übrigen Sigmund, o. 160!). Manche Vaucherien, die auf feuchtem Lehm im Licht gezogen wurden, bilden Schwärmsporen nach Übergießen mit Wasser oder nach Übertragung aus 0,2—0,4%iger Knopscher Nährlösung in reines Wasser oder aus starker (1%iger) in recht schwache Nährlösung oder nach Überführung aus schwacher Nährlösung in 2%ige Zuckerlösung, in manchen dieser Fälle sogar bei voller Belichtung. (Vgl. über die Erzielung von Oogonien auch Götzt, 95; Strasburger, 187, s. 490; Sigmund, o. 161; Klebs, i. 11!). In stickstofffreier Nährlösung (angereichert dafür an Phosphor) bilden junge Fäden nach Bennecke (a) in ziemlicher Menge Geschlechtsorgane, ebenso nach Klebs bei heller Belichtung und Kultur in 2—4%iger Rohrzuckerlösung. Geschlechtsorgane bei Arten der feuchten Erde erhielt Heidinger in wenigen Tagen, wenn er sie in flache Schalen mit Wasser brachte und nach 8 Tagen fast alles Wasser absaugte. (Vgl. Klebs, h. 98; Strasburger, s. 494!) Um Aplanosporen zu erhalten, muß man nach Götzt (15) die Pflanzen in 4—6%iger Rohrzuckerlösung oder auf feuchter Erde bei trockener Luft ziehen. Ernst (371) bekam sie bei Meeresarten, wenn das Seewasser mit destilliertem Wasser verdünnt wurde.

Protococcoideae.

Bei *Hydrodictyon* sind sowohl Schwärmszellen als auch geschlechtliche Gameten ziemlich leicht künstlich zu erzielen. Schwärmer bekam Klebs schon nach einem Tage, wenn er die Algen aus Nährlösung in Wasser übertrug und belichtete. Um die geschlechtliche Fortpflanzung beobachten zu können, stellt man die Zellen in wenig Wasser sonnig auf und setzt am besten 1—4%ige Rohrzuckerlösung zu (Erfolg bereits nach 5 Tagen; Sigmund, o. 164; Zimmermann 411). Von *Protococcus* erhielt Faminz in gleichfalls durch Übertragung aus Nährlösung in reines Wasser die Schwärmer. Von zahlreichen anderen Formen (*Pleurococcus*, *Scene-*

desmus) liegen kaum Erfahrungen vor. Mir selbst gelangen entsprechende Versuche noch nicht. Von *Chlamydomonas* ist bekannt, daß Übertragen aus Knopscher Nährlösung mit 0,4% Salzgehalt in reines Wasser Bildung von Geschlechtszellen anregt. Übergießt man Steine mit eingetrockneten *Haematococcus*-Überzügen mit reinem Wasser, so bilden sich nach Strasburger und Zimmermann (u. 410) schon am ersten Tage die Schwärmszellen. Ebenso stellte Pringsheim (m. 413) fest, daß nach bloßem Austrocknen schon das Übergießen mit Wasser zur Anregung der Schwärmerbildung genügt. Wenn ein Nährstoff fehlt, so wird durch dessen Zufuhr die Entwicklung entsprechend angeregt. Haben sich schädliche Stoffwechselprodukte gebildet, so muß nach einiger Zeit für deren Fortschaffung gesorgt werden.

Erwähnte Schriften.

- (a) Bennecke, Bot. Ztg. LIV, 1896.
- (b) —, — Intern. Revue f. Hydrobiolog. I, 1908.
- (c) Dodel, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. X, 1876.
- (d) Ernst, Beih. Bot. Centralbl. XVI, 1904.
- (e) Götzt, Flora LXXXIII, 1897.
- (f) Heidinger, Ber. d. D. Bot. Ges. XXVI, 1908.
- (g) Kauffmann, Ztschr. f. Bot. VI, 1914.
- (h) Klebs, Die Beding. d. Fortpfl. bei ein. Alg. usw., Jena 1896.
- (i) —, — Biol. Zentralbl. XXIV 1904.
- (k) Kurssanow, Flora N. F. IV, 1911.
- (l) Küster, Anleit. z. Kult. d. Mikroorganismen, 2. Aufl., Leipzig 1913.
- (m) Pringsheim, Beitr. z. Biol. d. Pfl. XVI, 1914.
- (n) Sigmund, Mikrokosmos III, 1909.
- (o) —, — in Günther, Mikr. I—III Neudruck, 1911.
- (p) Strasburger, Zellbildung u. Zellteilung, 1. Aufl. Jena 1875.
- (q) —, — Jen. Ztschr. XII, 1876.
- (r) —, — Histol. Beitr. VI, 1900.
- (s) Strasburger-Koernicke, Bot. Prakt., 6. Aufl., Jena 1921 (S. 482 bis 499).
- (t) Tröndle, Ztschr. f. Bot. III, 1911.
- (u) Zimmermann-Schneider, Bot. Mikrotechnik, 2. Aufl., Jena 1922 (S. 408—413).

Die Analyse des Mageninhaltes.

Von August Bender.

Da für die Analyse des Mageninhaltes die Kenntnis der Nährstoffe unserer hauptsächlichsten Nahrungsmittel von Wichtigkeit ist, wird gebeten, untenstehende Nährtablette zu beachten:

Nahrungsmittel	Kohlenhydrate	Fett	Eiweiß	Salz	Wasser
Rindfleisch mager	0,3%	1,7%	20%	1,0%	76,5%
Schweinefleisch	—	22,1	17,4	0,9	59,6
Ei (Huhn)	0,5	12,1	12,7	1,0	73,6
Magarine (süß)	1,0	85,8	—	3,0	10,2
Butter (Land)	0,6	83,3	0,6	1,0	14,5

Ebenfalls ist es erforderlich, etwas über die Verdauungsfrist unserer hauptsächlichsten Nahrungsmittel nach Dr. Beaumonts Berechnungen und Versuchen zu wissen:

Nahrungsmittel	Std.	Min.
Reis gekocht	1	—
Eier roh geschlagen	1	—
Gerstensuppe	1	30
Graupensuppe	1	30
Milch	2	—
Eier gebraten	2	15
Bohnen grün, gekocht	2	30
Kartoffeln gebraten	2	30
Rindfleisch mager, halb gekocht	3	—
Hammel gekocht	3	—
Schweinefleisch	3	15
Möhren gekocht	3	15
Rüben	3	30
Huhn	4	—
Kohl	4	30

Bei oben angegebener Tabelle ist natürlich vorausgesetzt, daß die aufgeführten Speisen leicht gewürzt und gut zermalmt worden sind.

Zur Analyse selbst bedürfen wir allerdings noch einiger Reagenzen und Apparate, die ich hier näher aufführen werde.

G ü n z b u r g s R e a g e n z: (Rp. Phlorogluzin 2,0, Vanillin 1,0, Alkohol 30,0). Da dieses Reagenz rasch unbrauchbar wird (Lichteinwirkung), ist eine getrennte Aufbewahrung von Phlorogluzin 15,0 und Alkohol 15,0, Vanillin 1,0 und Alkohol 15,0 zu empfehlen.

U f f e l m a n n s R e a g e n z (Rp. 30 ccm 1%ige Karbolsäurelösung und 3 Tropfen Eisenchloridlösung).

K o n g o r o t l ö s u n g (wässerig).

M e t h y l v i o l e t t l ö s u n g (wässerig verdünnt).

P h e n o l p h t h a l e i n l ö s u n g.

Z e h n t e l n o r m a l n a t r o n l a u g e.

D e s t i l l i e r t e s W a s s e r.

T r a u b e n z u c k e r.

S a l z-, M i l c h-, A m e i s e n- u n d B u t t e r s ä u r e, 0,2%ige Salzsäure.

P e p t o n, P e p s i n, F i b r i n (wenn nicht erhältlich, in Scheiben geschnittenes hartgekochtes Ei).

- Lackmuspapier, blau und rot.
- Filtrierpapier (ca. 2 Bogen).
- 1 Brutschrank.
- 1 Destillationsapparat.
- 1 Bürettenständer.
- 2 Reagenzglashalter.
- 1 bis 2 Magensonden (elastische).
- 1 Wasserbad.
- 1 Auffangschale.
- 3 Petrischälchen (oder wenn nicht vorhanden Porzellanschalen kleine).
- 2 Meßgläser (je 100 ccm fassend).
- 1 Spiritusflamme (auch kl. Gasfl.).
- 3 Glasstäbe.
- 3—4 Stück Uhrgläser (versch. Gr.).
- 3 Tropfpipetten.
- 1 gr. und 1 kl. Glastrichter.
- 2—4 Stück Bechergläser (mittl.).

Nach Beschaffung obiger Gegenstände können wir zur Analyse übergehen. Bei der nun folgenden Analyse handelt es sich lediglich nur um erbrochenen oder mittels Magensonde ausgeheberten Mageninhalt unter Ausschluß sämtlicher Vergiftungsfälle.

Nach Einnahme eines Probefrühstücks, bestehend aus:

1 Tasse Tee und 1 Semmel nach etwa 45 Min. zu entleeren, oder: einer Probemahlzeit, die mittags einzunehmen ist:

1 Teller Rindfleischsuppe mit Nudeln, 1 etwa 200,0 schw. Beefsteak mit Kartoffelbrei, 50,0 Brot und ein Glas Wasser. Nach 3 Stunden mittels Magensonde zu entnehmen. Nunmehr schreiten wir zur direkten Analyse. Der vorher gut angefeuchtete Magenschlauch (Magensonde) wird unter Würgen durch die Speiseröhre in den eigentlichen Magen eingeführt, die nun sich erbrechende Masse in einer gut ausgekochten Auffangschale aufgenommen und der Schlauch wieder vorsichtig entfernt. Noch in der Sonde befindlichen Magensaft entleere man in die Auffangschale. Die Sonde ist sofort zu desinfizieren und zu reinigen. Das Erbrochene stellt eine halbverdaute, säuerlich riechende Masse, den Speisebrei, dar. Zunächst tritt das Lackmuspapier in Funktion, das bei blauer Grundfarbe eine rote Färbung, bei roter Grundfarbe eine blaue Färbung zeigt. Dieses ist ein Beweis für vorhandene Säuren, die ja jeder Mageninhalt zeigen muß. Die saure Reaktion kann bedingt sein durch:

1. freie Salzsäure, 2. durch locker, an Eiweißstoffe oder organische Basen gebundene Salzsäure, 3. durch organische Säuren als Milch-, Butter-, Essig- oder Ameisensäure, oder als 4. und letzte Möglichkeit durch saure Phosphate.

Um nun zu prüfen, ob freie Salzsäure vorhanden, wird der Mageninhalt filtriert. Vom Filtrat gießt man 10 Tropfen in eine kleine Porzellanschale, setzt 10 Tropfen Günstburgs Reagenz hinzu und dampft das Gemisch vorsichtig über einer Flamme ab. Bei

Vorhandensein von freier Salzsäure bilden sich am Rande der Schale schöne rote Streifen oder Ringe von scharf abgegrenzter Gestalt. Nicht ganz so einwandfrei wie obige Probe sind die nunmehr folgenden Farbstoffproben, die aber als Schulversuche noch heute ihre Anwendung finden und die ich auch gerade dem Anfänger empfehlen möchte. In ein Reagenzglas gießt man etwas filtrierten Mageninhalt und gibt einige Tropfen stark verdünntes wässriges Methylviolett zu. Bei Vorhandensein einer normalen Menge freier Salzsäure tritt eine zarte Blaufärbung, bei übergroßer Salzsäuremenge eine tiefblaue bis ins grünblaue schillernde Färbung auf, bei fehlender freier Salzsäure bleibt die Lösung violett.

Wie bereits zu ersehen, kann durch obige Probe eine Vermehrung oder Verminderung der freien Salzsäure leicht, bequem und schnell festgestellt werden. Wird filtriertem Mageninhalt, der in ein Reagenzglas gegossen ist, einige Tropfen verdünnte wässrige Kongorotlösung zugesetzt, so tritt bei Vorhandensein von freier Salzsäure, die nicht an Eiweiß gebunden ist, ein deutlicher Farbumschlag in Blau ein, der einen Niederschlag hinterläßt. Anstatt der Lösung kann auch Kongopapier benutzt werden (ein mit verd. wäss. Kongorotlösung imprägniertes [getaucht und luftgetrocknetes] Filtrierpapier), indem man das Kongopapier mit dem filtrierten Mageninhalt betupft. Bei Vorhandensein von freier Salzsäure bilden sich alsdann an der betupften Stelle kleine blaue Ringe von gleichmäßiger Gestalt.

Um die quantitative Gesamtazidität der Salzsäure zu bestimmen, bedient man sich folgenden Verfahrens. Mittels Pipette werden 10 ccm filtr. Mageninhalt in einem Becherglas mit destilliertem Wasser verdünnt und einige Tropfen Phenolphthaleinlösung zugesetzt. Alsdann läßt man mittels Bürette vorsichtig so lange Zehntelnormalnatronlauge zutropfen, bis eine Rotfärbung eintritt, die selbst durch Umrühren mittels Glasstabes nicht verschwindet. Die Zahl der zur bleibenden Rotfärbung verbrauchten ccm Zehntelnormalnatronlauge ergibt die Gesamtazidität für hundert ccm Mageninhalt.

Zum Nachweis der Milchsäure gießt man filtrierten Mageninhalt zu einem Viertel in Reagenzglas Nr. 1. In Reagenzglas Nr. 2 verdünnt man Eisenchloridlösung so lange, bis sie eine kaum noch sichtbare Färbung aufweist. Auf diese Art verdünnte Eisenchloridlösung wird tropfenweise dem Reagenzglas Nr. 1 zugesetzt, bei Vorhandensein von Milchsäure wird alsbald eine kanariengelbe Mischung entstehen.

Läßt sich durch oben angeführte Probe keine Milchsäure feststellen, dann füllt man ein Reagenzglas zu $\frac{3}{4}$ mit filtriertem Mageninhalt, setzt 1—2 ccm Äther hinzu und schüttelt das Ganze kräftig durch und läßt

die Mischung einige Zeit im Reagenzglas-Behälter ruhig stehen. Der Äther nimmt selbst Spuren von Milchsäure in sich auf. Nachdem Äther und Mageninhalt sich wieder geschieden und die Mischung 1 bis 2 Minuten ruhig gestanden, gießt man den Äther in eine Porzellanschale ab und wiederholt das oben angegebene Schüttelverfahren noch zwei- bis dreimal. Alsdann setzt man die Porzellanschale mit dem Äther in ein Wasserbad (nicht auf offene Flamme), der Äther wird nun unter langsamer Erhitzung verdunstet. Dem zurückgebliebenen Reste setzt man einige Tropfen (etwa 3—4) destilliertes Wasser zu, danach einige Tropfen Eisenchloridlösung; ist Milchsäure vorhanden, so tritt eine Gelbfärbung ein. Zur besseren Erkennung der Reaktion diene folgender Übungsversuch: Nehme etwas 0,2% Milchsäure, die man immer mehr und mehr verdünnt und verfähre nach oben angegebener Vorschrift zur Feststellung von Milchsäure unter Zuhilfenahme von Äther.

In einem Magensaft, in dem man weder Milch- noch Salzsäure gefunden, prüft man das Filtrat des Mageninhaltes auf flüchtige Säuren mittels Lackmuspapier blau, als auch rot. Um die Reaktion dieser „flüchtigen“ Säuren richtig kennen zu lernen, sind folgende Übungsversuche unerlässlich. Man nimmt eine Schale mit destilliertem Wasser, dem man einen kleinen Teil Essig-, Butter- oder Ameisensäure zusetzt, gut durchschüttelt und destilliert. Das Destillat wird nunmehr mit Lackmuspapier untersucht.

Weit interessanter und für den Anfänger viel nützlicher ist es, den Mageninhalt selbst herzustellen, mit der zu untersuchenden Säure zu verbinden und so auf diese Weise sämtliche angeführten Proben auszuführen. Um dieses zu ermöglichen, empfehle ich ein Verfahren, das ich selbst in meinen Anfängerjahren und auch noch heute in zweifelhaften Fällen zur Anwendung bringe.

Um künstlichen Magensaft herzustellen, nimmt man Pepton, löst es in destilliertem Wasser, schüttelt längere Zeit gut durch und filtriert das Ganze. Es wird zwar stets eine trübe Flüssigkeit bleiben, doch schadet das nichts, denn durch Peptonzusatz wird stets eine trübe Flüssigkeit entstehen, dieses ist nun einmal die Eigenheit des Magensaftes. Nunmehr setzt man etwas Traubenzuckerlösung hinzu und alsdann etwas 0,2% Salzsäure oder Buttersäure, je nach Art der Probe, und verfährt wie bereits angegeben.

Nunmehr bleibt uns noch die ebenfalls sehr interessante Probe auf die Verdauungsfunktion (Mitwirkung des Pepsin) übrig. Zu dieser Probe nehmen wir 3 Bechergläschen, geben ihnen die laufende Nr. 1, 2 und 3. Glas Nr. 1 erhält einen Teil Mageninhalt und ein Stückchen Fibrin. Glas Nr. 2 wie Nr. 1 und einige Tropfen Salzsäure, Glas Nr. 3 wie Nr. 1 und etwas Pepsin. Glas Nr. 1 dient als Kontrolle. Alle 3 Gläser kommen nunmehr eine Stunde in den Brutschrank bei einer Temperatur von 39 bis 40° C. Nach Ablauf einer Stunde sehen wir nach, in welchem der 3 Gläser der Verdauungs- bzw. Verbrennungsprozeß des Fib-

rins am weitesten vorgeschritten ist. Hat sich das Fibrin in Glas 3 am meisten gelöst, dann ist dieses ein Zeichen für zu wenig Pepsin im Mageninhalt oder Magensaft.

Sollte Fibrin nicht im Handel erhältlich sein, so stellt man es folgendermaßen selbst her. Frisches Blut wird getrocknet, dabei scheidet es sich während des Stehens in Blutflüssigkeit und Blutkuchen. Der Blutkuchen wird alsdann mit destilliertem Wasser ausgewaschen, bis er die rote Farbe verloren hat

und getrocknet. Dieser ausgewaschene getrocknete Blutkuchen wird als Fibrin in den Handel gebracht. Da Fibrin schnell fault, ist es in destilliertes Wasser zu legen und verschlossen zu halten, vor Gebrauch jedoch stets tüchtig mit destilliertem Wasser auszuwaschen.

Anstatt des Fibrins kann auch hartgekochtes, in Scheiben geschnittenes Ei benutzt werden, jedoch geht hierbei der Verbrennungs- oder Verdauungsprozeß bedeutend langsamer vor sich.

Die Blutbildungsvorgänge im Säugetierkörper.¹⁾

Von Mittelschullehrer E. Kruse.

I. Das Blut.

Zwischen den räumlich gebundenen Zellkomplexen des Säugetierkörpers bildet die Körperflüssigkeit den Vermittler des gegenseitigen Austausches. Sie führt den Zellen Aufbau- und Verbrennungsstoffe zu, Verbrauchsstoffe, Abbauprodukte wieder fort. Infolge ihrer Arbeitsleistung unterliegt sie selbst dem Verfall und muß zur Erhaltung der Art stetig erneuert werden. Der Bildungsvorgang desjenigen Teiles der Körperflüssigkeit, der als Blut bezeichnet wird, soll hier besonders interessieren. Das Blut bewegt sich zum größten Teil in geschlossenen Gefäßbahnen. Reaktion neutral; Erhaltung derselben bei pathologischem Auftreten reichlicher Säuren oder Alkalien durch Salzbildungen; a) Neutralisierung der Säuren durch NH_3 (aus dem Eiweißstoffwechsel zur Verfügung stehend) oder dadurch, daß CO_2 aus den Blutkarbonaten austritt, so eine Bindungsmöglichkeit schaffend; b) Neutralisierung der Alkalien durch CO_2 (aus dem Verbrennungsprozeß zur Verfügung stehend). In konzentrierter Magnesiumsulfatlösung oder Ammoniumoxalatlösung aufgefangenes Blut läßt die zelligen Elemente sedimentieren. (Pferdeblut und Blut einer schwangeren Frau schnell, normales Menschenblut mäßig schnell, Rind und Schwein langsam. Fahraens n. Höber, S. 83.)

Zellbestandteile: 1. Die farbigen (roten) Blutzellen (Erythrozyten).²⁾ Bikonkave Gestalt;

¹⁾ Die nachfolgende Arbeit soll den Mikrokosmosmitgliedern eine zusammenfassende Übersicht über die Blutbildungsvorgänge bieten. Mit Rücksicht auf den Platzmangel und um Wiederholungen zu vermeiden, beschränke ich mich im ersten Teil, der uns mit dem Blut bekannt macht, im wesentlichen auf stichwortartige Angaben und auf Hinweise früherer im Mikrokosmos erschienener Arbeiten, die gleichzeitig wertvolle Anleitungen zu eigenen Untersuchungen geben.

²⁾ Vgl. auch: 1. P. Rostock, Indiff. Beobachtungsflüssigkeiten. Mikrok. 1919/20, S. 71; 2. Ders.: Interessante Zahlen über das Blut. 1921/22, S. 215; 3. P. Pooth, Blutstudien 1914/15. S. 61, 86, 113, 124; 4. Derselbe,

einzelnen gelblich-rosa, bei geldrollenförmiger Zusammenlagerung rötliche Farbe (daher die Bezeichnung „farbige“ Blutzellen besser als „rote“). Nach den bisherigen Untersuchungen kein Kern bei ihnen vorgefunden; Bestandteile: eine Fetthülle (daher lebend infolge Lichtbrechung an derselben „Deckfarben“), ein eisen- u. schwefelhaltiger Eiweißkörper (Globin) und ein Farbstoff (Hämatin); Derivat desselben ist das Chlorhäm. Das Hämatin bindet rasch aber locker Sauerstoff (bedeutend stärker das darum so giftige CO), das Globin gleichzeitig CO_2 , so den Gasstoffwechsel bewirkend; ob die Bindung chemisch oder physikalisch (Adsorption), ist noch nicht geklärt.

2. Die farblosen (weißen) Blutzellen (Leukozyten);¹⁾ amöboide Bewegungsfähigkeit, darum in allen Geweben anzutreffen; folgen chemotaktischen Reizen, besonders den von den Stoffwechselprodukten der Bakterien ausgeübten, darum besonders in den Infektionsherden pathogener Keime anzutreffen; nehmen körperfremde Stoffe in ihr Plasma auf, schmelzen Körperzellen ein und führen die Bestandteile dem Stoffwechsel zu; nach der Form des bei ihnen vorhandenen Kerns und

Blutstudien mit Spiegelkondensor 1914/15, S. 193; 5. Komarowski, Blutaussstrichpräparat 1914/15, S. 185. 6. Ders., Blut- und Protozoenfärbung, 1918/19, S. 80; 7. O. W., Natur d. Blutzellgranula 1918/19, S. 79; 8. Blut- und Gewebefärbung mit eosinsaurem Methylenblau 1919/20, S. 118; 9. Dr. E. Löwi, Einfache und ökonomische Methode d. Blutfärbung. 1921/22, S. 235; 10. Dr. med. P. Weil, Blutstudien an Kaltblütlern 1918/19, S. 30; 11. P. Rostock, Herstellung mikrosk. Dauerpräparate von Hämoglobinkrist. 1919/20, S. 72; 12. Ders., Herst. d. Häminkristalle 1920/21, S. 54; ders. Hämoglobingehalt d. wichtigsten Haustiere (Tabelle) 1920/21, S. 224.

¹⁾ Vgl. auch: Zu Anm. 1. 14. Eosinophile Leukozyten im Blut d. Muskelrheumatismuskranken u. im Blut d. Kaninchen. Mikrok. 1918/19, S. 133; 15. Kulturversuche an Froschleukozyten 1919/20, S. 68; 16. Lebendfärbung an Froschleukozyten 1919/20, S. 68; 17. Dr. Hennicke, Präp. von Leukozyten 1919/20, S. 92.

nach der Reaktion auf Farbstoffe werden unterschieden:

- a) Die Lymphozyten, klein mit meist rundem Kern, 22—25% der Gesamtmasse;
- b) die Hämö-Leukozyten mit den Untergruppen:
 - α feinkörnige (neutrophil) 65—70%,
 - β grobkörnige (eosinophil) 2—4% (Stöhr, S. 138—142);
- c) die Mastzellen oder basophilen Leukozyten.

3. Die Blutplättchen;¹⁾ über die Anzahl derselben und das Vorhandensein eines Kernes bei ihnen sehr verschiedene Ansichten, desgleichen über ihre Entstehung; nach einigen Annahmen schnüren sie sich von den Erythrozyten ab, nach anderen von den Riesenzellen des Knochenmarks (s. unten). (Schneider S. 503.) Nach Höber (S. 261) hat die Milz einen negativen Einfluß auf ihre Entstehung, denn durch eine operative Entfernung derselben bei einer durch Blutplättchenmangel hervorgerufenen Bluterkrankheit wird dieser Mangel aufgehoben.

II. Die Bildungsvorgänge der einzelnen Blutbestandteile.

Dieselben werden angedeutet durch unter pathologischen Umständen auftretende Veränderungen im Mengenverhältnis der einzelnen Zellbestandteile zueinander. Infolge einer pathogenen Infektion tritt z. B. eine Anschwellung der Milz und der Lymphdrüsen ein mit einer gleichzeitig einsetzenden Überfüllung des Blutes mit Lymphzellen. Es kommt zur Leukämie. Andererseits sinkt die Zahl der farblosen Blutzellen im Blut, wenn man den Mündungsast der Lymphbahnen ins Blutgefäßsystem (Ductus thoracicus) unterbindet (Höber, S. 222). Viault wies darauf hin (Tigerstedt S. 191), daß beim Aufenthalt im Höhenklima zunächst die relative Zahl der farbigen Blutzellen in den peripheren Gefäßen wuchs.²⁾ Andere Autoren stellten fest, daß bei längerem Aufenthalt im Höhenklima die absolute Zahl der farbigen Blutzellen wuchs und Zuntz (Höber, S. 87) zeigte an einem Wurf junger Hunde, von denen er einige in der Ebene, andere in der Höhe aufzog, daß bei letzteren das rote Knochenmark des Schädels, des Rumpfes und der oberen Teile des Oberarms und des Oberschenkels eine stärkere Tätigkeit entwickelte, und daß im kreisenden Blute die Bildungsstadien farbiger Blutzellen, kernhaltige Erythroblasten (s. unten) erschienen. Naumann (n. Landois, S. 29) zeigte, daß bei starken Blutregenerationsvorgängen, hervorgerufen durch vorausgegangenen Aderlaß, nicht nur die oben genannten Knochenmarkteile, sondern auch das übrige Knochenmark der Gliedmaßen erhöhte Tätigkeit zeigten, kenntlich an der Rotfärbung des gelblichen, verfetteten Markes. Ein eigentümliches Ver-

halten zeigt die Milz. Während unter normalen Verhältnissen eine Entfernung derselben ohne Störung verläuft — in krankhaften Fällen, falls nämlich die Blutzellen zu leichtem Zerfall neigen, diese Entfernung zur Heilung sogar notwendig ist, — wirkt sie nach starkem Aderlaß sehr störend auf den Regenerationsvorgang des Blutes ein, jedenfalls deswegen, weil die Milz das zur Hämoglobinbildung notwendige Eisen speichern hilft. (Höber, S. 261.) Da diese Ergebnisse das Problem noch nicht lösen, müssen histologische Untersuchungen weiteren Aufschluß geben.

Das erste Auftreten der Blutzellen vollzieht sich im embryonalen Leben im Anschluß an die Gefäßbildung. Innerhalb des Mesoderms bilden sich interzelluläre Kanäle. Die zentralen Zellen werden dadurch frei, schnüren sich ab, nehmen später den Farbstoff auf und treten unter Beibehaltung des Kernes, nachdem die Kanäle mit dem Herzen in Verbindung getreten sind, in den Kreislauf über. Diese kernhaltigen Blutzellen werden als primäre Erythroblasten bezeichnet. Remak will an ihnen Vermehrung durch Teilung beobachtet haben. Landois berichtet von einer solchen Blutzellbildung parallel mit der Entwicklung der Gefäße auch noch im nachembryonalen Leben. Nach ihm hat Ranvier im Netze nur wenige Wochen alter Kaninchen weiße Flecken gefunden, die gefäßbildende Zellen enthielten. Diese Zellen hatten stäbchenförmige Kerne und farbige, kernlose Blutzellen. Die gefäßbildenden Zellen zeigten Protoplasmaspitzen, die teilweise zu Netzen zusammentraten. Schäfer (n. Landois, S. 27 bis 29) beobachtete ähnliches im Unterhautzellgewebe. Nach 4—6 Wochen waren diese Zellen, die inzwischen mit dem Blutgefäßsystem in Verbindung getreten waren, von Blutzellen geleert. „Letzterer Umstand läßt nun die Frage aufwerfen, ob nicht die gefäßbildenden Zellnetze, nachdem sie ihre Erzeugnisse in die gemeinsame Blutbahn entleert haben, wieder mehr und mehr zusammenschrumpfen und vergehen, ohne daß sie also somit dauernde Bezirke des Kreislaufs bleiben?“ „so muß sich die Frage aufdrängen, ob sich nicht innerhalb des Körpers an vielfältigen Stellen (soweit das mittlere Keimblatt reicht?) solche Blutbildungsstätten finden, an denen die Regeneration des Blutes erfolge.“ (Landois, S. 28—29.) Wenn auch Landois angibt, daß er diese Bildungsvorgänge persönlich bei Ranvier in Paris beobachtet habe, so gibt er doch keine Erklärung für die auffallende Tatsache des Vorhandenseins nur kernloser Blutzellen an den Entstehungszentren. Da andererseits beobachtet worden ist, daß Blutzellen, die von den Kapillaren aus in schon frühzeitig hohlwerdende Kapillarsprossen dringen und zugrunde gehen, „weil sie von der Zirkulation und von dem Gaswechsel ausgeschlossen sind“ (Stöhr, S. 135), so ist anzunehmen, daß es sich bei den von Landois angegebenen Blutzellen nicht um entstehende, sondern um degenerierende handelt. Mög-

¹⁾ 18. P. Rostock, Differenzierung d. Blutplättchen 1920/21, S. 224.

²⁾ Vgl. auch: 19. Einfluß d. Fliegens auf d. Blutbild. 1918/19, S. 35; 20. Sichtbarmachung des Kapillarkreislaufs im leb. Menschen, 1918/19, S. 20; 21. Dr. P. Sch.: Verhalten d. Hautkapillaren, 1921/22, S. 235. Mikrokosmos-Jahrbuch 1922/23. 12.

lich ist dagegen, daß im weiteren embryonalen Leben die sich mächtig entwickelnde Leber zur Blutzellbildung in Beziehung steht. Es sollen nach den Angaben Webers und Köllikers die von der Milz durch die Pfortader in die Leber geschwemmten kernhaltigen, farbstofflosen Zellen hier den Farbstoff erhalten. In den Lymphdrüsen wollen Foa und Salvioli (Landois, S. 27) die Bildung farbiger Blutzellen innerhalb großer, protoplasmatischer Zellen beobachtet haben. Es ist aber auch hier nicht ausgeschlossen, daß ein Teil dieser Angaben auf Beobachtungsfehlern beruhen, hervorgerufen durch die zum Teil noch nicht geklärten anatomischen Verhältnisse dieser Organe.

Die Säugetierleber!) Lage: Im embryonalen Leben die Bauchhöhle fast ganz ausfüllend, später in der rechten Zwerchfellkuppel. Charakteristikum: von zwei Drüsenzellen umkleidete enge Drüsenlumen (Gallenkanälchen) und mehrere Blutgefäße an den Zellen. Blutversorgung: durch von der Milz kommende Pfortader und durch die Leberarterien mit arteriellem Blut. Tätigkeit: Im Embryonalleben: vielleicht? die in der Milz erzeugten protoplasmatischen Zellen mit Farbstoff ausrüsten und nach Stöhr (S. 168) in den Kapillaren oder deren Umgebung kernhaltige Blutzellen (sekund. Erythroblasten) bildend; im nachembryonalen Leben Speicherung tierisch. Stärke (Glykogen $n(C_6H_{10}O_5)_n$?), Herstellung der Umwandlungsprodukte (Traubenzucker), Herstellung der Gallbestandteile: 1. Glykochol- und Taurocholsäure (Verbindung der Cholsäure $C_{24}H_{40}O_5$ mit Glykoll bezw. Taurin), 2. das Cholesterin (Ursache der Gallsteine) aus eingeschmolzenen farbigen Blutzellen, 3. die Gallenfarbstoffe, das grüne Biliverdin $C_{32}H_{36}N_4O_6$ und das rote Bilirubin $C_{32}H_{36}N_4O_6$ als Derivate des Blutfarbstoffs. Aus Bilirubin läßt sich durch Spaltung das Hämopyrrol herstellen, dasselbe nach Nenckis Untersuchungen auch aus dem pflanzlichen Chlorophyll. (Verwandtschaftsverhältnis!) — Reichlicher Zerfall farbiger Blutzellen hat reiche Gallenabsonderung zur Folge.

Die Milz. Bau: Hilus, die Eintrittsstelle der Arterien und Austrittsstelle der Venen; Kapsel aus derbfaserigem Bindegewebe sendet netzartig zusammenretrende Milzbalken in das weiche, rote Pulpagewebe des Innern; Arterien und Venen zunächst gemeinsam die Balken begleitend, dann verästeln sich Arterien, ihre Hülle durch zahlreiche eingelagerte farblose Blutzellen gelockert, entweder auf ganzem Verlauf begleitend (Meerschweinchen) oder zu kugelförmigen Ballen oder länglichen Spindeln zusammenretrend (Mensch u. Katze); diese Milzknötchen von der Zentralarterie und kleinen Kapillaren durchbohrt. Über den letzten Verlauf der Arterienkapillaren herrschte bisher zweierlei Ansicht: nach einigen Mündung in

weite Hohlräume (Milzsinus), die durch Pulpavenen mit den Venen in Verbindung stehen, also geschlossene Blutbahn, nach anderen Auflösung der Kapillarwandungen, freier Ausfluß des Blutes ins Gewebe, Sammlung in feine Röhren und Weiterfluß durch Milzsinus in Venen, so durch die offene Blutbahn das Vorkommen farbiger Blutzellen im Gewebe erklärend; vorläufige Klärung der Ansichten durch Mollier (Stöhr S. 114). Danach bilden die Zellen des Milzsinus ein durchbrochenes Maschenwerk, das durch kontraktile Muskeln geöffnet und geschlossen werden kann. Neben diesen frei vorkommenden Erythrozyten kommen hier auch solche vor, die von phagozytären Leukozyten aufgenommen und schon teilweise degeneriert sind. Es findet hier also auch ein Einschmelzungsprozeß und Zurückführen der Bestandteile in den Stoffwechselkreislauf statt. Die Milzknötchen sind die Bildungsstätten der Lymphozyten. Zeitweilig, den Bedürfnissen entsprechend, finden sich hier Keimzentren, wie sich auch solche in den Lymphknoten vorfinden, in denen die Lymphozyten durch indirekte Kernteilung aus den Lymphoblasten hervorgehen. (Über Wesen und Abkunft letzterer siehe bei Knochenmark.) Unter normalen Verhältnissen enthält das Milzvenenblut etwa 70mal mehr farblose Blutzellen, hauptsächlich Lymphozyten, als das Milzarterienblut.

Die Lymphknoten: Treten im Verlauf der Lymphbahnen auf; Bauverhältnisse ähnlich wie bei der Milz; Bindegewebskapsel; dieselbe unterbrochen durch zahlreiche eintretende Lymphgefäße und einige Blutgefäße, am Hilus Ein- und Austritt der größeren Blutgefäße und Austritt des Hauptlymphgefäßes; unter der Kapsel ein Hohlraum, der Verzweigungen durch das innere Gewebe sendet, diesem Intermediärsinus folgen Ausläufer der Kapsel. Auch hier soll das den Sinus auskleidende Epithel nicht völlig erhalten sein, so daß der Lymphstrom in das innere Gewebe eintreten kann. In diesem zeigen sich zeitweilig hellere Flecken (Sekundärknötchen). In ihnen findet man stets Lymphozyten in allen Stadien indirekter Kernteilung. Daneben kommen basophile und eosinophile Leukozyten und große Lymphoblasten vor. Diese sollen nach der Ansicht einzelner Autoren (Stöhr, S. 141) die gefundenen Teilungsbilder abgeben und selbst lymphatischer Abkunft sein. Die neugebildeten Lymphozyten wandern zum größten Teil durch die Lymphgefäße, zum kleineren durch die in den Sekundärknötchen verzweigten Blutgefäßkapillaren ab. — Ebenfalls kommt eine Lymphozytenbildung in den zeitweilig in den Schleimhäuten auftretenden peripheren Lymphknoten vor. Die gebildeten Lymphozyten wandern an die Oberfläche und liefern beim Zugrundegehen Schutzmittel gegen die Mikroben. — In den zeitweilig an der Wirbelsäule, an den Eingeweideteilen und an den Auskleidungen der Bauchhöhle auftretenden Blutlymphknoten findet Neubildung von Lymphozyten, aber noch mehr Einschmelzung von Erythrozyten statt. — Im ersten Kindes-

1) Vgl. auch zu den folgenden histologischen Angaben: 22. W. Schneider, Einführung in d. mikrosk. Bau d. Wirbeltiere. 1921/22, S. 20 u. folg.; 23. P. Rostock, Eine histochem. Reaktion zur Darstellung d. Kupferischen Sternzellen d. Leber. 1921/22, S. 198.

alter findet auch in dem mächtig entwickelten Thymus Lymphozytenbildung statt, mit der später einsetzenden Degeneration desselben bleibt diese aus. —

Im Gegensatz zu der bisher geschilderten Organen findet im „roten Knochenmark“ vorwiegend die Bildung der Hämo-Leukozyten, der basophilen Leukozyten und der farbigen Blutzellen (Erythrozyten) statt. In den jugendlichen Knochen erfüllt es die meisten Knochenhöhlräume,¹⁾ später verfettet es in den Gliedmaßenknochen und beschränkt sich als „rotes Knochenmark“ auf die Knochen des Kopfes, des Rumpfes und der oberen Gliedmaßen. Unter den hier vorkommenden Blutzellen sind zu unterscheiden die feinkörnigen Hämo-Leukozyten. Unter den feinkörnigen treten die Myelozyten (Zellen mit einem großen runden Kern), die durch Entwicklung aus den Myeloblasten (siehe weiter unten) hervorgegangen sein sollen, nur im Gewebe zwischen den Kapillaren auf, während die gelapptkernigen vorwiegend in den Gefäßen zu finden sind. Die grobkörnigen Hämo-Leukozyten treten innerhalb und außerhalb der Gefäße auf. Die Vermehrung vollzieht sich bei beiden Arten durch indirekte Kernteilung. Neben diesen kommen in den venösen Kapillaren kernhaltige, farbige (rote) Blutzellen vor, im nachembryonalen Leben als sekundäre Erythroblasten bezeichnet, die in allen Teilungsstadien in direkter Kernteilung vorzufinden sind. Aus ihnen gehen durch diese Teilungen die kernlosen Erythrozyten hervor. Der Kern wird nach der Annahme Rindfleischs ausgestoßen und geht zugrunde, nach Kölliker, Naumann und Pappenheim degeneriert er im Innern der Zelle, nach Ehrlich bestehen beide Anschauungen zu Recht, da nach ihm zwei Arten von Erythroblasten vorkommen: Normoblasten, die den Kern ausstoßen, und Megaloblasten, die den Kern degenerieren (Schneider, S. 502). Neben den genannten kommen noch die basophilen Leukozyten oder Mastzellen (nach Ranvier, Klasmozyten) und die Riesenzellen oder Megakaryozyten vor. Während die eine Ansicht besteht, daß alle Erythrozyten aus den sekundären Erythroblasten, alle Hämo-Leukozyten aus den Myeloblasten und beide aus dem Blutgefäßsystem entstehen (siehe primäre Erythroblasten), daß die Lymphozyten aus den Lymphoblasten und damit aus dem Lymphgefäßsystem entstehen, also lymphatischer Abkunft seien, sollen nach der anderen Ansicht alle sekundären Erythroblasten und alle farblosen (weißen) Blutzellen aus gemeinsamen Mutterzellen entstehen, die sich nach der einen oder der anderen Seite differenzieren (Stöhr, S. 141). Schneider (S. 501—502) gibt an, daß die Erythrozyten und alle Leukozyten sich aus einer gemeinsamen Quelle, den Markzellen oder Hämatoblasten, entwickeln. Diese sollen kleine Zellen mit dunkel färbbarem Kern und dünner Protoplasmaschicht sein. Die Leukozyten differenzieren sich einfach

durch Wachstum des Kernes und des Protoplasmas in alle Formen und als Ableitung von ihnen die basophilen Markzellen und die Riesenzellen, während die Erythrozyten durch Vermittlung kernhaltiger Erythroblasten aus ihnen hervorgehen.

Das Blutplasma verdankt seine Zusammensetzung den verschiedensten Sekretionsvorgängen. Etwa 90% besteht aus Wasser, 6—8% aus Eiweißstoffen und 0,85% aus mineralischen Stoffen unter Wirkung der Verdauungssäfte abgebaut und teilweise in neue Verbindungen übergeführt. Der Rest besteht aus Nukleoproteiden als Abbauprodukte der Leukozyten, aus Fett, Glycerin und Kohlenhydraten vom Nahrungsabbau im Darm her stammend, aus Harnsäure und Harnstoff, aus Sekreten der Hormondrüsen, aus einer Reihe von Enzymen, aus Antitoxinen zur Zerstörung artfremder Stoffe, Produkte der Leukozyten und aus den Stoffen, die die Gerinnung des Blutes veranlassen. Ein wichtiger Faktor bei diesem Vorgange ist das im Blut vorhandene Kalzium. Durch Bindung desselben mit einer konzentrierten Magnesiumsulfatlösung oder mit einer Oxalatlösung wird ausfließendes Blut am Gerinnen verhindert¹⁾; durch Zentrifugieren lassen sich die zelligen Bestandteile entfernen, und es bleibt ein Satzplasma zurück, aus dem durch gesättigte Kochsalzlösung ein Eiweißkörper ausfällbar ist (Fibrinogen), der wieder in verdünnter Kochsalzlösung löslich ist. Aus einer solchen Fibrinogenlösung läßt sich durch ein gereinigtes Blutgerinnsel das Fibrinogen als fadenartiges Fibrin ausfällen. Das Enzym, das Fibrinogen in Fibrin verwandelt, wird von A. Schmidt (Tigerstedt, S. 203) Thrombin genannt. Dieses Thrombin ist im Blut nur in seiner Vorstufe (Thrombogen) enthalten, das wiederum durch Zusammenwirkung eines Ferments der Leukozyten und der Thrombozyten (Thrombokinasen) mit Kalzium bei dem Vorhandensein eines Berührungsreizes gebildet wird. Neben diesen gerinnungsfördernden Fermenten befinden sich im Blut auch gerinnungshemmende, die wenigstens teilweise eine Gerinnung in den Gefäßen verhindern. — So zeigt sich, daß das Blut seine Entstehung den Funktionen verschiedenster Körperzellen verdankt. Manche dieser Vorgänge bedürfen noch der genaueren Klärung, um in pathologischen Fällen die Folgen eines notwendigen chirurgischen oder pharmazeutischen Eingriffes vorher zu bestimmen und weil zu dem Blutplasma so viele wichtige physiologische Fragen in Beziehung stehen, so die der Ernährung, der biologischen Reaktionen und der anormalen Erscheinungen.²⁾

¹⁾ Vgl. auch: 25. Nachweis von Kalzium im Blut, Mikrok. 1918/19, S. 137.

²⁾ Über pathologische Veränderung des Blutes, besonders durch pflanzliche und tierische Parasiten, handeln folgende Arbeiten: 26. P. Rostock: Die pathologischen Formbestandteile des menschlichen Blutes. 1920/21, S. 171. — 27. S. Knauer; Path.-Anat. über die Grippe, 1918/19, S. 65. — 28. R. Bley, Präp. d. Malariaparasit. 1918/19, S. 98. — 29. P.

¹⁾ Vgl. 24. Dr. Janek, Knochen- u. Knorpeluntersuch. 1919/20. S. 109.

Literatur:

1. Dr. L. Landois: Lehrbuch der Physiologie d. Menschen. 4. Aufl. Urban u. Schwarzenberg. Wien u. Leipzig, 1885.
2. Dr. K. Tigerstedt: Lehrbuch d. Physiologie

Rostock; Malariaschnelfärbung, 1920/21 S. 190. — 30. P. Rostock; Ein neuer Nährboden zur Züchtung u. Diagnostik im Blut kreisender Streptokokken, 1921/22, S. 172. — 31. Dr. Fr. Siegmund: Spirochaeta pallida Schaudinn, 1920/21, S. 21. — 32. P. Rostock: Spirochätenfärbung, 1920/21, S. 228. — 33. P. Rostock: Fluoreszenzfärbung v. Spirochäten im vitalgefärbten Dunkelfeldpräparat. 1920/21. S. 150. — 34. P. Rostock: Spirochätendarstellung in einzelnen Schnitten des Zentralnervensystems. 1920/21, S. 39.

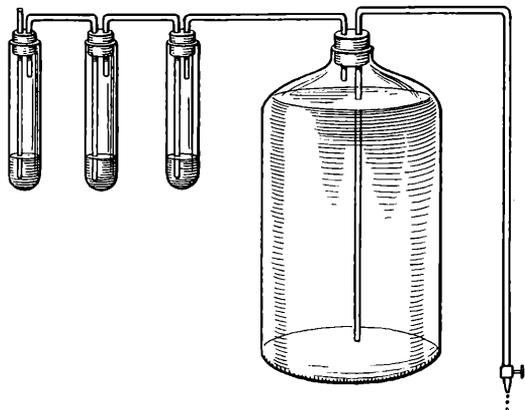
- d. Menschen. I. Bd., 4. Aufl. S. Hirzel, Leipzig, 1907.
3. Dr. K. Höber: Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen. 1. Aufl. Jul. Springer. Berlin, 1919.
4. Dr. F. Siegmund: Physiolog. Histologie d. Menschen- u. Säugetierkörpers. Franckhscher Verlag. Stuttgart.
5. Dr. F. W. Müller: Bau u. Entwicklung des menschl. Körpers. Bd. I. u. II. K. G. Lutz, Stuttgart.
6. Dr. K. C. Schneider: Hist. Praktikum der Tiere. 1. Aufl. G. Fischer, Jena, 1908.
7. Dr. Ph. Stöhr, Lehrbuch d. Histologie. 18. Aufl., bearbeitet von Dr. O. Schulze. G. Fischer, Jena, 1919.
8. Dr. F. Kahn: Das Leben des Menschen. Bd. 1. Franckhscher Verlag. Stuttgart.

Kleine Mitteilungen.

Der Bakteriengehalt der Luft in einem geschlossenen Raume läßt sich schon dadurch einigermaßen bestimmen, daß man den irgendwo angesammelten Staub untersucht. Man kann diesen mittels eines sterilen Wattebauschs (als Verbandmaterial steril in jeder Apotheke zu kaufen), den man vorher mit sterilem Wasser befeuchtet hat, aufnehmen. Man drückt ihn dann aus und vermischt die ausgepreßte Flüssigkeit mit Nährgelatine. Besonders häufig sind in Luft und Staub Tuberkelbazillen zu finden, deren Nachweis leicht durch eine biologische Anreicherung gelingt. Man spritzt zu diesem Zweck den mit Wasser vermengten Staub mittels einer kleinen Spritze in die Bauchhöhle eines Versuchstieres (Meerschweinchen, weiße Mäuse, Kaninchen), in dessen Blut oder Bauchhöhlenflüssigkeit man dann später Tuberkelbazillen mikroskopisch nachzuweisen vermag. Die Luft selbst untersucht man dadurch, daß man sie langsam durch drei Spritzflaschen, die mit je 2 ccm sterilen Wassers gefüllt sind, hindurchsaugt. Man bedient sich dazu zweckmäßigerweise des hier abgebildeten Apparates. Dieser besteht aus 3 mit doppeltdurchbohrtem Stopfen versehenen Reagensgläsern, die in der aus der Abb. ohne weiteres ersichtlichen Weise miteinander verbunden sind. Das Hindurchsaugen der Luft geschieht dadurch, daß man eine größere Flasche von etwa 1 l Inhalt mit einem doppelt durchbohrten Stopfen versieht, dessen eine Durchbohrung mittels Glasrohres und Gummischlauches man mit den Reagensgläsern verbindet, während durch die andere ein Saugheber geführt wird. Am Ende des Saughebers wird ein Quetschhahn angebracht, der den Wasserabfluß in der Weise reguliert, daß in der Sekunde etwa 2—3 Tropfen hindurchfließen. So wird erreicht, daß ein dem Inhalt der Heberflasche gleiches Luftquantum durch das in den 3 Reagensgläsern vorhandene Wasser gesaugt wird. Dieses absorbiert sämtliche in der Luft vorhandenen Bakterien und kann dann in gewohnter Art durch Ver-

mischung mit Nährgelatine weiter verarbeitet werden.

Die in der Gelatine gewachsenen Kulturen kann man, besonders wenn sie in Reagensgläsern gezüchtet wurden, leicht fixieren und als Dauerpräparate aufbewahren. Man bringt zu diesem Zweck zunächst an der Unterfläche



des verschließenden Wattebauschs einige Tropfen Formalin an und setzt den Bausch wieder auf. Das Röhrchen läßt man, nachdem man es durch einen Korkstopfen völlig verschlossen hat, 24 Std. lang stehen. Nach dieser Zeit entfernt man den Korkstopfen, schiebt den Wattebausch etwas tiefer in das Rohr und gießt eine dicke Schicht flüssigen Paraffins darauf. Nach Erstarren des Paraffins kann man, da die Formalindämpfe alle lebenden Bakterien abgetötet haben, das Röhrchen beliebig lange unverändert aufbewahren.

Bei allen diesen Arbeiten ist einzigste Vorbedingung größte Sauberkeit und exaktes Befolgen der Vorschriften. Man wird dann Mißerfolge nicht zu beklagen haben und seine Mühe durch eine Reihe wohlgeunger Präparate belohnt sehen. Timmer.

Das Laboratorium des Mikroskopikers

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Wir veröffentlichen in diesem Beiblatt, das in zwangloser Folge erscheint, Beschreibungen neuer Apparate und Instrumente für sämtliche Zweige der Mikroskopie, um dadurch einen dauernden Überblick über die Fortschritte der Apparate-technik zu geben. Ebenso bringen wir hier Anleitungen zur Selbstanfertigung mikrotechnischer Hilfsapparate, um unsern Lesern die Vervollständigung ihrer Apparatur auf dem billigsten Wege zu ermöglichen.

Ein Beitrag zur Selbstherstellung eines Thermostaten samt Regulator für elektrische Heizung.

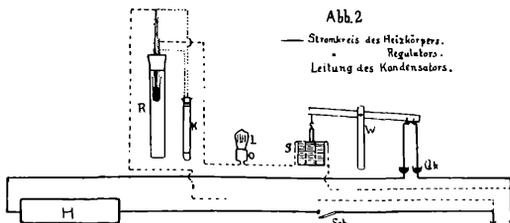
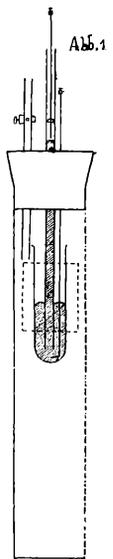
Von **Othmar Wesely.**

Seit Monaten habe ich mich mit der Herstellung eines brauchbaren Thermostaten bemüht, wobei mir die Beiträge von K. W. Fischer im Mikrokosmos 1918/19, S. 61, P. Rostock im Mikrokosmos 1920/21, S. 23 und A. Mädler im Mikrokosmos 1921/22, S. 237 als Behelf dienten. Leitgedanke war mir die Billigkeit in der Herstellung als auch im Betriebe. Das hat mich veranlaßt, von den beschriebenen Apparaten mehr oder weniger abzugehen. Verteuert wird der Thermostat vor allem durch den kupfernen Wassermantel. Eine wesentliche Verringerung läßt sich also durch die direkte Innenheizung erreichen.

Zur Heizung verwende ich einen selbstgewickelten Heizkörper aus 0,3 mm starkem Cekas-Widerstandsdraht der Firma Krupp, wovon 40 m am Boden und 20 m an der Decke des 28 cm hohen Innenraums montiert sind. Beide Heizkörper sind hintereinander geschaltet; dieser innere Kasten ist aus Schwarzblech im Maße von 25 × 25 × 28 cm gefertigt und enthält in verschiedenen Höhen Stellagen aus Drahtgitter von 7 mm Maschenweite. Über dem Schwarzblechkasten ist mit 5 cm Zwischenraum ein Holzkasten gebaut. Sowohl der Blech- als auch der Holzkasten haben in der Tür Glasfenster von 18 × 18 cm. Der

Widerstand, verbraucht also stündlich ca. 60 Watt (bei 220 Volt Netzspannung).

Eine Schwierigkeit bot der Thermoregulator. Die Art der Zusammenstellung, wie sie A. Mädler beschreibt, war für die direkte Innenheizung nicht zweckmäßig, da die Empfindlichkeit zu wünschen übrig ließ. Das Glas des Regulators, das unter eine gewisse Dicke nicht zu bringen ist, leitet die Wärmeunterschiede zu wenig schnell zur thermoskopischen Substanz — in diesem Falle Luft-, bezw. Alkoholdämpfe — ins Innere des Regulators. Bestes Jenaer Spezialglas Nr. 39 hat eine Wärmeleitzahl von nur 0,8 (siehe „Hütte“ 22. Aufl. I. Bd. S. 385); die größte Wärmeleitzahl weist Silber mit 360, die zweitgrößte Kupfer mit 320 auf. Kupfer leitet die Wärme also 400mal besser als Glas. Von dieser Erwägung ausgehend, verfertigte ich mir den Regulator (Abbild. 1) aus 0,3 mm starkem Kupferblech in Form eines Zylinders mit 36 mm lichter Weite und 20 cm Länge. Im Innern dieses Kupferzylinders ist mittels Kork eine Proberöhre von 6 cm Länge und 16 mm Weite so eingeklemmt,



Raum zwischen beiden Kästen ist mit Kork (3 mm Korngröße) ausgefüllt.

Der geteilte Heizkörper hat den Zweck, den an der Decke relativ größten Temperaturabfall aufzuheben und verhindert dadurch zum Großteile die Entstehung von Strömungen im Innenraum. Der Heizkörper hat ca. 840 Ohm

daß der obere Luftraum mit dem unteren in Verbindung bleibt. Außer der Glasröhre und dem Kupferkontakte, welche in das Quecksilber der eingezwängten Proberöhre reichen, habe ich mir ein Hahnrohr eingebaut. Die Anbringung einer Einstellvorrichtung mit Einteilung hat sich nicht als zweckmäßig erwiesen, da die Barometerschwankungen samt der Mengenverringerung des Quecksilbers durch Oxydation doch Differenzen von einigen Graden ergeben. Auch der Kupferkontakt in der Glasröhre des Regulators erfüllt seine Aufgabe nicht zur Genüge, da er sich trotz Ausglühens an der Spitze ziemlich bald amalgamiert und dadurch Anlaß zu kleinen Unregelmäßigkeiten gibt. Erst

durch eine Platinspitze läßt sich eine größere Genauigkeit erzielen.

Um den Platinkontakt genau in der Mitte mit der Quecksilberkuppe in Berührung zu bringen, ist es gut, ein genau in das Glasrohr passendes quadratisches Hartgummistück, in dessen zentraler Durchbohrung der Kontaktstift festgeklebt ist, zur Anwendung zu bringen.

Die Schaltung des Stromes wie P. Rostock und A. Mädler anführten, hat sich für meine Verhältnisse nicht als billig ergeben. Mir steht Drehstrom von 220 Volt Netzspannung zur Verfügung. Wie aus Abb. 2 hervorgeht, verwende ich für den Heizkörper- wie für den Regulator-Stromkreis Starkstrom. Als Widerstand dient eine Osram-Lampe mit 25 NK. (Abb. 2, L). Das Solenoid (S) hat auf einer Spulenhöhe von 5 cm ca. 2200 Windungen eines 0,3 mm starken, isolierten Kupferdrahtes. Das Solenoid ist stark genug, um den an der Wage (W) hängenden Weicheisenkern hineinzuziehen und dadurch den V-förmig gebogenen Kupferdraht aus dem Quecksilberkontakt (QK) zu heben. Dadurch wird der Heizkörperstromkreis unterbrochen.

Besonders hervorzuheben wäre noch der Kondensator (K). Derselbe besteht aus 10 Lagen Stanniol 10×10 cm mit dazwischenliegendem, paraffinierten Papier 12×12 cm. An der ersten und letzten Stanniollage ist je ein Verbindungsdraht angelötet. Diese Papier-

Stanniol-Lagen sind zusammengerollt, zum Schutze in eine Proberöhre gesteckt und diese verkorkt. Der Kondensator bringt den Öffnungsfunken im Regulator auf ein Minimum und ist für ein klagloses Funktionieren unerläßlich.

Durch den Schalter (Sch) läßt sich der Heizkörperstrom, durch den Hahn der Lampenfassung der Regulatorstrom getrennt unterbrechen, was recht bequem ist.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, braucht der Thermostat zum Anheizen, was in ca. 1 Stunde geschieht, ca. 60 Watt; der Regulatorstrom verbraucht ca. 30 W. Nachdem die beiden Stromkreise erfahrungsmäßig so abwechseln, daß der Regulatorstromkreis den größeren Teil der Zeit eingeschaltet ist, verbraucht der Thermostat ca. 40 Watt stündlich. Dadurch dürfte er der unteren Grenze des Stromverbrauches bei einem Innenraum von $25 \times 25 \times 28$ cm ziemlich nahe gekommen sein.

Der gebrauchsfertige Apparat kostet mich — eigene Arbeit nicht gerechnet — ca. 250 000 K.

Wenn wir in Erwägung ziehen, daß der Apparat eine Genauigkeit besitzt, die ihn auch als Brutschrank für feinste Arbeiten verwenden läßt, so erscheint damit das Problem der Billigkeit und Wirtschaftlichkeit tatsächlich so gelöst, daß dabei die größtmögliche Genauigkeit erreicht wird.

Ein einfaches Verfahren zur Herstellung von Diapositiven.

Von Dr. G. v. Frankenberg.

Fertige Diapositive sind gegenwärtig sehr teuer. Und außerdem sind sie keineswegs immer brauchbar. Besonders diejenigen, die nicht unmittelbar auf gute photographische Aufnahmen zurückgehen, sehen manchmal geradezu mitleiderregend aus. Ich bin z. B. im Besitz einer Serie „Vom Nebelfleck zum Menschen“, auf der mehr als fabelhafte Dinge und Vorgänge dargestellt sind. Wenn man auf wirklich gute Bilder Wert legt, wird man bei vielen der käuflichen Reihen einige Stücke ausschalten müssen. Das Schlimmste aber ist, daß oft gerade solche Bilder fehlen, auf die der Vortragende aus irgend welchen Gründen besonderen Wert legt. Wer nicht zum bloßen Bildererklärer werden will, muß deshalb mindestens in der Lage sein, in die ihm gelieferte Serie einige Bilder aus eigenen Beständen einzufügen.

Selbstverständlich kann man sich bei deren Herstellung des üblichen photographischen Verfahrens bedienen. Aber nicht jeder hat die Möglichkeit dazu, denn dies Verfahren ist umständlich und teuer. Ich werde deshalb im Nachstehenden eine Methode angeben, die billig und schnell arbeitet, weder photographischen Apparat noch Dunkelkammer

noch irgendwelche Vorkenntnisse erfordert und Bilder von erstaunlicher Schärfe und Feinheit zu liefern vermag.

Mein Verfahren beruht auf der Tatsache, daß man eine Mattglas-Platte so durchsichtig wie Fensterglas machen kann, wenn man die matte Seite mit einem Tropfen Kanadabalsam und einem Deckglas bedeckt. (Diese Tatsache scheint merkwürdigerweise vielen Mikroskopikern gar nicht bekannt zu sein. Sie erklärt sich natürlich einfach daraus, daß der Balsam wegen seines Lichtbrechungsvermögens, das dem des Glases gleicht, die Unebenheiten der Platte ausfüllt, so daß die Lichtstrahlen nicht mehr abgelenkt und zerstreut werden, sondern ihren Weg geradlinig fortsetzen können.)

Man kann also das gewünschte Bild einfach auf eine Mattscheibe zeichnen und diese dann durchsichtig machen. Dabei hat man noch den Vorteil, daß sich auf Mattglas ganz vorzüglich zeichnen läßt und daß man obendrein das Bild direkt aus einem Buche durchpausen kann. Die Umrisse usw. werden zweckmäßig mit der Tuschfeder gezogen, auch die Unterschrift und etwaige Bezeichnungen führt man

sauber in Druckschrift mit Tusche aus. Dann schattiert man das Bild sorgfältig mit dem Bleistift (hierfür eignet sich Tusche nicht!) und bringt mit Wischer und Gummi alle Lichter und Schatten so deutlich wie möglich heraus. Die Platte muß dabei auf einer weißen Unterlage liegen, doch tut man gut, sie von Zeit zu Zeit etwas von der Unterlage abzuheben, um auch die Wirkung in durchfallendem Lichte zu prüfen. Die Schattierung darf keinesfalls zu matt werden.

In geeigneten Fällen kann man das Bild auch farbige gestalten, nur darf man natürlich keine Deckfarben verwenden. Ich bin bisher am besten mit den sogenannten farbigen Tintenstiften ausgekommen. Wasserfarben geben auf Mattglas leicht Streifen.

Sobald das Bild fertig ist, kann die Deckplatte — alte photographische Platten eignen sich wegen ihrer geringen Dicke am besten — aufgelegt werden, nachdem man zuvor den Kanadabalsam in Form eines Diagonalkreuzes auf die bemalte Platte aufgestrichen hat. Die Mattscheibe ist dann sofort vollkommen durchsichtig und man hat nur noch nötig, die obere Platte mit einem Gewichtstück zu beschweren, damit der Balsam sich überall gleichmäßig bis an den Rand ausbreitet (Luftblasen sind zu

vermeiden) und die beiden Platten schließlich an den Rändern mit Streifen aus schwarzem Kaliko oder Papier verklebt werden können.

Auf diese Weise kann man nötigenfalls binnen wenigen Stunden ein Bild fix und fertig herstellen.

Da auch Mattscheiben bereits von der allgemeinen Teuerung erfaßt sind, empfiehlt es sich, auch diese selbst herzustellen. Man nimmt alte Glasnegative, wäscht die Gelatineschicht mit heißem Wasser herunter und schleift je 2 Platten unter Zuhilfenahme von feinem Schmirgel und Wasser aneinander ab. Die eine Platte muß dabei auf einer weichen Unterlage ruhen. Man kann die Mattierung auch mittels Flußsäure erzielen, doch ist es schwerer, auf diese Weise eine gleichmäßige Fläche zu bekommen.

Statt des teuren Kanadabalsams lassen sich auch andere Einschlußmittel verwenden, z. B. das wesentlich billigere Venetianische Terpentin, das bei richtiger Eindickung ungefähr ebensogute Resultate liefert.

Auch im übrigen halte ich mein Verfahren natürlich noch für ausbaufähig. Es würde sicher im allgemeinen Interesse liegen, wenn über ähnliche und vielleicht bessere Methoden an dieser Stelle berichtet würde.

Versuche mit anaeroben Bakterien.

Von cand. med. **G. Timmer.**

Zu den bakteriologisch interessantesten Untersuchungen gehören die mikroskopischen Arbeiten über diejenigen Krankheitserreger, die nur unter Abschluß der Luft, d. h. bei Abwesenheit von Sauerstoff, zu gedeihen vermögen. Erstaunlicherweise beschäftigt sich der praktische Mikroskopiker nur sehr selten mit diesen Bakterien, obwohl ihre Kultur und Darstellung mit geringen Mitteln möglich ist und in fast allen Fällen außerordentlich befriedigende Erfolge zeitigt. Die Gruppe der Anaerobier hat in den letzten Jahren, besonders während des Krieges, großes Interesse erweckt, da die von ihnen erzeugten Krankheiten, vor allem der Wundstarrkrampf (Tetanus), im Verlaufe des Feldzugs zeitweise gehäuft vorkamen.

Bevor wir an unsere Untersuchungen gehen, mag, wie bei allen bakteriologischen Arbeiten, so besonders hier, noch einmal auf die große Gefahr hingewiesen werden, die ein vorsichtiges und unsachgemäßes Umgehen mit infektiösem Material und Kulturen mit sich bringt. Ich verweise deshalb alle, die die in der Folge beschrie-

benen Versuche ausführen wollen, auf meine diesbezüglichen Ausführungen im Mikrokosmos, Jhrg. XV, Heft I (Über die mikroskopische Darstellung einiger Bakterienarten). Außer den dort genannten Vorsichtsmaßregeln kommen hier noch einige weitere in Betracht.

Das Gift des Tetanusbazillus gehört zu den stärksten uns bisher bekannten Giften.

Die Anaerobier vermögen ihre Wirkung nur auszuüben, wenn sie in Wunden gelangen. Wer also die geringste Wunde an den Händen hat, darf sich vor deren Verheilung nicht mit diesen Versuchen befassen. Vorsicht vor Rißwunden bei etwaiger Zertrümmerung der benutzten Reagenzgläser usw.!

Bei der kleinsten Verletzung im Verlauf der Arbeiten ist sofortige ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen, die im wesentlichen in der Einspritzung von Antitoxin bestehen wird. Das Antitoxin bei sofortiger Anwendung ist ein unbedingt sicheres Schutz- und Heilmittel. Nach Ausbruch der Krank-

heitserscheinungen (14 Tage bis einige Monate nach der Infektion) ist das Antitoxin so gut wie wertlos; der überwiegend größte Teil der Patienten kann dann nicht mehr gerettet werden.

Alle benutzten Instrumente usw. müssen nach Gebrauch eine Viertelstunde in kochendem Wasser sterilisiert werden.

Wer diese Vorsichtsmaßregeln gewissenhaft beachtet und sich im Verlauf seiner Arbeiten der Verantwortung gegen sich selbst und seine Mitmenschen voll bewußt bleibt, für den ist die Ausführung der angegebenen Versuche bei einiger Geschicklichkeit v ö l l i g g e f a h r l o s.

Die wichtigsten der in Betracht kommenden Anaerobier sind: Der Tetanusbazillus (Wundstarrkrampf), der Bazillus des Gasbrands, der Bazillus des Gasödems (malignen Ödems) und (nur für bestimmte Tiere gefährlich) der Rauschbrandbazillus. Vorkommen der genannten Erreger im Darminhalt der Pferde u. ä. Von da gelangen sie mit dem Dung in die Erde, die ihrerseits leicht in frische Wunden verschleppt werden kann, so daß sich die Häufigkeit der diesbezüglichen Erkrankungen bei verschmutzten Wunden erklärt.

Die Züchtung gelingt ohne Schwierigkeit, wenn man ein zur Hälfte mit Nährgelatine, der man 2% Traubenzucker zugesetzt hat, beschicktes Reagenzglas durch Stichkultur beimpft. Impfflüssigkeit: Pferdekot mit sterilem (abgekochtem) Wasser angerührt. Als Impfnadel genügt ein ca. 10 cm langes Stück Blumendraht, das man an einem Glasröhrchen in der Flamme befestigt hat. Vor und nach Benutzung ausglühen! Der Stich muß bis zum Boden des Reagenzgläschens reichen. Sehr brauchbar ist auch ein Brei aus zerquetschtem Tierhirn und sterilem Wasser, der durch Kochen an drei aufeinanderfolgenden Tagen sterilisiert und dann mit einigen Tropfen der Kotaufschwemmung versetzt wird. Wachstum auch bei Zimmertemperatur. Aus dem Stichkanal können die sporenhaltigen Bakterien nach 24—48 Stunden durch Eingehen mit der ausgeglühten Impfnadel auf einen Objektträger übertragen werden. Fixierung in der Flamme, Methylenblaufärbung. Sporenfärbung (Möller):

1. Fammenfixation, 5—10 Minuten 5%ige wässr. Chromsäurelösung (Zeit ausprob.!).
2. Nach Abspülen mit Wasser 1 Minute Karbolfuchsin unter Aufkochen.
3. Entfärben 5 Sekunden in 5%iger Schwefelsäure.
4. Abspülen (Wasser), Nachfärben mit Methylenblau usw.

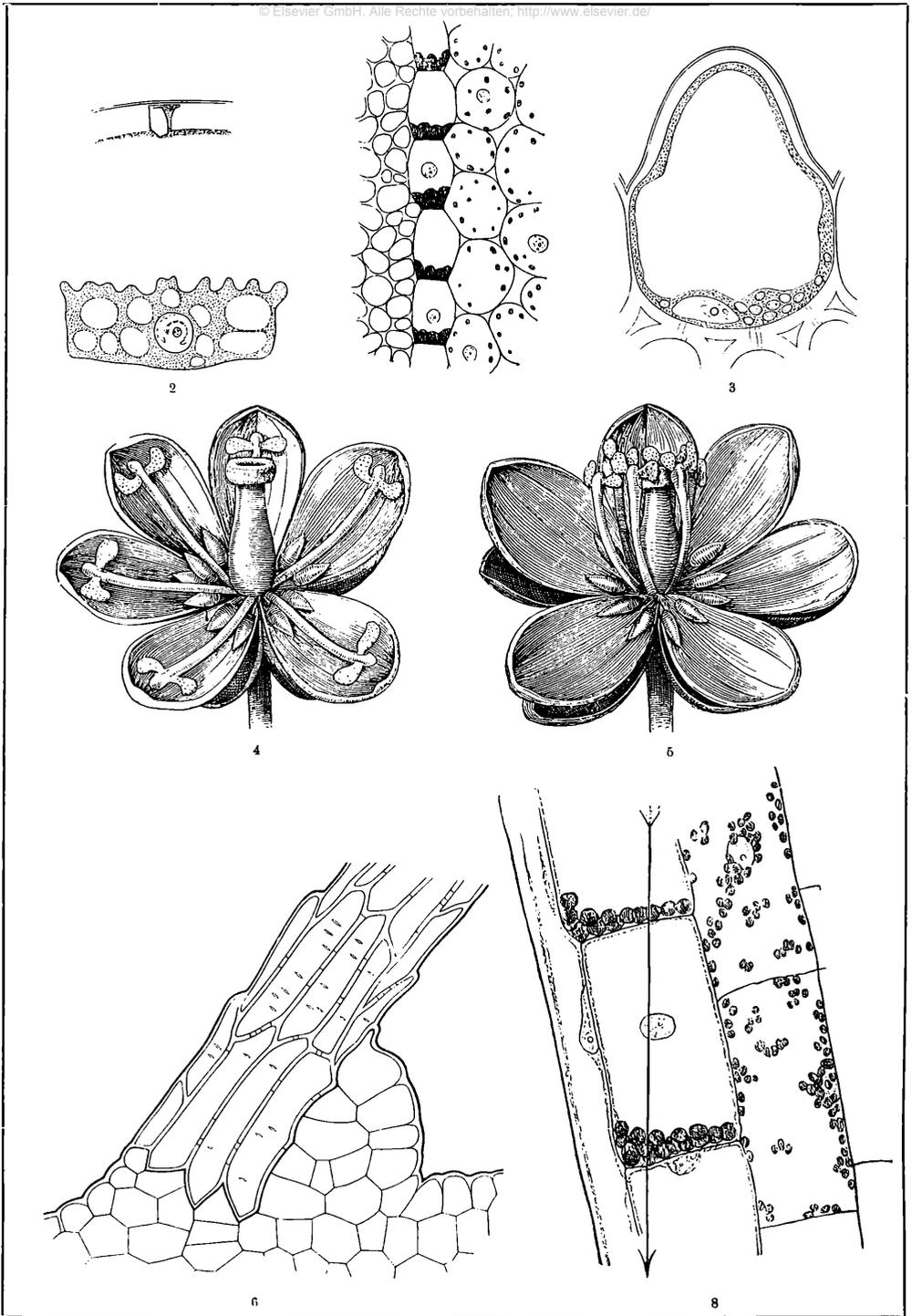
Der Tetanusbazillus stellt ein kleines, durch peritriche Geißeln bewegliches Stäbchen dar, das nach 24—48 Stunden endständige Sporen als runde, später ovale Knöpfchen bildet. Der Bazillus bekommt dadurch die Form eines Nagels, im Gegensatz zum Rauschbrandbazillus, dessen Spore, in der Mitte liegend, den Bazillenleib auftreibt. (Uhrzeigerform.)

T i e r e x p e r i m e n t. Gelingt die Darstellung durch das oben erwähnte Verfahren nur schwer oder wünscht man Reinkulturen, so empfiehlt sich folgende Methode: Einer Maus, die ja fast immer leicht zu beschaffen ist, wird auf dem Rücken eine etwa pfennigstückgroße Fläche abrasiert und mit Brennspirit abgewaschen. Mittels ausgeglühten Messerchens erfolgt eine kleine Stichwunde durch die Haut, die genügt, um durch sie ein wenige Millimeter großes, mit Pferdedungaufschwemmung getränktes Holzsplitterchen unter die Haut zu schieben. Nach erfolgter Infektion Tod des Tieres in wenigen Tagen unter Krampferscheinungen. An der Infektionsstelle findet sich unter der Haut Eiter, der massenhaft Tetanusbazillen enthält und von dem ein Teil zu einem Austrichpräparat verwendet wird, während der Rest durch tiefe Stichimpfung (s. o.) zur Anlegung einer Reinkultur dient.

Der Gasbrandbazillus besitzt keine Geißeln, entwickelt selten Sporen und ist ein dickes, plumpes, grampositives Stäbchen, das in Kulturen starke Gasblasen entwickelt.

Der Bazillus des malignen Ödems ähnelt in der Form dem Milzbrandbazillus und ist durch zahlreiche Geißeln beweglich. Grampositiv und Sporenbildung.

Der Schluß mag durch nochmaligen, dringenden Hinweis auf die große Lebensgefahr bei leichtsinnigem und auf die relative Harmlosigkeit der Versuche bei vorsichtigem und kunstgerechtem Arbeiten gebildet werden.



Die Sinnesorgane der Pflanze.

Fig. 1. Fühlbüpfel in der Epidermisaußenwand der Ranken von *Cucurbita Melopepo*. Fig. 2. Fühlpapillenzelle aus den Sonnentauwimperköpfchen (*Drosera rotundifolia*). Fig. 3. Fühlpapille auf der Oberseite des Staubfadens der Berberitze (*Berberis vulgaris*). Fig. 4 u. 5. Einzelblüte der Berberitze mit (4) ungeritzten und (5) geritzten Staubfäden. Fig. 6. Unterer Teil einer Fühlborste der Mimose (*Mimosa pudica*). Fig. 7. Geotropische Reize vermittelnde Stärkescheide aus dem Stengel von *Phaseolus multiflorus*. Fig. 8. Teil eines radialen Längsschnittes durch einen schief gestellten Stengelknoten von *Tradescantia virginica*. Der Pfeil gibt die Schwerkrafttrichtung an. (Fig. 4–5 Original, die übrigen nach Haberlandt.)

