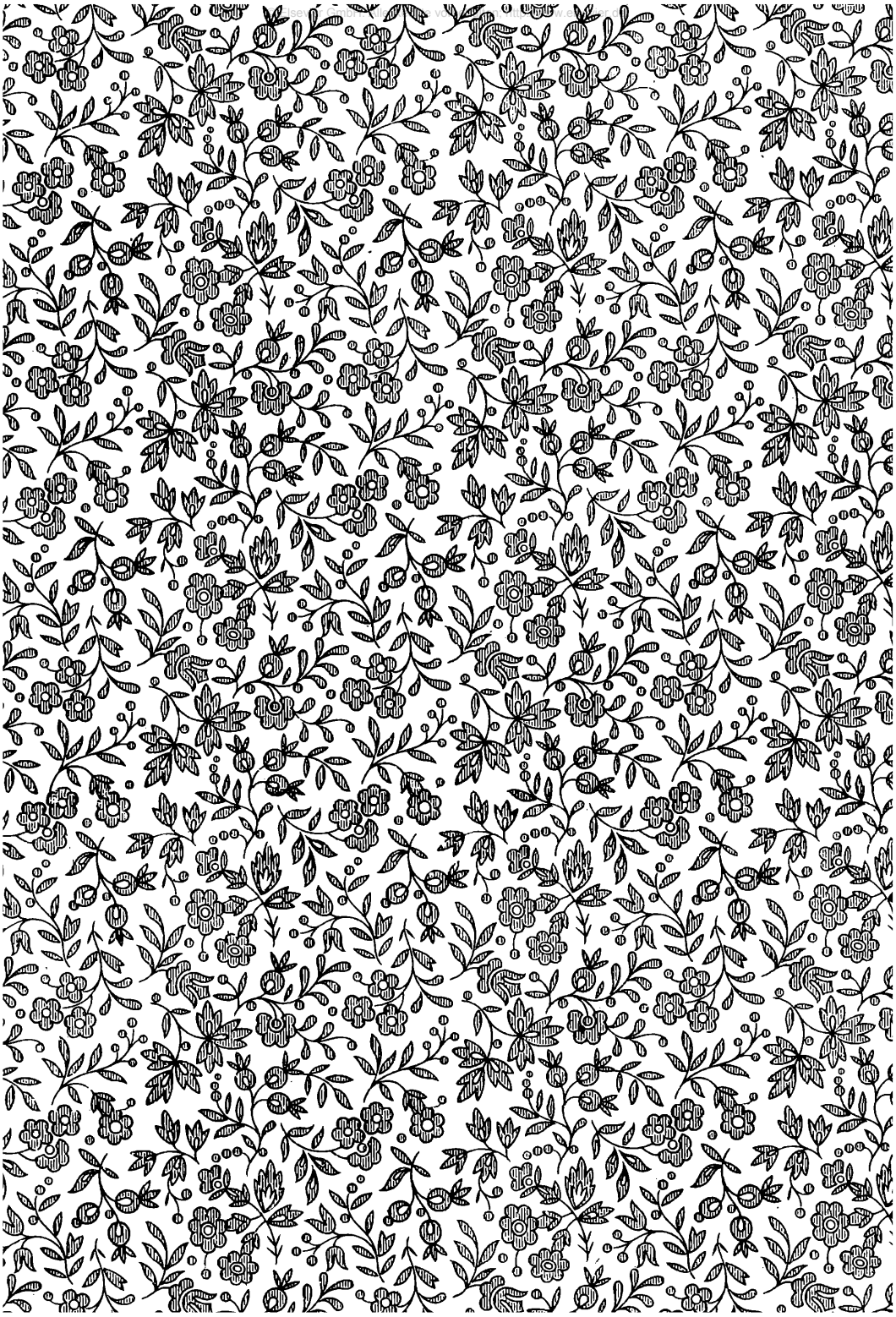
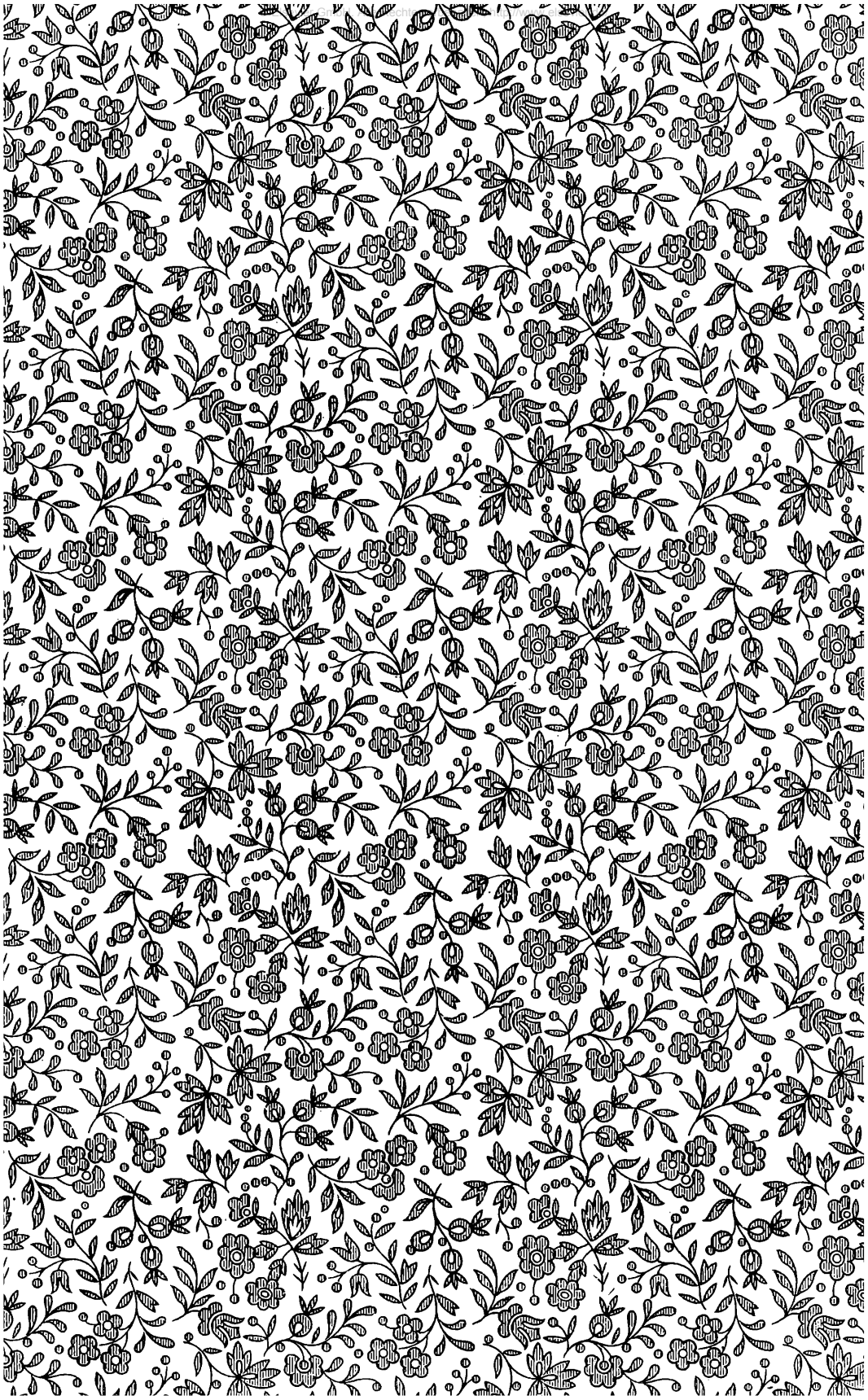
© Elsevier GmbH. Alle

Landesmuseum
II 90372





© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

MIKROKOSMOS

Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie und mikroskopische Technik

BAND XXI 1927/28

Zugleich

Jahrbuch der Mikroskopie

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

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 Friedr. Andersson, Hamburg; Dr. O. Arnbeck, Herbstein; Dr. Ing. R. Baecker, Wien; E. Bennin, Landsberg a. W.; Prof. Dr. Boušek, Tábor (C. S. R); Dr. V. Brehm, Eger; Prof. Dr. P. Brohmer, Kiel; Dr. v. Bronsart, Hohenheim; Dr. A. Brutschy, Schöftland (Schweiz); Dr. F. Buxbaum, Graz; K. Diederichs, Eutin; K. Dübell, Wien; Dr. Ehlers, Hamburg; Prof. Dr. Erhard, Gießen; Prof. Dr. Eriksson, Stockholm; E. Fahrenholtz, Stralsund; Dr. R. Fischer, Wien; R. H. Francé, Salzburg; K. Frank, Herrenberg; K. I. Geiger, Hauerz (Württbg); K. Geißler, Niederwetz bei Wetzlar; L. Geitler, Wien; E. Gutbrod, Mannheim; A. Hack, Heilbronn; O. Haman, Magdeburg; Prof. Dr. O. Heineck, Alzey; F. Hellwig, Berlin; W. Hellwig, Liegnitz; Dr. E. Hofmann, Wien; Dr. Janeck, Insterburg; Kawaletz, Hindenburg; W. Keuscher, Jena; F. Kiefer, Dielsberg b. Heidelberg; E. Klemm, Karlsbad; Dr. Er. Kolumbe, Kiel; Dr. A. Koeppel, Passau; G. Kostka, Wien; W. Kündig, Bern; Dr. E. Lindemann, Berlin; K. Löffler, Feuerbach bei Stuttgart; Chem. H. Mayer, München; Obering. Mayer-Meggenhofen, München; Dr. L. Minder, Zürich; Prof. Dr. Netolitzky, Wien; Dr. Olufsen, Hamburg; Dr. H. Pfeiffer, Bremen; Dr. A. Popofsky, Magdeburg; Prof. Dr. M. Rauther, Stuttgart; Prof. K. Reisinger, Teplitz; H. Rosenberger, New York; Dr. P. Rostock, Bochum; Prof. Dr. W. I. Schmidt, Gießen; Priv. Doz. Dr. P. N. Schürhoff, Berlin; Dr. Ing. H. Schütze, Stuttgart; Dr. F. Schwarz, Erlangen; F. Seiler, Mattern (Schweiz); Prof. Dr. Smalian, Hannover; R. Stohler, Basel; H. Thaler, München; Dipl. agr. Wille, Oranienburg; Dr. G. Wolff, Charlottenburg u. v. a.

Herausgegeben
von

Dr. Georg Stehli

Einundzwanzigster Jahrgang 1927/28

FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG, STUTTGART

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

Mit diesem Jahrgang erhielten die Abonnenten kostenlos folgende Buchbeilage:

Prof. Dr. W. Migula
Die Laubmoose

Museum
für
Naturhistorische Abteilung.

Alle Rechte, auch das Übersetzungsrecht vorbehalten
Für Nordamerika: Copyright 1928 by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart
Printed in Germany

Chr. Belser A.G., Buchdruckerei, Stuttgart

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur gemäß Lizenz. https://www.elsevier.de/

Verfasserverzeichnis

Mit * versehene Arbeiten sind illustriert

Arnbeck, Dr. O., Konservierung lebender Bakterienkulturen. 12

— —, Agar als Einschlußmittel für die Untersuchung von Bakterien im Dunkelfeld. 207

Baecker, Dr., Über Schleim- und Glykogenfärbung. 168

— —, Die Mikrophotographie als graphisches Problem. 183

Bargmann, Die Herstellung ungefärbter Spermien-Präparate nach der Bresslauschen Opalblaumethode. 224

Bennin, E., Eine Ergänzung zu „Eine Erkrankung unserer Süßwasserrotatorien".* 100

— —, Weitere Beiträge zum Plankton der Oder. III. Das Juliplankton von Frankfurt bis zum Stettiner Haff.* 108, 133

Berg, Ragnar, Zur Sputumuntersuchung bei bazillenärmeren Sputa. 60

Bouśek, Prof. Dr. R. M., Die Wirkung des Diaphanols auf undurchsichtige (opake) Objekte.* 49

— —, Einige mikrotechnische Ratschläge für Anfänger.* 218

Brehm, Dr. V., Die Zwergmännchen der Rädertiere.* 75

Brohmer, Dr. P. u. **Kolumbe,** Dr. E., Das Aquarium als Beobachtungsquelle bei mikroskopischen Schülerübungen.* 85

Bronsart, Dr. H. von, Einige bodenbakteriologische Demonstrationen für den Schulgebrauch.* 45

— —, *Pettenkoferia intestinalis*, der hypothetische Parasit der Bakterien.* 92

Brutschy, Dr. A., *Tetracladium Marchalianum* de Wildemann, ein nur wenig beachteter Wasserpilz.* 145

Buxbaum, Dr. Franz, Seltsame Stengelquerschnitte und ihre Deutung.* 129

— —, Reife und unreife Bananen.* 230

Diederichs, K., Das Limnoplankton im Kreislauf des Jahres. I. Frühlingsplankton.* 209

— —, Der Feuerstein als mikroskopisches Untersuchungsobjekt.* 237

Dübell, Karl, Einiges aus der Embryologie des Schweines.* 21

Ehlers, Dr. Über Butter und die Erfassung von Butterfälschungen mit dem Taschen-Polarisationsmikroskop.* 83

Erhard, Prof. H., Das neue achromatische Objektiv von Seibert. 14

Eriksson, Prof. Dr. Jakob, Der Spinatschimmel (*Peronospora Spinaciae*).* 203

Fahrenholtz, Zur Methodik der Färbung mikroskopischer Präparate. 11

—, Mikrochemische Reaktionen auf Kupfer, Rhodan und Pyridin, sowie auf Nickel, Zink und Cadmium. 206

Fahrenholtz, Zum Vorkommen von Acetaldehyd in Früchten und anderen Pflanzenteilen. 207

Fischer, Dr. Rob., Methodische Untersuchungen der halophilen Algenflora.* 96

Francé, R. H., Die Chromatophoren der Pflanzen.* 89

Frank, Lehrer, Karl, Das Mikroskop in der Volksschule. 48

Geiger, K. J., Die Geschlechtsorgane der Honigbiene.* 156

Geißler, K., Ein Projektionsmikroskop.* 126

Geitler, Lothar, Über die Auxosporen von *Meridion circulare* und verwandten Diatomeen-Gattungen.* 79

Gutbrod, E., Unsere „Haustiere" unter den Protozoen im Lichte des Opalblaus.* 169

Hack, A., Über eine Verbesserung der Fellenbergschen Aufhellungsmethode. 143

Hamann, O., Einige technische Bemerkungen zur Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate von Paraffinschnitten. 165

Heineck, Prof. Dr. Otto, Wie durch das Mikroskop eine Gerichtsverhandlung verhindert wurde.* 42

— —, Mißbildungen an den Schalen der Walnüsse im Sommer des Jahres 1927.* 225

Hellwig, F., Eine weitere Anwendung der Bresslau-Färbung. 239

Hellwig, W., Herstellung von Mattscheiben für Mikrophotographie. 141

— —, Zerbrochene photographische Platten verwerten. 167

Hofmann, Dr. Elise, Aus der Formenwelt des Mikroskops.* 105

— —, Form und Zweck der Pflanzenhaare.* 179

— —, Über den Gewebebau und die technische Verwertbarkeit einheimischer Hölzer I. Nadelhölzer.* 214

Janeck, Oberstudienrat Dr., Chinosol in der Biologie. 65

Kawaletz, Lehrer, Otto, Mikrophotographien ohne Kamera.* 224

Keuscher, W., Zur Technik der großen Gehirnschnitte.* 4

— —, Zur Histologie der Geschwüre im Nervensystem.* 139

— —, Entwicklungsgeschichtliche Studien am Kleinhirn der Maus.* 233

Kiefer, Friedrich, Neue Untersuchungen über die Süßwasser-Cyclopiden.* 71

— —, Die deutschen Arten der Süßwasser-Cyclopiden * 199

Klemm, Ewald, Die sogenannte Fettschicht der Aquarien.* 32

— —, Eine eigenartige Erkrankung der Eierstöcke bei einem Aquarienfisch (*Macropodus opercularis* L.).* 175

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

Kolumbe, Dr. Er., Purpurbakterien und Flechten. * 53
Koeppel, Dr. August, Ein Stelldichein von Klein-Arthropoden.* 9
— —, Glastiere * 187
Kostka, Ing., G., Die Entschälung von Früchten mit Hilfe von konzentrierter Schwefelsäure. 14
— —, Die Technik der Schlammkulturen.* 25
— —, Die Herstellung von Kieselsäure-Nährböden. 102
— —, Die Reaktion der Verdauungssäfte bei einigen Wirbellosen. 141
— —, Nematodenfangende Pilze.* 151
— —, *Protascus subuliformis* Dang., ein epidemieartig auftretender Nematodenpilz.* 195
— —, Die Engelmannsche Bakterienprobe. 223
Krumbiegel, Dr. Ingo, Ein Handgriff zum Wiederauffinden charakteristischer Stellen im Präparat. 12
Kündig, W., Die Brownsche Molekularbewegung der Teilchen im Tabakrauch. 59
— —, Mikrodiapositive in den Farben der Präparate. 70
Lindemann, Dr. E., Parasitische Dinoflagellaten.* 122
Löffler, Oberlehrer, K., Ein einfacher Paraffinofen.* 6
Mayer, Chemiker H., Aktivin statt Eau de Javelle. 239
Mayer Meggenhofen, Obering., Um die Auflösungsfähigkeit stärkster Objektive (Ölimmersionen) zu steigern. 166
Menzel, Fritz, Ein Mikrotom für wenig Geld.* 63
Minder, Dr. L., Mikroskopische Betriebskontrolle für Vorfilter. 57
— —, Über biogene Entkalkungen.* 196
Netolitzky, Prof. Dr. Fritz, Winke zur Anreicherung von Zellinhaltskörpern zur mikroskopischen Untersuchung. 212
Olufsen, Dr., Über eine neue Methode zur Entfärbung des rezenten und fossilen Chitins, sowie der fossilen Zellulose. 59
— —, Kaktorubin, ein neuer Pflanzenfarbstoff. 221
— —, Fang und Beobachtung von Moosamöben. 222
— —, Die Bestimmung des Stomata-Öffnungszustandes mit Hilfe von Cellophan. 239
Peters, Hans, Die Benutzung des Mikroskops als einfaches Mikrotom.* 8
— —, Über die Präparation von Rädertieren in toto. 88
Pfeiffer, Dr. H., Die Anwendungsmöglichkeiten des Kernfarbstoffes. 11
— —, Spirsil. 13
— —, Neue Untersuchungen über die Trennungsgewebe zur Ablösung pflanzlicher Organe.* 31
—, Fleischfresser unter niederen Pflanzen. *67
— —, Der Opakilluminator. 82
— —, Die Gewinnung von Paraffinen bestimmten Schmelzpunktes. 167
Pfeiffer, Dr. H., Der Lebensfaktor Licht im anatomischen Bau der Pflanze.* 172, 190
— —, Weiterbehandlung in Zelloidin eingebetteter Schnittserien. 183
— —, Fixierung von Protozoen. 184
— —, Form des plasmolysierten Protoplasten. 184
— —, Untersuchung der Lamellensysteme der Knochen. 184
— —, Dunkelfelduntersuchungen von Objekten, die mit fluoreszierenden Farbstoffen behandelt sind. 206
— —, Die Planktonuntersuchungen der Havel. 207
— —, Bau der Zelle. 238
Popofsky, Dr. A., Neue Schulversuche über den Spaltöffnungsapparat und seine Bedeutung für die Transpiration.* 15
Rauther, Prof. Dr. M., Beobachtungen an einer blinden Karausche.* 1
Reisinger, Prof. K., Eine neue Krankheit der Ulme. 24
Rosenberger, Heinz, Der Kapillarograph.* 120
Rostock, Dr. P., Eine neue Differenzialfärbung für Bakterien. 12
— —, Über die Giftwirkung des Neutralrotes. 14
— —, Über die Bakterienflora in Eikonserven. 20
— —, Über die Leistungsfähigkeit des direkten Züchtungsverfahrens der Tuberkelbazillen nach Löwenstein-Sumyoshi. 20
— —, Die Verwendung von Isopropylalkohol statt Aethylalkohol in der pathol.-anatomischen Technik. 20
— —, Zur Züchtung der Tuberkel-bazillen. 24
— —, Über die Silberdarstellung des *Treponema pallidum* und andere Mikroorganismen in Ausstrichen. 58
— —, Die Metallisierung von Organismen. 60
— —, Ein Vorschlag zur Steigerung der Leistung des Mikroskops. 88
— —, Eine vereinfachte Methode für Anaërobenzüchtung. 88
— —, Die Methoden zum schnellen Nachweis von Syphilisspirochäten in Gefrierschnitten 101
— —, Einige Bemerkungen zur Darstellung der Spirochäten im Schnitte durch die Silberimprägnation. 101
— —, Die Technik des beschleunigten Tuberkelbazillen-Nachweises durch Tierversuch und Züchtung. 102
— —, Bemerkungen zur Beurteilung gefärbter Kernstrukturen in fixierten Präparaten. 142
— —, Die Histotopographie nach Christeller.* 227
— —, Kalk- und Zellkernfärbung mittels alaunsaurem Fuchsin. 238
Schmidt, Prof. W J., Die Pfahlnadel von *Monorhaphis chuni* E. F. Schulze.* 113
Schürhoff, Priv.-Doz. Dr. P. N., Ein neuer Typ eines binokularen Mikroskops.* 61
— —, Einiges über die Pollen von Bastardpflanzen.* 235
Schütze, Dr. H., Neue Entwickler für Mikroaufnahmen. 208

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

Schwarz, Dr. F., Die Schleimhaut des Dickdarmes bei Flächenbetrachtung.* 136
Seiler, F., Verhältnismaßstäbe zum Abbeschen Zeichenapparat. 11
Smalian, Prof. Dr., Bemerkungen zu dem Aufsatz von Dr. Olufsen: „Untersuchungen über die Nahrung der Wespen und ihrer Brut.* 55
Stehli, Dr., Das Ungarische Biologische Forschungsinstitut in Tihany am Plattensee.* 101
Stehli, Dr., Das neue Kosmos-Mikrotom.* 162
Stohler, R., Gründliches Wässern zahlreicher Objekte.* 13
Thaler, Helmut, Herstellung von Mattscheiben für Mikrophotographie. 82
—, Zur Technik der gleichzeitigen Holz-Zellulose-Doppelfärbung. 208
Wille, Dipl. agr. Joachim, Einiges über die Mikroflora verschiedener Käsearten.* 35
Wolf, Dr. Günther, Das Harnsediment.* 147

Inhaltsverzeichnis.

Mit * versehene Arbeiten sind illustriert

Abzüge, Gute, von wenig gelungenen mikrophotographischen Aufnahmen. 183
Acetaldehyd in Früchten und anderen Pflanzenteilen, Das Vorkommen von. Von E. Fahrenholtz. 207
Agar als Einschlußmittel für die Untersuchung von Bakterien im Dunkelfeld. Von O. Arnbeck. 207
Aktivin statt Eau de Javelle. Von H. Mayer. 239
Algen, rotgefärbten, Die auffallende Zunahme von, in der Tiefe. 128
Algenflora, halophilen, Methodische Untersuchungen der. Von Rob. Fischer.* 96
Anaërobenzüchtung, Eine vereinfachte Methode für. Von Rostock. 88
Anatomischen Bau der Pflanze, Unterschiede im. 101
— —, Der Lebensfaktor Licht im. Von H. Pfeiffer.* 172, 190
Anfänger, Einige mikrotechnische Ratschläge für. Von R. M. Bouček.* 218
Anreicherung von Zellinhaltskörpern zur mikroskopischen Untersuchung, Winke zur. Von F. Netolitzky. 212
Anschwellungen an den Fruchtstielen des Sauerklees (*Oxalis acetosella*). 83
Aquarien. Die sogenannte Fettschicht der. Von E. Klemm.* 32
Aquarienfisch (*Macropodus opercularis*), Eine eigenartige Erkrankung der Eierstöcke bei einem. Von E. Klemm.* 175
Aquarium, Das, als Beobachtungsquelle bei mikroskopischen Schülerübungen. Von P Brohmer und E. Kolumbe.* 85
Arthropoden (Klein-), Ein Stelldichein von. Von A. Koeppel.* 9
Aufbewahrung fixierten Materials von Protisten. 144
Auflösungsfähigkeit stärkster Objektive (Ölimmersionen) zu steigern, Um die. Von Mayer Meggenhofen. 166
Auswaschapparat, Ein einfacher. 184
Auxosporen von *Meridion circulare*, Über die, und verwandten Diatomeen-Gattungen. Von L. Geitler.* 79
Bakterien, Eine neue Differenzialfärbung für. Von P Rostock. 12
Bakterien, *Pettenkoferia intestinalis*, der hypothetische Parasit der. Von H. v. Bronsart.*92
Bakterienflora in Eikonserven, Über die. Von P. Rostock. 20
Bakterienkulturen, Konservierung lebender. Von J. Krumbiegel. 12
Bakterienprobe, Die Engelmannsche. Von G. Kostka. 223
Bananen, Reife und unreife. Von F. Buxbaum.* 230
Bastardpflanzen, Einiges über den Pollen von. Von P. N. Schürhoff.* 235
Blutgefäße, Die Darstellung winziger. 206
Bodenbakteriologische Demonstrationen für den Schulgebrauch, Einige. Von H. v. Bronsart.* 45
Bresslau-Färbung, Eine weitere Anwendung der. Von F. Hellwig. 239
Brownsche Molekularbewegung der Teilchen im Tabakrauch, Die. Von W Kündig. 59
Bücherschau 43, 104, 144
Butter, Über, und die Erfassung von Butterfälschungen mit dem Taschen-Polarisationsmikroskop. Von Ehlers.* 83
Cellophan, Die Bestimmung des Stomata-Öffnungszustandes mit Hilfe von. Von Olufsen. 239
Chinosol in der Biologie. Von Janeck. 65
Chitins, Eine neue Methode zur Entfärbung des rezenten und fossilen, sowie der fossilen Zellulose. Von Olufsen. 59
Chromatophoren, Die, der Pflanzen. Von R. H. Francé.* 89
Cyclopiden (Süßwasser-), Neue Untersuchungen über. Von F Kiefer.* 71
—, Die deutschen Arten der. Von F. Kiefer.* 199
Deckglas, Ein neues, aus Quarz mit zwei exzentrischen Durchbohrungen. 88
Diaphanols, Die Wirkung des, auf undurchsichtige (opake) Objekte. Von R. M. Bouček.* 49
Diatomeen, Einschlußmittel für. 42
Dickdarmes, Die Schleimhaut des, bei Flächenbetrachtung. Von F. Schwarz.* 136
Differenzialfärbung, Eine neue, für Bakterien. Von P. Rostock. 12
Dinoflagellaten, Parasitische. Von E. Lindemann.* 122

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

Dunkelfeldbeobachtung, Verwendbarkeit der, für den Vergleich von Rohmaterialien. 143
Dunkelfelduntersuchungen von Objekten, die mit fluoreszierenden Farbstoffen behandelt worden sind. Von Pfeiffer. 206
Eikonserven, Über die Bakterienflora in. Von P. Rostock. 20
Einbettung in Paraffin. 224
Embryologie des Schweines, Einiges aus der. Von K. Dübell.* 21
Endosperm, Eiweißkristalle im. 101
Engelmannsche Bakterienprobe, Die. Von G. Kostka. 223
Entfärbung des rezenten und fossilen Chitins, sowie der fossilen Zellulose, Eine neue Methode zur. Von Olufsen. 59
Entkalkungen, Über biogene. Von L. Minder.* 196
Entschälung von Früchten, Die, mit Hilfe von konzentrierter Schwefelsäure. Von G. Kostka. 14
Entwässerung durch alkoholische Flüssigkeiten. 240
Entwickler, Neue, für Mikroaufnahmen. Von H. Schütze. 208
Entwicklungsgeschichtliche Studien am Kleinhirn der Maus. Von W Keuscher.* 233
Exkursions- und Reisemikroskope, zusammenklappbare. 82
Färbung mikroskopischer Präparate, Zur Methodik der. Von Fahrenholtz. 11
Färbung mit Methylenblau-Ammoniakgemischen. 83
Fellenbergschen Aufhellungsmethode, Über eine Verbesserung der. Von A. Hack. 143
Fermente, oxydierende, in lebenden Zellen der Pflanzen. 205
Fettschicht, Die sogenannte, der Aquarien. Von E. Klemm.* 32
Feuerstein, Der, als mikroskopisches Untersuchungsobjekt. Von K. Diederichs.* 237
Fixierformalin, Ansäuerung von. 142
Fixierung, Auswertbarkeit der durch, hervorgerufenen Veränderungen. 167
Fixierung von Protozoen. Von Pfeiffer. 184
Flechten als Zerstörer von Kirchenfenstern.* 185
Fleischfresser unter niederen Pflanzen. Von H. Pfeiffer.* 67
Gehirnschnitte, Zur Technik der großen. Von W Keuscher.* 4
Geschwülste im Nervensystem, Zur Histologie der. Von W. Keuscher.* 139
Glastiere. Von A. Koeppel.* 187
Glykogenfärbung. Von Baecker. 168.
Glyzerinpräparaten, Die Herstellung sauberer Umrandung von 128.
Harnsediment, Das. Von G. Wolf.* 147
Heimdal.* 142
Histotopographie, Die, nach Christeller. Von P Rostock.* 227
Hoden, Darstellung von Samenzellen im Zelloidinschnittpräparat von. 102
Holz-Zellulose-Doppelfärbung, Zur Technik der gleichzeitigen. Von H. Thaler. 208
Hölzer, einheimischer, Über den Gewebebau und die technische Verwertbarkeit. Von E. Hofmann.* 214
Honigbiene, Die Geschlechtsorgane der. Von K. J. Geiger.* 156
Indikatoren. 143
Isopropylalkohol, Die Verwendung von, statt Aethylalkohol in der pathologisch-anatomischen Technik. Von P Rostock. 20
Kaktorubin, ein neuer Pflanzenfarbstoff. Von Olufsen. 221
Kapillarograph, Der. Von H. Rosenberger.* 120
Karausche, Beobachtungen an einer blinden Von M. Rauther.* 1
Käsearten, Einiges über die Mikroflora verschiedener. Von J. Wille. *35
Kern- und Protoplasmafärbungen, vitale. 102
Kernfixierungsmittel. 206
Kernschwarzfarbstoffes, Die Anwendungsmöglichkeiten des, bei botanischen Arbeiten. Von H. Pfeiffer. 11
Kernstrukturen, gefärbter, in fixierten Präparaten, Bemerkungen zur Beurteilung. Von Rostock. 142
Kieselsäure-Nährböden, Die Herstellung von. Von G. Kostka. 102
Knochen, Untersuchung der Lamellensysteme der. Von H. Pfeiffer. 184
Kosmos-Mikrotom, Das neue. Von Stehli. 162
Kristallisations- und Lösungsvorgänge. 205
Lenticellen. 143
Licht, Der Lebensfaktor im anatomischen Bau der Pflanzen. Von H. Pfeiffer.* 172, 190
Licht- und Schattennadeln. Die anatomischen Unterschiede der. 184
Limnoplankton, Das, im Kreislauf des Jahres. I. Frühlingsplankton. Von K. Diederichs.* 209
Maus, Entwicklungsgeschichtliche Studien am Kleinhirn der. Von W Keuscher. * 233
Meridion circulare, Über die Auxosporen von, und verwandten Diatomeen-Gattungen. Von L. Geitler.* 79
Metallisierung von Organismen. Von Rostock. 60
Methylenblau-Ammoniakgemischen, Färbung mit. 83
Mikroaufnahmen, Neue Entwickler für. Von H. Schütze. 208
Mikrochemisches Reagenz auf Stärke und Aleuron. 184
Mikrochemische Reaktionen auf Kupfer, Rhodan und Pyridin, sowie auf Nickel, Zink und Cadmium. Von E. Fahrenholtz. 206
Mikrodiapositive in den Farben der Präparate. Von W Kündig. 70
Mikroflora verschiedener Käsearten, Einiges über die. Von J. Wille.* 35
Mikrophotographie, Herstellung von Mattscheiben für. Von H. Thaler. 82
— —, Von W Hellwig. 141
—, als graphisches Problem. Von R. Baekker.* 183
Mikrophotographien ohne Kamera. Von O. Kawaletz.* 224
Mikroskop, Das, in der Volksschule. Von K. Frank. 48

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

Mikroskops, Benützung des, als einfaches Mikrotom. Von H. Peters.* 8
—, Formenwelt des. Von E. Hofmann.* 105
—, Wie durch das, eine Gerichtsverhandlung verhindert wurde. Von O. Heineck.* 42
—, Vorschlag zur Steigerung der Leistung des. Von Rostock. 88
—, Ein neuer Typ eines binokularen. Von P. N. Schürhoff.* 61
Mikroskopstativen. Vereinheitlichung im Bau von. 144
Mikrotechnische Ratschläge für Anfänger, Einige. Von R. M. Bouček.* 218
Mikrotom, Die Benützung des Mikroskops als einfaches. Von H. Peters.* 8
—, Ein, für wenig Geld. Von F. Menzel.* 63
—, Kosmos-, Das neue. Von Stehli.* 162
Mitochondrien bei Würmern, Insekten, Krebsen, Mollusken und Stachelhäutern, Ein einfaches und billiges Verfahren zur Darstellung der. 59
Monorhaphis chuni F.E. Schulze, Die Pfahlnadel von. Von W J. Schmidt.* 113
Moosamöben, Fang und Beobachtung von. Von Olufsen. 222
Nachweis, mikrochemischer von Schwefel in der Pflanze. 83
—, von Syphilisspirochäten in Gefrierschnitten, Die Methoden zum schnellen. Von Rostock. 101
—, des K in Pflanzenzellen. 184
Nematodenfangende Pilze. Von G. Kostka.* 151
Nematodenpilz, *Protascus subuliformis* Dang., ein epidemieartig auftretender. Von G. Kostka.* 195
Neutralrots, Über die Giftwirkung des. Von P. Rostock. 14
Objektführer.* 240
Objektiv 5 L, Das neue achromatische, von Seibert. Von H. Erhard. 14
Objektträgern, Reinigung von gebrauchten und ungebrauchten. 11
Opakilluminator, Der. Von H. Pfeiffer. 82
Opalblau, Unsere „Haustiere" unter den Protozoen im Lichte des. Von E. Gutbrod.* 169
Opalblaumethode, Bresslauschen, Die Herstellung ungefärbter Spermienpräparate nach der. Von Bargmann. 224
Paraffin, Zum leichten Auffinden von Präparaten im. 13
—, Einbettung in. 224
Paraffineinbettung, Die zur, empfohlenen Papierkästchen. 208
Paraffinen bestimmten Schmelzpunktes, Die Gewinnung von. Von Pfeiffer. 167
Paraffinofen, Ein einfacher. Von K. Löffler.* 6
Paraffinschnitten, Eine technische Bemerkung zur Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate von. Von O. Hamann. 165
Paraffin-Zelloidin-Einbettungsverfahren nach Maximow. 207
Pettenkoferia intestinalis, der hypothetische Parasit der Bakterien. Von H. v. Bronsart.* 92
Pfahlnadel von *Monorhaphis chuni* F. E. Schulze, Die. Von W J. Schmidt.* 113
Pflanzenhaare, Form und Zweck der. Von E. Hofmann.* 179
Plankton der Oder, Weitere Beiträge zum. III. Von E. Bennin.* 108, 133
Planktonuntersuchungen der Havel. Von Pfeiffer. 207
Platten, photographische, Zerbrochene, verwerten. Von W Hellwig, 167
Pollen, Einiges über die, von Bastardpflanzen. Von P. N. Schürhoff.* 235
Projektionsmikroskop „Promi" Von K. Geißler.* 126
Protascus subuliformis Dang., ein epidemieartig auftretender Nematodenpilz. Von G. Kostka.* 195
Protisten, Aufbewahrung fixierten Materials von. 144
Protoplasten, Form des plasmolysierten. Von Pfeiffer. 184
Protozoen, Fixieren von. Von Pfeiffer. 184
—, im Lichte des Opalblau, Unsere „Haustiere" unter den. Von E. Gutbrod.* 169
Purpurbakterien und Flechten. Von Er. Kolumbe.* 53
Rädertiere, Die Zwergmännchen der. Von V. Brehm.* 75
—, Präparation in toto. Von H. Peters. 88
Reagenz, Mikrochemisches, auf Stärke und Aleuron. 184
Reaktion, Die, der Verdauungssäfte bei einigen Wirbellosen. Von G. Kostka. 141
Reaktionen, mikrochemische, auf Kupfer, Rhodan und Pyridin, sowie auf Nickel, Zink und Cadmium. Von E. Fahrenholtz. 206
Rekonstruktionen, Eine bequeme Methode zur Anfertigung durchsichtiger plastischer. 43
Rotatorien (Süßwasser-), Eine Erkrankung der. Von E. Bennin.* 100
Samenanlagen der Angiospermen, Entwicklung der. 142
— von *Prunus*, Eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der. 60
Samenzellen im Zelloidinschnittpräparat von Hoden, Darstellung von. 102
Sauerklee (*Oxalis*), Anschwellungen an den Fruchtstielen des. 83
Schlammkulturen, Die Technik der. Von G. Kostka.* 25
Schleim- und Glykogenfärbung, Über. Von Baecker. 168
Schliffpräparaten von Holzkohlen und Knochen, Herstellung von. 167
Schnittserien, Weiterbehandlung in Zelloidin eingebetteter. Von Pfeiffer. 183
Schülerübungen, Das Aquarium als Beobachtungsquelle bei mikroskopischen. Von P Brohmer u. E. Kolumbe. * 85
Silberdarstellung, Über die, des *Treponema pallidum* und anderer Mikroorganismen in Ausstrichen. Von Rostock. 58
Spaltöffnungsapparat, Neue Schulversuche über den, und seine Bedeutung für die Transpiration. Von A. Popofsky.* 15
Spermienpräparate, Die Herstellung ungefärbter, nach der Bresslauschen Opalblaumethode. Von Bargmann. 224

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

Spinatschimmel (*Peronospora Spinaciae*). Von J. Eriksson.* 203
Spirochäten im Schnitt, Darstellung der, durch die Silberimprägnation. Von Rostock. 101
Spirsil. Von H. Pfeiffer. 13
Sputumuntersuchung, Zur, bei bazillenärmeren Sputa. Von R. Berg. 60
Stengelquerschnitte, seltsame, und ihre Deutung. Von F. Buxbaum.* 129
Stengeltorsionen. 143
Stomata-Öffnungszustandes, Die Bestimmung des, mit Hilfe von Cellophan. Von Olufsen. 239
Süßwasser-Cyclopiden, Neue Untersuchungen über. Von F. Kiefer.* 71
—, Die deutschen Arten der. Von F. Kiefer.* 199
Süßwasserrotatorien, Eine Erkrankung der. Eine Ergänzung. Von E. Bennin.* 100
Syphilisspirochäten in Gefrierschnitten, Die Methoden zum schnellen Nachweis von. Von Rostock. 101
Tetracladium Marchalianum de Wildemann, ein nur wenig beachteter Wasserpilz. Von A. Brutschy.* 145
Tomatenblüten, Die Anatomie und Entwicklung der. 128
Trennungsgewebe, Neue Untersuchungen über die, zur Ablösung pflanzlicher Organe. Von H. Pfeiffer.* 31
—, bei der Ablösung der Samen. 102
Trepanema pallidum, Über die Silberdarstellung des, und anderer Mikroorganismen in Ausstrichen. Von Rostock. 58
Tuberkelbazillen, Über die Leistungsfähigkeit des direkten Züchtungsverfahrens der, nach Löwenstein-Sumyoshi. 20
—, Zur Züchtung der. Von P Rostock. 24
—, Nachweis durch Tierversuch und Züchtung. Von Rostock. 102
Ulme, Eine neue Krankheit der. Von K. Reisinger. 24
Ultramikroskop, Ein neues. 60
Ultramikroskopiker. 143
Untersuchung lebhaft sich bewegender niederer Tiere. 240
Verhältnismaßstäbe zum Abbéschen Zeichenapparat. Von F. Seiler. 11
Verholzung der Schließzellmembranen. 205
Volvox-Kolonien, Das Rotieren der. 143
Vorfilter, Mikroskopische Betriebskontrolle für. Von L. Minder. 57
Walnüsse, Mißbildungen an den Schalen der, im Sommer des Jahres 1927. Von Heineck.* 225
Wasserimmersion D*, Zeißsche, in der neutralen Ausgestaltung. 144
Wässern, Gründliches, zahlreicher Objekte. Von R. Stohler.* 13
Wespen und ihrer Brut, Nahrung der. Bemerkungen von Smalian.* 55
Wiederauffinden charakteristischer Stellen im Präparat, Ein Handgriff zum. Von J. Krumbiegel. 12
Zählstreifenokular. 144
Zeichenapparat, Abbéschen, Verhältnismaßstäbe zum. Von F. Seiler. 11
Zelle, Bau der. Von Pfeiffer. 238
Zelloidinpräparaten, Muskelfärbung von. 167



Beobachtungen an einer blinden Karausche

Von Prof. Dr. **M. Rauther,** Stuttgart

Die Auskunftstelle des „Kosmos" erhielt vor einiger Zeit von Herrn Rittergutsbesitzer Ulrich Hartung in Adl. Gedau (Post Zinten, Ostpreußen) eine aus einem etwa 1 ha großen Teiche mit dem Schleppnetz gefischte Karausche, die durch beiderseitigen völligen Mangel der Augen merkwürdig erschien. Das mir zur Untersuchung freundlicherweise überlassene Tier ist wohl der als „Giebel" bezeichneten kleinwüchsigen und flachrückigen Abart der Karausche zuzurechnen; es war (nach der Konservierung in Formalin-Alkohol) etwa 9 cm lang und erwies sich als ein Männchen mit gut entwickelten Hoden.

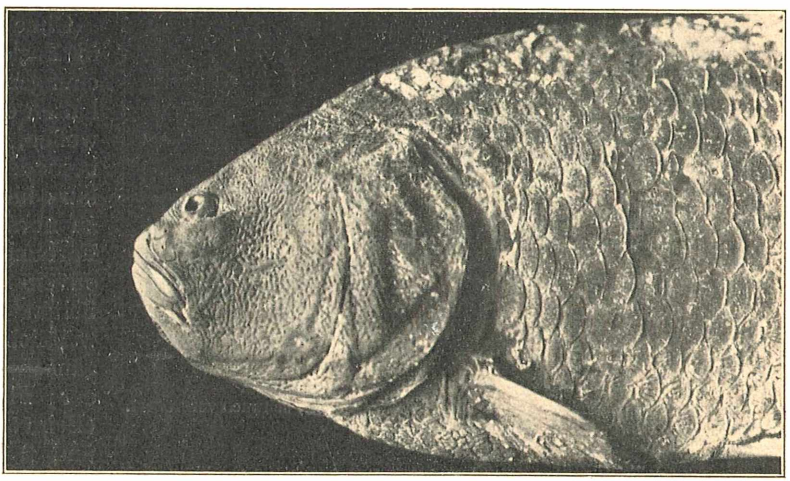


Abb. 1. Seitenansicht der blinden Karausche, schwach vergr. Dr. J. Bergner phot.

Auf dem Photogramm, Abb. 1, sieht man die äußerlich leicht angedeutete Augenhöhle gleichförmig von der Haut überkleidet. An ihrem hinteren und unteren Rand bemerkt man, besonders mit Hilfe des Vergleichs mit Abb. 2, den infraorbitalen (d. h. unterhalb der Augenhöhle gelegenen) Sinneskanal (sog. „Seitenkanal"). Auf Querschnitten durch den Kopf (Abb. 3) sieht man die Augenhöhle erfüllt von lockerem, maschigem Bindegewebe, in dem größere und kleinere Blutgefäße verlaufen und in dem reichlich Lymphzellen zerstreut oder stellenweise angehäuft sind. Außerdem sieht man Durchschnitte von Muskelsträngen, die sich nach hinten in den Augenmuskelkanal verfolgen lassen, also den Augenmuskeln entsprechen müssen. Selbst die Sehnerven sind vorhanden, wenngleich als äußerst schwache Stränge; sie entspringen an der normalen Stelle am Boden des Zwischenhirns, wenden sich dann unter Überkreuzung wie üblich nach vorn, verlieren sich aber bald in dem oben geschilderten, die Stelle der Augen einnehmenden Gewebe (schon etwas hinter dem in Abb. 3 dargestellten Schnitt). Vom Augapfel (Netzhaut usw.) aber ist schlechterdings nichts nachzuweisen; ob die auf Abb. 3 von den Augenmuskeln sich seitlich abwärts ziehende sehnige Membran auf die Sklera zu beziehen ist, ist fraglich. Auch von der Linse fehlt jede Spur; die außen die Augenhöhle verschließende Haut zeigt eine besonders derbe bindegewebige Schicht (*co*) und in dieser, sowie unmittelbar unter der Epidermis, reichliche Einlagerung von schwarzen Pigmentzellen.[1])

[1]) Über den feineren Bau des normalen Knochenfischauges vergleiche man u. a. Sigmund, Fr., Vergleichende Histologie der Wirbeltiere (mit Ausschluß der Säugetiere), Stuttgart (Franckh'sche Verlagshandlung) S. 16.

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

Über die Ursachen dieses Augenmangels läßt sich nur wenig Sicheres aussagen. Ganz unwahrscheinlich ist, daß durch äußere Verletzungen beide Augen vollkommen vernichtet worden sein könnten. Es ist aber bekannt, daß manche unserer Süßwasserfische von kleinen Saugwürmern befallen werden, die sich in großer Menge gerade in den Augen ansiedeln und diese zum Ausfließen bringen.[1]) Gewöhnlich sollen derart geschädigte Fische allerdings durch Pilzinfektion zugrunde gehen; aber es könnte

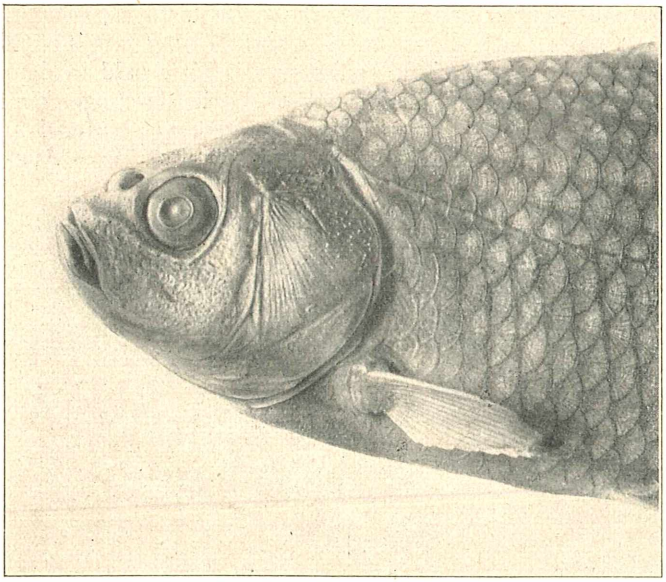


Abb. 2. Seitenansicht einer normalen Karausche (Giebel), schwach vergrößert. Dr. J. Bergner phot.

ja sein, daß bisweilen ein zählebiger Fisch zwar die Augen einbüßt, aber doch mit dem Leben davonkommt. Positive Anzeichen, daß eine solche Parasiteninfektion überstanden wurde, sind indessen in unserm Falle nicht vorhanden. Man könnte nun denken, daß immerhin ein Augapfel einmal ausgebildet gewesen sein müsse, weil ja Teile von Augenmuskeln und verkümmerte Sehnerven nachweisbar sind; jedoch kennt man auch beim Menschen Fälle von angeborenem „Anophthalmus", in denen erstere und Reste von diesen gefunden wurden.[2]) Ferner beschrieb bereits K. E. v. Baer[1]) einen blinden Giebel, der, wenngleich etwas größer, dem vorliegenden äußerlich anscheinend völlig glich, aber unter der pigmentierten Haut der Augenhöhle noch einen mohnkorngroßen verkümmerten Bulbus (Augapfel) besaß. Ich möchte also glauben, daß auch in unserem Falle die Anlage der Augenblasen zwar erfolgt war, aber bald völliger Degeneration verfallen ist. Am Gehirn sind übrigens Unregelmäßigkeiten nur insofern festzustellen, als das Mittelhirndach, das hauptsächliche Endigungsgebiet der Sehnervenfasern, sehr erheblich schwächer als bei normalen Tieren ausgebildet ist; was, ebenso wie die Verkümmerung der Sehnerven selbst, als Folge der Funktionslosigkeit leicht zu verstehen ist.

Ohne die zum Augenmangel in Beziehung stehenden Abweichungen vom normalen Verhalten erschöpfend darstellen zu wollen, sei hier noch auf einige besonders auffällige Umstände kurz hingewiesen. Im Gegensatz zu normalen Karauschen, deren Färbung „am Rücken dunkel, oliven- oder braungrün, an den Seiten messinggelb, am Bauch weißlich" ist, ist unser Tier am ganzen Körper mit Einschluß der Flossen tiefschwarz. (Beim Vergleich von Abb. 1 und 2 ist zu beachten, daß das Schwarz des blinden Tieres durch die bei der Formalin-Alkoholkonservierung erfolgte Trübung der Oberhaut und infolge von Reflexlichtern nicht voll zur Geltung kommt.) Die allgemeine Dunkelung von Fischen infolge von Blendung ist bekannt. Sie beruht darauf, daß die Reize, die sonst vom Auge her über ein Zentrum im Nachhirn durch sympathische Nervenfasern den schwarzen Farbstoffzellen (Melanophoren) zugeleitet werden und in diesen mehr oder minder starke Zusammenballung der Farbstoffkörnchen bewirken, nunmehr ausbleiben, diese Körnchen also dauernd in den Ausläufern jener Zellen ausgebreitet

[1]) Vergl. Hofer, B., Handbuch der Fischkrankheiten, 1904, S. 293.

[2]) Vgl. Hippel, E. v., Die Mißbildungen des Auges, in: Die Morphologie der Mißbildungen, herausgegeben von E. Schwalbe, 3. Teil, Jena 1909.

[1]) Ein Wort über einen blinden Fisch — als Bildungshemmung, in: Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, T. 4, 1862.

bleiben. Zudem bewirkt dann, nach den Befunden v. Frischs, die Belichtung des Zwischenhirns, wohl ebenfalls auf nervösem Wege, auch positiv die Ausbreitung des Pigments in den Farbzellen. Es liegen ferner Gründe vor, anzunehmen, daß beim Mangel von Ballungsreizen, also bei dauernder Ausbreitung des Pigments, die Vermehrung sowohl des letzteren, als auch der Farbstoffzellen selbst, mehr als normal gefördert wird.[1]) Das vorliegende Naturexperiment bestätigt diese Erfahrungen. Eine erhebliche Vermehrung der Melanophoren in der Haut des blinden Tiers im Vergleich mit normalen war allerdings nur hinsichtlich der bei diesen stets lichteren Bauch- und unteren Seitenregion, dagegen für den Rücken kaum feststellbar. Unmittelbar auffallend aber ist beim Vergleich von Schuppen des blinden Tiers mit denen aus entsprechender Körpergegend eines etwa gleich großen normalen statt des licht bräunlichen Tons des Pigments hier der fast neutral schwarze Ton der Pigmentkörnchen und die Größe der reich verästelten und meist in dichter Decke zusammenschließenden Pigmentzellen (Abbildung 4).

Der Vergleich der Abb. 1 und 2 zeigt endlich eine auffallend grobe Runzelung der Hautoberfläche bei dem blinden Tier, besonders über den Augenhöhlen, aber auch sonst auf dem Kopfe und selbst auf den Schuppen. Die mikroskopische Prüfung von Schnitten zeigt deutlicher wulst- oder wallartige Verdickungen der Epidermis, die sich netzförmig miteinander verbinden, wobei rundliche Vertiefungen zwischen ihnen bestehen bleiben. Die Epidermisoberfläche erscheint daher im Querschnitt sehr uneben (Abb. 3); im Flächenbild der den freien Schuppenteil bedeckenden Haut erscheinen die Wülste begreiflicherweise dunkler als die Gruben (Abb. 4). In diese Wülste ragen von Strecke zu Strecke hohe Papillen der äußeren lokkeren Coriumschicht, an deren Gipfel je ein Hautsinnesorgan („Geschmacksknospe") in die Epidermis eingebettet ist (Abb. 5). Solche Knospen, die Empfangsorgane eines über die ganze Körperoberfläche verbreiteten „chemischen" Sinnesapparats, und die zugehörigen Papillen finden sich nun auch bei jedem normalen Fisch[1]); doch springen sie nicht (oder kaum merklich) über die allgemeine Hautfläche vor.

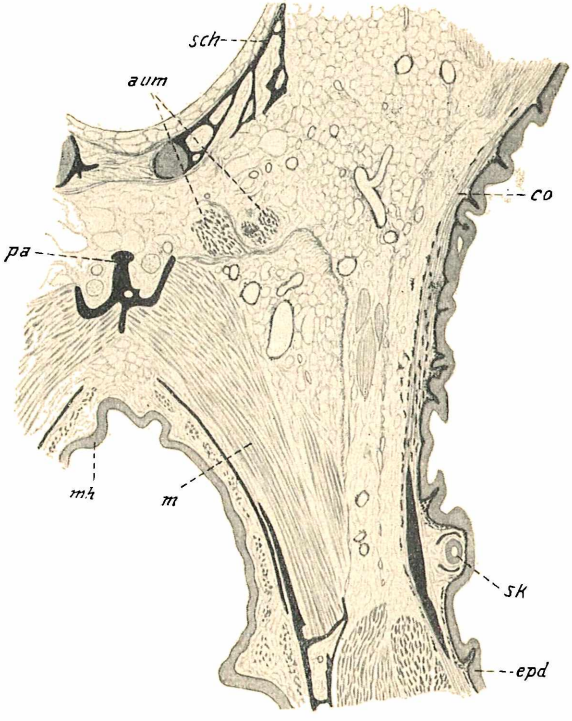


Abb. 3. Teil eines Querschnitts durch den Kopf der blinden Karausche in der Augenhöhlenregion, 15f. vergr. — *aum* = Augenmuskeln. *co* = Corium (Lederhaut). *epd* = Epidermis. *m* = Muskeln, die zwischen dem Parasphenoid (*pa*, Deckknochen der Schädelbasis) und den seitlich die Mundhöhle begrenzenden Knochen ausgespannt sind. *mh* = Mundhöhlenepithel. *sch* = Schädelwand. *sk* = infraorbitaler Sinneskanal („Seitenkanal"). Die knöchernen Teile und das Hautpigment sind tiefschwarz dargestellt

Hängt nun die geschilderte Ausbildung der Haut bei unserer Karausche wohl auch irgendwie mit ihrer Blindheit zusammen? Betrachten wir nochmals das den freien Schuppenteil überziehende Hautstück (Abbild. 4), so können wir nach den stark pigmentierten, als schwarze Zapfen leicht ins Auge fallenden Coriumpapillen sehr genau die Zahl der Sinnesknospen ermitteln. Es sind mehr als 50, teils dem freien Schuppenrand entlang, teils auf den (bedeckten) Radialfurchen in Reihen ange-

[1]) Vgl. hierüber meine zusammenfassende Darstellung in: Bronn's Klassen und Ordnungen d. Tierreiches, Fische II. Buch, 1. Lieferung, 1927.

[1]) Vgl. Sigmund, a. a. O. S. 77.

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

ordnet.[1]) Bei normalen Karauschen ist die Zählung sehr viel schwieriger; bei der Unauffälligkeit der pigmentlosen Papillen muß man die kleinen Sinnesorgane selbst an gefärbten (und am besten zuvor entpigmentierten) Präparaten aufsuchen. Auf diese Weise konnte ich an ungefähr gleich großen Vergleichstieren bestenfalls etwa 30 Knospen auf je einer Schuppe feststellen. Auch beim Vergleich von Kopfquerschnitten ergab sich mir in entsprechenden Bezirken stets ein Mehr von angeschnittenen Sinnesknospen zugunsten des blinden Tieres. Mit aller durch die Spärlichkeit des untersuchten Materials und die Schwierigkeit der Vergleichung genau entsprechender Hautbezirke überhaupt gebotenen Vorsicht glaube ich doch die Vermutung aussprechen zu dürfen, daß es sich nicht um belanglose individuelle oder rassische Eigentümlichkeiten des blinden und der Vergleichstiere handelt, vielmehr um eine „funktionelle Anpassung" des ersteren. Es könnte sein, daß für den von Jugend auf fehlenden Gesichtssinn eine gewisse Steigerung des Geschmackssinnes eingetreten und dem Tier beim Erwerb seiner (aus Schlammorganismen bestehenden) Nahrung förderlich gewesen ist.[1]) Vielleicht sind die Wulstbildungen der Epidermis nur eine Folge der Vermehrung der Sinnesknospen; vielleicht begünstigen sie aber auch (durch die Hochlagerung) deren Funktion. Unter diesen Gesichtspunkten scheint also unsere „Abnormität" ein lehrreiches Beispiel für das Vermögen des Organismus zu ausgleichender Selbsthilfe zu bieten.

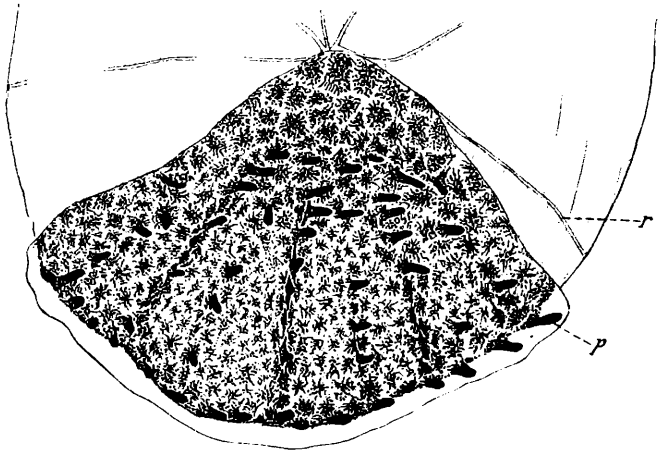


Abb. 4. Hinterer Teil einer Schuppe von der Seite des Rumpfes der blinden Karausche. In der den freien Bezirk der Schuppe bedeckenden Haut reich verästelte Pigmentzellen. p = Coriumpapille. r = Radialfurche. 25f. vergr.

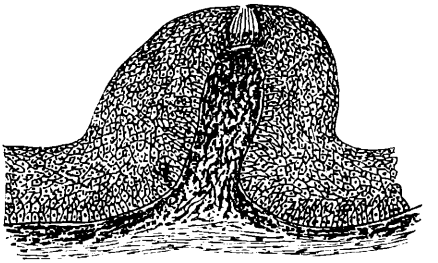


Abb. 5. Querschnitt eines Epidermiswulstes in dem auf Abb. 3 dargestellten Bereich. Auf dem Grat desselben eine Sinnesknospe, an die die stark pigmentierte, bindegewebige (außerdem Gefäße und Nerven führende) Papille herantritt. 200f. vergr.

[1]) In solchen Reihen ordnen sich bei manchen schwach pigmentierten Fischen bisweilen auch die Pigmentzellen an. Dem Mikroskopiker bieten sich hier reizvolle und auch theoretisch nicht uninteressante Beobachtungsmöglichkeiten.

[1]) Dafür ist auch die Mitteilung des Herrn Hartung beachtenswert: „. . Ich hielt das Tier, bevor ich es in Formalin präparierte, noch etwa 14 Tage im Aquarium. Es stand bei der Nahrungsaufnahme nahezu senkrecht, also auf dem Kopf, sich augenscheinlich nur auf den Tastsinn mit dem Maule verlassend. Ein vorsichtig in das Wasser gehaltenes Stäbchen wurde erst durch direkte Berührung bemerkt, sodann aber sorgfältig vermieden." Anm. d. Red.

Zur Technik der großen Gehirnschnitte

Von **W. Keuscher**

(Aus dem hirnanatomischen Laboratorium der Psychiatrischen Universitätsklinik Jena)

In der normalen und pathologischen Histologie des Zentralnervensystems gelangen im allgemeinen mikroskopische Präparate zur Untersuchung, die aus den verschiedensten Gegenden der Hinrinde und des Hirninneren stammen. Zur Kenntnis der allgemeinen Histologie des Zentralnervensystems reichen die so gewonnenen Präparate aus. Für gewisse Gebiete aber in der Neurohistologie, wie wir sie in der Topographie und Architektonik kennen, sind Untersuchungen, die sich auf Durchmusterung kleinerer Präparate be-

schränken, nicht diskutabel, sondern es kommen für derartige wissenschaftliche Arbeiten nur Präparate von großen Gehirnschnitten in Frage. Durch die Anfertigung derartiger Schnitte ist es möglich, die histologisch-anatomischen Verhältnisse der Gehirne des Menschen und der Tiere in ihrer Entwicklung zu verfolgen. Es kann der architektonische Aufbau der Hirnrinde, die Zellverhältnisse genau studiert werden und was besonders wichtig, vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aus betrachtet, es läßt sich der Verlauf der Nervenfasern in ihrer ganzen Entwicklung genau verfolgen. Um die Nervenfasern klar zur Darstellung zu bringen, bedienen wir uns der Markscheidenfärbung an Zelloidinschnitten, während zur Darstellung der Nervenzellen Paraffinschnitte zur Verwendung gelangen. Die Paraffineinbettung geschieht nach der üblichen Methode nur mit dem Unterschied, daß der ganze Verlauf derselben etwas länger ausgedehnt werden muß als die für gewöhnlich zur Verarbeitung kommenden Blöcke. Die Gehirne werden 8—14 Tage in 15%igem Formol fixiert und in ungefähr 3 cm dicke Scheiben zerlegt. Diese gelangen ohne zu wässern 3 Tage in 70%igen, 5 Tage in 96%igen und 10 Tage in 100%igen Alkohol, der jeden zweiten bis dritten Tag erneuert werden muß. Aus dem Alkohol legt man die Präparate für einen Tag in Chloroformalkohol āā und für 2 Tage in reines Chloroform. Im Anschluß hieran werden sie 3 bis 5 Stunden in Chloroformxylol im Thermostaten aufbewahrt, wobei es sich empfiehlt, das Chloroformxylol mehrmals zu wechseln. Die Präparate läßt man nun 1½ Tage in weichem und einen Tag in hartem Paraffin liegen, worauf sie eingebettet und aufgeblockt werden können. Die Blöcke schneidet man auf dem großen Mikrotom in 25 μ dicke Schnitte und klebt sie mit Eiweißglyzerin auf größere Objektträger auf, die man sich zweckmäßig aus alten Photoplatten selbst zurechtschneidet. Man färbt in einer 1- bis 2%igen wässrigen Cresylviolettlösung ungefähr 10—20 Minuten und differenziert die gefärbten Schnitte in 96%igem und absolutem Alkohol so lange, bis die Grundsubstanz hell erscheint. Durch diese Färbung erzielt man sehr instruktive Zellbilder der Hirnrinde. So stellt Abb. 1 einen mit Cresylviolett gefärbten Frontalschnitt des menschlichen Kleinhirnes dar. Bei *a* sehen wir die für das Kleinhirn charakteristische Rindenformation. Die mit *b* bezeichnete Stelle ist der *Nucleus dentatus*, ein Kern, der eine Zellanhäufung darstellt, dem eine wichtige Rolle in der Funktion des Kleinhirns zukommt. In der Abbildung stellt *c* den vierten Ventrikel mit dem *Plexus coriodeus* dar, ein Geflecht von zahlreichen in Bindegewebe eingebetteten Blutgefäßen.

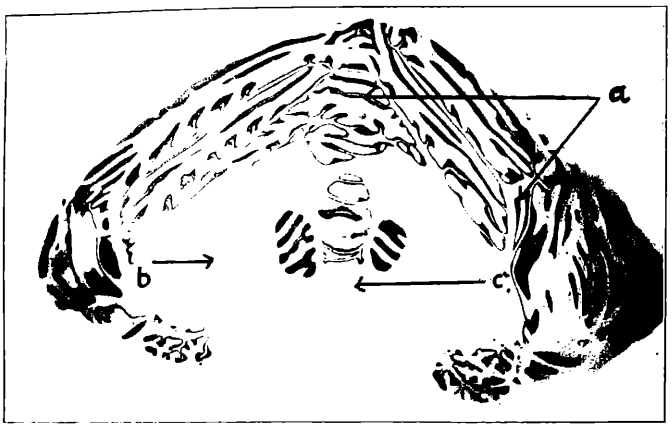
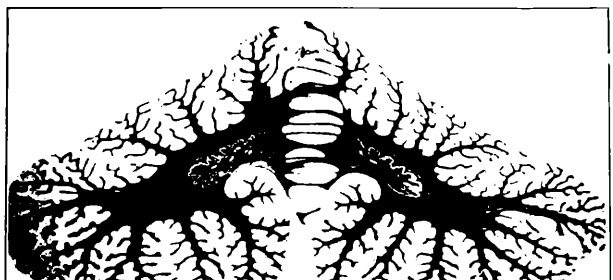


Abb. 1. Frontalschnitt des menschlichen Kleinhirnes. Zellfärbung. Normale Größe. Erklärung im Text

Lassen sich die Paraffinschnitte in verhältnismäßig kurzer Zeit anfertigen, so beansprucht die Markscheidenfärbung einen bedeutend längeren Zeitraum, da die Fixierungsflüssigkeiten nur langsam in die großen Gehirnteile eindringen. Für die Markscheidenfärbung werden ganze Hemisphären von Menschen und Tieren auf 2 bis 3 Wochen in 15—20%iges Formalin gelegt; zuvor ist die Pia entfernt worden, um das Eindringen der Fixierungsflüssigkeit zu erleichtern. Danach kommen sie so lange in Müllersche Flüssigkeit (Kal. bichrom. und Natr. sulfuric.), bis eine genügende Chromierung eingetreten, die an der Dunkelfärbung der Gehirne zu erkennen ist. Die Gehirne werden nun 1 bis 2 Tage gewässert und zur Vorbereitung für die Zelloidineinbettung in Alkohol steigender Konzentration für je 3 Wochen eingelegt. Die Alkoholreihe, besonders der absolute, muß öfters erneuert werden. Die vollständige Entwässerung geschieht für 8 bis 10 Tage in Ätheralkohol āā. Nachdem gelangen die Gehirne für 14 Tage in dünnflüssiges und im Anschluß daran 2—3 Monate


Abb. 2. Frontalschnitt aus dem menschlichen Kleinhirn. Markscheidenfärbung. Normale Größe. Erklärung im Text

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. www.elsevier.de/

in dickes Zelloidin. Dieses wird nach und nach mit dem Gehirn langsam zum Erstarren gebracht und nach genügender Eindickung aufgeblockt. Das Schneiden erfolgt auf dem großen Mikrotom, wobei der Block durch 70%igen Alkohol feucht gehalten wird. Die 30—40 μ starken Schnitte werden vom Messer auf einen Streifen Klosettpapier, der vorher

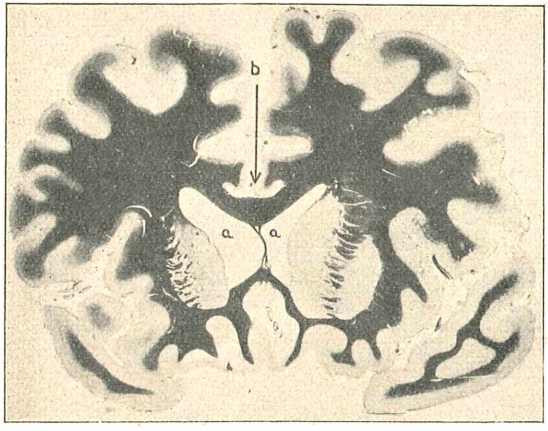


Abb. 3. Frontalschnitt durch das Großhirn (Kind). Markscheidenfärbung. Verkleinerte Aufnahme. Erklärung im Text

numeriert ist, aufgezogen und bis zur Färbung in einer Schale mit 70%igem Alkohol aufgehoben. Zur Färbung bringt man die Schnitte noch einmal 14 Tage in Müllersche Flüssigkeit auf einen auf 50° C eingestellten Thermostaten und spült sie dann einzeln mit dem Papier in destilliertem Wasser ab, bis keine gelben Farbwolken mehr abgehen. Sie kommen nun 5—6 Tage in die eigentliche Farbe, in das von Kulschitzky angegebene Hämatoxylin. Es lassen sich 40—50 Schnitte auf einmal färben. Aus der Farbe werden jedesmal 3—4 Schnitte 5—10 Minuten lang in Müllersche Flüssigkeit gelassen und dann zum Entfärben auf mehrere Minuten in eine ¼—½%ige Kalipermanganlösung gebracht. Aus dieser kommen sie in die eigentliche Differenzierungsflüssigkeit, die aus 10 g Oxalsäure und 10 g Natriumsulphit, das in einem Liter destillierten Wasser warm gelöst ist, besteht. Die Differenzierung muß gewöhnlich wiederholt werden, und zwar so lange, bis die Rindensubstanz einen gelblichen und die Markscheiden einen dunkelblauen Ton zeigen. Im Anschluß an die Differenzierung spült man die Schnitte in destilliertem Wasser ab und läßt sie für 1 bis 2 Tage in Leitungswasser zum Nachbläuen liegen, aus dem sie in Alkohol steigender Konzentration entwässert, und nach Durchziehen durch Xylol in Kanadabalsam eingedeckt werden. Bei den Markscheidenpräparaten werden die Markscheiden der Nervenfasern tiefblau dargestellt, während die Nervenzellen nur schwach angedeutet sind. Ein derartiges Präparat stellt Abb. 2 dar. Es handelt sich hier um einen Frontalschnitt aus dem menschlichen Kleinhirn. Die Markscheiden lassen sich bis in die hell dargestellte Kleinhirnrinde verfolgen. Einen Frontalschnitt durch die beiden Großhirnhemisphären eines Kindergehirns demonstriert uns Aufnahme 3. Auch hier sind die dunkel gefärbten Teile Markscheiden, während die hellen Teile die Hirnrinde darstellen. Die mit *a* bezeichneten Hohlräume bilden die Ventrikel im Großhirn, die durch eine Scheidewand voneinander getrennt sind. Die Verbindung der beiden Hemisphären erfolgt durch den Balken *b*, der, wie ersichtlich, nur eine Schicht von Markscheiden darstellt. Sämtliche Präparate wurden mit dem Zeiß-Tessar 1: 6,3 aufgenommen. Die beiden Aufnahmen 1 und 2 sind in natürlicher Größe dargestellt, während die Aufnahme 3 etwas verkleinert werden mußte.

Ein einfacher Paraffinofen

Von Oberlehrer **K. Löffler,** Feuerbach

Schon oft hätte ich gerne Schnitte angefertigt von Objekten, die in Paraffin eingebettet werden müssen, um gute Schnittresultate zu liefern. Da ich aber keinen Thermostaten besitze, und die Anschaffung eines solchen nicht in Frage kommt, so versuchte ich, eine einfache Vorrichtung zur Erhaltung gleichmäßiger Wärme selbst herzustellen. Frühere Versuche mit Einstellen des Paraffinbehälters in eine Kochkiste befriedigten nicht, und so ging ich an die Konstruktion des in den nachstehenden Zeilen beschriebenen kleinen Apparats.

Bei seiner Herstellung kamen hauptsächlich zwei Gesichtspunkte in Betracht. Erstens soll der Apparat die Wärme mehrere Stunden lang ohne zu große Schwankungen halten, und zweitens soll er von jedem Bastler ohne große Kosten selbst hergestellt werden können. Da ich nun glaube, daß der Apparat diese Bedingungen erfüllt[1]), möchte ich seine Beschreibung den Freunden mikroskopischer Betätigung nicht vorenthalten. Vielleicht findet dann der eine oder andere Liebhaber — ich möchte das Wort „Liebhaber" besonders betonen, da der Apparat selbstverständlich nur ein Behelfsmittel ist und sein soll und nur eben da verwendet wird, wo kein richtiger Thermostat angeschafft werden kann — Lust, den Apparat nach- oder noch mehr

[1]) Ich habe diesen praktischen Behelfs-Apparat ausgeprüft und die Temperatur 12 Stunden lang auf 60° C konstant halten können. Die Schwankungen machten in der ganzen Zeit nur 3° aus, die sich bequem ausgleichen ließen. Der Paraffinofen ist für einfachere Arbeiten vollständig ausreichend.
Dr. Stehli.

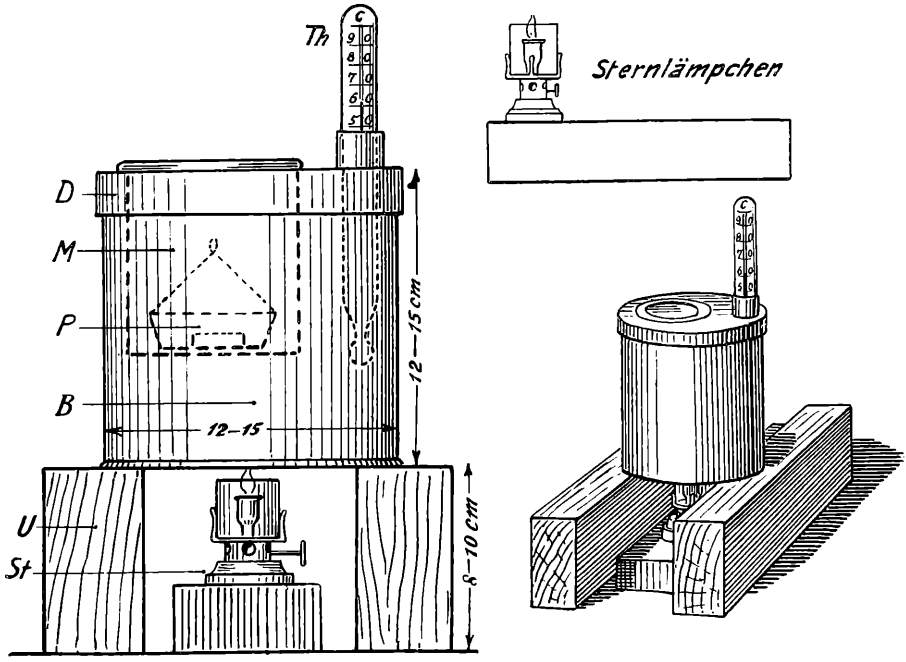
© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. http://www.elsevier.de/

auszubauen und für seine Zwecke dienstbar zu machen.

Als Wasserbehälter dient eine ausgebrauchte Blechdose *B* (Bodenwichsedose usw.) von etwa 12 bis 15 cm Durchmesser und ebensolcher Höhe mit gut schließendem Deckel. In diesen Deckel macht man zwei kreisrunde Öffnungen; in die eine, größere, wird eine Maggiblechdose *M* (Inhalt 25 Würfel) eingepaßt und am oberen Rand eingelötet; die andere, kleinere Öffnung, dient zum Durchstecken des hundertteiligen Thermometers und wird mit einer etwa 2 cm hohen Blechmanschette ausgefüttert, in der dann das Thermometer festgesteckt wird. Um dies ohne Verletzung des Thermometers tun zu können, fertigt man die Blechmanschette etwas weiter als den Thermometerdurchmesser und umgibt das Thermometer beim Einstecken mit einem Kork- oder Papierstreifen, damit es festhält. Der untere Teil des Thermometers reicht also in das Wasser des Behälters, der obere Teil ragt so weit heraus, daß man die Wärmegrade (von 40 Grad ab) gut ablesen kann.

Die Maggidose *M* dient zur Aufnahme des Paraffinbehälters mit dem Objekt *P*. Sie hängt frei in der großen Dose und wird rings von heißem Wasser umgeben. Als Heizkörper dient ein sogen. „Sternlämpchen" Es ist dies ein kleines Erdöllämpchen mit besonders gebautem Brenner (Vergaser) und hat eine Brenndauer von etwa 20 Stunden. Der Erdölbehälter ist ein prismatischer Blechkasten (s. Zeichnung), die Flamme kann durch Schraube reguliert werden. Die Lampe kann mit oder ohne Zylinder gebraucht werden, wobei dieser aber so weit abgeschnitten werden muß, daß er beim Einschieben der Lampe unter die Wasserdose nicht hindert. Das Sternlämpchen, das sonst in der Regel zur Beheizung von Warmwasseraquarien dient, ist zu haben bei der Firma Lindemann, Stuttgart, Charlottenplatz, oder bei Glaschker, Aquarienhandlung in Leipzig zum Preis von RM 1.50.

Als Unterlage für die Warmwasserdose dienen zwei Holzklötzchen von etwa 8 bis 10 cm Höhe, zwischen die das Lämpchen unter die Dose gestellt wird. Als Traggestell können auch zwei Backsteine oder ein Bunsenstativ dienen. Soll nun ein Objekt eingebettet werden, so verfährt man wie sonst beim Einbetten, worüber die Mikrokosmos-Buchbeilage „Das Mikrotom und die Mikrotomtechnik" eine Einführung in die Praxis der Mikrotomtechnik von Dr. Georg Stehli (Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart) genaue Auskunft gibt.



Ein einfacher Paraffinofen. Erklärung im Text

Der Gebrauch des Apparats gestaltet sich also folgendermaßen: Hat das zu schneidende Objekt seine Vorbereitungsstufen in Alkohol und Xylol genügende Zeit durchgemacht, so kommt es in ein kleines Porzellan- oder Aluminiumschälchen mit festem Paraffin und das Ganze in die Maggidose. Um das bequem durchführen zu können, erhält das Schälchen eine Aufhängevorrichtung aus dünnem Draht, an der es mit einem kleinen Drahthäkchen herausgenommen werden kann (siehe Zeichnung). Vor dem Einstellen des Paraffingefäßes wird nun die Blechdose *B* mit heißem Wasser von so viel Grad als man benötigt (55—60°) bis fingerbreit vom oberen Rand

entfernt, gefüllt, mit dem Deckel geschlossen und das Thermometer eingesetzt. Damit das Wasser immer auf derselben Temperaturhöhe erhalten bleibt, setzt man die Dose auf die Unterlage und schiebt das brennende Sternlämpchen so darunter, daß der Brenner des Lämpchens unter ihre Mitte zu stehen kommt. Steigt nun die Temperatur über den benötigten Wärmegrad, so ist entweder die Heizflamme zu groß oder zu nahe am Boden des Wasserbehälters. Durch Verminderung der Flamme oder Unterschieben kleiner Unterlagen (Pappdeckel, Brettchen usw.) unter die Dose vermindert sich die Wärmezufuhr, und durch genaue Beobachtung und Regulierung hat man bald die richtige Lage gefunden, in welcher der Wärmegrad ohne große Schwankung auf der benötigten Höhe bleibt. Fällt die Temperatur, so ist selbstverständlich entgegengesetzt zu verfahren. Sollte das Lämpchen etwas rußen, so wäre der kleine Rußkegel von Zeit zu Zeit abzustreifen. Natürlich kann als Heizung auch ein Mikro- oder Bunsenbrenner dienen, wenn Gas vorhanden ist.

Selbstverständlich ist der kleine Apparat nicht vollkommen. Immerhin glaube ich, daß er ein brauchbares Behelfsmittel ist, dessen Beschreibung dazu dienen soll, den einen oder anderen Liebhaber und Bastler unter den Lesern des „Mikrokosmos" anzuregen, den Apparat nach dieser oder jener Seite hin auszubauen und zu verbessern. So könnte man beispielsweise eine größere Dose wählen, um mehrere Gefäße einzustellen; für einfache und die übliche Arbeitsweise reicht aber der Paraffinofen in seiner jetzigen Form vollständig aus.

Die Benutzung des Mikroskops als einfaches Mikrotom

Von **Hans Peters**, Kiel
(Zool. Institut)

Ein vom Verfasser erdachtes Verfahren ermöglicht es, mit Hilfe eines mit Beleuchtungsapparat oder wenigstens mit Zylinderblende versehenen Mikroskops und eines Mikrotom- oder Rasiermessers sehr dünne und gleichmäßige Schnitte durch Paraffinmaterial herzustellen. Ich beschreibe zunächst das Verfahren, wenn man den sog. kleinen

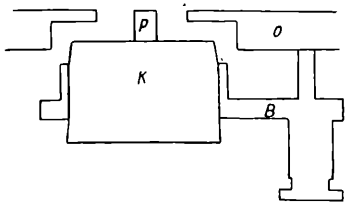


Abb. 1. Beleuchtungsapparat (*B*) mit eingesetztem Kork (*K*). *O* = Objekttisch. *P* = Paraffinblock

Abbéschen Beleuchtungsapparat besitzt, wie er sich z. B. an den mittleren Stativen von Seibert befindet. Die bei Benutzung anderer Systeme evtl. erforderlichen kleinen Abänderungen werden sich von selbst ergeben.

Nachdem der Beleuchtungsapparat mit der Seitenschraube heruntergeschraubt und zur Seite geklappt worden ist, wird die Beleuchtungslinse entfernt, so, als ob die gewöhnliche Blende eingesetzt werden sollte. Statt der Blende aber wird ein nicht zu harter guter Flaschenkork in den Blendenrahmen von unten her eingeschoben. Der mittlere Durchmesser des Korken muß etwa derselbe sein wie der der Blende (vergl. Abb. 1). Vorher muß mit heißem Paraffin der Paraffinblock mit dem zu schneidenden Objekt auf dem Korken befestigt werden. Man achte darauf, daß der Block auch wirklich festsitzt! Die Blendenfassung mit dem Korken wird nun zurückgeklappt und hochgeschraubt. Hat man keinen Beleuchtungsapparat zur Verfügung, sondern nur eine einfache Zylinderblende, die mit der Hand auf und ab bewegt werden muß, so steckt man von unten her an die Stelle des vorher entfernten Blendeneinsatzes einen passenden Korken, der mit dem Paraffinblock versehen ist, setzt das Ganze in die Blendenhülse ein und schiebt es nach oben (vergl. Abb. 2). Auf dem Objekttisch nun befindet sich eine Kartonscheibe, die folgendermaßen hergerichtet worden ist. Aus einem Bogen Zeichenkarton wird ein Stück von der Größe des Objekttisches herausgeschnitten. In dieses Stück schneidet man in der Mitte ein quadratisches Loch, etwas größer als die Öffnung des Objekttisches. Zwei kleine Löcher im Karton dienen zu seiner Befestigung auf dem Objekttisch mittels der Objektträgerklammern. Die Vorrichtung dient zur Schonung und leichten Führung des Messers und zum Schutze des Objekttisches.

Wir können nun mit dem Schneiden beginnen. Die obere Fläche des Paraffinblocks befindet sich ein klein wenig über der Ebene des Kartons. Das Messer wird mit der ebenen Fläche auf den Karton gelegt, gefaßt, wie es

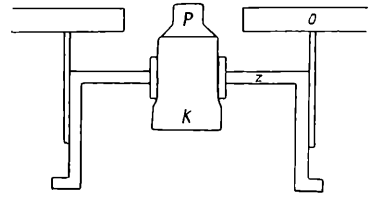


Abb 2. Zylinderblende (*Z*) mit eingesetztem Kork (*K*). *O* = Objekttisch. *P* = Paraffinblock

Abb. 3 zeigt, und unter gleichmäßigem Druck nach unten durch den Paraffinblock geschoben. Nicht schief durchziehen, wie es bei Schnitten aus der Hand üblich ist! Nach dem Schnitt wird der Paraffinblock durch Drehen an der Seitenschraube bezw. durch vorsichtiges Schieben der Zylinderblende wie-

der etwas gehoben. Sind nun die obersten Schichten des Paraffins entfernt, in die das eigentliche Objekt, das geschnitten werden soll, noch nicht hineinragte, so müssen wir darauf achten, daß nunmehr die Schnitte möglichst dünn werden, mit andern Worten: das Objekt darf nach jedem Schnitt nur um einen ganz geringen Betrag gehoben werden. Mit der Seitenschraube läßt sich das leicht bewerkstelligen. Man kann sogar bei einiger Übung Serien gleichdicker Schnitte herstellen. Nicht ganz so einfach ist das Heben der Zylinderblende um einen geringen Betrag. Aber auch hiermit sind mir nach einigen Versuchen durchaus brauchbare Schnitte, z. B. durch *Ascaris* gelungen. Man tut gut, unter gleichzeitigem gelindem Druck nach aufwärts, die Blende um ihre Achse zu drehen Das lästige Aufrollen der Schnitte während des Schneidens läßt sich leicht mit Hilfe eines feinen, angefeuchteten Pinsels verhindern. Man nimmt ihn in die Linke, wie es Abb. 3 darstellt, und berührt mit dem Haarbüschel sanft den Anfang des Schnittes, während man mit der Rechten auf die oben angegebene Weise schneidet.

Wer nach obiger Methode arbeiten will, dem rate ich, ein Mikrotommesser zu verwenden. Es hat vor dem Rasiermesser den großen Vorzug, daß es breiter ist, daher auch besser aufliegt und sich, meiner Ansicht nach, überhaupt besser führen läßt.

An dem Verfahren ließe sich vielleicht noch mancherlei vervollkommnen. So dürfte es z. B. nicht sehr schwer sein, durch Anbringung eines Zeigers an der Seitenschraube und mittels einer geeigneten festen Skala, die Schraube stets um einen bestimmten Winkel zu drehen. Dieser Winkel entspräche dann einem bestimmten, zu berechnenden Betrag in μ. Damit wäre dann die Schnittdicke bekannt.

Selbstverständlich darf man von der hier beschriebenen Methode Leistungen eines erstklassigen Mikrotoms nicht erwarten. In den Fällen aber, bei denen es nicht auf eine ganz besonders geringe Schnittdicke ankommt, auch dann wenn man kein Mikrotom zur Hand hat, leistet das Verfahren sehr gute Dienste, bedeutend bessere als das einfache Schneiden mit dem Rasiermesser, vor dem es noch den großen Vorzug hat, daß es die Herstellung von Serienschnitten ermöglicht.

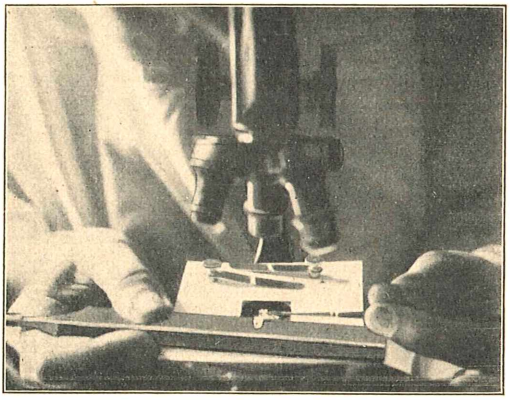


Abb. 3. Erklärung im Text

Ein Stelldichein von Klein-Arthropoden

Vorläufige Mitteilung

Von Dr. **August Koeppel,** Passau

Meine heutigen Zeilen führen uns nicht an ein Stillwasser, sondern in einen Keller, in dem allerhand „Erdfrüchte", wie der Landwirt sagt, lagern. Wir sehen daselbst, in Haufen getrennt, Kartoffeln (*Solanum tuberosum*), Erddotschen (*Brassica napus esculenta*), Rettiche (*Raphanus sativus*), verschiedene Rüben (*Beta*) usw. und suchen unter diesen kranke, für den Genuß unbrauchbare Stücke für unsere Zwecke aus. Sie sind meist äußerlich an einer Stelle angefault und innen stark ausgehöhlt. Durchschneiden wir ein solches Exemplar an unserm Mikroskopiertisch mit einem scharfen Messer, so sind wir erstaunt über die darin hausende Kleintierlebewelt.

Die Untersuchung all dieser Mikroorganismen ist, wie meine Ausführungen zeigen werden, äußerst lehrreich und besonders denen zu empfehlen, die keinen Sumpf in der Nähe ihres Wohnortes haben. Sie rollt eine Menge biologischer Probleme auf und zeigt uns eigenartige Anpassungserscheinungen.

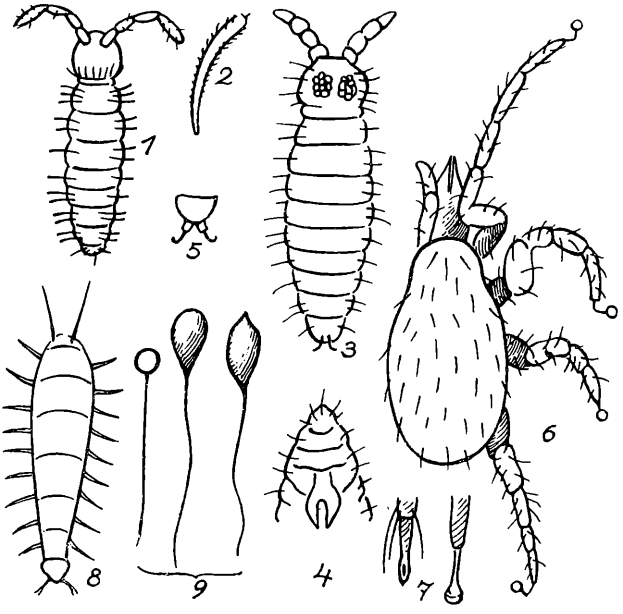
Eine einfache Überlegung führt zu folgenden Gedankengängen:

1. Die Höhle ist ein verhältnismäßig kleiner Raum, daher sind fliegende Formen nicht zu erwarten;
2. sie ist völlig finster, weshalb wir nur blinde Tiere oder höchstens solche mit Punktaugen antreffen werden;
3. sie enthält stets feuchte Luft, so daß Hautatmung genügen wird;
4. die Insassen werden keine umständliche Metamorphose durchmachen, da die Lebensdauer einer kernfaulen Knolle oder Wurzel sehr beschränkt ist und ihr Zerfall den Lebensraum zerstört.

Das Studium der nun zu beschreibenden Fauna bestätigt diese Vermutungen. Bild 1 zeigt uns einen Springschwanz mit 3 Paar zweikralligen langen Beinen; an der Basis seiner 4gliedrigen Fühler sitzt je ein rotes Punktauge. Das 1 mm kleine Tierchen ist am ganzen Körper mit Haaren bedeckt, die umgekehrt gebaut, d. h. vorne dicker wie hinten sind; wie aus Bild 2 ersichtlich ist, sind diese allseitig kurz bestachelt und tragen am vorderen abgestutzten Ende eine kleine Spitze; sie scheinen außerdem innen hohl zu sein.

Der Springschwanz war grau und hüpfte sehr gut. Andere ihm ähnliche Springschwänze hatten kürzere Beine und etwas kolbig verdickte Fühler. Sie konnten nicht hüpfen und hatten keine Springgabel. Alle daselbst beobachteten Tiere hatten keine Tracheen. Einen gewissen Gegensatz zu diesen bildete die in Bild 3 dargestellte Art.

Sie war, mit der Lupe betrachtet, ebenfalls dunkelbraun und schwach behaart; ihre Körperringe waren raupenartig ineinander verschiebbar. Auf dem Hinterkopf hatte sie zwei große schwarze Pigmentaugen, die aus



Klein-Arthropoden. Erklärung im Text

vielen winzigen glänzendschwarzen Körnchen bestanden. Am letzten Segment des Abdomens saßen dorsalwärts zwei winzige, nach oben gekrümmte Häkchen (Bild 5 und 3); auf der Bauchseite befand sich eine Springgabel (Bild 4), die so klein war, daß das Tier nicht damit hüpfen konnte. Auch von diesen Tierchen fanden sich sehr viele und zwar in allen Größen.

Interessanter noch als diese kriechenden Springschwänze waren Milben, deren Schreitbeine so bogig gekrümmt waren, daß der Körper an ihnen tiefsaß und dadurch an die Stellung beim Weberknecht (*Phalangium*) erinnerte. Sie waren 1,5 mm groß, grau von Farbe und sehr schnell. Ihr Körper (Bild 6) war eiförmig, ohne jede Gliederung und zerstreut behaart. Am Ende ihrer 8 Beine waren gestielte Haftscheibchen, die ausgestülpt und eingezogen werden konnten (Bild 7) und dann wie ein Körnchen aussahen. Mit dieser Fußausrüstung war es den Tieren möglich, sogar auf dem fast verflüssigten schwarzen Gewebebrei herumzuspazieren und beim Einziehen derselben den Schmutz abzustreifen. Auffallend groß waren die Vorderbeine und die Kiefertaster; Tracheen und Augen fehlten; die Scheibenstielchen konnten abgeknickt werden.

Außer diesen kleinen Tieren findet man auch in solchen Kavernen Kellerasseln (*Porcellio scaber*), die bekanntlich zu den Krebsen gehören. Ihre Haut ist durch Einlagerung von Chitin und Kalk erhärtet; an den 7 deutlichen Brustringen sitzen 14 Beine, die klein und nicht gespalten sind; Kopf und Hinterleib sind unbedeutend entwickelt. Diese Landkrebse atmen durch Kiemensäckchen, die sie durch Drüsensaft etwas feucht erhalten; sie können einige Jahre alt werden.

Auch die Gruppe der Tausendfüßler schickt ihre Pioniere in den Keller; nicht nur, daß man, wie zu erwarten, auf echte Tausendfüßler stößt, auch winzige 1 mm kleine, weiße Formen finden sich; an ihrem keulenförmigen etwas beborsteten Körper sitzen nur 9 Paar Beinchen (Bild 8); die Fühler sind im Vorderteil gegabelt, Tracheen sind keine vorhanden. Diese *Pauropus Huxleyi* habe ich auch in mulmiger Blumentopferde öfters gefunden, wo sie beim Begießen herauskamen und auf dem Wasser zappelten, um sich nach dem Versickern sofort wieder zu verkriechen.

Damit ist die große Gruppe der Gliederfüßler mit ihren sämtlichen vier Ordnungen vertreten. Denn: die Springschwänze gehören zu den sechsbeinigen Insekten, und zwar zu den Urinsekten (Thysanuren), die weder Flügel noch eine Metamorphose besitzen. Die Milben zählen zu den achtbeinigen Spinnen, die bekanntlich ebenfalls flügellos sind und keine Verwandlung durchmachen; die Kellerassel gehört, wie schon gesagt, zu den Krebsen, und zwar zu den Isopoden, die aus dem Wasser stammen und sich dem Landleben angepaßt haben; *Pauropus Huxleyi* ist unser kleinster Tausendfüßler. Beiden fehlen ebenfalls Flügel und Metamorphose.

Wenn sich diese vier Vertreter in einer der genannten Höhlen zusammenfinden, so ist das eine Erscheinung, die in der belebten Natur wohl einzig dasteht. Da sie sämtlich von der faulenden Höhlenwand leben, sind sie als Saprozoen zu bezeichnen und da sie gegenseitig ihre Kreise nicht stören, erinnern sie an eine Lebensgemeinschaft oder Biozönose, doch stellen sie nur einen biozönotischen Komplex dar.

Erstere ist nämlich dadurch charakterisiert, daß alle in einem gemeinsamen Lebensraum vorkommenden Individuen sich darin nicht nur ständig aufhalten und ernähren, sondern auch fortpflanzen, ohne hiezu denselben verlassen zu müssen.

Letzterer dagegen bedarf zu seiner Erhaltung gewisser Faktoren seiner weiteren Umwelt. Wenn man nämlich um die Jahreswende faule, hohle „Bodenfrüchte" untersucht, so finden sich wohl winzige gallertige Pilzchen (Bild 9) darin, aber noch keine Tiere;

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur gemäß Lizenz. www.elsevier.de/

diese wandern erst mit dem Frühjahr durch das Tor der Fäulnis ein und besiedeln den Innenraum, nachdem sie im Erdboden des Kellers überwintert haben. Im Verlaufe des Sommers vermehren sie sich darin, wie die zahlreichen jungen Springschwänzchen und die sechsbeinigen „Larven" der Milben beweisen, wandern aber wohl vor dem Zusammenbruch ihrer Behausung aus und entgehen so dem Tode in der Mistjauche, wohin die unbrauchbar gewordenen Knollen geworfen werden. Doch sind dies vorläufig nur Vermutungen von mir. Ich will mit diesen kurzen Mitteilungen nur ein Gebiet aufgedeckt haben, dessen Bearbeitung reiche Ernte verspricht.

Es ist nämlich nicht ausgeschlossen, daß die Mikrofauna botanisch verschiedenartiger Knollen oder Wurzeln verschieden ist; da bekanntlich deren Gewebe im gesunden Zustand völlig verschieden schmeckt (ich erinnere nur an Rettich und Sellerie), wird es wohl auch im Fäulnisstadium der Fall sein und es ist nicht unwahrscheinlich, daß unter den genannten Kavernikol-Tieren ähnlich wie unter Kotfressern Geschmacksspezialisten sind.

Zum Schlusse sei noch folgendes angeführt: Hat man eine hohle Knolle oder Wurzel halbiert, sich mit der Lupe einigen Einblick verschafft und eines der winzigen Tierchen auf einem Krümchen fauler Unterlage mit der Präpariernadel herausgenommen, so lege man die 2 Hälften wieder fest aufeinander und binde sie sofort zusammen, damit keine Belichtung der Tiere und keine Austrocknung des Raumes stattfindet, weil dies das Ende der Höhlenfauna bedeuten würde.

Sämtliche Abbildungen sind eigene Skizzen nach lebendem Material.

Kleine Mitteilungen

Zur Methodik der Färbung mikroskopischer Präparate. Um ein schnelles Finden und Erkennen der einzelnen Zellenelemente zu erzielen, wendet H. Kockegey (Ztschr. f. d. ges. Getreidewesen, 1920, Bd. 12, S. 184 bis 185) eine aus folgenden Farbstoffen gemischte Lösung an: Es werden 1. 0,1 g Nigrosin und 0,1 g Fuchsin in je 10 ccm Wasser und 10 ccm Alkohol und 2. 0,1 g Sudan in 10 ccm Alkohol gelöst. Sodann werden 15 ccm der Nigrosinlösung mit 10 ccm der Sudanlösung und 7 ccm der Fuchsinlösung gemischt und filtriert.

Grün färbt sich die Epidermis (Spelzen und Haare).
Rot: Der Inhalt der Aleuronzellen und Fett.
Violett: Eiweiß.
Braun bis rotbraun: Die hyaline Schicht.
Lila bis hellbraun: Das Kotyledongewebe.
Farblos bleiben: Hefen und Sporen.

Scharfe Randlinien zeigen die zur Fruchthaut gehörenden, klar gegen den lila- bis lavendelfarbigen Hintergrund hervortretenden Zellen. Fahrenholtz.

Verhältnismaßstäbe zum Abbeschen Zeichenapparat. Bei systematischen Arbeiten ist der Mikroskopiker oft gezwungen, recht genaue Messungen auszuführen. Bei großen Objekten reicht der Maßstab im Meßokular nicht immer aus, was die betreffende Messung sehr erschwert. Um die Messungen zu vereinfachen, habe ich mir nun folgendermaßen Verhältnismaßstäbe gemacht, und zwar für jedes Objektiv und Okular je einen. Unter das Mikroskop legte ich einen Objektmikrometer und mit dem Abbeschen Zeichenapparat zeichnete ich nun mit jeder Objektiv-Okular-Verbindung die Skala auf schmale Streifen Pauspapier. Auf dem Reißbrett wurden sie mit der Reißschiene genau mit Tusche ausgeführt. Zur Verstärkung der Maßstäbe klebte ich auf eine Längshälfte Streifen stärkeren Papiers. Auf diesen Streifen notierte ich Objektiv und Okular, mit denen der betreffende Maßstab hergestellt wurde. Habe ich nun ein Präparat mit dem Abbe gezeichnet und will Messungen machen, so lege ich einfach den zustehenden Maßstab auf die Zeichnung und lese die Länge in 10 μ ab. Will ich die Größe eines Objektes feststellen ohne zuerst eine Zeichnung anzufertigen, so wird der Abbesche Zeichenapparat eingeschaltet, auf dem Papier die beiden äußersten Punkte der zu messenden Strecke fixiert und mit dem zugehörigen Maßstab einfach die Länge bestimmt. Sehr zweckdienlich sind diese Maßstäbe, wenn man auf Zeichnungen, die mit dem Abbe, aber ohne Zeichentisch gemacht wurden, Messungen ausführen will. F. Seiler.

Reinigung von gebrauchten und ungebrauchten Objektträgern nach van Walsem (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 1925, **42**, 438f.): Aufbewahrung der vorgesäuberten Gläser in Alkohol; Abtrocknen mit reinem Tuche, Bedecken mit kl. Tropfen 20% Natronlauge und Abreiben mit Wattebausch; Abspülen mit Wasser und Trocknen mit demselben Tuche. —r.

Die **Anwendungsmöglichkeiten des Kernschwarzfarbstoffes** bei botanischen Arbeiten sind von J. Kisser (Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 1926. **43**, S. 116—119) untersucht worden. Schon G. Platner (1887) benutzte die Lösung zur Kernfärbung; differenziert wird mit NH_3 oder Alkalisalzen (z. B. Lithiumcarbonat), nach P. Mayer mit Salzsäurealkohol. Verfasser verwendet die Lösung auch zur Stückfärbung, besonders bei nachträglicher Einbettung in Zelloidin. Entgegen Lee und Mayer eignet es sich nicht so gut zu Plasmafärbungen wie für Anfärben der Zellulosewände, zumal wenn der Zellinhalt mittels Eau de Javelle entfernt wurde. Auf solche Weise gelingen auch schöne Gegenfärbungen mit Safranin oder Fuchsin-Pikrinsäure. Haltbar sind die Kernschwarzfärbungen nur in Harzen, nicht aber in Glyzerin oder Glyzeringelatine. Die benutzte Farbstoff-

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

lösung wurde durch Zerreiben des festen Präparates unter Befeuchtung mit destilliertem Wasser oder Glyzerin, gutes Verrühren und schließlich Filtrieren gewonnen. Zum Auswaschen der Schnitte und Verdünnen der Lösung darf nur destilliertes Wasser verwendet werden. Dr. H. Pfeiffer.

Eine neue Differenzialfärbung für Bakterien führt C. Lennhoff im Arch. f. Dermatol. Bd. 151, 1926, an. Die Färbung wird folgendermaßen ausgeführt:

1. 30 Minuten Färben in einer Mischung von 11 ccm, einer 1%igen Tanninlösung + 1 ccm einer 5%igen Oxalsäurelösung.
2. Abspülen mit Leitungswasser, dann mit destilliertem Wasser.
3. Abtrocknen mit Filtrierpapier.
4. 30 Minuten langes Übergießen mit 1%iger Eisenchloridlösung.
   Abspülen mit destilliertem Wasser und Trocknen mit Filtrierpapier.
6. 45 Minuten lang Färben in Mischung von 1 Teil Karbolfuchsin + 1 Teil Karbol-Gentianaviolett + 4 Teile 2½%iges Karbolwasser.
7. Abspülen mit Leitungswasser und Trocknen mit Filtrierpapier.

Bei dieser Färbung werden Streptokokken junger Kulturen blau, Staphylokokken rot. Bei älteren Kulturen sind die Unterschiede nicht so deutlich, ebenso wenn man die Ausstriche längere Zeit unverarbeitet liegen läßt.
Dr. med. P. Rostock, Jena.

Ein Handgriff zum Wiederauffinden charakteristischer Stellen im Präparat. Im folgenden sei ein kleiner Handgriff beschrieben, dessen ich mich bei mikroskopischen Arbeiten oftmals bediene. Besonders bei rohen Objekten, bei Untersuchung von Wassertropfenfaunen, oder Durchsuchung von Schlamm- und Sandproben hat man oftmals den Wunsch, sich eine bestimmte Stelle zu „merken", sei es, daß man das Material vom Binokular unter das stärkere Vergrößerung gestattende Mikroskop bringen will, oder den umgekehrten Weg geht, um ein bestimmtes Kleinlebewesen unter schwächerer Vergrößerung zu isolieren. Oft will man auch einen bestimmten Organismus am nächsten Tage wiederfinden, ohne ihn überhaupt aus seiner Umgebung herausgebracht, womöglich ein festsitzendes Infusor von seiner Unterlage losgerissen zu haben. Das Mikroskop bis dahin eingestellt stehen zu lassen, ist oft nicht ratsam, auch will man es inzwischen anderweitig gebrauchen. Namentlich bei Untersuchung in Petrischalen, oft aber auch bei den kleineren Uhrschälchen, ist die wichtige Stelle manchmal gar nicht so leicht wiederzufinden. Die bloße Erinnerung läßt leicht im Stich, auch das Anlegen einer kleinen Skizze, in der man sich nach besonders gestalteten Sandpartikelchen, Algenfäden und dergl. richten kann, ist umständlich. In solchen Fällen gibt folgender kleine Griff eine äußerst bequeme Hilfe. Man benutzt einen gewöhnlichen, möglichst zarten Pinsel, den man in irgendeine der gebräuchlichen Färbemittel, evtl. sogar Tinte, leicht eintaucht. Indem man im Spiegel des Mikroskops, den man entsprechend etwas schräg stellt, seine Bewegung beobachtet, führt man den Pinsel von unten her durch das Loch des Objekttisches aufwärts. Ist man in der Höhe des Glasbodens der Präparatschale angelangt, so beobachtet man durch das Okular die als schwarzer Punktschatten im Gesichtsfeld auftauchende Pinselspitze und macht nun an der wichtigen Stelle einen feinen Farbklecks an die Glasunterseite. Nun kann man die Schale getrost wegnehmen, unter ein anderes Mikroskop bringen, oder beiseite stellen, stets ist es ein leichtes, sich neu zu orientieren. Der kleine Handgriff eignet sich in seiner Einfachheit oft auch für Fälle, in denen er keineswegs notwendig erscheint, schon der Bequemlichkeit halber. Gar bei ungewöhnlichen Funden und wertvollen Mikroorganismen wäre nichts ärgerlicher und zeitraubender, als wenn auch bei größter Übung ein winziges Teilchen lange gesucht werden muß, oder einmal gar nicht wieder zu finden ist. Auch bei fertigen Präparaten, histologischen Schnitten u. dgl. kann man so in Ermanglung eines Kreuztisches einzelne Stellen leicht markieren, besonders wenn man nur vorübergehend einen solchen „Wegweiser" braucht. Man erspart auch das Malen des üblichen Tuschekreises auf das Deckgläschen, und kann von der Unterseite des Objektträgers viel leichter seine Markierung wieder entfernen, ohne etwa das Deckgläschen bei noch weichem Kanadabalsam zu verschieben usw. Das beschriebene Verfahren eignet sich besonders auch für den Anfänger, der sich damit oftmals in der neuen Welt, die ihm Fauna und Flora eines Wassertropfens darbieten, leichter zurechtfinden wird. Dr. Ingo Krumbiegel, Kiel.

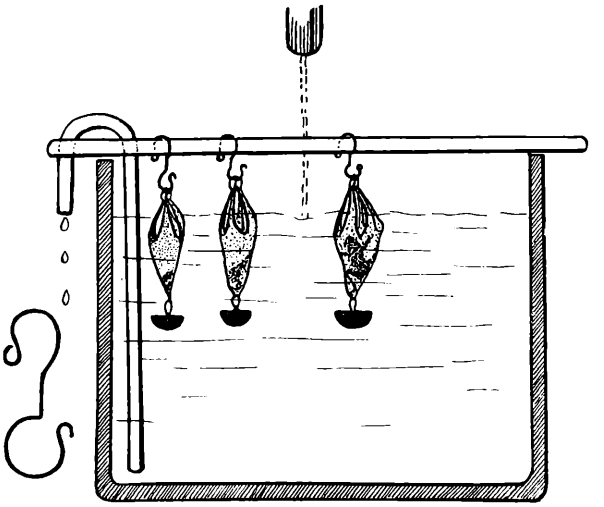
Konservierung lebender Bakterienkulturen. Wo eine größere Zahl von Bakterienreinkulturen, die nur gelegentlich gebraucht werden, aufbewahrt werden muß, wird man den Aufwand an Zeit und Material lästig empfinden, den das übliche monatliche Umimpfen auf frische Nährböden mit sich bringt. Darum wird die Kenntnis eines von Dikomeit (Zentralbl. f. Bakt. I. Orig. Bd. 101, H. 4-5, S. 290) angegebenen Verfahrens erwünscht sein, das Bakterien monatelang ohne Umimpfung lebend zu erhalten ermöglicht. Man kratzt den gesamten Bakterienrasen einer Schrägagarkultur oder noch besser einer reichlich bewachsenen Petrischalenkultur mit einer großen, sterilen Platinöse herunter und streicht sie am Boden oder an der unteren Seitenwand eines leeren, in üblicher Weise trocken sterilisierten kleinen Reagensglases aus. Dann wird darauf mit einer nicht zu spitz ausgezogenen, etwa 5 bis 10 ccm fassenden Pipette etwas von der in einem Erlenmeyerkolben vorrätig zu haltenden Mischung von gleichen Teilen reinen Lanolins (wasserfrei) und Paraffinum liquidum gegossen; durch Einstellen in ein Wasserbad von 37 bis 38° (nicht mehr!) wird das Gemisch dazu vorher zum Schmelzen gebracht. So abgeschlossen halten sich die Bakterien lange lebend. Soll nun von einer solchen Kultur abgeimpft oder ein mikroskopisches Präparat angefertigt wer-

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

den, so bringt man den Röhrcheninhalt in einem Wasserbad von 37° zum Schmelzen und holt dann mit dem Platindraht etwas von der leicht sichtbaren Bakterienmasse heraus. Dabei läßt es sich natürlich nicht vermeiden, daß etwas von dem anhaftenden Fett mitgenommen wird. Deshalb empfiehlt es sich bei Beimpfungen, die zu beimpfenden Nährsubstrate auch auf 37° zu erwärmen, damit nicht das schnell erstarrende Fett eine gute Verteilung der eingeschlossenen Bakterien verhindert. Bei der Anfertigung mikroskopischer Präparate ist anzuraten, nach der Fixierung mit Äther abzuspülen, um den Farbstofflösungen das Eindringen zu erleichtern.

Dr. O. Arnbeck.

Gründliches Wässern zahlreicher Objekte. Oft kommt der praktische Mikroskopiker in die Lage, mehrere Objekte gleichzeitig zu fixieren und weiter zu behandeln. Zum Auswaschen des überschüssigen Fixiermittels bedient man sich in den meisten Fällen des fliessenden Brunnenwassers. Sind die Objekte sehr leicht voneinander zu unterscheiden, so wird man sie gewöhnlich in irgendein größeres Glasgefäß legen und dann unter den Wasserhahn stellen. Manchmal aber sind die Objekte einander sehr ähnlich und Verwechslungen müssen doch unbedingt vermieden werden. In diesem Falle bedient man sich für kleine Objekte der bekannten Porzellantöpfchen, deren Wände mit feinen Poren versehen sind und die im Wasser durch einen aufgesetzten großen Korkpfropfen schwimmen. Diese Töpfchen sind jedoch sehr teuer und wenn man gezwungen ist, gleichzeitig an die hundert oder noch mehr Objekte zu wässern, so bedeutet eine gleich große Zahl der Schwimmer einen erheblichen Kostenpunkt. Ich habe mir auf eine sehr billige und einfache Weise geholfen und die Erfahrungen, die ich auf diese Art machte, waren sehr gut. Aus Tüll ließ ich mir zu Hause quadratische Plätzchen von 10 cm Seitenlänge anfertigen, die an jeder Ecke und an den Seitenmitten mit einer Öse versehen wurden. Aus Draht bog ich mir Haken von der Form, wie sie aus der Zeichnung zu ersehen ist. Zuerst machte ich Versuche mit S-förmigen Haken, doch bewährte sich diese Form nicht und schließlich gelangte ich zu der dargestellten Form. Die Plätzchen faßte ich in der Weise auf, daß ich an einer Ecke mit dem Anhaken begann, dann folgten die anschließenden beiden Seitenmitten, dann die beiden Ecken, die sich diagonal gegenüberliegen. In diesen Beutel entleere ich dann jeweilen die Glasgefäße, in denen die Objekte im Fixateur liegen und hake die letzten drei Ösen an. Jedem Objekt wird bei der Fixation ein mit Tusche oder Maschinenschrift geschriebenes Zettelchen beigegeben, das mit dem Objekt allen folgenden Manipulationen unterworfen wird. Es zeigte sich schon das erste Mal, daß das Säckchen einen zu großen Auftrieb hatte. Infolgedessen formte ich mir aus Gips eine kleine Gußform, in die ich geschmolzenes Blei goß. Mit der einen Hand hielt ich gleichzeitig eine Öse in die Form und kühlte das Ganze im Wasser ab. In einer Stunde hatte ich auf diese Weise meine hundert Gewichte gegossen. Sie wurden in der Mitte des Tüllquadrates angenäht. Die Säckchen hänge ich an einem Glasstab in ein sog. Akkumulatorenglas von 20 × 30 cm, das ich unter den Wasserhahn stelle und in dem ich auf diese Art gleichzeitig 30 verschiedene Objekte wässern kann. Um die schweren Salze (z. B. das Sublimat bei Zenkerscher Fixierung) aus dem Wasser zu entfernen, bog ich ein Glasrohr in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise ab. So gelangte ich dazu,



bei minimalem Wasserbedarf und bei minimalen Kosten gleichzeitig sehr viele Objekte maximal gründlich zu wässern, ohne Verwechslungen befürchten zu müssen. R. Stohler.

Zum leichteren Auffinden von Präparaten im Paraffin beim Schneiden färbt G. C. van Walsem (Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. 1926, **43**, 512—513) das Paraffin mit Scharlach R (oder Sudan III); für etwa nicht durchgefärbte Untersuchungsobjekte ist dieses Verfahren wegen der nur geringen Mehrarbeit von Nutzen. —r.

Spirsil, ein von J. Szilvási eingeführter Farbstoff für den Nachweis von Spirochäten, wird von diesem und D. Fehér in Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. 1925, **42**, 166—69, für viele Bakterienfärbungen, sowie für die Darstellung von Hyphen, Konidien und Sporen verschiedener Pilze, ja sogar zum Färben der pflanzlichen und tierischen Zellkerne empfohlen. Die Fixierung erfolgt in den üblichen Mitteln. So einfach sich das Färbungsverfahren der Verf. auch stellt, so vermag Ref. den Empfehlungen des auch gelegentlich der Tagung der Gesellschaft Deutsch. Naturf. u. Ärzte in Innsbruck (1924) abgegebenen Farbstoffes nicht so unbedingt sein Einverständnis zu erteilen. Besonders die allgemeine Verwendbarkeit scheint ihm nur durch entsprechende Abwandlung des speziellen Färbeverfahrens zu bestehen, doch sind eigene Versuche zu wenig fortgeschritten, um Einzelheiten darüber mitzuteilen. Die in Aussicht gestellten

© Elsevier GmbH http://www.elsevier.de/

weiteren Erfahrungen der beiden Autoren dürften großem Interesse begegnen. — Inzwischen empfiehlt L. Varga in Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop. 1926, **43**, 338—345, die Anwendung von Spirsil zur Lebendfärbung, wegen der leichten Löslichkeit und der hervorragenden Färbekraft auch bei sehr starken Verdünnungen. Als besondere Vorteile werden die hohe Diffusibilität des Farbstoffes und die Schnelligkeit der Farbstoffaufnahme gerühmt. Besonders gute Ergebnisse sind bei der Untersuchung verschiedener Rotatorien zu verzeichnen, indem durch das alkoholische Lösungsmittel des Spirsils eine mäßige Narkotisierung der Tiere erfolgt. In anderen Fällen, in denen die Körperbedeckung dem Eindringen des Farbstoffes ein Hindernis entgegensetzt (Ostracoden und dergl.), erfolgt vielfach das Eindringen vom Darme aus. Die Anwendung des Reagens besteht darin, daß die dem Aquarium entnommenen Tiere im hängenden Tropfen oder in Objektträgerhöhlungen in sehr stark verdünntem Farbstoff untersucht werden oder daß dem Wassertropfen, in dem die Tiere auf dem Objektträger schwimmen, stufenweise 1: 32 oder stärker verdünntes Spirsil zugesetzt wird. Das Absterben der Tiere erfolgt erst nach 1-3 Stunden.

Dr. H. Pfeiffer (Bremen).

Ueber die Giftwirkung des Neutralrots. Das im Jahre 1879 von Witte hergestellte und von Ehrlich in die histologische Technik eingeführte Neutralrot (Toluylenrot) wird heute sehr viel als Vitalfarbstoff verwendet. Die Untersuchungen von G. Politzer (Biochem. Zeitschr. Bd. 151, 1924) haben ergeben, daß bei der Vitalfärbung eine schwere Schädigung des Zellteilungsmechanismus hervorgerufen wird. Man muß diese Schädigung bei der Bewertung der Ergebnisse, die bei Vitalfärbung mittels Neutralrots erhalten wurden, in Rechnung stellen.

Dr. med. P. Rostock, Jena.

Die Entschälung von Früchten mit Hilfe von konzentrierter Schwefelsäure wendet O. Richter (Sitzungsberichte d. Akademie d. Wissenschaften, Wien math. nat. Kl. Abt. I, 135. Bd., S. 209, 1926 und Fortschritte der Landwirtschaft 1. Bd. 1926) bei Reiskörnern an, um die Bedeutung des Siliziums für die Entwicklung der Reispflanze zu prüfen. Die Anwesenheit von Si-Verbindungen in der Nährlösung mußte zu diesem Zwecke vollständig ausgeschaltet werden; auch die Kulturgefäße wurden mit hochschmelzendem Paraffin ausgegossen, um eine Lösung des Glases zu verhindern. Da aber Spelzen und Fruchthaut des Reiskornes noch so viel „Reservekieselsäure" (3.35% SiO_2) enthalten, daß diese Menge zu einer Entwicklung ausreichen und die Versuchsresultate trüben könnte, war die Entfernung der Spelzen unbedingt erforderlich. Durch mechanische Mittel (Schneiden, Schaben) ließ sich die verkieselte Fruchthaut nur schwierig und unvollkommen entfernen und die Körner mit verletztem Endosperm verloren die Keimfähigkeit. O. Richter fand nun, daß durch Übergießen der trockenen Früchte mit konzentrierter Schwefelsäure, die 40 Sekunden einwirken gelassen wird, vorsichtiges Abgießen und sofortiges Waschen mit viel Leitungswasser bis zur neutralen Reaktion, die Früchtchen nicht geschädigt werden, sondern ihre Keimfähigkeit fast ungeschwächt beibehalten. Läßt man die derart behandelten Reiskörner in mehrmals gewechseltem destill. Wasser 24 Stunden quellen, so kann man die Fruchthaut durch einfaches Drücken mit den Fingern entfernen. Dieser technische Kunstgriff ermöglichte es, die Reservekieselsäure als Fehlerquelle auszuschalten und die Keimlinge silikatfrei zu ziehen. Die entspelzten Reiskörner ergaben bei einem befriedigenden Keimprozent (78,8 bezw. 66%) Pflänzchen, die sich in Si-freier Nährlösung bis zu einer Länge von 56 cm anscheinend normal entwickelten und im Habitus von den Pflänzchen der Si-haltigen Kulturen nicht unterschieden. Erst nach längerem Wachstum wurden die Si-frei gezogenen Pflanzen matter, die Blätter rollten sich korkzieherartig ein und schienen keinen Halt zu haben, auch das Längenwachstum war nunmehr gehemmt.

Die Veraschung der Blätter erwies tatsächlich eine sehr lockere Ausbildung der Gerüstsubstanz bei den Si-frei gezogenen Keimpflanzen und das mikroskopische Aschenbild zeigte nur verschwommene Strukturen. Die charakteristischen Spaltöffnungsbilder und Membranhöcker, welche im Aschenskelett der Blätter aus Si-haltigen Kulturen deutlich zum Ausdruck kamen, waren nicht mehr zu erkennen. Die Frage der Notwendigkeit einer gewissen Menge von Silizium für die normale Entwicklung der Reispflanze, und damit wohl auch der übrigen Gramineen, scheint somit durch O. Richters originelle Entschälungsmethode einen sehr exakten Nachweis gefunden zu haben. G. Kostka.

Das neue achromatische Objektiv von Seibert 5 L. hat eine Eigenvergrößerung von 45mal, eine Brennweite von 4 mm und eine numerische Apertur von 0,65. Infolge seiner verhältnismäßig geringen numerischen Apertur vermeidet dieses Objektiv den schädlichen Einfluß verschieden dicker Deckgläser. Es ist dies viel wesentlicher als mancher Mikroskopiker glaubt. Die Objektive sind alle auf eine Deckglasdicke von entweder 0,17 oder 0,15 mm korrigiert. Mißt man nun mit dem Deckglasdickenmesser die angeblich 0,17 mm dicken Deckgläser nach, so findet man solche von 0,15 bis 0,20 mm Dicke darunter. Früher hat man zur Beseitigung der durch abweichende Deckglasdicke entstehenden Fehler Objektive mit Korrektionsfassung gebaut, die aber kompliziert und teuer waren. Nicht zu gebrauchen ist dieses neue Objektiv selbstverständlich, wenn es darauf ankommt, die feinsten Gitterstrukturen von Diatomeen aufzulösen. Dagegen empfiehlt es sich, besonders wegen seines großen Objektivabstands für dickere Objekte, für Blutkörperchenzählung, u. dergl. Für histologische Zwecke ist seine Leistungsfähigkeit jedenfalls ausgezeichnet.

Prof. H. Erhard, Gießen.

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.

Neue Schulversuche über den Spaltöffnungsapparat und seine Bedeutung für die Transpiration

Von Dr. **A. Popofsky,** Oberstudiendirektor der Guericke-Oberrealschule zu Magdeburg

Die durch die „Richtlinien" gegebene Möglichkeit, den biologischen Unterricht abwechselnd an den verschiedensten Stellen vertiefen zu können, sowie die biologischen Schülerübungen, Arbeitsgemeinschaften und die „Jahresarbeiten" lassen es erwünscht erscheinen, aus der Unterrichtserfahrung heraus, eine Anzahl weniger bekannter Versuche, Messungen und Beobachtungen über die Spaltöffnungsapparate und ihre Bedeutung für die Transpiration bekanntzugeben (soweit sie, der Eigenart dieser Zeitschrift entsprechend, mikroskopischer Art sind). Da die Materialbeschaffung und -bearbeitung einfach sind, die angeschnittenen Probleme von den Schülern leicht selbständig bewältigt werden können, so liegen hier bei Anwendung der geschilderten Untersuchungsarten auf das verschiedenartigste Pflanzenmaterial Gebiete vor, die man Schülern der Oberstufe zur Einarbeitung in die wissenschaftliche Forschungsweise und gegebenenfalls Auswertung von „Jahresarbeiten" empfehlen kann. Sie sind auch sonst vorzüglich geeignet zu selbständigem naturwissenschaftlichem Beobachten und Denken zu erziehen.

1. Allgemeine Methodik für Spaltöffnungspräparate. Bei vielen Pflanzen (Lilien, Schwertlilien, Hyazinthen, Tulpen, Gräsern, Küchenzwiebel) gelingt es, die die Spaltöffnungen bergende Oberhaut als wasserklares Häutchen abzuziehen. Bei anderen Pflanzen muß die Oberhaut durch sehr flach geführte Flächenschnitte mit dem benetzten Rasiermesser abgetrennt werden. Die Beobachtung erfolgt, wenn nichts anderes gesagt, in Wasser unter dem Deckglas. Um schnell viel Material verarbeiten zu können, wird mit verschiedener Front gearbeitet.

2. Wo finden sich die Spaltöffnungsapparate auf den Blättern? Ein einfacher Kniff, der wenig bekannt ist, zeigt uns schon bei Beobachtung mit bloßem Auge, wo wir Spaltöffnungen an Laubsprossen zu suchen haben. Taucht man nämlich den Zweig kurze Zeit in Wasser, sorgt durch schwaches Schütteln dafür, daß das überflüssige Wasser abfließt, und untersucht die benetzten und unbenetzten Stellen mikroskopisch, so kann man sicher sein, daß nur an den unbenetzten Stellen Spaltöffnungen vorkommen. Nach Kerner-Marilaun zeigt sich in 80 von 100 Versuchen nur die Oberseite benetzt, an zehn vom Hundert bleiben beide Seiten trocken, bei weiteren zehn wird die untere Seite feucht, die obere trocken sein. Dem entspricht auch der mikroskopische Befund. Flächenschnitte oder Hautfetzen der Ober- und Unterhaut von *Tradescantia zebrina*, der bekannten Ampelpflanze, Lilie, Begonie, Schwertlilie, Himbeere, des Habichtkrauts, der Eiche und Buche weisen nur an der Unterseite, Weizen, die meisten Wassergräser (*Alopecurus geniculatus* [Fuchsschwanz], *Phragmites communis* [Schilf], *Glyceria fluitans* [Mannagras],) Kohlarten, *Tradescantia virginica*, Nadelhölzer, Erbsen, Kresse, Mohn, Gartennelke auf Ober- und Unterseite, Wasserpflanzen (weiße Seerose und gelbe Teichrose), an den Schwimmblättern, Froschbiß und die meisten Sandgräser (z. B. *Festuca ovina* [Schafschwingel]) nur an der Blattoberseite Spaltöffnungen auf.

Daß bei den meisten Pflanzen die Blattunterseite die Spaltöffnungen trägt, leuchtet ein, da hier, namentlich wenn noch vor Benetzung schützende Einrichtungen getroffen sind (Wachsüberzug, Haarbesatz usw.), eine durch Staub-Tau-Wasserverstopfung ungehinderte Transpiration, Assimilation und Atmung ermöglicht wird. Diese Schutzeinrichtungen finden sich bei den bistomatären — auf zwei Seiten mit Spaltöffnungen versehenen — Blättern auch auf der Oberseite. Es handelt sich bei diesen Fällen entweder um ausgesprochene Feuchtlandpflanzen, die genügend Wasser zur Verfügung haben und durch die beidseitige Versorgung der Blätter mit Spaltöffnungen ihre Transpiration und damit Nährsalzzufuhr erhöhen (Weizen, Wassergräser) oder um Trockenlandpflanzen, die kleine Blätter haben (Nadelhölzer), aber doch eine gewisse Anzahl Spaltöffnungen unterbringen müssen, die auf einer Blattseite nicht unterkommen können. Die Zweckmäßigkeit der Anbringung der Spaltöffnungen auf der Oberseite der Schwimmblätter der Wasserpflanzen ergibt sich von selbst.

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

3. Feststellung der Zahl der Spaltöffnungen auf 1 qmm Blattfläche. Ein durchsichtiger Hautfetzen der Schwertlilie wird bei etwa 100—150facher Vergrößerung so unter das Mikroskop gebracht, daß er den Gesichtskreis



Abb. 1 soll ein anschauliches Bild von der dichten Lagerung der Spaltöffnungen auf dem Blatt der deutschen Schwertlilie geben, wo auf 1 qcm 3600 Spaltöffnungen kommen. Das gezeichnete Quadratzentimeter faßt nur 900 punktförmig angedeutete Spaltöffnungen

ausfüllt, die Zahl der Spaltöffnungen in diesem Bildkreis festgestellt. Mit Hilfe eines Objektmikrometers, oder auch eines in auffallendem Licht betrachteten, möglichst in Zehntelmillimeter geteilten anderen Maßstabes wird der Durchmesser und Radius der ausgezählten Kreisfläche bei derselben Vergrößerung und daraus nach der Kreisinhaltsformel die Kreisfläche selbst in Quadratmillimetern festgestellt und die Zahl der Spaltöffnungen durch Dreisatz auf 1 qmm umgerechnet. An einem Beispiel ergab sich für das Schwertlilienblatt: K (beobachtete und ausgezählte Kreisfläche)

$$= 0{,}9^2\ \pi = 0{,}81 \cdot 3.14 = 2{,}5 \text{ qmm.}$$

Zahl der Spaltöffnungen auf 2,5 qmm: 89.
Zahl der Spaltöffnungen also auf 1 qmm: 36.

Anschaulich wird das Ergebnis, wenn man es auf 1 qcm umrechnet und in ein Quadrat von 1 cm Kantenlänge die 3600 Spaltöffnungen als sehr feine Bleistiftpunkte einzutragen versucht, wie es in Abb. 1 geschehen ist, die aber nur 900 Punkte enthält.

Man kann diesen Versuch auch folgendermaßen abändern: Ein ausgewachsenes Schwertlilienblatt wird von unten nach oben in so viel Teile zerschnitten wie Kursteilnehmer da sind, im übrigen die Feststellung, wie eben beschrieben, vorgenommen. Sie ergibt tabellarisch und zeichnerisch zusammengestellt folgendes in Abb. 2 wiedergegebene Bild, das sich auch biologisch deuten läßt: Die Blattspitze mit den vielen Spaltöffnungen ist der älteste Blatteil, der im Frühjahr zuerst über der Erde erscheint. Nur durch kräftige Transpiration (aus vielen Spaltöffnungen je Flächeneinheit) kann ein schneller Aufbau des Frühlingsblühers gesichert werden. Außerdem ragen die Blattspitzen weiter über die Gräser der Umgebung heraus, kommen also mehr in bewegte Luft mit geringerem Feuchtigkeitsgehalt, ihre Spaltöffnungen sind also mehr für die Transpiration vorausbestimmt und daher zahlreicher auf der Flächeneinheit als die an den Blatteilen dicht über dem Erdboden.

Ähnlich zu deuten ist das Ergebnis, das man erhält, wenn man Schattenblätter der untersten Zweige der Stieleiche in bezug auf die Spaltöffnungen je Flächeneinheit mit den Sonnenblättern vergleicht, die an den oberen Zweigen sitzen; während dort etwa 200 auf den Quadratmillimeter der Blattunterseite kommen, kann man hier 300 und mehr zählen.

Stellt man die Zahl der Spaltöffnungen für ein Quadratmillimeter Blattfläche bei einer in trokkenem Sandboden erwachsenen Birke und einer ebensolchen auf gutem, feuchtem Gartenboden (nicht Moor!) fest, so prägen sich in der geringeren Zahl der Spaltöffnungen bei der Erstgenannten und ihrer grösseren Zahl bei der Zweiten, deutlich die ökologischen Einwirkungen des Standortes aus; die eine Birke neigt zum Trockenlandpflanzentypus, die andere zum Typus der Feuchtlandpflanzen (selbstverständlich nicht nur in bezug auf die Spaltöffnungen, sondern auch in der Ausgestaltung der Cuticula, des Adernetzes usw.,

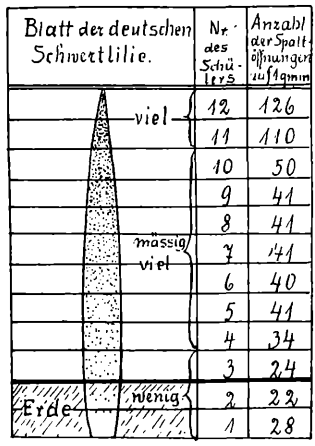


Abb. 2. Tabellarische Zusammenfassung der Untersuchung der Verteilung der Spaltöffnungen (in der Figur durch Punkte angedeutet) auf dem Blatt der deutschen Schwertlilie

Name	Standort	Spaltöffnungen a. 1 qmm auf der Blattoberseite	Blattunterseite	
Nymphaea alba, weiße Seerose . .	Wasser	460	0	nach Kerner-Marilaun
Brassica oleracea, Kohl	Feuchte Felder	400	700	
Quercus robur, Stieleiche	Feuchte Wälder	0	346	nach Tschirch aus Haberlandt
Triticum sativum.	Felder, Kultursteppe	47	326	
Sedum acre, Mauerpfeffer	Steinige und sandige Stellen	21	14	
Sempervivum tectorum, Hauswurz . .	Sehr trockene Stellen, Felsen, Mauern	11	14	

wie das für die Schatten- und Sonnenblätter der oben erwähnten Eiche auch festgestellt werden kann).

Noch eindrucksvoller wird die Abhängigkeit der Zahl der Spaltöffnungen von der Menge des Bodenwassers, die der Pflanze zur Verfügung steht, wenn man die Untersuchung auf Charakterpflanzen der Böden mit verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt erstreckt, die für unsern Zweck geeignet sind. Das Ergebnis dieser Untersuchung lasse ich in Anlehnung an eine von Tschirch gegebene, von mir teilweise abgeänderte nebenstehende Übersicht folgen (s. S. 16).

Andere geeignete Untersuchungsobjekte sind nach Czech Feucht- und Trockenlandvertreter mancher Gattungen. *Populus nigra* (Schwarzpappel) hat 135 Spaltöffnungen, *Populus alba* (Silberpappel) 315; *Veronica chamaedrys* (Gamanderehrenpreis) 175, *Veronica beccabunga* (Bachbungenehrenpreis) 248 Spaltöffnungen auf den Quadratmillimeter, entsprechend dem Feuchtigkeitsgehalt ihrer Standorte. Und Zinzeler weist auf die Riedgräser und Seggen hin, bei denen die an trockenen, sonnigen Standorten 50—70, die an feuchten, schattigen 60—100 und endlich solche an Wassergräben und Ufern 250—370 Spaltöffnungen je Quadratmillimeter aufweisen.

Experimentell leicht zu erzwingen und dann mikroskopisch nachzuweisen ist der Unterschied in der Spaltöffnungszahl an Rübsen oder Gartenkresse, wenn man zwei Blumentöpfe besät, den einen reichlich begießt und unter einem Glassturz, den andern frei aufstellt und trockener hält. Blätter der Feuchtkulturpflanze pflegen etwa die doppelte Zahl Spaltöffnungen zu haben als die von Trockenkulturpflanzen, wie die mikroskopische Untersuchung ausweist.

Aus all den Untersuchungen ergibt sich klar, daß die Zahl der Spaltöffnungen sowohl zur Transpirationsgröße als auch zum Standort im Abhängigkeitsverhältnis steht. Die Zahl der Spaltöffnungen ist ein Mittel, um den Transpirationsstrom zu regeln, andererseits lehren Versuche, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann und die aufmerksame mikroskopische Beobachtung, daß die Öffnungsweite der Spalten verschieden und von der Umgebung (Licht, Feuchtigkeitsgehalt der Luft und des Bodens) abhängig ist und die Pflanze darin ein weiteres wichtiges Mittel besitzt, um den Transpirationsstrom zu regeln.

4. Größenverhältnisse der Spaltöffnungen (Länge, größte Öffnungsweite, Spalttiefe, Spaltöffnungsspiel im Laufe des Tages). Für diese Feststellungen sind Pflanzen mit großen Spaltöffnungen, deutsche Schwertlilie, Wasserschwertlilie, Narzissen, Hyazinthen besonders gut geeignet. Man legt Oberhautfetzen, die nachts, morgens, mittags und abends von den Blättern abgezogen wurden, sofort in absoluten Alkohol, um die natürliche Spaltöffnungsweite zu fixieren. Die Beobachtung erfolgt gleichfalls in absolutem Alkohol und ergibt eine mit der Belichtung parallel gehende Öffnungsweite der Spaltöffnungen. Sie sind nachts geschlossen, öffnen sich morgens nach Sonnenaufgang schnell, erreichen mittags den Höchstwert der Öffnungsweite, um sich abends wieder langsam zu schließen, bis um Mitternacht die Mindestweite eintritt. Gut bewährt sich auch das Übergießen des Blattes mit käuflicher Kollodiumlösung und Abziehen des trockenen Kollodiumhäutchens nach Verdunstung des Äthers. Die Spaltöffnungsabdrücke geben, mikroskopisch mit dem Okularmikrometer gemessen, genau die Öffnungsweite an.

Bringt man Versuchspflanzen (z. B. deutsche Schwertlilie) im Licht einmal durch Überdecken mit einer Glasglocke in eine feuchte Lufthülle, das andere Mal in eine vollkommen trockene Luftmenge, die man durch Austrocknung der Luft unter einer Glasglocke mit Kalziumchlorid oder konz. Schwefelsäure erhält und stellt jedesmal, wie eben angegeben, die Spaltöffnungsweite fest, so findet man sie im ersteren Fall weitmöglichst geöffnet, im zweiten fast gänzlich geschlossen. Die Öffnungsweite ist also auch eine Funktion des Feuchtigkeitsgehalts der Luft.

Dabei ergibt sich, daß die größte Spaltweite für die deutsche Schwertlilie etwa 0,007 mm, die größte Länge 0,025 mm und die auf Blattquerschnitten leicht bestimmbare Spalttiefe (die wir für spätere Betrachtungen brauchen) 0,02 mm beträgt. Diese Daten können auch aus eigenen oder fremden, mit dem Zeichenprisma genau angefertigten Zeichnungen entnommen werden; man hat nur die gemessenen Strecken durch die für das angewandte Okular, Objektiv und Zeichenprisma charakteristische Vergrößerung zu dividieren. Eine Musterung der verschiedensten Spaltöffnungen in Hinsicht der Größenverhältnisse zeigt bei Nadelhölzern, Lilien und Gräsern sehr große, bei Seerosen sehr kleine Spaltöffnungsapparate (nach Kerner-Marilaun).

5. Entfernung der benachbarten Spaltöffnungen voneinander. Bestimmt man mit dem Okularmikrometer oder auf die eben angegebene Art durch Entnahme aus der Zeichenprismazeichnung die Entfernung dicht benachbarter Spaltöffnungen eines Oberhautfetzens der deutschen Schwertlilie, so findet man vom Rand der einen geradlinig bis zum Rand der anderen Spaltöffnung gemessen, als Mittel aus vielen Messungen, rund 0,1 mm, verglichen mit der größten Öffnungsweite (0,007 mm) ist also die Entfernung benachbarter Spaltöffnungen durchschnittlich 14mal so groß wie die größte Öffnungsweite derselben. In den wenigen ungünstigsten Fällen war die Entfernung immer noch das Achtfache der Öffnungsweite. Man mag nun andere Untersuchungsobjekte nehmen, welche man will, immer wird man finden, daß die Entfernung benachbarter Spaltöffnungen nicht unter dem 8—10fachen des Durchmessers desjenigen Kreises ist, der der meist elliptischen Spalt-

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

öffnung bei größter Öffnungsweite flächengleich ist (Brown und Escombe). Die Bestimmung des Radius dieses Kreises ist einfach, wenn man die Spaltöffnung entweder mit dem Zeichenprisma oder durch andere genaue Bildgrößenermittlung (mit dem linken Auge durch das Mikroskop sehen, mit dem rechten Auge auf die in Objekttischhöhe gehaltene Zeichenfläche blicken und mit dem Bleistift die Länge und Breite der „hinausprojizierten" Spaltöffnung festlegen) auf Millimeterpapier bringt, die Zahl der Quadratmillimeter auszählt, und diese Fläche einer Kreisfläche gleichsetzt mit dem zu ermittelnden Radius x. Dann ist:

$x^2\pi = a$ (Zahl der gemessenen qmm)

$$x = \sqrt{\frac{a}{\pi}}.$$

Dividiert man x noch durch die bekannte Vergrößerung, so erhält man aus dem Bildwert den wahren Wert des der Spaltöffnung flächengleichen Kreises. Er beträgt für die deutsche Schwertlilie 0,006 mm. Wir kommen auf diesen Wert zurück.

Warum liegen nun die Spaltöffnungen nie dichter zusammen, obwohl doch eine größere Anzahl Spaltöffnungen eine stärkere Transpiration und Nährsalzzufuhr verbürgt und die größere Zahl der Spaltöffnungen, genügend Wasser im Boden vorausgesetzt, keinen Nachteil bringen kann, da sie ja regulierbar sind? Diese Frage hängt eng zusammen mit der anderen, warum nicht wenige große, sondern viele kleine Transpirationsöffnungen von den Pflanzen auf den Blättern angelegt werden. Antwort auf diese Fragen erhalten wir durch folgende Versuche.

6. Physikalische Versuche zur Deutung der Transpirations-(Evaporations-)vorgänge an den Spaltöffnungen. Unter dem Uhrglasvorrat werden drei solche ausgesucht, von denen zwei zusammen ebenso viel obere Öffnungsfläche haben wie ein drittes. Beispiel: Zwei Uhrgläser haben je 2 cm Radius, also einzeln 12,56 qcm obere kreisförmige Öffnungsfläche,

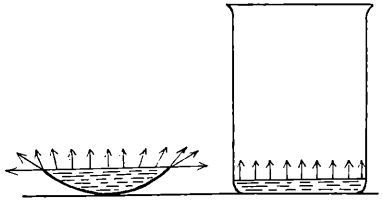


Abb. 3. Von zwei gleichgroßen Wasseroberflächen verdunstet diejenige, an der Randwirkung (in der Abbildung das Uhrglas links) möglich ist, unter sonst gleichen Umständen mehr Wasser

beide zusammen daher 25,12 qcm, dann muß der Radius des Kreises, der dieser 25,12 qcm großen Kreisfläche inhaltsgleich ist ($25{,}12 = x^2 \cdot 3{,}14$; $x = \sqrt{\frac{25{,}12}{3{,}14}} = 2{,}8$) gleich 2,8 cm sein. Uhrglas 1 und 2 haben also dann dieselbe Verdampfungsfläche wie Uhrglas 3. Alle drei werden bis zum Rand mit Wasser gefüllt, mindestens ½ m voneinander entfernt unter sonst gleichen äußeren Bedingungen in warme trockene Luft gebracht. Jedes für sich ist vor und gleich nach Beschickung mit Wasser gewogen worden. Nach 12—24 Stunden, je nach der Zimmertemperatur, wird wieder gewogen. Der Wasserverlust der Gläser 1 und 2 wird zusammengezählt und mit dem des Glases 3 verglichen. Ergebnis: Die beiden kleinen Uhrgläser haben trotz gleicher Fläche ¼ bis ⅓ mehr Wasserverlust, also mehr Wasser verdunstet, als das Uhrglas 3. Wäre die Verdunstung der Fläche proportional, so müßten Uhrglas 1 und 2 zusammen ebenso viel Wasser verdunsten in der Zeiteinheit wie Uhrglas 3. Da nun die verdunstete Wassermenge bei 1 und 2 zusammen größer ist, so kann das nur abhängen von dem gleichfalls größer gewordenen Rand (der Uhrgläser 1 und 2 zusammen). Berechnet man den Rand (Umfang = $2\,r\,\pi$) der Uhrgläser 1 und 2, so ergibt sich für beide zusammen 25,12 cm, für Uhrglas 3 nur 17,58 cm. Je kleiner die verdunstende Kreisfläche wird, desto mehr wächst im Verhältnis ihr Umfang und damit die verdunstungssteigernde Randwirkung. Übertragen wir diese Ergebnisse, wie es durch Brown und Escombe nach wissenschaftlich exakten Versuchen von Stefan geschah, auf die Spaltöffnungen, so ergibt sich die Antwort auf die Frage: „Warum so viele kleine Spaltöffnungen?" Eben weil dadurch in ruhiger Luft die Transpiration durch die grössere Randwirkung erhöhtwird. Die Transpiration ist also bei den kleineren Flächen dem Umfang oder dem Durchmesser, nicht der Fläche oder dem Quadrat des Radius proportional (Duchmessergesetz).

Den diffusionssteigernden Einfluß der Randstromlinienwirkung kann man schön durch folgenden Versuch zeigen. Ein Uhrglas und ein etwa 15 cm hohes Becherglas mit gleichem (in unserm Fall 6 cm) Durchmesser werden mit der gleichen, abgewogenen Wassermenge beschickt (das Becherglas ist also nur am Boden mit Wasser bedeckt) und der Gewichtsverlust nach etwa 12—24 Stunden (je nach Zimmertemperatur) festgestellt: Das Uhrglas verlor die Hälfte, ja bis zum Doppelten mehr an Wasser als das Becherglas, weil, wie Abb. 3 anschaulich macht, die Randwirkung bei dem Becherglas fortfällt. Selbstverständlich wirkt hierbei auch im Becherglas der dampfgesättigte windstille Raum über dem Wasser verdunstungserschwerend mit und daher zeigt der Versuch zugleich, daß auch die Spalttiefe für die Transpiration in Frage kommt und das „Durchmessergesetz" nur Gültigkeit haben kann, wenn, was selten der Fall, die Spalttiefe gering ist. Er erläutert außerdem in einfacher und doch eindrucksvoller Weise die Herabsetzung der Verdunstung durch die Einsenkung der Spaltöff-

nungen in die Blattfläche und die Bildung von Vorhöfen bei Spaltöffnungen vieler Trockenlandpflanzen. Will man mehr die Randwirkung zur Anschauung bringen und die Mitwirkung des dampfgesättigten Raumes bei der Verdunstungsherabsetzung soweit wie möglich verkleinern, dann muß man das Becherglas mit dem hohen Rand durch ein Glasgefäß mit wenig über den Wasserspiegel hinausragenden senkrechten Wänden ersetzen.

Für die in der Zeiteinheit aus kleinen Löchern bei ruhiger Luft verdunstete Wassermenge v wurde von Brown und Escombe (zitiert nach Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie Bd. I, 3. Auflage, S. 73) die Formel aufgestellt:

$$v = \frac{k \cdot p \quad r^2 \pi \cdot n}{l + \frac{1}{8} r \pi},$$

wobei p die vorhandene Dampfdruckdifferenz, r der Radius eines Kreises von der Fläche des Spaltes, n die Zahl der Spalten und l die Tiefe des Spaltes darstellt. Setzen wir in der Formel $l = 0$, d. h. ist die Spalttiefe so gering, daß sie vernachlässigt werden kann, so hebt sich r gegen r^2, π gegen π und die verdampfte Menge geht dem Radius oder Durchmesser proportional, es gilt das „Durchmessergesetz". An dem Beispiel der deutschen Schwertlilie, deren Spaltöffnungsgrößenverhältnisse wir unter 4 und 5 festgestellt haben, läßt sich zeigen, daß in den meisten Fällen, selbst bei ruhiger Luft, das „Durchmessergesetz" nicht gelten kann, weil die Spaltentiefe l nicht vernachlässigt werden darf gegenüber $\frac{1}{8} r \pi$.

Größte Spaltenweite: $l = 0{,}007$ mm,
Radius des Kreises von der Fläche der Spalte: $r = 0{,}006$ mm,
$\frac{1}{8} r \pi = 0{,}0025$;
l ist also rund 3mal größer als $\frac{1}{8} r \pi$, darf daher nicht vernachlässigt werden, das „Durchmessergesetz" gilt für diesen Fall nicht.

Welches Gesetz gilt aber dann? 2 gewogene Bechergläser, von denen das eine (1) die doppelte Querschnittfläche hat wie das andere (2), werden mit der gleichen geringen und gewogenen Menge Wasser so gefüllt, daß das Wasser nur wenig hoch steht. Nach 24 Stunden wird der Wasserverlust durch Verdunstung mittels der Wage festgestellt: Die doppelte Fläche (in 2) hat annähernd die doppelte Verdunstungsgröße, diese ist also bei Flächen, die keine Randwirkung haben, oder bei solchen, deren Rand im Verhältnis zur Fläche klein ist, der Fläche proportional (Flächengesetz).

Wie erklärt sich nun bei näherem Hinsehen die Randwirkung bei kleinen Verdunstungsflächen, wie sie die Spaltöffnungen darstellen? Man hat sich vorzustellen (Abb. 4a), daß infolge des Dampfdruckgefälles, das von dem Innern der Pflanze nach außen gerichtet ist, aus jeder Spaltöffnung eine Kuppe wasserdampfbeschwerter oder -gesättigter Luft herausquillt, deren Höhe von der Differenz des Feuchtigkeitsgehalts der Luft inner- und außerhalb der Pflanze abhängt. Diese Kuppen werden nach allen Richtungen ihrer Radien Wasser verdunsten, also gewissermaßen neue Diffusionsflächen darstellen, die (wie aus Abb. 4a) hervorgeht, um so mehr Diffusionsrichtungen haben, je kleiner bei gleicher Dampfdruckdifferenz für verschieden große Öffnungen die Pore selbst ist. In ähnlicher Weise zeigt Abb. 4d, daß die am Rande der evaporierenden Fläche oder transpirierenden Spaltöffnung liegenden Linien, welche die Richtung des Dampfdruckgefälles darstellen sollen, stark auseinanderstrahlen, die dort liegenden Wassermoleküle sich nur wenig gegenseitig behindern, während die vom Mittelpunkt der Fläche ausgehenden Linien stark zusammenneigen, ein Bild für die gegenseitige Behinderung der dort verdunstenden Wassermoleküle.

Und jetzt kommen wir zur Beantwortung unserer letzten Frage, die nunmehr so weit vorbereitet ist, daß sie aus Abb. 4 abgelesen werden kann. Es ist klar, daß bei sehr dicht nebeneinanderliegenden Spaltöffnungen sich die Wasserdampfkuppen überschneiden, gegenseitig behindern müssen (Abb. 4 b, e, f), die Linien, welche das Gefälle angeben, werden nicht mehr divergierende, sondern parallele, auf der Verdunstungsfläche senkrechte Gerade darstellen. Je mehr die Spaltöffnungen auseinanderrücken, desto mehr divergieren die „Stromlinien" (Abb. 4 e), bis ein Grenzfall erreicht ist, wo keine „Kuppenbehinderung" eintritt (Abb. 4 c, d). Physikalische Versuche von Brown und Escombe, auf die hier nicht mehr eingegangen werden kann, zeigen, daß das der Fall ist, wenn die

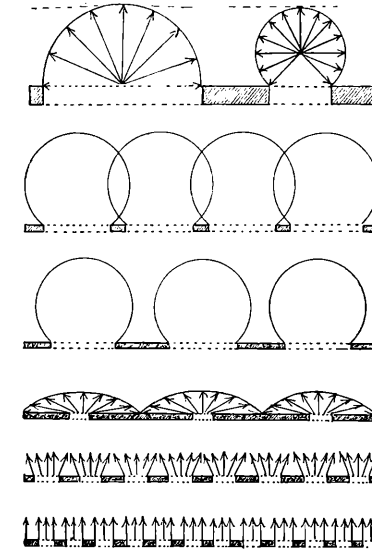


Abb. 4. Schemata zur Verdunstung des Wassers aus den Spaltöffnungen (punktiert) der Blattflächen (schraffiert). Die Pfeile geben innerhalb der Wasserdampfkuppen die Richtung des Dampfdruckgefälles an. Sonstige Erläuterung im Text

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Entfernung der verdunstenden Flächen voneinander mindestens das Acht- bis Zehnfache des Durchmessers beträgt. Und nun vergleiche man die für den Spaltöffnungsabstand unter 5 ermittelten Minimalwerte mit dieser Zahl, um sogleich sagen zu können, daß derselbe Spaltöffnungsabstand eingehalten wird, um bei ruhiger Luft eine sich nicht gegenseitig störende Verdunstung der einzelnen Spaltöffnungen zu erzielen. Aus diesem Grunde ist auch die Zahl der Spaltöffnungen nach oben begrenzt, ihre Lagerung nie dichter.

Wir finden das „Durchmessergesetz" für die Transpiration der Spaltöffnungen daher nur in Gültigkeit, wenn 1. Kuppenbildung möglich ist, d. h. bei ruhiger Luft, 2. wenn die Spalttiefe gering ist, 3. wenn die Spalten sich nicht in der Verdunstung behindern. In allen anderen Fällen gilt das „Flächengesetz", es besteht kein Zweifel, daß das „Flächengesetz" meist in Anwendung kommt, da Windstille selten herrscht, und die Spalttiefe meist nicht vernachlässigt werden kann. Aber auch dieses trifft die Transpirationsgeschwindigkeit nicht ganz, da außerdem noch die Gestaltung der Oberfläche der Blattfläche und vor allem die veränderliche Spaltöffnungsweite in Rechnung gezogen werden muß, Einflüsse, die sich schwer zahlenmäßig fassen lassen.

Schriftennachweis.

1. Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie, Bd. I, 4. Aufl. Jena 1924.
2. Brown u. Escombe, Philosophical Transactions. Bd. 193, 1900.
3. Burgerstein, Die Transpiration d. Pflanzen. 2. Aufl., Jena 1920.
4. Czech, Funktionen d. Stomata. Botan. Zeitg., 1869.
5. Kerner-Marilaun, Pflanzenleben. Bd. I, 3. Aufl., Leipzig 1913.
6. Neger, Biologie der Pflanzen. Stuttgart 1913.
8. Sierp u. Noack, Studien ü. d. Physik d. Transpiration. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 60, 1921.
9. Stoppel, Pflanzenphysiol. Studien. Jena 1926.
10. Zinzeler, D. Spaltöffnungen d. Carices. Jahrb. f. wiss. Botanik, 1873/74.

Kleine Mitteilungen

Ueber die Bakterienflora in Eikonserven. Die nach dem Kriege besonders aus China eingeführten Eipulver werden nach längerem Liegen bitter und sauer. H. Popp hat diese eingehend untersucht (Zeitschr. f. angew. Chem. Bd. 38, 1925) und einen verhältnismäßig hohen Keimgehalt gefunden. Dasselbe konnte bei flüssigen Eigelbprodukten, die mit chemischen Konservierungsmitteln behandelt waren, gefunden werden. An Bakterien wurden gefunden: Wasser- und Erdbakterien, Luftsarzinen und Hefen, Darmbakterien und Schimmelpilze. Hühnercholera- und Enteritis-Bakterien konnten nicht nachgewiesen werden. Eine reichlichere Vermehrung der Keime findet nur bei ungünstiger Behandlung statt, im allgemeinen scheinen die Bakterien in ihrer Entwicklung gehindert zu sein. Durch Verarbeitung der Präparate findet in der Regel eine Abtötung der Keime statt, so daß kein Grund zur Nichtverwendung der Eikonserven in der Nahrungsmittelindustrie vorliegt.

Dr. med. P. Rostock, Jena.

Ueber die Leistungsfähigkeit des direkten Züchtungsverfahrens der Tuberkelbazillen nach Löwenstein-Sumyoshi berichten L. Suranyi und J. Putnoky im Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenkunde. Orig. Bd. 94. 1925. Seite 401. Es gelang, mit der Methode aus tuberkelbazillenhaltigem Sputum in 79,9% Reinkulturen von Tuberkelbazillen zu erhalten. Es wurde folgende Technik benutzt: Das Sputum wurde mit der 5fachen Menge 25% Schwefelsäure oder Salzsäure vermischt und 15 Minuten bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Von diesem Gemisch wurde ein Teil mit der 3—5fachen Menge physiologischer Kochsalzlösung versetzt, zentrifugiert, das Sediment noch zweimal mit physiologischer Kochsalzlösung ausgewaschen und auf mit Paraffin zu verschließende Eiernährböden verimpft. Die Ergebnisse waren bei Anwendung von Salzsäure etwas besser als bei Verwendung der Schwefelsäure.

Dr. med. P. Rostock, Jena.

Die Verwendung von Isopropylalkohol statt Aethylalkohol in der pathologisch-anatomischen Technik. Ein von der Firma E. Reichmann, Berlin, gelieferter sekundärer Propylalkohol (Preis pro Liter RM 1.98) wurde von H. Spranger (Hygienisches Institut Landsberg a. W.) (Centralbl. für allgem. Pathol. und pathol. Anatomie Bd. 38, 1926) auf seine Verwendbarkeit geprüft. Im Konservierungsverfahren nach Kaiserling erwies er sich auch nach monatelanger Beobachtung durchaus dem gewöhnlichen Alkohol gleichwertig. In der histologischen Technik wurde beobachtet, daß das in denselben eingebrachte wasserfreie Kupfersulfat und Natriumsulfat aufquillt, ohne die Wirksamkeit zu schädigen. Mischungen von 3 Teilen (und mehr) Xylol auf 2 Teile Alkohol ergeben eine trübe Emulsion, die aber auch den histologischen Prozeß nicht schädigt. Auch für diese Technik eignet sich der Isopropylalkohol. Schließlich ist er auch bei der Herstellung von Farblösungen selbst in Färbekraft der Lösungen und Dauerhaftigkeit dem Äthylalkohol ebenbürtig.

Dr. med. P Rostock, Jena.

Mit Mikroskop und Kamera

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

Dieses Beiblatt berichtet über alle Fortschritte der Mikrophotographie und leitet zu mikrophotographischen Arbeiten an; vor allem aber dient es zur Veröffentlichung guter Mikrophotographien mit oder ohne begleitenden Text, die unsere Leser andern zugängig machen wollen. Wir nehmen entsprechende Einsendungen gern entgegen. Die Veröffentlichung erfolgt nach Maßgabe des verfügbaren Raumes.

Einiges aus der Embryologie des Schweines

Von **Karl Dübell,** Wien

mit 7 Mikrophotgraphien nach Originalpräparaten des Verfassers

Die präparatorische Zergliederung zum Studium des inneren Baues eines Embryos in den ersten Wochen seiner Entwicklung ist infolge der Kleinheit des embryonalen Körpers und der äußersten Zartheit der Gewebe sehr schwierig, wenn nicht unmöglich. Zur Erreichung dieses Zieles müssen wir den unser Embryo in einem sehr frühen Stadium der Ausbildung. Dennoch treten die charakteristischen Unterschiede, welche die künftigen, ausgebildeten Organe erkennen lassen, schon deutlich hervor.

Der Embryo wurde in 4%igem Formalin fixiert, in Paraffin eingebettet und sodann

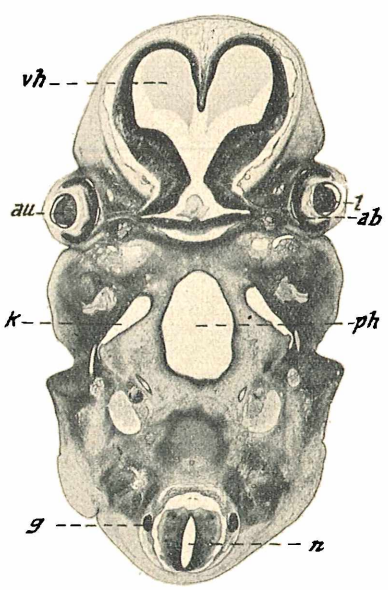


Abb. 1. Erklärung im Text

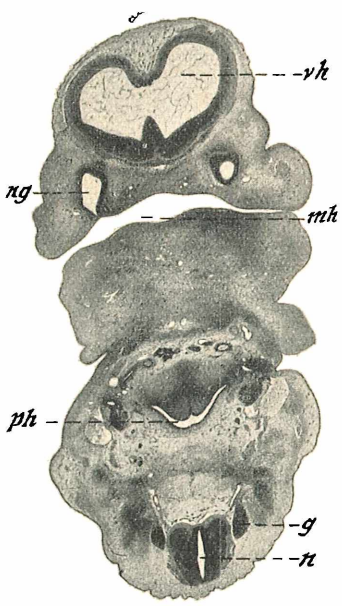


Abb. 2. Erklärung im Text

Embryo in eine Reihe von dünnen Schnitten zerlegen, aus denen wir dann im Mikroskop ein Bild über die gegenseitige Lage der Organe und deren feineren histologischen Aufbau gewinnen können.

Die folgenden Ausführungen haben einen Schweineembryo zum Gegenstande im Entwicklungsstadium von 26 Tagen und einer Nacken-Steißlänge von 6 mm. Er entspricht Abb. 8, die der Keibelschen Reihe entnommen ist. Da die Tragzeit des Schweines 17 bis 18 Wochen beträgt, so befindet sich demnach

in 10 μ dicke Schnitte zerlegt, die in Ehrlichschem Hämatoxylin und Eosin gefärbt wurden.

Von diesen gelangen im folgenden sieben Querschnitte, die durch die wichtigsten Körperteile gelegt sind, in Mikrophotographien nach Originalpräparaten des Verfassers zur Wiedergabe und Beschreibung.

Um die Lage der einzelnen abgebildeten Schnitte im Körper des Embryos anschaulich zur Darstellung zu bringen, wurden sie perspektivisch in die Umrisse des Embryos

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

eingezeichnet. Die Nummern der Mikrophotogramme entsprechen denen der Schnitte der schematischen Zeichnung. Durch dieses, mit teilweiser Benützung nach Oppel angefertigte durchsichtige Modell (Abb. 9) wird die körperliche und räumliche Vorstellung der Lage der verschiedenen Organe und Gewebsteile sehr erleichtert.

A b b. 1: Schnitt durch die Augengegend und das Gehirn. Die Anlage des Gehirns gleichzeitig getroffen. Wir sehen die beiden Augenbecher mit der Anlage der Netzhaut (*ab*), die durch einen dünnen hohlen Augenstiel mit dem Vorderhirn in Verbindung stehen. In der Linse

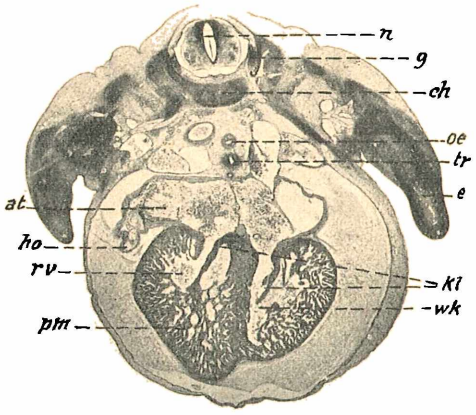


Abb. 3. Erklärung im Text

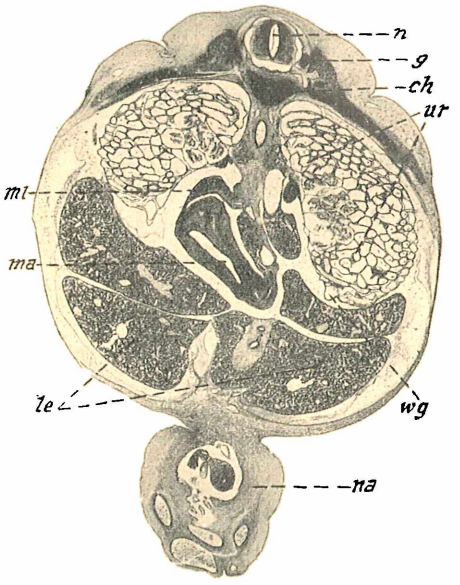


Abb Erklärung im Text

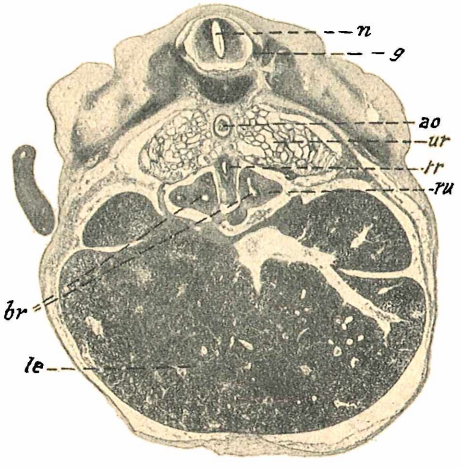


Abb. 4. Erklärung im Text

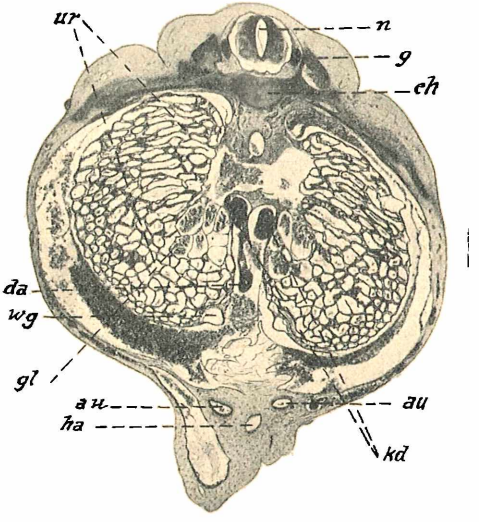


Abb. 6. Erklärung im Text

auf dieser Entwicklungsstufe besteht in einer Anhäufung von Nervensubstanz, die in dünner Schicht der Wand angelagert ist, so daß ein verhältnismäßig großer Hohlraum entsteht. Infolge der starken Leibeskrümmung des Embryos sind in diesem, wie auch im folgenden Schnitte Gehirn (*vh*) und Rückenmark (*n*) (*l*) erscheinen die Fasern noch nicht vollständig vorgeschoben; Schlundkopf oder Pharynx (*ph*); Kiemenspalte (*k*); Spinalganglien (*g*).

A b b. 2: Querschnitt durch die Nasengänge (*ng*), darunter die Mundhöhle (*mh*) und die Kehlkopfanlage (*ph*). Die übrigen Buchstaben wie bei Abb. 1.

A b b. 3: Schnitt durch die Herzgegend und die vorderen Extremitäten. Unter dem Rückenmark (*n*) liegt die Rückensaite oder Chorda dorsalis (*ch*) mit der sie umgebenden Wirbelanlage, darunter die Speiseröhre oder Oesophagus (*oe*), und die Luftröhre oder Trachea (*tr*). Ventral davon das Herz mit den beiden Kammern oder Ventrikel (*rv, wk*), den beiden Vorhöfen oder Atrien (*at*) und den Herzohren oder Auriculae (*ho*), von denen das rechte getroffen ist. Ferner sind die beiden Herzklappen oder Valvulae (*kl*), welche die Herzkammern mit den Vorhöfen verbinden, zu sehen. Papillarmuskel (*pm*) oder Herzfleisch,

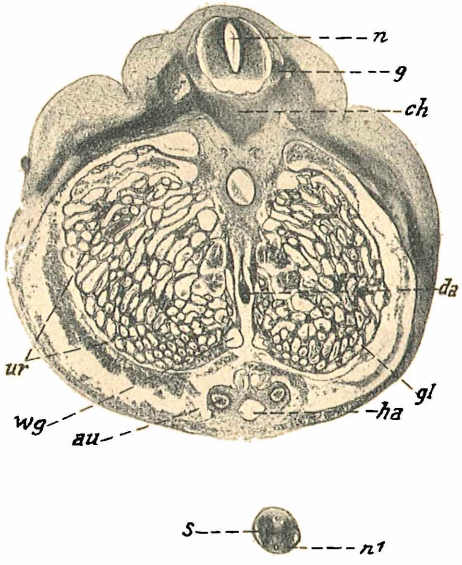


Abb. 7. Erklärung im Text

die beiden vorderen Extremitäten (*e*), die noch schaufelförmig und ohne Gliederung sind.

A b b. 4: Schnitt durch die Gegend der Leber, Lunge und Urniere. Man sieht hier die Anlage der beiden Lungenflügel (*ru*), mit den Hauptbronchien (*br*), dazwischen die Luftröhre (*tr*), und darüber die Lungenschlagader (*ao*). Ventral davon liegt die massig entwickelte Leber (*le*), die ausgesprochene Lappung zeigt. Dieser Schnitt trifft auch schon die Urniere (*ur*), jenes paarige Organ, das sich in den frühen Entwicklungsstadien der Länge nach dorsal walzenförmig zu beiden Seiten über den ganzen Körper erstreckt und schließlich fast die ganze untere Leibeshöhle ausfüllt. Die Urniere oder Wolffscher Körper ist ein drüsiges, rein embryonales Harnorgan, das bis zur Bildung der bleibenden Nieren zur Ausscheidung der Zersetzungsprodukte des embryonalen Stoffwechsels dient. Bei den höheren Wirbeltieren erfährt die Urniere bald nach ihrer Anlage Rück- und Umbildungen und nur jene Teile bleiben erhalten, die später in den Dienst des Geschlechtsapparates treten. So geht z. B. aus einem Teil der Urniere der Nebenhoden hervor. Bei den Fischen und Amphibien erhält sie sich als bleibendes Exkretionsorgan.

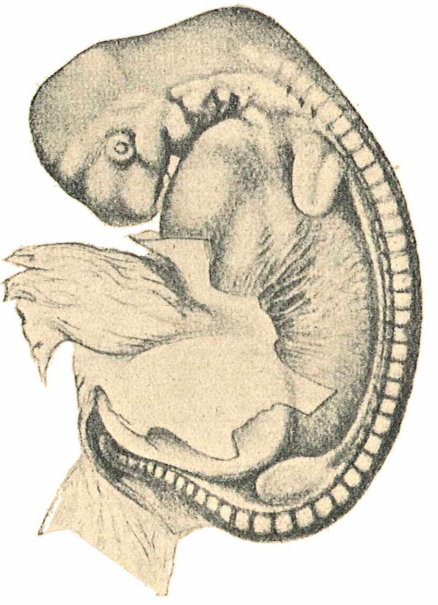


Abb. 8. Erklärung im Text

A b b. 5: Schnitt durch die Gegend des Magens, der außer diesem (*ma*) die Anlage

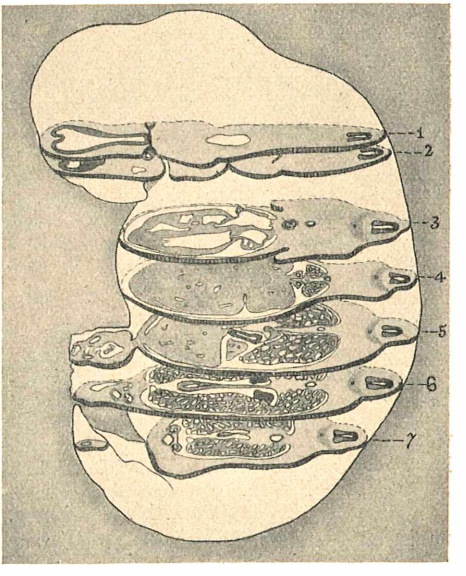


Abb. 9. Erklärung im Text

der Milz (*mi*) zeigt. In den Urnierenbläschen finden sich Gefäßknäuel, Glomeruli oder Malpighische Körperchen, die den filtratori-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

schen Apparat der Urniere bilden. Sie veröden sehr bald und sind nicht zu verwechseln mit den Glomeruli der bleibenden Niere. An der lateralsten Ecke der Urniere legt sich der Wolffsche oder Urnierengang an (*wg*). Dies ist ein längsverlaufender, in die Harnblase mündender Gang, der als Leitungskanal für den fötalen Harn dient. Der Wolffsche Gang erfährt in der späteren Periode des embryonalen Lebens beim männlichen Geschlecht ebenfalls Umbildungen zum Geschlechtsapparat. Beim weiblichen Geschlecht bildet er sich zurück. Ferner ist noch die lappige Leber (*le*) und die Nabelschnur (*na*) zu sehen.

Abb. 6: Die Urniere (*ur*) erreicht hier die größte Ausdehnung und füllt fast die ganze Bauchhöhle aus. Die beiden Wolffschen Gänge haben sich einander genähert. An dem medialen Teile der Urniere liegen die beiden Keimdrüsen (*kd*). Die Keimdrüsenanlage ist in diesem Stadium der Entwicklung noch geschlechtlich indifferent. Die Geschlechtssonderung in Hoden und Eierstock ist erst in einer späteren Zeit der Ausbildung zu erkennen. — Das Darmrohr (*da*) ist zweimal getroffen. An der Austrittsstelle der vom Körper abgehenden Nabelschnur liegen die beiden Nabelarterien, arteriae umbilicales (*au*) und die Harnblase (*ha*), in welche die beiden Wolffschen Gänge einmünden.

Abb. 7: Die beiden Wolffschen Gänge haben sich fast bis zur Vereinigung genähert. Unterhalb des Körpers ist die Spitze des freien Schwänzchens (*s*) getroffen; Rückenmark (n_1).

Kleine Mitteilungen

Eine neue Krankheit der Ulme. Im 11. Hefte des „Mikrokosmos" 1926/27, Jahrg. XX., berichteten wir von einer neuen Krankheit der Ulme, die seit 1919 diesen bei uns weit verbreiteten Wald- und Alleebaum befällt und bereits ungeheuren Schaden gestiftet hat. Tausende von Ulmen sind, namentlich in Holland und Norddeutschland, dieser Krankheit zum Opfer gefallen und mußten gefällt werden. Die Krankheit hat sich in wenigen Jahren bis nach Königsberg i. Ostpr. verbreitet und scheint neuerdings von Dresden aus auch nach Nordböhmen überzugreifen. Bisher hatte man kein Mittel, der Seuche wirksam zu begegnen; das Zurückschneiden (Kappen), das Entfernen der erkrankten Stämme, erwies sich als nutzlos. Nun scheint aber, wie R. Metzger in der „Umschau in Wissensch. u. Technik" (Heft 33, 1927) berichtet, der Gartenarchitekt Walter Ilisch aus Hannover ein Mittel zur Bekämpfung der verhängnisvollen Krankheit gefunden zu haben. Er beschäftigt sich seit langem damit, erkrankte Bäume durch Impfen mit wässrigen Extrakten immuner Stämme zu heilen. Es ist ihm gelungen, auch gegen den *Micrococcus ulmi* ein solches Heilserum zu finden und Erfolge zu erzielen. Der Stamm des erkrankten Baumes wird mit einem starken Bohrer an mehreren Stellen angebohrt, in die Löcher Holzpfeifen eingeführt und durch diese der Impfstoff eingegossen, der binnen kurzem von den aufsteigenden Säften in alle Teile des Baumes verbreitet wird. Die Einlaufstellen werden dann verkittet. Eine große Zahl holländischer und deutscher Städte haben die Absicht, mit Hilfe dieser neuen Methode die Ulmenbestände ihrer Parkanlagen zu retten.

Prof. K. Reisinger.

Zur Züchtung der Tuberkelbazillen wurde von Cancik, J. A. u. Mazepova, N. („Direct cultivation of the myobacterium tuberculosis" in Americ. J. of Public. Health, 1925, S. 679) der Eieragar benutzt. Seine Herstellung ist folgende: Zu 100 ccm 2% Fleischwasseragar, der geschmolzen und auf 60° abgekühlt ist, wird das steril entnommene, gut durchgemischte Vollei gegeben und mit dem Agar sorgfältig verrührt. Der Nährboden wird in Reagensgläser abgefüllt und bei 85° eine Stunde lang erhitzt. Auswurf wird nach der Modifikation von Lyall mit Antiformin versetzt. Zuerst nach 15 Minuten langer Einwirkung werden 6—8 Kulturen angelegt, ebenso nach je weiteren 5 Minuten bis zur Gesamtdauer einer halben Stunde. Urin und Eiter wurden ohne Antiformin verimpft, wenn gewöhnliche Agarkulturen steril geblieben waren, sonst auch mit Antiformin. Mikroskopisch wurden die Kulturen zuerst nach 4 Tagen untersucht, dann etwa alle 2 bis 3 Tage. Nach 21 Tagen wurden im ungünstigsten Falle zum ersten Male Tuberkelbazillen gefunden. Wenn bis zu diesem Tage die Röhrchen kein Wachstum gezeigt hatten, blieben sie auch weiterhin steril. Interessant ist die Vergleichung der Ergebnisse zwischen dem Nachweis der Tuberkelbazillen durch direkten mikroskopischen Nachweis und diesem Kulturverfahren. Die nachstehende Tabelle zeigt, daß dieses Kulturverfahren, besonders bei Untersuchung von Urin und Eiter dem rein mikroskopischen Nachweis erheblich überlegen ist.

	Kultur		Mikroskopisch	
	+	—	+	—
Sputum	14	4	14	4
Urin	21	44	8	57
Eiter.	20	6	6	20

Dr. Rostock.

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung. 1. Oktober 1927

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.e

Die Rolle des unendlich Kleinen erscheint mir unendlich groß. Pasteur

Die Technik der Schlammkulturen

Von Ing. **G. Kostka,** Wien

Die noch viel zu wenig beachteten Schlammkulturen stellen ein wichtiges Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt entfernter Gewässer dar und verdienen auch für die Lösung gewisser allgemein biologischer Probleme Beachtung. Bietet die mikroskopische Untersuchung des frisch geschöpften Schlammes bereits Schwierigkeiten im engeren Umkreis der Arbeitsstätte, so wird dies bei grösserer Entfernung, z. B. auf Reisen oder bei beschränkter Ausrüstung wegen der Umständlichkeit der Methoden fast ganz unmöglich gemacht. Eine direkte mikroskopische Prüfung des frischen Materials an Ort und Stelle wird stets unvollkommene Resultate ergeben, und nur für eine allgemeine Orientierung ausreichen. In den meisten Fällen greift man dann zu einer Konservierung der Schlammproben, um sie später eingehend untersuchen zu können.

Wenn man auch von der rasch anschwellenden Zahl von Sammelgefäßen absieht, die für den Transport der Schlammproben notwendig sind, und hernach die zeitraubende mikroskopische Durchmusterung der Präparate auf sich nimmt, so bietet diese Methode bei gewissenhafter Durchführung zwar die exaktesten Resultate, besonders bei quantitativen Untersuchungen, hat aber den offenbaren Nachteil, daß sie nur jene Organismen zu bestimmen gestattet, die zur Zeit der Probenahme in voller Entwicklung stehen und sich konservieren lassen, während alle jene Organismen, die in latenter Form als Dauerkeime (Zysten) vorhanden sind, der Beobachtung entgehen und gewissermaßen als „nicht vorhanden" betrachtet werden.[1])

Diese Verhältnisse sind namentlich für die Probenahme von Schlamm aus größerer Tiefe beständiger Gewässer zutreffend. Werden aber infolge Trockenheit und Absenkung des Wasserspiegels die Schlammablagerungen der Uferregion der Luft ausgesetzt, so tritt zunächst eine Abwanderung der aktiv beweglichen hydrophilen Lebewesen (J. Pause) nach dem freien Wasser zu ein, während die zum Zurückbleiben gezwungenen Organismen entweder Dauerformen bilden oder in den Zustand der Trockenstarre übergehen. Diese als Anabiose bezeichnete Fähigkeit, die Zeit des Wassermangels und der Trockenheit erfolgreich zu überstehen, ist namentlich für die Tierwelt von außerordentlicher Bedeutung und bildet die Ursache für die Existenz einer Fauna der sog. „periodischen Gewässer". Die Anabiose ist jedoch nicht allein auf die faunistischen Elemente des Wassers beschränkt, sondern auch bei den niederen pflanzlichen Organismen nachweisbar, deren Trockenresistenz im vegetativen Zustand z. B. durch Ausbildung von verschleimten Membranen gefördert wird. In den Schlamm eingeschlossen vermögen diese Organismen oft ein monatelanges Austrocknen zu ertragen, ohne die Lebensfähigkeit zu verlieren. Nach Wiederanfeuchten des oft staubtrockenen Schlammes — unter natürlichen Verhältnissen, z. B. durch Regen, Schmelzwasser, Überschwemmungen u. a. m. — erwachen sie zu neuem Leben und setzen ihre Entwicklung fort.

Diese Fähigkeit, die den Hydrobiologen zwar schon lange bekannt ist, aber noch nicht genügend ausgenützt wurde, bildet die Grundlage zur Gewinnung von Organismen aus getrockneten Schlammproben mittels eines einfachen Kulturverfahrens, das zuerst Kammerer (1907) angewandt und das neuerdings durch die Untersuchungen von H. Spandl (1926) seine Brauchbarkeit erwiesen hat.

Die Gewinnung der Schlammproben richtet sich nach der Ausrüstung und dem Zweck, den man bei den Untersuchungen verfolgen will. Die wichtigsten Hilfsmittel und Entnahmeapparate für Schlammproben aus tieferen Gewässern hat Steiner (6) zusammengestellt und ihre Anwendung beschrieben. Die Schlammproben müssen einer sehr sorgfältigen Behandlung unterzogen werden und namentlich die Art und Dauer der Trocknung ist für den Erfolg wesentlich, da die im Schlamme vorhandenen Organismen für den Übergang vom aktiven Leben in den passiven Starrezustand (bezw. zur Zystenbildung) eine gewisse Übergangszeit benötigen, um die lebenswichtigen Protoplasmafunktionen auf ein Minimum zu reduzieren.

Vorteilhaft ist es, die Schlammproben auf eine Lage von passend zugeschnittenen und vorgefalteten Filtrierpapierstücken (Abb. 1) in nicht zu dünner Schicht auszubreiten und, vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt, ohne künstliche Wärmezufuhr trocknen zu lassen. Das Filtrierpapier hält anfangs genügend Feuchtigkeit zurück, um die Entquellung des Protoplasmas und die Konzentration der gelösten Zellinhaltstoffe auch bei minder resistenten Formen nur allmählich vor sich gehen zu lassen. Auch soll die Trocknung möglichst sofort und am Ort der Probenahme erfolgen, um den biozönotischen Charakter der Fundstelle nicht durch den Staub anderer Gegenden, der ebenfalls entwicklungsfähige Dauerformen enthält, zu verwischen. Doch läßt sich gerade diese Forderung auf Reisen nicht immer erfüllen und ist von der herrschenden Witterung abhängig. Ist man gezwungen, die Schlammprobe in noch

[1]) Dieser Einwand verliert seine Begründung bei regelmäßiger periodischer Probenahme, was aber auf Reisen selten möglich sein wird.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

feuchtem Zustand zu transportieren, so bringt man das zusammengefaltete Filtrierpapier in ein passendes sauberes Glasgefäß, verschließt jedoch nicht mit einem Kork, sondern mit einem lockeren Wattebausch. Die Trocknung, die man nun an jedem beliebigen Ort vornehmen kann, geht zwar wesentlich langsamer vor sich, bietet aber die Gewißheit, das Material in seiner ursprünglichen Zusammensetzung zu erhalten und vor Verunreinigung zu bewahren.

Ist die Probe trocken, so faltet man das Filtrierpapier in der angegebenen Weise zusammen (s. Abb. 1) und schlägt es außerdem sorgfältig in eine Papierhülle ein, die mit der genauen Bezeichnung des Fundortes, der Art der Entnahme und des Datums versehen wird. Auch die Beschaffenheit des Wassers, die Temperatur, die physikalischen und chemischen Eigenschaften, die man am Ort der Entnahme feststellen konnte, sind wichtig, da sie wertvolle Anhaltspunkte für die spätere Anlage der Kulturen bieten.

Man beschränke seine Sammeltätigkeit jedoch nicht allein auf die Gewinnung von Sedimenten der freien Gewässer, da die daraus kultivierten Organismen wohl nur im Zusammenhang mit dem Studium der übrigen pelagischen Lebewesen richtig beurteilt werden können, sondern ziehe auch den unter natürlichen Verhältnissen trocken gewordenen Schlamm in den Kreis der Untersuchungen. Die Uferregion, ausgetrocknete Tümpel und Gräben, ja selbst Pfützen und Radspuren auf der Straße bieten eine Fülle interessanten Kulturmaterials, das noch der Bearbeitung harrt.

Als Beispiel sei hier auf das Vorkommen der Euphyllopoden (*Triops, Branchipus*) in lehmigen Tümpeln im Frühjahr verwiesen. Die Kultur dieser typischen Bewohner rasch austrocknender Gewässer aus den überwinternden Eiern ist berufen, die Lücken in der Kenntnis des Entwicklungszyklus dieser archaischen Formen von niederen Krebsen auszufüllen.[1])

Überhaupt dürfte für die Erforschung der Fauna und Flora vorübergehender Gewässer die sterile Kultur das wichtigste Hilfsmittel darstellen, da sie unabhängig von den Witterungseinflüssen das Studium der lebenden Formen gestattet.

Auch die biologische Analyse des Straßenstaubes, des Detritus in Regenrinnen, von Mulm aus Baumlöchern läßt sich durch Anwendung geeigneter Kulturmethoden erfolgreich durchführen.

Die Anlage der Schlammkulturen erfordert für exakte Untersuchungen genau so die Kenntnis steriler Züchtungsmethoden, wie sie von Bakteriologen und Protistologen zur Erlangung von Reinkulturen geübt werden. Die Gefahr einer Fremdinfektion der Schlammaufgüsse muß aus denselben Gründen, die beim Einsammeln der Proben maßgebend waren, tunlichst vermieden werden. Durch das Eindringen von Keimen, ob nun animalischen oder vegetativen aus dem Staube der Umgebung des Arbeits- und Kulturraumes wird nicht nur das systematische Ergebnis durch fremde Faunen- oder Florenelemente verfälscht, sondern vor allem die Entwicklungsmöglichkeiten der ursprünglichen, durch den Wasserzutritt wiedererweckten Schlammorganismen eingeengt. Der künstlich geschaffene Lebensraum im Kulturgefäß soll ja die natürlichen Verhältnisse möglichst getreu kopieren. Entwickeln sich darin aber typusfremde Organismen, so wird unter deren Einfluß das Milieu geändert, sei es durch Nahrungswettbewerb oder durch raschere Entwicklung und Fortpflanzung der eingedrungenen, meist sehr resistenten kosmopolitischen Formen. Sauerstoffbedürftige Organismen fallen dieser Konkurrenz leicht zum Opfer und vielfach werden sich gerade die typischeren Arten nur sehr kümmerlich oder gar nicht entwickeln. Durch diesen Umstand können die Kulturen ein dem Standort wenig entsprechendes Gepräge erhalten und zu Fehlbeobachtungen Anlaß geben.

Um wirklich einwandfreie Resultate zu erhalten, müssen daher drei wesentliche Forderungen erfüllt sein:

1. Verwendung von sauberen, womöglich sterilisierten Kulturgefäßen.
2. Anfeuchten der Schlammprobe mit sterilem Wasser oder steriler Nährlösung.
3. Verwendung eines dauernd keimdichten Verschlusses während der Kultur.

Die Erfüllung dieser Punkte wurde bisher auf verschiedene, zum Teil sehr unvollkommene Weise zu erreichen versucht. Hier sollen nur jene Methoden angegeben werden, die sich im Laufe eigener Untersuchungen als praktisch und zweckentsprechend erwiesen haben.

Die Wahl eines geeigneten Kulturgefäßes richtet sich zunächst nach der günstigsten Verschlußmöglichkeit und ferner nach der Menge (Volumen) der Schlammprobe, die man ansetzen muß. Für größere Proben und solche, die unter einem höheren Wasserniveau gehalten werden sollen, sind runde, glatte und randlose Elementengläser oder Pulvergläser mit breitem Hals sehr geeignet; für eine kleine Probe verwende ich hochrandige Deckelschalen (Kulturschalen nach Zimmermann). Vor der Verwendung sind die Glasgeräte mit Chromschwefelsäure ($K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$) oder verdünnter Salzsäure gründlich zu reinigen und hierauf mit viel Leitungswasser und schließlich mit destilliertem Wasser auszuspülen. Durch Ausschwenken der Gefäße mit 96%igem Alkohol, dem ein paar Körnchen Jod bis zur hellen Weinbrandfarbe zugesetzt werden, oder auch mit 3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung erreicht man eine genügende Keimfreiheit.[1]) Die alkoholfeuchten Kulturgefäße stellt man auf eine frische Filtrierpapierlage zum Abtropfen, wo sie bald trocken werden.

[1]) Interessante Beobachtungen hat H. Spandl (5) bei Kulturen von *Triops* (= *Apus*) *cancriformis* und *Leptestheria dahalacensis* Rüppel sammeln können.

[1]) Eine Sterilisation durch trockene Hitze ist wegen der Dickwandigkeit der Gefäße nicht anzuraten.

Nunmehr kann man an das Öffnen der trokkenen Schlammproben schreiten. Um den während der Transport- und Aufbewahrungszeit angesammelten Staub auf den äußeren Papierhüllen nicht aufzuwirbeln und für die Manipulation unschädlich zu machen, wischt man die äußere Umhüllung mit einem alkoholfeuchten Wattebausch ab, nimmt die Filtrierpapierlage heraus, entfaltet sie und bringt die Schlammkruste auf den Boden eines trockenen Kulturgefäßes. Sollte sich die Probe nicht loslösen, so genügt meist ein leichtes Biegen des Filtrierpapieres oder Abklopfen, um dies zu bewerkstelligen. Nur bei sehr kleinen Proben, die auf der Unterlage eine dünne feste Kruste bilden, und bei mangelhaft getrockneten und feuchten Proben muß man auch das Filtrierpapier in das Gefäß mitgeben. Es ist selbstverständlich, daß jede einzelne Schlammprobe, selbst wenn sie von ein- und demselben Fundort stammt, in einem eigenen Gefäß untergebracht wird.

Die Wahl eines zweckentsprechenden Wassers zum Angießen der Schlammproben ist für den Erfolg der Kulturen nicht unwesentlich. Hiebei kommen die Beobachtungen über die Beschaffenheit des natürlichen Wassers am Fundort in erster Linie zur Berücksichtigung.

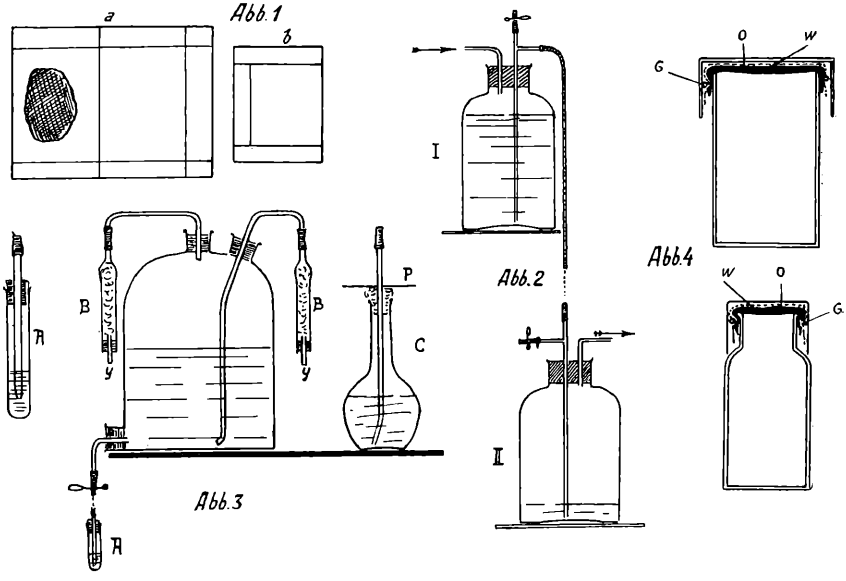


Abb. 1. a = Filtrierpapier vorgefaltet, mit Schlammprobe; b = geschlossen (Original). — Abb. 2. Durchlüftungsapparat. — I = Wasserbehälter, II = Luftbehälter. Die Pfeile geben die Richtung der ein- und ausströmenden Luft an. An diesen Stellen wird bei I die Saugleitung, bei II die Druckluftleitung angeschlossen. — Abb. 3. Vorratsflasche zur sterilen Füllung, Belüftung und Entnahme von Wasser oder Nährlösung (Original). — A = steriler Verschluß der Anzapföffnung. B = Wattefilter; bei y wird an die Druck- bezw. Saugleitung angeschlossen. C = Kolben mit ausgekochtem Wasser für die Entleerung adjustiert, P = runde Pappenscheibe, durch den radialen Schlitz über das Rohr geschoben. — Abb. 4. Steril verschlossenes Kulturgefäß (schem.) Original. — W = Wattelage, O = Organtin oder Filtrierpapier, G = Gummispange

Wir müssen uns stets vor Augen halten, daß das Wasser in der Natur nicht nur das notwendige Lebenselement, sondern vor allem auch eine Nährlösung von spezifischen Eigenschaften darstellt, deren chemische Zusammensetzung — wie Thienemann (7) zusammenfassend dargelegt hat — eine Art regulatorische Wirkung ausübt, indem bei Veränderung der chemisch-physikalischen Eigenschaften auch ein Wechsel der zur Entwicklung kommenden Organismentypen eintritt. Auch die im Schlamm eingeschlossenen Organismen reagieren auf die uns geringfügig erscheinenden Unterschiede des zugesetzten Wassers in bezug auf Reaktion (H-Ionenkonzentration), Salzgehalt, die Menge des gelösten O_2 und der CO_2, kurz auf den physiologischen Charakter des Mediums. Es ist klar, daß für Schlammproben aus einem nährstoffarmen Gewässer von oligotrophem Typus andere Bedingungen geschaffen werden müssen als für Schlammproben aus einem Abwasser führenden Vorfluter. In der künstlichen Kultur lassen sich freilich diese Bedingungen nur selten so weit reproduzieren, daß sie den natürlichen völlig entsprechen. Dies ist eine Aufgabe, die erst im Zusammenhang mit einer systematischen Erforschung des Chemismus der Gewässer gelöst werden muß (vergl. Thienemann). Allgemein gültige Vorschriften lassen sich daher nicht geben. Für die praktischen Bedürfnisse genügt es meist im Ansatz den allgemeinen Charakter der Fundstelle zu wahren und dem natürlichen Biotop anzugleichen.

Im Sinne dieser prinzipiellen Überlegungen ist es also nicht gleichgültig, was für ein Wasser man zur Befeuchtung der Schlammproben verwendet. Leitungswasser, wenn es gefaßtes Quellwasser ist, läßt sich nur dann gebrauchen, wenn es kein „hartes" Wasser ist und durch Fließen in Metallröhren nicht giftig (oligodynamisch) wirkt. Bei Leitungswasser, das durch Filtration von Grund- oder Flußwasser gewonnen wird, entfällt der erste Einwand. Destilliertes Wasser, wie es vielfach zum Ansetzen der Proben empfohlen wird, enthält ein Minimum an Salzen, die es zwar teilweise und nur allmählich aus dem Schlamm wieder aufnimmt, ohne aber dadurch den hypotonischen Charakter ganz zu verlieren. Auch ist das Lösungsvermögen für die biologisch wichtigen Gase stark vermindert. Bedenklicher ist der Gehalt an

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Schwermetallspuren (Cu!), die aus dem Destillationsapparat aufgenommen werden und eine allgemeine Verwendung des destillierten Wassers nur nach sorgfältiger Prüfung auf Giftfreiheit gestattet. Wer sich destilliertes Wasser selbst herstellt und aus Glaskolben durch Glaskühler destilliert, kann dieses, mit geeigneten Nährsalzen versetzt, zum Ansetzen der Kulturen verwenden. Ist die Zusammensetzung des Wassers der Fundstelle nach einer vollständigen quantitativen Analyse bekannt, so kann man die Nährsalze in entsprechender Konzentration zusetzen. Ist dies nicht der Fall, so stellt man sich geeignete Nährlösungen wie sie für Algenkulturen gebräuchlich sind, z. B. nach dem Rezept von Beneckе (evtl. 10—40fach verdünnt!) her. Ich verwende mit Vorliebe Nährlösungen, die reines destilliertes Wasser und einen Zusatz von verdünnter Erdabkochung enthalten. An Stelle von Erde kann man auch einen Teil der Schlammprobe extrahieren. Manchmal leistet auch ein Torfabsud als Zusatz gute Dienste.

In den meisten Fällen wird man aber auch mit gewöhnlichem Regen- oder Flußwasser sein Auskommen finden. Dieses läßt man zunächst in größeren Glasbehältern ruhig stehen, bis es klar geworden ist. Die Sterilisation wird am einfachsten mittels Druckfiltration durch ein Berkefeld-Filter erreicht. Das entkeimte Wasser kann direkt zum Angießen der Schlammproben verwendet werden.

Wem ein derartiger Apparat nicht zur Verfügung steht, muß das Wasser durch Auskochen sterilisieren. Man hebert das Wasser in 1½ Liter fassenden Kochkolben, die zu Dreiviertel gefüllt werden, verschließt mit einem lockeren Wattebausch und erhitzt im Dampfsterilisator oder auch in einem Dampftopf für Fruchtkonserven (Weck- oder Rex-Apparat) eine halbe bis eine Stunde bei 100° C Thermometeranzeige. Nach dem Abkühlen ist das Wasser noch nicht gebrauchsfertig. Durch die Sterilisation sind die gelösten Gase O_2 und CO_2 ausgetrieben worden und müssen durch „Belüftung" wieder bis zur Sättigung eingeführt werden.

Die Belüftung des sterilisierten Wassers und der Nährlösung muß derart erfolgen, daß die Keimfreiheit gewahrt bleibt und der Luftstrom in seinem natürlichen Mischungsverhältnis, also nicht durch Dämpfe oder andere Gase (z. B. Leuchtgas) verunreinigt, eintreten kann.

Auch ist es nicht gleichbedeutend, ob der Luftstrom durch das Wasser durchgesaugt oder durchgedrückt wird. Steht das Wasser unter negativem Druck bei Anwendung z. B. einer Wasserstrahlpumpe, so wird gleichzeitig die Löslichkeit der Gase stark herabgesetzt und eine Absättigung des Wassers mit O_2 und CO_2 erst nach langdauernder Belüftung erreicht. Viel rascher und sicherer kommt man durch Druckbelüftung zum Ziel.

Hiezu eignet sich eine einfache Apparatur, wie sie auch zur Belüftung von Aquarien vielfach verwendet wird und die man aus Gurkengläsern, Kork- oder Gummistopfen, Glasröhren und Kautschukschläuchen leicht zusammenbauen kann (s. Abb. 2).

Die Inbetriebsetzung erfolgt durch Ansaugen der Flüssigkeit durch den seitlichen Ansatz des unteren T-Rohres, bis Heberwirkung eintritt und das Wasser aus der oberen Flasche (*I*) in die untere strömt. Ist die untere Flasche gefüllt, so wechselt man Lage und Verbindung der Flaschen und kann von neuem den Kreislauf beginnen lassen.

Je höher der gefüllte Wasserbehälter (*I*) steht, desto stärker ist die Druckwirkung der im Luftbehälter (*II*) eingeschlossenen Luft; die Regulierung der Einströmgeschwindigkeit des Wassers und damit der Saug- bezw. Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft erfolgt durch einen Schraubenquetschhahn, der stets auf die zu benützende Luftleitung aufgesetzt werden muß! Um ein gutes Funktionieren zu erreichen, müssen sowohl Stopfen als auch Schlauchverbindungen luftdicht sein; bei geschlossener Luftein- oder Ausströmöffnung darf sich der Wasserspiegel des in Tätigkeit befindlichen Apparates nicht verändern.

Die Belüftung des sterilisierten Wassers erreicht man im Prinzip in der Weise, daß man den Kolben mit sterilisiertem Wasser oder Nährlösung mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen verschließt, durch dessen eine Bohrung das Durchlüftungsrohr in Verbindung mit einem Wattefilter bis zum Boden der Flasche geht, während die andere mit einem kurzen Glasrohr verschlossen ist, das ebenfalls mit lockerer Watte angefüllt wird. Die Luftzuführung des Durchlüftungsapparates wird mit dem Wattefilter durch einen Kautschukschlauch verbunden. Die durchströmende Luft wird beim Passieren der Watte keimfrei gemacht, steigt durch die Flüssigkeit auf und entweicht durch das kurze Glasrohr. Die Füllung des letzteren mit Watte soll verhindern, daß Keime von außen in die Flasche gelangen. Kurz vor der Verwendung sind sowohl Gummistopfen als auch Glasröhren (ohne Watte) durch Auskochen in Wasser zu sterilisieren.

Um diese Operationen nicht so oft ausführen zu müssen, empfiehlt es sich, das sterilisierte Wasser in eine größere Vorratsflasche einzufüllen und darin zu belüften.

Als Vorratsgefäß benütze ich eine etwa 5 Liter fassende dreifach durchbohrte Wulffsche Flasche, doch läßt sich dieselbe Wirkung auch mit einer weithalsigen Flasche erreichen, die mit dreifach durchbohrtem Gummistopfen verschlossen wird. Nach gründlicher Reinigung und Ausschwenken mit Alkohol wird die untere Durchbohrung der Flasche mit einem Gummistopfen mit Glasknie versehen; daran wird ein Kautschukschlauch gesteckt, der mit einem Mohrschen Quetschhahn verschlossen werden kann und am anderen Ende ein Glasrohr trägt. Diese Leitung wird entweder durch Auskochen oder mittels Durchspülens mit Alkohol keimfrei gemacht. Die Ausströmungsöffnung, über die ein passendes, durch einen Kork gehaltenes Reagenzglas gesteckt wird, taucht in Alkohol und gewährleistet einen dauernd keimdichten Verschluß (s. Abb. 3 A).

Die Scheitelöffnung wird gleichfalls mit einem Gummistopfen und einem zweimal gebogenen Glasknie verschlossen. An die äußere Öffnung wird mittels eines kurzen Gummischlauchstückchens ein Wattefilter angeschlossen. Dieser wird aus einem Chlorkalziumtrockenröhrchen durch dichtes, aber nicht zu festes Einstopfen von steriler Verbandwatte hergestellt und durch trockene Hitze sterilisiert. Die breite Öffnung wird mit einem Gummistopfen mit kurzem Glasrohr verschlossen; in Verbindung mit der Ansaugöffnung des Durchlüftungsapparates (Flasche *I* in Abb. 2) kann daher die Füllung der Vorratsflasche jederzeit erfolgen.

Durch das dritte seitliche Rohr führt das Belüftungs- oder Füllungsrohr durch einen Gummistopfen bis auf den Boden der Flasche. Daran schließt man nun unter möglichst sterilen Bedingungen ein Glasrohr, das in den Kolben mit frisch ausgekochtem Wasser reicht. Der Hals des Kolbens wird mit einem Bausch steriler Verbandwatte verschlossen und als Schutz gegen einfallende Keime eine alkoholfeuchte runde Pappenscheibe mit radialem Einschnitt darüber geschoben. (Abbildung 3 C.)

Durch Ansaugen der Luft durch das Wattefilter, das an der Scheitelöffnung angebracht ist, wird der Inhalt der Flasche in das Vorratsgefäß gebracht.

Die Belüftung des Wassers erfolgt durch dasselbe Rohr, an das ebenfalls ein Wattefilter mit Gummistopfen und kurzem Glasrohr angeschlossen wird. Letzteres wird bei genügender Füllung der Vorratsflasche mit der Druckluftleitung des Belüftungsapparates verbunden, die Luft strömt dann langsam ein. Da bei dem größeren Volumen des Wassers die im Luftbehälter eingeschlossene Luft nicht zur ausreichenden Belüftung genügt, müssen die Flaschen mehrmals umgestellt werden.

Das auf diese Weise durchlüftete keimfreie Wasser kommt nun in die mit den Schlammproben versetzten Kulturgefäße, die nach dem Ansetzen sofort verschlossen werden müssen.

Weder nach der von Kammerer angewandten Methode, mit Spermazetpflaster und Pergamentpapier, noch mit der von Spandl mit Baumwachs oder Vaseline und einer aufgeschliffenen Glasplatte läßt sich ein befriedigender Verschluß der Kulturen erreichen. Durch das luftdichte Abschließen wird der Gasaustausch unterbunden und in den Kulturen Bedingungen geschaffen, die sicher nicht den natürlichen Verhältnissen entsprechen. Auch wird die Zugänglichkeit der Kulturen durch den umständlichen Verschluß nicht erleichtert, ebensowenig ein dauernder Schutz gegen Verunreinigung und Staub erzielt. Verwendet man jedoch als Verschlußmaterial eine Lage Watte, so stehen die Kulturen unter Ausnützung der beiden wesentlichen Eigenschaften der Watte — Keimdichte bei gleichzeitiger Luftdurchlässigkeit — sowohl im natürlichen Gasaustausch mit der umgebenden Atmosphäre als auch unter einem praktisch ausreichenden Schutz vor Fremdinfektion.

Die Wattelage[1]), die natürlich möglichst intakt sein muß, wird über das Element- oder Einsiedeglas gebreitet und derart kreisrund beschnitten, daß ein überstehender Rand von etwa 3—5 cm verbleibt. Über die Watte wird ein etwas größeres rundes Stück Organtin oder Filtrierpapier gelegt, über den Glasrand nach unten gestrichen und die Kappe in dieser Lage mit einer darüber gezogenen Gummispange fixiert (Abb. 4). Über das Kulturgefäß stülpt man eine passende hochrandige Kristallisierschale, die das Verstauben verhindern soll und zwischen äußerer und innerer Atmosphäre einen „windstillen" Raum schafft, der ein seitliches Eindringen von Keimen unmöglich macht. Derartig verschlossene Kulturen sind leicht zugänglich und benötigen keine künstliche Belüftung.

Die kleinen Kulturschalen, die nicht eigens verschlossen werden müssen, halte ich in Reihen übereinander geschichtet unter einem Elementenglas als Glasglocke, das auf einer Filtrierpapier- oder Wattelage in einem Untersatz steht.

Die Kulturgefäße werden an einem Platz aufgestellt, der am besten nur Morgensonne erhält. Gegen übermäßige Erwärmung und direkte Sonnenbestrahlung sind die Kulturen zu schützen. Nach den Untersuchungen von H. Spandl treten zwar in periodischen Gewässern (flachen Tümpeln) sehr bedeutende Temperaturdifferenzen auf, doch wird man solche Extreme im Laboratorium vermeiden, um so mehr, wenn es sich um Schlammproben aus größeren Gewässern handelt.

Die Kulturen müssen bald nach dem Ansetzen kontrolliert werden. In welch kurzer Zeit die Anabiose unterbrochen werden kann und die im Schlamm eingetrockneten Formen zu neuem Leben erwachen, zeigt folgende Tabelle, die von H. Spandl nach Proben von Schlamm aus dem Mündungsgebiet der Donau aufgestellt wurde. Die Angaben enthalten die Artenliste und die Zeitspanne nach dem Aufguß, in der die erste Form der entsprechenden Art gefunden wurde.

Es wäre wünschenswert, auch bei anderen Organismen derartige Untersuchungen über den Zeitpunkt der Wiederbelebung anzustellen und ebenso die Dauer der Trockenresistenz und ihren Einfluß auf die Wiederbelebungszeit zu prüfen.

Nur jene Organismen, die wenige Stunden nach dem Anfeuchten nachweisbar sind, waren im Zustande der Trockenstarre, während die nach längerer Inkubationszeit auftretenden Formen als Dauerstadien, Eier, Zysten, Sporen u. ä. mehr im Schlamm enthalten waren.

In Kulturen, die längere Zeit stehen, tritt daher eine lebhafte Entwicklung der verschiedensten Mikroorganismen ein und gewähren

[1]) An Stelle der teuren Baumwollwatte kann man ebensogut die wohlfeilere Zellstoffwatte benützen.

Art	30 min.	1 h	1 h 30 m	2 h	2 h 30 m	3 h	3 h 30 m	4 h
Eosphora digitata Ehrb.	—	—	—	—	—	—	—	+[1])
Notommata silpha Gosse						+[1])		
Gastropus stylifer Imhof			+					
Synchaeta oblonga Ehrb. ..			+					
Synchaeta tremula O. F. M.			+					
Epiphanes senta O. F. M.	+							
Polyarthra trigla Ehrb.	+							
Adineta oculata Milne.		+						
Rotaria citrina Ehrb.	+							
Rotaria macrura Ehrb.	+							
Rotaria neptunia Ehrb.						+[1])		
Habrotrocha lata Bryce	+							
Macrotrochaela plicata Bryce				+				
Philodina roseola Ehrb.	+							
Philodina citrina Ehrb.	+							
Philodina megalotrocha Ehrb.			+					
Lepidoderma ocellatum Metschn.		+						
Eucypris pubera O. F. M. .				+				
Herpetocypris reptans Baird. .	+							
Candonocypris ferdinandi Lind..				+				
Cyclops leuckarti Claus	+							

einen den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Einblick in den Wechsel der aufeinander folgenden, neu auftauchenden und sich verdrängenden Organismentypen.

Die Mikrophyten sind durch kleine einzellige Grünalgen vertreten, die durch O_2-Produktion für die Erhaltung des Gasgleichgewichtes sorgen und eine wichtige Nahrungsquelle darstellen. Auch Diatomeen und manchmal Zyanophyzeen und Flagellaten entwickeln sich üppig. Eine biologische Auswertung der pflanzlichen Vertreter der Schlammbewohner steht noch aus.

Besser bestellt ist es mit der Kenntnis der Mikrofauna, da die Schlammorganismen wiederholt von Zoologen und Hydrobiologen in den Kreis der Untersuchungen gezogen wurden. Unter den aufkommenden Formen sind fast alle Typen der Süßwasserfauna vertreten, Protozoen, Rhizopoden und Ziliaten, Rotatorien, Gastrotrichen, Tardigraden, Oligochäten, Euphyllopoden, Kladozeren, Ostrakoden und Kopepoden in reicher Zahl.

Besonders jene Tierformen, wie Protozoen und Rotatorien, die wegen ihrer schlechten Konservierungsmöglichkeit sonst gar nicht oder nur unvollkommen nachgewiesen werden können, lassen sich in der Kultur sehr gut beobachten. Überhaupt erhält man bei einer genauen Protokollführung und regelmäßigen Untersuchung der Aufgüsse eine überraschend reichhaltige Artenliste, wie sie auf andere Weise kaum so vollständig zusammengebracht werden kann.

Für die große wissenschaftliche Bedeutung der Schlammkultur ist aber nicht allein die systematische Ausbeute maßgebend, sondern der Wert liegt vor allem in der Möglichkeit, die Kulturobjekte unabhängig von geographischen und Witterungsfaktoren im lebenden Zustand untersuchen und ihre Entwicklung in vivo verfolgen zu können. Das konservierte Material bietet nur einen engen Ausschnitt aus dem Lebensraum, seine „Momentphotographie" dar, während die Kultur den Ablauf der natürlichen Lebensvorgänge wie ein „abrollender Film" auf kleinen Raum projiziert.

Die Schlammkultur ist nicht nur ein wichtiges Hilfsmittel zur biologischen Erforschung der Gewässer, sondern dazu berufen, unsere Kenntnis über die Entwicklung der Mikroflora und -fauna des Wassers zu erweitern und zu vertiefen.

[1]) Sicherlich früher erschienen, doch erst später gefunden.

Literatur.

1. Kammerer, P., Über Schlammkulturen. Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. 2, 1907.
2. Kostka, G., Praktische Anleitung z. Kultur d. Mikro-Organismen. Handb. f. prakt. naturw. Arbeit. Bd. 18/19, 1924.
3. Kostka, G., Die Reinkultur niederer Tiere. Mikrokosmos XIX., 1925/26, S. 165.
4. Spandl, H., Die Tierwelt vorübergehender Gewässer Mitteleuropas. Arch. f. Hydrobiologie. Bd. 16, 1925.
5. Spandl, H., Wissenschaftliche Forschungsergebnisse aus dem Gebiet der unteren Donau und dem Schwarzen Meere. II. Die Süßwasser-Mikrofauna. Arch. f. Hydrobiologie. 16. Bd. 1926.
6. Steiner, G., Untersuchungsverfahren und Hilfsmittel z. Erforschung der Lebewelt der Gewässer. Handb. d. mikroskopischen Technik, Bd. 7/8, 1919.
7. Thienemann, A., Die Binnengewässer Mitteleuropas, Stuttgart 1926. Schweizerbarth.

Neue Untersuchungen über die Trennungsgewebe zur Ablösung pflanzlicher Organe

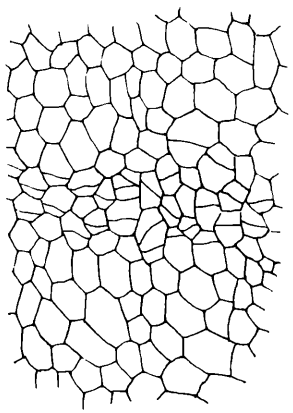
Von Dr. **H. Pfeiffer,** Bremen

IV. Ueber die Trennungsgewebe zur Abgliederung von Knospenschuppen

Bis vor etwa 50 Jahren, als Mikosch[1]) zuerst anatomische Untersuchungen darüber veröffentlichte, war der Bau pflanzlicher Knospendecken fast ganz unbekannt. Sehen wir von der rein morphologischen Literatur (H. L. Duhamel du Monceau, H. Wydler, A. Henry usw.) ab, so finden sich nur gelegentlich in botanischen Lehr- und Handbüchern der damaligen Zeit (H. F. Link, Fr. J. F. Meyen, J. Schleiden usf.) knappe Angaben. Höchstens kann noch auf Schacht[2]) verwiesen werden, der auf die Einfachheit und Einförmigkeit der Anatomie der Tegmente verweist, ihren Bau aus mehrminder dickwandigen Parenchymelementen beschreibt und das Fehlen von Spaltöffnungen (zu Unrecht) in beiden Oberhäuten erwähnt. Nachdem Mikosch[3]) die Grundzüge der Anatomie beschrieben hatte, haben neuerdings auch Burger[4]) und Lewis und Dowding[5]) die Anatomie der Knospenschuppen untersucht. Burger beschäftigt sich hauptsächlich mit der Kutinisierung der äußeren und der Harzsezernierung an der inneren Epidermis, während sich die Untersuchungen der beiden Engländer beinahe mit der Beschreibung der Knospenscheide („crown"), ihrer Gliederung in Zuwachszonen, dem Pektingehalt ihrer Zellwandungen und deren Tüpfelung erschöpfen. Die Erscheinungen des Abwurfes der Knospenschuppen (Tegmente) sind also noch nicht untersucht worden.

Morphologisch entsprechen die Knospenschuppen bekanntlich dem Blattgrunde. Mit der Streckung des Sprosses rücken sie vielfach nur etwas auseinander (Blattmetamorphose bei *Koelreuteria paniculata* Laxm.) oder finden sich noch lange Zeit am Grunde des jungen Sprosses (*Juglans* L., *Fraxinus* L.). Der Abwurf erfolgt dann kurz vor oder mit den Laubblättern. Etwas früher vollzieht er sich dagegen bei *Sorbus* L., *Aesculus* L. u. a. Bei wenigen Arten von *Salix* L. werden die Knospenschuppen erst von dem sich streckenden Laubsprosse abgehoben.

Sehen wir von den allerdings sehr häufigen Fällen ab, in denen die Knospenschuppen passiv unter Einwirkung organismischer und atmosphäriler Einflüsse entfernt werden, so findet sich zum Abstoß auch der Knospenschuppen ein Trennungsgewebe (s. Abb.), das natürlich demjenigen des Blattgrundes (Blattstieles) entspricht. Freilich ist dieses Trennungsgewebe sehr arm an Differenzierungen. Bei typischer Ausbildung zeichnen sich die Trennungszellen, die sich von den benachbarten Elementen nur wenig durch die geringere Größe abheben, durch reichen Gehalt an Plasma und oft auch an Chlorophyll und Stärke(?) aus. Da der Gesamtkörper der Tegmente bis zum Ableben noch erheblich wächst, finden auch in den kleinen abgerundeten Trennungszellen manchmal noch Teilungen statt, die jedoch vor Erreichung der Auswachsgröße aufhören. Trotz dieser Eigentümlichkeiten haben wir den Ursprung des Trennungsgewebes als primär anzusehen. Gegenüber ähnlichen primären Ablösungseinrichtungen an höher differenzierten Blättern ist jene Zone hier übrigens ganz besonders arm an Interzellularen.



Die Trennungszone am Grunde der Keimblätter von *Helianthus tuberosus* L.; beiderseits des durch zahlreiche Sekundärteilungen in den Zellen auffallenden Trennungsgewebes ein wenig verändertes, kaum umdifferenziertes (metaplasiertes) Grundparenchym. (Original)

Der Mechanismus der Ablösung ist noch nicht ganz klar. Zum Teil ist bei ihm sicher der Unterschied im Turgordrucke der Protoplasten der Trennungszellen und jener der benachbarten Elemente beteiligt, wie aus der Lockerung der Trennungszellen, die unverletzt aus dem Verbande treten, hervorgehen mag. Aber schon die Feststellung höchstens sehr geringer Unterschiede im Turgordruck (Messungen vor und gleich nach dem Abwurf) läßt erkennen, daß noch ein anderer Faktor bei dem Geschehen mitwirkt. Wir dürfen ihn vermutlich in dem Wachstum des Laubsprosses sehen, wodurch passiv die Knospenschuppen

---

[1]) K. Mikosch, Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Knospendecken dicotyler Holzgewächse, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Cl. 1877. **74**, Abt. I, 723—755 (3 Taf.).

[2]) H. Schacht, Anatomie und Physiologie der Gewächse, **2**, Berlin 1859 (515 S., 5 Taf.); s. besonders S. 97 u. 98.

[3]) A. a. O., S. 726 f., 753.

[4]) D. Burger, Beiträge zur Lebensgeschichte der *Populus tremula* L., Dissert. Zürich 1920 (79 S., 33 Fig.); vgl. hauptsächlich den 2. Abschnitt!

[5]) F. J. Lewis and E. S. Dowding in Ann. of Bot. 1924. **38**, 217—228.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

abgedrängt werden und wegen der geringen Wachstumsfähigkeit ihres Grundes gelockert werden müssen. Die Ähnlichkeit mit den Erscheinungen des Laubfalles beim Treiben der Pflanzen wird nun noch dadurch erhöht, daß auch die für solche Vorgänge charakteristischen schlauchförmigen[1]) Zellformen zum mindesten angedeutet werden. An der Trennungsfläche sind die Elemente sogleich nach dem Abstoße nämlich nicht mehr isodiametrisch, sondern senkrecht zur Abgliederungsebene ein wenig gestreckt. Solche Befunde gaben den ersten Anlaß, beim Treiblaubfall und beim Abwurf der Tegmente den Wachstumsmechanismus als eine besondere Ablösungseinrichtung zu unterscheiden, die trotz gleichzeitigen Vorkommens mit dem Turgormechanismus einen eigenen Typus darstellen soll.[2]) Der Wachstumsmechanismus (Accessionsmechanismus) gründet sich danach auf die Voraussetzung gleitenden Wachstums zwischen den Trennungselementen. Sicher findet sich dieser Mechanismus nicht nur zur Unterstützung des Turgormechanismus in den angegebenen Fällen, sondern auch zugleich mit passiven Trennungs- und aktiven Bewegungsmechanismen an den Brutkörpern von Farnen (ob auch bei solchen von Moosen?). Im einzelnen ist seine Verbreitung indessen noch durchaus unbekannt.

In der Verheilung der beim Abstoß der Knospenschuppen auftretenden „Wunden" scheinen in den erwähnten Beispielen größere Unterschiede zu bestehen. Teilweise findet sich eine histologisch gut vorbereitete Vernarbung analog den entsprechenden Erscheinungen bei periodischer Entblätterung; häufiger aber fehlt jede histologische Andeutung einer Verheilung des Knospenschuppengrundes, ist somit Übereinstimmung mit den Ablösungsvorgängen von vielen Blütenorganen (Kronblätter, Kelchblätter usw.) zu konstatieren.

Es finden sich also bei der Untersuchung der Abgliederungserscheinungen der Knospenschuppen und anderer niederer Blattformen[1]) noch viele Arbeitsmöglichkeiten, die mit verhältnismäßig geringen Hilfsmitteln wertvolle Ergebnisse versprechen. Die Untersuchungen werden sich fürs erste vor allem mit frischen Organen befassen, so daß im wesentlichen nur Freihandschnitte herzustellen sind. Übrigens sind ganz besonders Färbungs- und Reaktionsversuche zur Untersuchung der Membranen der Trennungs- und benachbarter Zellen stets auszuführen, um Verholzungen, Kutinisierungen usw. nicht zu übersehen.

[1]) Vgl. H. Pfeiffer Mikrokosmos 1924/25. **18**, 28, 30.

[2]) H. Pfeiffer, Die Trennungsgewebe, in K. Linsbauers Handb. d. Pflanzenanat., I. Abt., 2. Teil, **7**, Berlin (im Druck).

[1]) H. Pfeiffer, a. a. O., S. 49—53.

Die sogenannte Fettschicht der Aquarien

Ein lohnendes Studienobjekt für Naturfreunde

Von **Ewald Klemm,** Karlsbad

Eine dem Aquarianer recht unerwünschte Erscheinung ist die sogenannte Fettschicht an der Oberfläche unseres Sees im Glase. Als dünnes, graues Häutchen überzieht sie gar oft die vorher spiegelblanke Wasserfläche und ist meist nur durch mechanische Mittel, hauptsächlich durch ständige Bewegung und Durchmischung des Wassers mittels einer Durchlüftungsanlage oder eines Springbrunnens zu vermeiden. Der Ärger, den sie dem Aquarienbesitzer verursacht, wird aber wettgemacht durch die in ihr enthaltene reiche Fülle von Beobachtungsmaterial für den mikroskopierenden Naturfreund und ein solcher sollte eigentlich jeder Aquarianer sein. Präparate, wie man sie sonst oft nur nach mühevoller Vorarbeit erhält, liegen in der Fettschicht unserer Aquarien nahezu fertig vor; dabei wechselt das mikroskopische Bild bei jedesmaliger Untersuchung und man wird nicht müde, immer wieder aufs neue auf Entdeckungsfahrten in dieser so eng begrenzten Wunderwelt auszugehen.

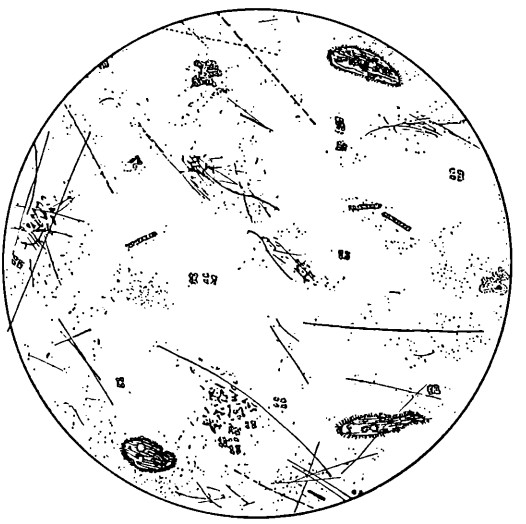
Durch die Bezeichnung „Fettschicht" könnte man leicht irregeführt werden und vielleicht meinen, es handle sich hier um wirkliche, in dünner Schicht auf der Wasserfläche verteilte Fettstoffe. Der Name rührt aber nur von einer äußerlichen Ähnlichkeit im physikalischen Verhalten mit solchen echten Fettschichten her, nämlich der allen sehr dünnen Häutchen zukommenden Fähigkeit des Irisierens im auffallenden Licht und den durch die Oberflächenspannung zu erklärenden Zähigkeitserscheinungen. Nach eingehenden chemischen Untersuchungen von A. Müller, Magdeburg, lassen sich Fettstoffe in der sogenannten Fettschicht unserer Aquarien nicht nachweisen.

Woraus setzt sich nun aber die Fettschicht unserer Aquarien zusammen? Die Beantwortung dieser Frage soll im folgenden versucht werden. Zuvor aber mögen noch einige Winke für die Methoden der mikroskopischen Beobachtung dieser Erscheinung gegeben werden. Ein fettfreies, blank geputztes Deckgläschen legt man mittels einer Pinzette vorsichtig langsam auf die Fettschicht auf, hebt es gleich wieder von der Seite her ab und legt es mit der beschickten Seite nach unten auf einen bereit gehaltenen, reinen Objektträger. Zur Vermeidung der Verdunstung der geringen Wassermenge umrandet man das Deckglas mit Vaselin. Ein zweites beschicktes

Deckglas bringt man in gleicher Weise über die Höhlung eines ausgeschliffenen Objektträgers und stellt wieder eine Umrandung mit Vaselin her. So erhält man zwei Präparate, deren eines durch den Deckglasdruck zu schnell bewegliche Objekte in ihrer Bewegung hemmt, während das andere volle Bewegungsfreiheit im hängenden Tropfen gewährt. Wie bei allen mikroskopischen Untersuchungen sucht man zunächst durch Betrachten der Präparate mittels schwacher Objektive und Okulare, die ein großes Gesichtsfeld haben, einen Überblick zu erlangen, um dann Einzelheiten mit stärkeren Vergrößerungen zur Anschauung zu bringen.

In den meisten Fällen wird man wohl zunächst von der Vielgestaltigkeit und bunten Fülle des Gesehenen verwirrt sein. Ein richtiger Hexensabbat tollt da in dem engen Raum zwischen Objektträger und Deckglas vor unserem erstaunten Auge herum. Meist überwiegen die mannigfaltigsten Arten von Bakterien, sie bilden in 90 von 100 Fällen den Hauptbestandteil unserer Fettschicht. Fast alle Formen der Bakterien sieht man in buntem Durcheinander, teils in lebhaftester Eigenbewegung, teils nur in pendelnder Molekularbewegung, manche auch seßhaft. Wer sich ein Gesamtbild aller Bakterienformen vor Augen führen will, kann sich kaum ein geeigneteres Studienobjekt auswählen. Neben den bekannten Stäbchen schlängeln sich verschieden gedrehte Spirillen dahin, kugelige Kokken, manchmal zu schönen Perlenschnüren verbunden, sieht man neben den sogenannten Warenballen (*Sarcina*) liegen. Andere wieder bilden traubenartige Verbände und dazwischen wimmeln die begeißelten Einzelindividuen umher. Noch eindrucksvoller gestaltet sich das ganze Bild bei der Betrachtung im Dunkelfeld. Wie ein Zaubergarten in märchenhaftem Glanz erscheint da unsere Kahmhaut vom Aquarium, belebt von den wunderlichsten Gestalten. Ein Immersionssystem läßt nun auch mühelos die sonst schwer sichtbaren Bakteriengeißeln erkennen. Dieses fabelhafte Bild zieht jeden in seinen Bann und wie staunt man erst, wenn man hört, daß in einem Tausendstel Gramm der getrockneten Fettschicht 6 Millionen Bakterien enthalten sind. Darnach kann man sich kaum mehr vorstellen, wie groß die Anzahl in einer ganzen Schicht wohl sein mag. Auf diesem in steter Bewegung befindlichen Bakterienteppich tummelt sich noch eine bunte Gesellschaft der verschiedensten Urtierchen als mehr zufällige Gäste. So wird man wohl selten Amöben vergebens suchen. Doch es ist nicht ganz leicht, sie von der Umgebung zu unterscheiden. Am ehesten gelingt es noch bei Dunkelfeldbeleuchtung oder bei Benützung einer ganz engen Kondensorblende. Daneben gibt es zierliche Glockentierchen an langen Stielen, hurtige Muschel- und Pantoffeltierchen und das ganze übrige Heer der Geißel- und Wimperinfusorien mit ihren bizarren Gestalten. Wenn man Glück hat, kann man vielleicht auch einmal den argen Räuber unter den Urtieren, das sonderbare Kesseltierchen zu Gesicht bekommen. — Dabei wird man eine bestimmte Art von Urtierchen, die heute zahlreich in der Fettschicht vorhanden war, morgen vielleicht schon vergebens darin suchen, während inzwischen wieder neue Formen unser Interesse wachhalten. Bei günstigen Lichtverhältnissen, besonders im Frühjahr, wird man auch vereinzelt Grünalgen, Zieralgen und Blaualgen im Bereich der Fettschicht antreffen. Und so wechselt das mikroskopische Bild der sonst so verpönten Fettschicht kaleidoskopartig. Wir haben darin eine ganz eigenartige Lebensgemeinschaft mikroskopischer Lebewesen vor uns, ein sogenanntes Zoogloea- oder Palmella-Gebilde.

War das bisher Geschilderte gewissermaßen das typische Bild einer Fettschicht unserer



Die Fettschicht eines Aquariums bei ungefähr 500facher Vergrößerung, nach der Natur gezeichnet von W. Reinhard. Erklärung im Text

Aquarien, so fehlt es doch auch nicht an zahlreichen Ausnahmsfällen, die nicht weniger interessant zu beobachten sind. Da werden wir manchmal durch einen herrlichen Goldglanz überrascht, die ganze Oberfläche unseres Aquariums scheint mit flimmerndem, gleißendem Goldstaub bestreut zu sein, wenn wir von der Lichtseite her ins Becken blicken. Betrachtet man aber die Wasseroberfläche von der Gegenseite aus, so ist wieder nur das graue Häutchen da, die üble Fettschicht. Rasch ein Deckglas zur Hand, in wenigen Minuten ist das Präparat fertig, doch ach, unterm Mikroskop sieht man nichts mehr von dem Goldschimmer, aus vielen Luftbläschen arbeiten sich winzige, grünlichgelbe Kügelchen heraus und eilen flink durch das Gesichtsfeld. Wir haben die goldige Wasserblüte, hervorgerufen durch *Chromulina Rosanofii* Wor. vor uns. Eine ausführliche Arbeit über diese reizende Erscheinung findet man auf S. 1 u. f. im 9. Jahrgang dieser Zeitschrift.

Eine mehr bräunliche Färbung der Aquarien-Kahmhaut deutet auf eine Zusammen-

setzung aus Kieselalgen hin und in vielen Fällen liegt eine Reinkultur einer einzigen Art vor, wie man sie sonst nur selten einmal antrifft. Gar niedliche Schiffchen reihen sich da aneinander, lange Ketten winden sich, symmetrisch geordnet, durch das Gesichtsfeld und die verschiedensten Ornamente rufen durch ihre vornehme Einfachheit das Entzücken des Beschauers wach. Wer sich genauer über die Namen und Artzugehörigkeit dieser zierlichen Gebilde aus Kiesel unterrichten will, sei auf das Bestimmungsbuch von Hustedt, die Süßwasserdiatomeen verwiesen. Wenn man sich die Mühe nimmt, die Anzahl der einzelnen Diatomeenzellen im Quadratmillimeter mit Hilfe eines Netzmikrometers zu bestimmen, so wird man auch hier wieder zu erstaunlich hohen Zahlen kommen. Für den Sammler von Kieselalgen bietet sich die Möglichkeit, Formen, die sonst nur zerstreut vorkommen, hier oft in großer Menge und Reinkultur zu erhalten. Besonders häufig traten solche Diatomeen-Häutchen in einem ohne Durchlüftung gehaltenen Seewasseraquarium auf. — Aber auch blaugrüne Algen, besonders Oscillatorien, bilden, wie in der Natur draußen auf Teichen und Seen, so auch in unserem Aquarium daheim hin und wieder eine dichte Haut, doch scheinen die Bedingungen gerade für diese Arten im Zimmeraquarium weniger günstig zu liegen. Dagegen kommen in hellstehenden Behältern öfter Häutchen aus einzelligen Grünalgenarten vor und auch hier findet man oft seltenere Formen fast rein in größerer Menge beisammen. Natürlich treten auch die zuletzt angeführten Algengruppen vergesellschaftet in den Aquariumhäutchen auf, so daß es niemals an Abwechslung fehlt. Als Bestimmungsbücher können die von Migula verfaßten bestens empfohlen werden.

Für den Aquarianer erhebt sich auch die Frage nach der Bedeutung dieser Fettschichten für den Aquarien-Haushalt. Daß die vorwiegend aus Algen zusammengesetzten Häutchen wegen ihrer Sauerstofferzeugung für die Fische eher nützlich als schädlich sind, ist ja klar. Anders freilich liegt die Sache bei den aus Bakterien und Infusorien bestehenden Fettschichten. Diese können wohl, besonders in den lichtarmen Wintertagen, durch Beeinträchtigung des Gasaustausches an der Wasseroberfläche für stark bevölkerte Aquarien gefährlich werden. Man kann sie aber, auch wenn man nicht im Besitze einer Durchlüftungsanlage ist, durch Auflegen eines der Beckenoberfläche entsprechenden, dünnen Papieres vom Wasser abheben, so daß wohl bei einiger Aufmerksamkeit die Bewohner des Aquariums durch sie niemals ernstlich in Gefahr geraten können.

In dieser beim Aquarianer so wenig beliebten Fettschicht und ihren Abarten haben wir also ein Studienobjekt vor uns, das gleicherweise dem ernsten Forscher, wie auch dem nur Augenweide und Gemütsergötzung suchenden Naturfreund eine reiche Quelle für mikroskopische Betätigung erschließt. Leider fehlt immer noch eine große Anzahl von Aquarianern in den Reihen der Mikroskopiker, obwohl doch gerade sie notwendig mikroskopischer Kenntnisse bedürfen, wollen sie ihre Liebhaberei nicht nur spielerisch, sondern in ernsterem Sinne auffassen. Wieviele Fehler aus Unkenntnis, wieviel materielle Verluste könnten vermieden werden, wenn jeder ernsthafte Aquarianer sich auch einfachen mikroskopischen Studien widmen möchte. An einem, der neben seinem Stolz auf exotische Zierfische und glänzende Zuchterfolge auch Sinn und Verständnis für die Kleinwelt seines Sees im Glase hat, müßte doch auch der alte Roßmäßler erst seine rechte Freude haben! Und sollten diese Zeilen auch nur einige wenige aus der großen Schar vom Aquarium zum Mikroskop geführt haben, so wäre ihr Zweck erfüllt.

Literatur.

W. Roth, Über die „goldige Wasserblüte" unserer Aquarien. Mikrokosmos IX, Seite 1 u. f.

Fr. Hustedt, Süßwasser-Diatomeen, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

W Migula, Die Spaltalgen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

— Die Grünalgen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

— Meeresalgen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

A. Müller, Taschenkalender f. Aquarienfreunde 1922, Seite 26 u. f.

H. Behrens, Taschenkalender f. Aquarienfreunde 1925, Seite 155 f.

Wochenschrift f. Aquar.- und Terrar.-Kunde 1920, Seite 374 u. 350.

Einiges über die Mikroflora verschiedener Käsearten

Von Dipl. agr. **Joachim Wille,**
wissenschaftl. Assistent am Milchwirtschaftlichen Institut der Landwirtschaftskammer für die Prov. Brandenburg und für Berlin in Oranienburg

Schon frühzeitig suchte man nach Verfahren, die wertvollsten Bestandteile der Milch in eine haltbare und handliche Form zu bringen. So entstand die Bereitung der Käse. Ursprünglich begnügte man sich damit, die Käsemasse zu salzen und zu trocknen, ein Verfahren, das noch heute im Orient anzutreffen ist. Späterhin entdeckte man, daß die Masse sich auch ohne Trocknen hält, ja sogar noch neue, wertvolle Eigenschaften sich gewinnen lassen, wenn sie zweckentsprechend behandelt wird. Die Kunst des Käsens besteht darin, aus den wertvollen Eiweißstoffen der Milch mit mehr oder weniger Fett ein haltbares und wohlschmeckendes Produkt zu erzeugen. Besonders auf letztere Forderung wird heute Gewicht gelegt.

Das Werden des Käses ist ein höchst verwickelter Vorgang, der auf die Tätigkeit von Kleinlebewesen zurückzuführen ist. Versuche, aus steriler Milch Käse herzustellen, haben ein negatives Resultat ergeben.

Jeder Praktiker weiß, daß die Käsemasse in den ersten Stunden und Tagen eine Säuerung durchmachen muß. Nach einiger Zeit tritt dann die Reifung ein. Diese besteht darin, daß der Käsestoff einer teilweisen Auflösung und Zersetzung anheimfällt, dergestalt, daß halb oder ganz lösliche Eiweißstoffe entstehen. Ferner bilden sich bestimmte Umsetzungsprodukte, wie Aminosäuren, Ammoniak und geschmackbildende Zersetzungsstoffe. Dies zeigt sich deutlich bei einem noch verhältnismäßig frischen Weichkäse. Im Innern ist ein fester, weißer Kern, außen aber befindet sich schon eine zerfließliche Speckschicht. Es ist zu ersehen, daß im Innern noch keine Reifung stattgefunden hat, außen aber eine solche schon mehr oder weniger eingetreten ist. Schon jetzt sei bemerkt, daß sich hieraus auch ergibt, daß die Reifung bei den Weichkäsen von außen nach innen zu fortschreitet, im Gegensatz zu den Hartkäsen, bei denen die Reifung gleichmäßig durch die ganze Masse erfolgt.

Da es eine reiche Menge verschiedener Käsearten gibt, so folgt hieraus, daß verschiedene Mikroorganismen am Werk sein müssen, um die Reifung in verschiedene Bahnen lenken zu können. Es müssen Kleinlebewesen vorhanden sein, die entweder für sich allein oder aber in Gemeinschaft mit anderen eine Auflösung und Zersetzung des Käsestoffs bewirken und vor allem müssen solche Organismen sich vorfinden, die einen käseartigen Geruch und Geschmack hervorzurufen vermögen. Da jede Käsesorte einen spezifischen Geruch und Geschmack hat, so ist anzunehmen, daß neben den allgemeinen noch besondere Reifungsorganismen am Werke sind oder aber, daß die verschiedenen Mischungsverhältnisse der allgemeinen Käsereifer maßgebend sind für den jeweils entstehenden Geruch und Geschmack.

Nach der Erklärung des Altmeisters der Milch- und Käsebakteriologie, Weigmann, wollen wir uns merken, daß die Reifung des Käses ein Umsetzungsprozeß am Käsestoff ist, der sich auf saurem Nährboden vollzieht und der dem gleichzeitigen, namentlich aber dem aufeinanderfolgenden Wirken von Generationen verschiedener Gruppen und Arten von Mikroorganismen bezw. deren Ausscheidungsprodukten (Säuren und Fermenten) zu verdanken ist.

Die Käse lassen sich in 2 Gruppen einteilen: in Labkäse und in Sauermilchkäse.

Bei der ersten Gruppe erfolgt die Ausfällung des Käsestoffes mit Lab. Dieses Enzym bewirkt die Veränderung des Kaseinkalkes der Milch, der in gequollener Form sich vorfindet, dergestalt, daß sich das unlösliche Parakasein neben löslichem Molkenprotein bildet. Der Käser bezeichnet das Parakasein als „Bruch". Die Sauermilchkäse entstehen wesentlich anders. Hier fällt das Kasein durch die Wirkung der durch Bakterien entstandenen Milchsäure aus. Der Käser bezeichnet diese so entstandene feste Masse als „Quark" Nebenbei sei erwähnt, daß schon rein chemische Unterschiede bestehen, als z. B. der Bruch reichlich Kalksalze enthält, während Quark arm an solchen ist. Die äußere Beschaffenheit beider Produkte ist ebenfalls verschieden.

Beginnend mit den Reifungsvorgängen in den recht mannigfaltig herzustellenden Labkäsen, sei kurz das Wesen des Labes angeführt.

Das Enzym Lab kommt in reichlicher Menge im Labmagen der Saugkälber vor. Unter Enzymen verstehen wir Stoffe, die im Körper von Lebewesen erzeugt werden und die chemische Reaktionen auslösen. Der ganze Verdauungsvorgang besteht aus der Wirkung einer Reihe neben- und nacheinander erfolgender Enzyme. Man kann sie als organische Katalysatoren bezeichnen. Sie sind wahrscheinlich dem Protoplasma nahestehend und gehen vermutlich aus ihm hervor.

Die Wirkung des Labs ist eiweißabbauend, „proteolytisch". Man bezeichnet ein solches Enzym auch als „Protease".

Aus den Labmägen der Kälber wird nun nach besonderen Verfahren ein Extrakt hergestellt, das Naturlab. Es hat die Aufgabe, den Abbau der Eiweißstoffe chemisch einzuleiten. Bei der ungeheuren Bedeutung in der Labkäserei müssen wir die Flora des Naturlabes näher ansehen. Beim Ausziehen der Mägen mit Molke gelangen Milchsäurebakterien in den Auszug; diese Keime sind an Orten, wo mit Milch und Käse gearbeitet wird, stets in reicher Menge in der Luft, an

© Elsevier http://www.elsevier.de/

den Geräten und überall vertreten.[1]) Ferner werden die Mikroorganismen des Magens mit ausgezogen. Dies sind im wesentlichen zwei Gruppen: Milchsäurebakterien und blähungserregende Keime, wie Coli- und Aërogenesarten. Durch die Art der Fabrikation finden sich im Naturlab auch Hefearten vor.

Die herkömmliche Art der Labbereitung ist mehr oder weniger vom Zufall abhängig. Recht oft kommt es vor, daß das mikroskopische Bild eines Labansatzes entsprechend dem Bild 1 ausfällt. Wir finden Kokken, Kurz-, Langstäbchen, Sporenbildner, Hefen u. dgl.

Die Wissenschaft der Bakteriologie hat aber gezeigt, daß es beim Naturlab darauf ankommt, im wesentlichen einen Mikroorganismus herauszuzüchten und damit kommen wir zu dem Einfluß dieses wichtigen Käsebakteriums auf die Herstellung des Emmentaler Käses: nämlich zu dem des *Bacterium casei e.* Er ist der Edelpilz des genannten Käses. Eine Labkultur sollte also bakteriologisch Bild 3 möglichst nahekommen. Fänden wir beim Mikroskopieren nur diesen Organismus, so hätten wir eine „Reinkultur" des Käsereifers in Labflüssigkeit. Noch kurz sei bemerkt, daß man, um diesem Ziel näher zu kommen, Reinkulturen desselben anfertigt, z. B. in Molke, und damit die Mägen auszieht. Von vornherein wird dann diesem nützlichen Pilz der Boden geebnet, schädliche Organismen können durch die Überzahl des *Bacterium casei e.* gar nicht aufkommen.

Zu Anfang ist erwähnt worden, daß die Käsereifung stets mit einer Säuerung beginnt. Dies steht im Einklang auch beim Werden des Emmentaler Käses.

Das mit Lab oder mit Reinkultur in die Milch gebrachte *Bacterium casei e* (s. Bild 3) ist eine Milchsäurebakterie. Wie die Form zeigt, liegt ein Langstäbchen vor. Von ihm sei gesagt, daß es schlank, manchmal sehr lang ist, unbeweglich und ohne Sporenbildung. Milchsäurelangstäbchen leben meist ohne Luft; sie lieben eine höhere Temperatur (40—50° C) und verlangen zu ihrem Wachstum lösliche Eiweißstoffe. Sie erzeugen bis zu 2% Milchsäure, zersetzen aber auch das Kasein der Milch, bezw. den Käsestoff des Käses. Daher nennt man sie auch Käsebakterien.

Neben der Wichtigkeit als Käsebakterien haben diese Langstäbchen, deren es eine Menge Arten gibt, Bedeutung für die Herstellung von Sauermilcharten. Joghurt, Kefir, Mazun u. a. enthalten stets Langstäbchen und verdanken ihnen ihre jeweilige Eigenart.

Recht interessant ist das Ergebnis der Forschung über das Reifen der Hartkäse, was die Lochbildung anbelangt. Es ist erwiesen, daß hiezu ein Organismus nötig ist, das *Bacterium acidi propionici* genannt wird und in verschiedenen Formen vorkommt. Allen gemeinsam ist die Eigenschaft, den Milchzucker, der bekanntlich durch das *Bacterium lactis acidi* in Milchsäure übergeführt wird, in eine andere Säure, Propionsäure, zu verwandeln. Daher der Name Propionsäurebakterie.

Allein dieser Organismus kann auch milchsauren Kalk in die erwähnte Säure verwandeln.

Dieser Nährboden wird sogar bevorzugt. Zu einer Zeit, wo die Käsemasse plastisch ist, kann man milchsauren Kalk nachweisen. Da die Bildung der Propionsäure mit einer Gasbildung verknüpft ist, die langsam verläuft, so werden hiedurch Löcher entstehen. Gerade bei den Hartkäsen ist die Bruchmasse schon von der Herstellung her besonders dicht. Die Gase können nicht entweichen und so entstehen in der teigigen Masse runde Löcher, die Augen. Die richtige Augenbildung ist von Bedeutung, da im Handel Wert darauf gelegt wird. Schon längst weiß der Praktiker, daß die Lochbildung durch Salze beeinflußt werden kann. Die Wissenschaft fand denn auch, daß die Propionsäurekeime gegen Salz empfindlich sind. Durch hohe Salzgaben sind somit diese Organismen mehr oder weniger zu unterdrücken, d. h. die Augenbildung kann hiedurch reguliert werden.

Die Propionsäurekeime sind morphologisch und kulturell den Milchsäurekeimen sehr ähnlich. Sie sind als Rassen der letzteren aufzufassen, die auf Propionsäurebildung spezialisiert sind. Wir finden zwei Formen, entsprechend den Milchsäurekurz- und Langstäbchen. Ihr Vorkommen in Milch und Milchprodukten ist erst spät entdeckt worden. Auch im Kot sind sie in großer Menge anzutreffen. Wie erwähnt, ist ihr Vermögen typisch, aus Milchzucker und milchsaurem Kalk Propionsäure zu bilden. Zu merken ist, daß aus letzterem Stoff hiebei auch Gas, im wesentlichen Kohlensäure, erzeugt wird.

Die Kolonien auf den üblichen Nährböden sind im allgemeinen noch kleiner als die der Milchsäurebakterien.

Zusammenfassend können wir sagen, daß bei den Hartkäsen Milchsäurelangstäbchen und Propionsäurekeime in Symbiose wirken, um den charakteristischen Geschmack und Geruch zu erzeugen, soweit wir bis jetzt imstande sind, den verwickelten Prozeß der Reifung zu übersehen. Natürlich sind auch, wie bei jedem Käse, Milchsäurebakterien in Kurzstäbchenform reichlich vorhanden. Da beide Organismen ohne Luft leben können und ferner das *Bacterium casei e* Eiweiß abbaut, so ist auch die Tatsache einleuchtend, daß die Reifung der Hartkäse durch die ganze Masse gleichmäßig erfolgt.

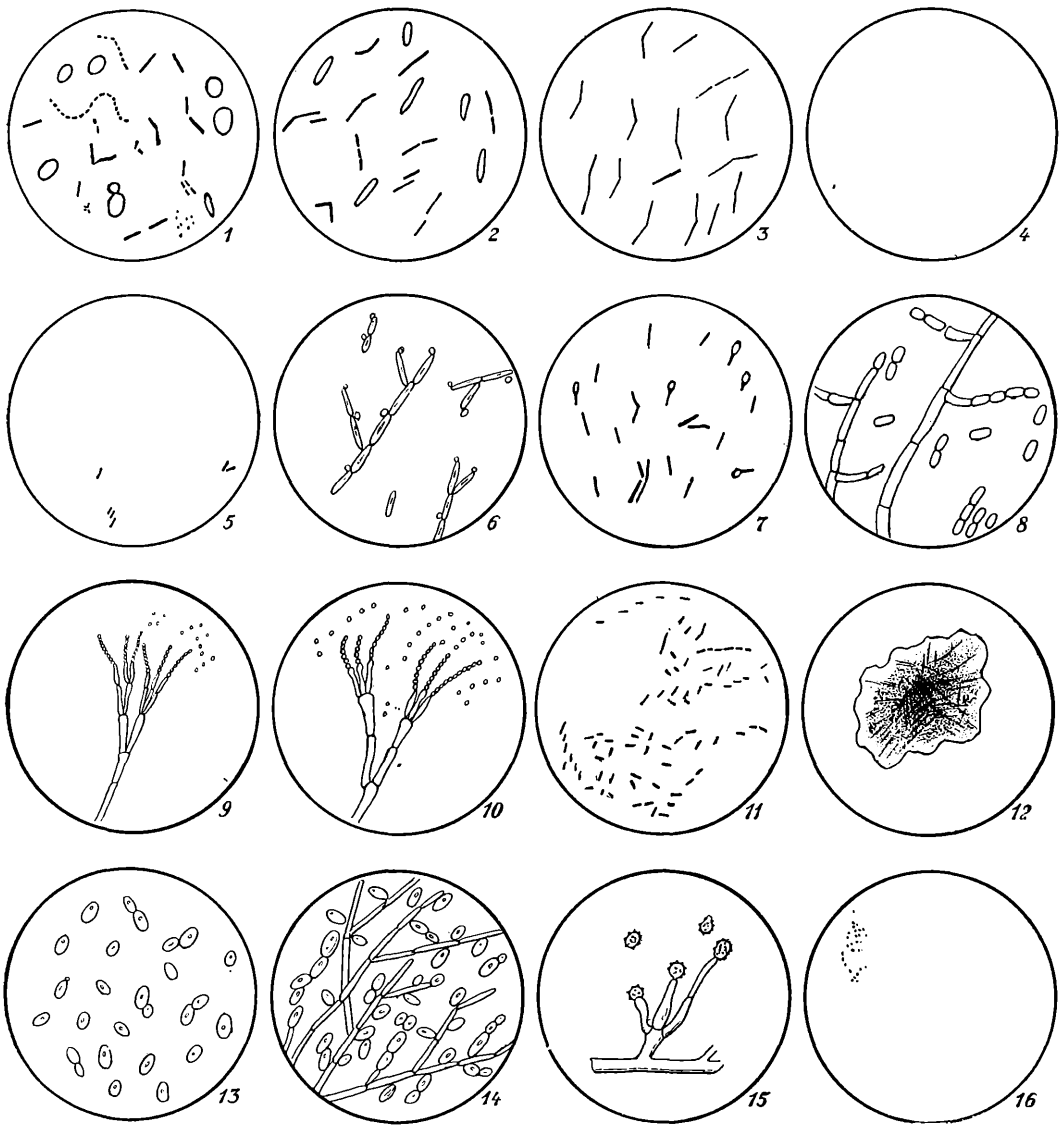
Wesentlich anders verläuft die Reifung bei den Weichkäsen. Es ist bereits erwähnt, daß das erste Stadium der Tätigkeit von Kleinpilzen die Säuerung des Käseteigs ist. Dies verursachen die uns bereits bekannten Milchsäurebakterien. Im allgemeinen sind Kurzstäbchen vorherrschend. Da gemäß dem weicheren Bruch die Menge des in ihm enthaltenen Milchzuckers bedeutend ist, so entsteht auch eine große Menge Milchsäure. Um eine weitere Reifung zu ermöglichen,

[1]) Vergl. Mikrokosmos, XIX., 1925/26, S. 225, „Einiges über die Mikroflora der Milch", von J. Wille.

müssen erst andere Kleinlebewesen, an der Oberfläche der unreifen Käse beginnend, die Milchsäure neutralisieren. Durch das sog. „Schmieren" der Käse bei der Herstellung unterstützt man das Wachstum dieser nützlichen Arten. Dadurch wird der Boden vorbereitet für eiweißabbauende Keime. Zur Neutralisation der Milchsäure von außen her benützt man aber auch Schimmelpilze, wie wir noch sehen werden. So kommt bei den Weichkäsen eine Reifung von außen nach innen zustande.

Eine kräftige Säuerung ist zu Anfang vonnöten, man läßt deshalb die Käsemilch reifen, d. h. man läßt den Milchsäurebakterien Gelegenheit, sich zu vermehren oder aber man setzt eine Reinkultur von solchen Organismen zu. Um eine spätere Reifung zu beschleunigen, werden die Weichkäse kleiner als Hartkäse gemacht. Man hat dann eine verhältnismäßig große Oberfläche bei einer geringeren Größe.

Als Beispiel der Reifung diene ein Käse nach Art des Romadourkäses. Hier bildet sich an der Oberfläche bald eine Flora von Ammoniak bildenden, also Säure abstumpfenden Kleinlebewesen. Es sind z. T. nicht näher untersuchte verflüssigende Kokken. Man wird in einem Präparat aus der Schmiere eines Weichkäses stets solche Kokken finden



1 = Naturlab, verunreinigt. 2 = Naturlab, rein. 3 = *Bacterium casei*. 4 = Kokken. 5 = *Bact. linens*. 6 = *Mycoderma casei*. 7 = *Bacillus putrificus*. 8 = *Oidium Camemberti*. 9 = *Penicillium Camemberti*. 10 = *P. Roqueforti*. 11 = *Bact. coli*. 12 = Kolonie von *Bact. coli*. 13 = Rosahefe. 14 = *Monilia nigra*. 15 = *Penicillium brevicaule*. 16 = Käserotkultur

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/

(Bild 4). Ferner findet man ein Bakterium, dem man den Namen *Bacterium linens* oder Bakterium der roten Schmiere gegeben hat. Es produziert einen rötlichen Farbstoff und ist als Rotkultur für die Käseherstellung im Handel. Daneben peptonisiert es kräftig. Durch die Auflösung von Kaseinmassen ist solcher Käse an der Oberfläche, solange er noch feucht ist, recht schmierig. Das Aussehen von *Bacterium linens* zeigt Bild 5.

Aber auch andere Organismen helfen an der Auflösung des Kaseins und an der Bildung charakteristischer Stoffe mit.

Es sind Vertreter der Kahmhefen. Man nennt solche Kahmhefen *Mycoderma casei*. Es scheint, daß sogar sämtliche Käsesorten, Hart- und Weichkäse, Lab- und Sauermilchkäse, bei ihrer Reifung solcher Hefen bedürfen. Im Naturlab sind sie stets anzutreffen (Bild 2).

Im allgemeinen besitzen diese Organismen eine pastoriane, also längliche Form. Sie bilden oft Sproßverbände, die charakteristisch nach einer Seite hin wachsen. Sind sie auf einer Flüssigkeitsoberfläche angesiedelt, so bildet sich bald eine matt und trocken aussehende Haut. Sie ist zerbrechlich und dünn. Allmählich zieht sie sich an den Wänden empor. Mit fortschreitender Sprossung wird die Haut faltig und runzlich, eine Besonderheit der Kahmhefen. Die Mykodermen besitzen kein Gärvermögen. Die Kolonien auf festen Nährböden sind hautartig. Ihre Oberfläche ist matt, wie mattgeschliffenes Glas. Die Form der Kolonien ist meist halbkugelig, kuppen- bis kegelförmig. Auf guten Nährböden werden die Kolonien sehr groß, 2 bis 3 cm im Durchmesser. Das mikroskopische Bild von *Mycoderma casei* zeigt Bild 6. Gelatine wird verflüssigt.

Bei Weichkäsen nach Art der Limburger Käse wird ein Organismus gefunden, der *Bacillus putrificus* genannt wird (Bild 7). Er zersetzt neben Milchzucker auch Kasein unter Bildung stinkender Gase. Der Name Bazillus kennzeichnet ihn als einen Sporenbildner. Er gehört zur Gruppe der Buttersäure produzierenden Keime. In ½%iger Milchsäurebouillon läßt er sich züchten. Seine Sporen vertragen ein Kochen von 3, nicht aber von 5 Minuten.

In Milch gezüchtet, unter Ausschluß von Luft, löst er dieselbe auf; die Auflösung ist so intensiv, daß fast nichts vom Kasein übrig bleibt. Es tritt dabei ein ausgesprochener Geruch nach Limburger Käse auf. Es ist somit wohl erklärlich, daß dieser Organismus im Limburger Käse stets aufzufinden ist, wo er, durch andere Organismen beeinflußt, dessen eigenartigen Geruch hervorbringt.

Der *Bacillus putrificus* hat die Gestalt eines schlanken Stäbchens. Es ist peritrich begeißelt und bildet seine Sporen in sog. Kaulquappenform. In der Milch sind die Sporenbildner als Schädlinge anzusprechen, weil sie die Bestandteile der Milch zersetzen und unangenehme Riech- und Geschmacksstoffe bilden. Letztere können u. U. bei eventuellem Genuß dem menschlichen Körper gefährlich werden, in Sporenform sind sie allerdings indifferent. Wir sehen aber, daß im Käse gewisse Sporenbildner als käsestoffauflösende Organismen und auch als geruch- und geschmackbildend vorkommen.

Ganz kurz sei noch erwähnt, daß alle Sporenbildner bewegliche Langstäbchen sind. Die Gefährlichkeit in der Milch beruht auf der Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen Kochen, das die Widersacher, wie Milchsäurekeime z. B. vernichtet. Gekochte Milch wird nach längerem Stehen also durch Sporenbildner zersetzt, was nachteilig ist.

Auf Agarplatten zeigen die Kolonien aller Sporenbildner faserige oder schollige Struktur. Am Rande finden sich Ausläufer. Die Oberfläche ist matt und trocken. Gegen das Licht gewendet, sind die Kolonien undurchscheinend. In Bouillon zeigt sich Trübung. An der Oberfläche bildet sich ein Häutchen; der Geruch wird unangenehm.

Milch wird peptonisiert, aufgelöst; dadurch erhält sie bitteren Geschmack. Da auch Lab ausgeschieden wird, kann zuerst auch Gerinnung derselben auftreten.

Rückwärts schauend, können wir sagen, daß bei der Reifung mancher Weichkäse die Milchsäurebakterien eine Hauptrolle spielen, indem sie erst den Teig säuern und so zunächst konservieren. Alsdann treten von außen langsam andere Organismen auf den Plan, verflüssigende Kokken, Milchsäurelangstäbchen, Propionsäurekeime, u. U. auch *Bacterium linens*, *Bacillus putrificus*, die die Reifung vollziehen.

Wir dürfen aber nicht vergessen, daß sicher eine ganze Anzahl anderer Organismen mitbeteiligt sind, die wir noch nicht kennen. Nichts ist verwickelter, als die nebeneinander und hintereinander stattfindenden Prozesse der Kleinlebewesen bei der Käsereifung. Der Wissenschaft bietet sich hier ein weites Feld, der Aufklärung harrend.

Doch manches hat die Bakteriologie klargestellt, was lange Zeit ein Geheimnis war. Als Beispiel diene die Flora des Edamerkäses einst und heute.

Im achten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts gelang einem holländischen Landwirt die Herstellung des erwähnten Käses besonders gut und sicher. Er hatte ein besonderes Verfahren, der Kesselmilch, das ist die Milch im Käsekessel, saure fadenziehende Molke zuzusetzen. Dies war die sog. lange Wei. Die Regierung fühlte sich bewogen, dem Hersteller sein Geheimnis abzukaufen.

Es gelang fast stets, mittels Zusatzes der langen Wei gute, ungeblähte Käse zu erzielen. Ohne diesen Zusatz war man viel mehr dem Zufall ausgesetzt, ob der Käse gelang oder nicht. Das Geheimnis ist gelöst worden. Die lange Wei ist nichts anderes als eine Reinkultur von schleimig gewordenen Milchsäurebakterien. Diese nehmen schon im Käsekessel erfolgreich den Kampf mit Schädlingen aller Art auf. Zu diesen gehören vor allen, wie wir später noch sehen werden, Blähungserreger. Seit die Wirkung der langen Wei erklärt ist, ging man dazu über, Reinkulturen von normalen, gesunden Milchsäure-

bakterien anzuwenden. Man erhielt damit ebenso gute und noch sicherere Resultate als mit der unnormalen Kultur, der langen Wei.

Die genaue wissenschaftliche Untersuchung führte dazu, die langsame und schwache Wirkung der langen Wei nachzuahmen, da sie sich bei der Herstellung des Edamer Käses als besonders günstig erwies. Dies führte zur Anwendung besonderer Stämme von Milchsäurebakterien, die langsam und wenig kräftig säuern. Die eigentlichen Reifungserreger sind in der Milch enthalten und noch wenig untersucht.

Wie bereits erwähnt, gibt es Organismen verschiedener Art, die anfangen, einen Weichkäse von außen her reifen zu lassen. Bakterien und Kahmhefen sind besprochen. Allein auch Schimmelpilze dienen bei manchen Käsen zu diesem Zweck. Gerade recht edle Käsesorten sind „Schimmelkäse". Sie verdanken ihre guten Geruchs- und Geschmacksstoffe der Wirkung besonderer Schimmelarten.

Als Beispiel diene der Camembert-Käse. Bei ihm erfolgt die Reifung von außen her. Zwei Arten von Organismen sind dazu nötig: Schimmelpilze und Bakterien. Letztere sind meist ein Gemisch von mehreren, roten Farbstoff erzeugenden Bakterien. Sie stammen aus der Luft, aber auch aus der Milch. Sie sind peptonisierend, also eiweißabbauend. Sie können somit dem *Bacterium linens* in seiner Wirkung gleichgestellt werden, das beim Romadour erwähnt wurde. Dieses Bakteriengemisch wird in bakteriologischen Instituten, wie alle anderen Reinkulturen, hergestellt und wird als „Rouge" bezeichnet, da es die anfangs auf dem Camembert sichtbare Rotfärbung hervorruft (Bild 16). Allein trotz dieses Gemenges von Reifungsbakterien würde nie der typische Camembertgeruch und -geschmack entstehen. Dazu sind Schimmelpilze nötig.

Um vorweg zu erwähnen, welche chemische Wirkung der Schimmel hat, müssen wir uns merken, daß er das Fett zu spalten imstande ist. Bei dieser Fettspaltung entsteht Fettsäure und Glyzerin. Ohne Zweifel wird letzteres von gewissen Organismen zersetzt. Wichtiger für uns ist die Wirkung der in Freiheit gesetzten Fettsäuren. Da müssen wir uns erinnern, daß ja gleichzeitig durch eiweißabbauende Bakterien alkalische Stoffe entstehen. Immer, wenn Eiweiß in einfachere Bausteine zerlegt wird, entstehen basische Stoffe. Bis herunter zum Ammoniak geht dieser Abbau. Beim Betreten eines Käsekellers ist deutlich ein Geruch nach Ammoniak wahrzunehmen.

So kommen im Käse freie Fettsäuren und alkalische Stoffe zusammen. Die Folge ist die Bildung von fettsauren Salzen, also von Seifen. Natürlich nur im chemischen Sinne, denn als Seife ist jede Verbindung einer Fettsäure mit einem beliebigen alkalischen Stoff zu verstehen. Durch die Mannigfaltigkeit und Kompliziertheit der Basen entstehen äußerst verwickelte zusammengesetzte „Seifen" Dadurch die Verschiedenheit der einzelnen Schimmelkäse im Geschmack und Geruch. Und dennoch haben sie alle einen typisch „seifenartigen" Geschmack. Man koste nur einmal einen Roquefortkäse und man wird deutlich den seifigen, natürlich angenehmen Typus merken.

Beim Camembert haben wir 2 Schimmelarten, die im wesentlichen abbauen und Fett spalten. Es sei noch betont, daß nur winzige Fettmengen aufgespalten werden, doch es genügt dies für Aroma und Geschmack. Wir finden auf der Oberfläche reifender Camembertkäse stets: *Oidium camemberti* und *Penicillium camemberti*. Sie also sind es, die den champignonartigen, edlen Geruch und Geschmack erzeugen.

Das Oidium ist ein Schimmelpilz einfachster Art. Es ist ein Myzelpilz in allerlei Arten und Abarten, der in Milch und deren Erzeugnissen stets vorkommt. Eine etwas stehengebliebene Milch hat eine Rahmdecke, darauf ausnahmslos eine derbe Decke von Oidium. Auf fast jedem Käse ist Oidium zu finden, allerdings nicht der edle *Oidium camemberti*.

Dieser „weiße Milchschimmel" (Bild 8), als *Oidium lactis* so allgemein, hat etwa 4 μ breite Myzeläste. Diese zerfallen an den Enden bald in kurze, abgerundete Stücke, die der Vermehrung dienen. Die Verzweigung ist typisch, allein schwer zu beschreiben. Ein Blick auf die Abbildung zeigt die krückstockartige Abzweigung deutlich.

Die rundlichen Kolonien sind groß, flach, weißlich, mattglänzend und von strahligem Bau. Ragen sie aus dem Nährboden, so erscheinen sie mehlig bestäubt, stets rein weiß. Auf Gelatine- und Agarstrichkultur ist der Belag watteähnlich. Auf Milch wächst der Pilz besonders gut, wenn sich eine Rahmdecke gebildet hat. Saures Substrat wird bevorzugt, also saure Milch, Quark, saurer Rahm.

Aus jedem abgeteilten Stückchen, einem Oidium, wächst nach kurzer Zeit ein neuer Myzelfaden, wenn Nahrung vorhanden ist.

Von dem *Penicillium* kann gesagt werden, daß diese Gattung von allen Pilzen in der Natur die verbreitetste ist. Es gibt schädliche und nützliche Arten. Hier interessiert uns die dem Camembertkäse unentbehrliche Art, das *Penicillium camemberti*.

Bei den in Frage stehenden Pilzen werden besondere Fruchtkörper gebildet, die sich am Ende bestimmter Hyphen, sog. Konidienträger, ausbilden. Diese Hyphen verzweigen sich pinselartig. Auf kurzen Endgliedern, Sterigmen, die die Pinsel bilden, werden nach außen hin runde Sporen, Konidien, abgeschnürt. Hierdurch wird das Bild eines Pinsels vollständig (Bild 9).

Die einzelnen Rassen unterscheiden sich teils durch die Form ihrer Konidienträger, teils durch die Farbe ihrer als Pilzrasen auftretenden Kolonien, wenn sie zur Konidienbildung schreiten. *Penicillium camemberti* besitzt dünnwandige, leicht zusammenknickende Konidienträger, die meist nur einen Seitenast tragen. Die Endzellen sind konsolartig verbreitert und tragen 2—4 oben halsartig ausgezogene Sterigmen mit kugeligen, glatten, bläulich-grünen Konidien. Auf Gelatine bilden

© Elsevier GmbH, Jena, http://www.elsevier.de/

sie schöne, runde, weiße Polster, die nach etwa 8 Tagen von der Mitte aus eine zarte bläulichgrüne Färbung erhalten. Die Gelatine wird auf der Unterseite gelb — später von konzentrischen Ringen unterbrochen. Gelatine wird nicht oder nur schwach verflüssigt.

Da dieser Pilz für die Herstellung echten Camembertkäses unentbehrlich ist, so wird er heute gezüchtet und den Käsereien in Reinkultur geliefert. Noch einmal sei betont, daß er der Haupterzeuger des guten champignonartigen Geruchs und nötig ist zum Zustandekommen des typischen Camembertgeschmackes.

Als weiteres Beispiel, wie notwendig ein Kleinpilz zum Hervorbringen eines typischen Käsecharakters sein kann, diene der Roquefortkäse. Auch dieser hat scharfen, aber angenehmen Seifengeschmack, der ebenfalls von einem Myzelpilz, dem *Penicillium Roqueforti*, herrührt. Die im Innern dieses Käses sich vorfindende grüne Masse ist nämlich nichts anderes als die mit so gefärbten Sporen besetzte Pilzmasse. Dieser Pilz ist ein Verwandter von *P. camemberti*, und wie dieser eine Abart des gewöhnlichen grünen Pinselschimmels (*P. glaucum*).

Das *P Roqueforti* wächst in der Gegend von Roquefort leicht auf einem aus zwei Teilen Weizen- und 1 Teil Roggenmehl bestehenden Brot. Sobald die Kruste des Brotes mit dem Schimmel überzogen ist und die grünen Sporen sich gebildet haben, wird sie abgeschnitten, getrocknet und zu Pulver zermahlen. Bei der Bereitung des Käses werden 3 Schichten gemacht und dazwischen Lagen von dem Brotpulver gestreut. Zu 100 kg Käsemasse gibt man 10 g Schimmelpulver. Wie jeder Schimmel braucht auch *P. Roqueforti* zu seinem Wachstum Luft. Deshalb wird bei der weiteren Behandlung die Käsemasse mit Nadeln durchstochen, was mit Maschinen geschieht. So kann der Schimmel also auch im Innern der Käse gedeihen und seine grünen Sporen bilden. Seine Tätigkeit besteht darin, im Käse das Kasein und das Fett anzugreifen. Namentlich wenn er in Sporenbildung begriffen ist, arbeitet er intensiv. Das Kasein wird in einfachere Stoffe zerlegt, bis herunter zum Ammoniak. Das Fett wird in Glyzerin und freie Fettsäuren gespalten. So ist auch chemisch die Bildung eigenartig aromatischer Seifen erklärlich.

Morphologisch ist *P. Roqueforti* dadurch gekennzeichnet, daß die Konidienträger nur schwach verzweigt sind, ferner aber, daß die letzten Zellen, auf denen die Sterigmen aufsitzen, etwas verbreitert sind (Bild 10). Die Zahl der Sterigmen beträgt 2—4, die Konidien sind kugelig, glatt, bläulichgrün. Auf Zucker- und Würzegelatine rasches Wachstum in runden oder auch strahligen, spinnwebartigen, unscharf begrenzten Kolonien mit blaugrünem Kern.

Bei der Gruppe der Sauermilchkäse spielen in erster Linie wieder die uns bekannten echten Milchsäurebakterien eine Rolle. Werden erstere doch mittels Zusatz von saurer Milch bereitet. Die eigentliche, von der Oberfläche ausgehende Reifung wird hauptsächlich von einer Kahmhefe beim sogenannten Schwitzprozeß eingeleitet, die wir bereits ebenfalls kennen gelernt haben (s. Bild 6). Es treten aber noch allerlei andere Hefen und vor allem Oidien ein (s. Bild 8). Später kommen noch Bakterien der roten Schmiere hinzu, also Organismen, die wir beim Reifen der Weichkäse getroffen haben.

Es bleiben noch einige Kleinpilze zu betrachten, die wir bei der Käsereifung als schädlich bezeichnen müssen. Da ist als erster *Bacterium coli* zu erwähnen.

Dieser Kleinpilz ist ein typischer Darmbewohner. In unreinlich gewonnener Milch ist er massenhaft anzutreffen. Es ist somit die Forderung nach sauber gewonnener Milch verständlich. Bei den Hartkäsereien des Allgäus und der Schweiz ist es oft verboten, Milch anzuliefern, die geseiht ist. Man will eben an der Beschaffenheit der Milch sehen, ob reinlich gemolken wurde. Milch mit Schmutz wird streng von der Verarbeitung zu Käse ausgeschlossen, um eine gute Qualität garantieren zu können.

Der Schaden, den das *Bact. coli* stiftet, ist das Blähen des Käses. Statt eines flachen Laibes wird bei Verarbeitung schmutziger Milch ein großlöcheriges, aufgeblähtes Produkt erhalten. Solcher Käse ist unverkäuflich.

Die Ursache ist eine zu reichliche Gasbildung. Ähnlich dem bereits in einem früheren Aufsatz (s. Anm. 1) beschriebenen *Bacterium lactis aërogenes* hat auch *Bacterium coli* die Eigenschaft, den Milchzucker zu zersetzen. Wohl wird Milchsäure produziert, daneben aber entstehen reichliche Mengen Gase. Namentlich entsteht Wasserstoff, daneben Kohlensäure. Der Kleinpilz nimmt sich seinen zum Leben notwendigen Sauerstoff nicht aus der Luft, sondern aus Milchzucker. Dabei spaltet er den Milchzucker unter Bildung der genannten Gase. Der Käser hilft dem Fehler ab, indem er dem *Bacterium coli* Gelegenheit gibt, seinen Sauerstoff aus leicht zerfallenden, dabei Sauerstoff abgebenden Medien zu beziehen. Ein solcher Stoff ist Salpeter. Gegen Blähen der Käse hilft also ein Zusatz von Salpeter zu der Milch. Allerdings ist dies nur ein Notbehelf.

Über die Eigenschaften des *Bacterium coli commune* (Escherich) ist folgendes zu sagen. Morphologisch stellt er Zellen von der Form verhältnismäßig kurzer Stäbchen dar, etwa 0,6 μ breit, 2—4 μ lang (Bild 11). Zuweilen sind es Fäden, an den Ecken abgerundet, keine Sporenbildung. Es ist zu beachten, daß die Stäbchen beweglich sind. Die Bewegung ist lebhaft purzelnd.

Kulturell verhält sich der recht gut untersuchte Organismus wie folgt:

Auf Gelatineplatten entwickeln sich bei Zimmertemperatur rundliche, grauweiße Kolonien, die im durchfallenden Lichte bläulich irisierend erscheinen, am Rande sind sie ausgebuchtet und erscheinen gelappt. Am Rande ist die Kolonie durchscheinend, in der Mitte bei schwacher Vergrößerung von feinfaseriger

Struktur. Eine typische Coli-Kolonie der Oberfläche auf Gelatine erinnert an ein Weinblatt (Bild 12). Die Tiefenkolonien sind klein und rundlich. Die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Auf Agarplatten haben wir bei 30° flache rundliche Tröpfchen-Kolonien, bläulich irisierend. Im Gelatinestich bei 18°: fadenförmiges Wachstum, die Auflagerung wie Gelatinekolonie. Der Agarstich ergibt flachen, bläulich irisierenden Belag, am Rande gelappt, grauweiß, saftig glänzend. Als Darmbewohner ist das Optimum des Wachstums bei etwa 37° C. Interessant ist die Milchzucker-Agarschüttelkultur bei 30° C: Wachstum durch die ganze Schicht, Trübung des Nährbodens, gleichzeitig Säurebildung. Der ganze Nährboden wird durch Gasbildung zersprengt und zerrissen.

In Bouillon bei 30° sind Trübung, schleimiger Bodensatz und unangenehmer, später urinartiger Geruch zu beobachten. Auf Kartoffel bei 30° C: anfangs gelblichweiße, später bis bräunliche Auflagerung, flach, glänzend.

Milch bekommt saure Reaktion gegen Lackmuspapier, beim Schütteln steigen Gasbläschen auf. Bei 37° tritt bald Gerinnung ein. Das Gerinnsel ist durch Gasspalten zerrissen. Geruch meist unangenehm. Bei Zimmertemperatur tritt Gerinnung nicht oder erst nach einigen Tagen ein, jedenfalls aber wird die Kultur bald sämig.

Ein weiterer Organismus, der Käse fehlerhaft macht, ist *Streptococcus liquefaciens*. Sein vortretendes Wachstum erzeugt bitteren Käse. Daher auch der ebenso verbreitete Name: *Micrococcus casei amari* (Freudenreich). Dieser Pilz verflüssigt die Gelatine. Somit baut er Eiweißstoffe ab. Durch Bildung peptonartiger Körper verleiht er dem Käse den bitteren Geschmack. So wird auch die Milch peptonisiert, also aufgelöst. Allerdings bildet er auch Säure und Lab und bringt deshalb die Milch erst zum Gerinnen. Da er ein häufiger Bewohner des Euters ist, verursacht er frühzeitiges Gerinnen der Milch mit nachfolgender Auflösung des Gerinnsels. Neben der Eigenschaft des Peptonisierens hat er noch die Fähigkeit, Raffinose, Inulin und Stärke zu vergären.

Morphologisch gehört der Kleinpilz zu den Kokken, also kugelrunden Bakterienzellen, nach Art des Bildes 4. Sein Vorkommen ist teils als einzelne Kokken, aber auch als Kettenkokken beobachtet.

Gelatine wird verflüssigt, also gehört der Pilz zu den Lab ausscheidenden Arten. Es gibt äußerst viele dieser Kokken, die zum Teil noch wenig sicher auseinandergehalten werden können. Die Kolonien sind weißwachsend und ähneln denen der Milchsäurebakterienarten.

Es ist nach neueren Untersuchungen nicht ausgeschlossen, daß Kokken nach Art des *Streptococcus liquefaciens* bei der Reifung z. B. des Emmentaler Käses, wenigstens anfangs, eine Rolle spielen. Sie wirken ja eiweißabbauend und nebenbei durch Hervorbringung von flüssigen Stoffen vielleicht auch aromabildend. Aber sicher ist, daß sie bei nicht genügender Unterdrückung zu Ende der Reifung Käsefehler zu erzeugen imstande sind.

Auch Hefen können die Ursache von Käsefehlern sein. Eine als „Rosahefe" bezeichnete Art kann Fehler durch Rosa-Färbung auf dem Käse hervorbringen.

Über die Gestalt der Rosahefe gibt Bild 13 Auskunft. Sporenbildung findet bei ihr nicht statt; auch kein Sproßmyzel.

Auf Milchzuckernährböden wächst sie in Gestalt einer matten rosaroten Auflagerung. In Milch ist erst nach einigen Tagen an der Oberfläche eine leichte Rosafärbung zu erkennen, die sich allmählich tiefer zieht und stärker wird.

Die Kolonien fallen bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop durch die Grobkörnigkeit ihrer Struktur auf; sie sind matt glänzend und geschlossen, d. h. am Rande ohne Ausläufer.

Als Erzeuger schwarzer Flecke auf der Rinde von Hartkäsen wurde ein Organismus angetroffen, der *Monilia nigra* genannt wird. Alle *Monilia*-Arten zeigen ein Sproßmyzel, zudem in eigenartiger Weise an kurzen Hyphenstücken seitliche Aussprossung kleiner ovaler Zellen (Bild 14). Sie können Alkoholgärung hervorrufen. Ihre Kolonien sind wenig deutlich ausgeprägt, und erinnern an Schimmelkolonien. Sie verflüssigen die Gelatine. Die *Monilia*-Arten vermitteln den Übergang zu den Myzelpilzen.

Auch ein Schimmelpilz, das *Penicillium brevicaule*, kann Fehler hervorrufen. An Tilsiterkäse kann er weiße Flecke bilden und so ihn im Werte vermindern. Er unterscheidet sich von den schon bekannten Arten durch seine unregelmäßig verzweigten Konidienträger und durch seine warzigen Konidien (s. Bild 15). Sonst lehnt er sich in seinen Eigenschaften eng an die schon besprochenen Arten an. Die Farbe seiner Kolonie ist weißbräunlich. Auch in Butter und Milch kann er Geschmacksfehler hervorrufen.

Diese kleine Auslese von Mikroorganismen[1]) gibt uns ein Bild von der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Flora der Käse während des Reifens. Kein Wunder, daß noch viele dieser Pilze wenig bekannt sind und daß auf diesem Gebiet große und wichtige Aufgaben ihrer Lösung harren. Langsam, aber sicher wirft allmählich die Wissenschaft Licht in das Dunkel jener Vorgänge, zum Nutzen der Käserei, letzten Endes zum Nutzen aller.

---

[1]) Die Geschäftsstelle des Mikrokosmos gibt zu diesem Aufsatz folgende Dauerpräparate ab:

Naturlab, verunreinigt
Naturlab, rein
Kokken
Bact. linens
Mycoderma casei
Oidium lactis
Bact. coli
Rosahefe
Monilia nigra
Käserotkultur. Schriftl. d. Mikrokosmos

© Biologische Anstalt Helgoland, Zentrale Hamburg, download unter www.biologiezentrum.at

Kleine Mitteilungen

Wie durch das Mikroskop eine Gerichtsverhandlung verhindert wurde. Vor etwa 20 Jahren beschuldigte in einem Nachbardorfe ein Bauersmann seinen Angrenzer, daß er einen zwischen ihren Grundstücken stehen-

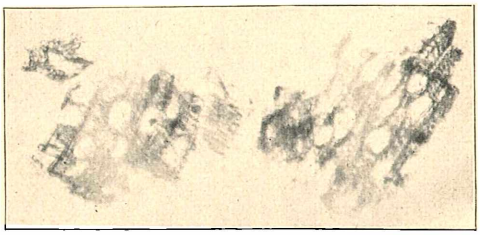


Abb. 1. 2 Querschnitte des an der Axt gefundenen Splitterchens

den Pappelbaum, der ihm gehöre, heimlich umgehauen habe. Er ging deshalb ans Gericht und verklagte den Mann. Dieses ließ sofort die Axt beschlagnahmen, mit der die Tat geschehen sein sollte. Sie wurde auf dem Gericht genau untersucht und siehe da, man entdeckte ein Holzsplitterchen, das etwa 3—4 mm lang und höchstens $^1/_2$ mm dick war.

Eines schönen Tages wurde ich auf das Gericht gebeten. Der Richter erzählte mir den Sachverhalt, zeigte mir das Holzsplitterchen und fragte, ob es möglich sei, an diesem erkennen zu können, ob es Pappel- oder Weidenholz sei; denn der Angeklagte habe

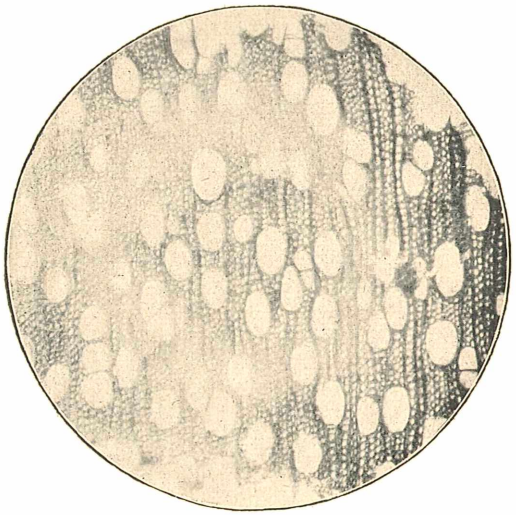


Abb. 2. Querschnitt des Pappelbaumes

ausgesagt, daß er an dem Tag, bevor die Axt beschlagnahmt worden sei, einen Weidenbaum umgehauen habe. Dieser sei sein Eigentum gewesen. Die Antwort war leicht zu geben. Ich sagte zum Richter: Wenn Sie mir von dem strittigen Pappelbaum und von dem Weidenbaum, den der Beklagte umgehauen haben will, je ein Stückchen Holz verschaffen können, dann ist es möglich. Der Richter sagte zu, und schon tags darauf waren beide Holzstücke in meinen Händen.

Nun zerlegte ich zuerst das Splitterchen von dem strittigen Pappelbaum (nach Einbettung in einen Paraffinblock) in Quer- und Längsschnitte, und dann machte ich von den beiden anderen Hölzern ebensolche Schnitte. Dabei ergab sich, daß die Querschnitte sich besser zum Vergleich eigneten als die Längsschnitte, und deshalb habe ich auch nur drei solcher hier abbilden lassen (Abb. 1—3).

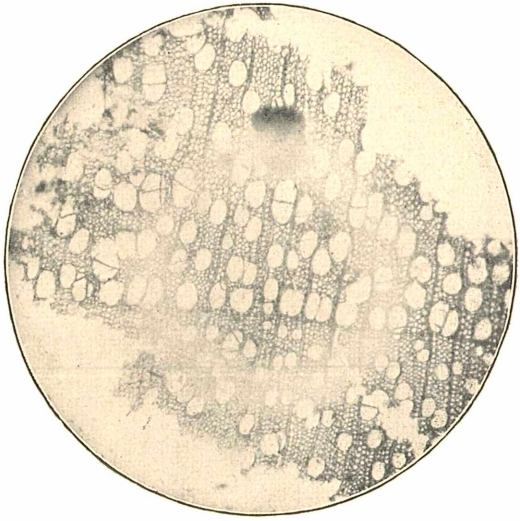


Abb. 3. Querschnitt des Weidenbaumes

Um nun nicht die Präparate und das Mikroskop zum Richter schleppen zu müssen, entschloß ich mich, die Schnitte zu photographieren und die Bilder dem Richter vorzulegen; denn die Photographie lügt nicht, was man von einer Zeichnung nicht immer sagen kann. Als die Bilder, die keine Bezeichnung trugen, dem Richter vorlagen, sagte ich ihm: Bitte, entscheiden Sie selbst, mit welchem Baumschnitt der Schnitt durch das Splitterchen des strittigen Holzes übereinstimmt. Er sagte mit diesem da und deutete auf den Weidenschnitt. Nun erst zeigte ich ihm drei Photogramme, die ich mit Aufschriften versehen hatte. Dann erwiderte er, da das an der Axt gefundene Splitterchen von dem Weidenbaum herrührt, den der Mann gefällt hat und der sein Eigentum war, so fällt hiermit die Anklage in sich zusammen und eine weitere Verfolgung ist unnötig.

Dr. Otto Heineck, Alzey

Als **Einschlußmittel für Diatomeen** wird von R. Kolbe (Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927. **44**, 196—211) Styrax abgelehnt und nach den gestellten Anforderungen das von ihm und Wislouch eingeführte Piperin-Cumaron nach

© Elsevier GmbH. Alle http://www.elsevier.de/

Untersuchung und teilweise Erprobung zahlreicher anderer Medien als vorläufig brauchbarstes Universalmedium für die meisten Diatomeenformen empfohlen, trotzdem es im Gelblichte der Fraunhoferschen D-Linie nur eine Brechungszahl zwischen 1,63 und 1,65 besitzt. Verf. schmilzt im Porzellantiegel Piperin, setzt unter fortwährendem Umrühren die gleiche Menge klares Cumaron allmählich zu und erhitzt weiter, bis Gasblasen auftreten. Nach kurzer Abkühlung wird in einzelne Tropfen auf ein Eisenblech ausgegossen und erstarren gelassen. Der Zusatz von 1/30 rotem HgJ_2, das sich im Gemisch farblos löst, erhöht zwar die Brechungszahl etwas, bietet aber den Nachteil, daß zur Herstellung von Präparaten nicht zu hoch erhitzt werden darf. Die Aufbewahrung des Mediums erfolgt im Dunkeln. Zum Unterschied von andern Medien ist das empfohlene fest, haltbar und ziemlich farblos.

Bei der Herstellung von Dauerpräparaten wird eine Spur des erhärteten Mediums auf dem Objektträger bis zum Schmelzen erhitzt, ebenso das Deckglas mit der aufgetrockneten Diatomeenprobe und dann letzteres warm auf den noch warmen Tropfen gebracht; bei nochmaligem kurzen Erhitzen dringt das Medium ohne Luftblasenbildung zwischen die Algenschalen (eventl. mehrmaliges Erhitzen von der Deckglasseite her und Entfernen durch Druck mit der Präpariernadel). Beachtenswert ist auch des Verfassers Kunstgriff der Entfernung überschüssigen Einschlußmittels (Anwendung der von P. Altmann, Berlin NW 6, zu beziehenden Drahtkammer). —r

Eine **bequeme Methode zur Anfertigung durchsichtiger plastischer Rekonstruktionen** wird von dem zu früh verstorbenen Hydracarinenforscher M. L. Lepin in Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927. **44**, 134—164, 6 Fig., beschrieben; er hat sie bei der Untersuchung der Entwicklung von Milben ausgearbeitet. Auf Gelatineplatten vorher berechneter Dicke werden Zeichnungen der Schnitte angebracht, dann diejenigen Teile ausgeschnitten, die den zu rekonstruierenden Organen entsprechen, und die herausgehobenen Partien auf Glasplatten mit gefärbter Gelatine angefüllt. Durch Zusammenfügen der einzelnen Platten erhält man später nach Fixierung in Formaldehyd die Wiedergabe der inneren Organe. Die Gelatine (10% Lösung, weiß, zusammen mit 9facher Wassermenge stehen gelassen und im Wasserbade geschmolzen, Zusatz von 2—3% Chloralhydrat in Kristallen und filtrieren im Thermostaten) kann nur weniger gut durch Zelloidin (zu teuer!) oder Agar-Agar (hoher Schmelzpunkt usw.!) ersetzt werden. Tuschezeichnungen sind der Aquarellfarbe und der farbigen Tinte vorzuziehen. Das Aufgießen der Gelatine auf die Glasplatten und in die Rahmenleisten, die mit Paraffin befestigt werden, kann erst nach Kontrolle der wagrechten Lage der Platte erfolgen. Wie bei andern Methoden, ist auch jetzt noch das Auftragen von Richtebenen nötig; Verf. zeichnet die Richtpunkte zum Wiederfinden der aufeinanderfallenden Umrisse außerhalb des Schnittes. Ausführlich wird das Ausgleichen der stufenartigen Randflächen der einzelnen Schnitte dargelegt. Die Zeichnung auf der Gelatine und das Herausschneiden werden vor dem Fixieren der Platten ausgeführt, wenn die Rekonstruktion mit Ausgleichung der Stufen geplant ist, im andern Falle auch nachher (dann Abspülen mit Wasser und Trocknen mit Fließpapier). Die Fixierung erfolgt bei 10% Formalin, also Formalinlösung 1: 3, etwa 10 Tage lang (dem Formaldehyd beigemengte Ameisensäure muß durch Na_3CO_2 unschädlich gemacht werden). Nach beendigtem Fixieren werden die einzelnen Platten von den Gläsern unter Wasser (Präparierwannen) mittels eines Mikrotommessers abgehoben. Auch das Zusammenkleben der Platten zum Modell (gewöhnlich zuerst in zwei Hälften) wird beschrieben; es geschieht von der Mitte oder der breitesten Stelle aus zu den beiderseitigen Rändern, indem jedes Mal der Schnitt mit Gelatine angeklebt und diese erstarren gelassen wird (möglichst geringe Erwärmung der Gelatine). Es folgt noch das äußerliche Ausgleichen, das Anbringen einer glatten Gelatineschicht als Hülle, das Zusammenkleben der Einzelstücke und nach Erkalten (½—1 Stunde) nochmalige Behandlung mit Formalin (Aufbewahrung im Dunkeln). —r

Bücherschau

Bei der heutigen Zersplitterung der medizinischen Wissenschaft und der Fülle der geradezu unübersehbaren Veröffentlichungen, die in den verschiedensten Zeitschriften erscheinen, ist es nur zu begrüßen, wenn sich ein Forscher wie **Wilhelm von Möllendorff** der gewiß nicht zu unterschätzenden Mühe unterzieht, ein Nachschlagewerk dem Mediziner in die Hand zu geben, in dem er sich über die Fortschritte und das bisher Erreichte unseres Wissens vom gestaltlichen Bilde des menschlichen Körpers, also von den morphologischen Tatsachen, zuverlässig unterrichten kann. Um dieses Ziel zu erreichen, hat der Herausgeber sich mit einem Stab von hervorragenden Gelehrten umgeben, die sich in die Bearbeitung des umfangreichen Stoffes dieses monumentalen **„Handbuches der Mikroskopischen Anatomie des Menschen“** (Berlin, J. Springer) teilen. Von diesem Werk, das in zwei Bänden die allgemeine Gewebelehre und in fünf Bänden die mikroskopische Anatomie der Organe behandeln will, sind bis jetzt erschienen: **Der 3. Band: „Haut und Sinnesorgane“ I. Teil,** in dem von Eggeling, H. Hoepke und W Kolmer Haut, Milchdrüse, Geruchsorgan, Geschmacksorgan und Gehörorgan behandelt werden (1927, gebd.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

RM 96.—) und **5. Band: „Verdauungsapparat" I. Teil:** Mundhöhle, Speicheldrüsen, Tonsillen, Rachen, Speiseröhre und Serosa, bearbeitet von T. Hellmann, S. Schumacher, E. Seifert und K. W. Zimmermann (1927, geb. RM 78.—). Diese beiden Bände zeichnen sich nicht nur durch ihre klare, verständliche Darstellung und den Reichtum an Abbildungen aus, die zum Teil farbig wiedergegeben sind, sie lassen auch bei genauer Durchsicht erkennen, daß die neuesten Errungenschaften der mikroskopischen Technik bei allen Untersuchungen Verwendung gefunden haben. Jedem ist außerdem ein ausführliches Verzeichnis der einschlägigen Literatur angefügt. Nach dem in den vorliegenden Bänden Gebotenen zu urteilen, verspricht dieses Handbuch ein zuverlässiges Nachschlagewerk zu geben, das von den verschiedensten Problemen ein abgerundetes Bild entwirft und die Wege in die Literatur nachweist. Wir freuen uns jetzt schon, auch die übrigen Bände später hier anzeigen zu können. — Die **„Technische Mikroskopie",** ein Lehrbuch der mikroskopischen Warenprüfung von **V. Pöschl** (1927, Stuttgart, F. Enke, geh. RM 23.20, geb. RM 25.—) bildet eine kurze Einführung in die technische Mikroskopie und enthält alles Wesentliche über die Verwendung des Mikroskops für die Warenprüfung. Nach Erörterung des Baues des Mikroskops und der übrigen Hilfsmittel werden alle wichtigen Regeln für die Arbeit entwickelt, worauf im zweiten Hauptteil die Untersuchung der bedeutungsvollsten Stoffgruppen der Wirtschaft an Hand zahlreicher Beispiele pflanzlicher und tierischer Waren eingehend behandelt wird: Stärke und Inulin; von Kryptogamen abstammende Waren; die technischen Fasern; Hölzer; Fasern zur Erzeugung von Papier und Pappe; Rinden; unterirdische Pflanzenorgane, Wurzeln und Rhizome; Blätter; Blüten; Früchte und Samen; Rohwaren aus dem Tierreich; tierische Drogen als Werkstoffe der Drechslerkunst. Zur Anschaulichkeit der Darstellung sind in reichem Maße Bilder eingefügt, aus denen alle wesentlichen Einzelheiten so genau wie möglich ersehen werden können. Dieser Leitfaden bringt demnach eine wichtige Ergänzung der warenkundlichen Lehre und der Erforschung der Stoffe überhaupt für Studierende und Praktiker (Techniker, Kaufleute, Industrielle und Zollbeamte), die sich mit solchen Waren beschäftigen. — Mit dem **dritten Band** (Nachtblau-Zytasen; Sach- und Namenregister) (1927, geh. RM 50.—, geb. RM 55.—) liegt nunmehr auch die **„Enzyklopädie der Mikroskopischen Technik"** (3. Aufl., Berlin, Urban & Schwarzenberg) abgeschlossen vor. Damit steht nun wieder dieses Standardwerk unseres Arbeitsgebietes jedem zur Verfügung und wer sich als Forscher oder in der Praxis intensiv mit mikroskopischen Arbeiten aller Art zu befassen hat, der wird dieses inhaltsreiche und ebenso anschaulich wie klar geschriebene Handbuch und Nachschlagewerk nicht missen können. Die Abbildungen sind von einer kaum zu überbietenden Reichhaltigkeit, sorgfältig ausgeführt und teilweise farbig wiedergegeben. Auch an Literaturhinweisen, die jedem Stichwort beigegeben sind, ist kein Mangel. — Der **7. Band** der bekannten **Rabenhorsts Kryptogamen-Flora** (Leipzig, Akademische Verlagsges., G. m. b. H.) wird **die Kieselalgen** umfassen, bearbeitet und herausgegeben von unserem Mitarbeiter **Fr. Hustedt,** dessen Mikrokosmos-Buchbeilage „Süßwasserdiatomeen Deutschlands" unseren Mitgliedern bekannt ist. Bis jetzt liegt uns die **1. Lieferung** zur Besprechung vor (1927, RM 21.—), mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen, die größtenteils Originale sind. Es handelt sich um eine vorwiegend systematisch-floristische Arbeit, der eine allgemeine Einführung vorausgeht zum Verständnis des Nachfolgenden und als Zusammenstellung der sehr zerstreuten Literatur. Die Forschungsergebnisse selbst, die sich auf einzelne Gattungen und Arten beziehen, werden an den betreffenden Stellen im systematischen Teil erörtert. Die einzelnen Arten sind möglichst weit gefaßt und nur dort getrennt oder auch kombiniert, wo zwingende Gründe es erfordern. Die allgemeine Einführung umfaßt: Allgemeine Charakteristik der Bacillariaceen; die Stellung der Bacillariaceen im Pflanzenreich; Aufbau der Kieselalgen; Biologie der Kieselalgen; zur Physiologie der Diatomeen; die Bedeutung der Kieselalgen im Haushalt der Natur; vom Sammeln und Präparieren der Kieselalgen; Bacillariaceen-Systeme. Der beschreibende Teil beginnt mit der Gruppe der Centricae, 1. Unterabteilung Discoideae, 1. Coscinodisceae, a) Melosirinae, 1. Gattung Melosira. — Die vorliegende Schrift: **„Mineralogisches vom Kalk"** von **E. Trümpener** (1927, Berlin, Kalk-Verlag, G. m. b. H., RM 1.75) ist die erste einer Schriftenreihe, die sich in allgemeinverständlicher Form mit der Struktur und der Entstehung der Kalksteine beschäftigt. In schlichter und anregender Weise werden die mineralogischen Beziehungen besprochen und in ganz vorzüglich ausgeführten Bildern gezeigt. — Mit **Lieferung 9 und 10** ist der **„Kleine Brockhaus",** Handbuch des Wissens in **einem** Band (Leipzig, F. A. Brockhaus, geb. RM 23.—) nunmehr vollständig geworden. Die beiden letzten Lieferungen reihen sich würdig den vorhergehenden Heften an. Reichhaltigkeit, klare Übersicht und strengste Sachlichkeit sind wieder die wichtigsten Kennzeichen. Überblickt man nun das abgeschlossene Werk, so kann man nur staunen über die Fülle und Reichhaltigkeit, die hier für wenig Geld geboten werden. Der „Kleine Brockhaus" sollte daher als Haus- und Nachschlagebuch in jeder Familie zu finden sein, da es in einem einzigen Alphabet Fremdwörterbuch, Ortslexikon, Auskunftei über berühmte Persönlichkeiten und Ratgeber auf allen Wissensgebieten ist. Der „Kleine Brockhaus" stellt einen unentbehrlichen Freund und Helfer für das Leben dar.

Dr. Stehli

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.

Einige bodenbakteriologische Demonstrationen für den Schulgebrauch

Von Dr. **H. von Bronsart**

(Pflanzenernährungsinstitut der Landwirtschaftlichen Hochschule, Hohenheim)

In neuester Zeit ist die Bodenkunde auch in den Volksschulen in den Naturkunde-Unterricht eingeführt worden. Selbstverständlich kann bei der ungeheuren Fülle des hierhergehörigen Stoffes nur eine ganz oberflächliche Orientierung über die Probleme der Pflanzenernährung, die Bodenbildung, Bodenarten usw. geboten werden; doch ist es zu begrüßen, daß überhaupt diese wirklich lebenswichtige Wissenschaft nunmehr auch auf dem Schulplan erscheint.

Grundlegend für die Beschäftigung mit der Bodenkunde muß die Erkenntnis sein, daß alle Prozesse im Boden biologischer Natur sind, und wiederum, daß unter den mannigfaltigen Kleinlebewesen des Bodens die Bakterien die bei weitem wichtigste Rolle spielen.

Um die Bedeutung der Bakterien für die Umwandlungen im Boden sichtbar zu machen, bedarf es nur einfacher Hilfsmittel. Ein Mikroskop z. B. ist dabei durchaus entbehrlich. Es kommt ja gar nicht auf die Form und das Aussehen der Bakterien an, sondern lediglich auf ihre Leistungen, und einen Teil dieser Leistungen kann man durch geeignete Versuchsanordnung sehr anschaulich sichtbar machen.

Überaus wichtig ist die Kohlensäurebildung der Bakterien im Boden, denn sie ist es, die schwerlösliche Bodensalze aufschließt; außerdem wird ihr eine wichtige Rolle bei der Lockerung des Bodens zugeschrieben, und die aus dem Boden in die untersten, der Erde anliegenden Luftschichten übertretende Kohlensäure dürfte auch direkt für die Assimilation der grünen Pflanzen, z. B. der Gräser, von Wichtigkeit sein. Zu ihrem Nachweis bedarf es nur einer fest verschließbaren, weitbauchigen Flasche, die man etwa bis zur Hälfte mit guter, feuchter Gartenerde oder mit Stallmist füllt und einige Tage bei 25—38° stehen läßt. Wenn man dann die Flasche öffnet, bemerkt man, wie beim Öffnen einer Seltersflasche, daß in ihrem Inneren ein merkbarer Gasdruck sich entwickelt hat, und ein brennendes Zündhölzchen, das man in den Flaschenhals hineinhält, wird alsbald erlöschen. Noch anschaulicher wird das Experiment, wenn man sich eines sogen. Erlenmeyerkolbens (von etwa 1 Liter Inhalt) bedient, den man zu einem Drittel mit feuchter Acker- oder Gartenerde oder einem Gemisch von Erde und Mist beschickt und dann mit einem durchbohrten Gummistopfen ab-

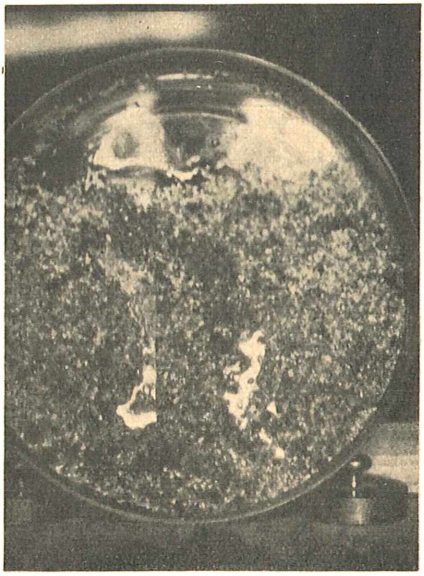


Abb. 1. Filtrierpapier nach 3 Wochen auf einem Gemisch von Sand und Gartenerde

schließt. Durch die Durchbohrung des Stopfens führt ein gebogenes Glasrohr zu einem kleinen, für wenig Geld käuflichen Kugelapparat, in dem die sich bildende Kohlensäure in Barytwasser aufgefangen wird. Das Barytwasser beginnt sich zu trüben. Man kann einige solche Kolben mit verschiedenen Bodenarten aufstellen und an der verschieden schnellen und starken Trübung des Barytwassers die verschieden starke Bakterientätigkeit z. B. in Sand, Torf, Humus, Lehmboden usw. demonstrieren, oder auch einen

© Elsevier GmbH. All rights reserved. www.elsevier.de/

gekalkten und einen ungekalkten, bezw. mit Stallmist gedüngten und ungedüngten Boden nebeneinander aufstellen und die starke Vermehrung der Bakterienatmung in letzteren Böden aufzeigen. Da es bis heute noch keine einwandfreie Methode gibt, die Zahl der Bakterien im Boden festzustellen, so dient diese Kohlensäureprobe auch in wissenschaftlichen Laboratorien zum Vergleich des Keimgehalts in verschiedenen Bodenproben.

Die auflockernde Wirkung der Kohlensäure ist ebenfalls ohne viel Mühe und Kosten darzustellen. Man bereite sich eine Nährlösung aus 100 ccm Leitungswasser, 1—2 g

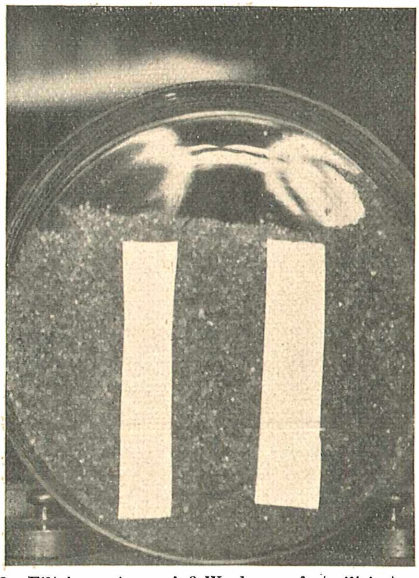


Abb. 2. Filtrierpapier nach 3 Wochen auf sterilisiertem Sand

Traubenzucker, einer Spur zweibasischen Kalziumphosphats (das in jeder Apotheke käuflich oder doch schnell zu beschaffen ist) und 2 g Agar (bezw. 10 g Speisegelatine), die man zweckmäßig in kleinen Stückchen in die kochende Nährlösung hineinwirft, und fülle mit diesem Nährboden 10 Reagenzgläser. Ehe der Agar (bei etwa 50°) oder die Gelatine (bei etwa 30°) erstarrt, gebe man eine Spur Erde in das Röhrchen und schüttele so lange, bis der Nährboden starr geworden ist. Nach mehrtägiger Aufbewahrung bei 25° Wärme (im Dunkeln!) entwickeln sich die in der Erde vorhandenen Keime lebhaft unter Bildung von Kohlensäure, und der Nährboden wird zerrissen und auseinandergetrieben. Meist bekommt man allerdings mit der Erde einige Tausend Keime in das Reagenzröhrchen hinein, und die Keimentwicklung wird so stark, daß das Bild der Kohlensäureentwicklung undeutlich wird. Man tut gut, etwa 1 Gramm Erde in ½—1 Liter Wasser zu schütten, gut durchzuschütteln und von dieser Aufschwemmung 1 Tropfen in ein Reagenzröhrchen mit Nährboden zu geben.

Etwas mühevoller und zeitraubender ist es schon, eine Zählung der Keime in 1 ccm Erde mit der Verdünnungsmethode durchzuführen; dennoch ist es lohnend, weil es bei einigermaßen sorgfältiger Ausführung den Schülern einen ungefähren Eindruck gibt von dem unsichtbaren Leben im Ackerboden. Zu diesem Zweck mißt man 1 ccm Ackererde in ein sauberes Reagenzglas (es ist zweckmäßig, die Reagenzgläser mit Watte zu verschließen und durch mehrstündiges Einlegen in den Back- oder den Bratofen annähernd steril zu machen) und füllt mit 9 ccm durch Abkochen steril gemachtem Leitungswasser auf 10 ccm auf. Von dieser Verdünnung füllt man mit steriler Pipette 1 ccm in das nächste Gläschen und gibt wieder 9 ccm steriles Wasser zu. Auf diese Weise stellt man Verdünnungen von 1: 10, 1: 100, 1: 1000, 1: 10 000, 1: 100 000, 1: 1 000 000 her. Zugleich erwärmt man eine entsprechende Anzahl Reagenzgläser mit Nährboden, hergestellt aus einer sauber filtrierten Abkochung von 1 kg fruchtbarer Erde in 1 Liter Wasser, 0,5 g CaHPO (Kalziumphosphat) und 1,5 g Agar. Aus jedem der Verdünnungsgläschen wird 1 ccm in ein Agarröhrchen gegeben, sobald der Agar flüssig und wieder so weit abgekühlt ist, daß man das Röhrchen in die Hand nehmen kann, ohne sich zu verbrennen, und der Inhalt dieses Röhrchens in eine sterile Petrischale (flache Glasschale mit Deckel) ausgeleert. Man schreibe mit einem Fettstift sofort die Verdünnungszahl auf den Deckel der Schale. Nachdem der Agar wieder starr geworden ist, wird die Schale umgekehrt, mit dem Deckel nach unten in einen dunklen Schrank oder in eine Schachtel in die Nähe der Heizung gestellt, wo sie bei 28—30° ein paar Tage stehen bleiben kann. Danach wird gezählt, wieviel Bakterienkolonien sich auf jeder Schale entwickelt haben — jede Kolonie entspricht einem Keim. Bei guter Erde sind die Keime in den ersten Verdünnungen bis 1: 10 000 oft gar nicht zu zählen. Durch einfache Umrechnung erhält man aus den hohen Verdünnungen die ungefähre Keimzahl pro ccm Erde. Man tut gut, für jede Verdünnung zwei bis drei Schalen zu benutzen und die Mittelwerte festzustellen. Die Keimzahlen, die auf diese Weise gewonnen werden, sind natürlich viel zu niedrig, weil es im Boden viele Bakterien gibt (z. B. gerade die so wichtigen Nitrifikanten), die auf Agar überhaupt nicht wachsen, aber man macht doch die ungeheure Menge der Kleinlebewesen im Boden einigermaßen sichtbar.

Wichtiger als die Zahl ist die Wirkungsweise der Bakterien im Boden. Es handelt sich hier natürlich um chemische Veränderungen, und manche Lebensäußerungen der Bakterien lassen sich nur dann sichtbar und verständlich machen, wenn man mit gewissen chemischen Kenntnissen rechnen kann, wie z. B. beim Nachweis der Kohlensäure durch Barytwasser. Es seien hier nur zwei Versuche angegeben, zu deren Verständnis keinerlei Chemie erforderlich ist: die Bildung von Ammoniak aus organischen Düngemitteln und die Zersetzung der Zellulose.

Zum Nachweis der Ammoniakbildung aus organischen Stickstoffdüngern bedarf es einer

Aufschwemmung von 1% Horn-, Fleisch- oder Blutmehl in Leitungswasser, dem eine Spur lösliches Phosphat zuzusetzen ist, oder von 3% Knochenmehl ohne Phosphatzusatz. Die Flüssigkeit wird in Reagenzgläser gefüllt und mit Erde beimpft. Nach einigen Tagen trübt sich die Nährlösung stark, zeigt meist auf der Oberfläche ein Häutchen und riecht stark nach Fäulnis. In den meisten Fällen ist der charakteristische Ammoniakgeruch deutlich zu bemerken. Wenn man statt der angegebenen Düngemittel Leitungswasser oder noch besser Bodenextrakt mit Phosphat und 5% Harnstoff benutzt, tritt der Geruch nach Ammoniak ganz rein auf, außerdem pflegt die Flüssigkeit, die ziemlich klar bleibt, sich in ihren unteren Teilen schön braun zu färben.

Von allergrößter Wichtigkeit für den Boden ist die Tätigkeit der zellulosezersetzenden Bakterien, denn der weitaus größte Teil aller organischen Substanz, die dem Boden alljährlich, sei es durch Stalldüngung, sei es durch den herbstlichen Laubfall und das Absterben der Wiesengräser zugeführt wird, besteht aus Zellulose. Die Zersetzung dieses Stoffes ist bei Luftzutritt und bei Luftabschluß (wie sie in den tieferen Bodenschichten stattfindet) gleicherweise gut zu zeigen.

Im einfachsten Fall legt man in eine Petrischale zwei Scheiben Filtrierpapier aufeinander, streut zwischen das Papier etwas Ammonium-Magnesiumphosphat, feuchtet mit wässriger 0,05%iger Phosphatlösung an und bestreut das Papier leicht mit humusreicher Erde. Nach 3—6 Tagen der Aufbewahrung bei 25—30° erscheinen braune, durch Bakterien gebildete Flecke, an denen die Zersetzung des Papiers ihren Anfang nimmt. Lehrreicher ist folgende Versuchsanordnung: Man gibt in etwas tiefere Petrischalen oder in 300 ccm fassende Erlenmeyerkölbchen etwa 50—100 g Erde, die man etwas schief aufschichtet, so daß an der einen Seite der Boden des Gefäßes etwas frei bleibt. An die schräge Wand des Erdbodens legt man zwei Streifchen weißes Filtrierpapier, drückt sie mit einem sauberen Glasstab fest an, so daß sie überall mit dem Erdboden in Berührung sind, feuchtet sie etwas an und gibt in das Gefäß vorsichtig, indem man das Wasser nur auf den freien Teil des Gefäßbodens laufen läßt, so viel Feuchtigkeit, daß der Boden gesättigt erscheint. Deckelschalen müssen häufiger angefeuchtet werden als Erlenmeyerkolben, die mit einem Wattepfropfen fest verschlossen werden. Nach etwa 6 Tagen beginnt die Zersetzung der Zellulose, kenntlich an der Verfärbung des Papiers. Häufig treten anfangs auch Schimmelpilze auf, die ja im Erdboden auch eine wichtige Rolle bei der Zellulosezersetzung (besonders im Waldboden) spielen. Je nach der Beschaffenheit des Bodens und der Feuchtigkeit werden ganz verschiedene Organismen auftreten, und die Zellulose wird entweder verschleimt oder regelrecht „aufgefressen" (s. Abb. 1) werden. Um zu zeigen, daß tatsächlich nur die von Bakterien belebte Erde imstande ist, Zellulose zu zersetzen, kann man nebenher einen Kontrollversuch mit steriler Erde (Erhitzen auf mindestens 200°!) oder ausgeglühtem Sand machen (s. Abb. 2).

Um die unter Luftabschluß stattfindende Zellulosezersetzung zu zeigen, füllt man Reagenzgläser in hoher Schicht (etwa 20 ccm Flüssigkeit im Glas) mit einer Lösung von 0,1% Ammonsulfat, 0,1% Dikaliumphosphat, 0,05% Magnesiumsulfat, einer Spur Kochsalz und 2% kohlensaurem Kalk, gibt einen Streifen Filtrierpapier (der nicht aus der Flüssigkeit herausschauen darf) hinein, impft mit Erde und bewahrt die Röhrchen bei 38° auf, s. Abb. 3. Etwa vom 10. Tage an

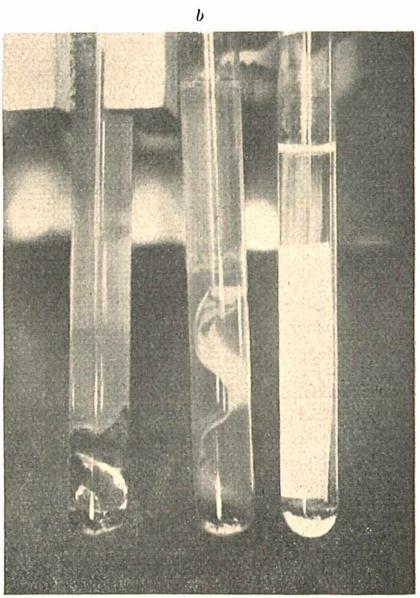


Abb. 3. *a* = Filtrierpapier, noch unzersetzt (1. Tag). *b* = Beginn der Zersetzung (10. Tag). *c* = Beendigte Zersetzung (16. Tag)

sind alle Stadien der Zersetzung am Papier gut zu beobachten, vom leichten Aufquellen und beginnender Gelbfärbung an zu allmählich fortschreitender Auflösung, bis nach etwa 20 Tagen das Papier als verquollene, häufig fahl- bis braungelbe Masse am Boden des Glases liegt. Zugleich bildet sich über dem abgesetzten Kalk und Impfboden eine schwärzliche faulschlammartige Schicht, oft ist auch deutlicher Geruch nach Methan zu spüren.

Die so wichtigen Stickstoffumsetzungen im Boden, Nitrifikation, Denitrifikation, Stickstoffassimilation, Bindung freien Luftstickstoffs, sind leider nicht direkt anschaulich zu machen. Nur die Knöllchenbildung an Leguminosenwurzeln läßt sich an einer beliebigen, aus dem Acker oder Garten geholten Lupine, Erbse, Saubohne oder anderen, nicht zu kleinen und kräftig gewachsenen Pflanzen aus der Familie der Schmetterlingsblütler demonstrieren. Es läßt sich, wenn man sorgfältig arbeitet und Glück hat, auch zeigen, daß eine Lupine, die man aus sterilem Samen

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

(Waschen in Sublimat, dann in Alkohol und Äther, dann rasches Abflammen) in sterilem Boden züchtet, sich schwächer entwickelt als eine nicht sterile Pflanze in gewöhnlicher Erde, und vor allen Dingen keine Knöllchen bildet; doch ist es, wenn man nicht viel Übung in bakteriologischer Technik hat, ein schwieriges Unternehmen, „steril" zu arbeiten, und in vielen Fällen wird dies Experiment mißglücken.

Doch glaube ich, daß schon die angeführten Versuche den Schülern einen anschaulichen Begriff von den so wichtigen Prozessen im Erdboden geben und den Lehrer anregen können, sich mit den bisher nur als Krankheitserregern mißkannten Bakterien etwas eingehender zu beschäftigen.

Sehr brauchbare Anweisung zu bodenbiologischen Arbeiten gibt G. Kostka in seiner „Praktischen Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen" (Handbücher f. d. prakt. naturw. Arbeit Bd. 17/18). Dort findet man auch die einschlägige Literatur sorgfältig zusammengestellt.

Kleine Mitteilungen

Das Mikroskop in der Volksschule. Seit dem März des Jahres 1925 haben wir in Württemberg den Lehrplan für die Oberklassen der Volksschulen. Wie nicht anders zu erwarten war, wie es ja auf den Grundschullehrplan hin gar nicht anders möglich war: der Lehrplan brachte auf dem Gebiete des Naturgeschichtsunterrichtes nicht nur einige kleinere Veränderungen, sondern wirklich wesentliche Verbesserungen. Es ist hier nicht der Ort, den Lehrplan in Naturgeschichte zu besprechen, doch muß auf eine sehr wichtige Eigenschaft desselben mit einigen Worten eingegangen werden. Der frühere Lehrplan, der nun außer Kraft ist, war ein „Normallehrplan". Den hier vorgeschriebenen Stoff mußte das Kind kennen, der mußte behandelt werden. Der Lehrer hatte freilich einige Freiheiten, aber sie waren dem Stoffplan gegenüber sehr begrenzt.

Jetzt haben wir nun einen grundsätzlichen Unterschied: Der neue Lehrplan ist kein „Normallehrplan", sondern ein sog. „Rahmenplan" Damit ist nun noch nicht ohne weiteres gesagt, daß es ganz dem Belieben des Lehrers überlassen wird, was er behandeln will; hier macht sich das Heimatprinzip zur obersten Richtschnur: Was die besonders geartete Heimat und der Charakter der Landschaft als besonders wichtig und bedeutungsvoll vorschreibt, muß in den Mittelpunkt gestellt werden. Das schließt nun freilich nicht aus, daß er eben das unumgänglich Notwendige, das Gerüste und Gerippe der Naturwissenschaft am genauesten behandeln muß.

Sollen nun die in den Naturwissenschaften liegenden Bildungswerte ausgeschöpft werden, dann muß die Schule auch wirklich hinein führen in die naturwissenschaftliche Arbeit. Ein kurzer Satz sagt hier mehr als alle Weitschweifigkeit: „. für jede Schule ist der Besitz eines einfachen Mikroskops anzustreben." Wenn wir den vom Lehrplan aufgezählten Stoff genauer ansehen, so müssen wir sagen, daß ein einigermaßen auf der Höhe der Zeit befindlicher Naturgeschichtsunterricht ohne das Mikroskop nicht mehr auskommen kann. Wir lesen z. B. Seite 51 beim Stoff des sechsten Schuljahres: „Keimung. Aufnahme von Wasser und Nährsalzen durch die Wurzel. Wurzelhaare, Wurzelwachstum. Zellen. Saftströmung und Verdunstung des Wassers. Leitungsbahnen. Festigung. Blattgrün. Bau und Aufgaben des Laubblatts und der Tannennadel. Wanderung der Stärke, Baustellen und Speicherorgane. Atmung und Luftwege." So finden wir in den anderen Schuljahren durchweg Gegenstände aufgenommen, die nur mit dem Mikroskop behandelt werden können. Es würde zu weit führen, wenn wir alle diese Stoffe hier aufzählen wollten. Daran kann also nicht im geringsten gezweifelt werden, daß der neue Lehrplan wirklich bahnbrechend ist, daß auch die Gegenstände, die wegen ihrer Kleinheit nicht unmittelbar angeschaut werden können, behandelt werden müssen. Denn im Haushalt der Natur sind sie eben gerade nicht unwichtig.

Es könnte leicht gesagt werden, daß dazu aber doch nicht für jede Volksschule ein Mikroskop nötig wäre: Soll man denn die Volksschüler zu Naturwissenschaftlern machen? Woher soll man denn die nötige Zeit bekommen? Ist nicht auf einem guten Bild mehr zu sehen, als auf einem nicht guten Präparat? Und wer kann geschwind in der Eile ein gutes Präparat herstellen?

Auf diese Fragen soll ein wenig eingegangen werden. Zunächst einmal ein Wort über die Notwendigkeit des Mikroskops. Es ist eine Forderung, die zu jeder Zeit von den Pädagogen erhoben worden ist, die aber nun in neuer Zeit in Kerschensteiner einen nicht abzuweisenden Mahner gefunden hat: das ist die Forderung der Arbeitsschule. Die richtig verstandene Arbeitsschule will die in jedem Gebiet liegenden Bildungsgüter erwecken und heben. Und sie will dies tun, indem sich der Unterricht derselben Methoden und Wege bedient, wie die betr. Wissenschaft. Damit ist das Mikroskop im Unterricht gefordert und mit dieser Forderung werden wohl auch alle Lehrer einig sein, viele aber werden sagen, woher man die Zeit nehmen solle. Denn gerade die Volksschulklassen weisen so hohe Schülerzahlen auf, daß oft fast eine ganze Stunde vergehen würde, bis alle Kinder das Präparat genau angeschaut haben.

Jedoch, so schwerwiegend diese Überlegungen sind, das alles sind methodische Fragen, die von untergeordneter Bedeutung sind, gegenüber der grundsätzlichen Forderung der Arbeitsschule, angewendet auf die Naturwissenschaft.

Lehrer Karl Frank, Herrenberg

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung. 4. November 1927

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; Download

Natur- und Kunstwerke lernt man nicht kennen, wenn sie fertig sind; man muß sie im Entstehen aufsuchen, um sie einigermaßen zu begreifen. Goethe

Die Wirkung des Diaphanols auf undurchsichtige (opake) Objekte

Von Prof. Dr. **R. M. Bouček**, Tábor (Č.S.R.)

In der mikroskopischen Technik gibt es eine große Zahl von Aufhellungsmitteln; weniger häufig sind die Entfärbungsstoffe, die man ohne Furcht vor schädlichen Veränderungen, die sie in den Objekten hervorrufen oder nach sich ziehen, brauchen kann. Vor nicht langer Zeit ist es Prof. Erich Schmidt[1]) gelungen, eine äußerst wirksame und bequem zu behandelnde Flüssigkeit zu finden, die beides zusammen, eine Entfärbung und auch eine gewisse Aufhellung der Objekte ermöglicht. Diese ist das bekannte „Diaphanol" Die Flüssigkeit war längere Zeit nicht mehr zu beziehen, wird aber jetzt wieder von der Geschäftsstelle des „Mikrokosmos" in den Handel gebracht und in Originalpackungen (50 g Flaschen) an die Mitglieder der D.M.G., Stuttgart (Mikrokosmos) abgegeben.

Diaphanol ist eine klare, gelbe Flüssigkeit, die etwa an die Farbe stärkerer Pikrinsäure erinnert, scharf riecht und allmählich schwere gelbliche Dämpfe abgibt. Bei der Arbeit soll man daher immer nur frische Lösungen benützen, obwohl ich beobachtet habe, daß auch die älteren Lösungen noch brauchbar waren; sie wirkten allerdings selbstverständlich langsamer. Sobald wir einmal den paraffinüberzogenen Stopfen verletzt haben, müssen wir den Inhalt der Flasche möglichst rasch gebrauchen. Ich habe gefunden, daß das Diaphanol in offengebliebener Flasche im Laufe von höchstens 16 bis 18 Stunden seine charakteristische Farbe und seinen Geruch verliert und auch keine Dämpfe mehr abgibt. Das geschah auch im Dunkeln. In festverschlossenen (Glasstopfen!) braunen Flaschen, kühl und dunkel aufbewahrt, ist das Diaphanol aber unbegrenzt lange haltbar.

Gewöhnlich wird das Diaphanol bei der Verarbeitung von entomologischen, namentlich chitinhaltigen Objekten verwendet. Ich habe nun versucht, die Wirkung des Diaphanols auch auf reich pigmentierte und fast oder vollständig undurchsichtige Objekte zu erproben. Für die unbestreitbar notwendige Orientierung der Objekte bei embryologischen Arbeiten sah ich nämlich schon im voraus in dem Diaphanol ein ausgezeichnetes Mittel, das wohl dem Beobachter die „Situation", die Lagerung der sich entwickelnden Organe usw. tatsächlich im Studium erleichtern könnte, und meine Vermutung hat sich auch wirklich so schön bestätigt, daß ich nunmehr eine kleine Schilderung meiner Versuche folgen lassen will.

Es wurden verschiedene junge Tiere, ohne Rücksicht auf Fixation und Aufbewahrung benützt, die sich durch reiche Pigmentierung auszeichneten und wenig oder gar nicht durchsichtig waren:

1. Die Haut (Stück) mit charakteristischem Seitenfleck (ocellus) der Eidechse (*Lacerta agilis* L.), Männchen,
2. ein junges Tier derselben Eidechse von 8 cm Länge,
3. eine junge Schildkröte (*Emys orbicularis* L.) von 5 cm Panzerlänge,
4. eine große fußlose Kaulquappe des Wasserfrosches (*Rana esculenta* L.),
5. einige größere Larven des mexikanischen Axolotls,
6. einige kleine Larven des Kamm-Molchs (*Molge vulgaris* L.) von 4 cm Länge,
7. ein junger Weißfisch, 4.3 cm lang und
8. ein ganzer Frosch (eine *Rappia*-Art).

Zum Vergleich wurden gleichzeitig einige Arthropoden untersucht, und zwar:

9. eine Libelle, gerade ausgeschlüpft,
10. ein Wasserskorpion, und
11. eine große Larve des gemeinen Gelbrandes.

Das erste Objekt war mit der Zenckerschen Flüssigkeit fixiert und nach den üblichen Methoden weiterbehandelt worden, während die übrigen Objekte in 70%igem Alkohol oder in 4%igem Formol lagen, manche sogar schon sehr lange, bis zu 3 Jahren. Zum leichteren Eindringen des Diaphanols wurden sie dann an geeigneter Stelle angeschnitten.

Am 20. März 1927 brachte ich bei diffusem Tageslicht alle gut gewässerten Objekte zuerst in zwei kleine, mit Diaphanol gefüllte und mit einem gut passenden Glasstopfen verschlossene Glasgefäße, und zwar die in Alkohol aufbewahrten getrennt von denen aus Formol. Der ganze Verlauf der weiteren Behandlung vollzog sich bei diffusem Tageslicht; Verdunklung oder Benützung von schwarzen oder dunkeln Gefäßen ergab nach meiner Beobachtung gar keine Vorteile, direktes Sonnenlicht muß man jedoch unbedingt vermeiden.

Die Wirkung des Diaphanols äußert sich in verschiedenen Vorgängen, vor allem in der

[1]) E. Schmidts Arbeiten in Ber. der Deutschen Chem. Ges. **54/55** (1921/22); P. Schulze in Biolog. Zentralbl. 1922/23/24, weiter die Arbeiten von H. von Lengerken, M. Wegener, C. Baumann, G. Kuricke, E. Marcus, F. Seidel, Fr. Schönberg u. a. m.

© Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag, http://www.elsevier.de/

Entfärbung oder Bleichung und in der Aufhellung der Objekte; dazu kommen noch andere Nebenwirkungen wie Entkalken, Bildung von Gasblasen, Veränderung der Struktur und Konsistenz der behandelten Objekte usw.

Die Bleichung begann fast sofort; ganz gleichzeitig verwandelte sich die ursprüngliche Farbe in ein Rostigbraun; etwa 30 Minuten lang behielten alle Objekte denselben Farbton; dann ging die Farbe nach und nach in ungleichem Zeitmaß ins Orangebraun und endlich ins Gelbliche über. Der Farbstoff widerstand am längsten in der Regenbogenhaut der Augen bei allen untersuchten Wirbeltieren und in den großen Panzerflecken der Schildkröte. Die Entfärbung und Aufhellung dauerte bei den verschiedenen Tieren verschieden lang, wie das aus der untenstehenden Tabelle zu entnehmen ist. Der ganze Vorgang wurde beendigt:

beim	1. Objekt	nach 48	Stunden
	2.	72	„
	3.	5	Tagen
	4.	10	Stunden
	5.	24	
	6.	16	
	7.	12	
	8.	48	

Das Diaphanol verlor nach kurzer Zeit seine Farbe und wurde gewechselt; danach wurden die Objekte einzeln in besonderen Gefäßen (breitere kurze Eprouvetten) weiter behandelt. Nach der Diaphanolbehandlung [1]) wurde jedes Objekt mit 63%igem Alkohol gewaschen und schließlich in 70%igem aufbewahrt.

Sehr interessant ist der Grad der Entfärbung und Aufhellung, der in den einzelnen Fällen erreicht wurde.

In der Haut der Eidechse ist jede Spur von Ocellus verschwunden, sie behielt ihre hornartige, schwach gelbliche Farbe und wurde vollkommen durchsichtig. Nachträgliche Färbung mit Safranin gab ein sehr schönes Präparat.[2]) Ein Versuch an einem anderen Stück sollte zur Lösung der Frage beitragen, ob die Pigmente durch Diaphanol nur chemisch geändert (also wieder regenerieren) oder wirklich zerstört oder völlig aufgelöst werden; er ist negativ ausgefallen. Übrigens ist es mir auch mit keiner der bekannten Methoden gelungen, das Neuauftreten des Pigments zu ermitteln. Das gleiche wurde auch unter dem Deckglas festgestellt, wobei ich die direkte Zerstörung und Auflösung der Pigmentkörnchen nach wiederholter Zugabe von Diaphanol gesehen habe.[3]) Allgemein darf man wohl sagen, daß die fettigen Pigmente und Lipochrome in Diaphanol sozusagen augenblicklich verschwinden, die melaninhaltigen erst nach etwas längerer Zeit.

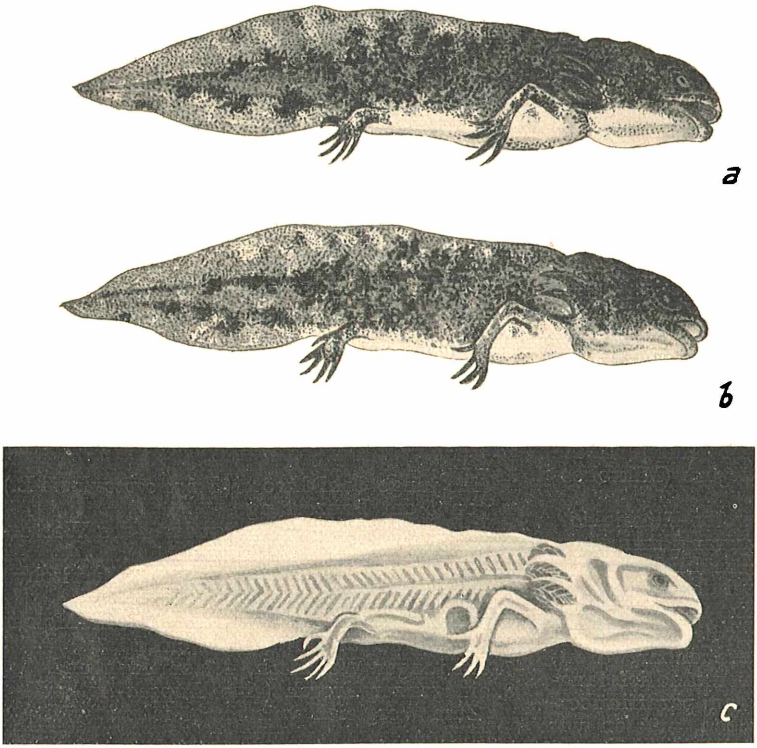


Abb. 1. Larve von *Amblystoma mexicanum* (Axolotl) in seitlicher Ansicht, etwa $^5/_6$ nat. Gr. — *a* = direkt vor dem Tode. *b* = nach dreimonatiger Aufbewahrung in 4%igem Formol und *c* = nach Diaphanolbehandlung. (Original)

Bei der ganz jungen Eidechse (Objekt 2) wird durch die verhältnismäßig schon kräftige Körpermuskulatur eine bessere Durchsichtig-

[1]) Längeres Verweilen des Objektes im Diaphanol nach Beendigung des Prozesses schadet ihm nach meiner Erfahrung nicht.

[2]) Einschluß in Kanadabalsam.

[3]) Bei diesem Punkte erinnere ich mich eines seltsamen Zufalls aus meiner eigenen Praxis: Vor drei Jahren bekam ich im Austausch ein Exemplar der australischen Giftschlange *Acanthophis antarcticus Sh.*, das durch langjährige Konservierung im Alkohol vollständig entfärbt und weiß geworden war. Im Laufe von etwa 8 Tagen nach dem Montieren in 4%igem Formol trat wieder die typische dunkle Zeichnung der Schlange von selbst hervor (trotz der verletzten Epidermis), zwar etwas blasser, aber doch deutlich und dauerhaft. Das Tier befindet sich jetzt in meiner herpetologischen Privat-Sammlung unter Nr. W 77/4447. —

keit verhindert. Allen von mir untersuchten Objekten, soweit diese Wirbeltiere und ganz erhalten waren, ist es gemeinsam, daß die Körpermuskulatur (die quergestreiften Muskeln) im Diaphanol eine weiße Farbe annimmt und nur durchscheinend, nicht durchsichtig wird. Längeres Aufbewahren im Diaphanol bessert diesen Zustand nicht. Dagegen ist die glatte Muskulatur der Eingeweide auch in dickerer Schicht beinahe durchsichtig und farblos. Dessenungeachtet sind z. B. die Schädelknochen und das von ihnen bedeckte Gehirn vorzüglich sichtbar. Sonst erhält nur die Augenlinse eine schwach braune Färbung.

Die kleine Schildkröte habe ich zur Untersuchung herangezogen, um ein rein opakes und möglichst schwer durchdringliches Objekt in seinem Verhalten verfolgen zu können. Der Erfolg hat mich völlig überrascht; erstens erwartete ich eine weitaus stärkere Gasblasenentwicklung, die aber sehr gering war, sodann währte hier der Vorgang der Entfärbung und Aufhellung am längsten, was schließlich leicht zu begreifen ist; aber der Erfolg dürfte auch den peinlichsten Präparator und Mikroskopiker befriedigen. Die Knochenteile des Panzers wie auch die Weichteile gestatten ungehinderte Durchsicht und geben ein klares Bild von der inneren Struktur des Tieres, die man hier im allgemeinen doch erst nach besonderem mechanischem Eingriff wahrnehmen kann. Die Färbung läßt hier überall keine Spur nach. Die vielerorts große Dicke und kräftige Muskulatur des Objektes verringert teilweise die Durchsichtigkeit. Im großen und ganzen hindert das aber die Beobachtung nicht wesentlich.

Schöne Durchsichtigkeit erlangte die Kaulquappe vom Wasserfrosch. Man kann schon die primitive Skelettanlage der Hinterfüße sehen, während der spiralige Darm durch seinen dunklen, nicht entfärbten Inhalt sehr klar hervortritt.

Zur näheren Darstellung der Veränderungen bei den Axolotllarven füge ich einige Abbildungen bei. Auf Bild 1 sehen wir die gleiche Larve in seitlicher Lage bei verschiedenen Stufen der Behandlung. Stadium *c* bringt uns namentlich die Segmente der Rumpf- und Schwanzmuskulatur zur Anschauung, der Flossensaum wird schwach milchweiß und glasartig. Im lebenden Zustand war die Larve größtenteils undurchsichtig, überall in der Haut waren die zwei Sorten der wichtigsten

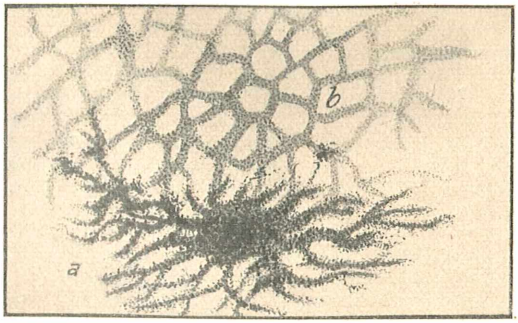


Abb. 2. Pigmentzellen in der Haut erwachsener Axolotllarven. Frisches Präparat. — *a* = sogen. dunkle Pigmentzelle, *b* = sogen. helle Pigmentzelle. (Original)

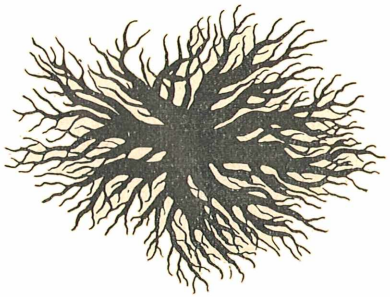


Abb. 3. Eine der großen dunklen Pigmentzellen in der Rückenhaut einer *Rappia*. (Original)

Pigmentzellen deutlich vorhanden (Abb. 2). Von der besonders reichen Pigmentierung (an manchen Stellen kommen die Pigmentzellen selbst in mehrerlei Schichten vor und bilden sehr verwickelte Ausläufer, die sich weit erstrecken und gegenseitig durchflechten) ist nichts mehr zu sehen. Gleiche Entfärbung zeigen die kleinen Molche. Die glänzenden Guanineinlagerungen, die den Schuppen des Weißfisches den herrlichen irisierenden Schimmer verleihen, gehen 5 Minuten nach dem Eintauchen in Diaphanol zugrunde. Dabei sah ich bei jungen Exemplaren merkbare Hautkorrosionen, die jedoch auf die Schuppen beschränkt blieben. Die anderen Körperteile sind unversehrt geblieben.

Das kleine Exemplar der Froschgattung *Rappia* ist durch scharf begrenzte und ungemein dunkle Zeichnung an der dorsalen Seite gekennzeichnet, die auch die langdauernde Aufbewahrung in Alkohol gut übersteht. Die genauere Untersuchung der graulich schwarzblauen Flecke zeigte, daß sie sämtlich aus sehr großen und sonderbar gebildeten Pigmentzellen bestehen; eine solche bringt Abb. 3 in Flächenansicht. Gegenüber dem gewöhnlichen Typus der dunkeln, melaninhaltigen Pigmentzellen, die zwar mannigfache, im Leben kontraktile Ausläufer aussenden, an denen man aber immer einen allmählichen Übergang vom Zellkörper in die Ausläufer beobachten kann, sieht man hier, wie von dem fast scheibenförmigen Zellkörper nur einige und sehr kräftige Hauptausläufer ausgehen, die erst dann schmale und an Ästchen erinnernde Ausläufer des zweiten und weiteren Grades tragen. Leider war es mir unmöglich, die Kontraktilität solcher Zellen im lebenden Zustand näher zu studieren. Diese Zellen sind einfarbig tiefschwarz, die Farbstoffkörnchen sind nicht deutlich unterschieden; erst sehr starke Vergrößerung (homog. Ölimmersion!) erlaubte die übliche Granulation zu sehen (Abb. 4). Die *Rappia* wurde nachträglich mit Eosin durchgefärbt und läßt dann die Knochen und inneren Organe gut durchscheinen. Auf dem Kopfe zwischen

den Augen ist eine dunklere Stelle erkennbar. Dort liegt die Haut den Scheitelknochen des Schädels knapp an, darunter sind Gehirnteile sichtbar. Die Körperhaut steht an manchen Stellen vom Körper etwas ab, namentlich wo sich die subkutanen Lymphräume befinden. Auf dem Rücken liegt eine Längsreihe median liegender Fleckchen von gabel-

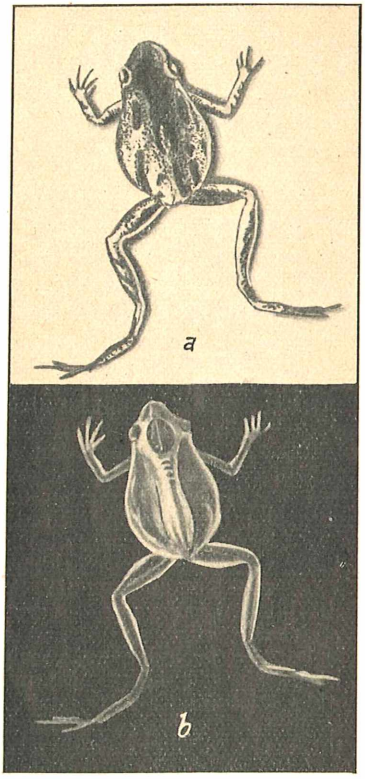


Abb. 4. Ein Frosch (*Rappia*) in Rückenansicht, etwa $^3/_4$ nat. Gr. — *a* = nach Alkoholkonservierung, *b* = nach Behandlung mit Diaphanol und Durchfärbung mit Eosin (im auffallenden Licht). (Original)

förmiger Gestalt. Das sind die kleinen Lücken zwischen den Muskelsegmenten (nach Dornfortsätzen der Wirbelsäule).

Von anderen inneren Organen lassen sich Leber und Niere, zeitweilig auch die Geschlechtsdrüsen mit Diaphanol vorzüglich bleichen, werden aber auch nach der Behandlung in isoliertem Zustand weniger durchscheinend.

Als besonders hervorragende Eigenschaft des Diaphanols sei hier angeführt, daß es wunderbar schonend auf sämtliche Gewebe wirkt; außer den erwähnten Schuppenkorrosionen bei jungen Weißfischen habe ich niemals irgendwo einige Verletzungen, Schrumpfungen, Quellungen usw. gefunden. Dem Mikroskopiker leistet Diaphanol in der Embryologie tatsächlich die wunderbarsten Dienste. Es gibt einen vorzüglichen Einblick in das zu schneidende Objekt, es erlaubt nachträglich alle bekannten Färbungen, ja es macht die Objekte eher durchdringlicher, was sich besonders bei der sog. Schnelleinbettung ausgezeichnet geltend macht. Die lästigen Pigmente werden weggeschafft und das Objekt wird so weit aufgehellt, daß man die innere Organisation wenigstens in grobem Umriß übersehen und verschiedene, später hinzugekommene und unangenehme Überraschungen vermeiden kann. Andere Entfärbungsmittel erfordern regelmäßig besondere Vorsichtsmaßregeln und wir können niemals vorsichtig genug sein, damit beispielsweise Wasserstoffsuperoxyd oder Tannin u. a. die Weichteile nicht beschädigen. Gewisse Fixationsmittel wirken zwar manchmal auch entpigmentierend (Pikrinsäure, Sublimat, Alkohol usw.), aber nur teilweise und unvollkommen; gewöhnlich darf man sie auch nicht so lange einwirken lassen, bis die Entfärbung vollständig ist.

Nach Herausnahme aus dem Diaphanol sind die Objekte sehr zart und empfindlich, man muß sie also weiter sehr vorsichtig behandeln und sofort in 63%igem Alkohol gründlich auswaschen. Den Alkohol wechselt man so lange, bis man den Diaphanolgeruch nicht mehr wahrnimmt.

Für die Einbettung in Paraffin ist in diesem Fall neben Tetralin Chloroform geeignet. Ich habe mit diesem sehr befriedigende Erfolge erzielt. Die am Anfang genannten Chitinobjekte haben die bereits erwähnten guten Eigenschaften des Diaphanols nur bestätigt; namentlich die Libelle ist außerordentlich schön gelungen.

Um die Durchsichtigkeit der Objekte an solchen Stellen noch zu steigern, wo sie durch die Muskulatur etwa beeinträchtigt wurde, versuchte ich es nach der Auswaschung noch nachträglich mit anderen Aufhellungsmitteln. Ich benutzte Xylol, Toluol, Glyzerin, Chloroform und Nelkenöl. Ein vollständig glasartiges Aussehen gibt den Objekten überall nur Xylol, Nelkenöl und Glyzerin. Nelkenöl darf mit Rücksicht auf manche empfindliche Färbung hier nur in beschränktem Umfange angewandt werden. Xylol wieder führt zu so starken Schrumpfungen und Deformationen (trotz der selbstverständlichen Überführung durch steigende Alkoholreihe), daß man von ihm lieber gänzlich absehen soll. Die Wirkung des Toluols ist ähnlich, aber nicht so rasch. Glyzerin (bidestill. und unverdünnt) gab die besten Erfolge, es dringt zwar langsam, aber sehr schonend ein. Dieses Verfahren kommt aber nur bei den Objekten in Betracht, die man ganz (in toto) lassen will.

Als Entkalkungsmittel wirkt Diaphanol rasch, aber mild. Das wurde von mir an dem Skelett der untersuchten Objekte festgestellt, ferner an einer 3,5 cm langen und in Alkohol konservierten Teichmuschel, die mit ihren Schalen in Diaphanol eingelegt wurde. Anfangs verlief die Entkalkung etwas stürmisch, später beruhigte sich das Ganze und nach kaum 2 Tagen wurde die Muschel vollkommen gebleicht und aufgehellt; von ihren Schalen blieb nur die zartdünne, oberflächliche Hornschicht zurück.

Die Gasblasen, die bei der Entkalkung stets auftreten und vor denen in der Literatur so sehr gewarnt wird, haben mich nicht belästigt. In besonders dringenden Fällen half ich mir entweder durch vorsichtiges Abtragen der Blasen mit einem feinen Pinsel oder durch Einlegen der betreffenden Objekte in den Thermostaten (bei einer Temperatur von höchstens 30° C) auf kurze Zeit; gewöhnlich genügten 10 bis 15 Minuten, um die auch im Innern des Objektes steckenden Gasblasen zum Aufsteigen und Verschwinden zu zwingen.

Purpurbakterien und Flechten

Von Dr. **Er. Kolumbe,** Kiel

Wie allgemein bekannt ist, handelt es sich bei den Flechten nicht um einen einheitlichen Organismus, sondern um die Vergesellschaftung von zwei ganz verschiedenen Organismen zu einer „Lebensgemeinschaft", einer Symbiose. Pilz und Alge haben sich zueinander gefunden und die systematische Stellung dieser so außerordentlich formenreichen Gruppe des Pflanzenreiches wird dadurch sehr schwierig. Nach Nienburg (1)[1]) scheint es richtig zu sein, daß man die Flechten gar nicht als eigene Gruppe bestehen läßt, sondern sie im System der Pilze bei jenen Gruppen der Pilze unterbringt, mit denen sie am besten übereinstimmen. Im Zusammenleben mit den Algen hat aber der Pilz seine Organe in so eigentümlicher Weise verändert, daß es zweckmäßig ist, die Flechten als gesonderte Gruppe zu betrachten und sie selbständig in das System einzureihen. Ganz erschwerend kommt nämlich der Umstand des polyphyletischen Ursprungs dieser Gruppe hinzu; das heißt: die Flechtenpilze stammen aus den verschiedensten Pilzfamilien — in überwiegender Mehrzahl Ascomyzeten, wenige tropische Arten mit Basidiomyzeten, Phycomyzeten nicht bekannt — und sie sind zu den verschiedensten Zeiten und mit den verschiedensten Algen zur Lebensgemeinschaft zusammengetreten.

Die ganze Symbiose stellt ein ernährungsphysiologisches Problem dar. Die Pilze können ja infolge des fehlenden Blattgrüns die Kohlensäure nicht assimilieren und sie sind stets auf fertige Nahrungsstoffe angewiesen. In den Algen haben sie nun Organismen gefunden, die mit Hilfe ihres Blattgrüns die Photosynthese durchführen können und Aufgabe des Flechtenpilzes ist es nur, die Algen ans Licht zu bringen. Der Pilz hat aus diesem Grunde eine andere Wuchsform angenommen. Während sonst das Myzel an dunklen Orten und im Substrat leben kann, tritt hier ein hochkompliziertes Myzel ans Licht, das in bestimmten Lagen den Kohlenstofflieferanten, die Algen, enthält.

In der neueren Flechtenliteratur sind einige Arbeiten von J. Th. Uphof (3 + 4) erschienen, die auch in dem Kreis der Nichtfachbotaniker bekannt geworden sein könnten. Uphof beobachtete nämlich eine Flechte in Verbindung mit eigentümlichen roten Körperchen, die er als Purpurbakterien deutete, und er stellt auf Grund seiner Beobachtungen eine eigene Flechtenart auf. „Geht man durch bestimmte Wälder Floridas, die hier als ‚flatwoods' und ‚low hammocks' bekannt sind, so findet man unter den zahlreichen Flechtenarten, die sich an den Baumstämmen entwickelt haben, eine Anzahl sehr schöner, ins Auge fallender Formen, die teils eine rosa, teils eine rote

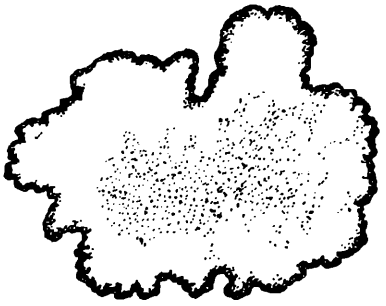


Abb. 1a. Habitusbild der Flechte *Rhodobacteriophora sanguinea*. Der stark schwarze Rand ist bei der Flechte karminrot gefärbt. Nach Uphof

Farbe besitzen. Es ist die Flechtenart, die noch bis vor kurzer Zeit unter dem Namen *Chiodecton sanguineum* (Sw) Vainio bekannt war" (Uphof). Die „flatwoods" sind Wälder, die sich am Ufer der Flüsse auf feuchtem Boden entwickelt haben und bei einer Flußfahrt fällt dem Beobachter die leuchtende Farbe dieser Flechte sofort auf. Nach Uphof kommt die Flechte auf folgenden Arten vor: *Magnolia grandiflora, Nyssa*-Arten, *Ilex cassine*. Die Flechte scheint auf die Uferwälder beschränkt zu sein und erreicht hier an den Stämmen der vorher genannten Arten einen Durchmesser von ½—20 cm. Die randlichen Partien des Thallus zeigen eine ganz scharfe zonale Gliederung; die Färbung ist in der größten Randpartie stark rot und wechselt vom Rand zur Mitte des Thallus über Rosa nach Graugrün. Die Unterseite dieser Flechte ist immer ganz rot. Die von Uphof gezeichneten Habitusbilder (Abb. 1 a) geben nach meiner Meinung keine richtige Vorstellung



Abb. 1b. Thallusrand 10mal vergrößert, um die zonale Struktur zu zeigen. Punkte und Stricheln deuten die roten Partien an. (Original)

[1]) Die Zahlen in den Klammern verweisen auf die Literaturangaben am Schlusse der Arbeit.

von der zonalen Struktur des Randes und dem Wechsel der Farbe; deshalb ist ein neues Habitusbild einer kleinen Randpartie neu

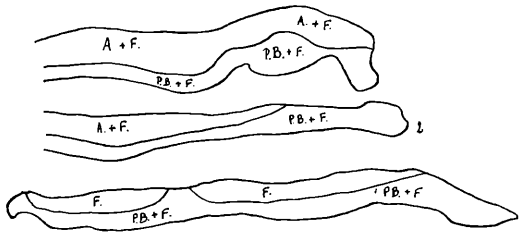


Abb. 2. Thallusquerschnitte. Nach Uphof etwas schematisiert. — *A.* = Alge, *F.* = Pilz, *PB.* = Purpurbakterien

nach dem Originalmaterial[1]) entworfen worden (Abb. 1 b).

Die mikroskopische Untersuchung ergab nun eine starke Verschiedenheit in der Verteilung der Flechtenkomponenten. Es stellte sich heraus, daß neben den roten Körperchen auch noch Algen vorkommen und folgende 3 Möglichkeiten der Verteilung wurden von Uphof beobachtet, wie sie auf Abb. 2 ersichtlich sind.

Im Thallusquerschnitt (Abb. 3) zeigte sich eine Verteilung, wie sie für den Fall 1 im schematischen Bild (s. Abb. 2) angegeben wurde. Der Thallus verhält sich wie ein normaler Flechtenthallus, bildet Soredien (Abb. 4) — d. h. Propagationsorgane, die beide Komponenten enthalten — und keine Früchte aus.

„Die roten Symbionten, welche bei 1000-facher Vergrößerung gut zu untersuchen sind, bilden wohl niemals längere Ketten von Zellen. Wenn sie sich soeben geteilt hatten,

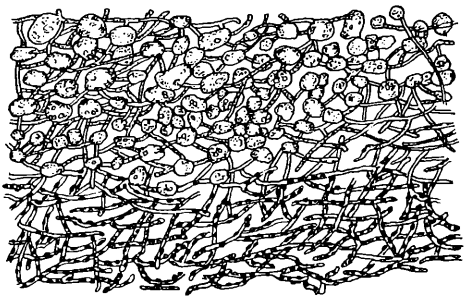


Abb. 3. Querschnitt durch den Flechtenthallus. Die obere Schicht besteht aus Pilzfäden und Algen, die untere Schicht aus Pilzfäden und Purpurbakterien. Nach Uphof

sieht man zwei zusammenhängen, nachher werden sie bald frei. Sie sind oval und haben eine Länge von 1,5—2 μ. Wenn die Flechte einige Zeit etwas feucht gewesen ist, und man untersucht sie dann wieder, so findet man eine Menge von Individuen, die von 0,5—2 μ variieren. Die Hyphen des Pilzes haben einen Durchmesser von 3—5 μ. Sie sind farblos, wenn sie leben; wenn sie jedoch tot sind, sind sie nicht selten rosa gefärbt, eine Farbe, die sie ohne Zweifel von den toten roten Organismen gespeichert haben" (Uphof). Die Präparation und vor allen Dingen die Kulturversuche bestätigten es Uphof, daß er es bei den roten Organismen mit Purpurbakterien zu tun hatte. In den verschiedenen Kulturversuchen, die mit den beiden Komponenten Bakterie und Pilz angesetzt wurden, entwickelte sich z. T. ein gutes Myzel (Kultur im hängenden Tropfen). Bei den als Bakterien angesprochenen roten Körperchen wurde Bewegung beobachtet, und zwar Brownsche Molekularbewegung.

Nach allen Beobachtungen schien es Uphof nun nicht mehr zweifelhaft zu sein, daß er es tatsächlich mit Purpurbakterien zu tun hatte

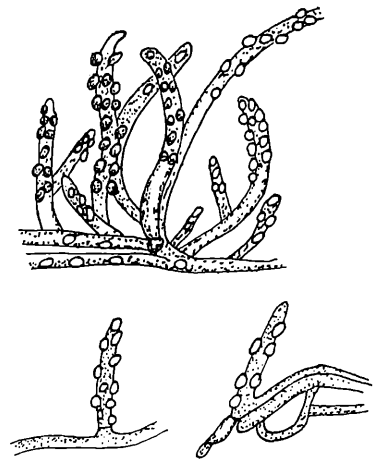


Abb. 4. Soredien. Stark vergrößert n. Uphof

und er nannte diese Art *Rhodobacterium lichenophorum*. Der Name der Flechte, bisher *Chiodecton sanguineum*, wurde gewandelt in *Rhodobacteriophora sanguinea*. Da dieser Name aber nur Gültigkeit haben soll, wenn Pilz und Purpurbakterien zusammen gefunden werden, so muß hier ein interessantes ernährungsphysiologisches Verhältnis vorliegen. Zu untersuchen wäre also die Frage, ob die Purpurbakterien für den Pilz Kohlenstoffquelle sein können. „Nach meiner Ansicht könnten wenigstens einige Purpurbakterienarten sich vorzüglich dazu eignen, um als Symbionten mit einem Pilz eine Flechte zu bilden, wobei sie imstande sein könnten, organisches Material aus anorganischem zu bereiten. Durch eigene Versuche habe ich jedoch dies noch nicht zeigen können" (Uphof). Tatsächlich ist nun durch verschiedene Autoren der Nachweis der Assimilationsfähigkeit der Purpurbakterien geliefert worden. Damit wäre der spezielle Stoff dieser Bakterien, das Bakteriopurpurin, dem Chlorophyll gleichberechtigt an die Seite zu stellen.

Von diesem Standpunkt aus ist der ganzen Frage nicht näher zu kommen. Der Verdacht, daß es sich bei den von Uphof beschriebenen

[1]) Herr Prof. Uphof (Florida) war so freundlich, einiges Originalmaterial an Herrn Prof. Nienburg (Kiel) zu übersenden, der es mir zur Bearbeitung gab.

roten Organismen nicht um Purpurbakterien handeln könne, ist bereits ausgesprochen und wir wenden uns jetzt dem Farbstoff der Purpurbakterien zu, der sehr eingehend von Molisch (5) untersucht worden ist. „Dieser Farbstoff, der den Zelleib gleichmäßig durchtränkt, ist ebenso wenig wie das Chlorophyll einheitlich, er besteht vielmehr aus dem sogenannten Bakteriochlorin, von unbekannter Zusammensetzung, und dem Bakterioerythrin (= Bakteriopurpurin), das in zweierlei Modifikationen vorkommt und wohl ein Karotinoid ist. Das Bakteriochlorin, das übrigens seinerseits vielleicht auch nicht einheitlich ist, zeigt im Spektrum Absorption bei *D*, ferner Endabsorption im Rot und Violett; das Erythrin absorbiert im Grün und Blau. Der Gesamtfarbstoff, wie er in den lebenden Zellen vorliegt, absorbiert außerdem im Infrarot etwa von λ 950 bis 750 $\mu\mu$ (7). Die typischen Reaktionen für das Bakteriopurpurin wurden von Suessenguth (6) verglichen mit denen der roten Körperchen von Uphof. Nachfolgende Tabelle entstammt der Suessenguthschen Arbeit und die abweichenden Resultate treten ganz klar hervor:

	Bakteriopurpurin	Roter Farbstoff von *Chiodecton sanguineum*
Löslichkeit in Äther	Sehr leicht löslich	Schwer löslich
CS_2	Sehr leicht löslich	Nahezu unlöslich
$CHCl_3$	Sehr leicht löslich	Ziemlich leicht löslich
Wasser	Unlöslich	In heißem Wasser etwas löslich
Kristalle	Lachsrot oder bräunlichrot	Dunkelkarminrot
Auf Zusatz von konz. H_2SO_4	Indigoblau-blauviolett	Scharlachrot gelöst, Lösung später bräunlich
Konz. HNO_3	Vorübergehend blau	Orangerot gelöst
Jodjodkali	Allmählich trüb, schmutziggrün	Keine Grünfärbung, die Lösung wird zunächst gelb
Starkes Bromwasser	Vorübergehend blau, dann farblos	Gelbfärbung

Es kann sich also nicht um eine Substanz handeln, die mit dem Bakteriopurpurin nahe verwandt ist. Der Vergleich der Absorptionsspektra liefert ein ähnliches abweichendes Resultat und die Meinung Uphofs, daß es sich um Purpurbakterien handeln könnte, wäre damit vorerst in Frage gestellt. Die Untersuchungen von Suessenguth machen nun eine Deutung in folgender Richtung sehr wahrscheinlich: Die roten Körperchen sind „körnige Exkrete von Flechtensäure. Ihre rote Farbe rührt von dem Gehalt an Chiodektonsäure her" (6).

Eine ganze Reihe von weiteren Fragen läßt sich an diese Ausführungen anschließen; sie sollen aber nur den Zweck erfüllen, über Untersuchungen zu berichten, die bisher noch nicht abgeschlossen sind und verhindern, daß eine nicht geklärte Frage als Tatsache ins Bewußtsein der Freunde der Mikroskopie übergeht.

Literatur.

1. Nienburg, Pilze und Flechten. Aus Natur u. Geisteswelt. Bd. 675. Teubner 1921.
2. Nienburg, Anatomie der Flechten. Linsbauers Handb. d. Pflanzenanatomie. Bornträger. 1926.
3. Uphof, Purpurbakterien in Gesellschaft mit Flechten. Biolog. Zentrbl. 46, 1926.
4. Uphof, Weitere Arbeiten über denselben Gegenstand in Amer. Journ. of Botany 1925, Science 1925 u. Naturforscher 1926, 1927, Heft 6.
5. Molisch, Die Purpurbakterien. Fischer, Jena. 1907.
6. Suessenguth, Zur Frage der Vergesellschaftung der Flechten mit Purpurbakterien. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1926, Heft 9.
7. Benecke-Jost, Pflanzenphysiologie. Bd. 1. Fischer, Jena. 1924.

Bemerkungen zu dem Aufsatz von Dr. Olufsen: „Untersuchungen über die Nahrung der Wespen und ihrer Brut"*)

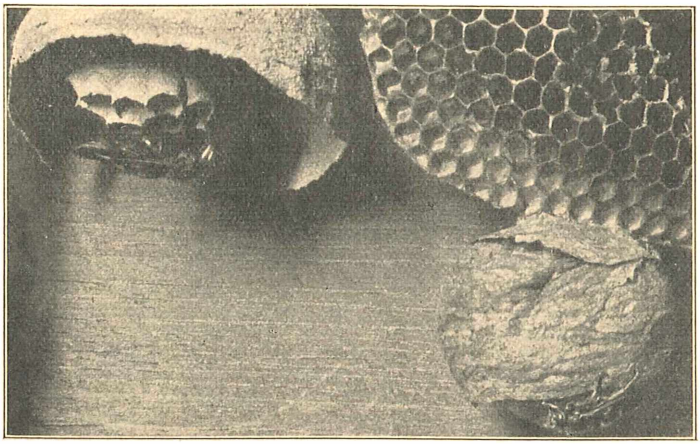
Von Prof. Dr. **Smalian,** Hannover-Herrenhausen

Dr. Olufsen geht in seinen Untersuchungen und Ausführungen mit Recht auf die von Prof. Dr. Lüstner, Geisenheim im Jahre 1915 und auf seine eigenen „Magenuntersuchungen an Insekten und anderen Tieren" zurück. (Mikrokosmos X, 1916/17, S. 204 ff.) Vielleicht haben auch meine folgenden Bemerkungen das Interesse der Leser des Mikrokosmos und bilden eine Ergänzung

*) S. Mikrokosmos, XX, 1926/27, S. 189—190.

zu den Angaben von Dr. Olufsen. In der „Naturw. Wochenschrift" (1918, neue Folge Nr. 8, S. 120) schrieb ich folgendes zu den Untersuchungen Lüstners:

„Daß die Wespen (Faltenwespen) Obst aller Art zernagen und süße Säfte lecken, ist jedermann bekannt und in jedem Obstgarten und auf jedem Obstlager leicht und zuverlässig zu beobachten. Jeder sorgfältige Beobachter kann sie eine Birne oder einen Apfel mit den gezähnten Oberkiefern ausschaben sehen. Aber er wird zugleich auch finden, wie sie dabei mit ihrer kurzen ‚Leckzunge' sofort den hervortretenden Saft lecken. Im Hochsommer, wenn die Wespen die zahlreiche Brut zu versorgen haben, sind sie ständig auf der Jagd nach Insekten. Man kann dies besonders häufig auf Doldenblütern beobachten, die ja von einem ganzen Insektenheer besucht werden. Fliegen und Käfer werden mit den Kiefern gepackt, meist zuerst der Flügel und Beine beraubt und dann zerstückelt. Ich habe oft gesehen, wie die Wespe dann am Opfer leckte, noch häufiger aber, wie sie mit ihm davonflog, um damit die Brut zu füttern. Meine Beobachtungen beziehen sich sowohl auf *Vespa vulgaris, media* u. a., ebenso auf *Polistes gallica*, die ich auf der einfachen, hüllenlosen Wabe in früheren Jahren mehrere Monate lang in der Fensterbank gehalten und beobachtet habe. Überall dieselben Tatsachen. Wenn in sonnig gelegenen Küchen Schwärme von Stubenfliegen durchs offene Fenster einziehen, um sich beim Einmachen von Früchten gütlich zu tun, stellen sich sehr oft die Wespen ein, um äußerst gewandt zahlreiche Opfer zu erbeuten, ihnen Flügel und Beine abzubeißen und dann damit zu Nest zu fliegen. Wenig Appetit erregend erschien mir mehrfach Zwetschenkuchen, der auf Jahrmärkten feilgeboten wurde. Er war mit Fliegenbeinen und Fliegenflügeln förmlich übersät. Überall erhaschte *V vulgaris* massenhaft die Opfer; zugleich krochen die Tiere umher und leckten eifrig den süßen Saft. Wespen, die ich im Zimmer hinter der Scheibe des Doppelfensters eingesperrt hielt, gewöhnten sich nachgerade an die Gefangenschaft und lagen dann der Fliegenjagd in der angegebenen Weise ob. Es wundert mich danach nicht, daß Herr Lüstner-Geisenheim im Darme der Wespenlarven einerseits Glukose mit Fehlingscher Lösung nachweisen konnte, wie er andererseits alle möglichen Chitinreste verfütterter Opfer auffand. Ähnliches läßt sich in dem Larvenkot der Wespenzellen feststellen. Ich habe die einschlägigen Tatsachen auch in meinem Lehrbuch „Grundzüge der Tierkunde", Ausgabe A, Verlag von G. Freytag, Leipzig, 5. Aufl., S. 317 f. dargestellt. Im letzten Sommer beobachtete ich etwa achtmal die solitäre Lehmwespe *Odynerus parietum*, wie sie am Nesteingange ausschließlich die Goldfliege *Lucilia caesar* fing, der Beine und Flügel beraubte und danach mit dem Opfer im Nesteingange verschwand."



Links Nestanfang einer Hornisse (*Vespa crabro*) an der Decke eines Bienenstandes, rechts Nest der *Vespa media*, das unmittelbar an eine Wachswabe der Honigbiene desselben Bienenstandes befestigt ist. Fundort: Hannover—Herrenhausen in einem Obstgarten. Aufnahme am Sammelkasten, etwa ½ nat. Gr.

Biologische Beobachtungen ergänzen hier also völlig die anatomisch-physiologischen Befunde. — An der Aufgabe, „Lücken in unseren Kenntnissen" betreffs Ernährung der Wespen und ihrer Brut auszufüllen, haben sich übrigens schon seit längerem verschiedene Forscher beteiligt. Hierüber kurz folgendes:

Einer der trefflichsten Sonderforscher über Wespen, dem wir die sorgfältigsten Untersuchungen über die Anatomie, Physiologie, Ökologie und Ethologie verdanken, ist Charles Janet in Beauvais (Oise). Seine für den vorliegenden Fall in Betracht kommenden Veröffentlichungen sind folgende:

1. Sur Vespa Crabro L., Histoire d'un nid depuis son origine. (Extrait des mémoires de la société zoologique de France pour l'année 1895, Paris 1895.)
2. Sur Vespa media, silvestris, saxonica. (Études sur les fourmis, les guêpes et les abeilles, Extrait des mémoires de la société académique de l'Oise, tome XVI, p. 28, Beauvais 1895.)
3. Sur Vespa germanica et V vulgaris. (Études sur les fourmis, les guêpes et les abeilles, Limoges 1895.)
4. Observations sur les guêpes, Paris 1903.

Am Ende dieser Abhandlungen findet sich jedesmal eine für den Forscher wertvolle Zusammenstellung der einschläglichen Literatur. —

In 1., S. 90, 91, beschreibt Janet die während der Puppenruhe angesammelten

Exkremente eben ausgeschlüpfter Wespen und bildet sie in Fig. 38 ab. Über die Nahrung der fertigen Tiere und ihrer Larven sagt er auf S. 95: „Es ist auf alle Fälle bemerkenswert, daß die Larven die aus zerstückelten Insekten bestehenden Pasteten aufnehmen und zwar mit Einschluß der chitinösen Abfälle, während die fertigen Wespen nur flüssige Nahrung aufnehmen und die darin vorhandenen feinen Teilchen, die in der unteren Mundhöhle zermahlen sind, ebenso die größeren Festkörper in den zerriebenen Kügelchen herausbefördern." —

In 1., S. 96, beschreibt Janet, gestützt auf ältere Autoren, näher die Bestandteile der Nahrungsballen von Wespen. So stellte Ph. W. J. Müller (1818) in den Nährballen einer weiblichen Hornisse unter anderem auch die Reste von Honigbienen fest; ebenso beschreibt Fabre (1879) die Art, nach der Hornissen die Honigbienen fangen und präparieren. P. Marchal (1894) berichtet Ähnliches über *Vespa germanica*. Janet meldet von seinen in Gefangenschaft gehaltenen Hornissen, daß sie besonders Honigbienen und Fliegen (*Musca, Calliphora, Lucilia* usw.) für die Nährballen verwendeten. v. Siebold (1871) stellt bei *Polistes gallica* fest, daß nicht nur den herangewachsenen, sondern auch den noch jungen Larven zerpflückte Insekten von dem fütternden Weibchen gereicht werden. Janet meldet dasselbe von den Hornissen (S. 99) und gibt dabei an, daß innerhalb von 3×3 Minuten eine dargereichte Biene zerkleinert und von der Hornisse verfüttert wurde. S. 102 gibt er an, daß alle Wespen die süßen Fruchtsäfte verzehren und daß ihre Exkremente davon oft stark gefärbt wären. Solche Zuckersäfte holen sie nach Janet (3, S. 21) auch von den Saftausflüssen der Eichen und Ulmen, ferner von den Gummiüberzügen von Baumknospen; ebenso werden sie vom „Honigtau" der Blattläuse angezogen. — Von anderen Autoren berichtet C. Fr. Gerloni („Die Bienenzucht", 1902, Verlag P. Parey, Berlin S. 125), daß die Hornisse und die gemeine Wespe den Bienen nachstellen. „Erstere fängt sie im Fluge und wählt hierbei gerade diejenigen aus, welche honigbeladen in den Bienenkorb zurückkehren. Die Wespe hingegen begnügt sich damit, heimlich in die Bienenkörbe einzudringen, um Honig zu stehlen, und ist daher den Bienen eher lästig als schädlich." — Hierzu bemerke ich, Herrn Dr. Olufsen (S. 190) ergänzend, daß *Vespa media* doch als Bienenräuber zu gelten hat, denn ich habe sie selbst Honigbienen fangen sehen, was nach Olufsen in Hamburg nicht beobachtet wurde. Daß sie dabei recht erfolgreich auf die Jagd gehen kann, beweist wohl recht anschaulich beistehende Aufnahme, die ich vor Jahren in einem Bienenstande in Hannover-Herrenhausen gemacht habe. Das zugehörige Präparat findet sich in meiner biologischen Sammlung. Ganz in der Nähe des betreffenden Bienenkorbes war übrigens ein Hornissennest in den Anfangsstadien angebracht, das der Besitzer des Standes selbstverständlich entfernte.

Da biologische Beobachtung und anatomisch-physiologischer Befund bei den maßgebenden Autoren übereinstimmen, so kann wohl die Frage nach den ökologischen Beziehungen der Wespen zu der Honigbiene als endgültig beantwortet gelten, und man wird hierfür Herrn Dr. Olufsen und dem Mikrokosmos besonders dankbar sein.

Mikroskopische Betriebskontrolle für Vorfilter

Von Dr. **L. Minder,** Zürich

Wenn eine anderweitige Beschaffung einwandfreien Trinkwassers nicht mehr möglich ist, muß man zum Oberflächenwasser, d. h. Wasser aus Flüssen, Seen oder Stauseen seine Zuflucht nehmen. Oberflächenwasser ist aber in den seltensten Fällen ohne weiteres hygienisch tauglich, weil es jederzeit durch Krankheitserreger (z. B. des Typhus, der Cholera) verunreinigt werden kann. Man ist dann gezwungen, zu Reinigungsmaßnahmen zu greifen. Von vielen vorgeschlagenen Verfahren hat sich die zuerst in England aufgekommene Sandfiltration bewährt, und (in Europa) seit etwa zehn Jahren ganz besonders die viel billigere Chlorbehandlung. Sandfilter benötigen immer verhältnismäßig umfangreiche Bodenflächen. Da ein Sandfilter keine unbegrenzte Lebensdauer hat, sondern mit der Zeit durch die zurückgehaltenen suspendierten Bestandteile verstopft wird, muß man es in gewissen Zeitabständen einer Reinigung unterziehen, z. B. indem man die oberste, am meisten verstopfte Sandlage abhebt. Man spricht in diesem Sinn von einer „Filterperiode" und versteht darunter die Zeitspanne, die ein Filter gut arbeitet. Je länger die Filterperioden der einzelnen Filter einer Anlage, umso leistungsfähiger ist sie, und umso billiger stellt sich der Betrieb.

Viele Oberflächenwässer führen nun nicht nur Bakterien mit sich, sondern auch noch mehr oder weniger gröbere suspendierte Bestandteile, unter denen das Plankton, besonders das Pflanzenplankton eine erste Stelle einnimmt. Solche Wässer, direkt auf die Reinfilter gelassen, bedingen lästige Störungen des Betriebs, besonders erhebliche Verkürzungen der Filterperioden. Es hat sich daher vielerorts als nützlich erwiesen, den eigentlichen Bakterienfiltern mit großer Filtrationsgeschwindigkeit arbeitende Grobfilter, sogenannte Vorfilter, vorzuschal-

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur gemäß Lizenz. www.elsevier.de/

ten. Diesen fällt die Entfernung der gröberen Suspensa zu, besonders des Planktons. Auf die Verminderung der Bakterienmengen haben sie gewöhnlich geringen Einfluß, was übrigens auch gar nicht gesucht wird. Planktonalgen sind viel größer, vielleicht hundertmal und mehr, als Bakterien. Ein Filter, das nur diese zurückhalten muß, darf also, besonders was die Körnung des Sandes anbetrifft, robuster gebaut sein und hat daher auch eine viel größere Wasserdurchlässigkeit.

Zur Beurteilung der Wirkung der Reinfilter hat man längst ein ausgezeichnetes und einfaches Mittel in der Bestimmung der Bakterienzahl pro Kubikzentimeter Wasser (eine abgemessene Wassermenge, etwa 0.5—1 ccm in Nährgelatine gebracht und nach einigen, vielleicht 3 Tagen, die gewachsenen Kolonien ausgezählt). Schon Robert Koch hat für die Langsamsandfilter, wie sie auch heißen, die Grenzzahl „100" aufgestellt, die auch heute noch gilt; d. h. ein Filter soll nicht mehr als höchstens 100 Bakterien im Kubikzentimeter durchlassen. Alle Filterwerke, die sich an diese empirische Zahl gehalten haben, sind nie zum Ausgang von Wasserepidemien geworden. Zur Betriebskontrolle der Vorfilter hat bisher keine wirklich brauchbare Methode existiert. Hier hat der Referent im Filterwerk der Stadt Zürich, das sein Rohwasser aus dem Zürichsee bezieht, eine Methode eingeführt, die sehr gute Dienste geleistet hat (veröffentlicht im „Gesundheits-Ingenieur", Heft 13, Jhrg. 50, 1927). Sie beruht auf der direkten Zählung der Organismen in der von Kolkwitz angegebenen Kubikzentimeter-Kammer. Das Instrumentchen dürfte vielen Mikrokosmoslesern bekannt sein; es besteht aus einem Glaskästchen mit runder Höhlung, das genau einen Kubikzentimeter faßt. Die Bedienung geschieht so, daß man die gut durchmischte Wasserprobe in die vorher mit demselben Wasser gespülte Kammer einfüllt, die Deckscheibe aufschiebt und die Organismen bei schwacher Vergrößerung auszählt. Als Zähleinheiten nimmt man immer ganze Zellverbände, also nicht etwa jede einzelne Zelle eines Asterionella-Sternes. Obschon die einzelnen Organismen bezw. Kolonien noch recht beträchtliche Größenunterschiede aufweisen, ist dessenungeachtet das Zählergebnis ausgezeichnet brauchbar zur Beurteilung des Wirkungsgrades eines Vorfilters. Eigentümlicherweise ist in bezug auf Organismengröße zwischen Planktern und Bakterien fast kein Übergang vorhanden; d. h. Formen, die in ihrer Größe eine Zwischenstellung einnehmen, kommen kaum vor. Man kann zur Führung der Kammer einen Objektführapparat benützen, kommt aber ebenso gut zum Ziel, wenn man auf die Deckscheibe der Kammer ein Liniensystem einritzt oder mit Flußsäure einätzt, mit einem Linienabstand von annähernd dem Durchmesser des Sehfeldes der gebrauchten Objektiv-Okularkombination. Natürlich hat man, um über die Funktion der Vorfilter auch wirklich einen guten Einblick zu bekommen, sowohl die Organismen des Rohwassers wie diejenigen des vorfiltrierten Wassers zu zählen. Man kann dann einen relativen Wirkungsgrad unterscheiden, d. i. die Durchlässigkeit in Prozenten der Organismenzahl des Rohwassers (je niedriger der Prozentgehalt, umso besser der Wirkungsgrad) und einen absoluten, der sich nur auf die Zahl der noch durchgelassenen Suspensa bezieht. Praktisch ist der letztere ausschlaggebend; zur Beurteilung über die Leistungsfähigkeit des Filters hat aber auch der erstere seine Bedeutung. Die viel größeren, aber auch viel spärlicheren Organismen des Zooplanktons werden mit der Kubikzentimeterkammer nicht erfaßt. Das hat aber nichts zu sagen. Denn einmal sind erfahrungsgemäß die Pflanzenplankter an der Verschlammung der Reinfilter weitaus am meisten beteiligt. Andererseits haben wir, wenn das Filter gut arbeitet, d. h. die Algen hinreichend zurückhält, auch die Gewähr, daß das Zooplankton schon gar nicht durchschlüpft. Die Methode — auch ein Beispiel nützlicher, angewandter Mikroskopie — hat in Zürich sogar den schönen Erfolg gezeitigt, daß die Vorfilter erheblich verbessert werden konnten, was die Filterperioden der Reinfilter verlängert und damit zu namhaften Betriebsersparnissen führt. Die Durchlässigkeit der Zürcher Vorfilter liegt heute gewöhnlich unter 10%.

Diese Methode der Betriebskontrolle wird überall bei Schnellfilteranlagen, da besonders wo Plankton aus dem Wasser zu entfernen ist, gute Dienste leisten können. Das gilt auch bei Reinigungsanlagen für Wasser, das chloriert werden soll. Organisches Material, auch suspendiertes, bindet Chlor. Für die Dosierung, wenn sie wirklich keimtötend sein und dabei weder überschritten, noch unterschritten werden soll, ist es von höchster Wichtigkeit, daß die Planktonmenge gering ist und möglichst kleine Schwankungen zeigt.

Kleine Mitteilungen

Ueber die Silberdarstellung des Treponema pallidum und anderer Mikroorganismen in Ausstrichen berichtet A. Fontana in der Dermatol. Zeitschr. 1926, Bd. 46, S. 291. Er gibt für das sog. Fontana-Tribondeausche Verfahren nunmehr folgende Vorschriften: Die dünnen Ausstriche des Reizserums werden an der Luft getrocknet. Aufgießen einiger Tropfen Rugescher Lösung (Eisessig 1 ccm, 40% Formol 2 ccm, destilliertes Wasser 100 ccm) auf das Präparat 1 Minute mit mehrfachem Erneuern. Abspülen in fließendem Wasser und Beizen mit einigen Tropfen folgender Lösung: Acidum carbolicum liquefactum 1 ccm, Tannin 5 g, destilliertes Wasser 100 ccm. 20 Sekunden langes Erwärmen über kleiner Flamme bis zur Dampfbildung. Abspülen und Weiterbehandeln mit 1% ammo-

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

niakalischer Silbernitratlösung, die folgendermaßen hergestellt wird: Zu 1% Silbernitratlösung wird tropfenweise Ammoniak in Verdünnung 1:20 zugesetzt, bis eine kaffeefarbige Trübung entsteht. Die Flüssigkeitsmenge muß mindestens 50—100 ccm betragen. Mit dieser Lösung wird unter schwachem Erwärmen 30 Sekunden gefärbt. Statt der Beizung mit Tannin kann man auch eine 0,75%ige Neosalvarsanlösung verwenden, man muß dann 30 Sekunden über kleiner Flamme bis zur Dampfbildung erhitzen. Die Behandlung mit Silbernitratlösung ist in diesem Falle unverändert. Dr. Rostock

Ein **einfaches und billiges Verfahren zur Darstellung der Mitochondrien** (Ruhekerne und Chromosomen farblos, Plasma hellgrau, Mitochondrien schwarz oder dunkelblau) **bei Würmern, Insekten, Krebsen, Mollusken und Stachelhäutern** wird von J. Hirschler (Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927. **44**, 216—218) beschrieben. Danach werden die Gewebestücke bis zu ½ cm Durchmesser 24 Stunden in nicht angesäuertes Zenker-Gemisch (mit kurz vorher zugesetztem 2½%igen oder 1,3%igen Eisessig) eingelegt, zweimal mit 3% K-Chromat abgespült und darin 2 Monate oder länger dunkel aufbewahrt. Nach Waschen in durchfließendem Leitungswasser (24 Stunden) passieren die Objekte 50-, 60- bis 95%igen und absoluten Alkohol, liegen 1 Tag in 90% Alkohol + Jodkalizusatz und werden über Xylol (Benzol) in Paraffin eingebettet und geschnitten (4—10 μ). Aus 70% Alkohol werden sie zur Färbung mit dem Dobellschen alkoholischen Eisenalaun-Hämatoxylin (Schnitte in wässeriger 2½%iger Eisenalaunlösung drei Stunden und nach Abspülen in 70% Alkohol nochmals in 1%iger Hämatoxylinlösung ebenso lange) behandelt. —r

Um die Brownsche Molekularbewegung der Teilchen im Tabakrauch zu beobachten, geht man sehr zweckmäßig folgendermaßen vor:

1. Bau einer Rauchkammer. Aus starker Pappe schneiden wir uns ein Rähmchen, dessen Seitenlänge etwas kürzer ist als diejenige eines zum Versuch zu verwendenden Deckglases. Durch Ausschneiden eines kleinen Stückes der einen Seite wird dieses Papprähmchen geöffnet. Dann wird es auf einen Objektträger gelegt, wobei zu beachten ist, daß es allseitig gut aufliegen muß. Darauf bedecken wir es mit einem Deckgläschen, wodurch wir eine kleine Kammer erhalten, ähnlich derjenigen, wie man sie bei Untersuchungen im hängenden Tropfen herstellt.

Will man sich eine dauerhaftere Rauchkammer herstellen, die gleichzeitig auch für den hängenden Tropfen und ähnliche Untersuchungen dienen soll, so verfahren wir folgendermaßen: Ein beinerner Ring von etwa 12—15 mm innerem Durchmesser, wie man sie zum Aufhängen der Vorhänge gebraucht, wird durch Reibung auf einer Feile beidseitig flach geschliffen und durch Aussägen eines kleinen Stückes seitlich geöffnet. Nachdem man sich überzeugt hat, daß er nach erfolgter Bearbeitung überall gut aufliegt, wird er mit Kanadabalsam auf einen Objektträger aufgekittet. Nach Erhärten des Balsams läßt sich diese Kammer leicht reinigen, ohne daß sie jeweils auseinandergenommen oder jedesmal neu erstellt werden muß.

2. Einstellen des Mikroskops. Nachdem wir die Rauchkammer mit einem passenden Deckglas versehen und unter das Mikroskop gebracht haben, stellen wir mit dem stärksten Objektiv auf die Unterseite des Deckglases oder auf eine Ebene im Raum der Kammer ein. Im ersten Falle leistet uns ein Staubteilchen, das auf der Unterseite des Deckglases hängen geblieben ist, gute Dienste, im zweiten Fall senken wir den Tubus so weit unter seitlicher Beobachtung, bis die Frontlinse beinahe das Deckglas berührt. Diese Einstellung genügt vollkommen, da sich die Rauchteilchen durch den Raum der Kammer nach allen Richtungen bewegen, und deshalb immer mehrere von ihnen sich in der abgebildeten Ebene zeigen.

3. Füllung der Kammer und Beobachtung. Die Kammer wird nun gefüllt, indem man in die seitliche Öffnung des Beinringes oder des Papprahmens eine Glaskanüle oder die Mündung eines Lötrohres einführt und den Rauch einer Zigarre oder einer Zigarette in die Kammer bläst. Sobald diese gefüllt ist, beobachten wir sofort, wobei zu beachten ist, daß die Blende des Mikroskops möglichst zugezogen wird. Unter diesen Umständen wird man im hellen Gesichtsfeld mehrere dunkle Pünktchen wahrnehmen, die sich in der bekannten zickzackförmigen Bahn durch den Raum bewegen, beim Austreten aus der abgebildeten Ebene plötzlich verschwinden, oder, falls das Instrument auf die Unterseite des Deckglases eingestellt wurde, ihre Bewegung plötzlich einstellen, indem sie sich an der Glaswand ansetzen. Die Beobachtungszeit dauert immer nur einige Sekunden, worauf neuer Rauch in die Kammer geblasen werden muß.

Die Erscheinung ist wegen der verhältnismäßigen geringen Anzahl der Teilchen und deren großen Bewegungsfreiheit in senkrechter Richtung nicht so auffallend, wie etwa diejenige der tanzenden Farbstoffteilchen in einer Lösung, doch gelingt die Beobachtung ohne Schwierigkeit, obschon die Teilchen im Hellfeld leichter übersehen werden, als im Dunkelfeld. W. Kündig

Ueber eine neue Methode zur Entfärbung des rezenten und fossilen Chitins, sowie der fossilen Zellulose berichtet der Entdecker Paul Kraft in den „Naturwissenschaften" (1926. Heft 5. S. 85 ff.). Ist das Objekt, das zu bleichen ist, klein, so legt man es auf einen in der Mitte mit Hohlschliff versehenen Objektträger. Will man den Fortgang der Bleichung, die in 10—20 Minuten beendet ist, unter dem Mikroskop kontrollieren, ist es aber ratsam, die Metallteile, besonders des Objektivs, vorher mit Vaseline einzureiben, um diese gegen Säuredämpfe zu schützen. Man bringt auf den Objektträger 1—2 Tropfen reine konz. Salzsäure und läßt auf die Ober-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

fläche dieses Tropfens einige Kriställchen von Kaliumchlorat ($KClO_3$) fallen. Sofort entstehen um die Salzteilchen Bläschen von freiem Chlor, die bald durch Auflösen den Tropfen völlig gelb färben.

$$KClO_3 + 6\,HCl = KCl + 3\,H_2O + 6\,Cl$$

Dieses freiwerdende Chlor entfärbt nun schnell und energisch das Objekt. Man nehme nicht zu viel Salz, damit noch unverbrauchte Säure im Tropfen verbleibt, die die Bleichung stark begünstigt. Nach Beendung des Bleichprozesses ist das Objekt gut mit destill. Wasser auszuwaschen, was leicht unter Benützung einer Pipette oder Kapillare geschehen kann. Bei größeren Objekten nimmt man die Entfärbung in größeren, verschließbaren Glasgefäßen vor und dehnt sie, wenn erforderlich, auf mehrere Stunden aus. Die Haltbarkeit der Objekte leidet hierdurch nicht.

Die Methode hat sich vorzüglich bewährt z. B. bei vollständig dunkel und undurchsichtig gewordenem fossilem Chitin von silurischen Graptolithen. Aber auch beim Aufhellen rezenten Chitins und beim Angreifen verschiedener tierischer Inkrusten ließen sich sehr gute Ergebnisse erzielen. Das fossile Chitin wurde nicht zerstört, sondern blieb bis in die feinste Struktur erhalten und bekam eine gelb-orange durchscheinende Farbe; auch gewann es seine Elastizität wieder. Wenn man die nach der Bleichung gut mit destill. Wasser ausgewaschenen Objekte in Kanadabalsam legt, werden sie noch durchsichtiger.

Auch zur Entfärbung von fossiler Zellulose ist die Methode gut zu verwenden, z. B. beim Aufhellen von Schnitten durch Braunkohlenholz. Es ist nur nötig, die Schnitte möglichst dünn herzustellen, um schon in 10 Minuten eine wunderbare Aufhellung zu erhalten.

Das bisher zum Aufhellen von Chitin verwendete Diaphanol, das mit Chlordioxyd arbeitet (siehe mein Referat im „Mikrokosmos" Jahrgang XX, 1926/27, S. 195), vermag häufig erst nach einer Einwirkung von 1—3 Tagen eine Aufhellung herbeizuführen, die durch unsere Chlormethode in 10—20 Minuten erreichbar ist. Wer gewohnt ist, mit Diaphanol zu arbeiten, kann auch beide Methoden vereinigen. In diesem Falle bleicht man erst mit Diaphanol und behandelt mit Chlor nach. Man wird auch dann erkennen, daß der höchste Grad der Aufhellung, der durch Diaphanol erzielt werden kann, durch Nachbehandlung mit Chlor noch verbessert werden kann. Dr. Olufsen

Ein neues Ultramikroskop, das die Fa. Nachet-Paris konstruiert hat, wird von C. Spierer in Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 16—19, beschrieben. Es besitzt ein eigens konstruiertes Objektiv (Immersionssystem) und einen Quarzkondensor, der so gebaut ist, daß er die sehr schrägen Lichtstrahlen und außerdem ein zentrales Strahlenbündel, nachdem dieses die Quarzlinse durchlaufen hat, sammeln kann. An mikrophotographischen Aufnahmen hauptsächlich der Kieselalge *Pleurosigma* versucht Verf. die Vorzüge der Apparatur gegenüber den gangbaren Ultramikroskopen zu erweisen. —r

Die Metallisierung von Organismen. N. O. Zelinsky hat seine Entdeckung zufällig bei der Analyse von Insekten gemacht (Biochem. Zeitschr. Bd. 146, 1924). Tut man ein Insekt, z. B. eine Biene, in ein Platinschälchen, bedeckt sie mit einem Überschuß von feinem Kupferoxyd, tut das Ganze in ein beiderseits offenes Verbrennungsrohr und erhitzt im Kohlensäurestrom in der üblichen Weise, ohne später Sauerstoff überzuleiten, so findet man das Insekt im Platinschiffchen unter einer Schicht von Kupferoxyd in metallisiertem Zustand unter Beibehaltung der ursprünglichen Größe, Form und aller morphologischen Einzelheiten. Der ganze Körper ist verkohlt und mit einer dünnen Schicht metallischen Kupfers bedeckt. Auch verschiedene feine Pflanzen, Stengel und Fäden kann man auf diese Weise metallisieren. Man kann demnach Insekten und dergl. in naturgetreuem Zustande sicher konservieren.

Dr. Rostock

Eine **entwicklungsgeschichtliche Untersuchung der Samenanlagen von Prunus** und verwandten Gattungen unternahm K. Ruehle (Bot. Archiv VIII, 1924, 224 bis 249, 3 Taf.). Er betrachtet die Haare auf der Außenseite des Perikarps oder in der Fruchtknotenhöhle, die meist warzenförmigen Obturatoren zur Leitung und Ernährung der Pollenschläuche und verfolgt die Entwicklung der Integumente und des Embryosackes. Die Integumente enthalten bei der befruchtungsreifen Samenanlage keine sklerenchymatischen Differenzierungen. Nur das äußere entwickelt sich in der Regel zur definitiven Testa. In der äußeren Epidermis der letzteren unterscheidet Verf. neben den zartwandigen Zellelementen auch Tonnenzellen. Diese können allerdings auch in tieferen Zellschichten auftreten. Die Gruppierung nach dem anatomischen Bau der Samen und besonders der Testa fällt mit der morphologisch begründeten (Focke) nicht zusammen. —r

Zur Sputumuntersuchung bei bazillenärmeren Sputa hat man heute in der Medizin ein besonderes Anreicherungsverfahren, das gleichzeitig den Vorteil aufweist, daß das Material sterilisiert wird. Es ist dies die Verwendung von Antiformin. Man mischt einen Teil von dem Sputum mit zwei Teilen Antiformin (Oskar Kühn, Berlin C 25, Dircksenstraße 20), eine Mischung von Javellescher Lösung und Natronlauge, schüttelt sehr gut durch, läßt 20 Minuten stehen, wodurch der Schleim sich auflöst. Die Flüssigkeit wird jetzt mit der gleichen Menge Brennspiritus versetzt, worauf man zentrifugiert. Das Sediment wird auf dem Objektträger ausgestrichen, fixiert und gefärbt. Häufig will das Sediment nicht genügend haften, weil das Eiweiß zu weitgehend durch das Antiformin zerstört worden ist. In dem Falle hilft man sich mit einem Tropfen Hühnereiweiß, mit dem man den Bodensatz vermischt. Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß man häufig sehr wenig Tuberkelbazillen findet, weshalb man mindestens 5—6 Präparate durchmustern muß. Ragnar Berg

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 Apparatetechnik 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 neuer Typ eines binokularen Mikroskops

Von Privatdozent Dr. **P. N. Schürhoff,** Berlin

Wir können wohl sagen, daß die optische Höchstleistung bei unseren Mikroskopen durch Erfindung der Apochromate erreicht wurde; man könnte daher annehmen, daß auf Verbesserungen nicht mehr zu rechnen sei. Wenn diese Ansicht auch bezüglich des Baues der Linsensysteme zutrifft, so sehen wir doch an vielen Neuerscheinungen auf dem Gebiete des Mikroskops, daß der Erfindergedanke keineswegs ruht. In den letzten Jahren haben besonders die vielen Bemühungen zur Einführung verschiedener Typen von binokularen Mikroskopen eingesetzt, und es sind über binokulare Mikroskope, Stereomikrophotographie und Mikrostereoprojektion auch verschiedene Abhandlungen im Mikrokosmos erschienen, durch die das Interesse der Leser auf diese neuen Apparaturen und neuen Methoden besonders hingelenkt wurde.

Das binokulare Sehen im Mikroskop hat unbestreitbar eine ganze Anzahl Vorteile für den Beobachter, die vor allem in dem Schutz vor Übermüdung des Auges, und der ungleichen Inanspruchnahme des einen Auges, der Ausschaltung störender Nebenerscheinungen (Mouches volantes), der gesteigerten Lebhaftigkeit der Wahrnehmung und endlich in der stereoskopischen Wirkung liegen.

Nur ein Umstand steht der schnellen Verbreitung des binokularen Mikroskops hindernd im Wege, nämlich die Schwierigkeit, das bisher vorhandene Mikroskop in ein binokulares umzuwandeln. Es gibt zwar binokulare Tubusaufsätze einer Anzahl von Firmen, aber durch einen solchen Aufsatz erreicht das Mikroskop eine unbequeme Höhe und es ist mit dem Tubusaufsatz auch nicht mehr im Mikroskopschrank unterzubringen. Neuerdings sieht man auch bei einigen Firmen das Bestreben, „Universalmikroskope“ zu bauen, bei denen man durch einen Handgriff den einfachen Tubus gegen den Doppeltubus umwechseln kann. Aber die Abmessungen dieser Universalmikroskope sind bei den einzelnen Firmen ganz verschieden, so daß man, selbst wenn man das neueste und vollkommenste Mikroskop kauft, so gut wie niemals die neu aufkommenden Apparaturen einer anderen Firma daran verwerten kann. Eine Normung auf diesem Gebiete ist eine Forderung des Tages. So gut wie man sich über Tubusweite, Objektivgewinde, Tubuslänge, Okularvergrößerung geeinigt hat, wird man auch zu einer Einigung über die Zahnstangenführung, den Durchmesser des Abbeschen Kondensors usw. gelangen müssen. Vielleicht ist von diesem Standpunkte aus die neue Erscheinung, daß die einzelnen Firmen sich ihre Verbesserungen patentieren lassen, zu begrüßen; wenn jede Firma der Sorge behoben ist, daß ihre Erfindungen sofort von anderer Seite nachgemacht werden, so muß sie suchen für ihre neuen Erfindungen auch ein möglichst großes Absatzgebiet zu finden und dieses kann nur auf Grund einer allgemein durchgeführten Normung geschaffen werden.

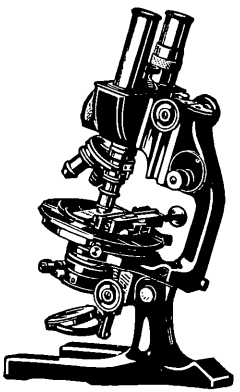


Abb. 1. Monobinokulares Stereomikroskop von Reichert. Vorn am Tubuskasten ist die Steilschraube zur Entfernung des Prismenwürfels P_1 (Abb. 2) erkennbar

Die bisherigen Binokularmikroskope lassen sich einteilen in solche mit oder ohne stereoskopischen Effekt. Erstrebenswert ist ohne Frage in jedem Falle die stereoskopische Wirkung, genau so wie man bei einem binokularen Fernglas unter allen Umständen eine stereoskopische Wirkung voraussetzt. Bedingt allerdings die Hervorrufung des stereoskopischen Sehens eine Verminderung der Lichtintensität oder andere Unbequemlichkeiten, so wird man sich in manchen Fällen notgedrungen mit der binokularen Wirkung ohne stereoskopische Wirkung begnügen. Es kommen hier, abgesehen von den binokularen Mikroskopen, bei denen überhaupt auf die stereoskopische Wirkung von vornherein verzichtet wird, die Abblendung bei der Konstruktion nach Lihotzky und die Okularblenden von Zeiß in Betracht.

Ein Stereoaufsatz, bei dem keine Lichtbündel abgeblendet werden und der infolge-

dessen die sämtlichen in das Objektiv eintretenden Lichtstrahlen dem Auge zuführt, ist der von der Firma Reichert, Wien, in den Handel gebrachte Stereoaufsatz von Heimstädt, über den vor kurzem im Mikrokosmos, Jahrgang XX., 1926/27, S. 69, ausführlich berichtet wurde. Obwohl dieser Aufsatz noch den Vorteil einer Verwendung als Stereo-Lupe bietet, hat er mit den übrigen aufsetzbaren Doppeltuben den Nachteil, daß er die Höhe des Mikroskops sehr vermehrt, wodurch ein unbequemes Arbeiten entsteht. Leider wird auch bei Benutzung dieses Stereoaufsatzes die Vergrößerung des Mikroskops auf die Hälfte herabgesetzt.

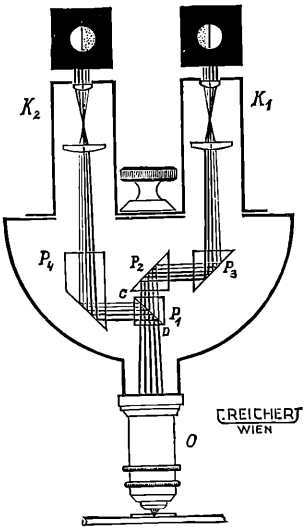


Abb. 2. Strahlengang im Stereomikroskop. Durch die ungleiche Versilberung der Schnittfläche *CD* des Prismenwürfels P_1 wird die stereoskopische Wirkung hervorgerufen

Als wesentliche Neuerung auf dem Gebiete der binokularen Stereo-Mikroskope bringt nun die Firma Reichert, Wien, ein Mikroskop in den Handel, das die normale Höhe besitzt, keine Abblendung von Lichtbündeln erfordert, eine unverminderte Auflösungskraft besitzt und die normalen Vergrößerungen der optischen Kombinationen zeigt (Abb. 1). Die Zerlegung des Strahlenbündels wird bei diesem Mikroskop durch einen Prismenwürfel *P* erzielt, der aus zwei dreikantigen Prismen besteht, die an der Hypotenusenfläche miteinander verkittet sind, und von denen das eine mit einer durchlässigen Silberschicht versehen ist (Abb. 2). Durch dieses Prismensystem wird jedem der beiden Okulare die halbe Strahlenlänge vermittelt. Die beiden auf diese Weise zustande gekommenen Bilder sind jedoch nicht identisch, sonst würde die Vermittlung einer räumlichen Wahrnehmung nicht möglich sein, sondern sie zeigen parallaktische Verschiedenheiten. Dieselben entstehen durch Verlegung der Schwerpunkte der beiden Strahlenbündel nach außen hin, also nach entgegengesetzten Richtungen (nach links und nach rechts), und zwar dadurch, daß die Dichte des Silberbelages der erwähnten durchlässig versilberten Trennungsschicht in seitlicher Richtung nicht gleichmäßig ist. Der Silberbelag ist auf der linken Hälfte dünn, auf der rechten Hälfte dichter, und es ist, wie die den Strahlenverlauf darstellende Abbildung erkennen läßt, die Strahlenintensität in der linken Hälfte der rechten Austrittspupille kleiner, in der rechten größer, und umgekehrt beim linken Tubus. Auf diese Weise werden die für die stereoskopische Wahrnehmung nötigen parallaktischen Veränderungen in den Einzelbildern erzielt.

Außer diesem binokularen Stereo-Mikroskop *S* stellt die Firma Reichert noch ein etwas komplizierteres Instrument, das neue mono-binokulare Stereo-Mikroskop *SS* dar, das in Größe und Ausstattung dem genannten Stativ *S* entspricht, aber außerdem noch für die normale monokulare Beobachtung eingerichtet ist. Mittels eines am binokularen Tubus angebrachten Triebknopfes kann das Prismensystem P_1 (s. Abb. 2) durch eine Steilschraube ausgeschaltet werden und dadurch der Übergang zum normalen Strahlengang des gewöhnlichen monokularen Mikroskops erreicht werden. Diese Einrichtung hat den Vorteil, daß man jederzeit das räumliche binokulare Bild mit dem gewohnten monokularen flachen Bilde vergleichen kann. Natürlich besitzt das Einzelbild des monokularen Mikroskops eine größere Helligkeit als die Einzelbilder in den binokularen Tuben (Abb. 3).

Nachdem ich nunmehr etwa 1½ Jahre lang das Stativ *SS* in Benützung habe, kann ich sagen, daß ich durch dies Stativ das Problem des binokularen stereoskopischen Mikroskops für völlig gelöst erachte. Die Bilder sind von einer vorzüglichen Helligkeit, während bei Tubus-Aufsätzen durch die Verlängerung des Tubus die Vergrößerung steigt, aber gleichzeitig die Helligkeit entsprechend abnimmt. Das Gesichtsfeld ist so groß, wie bei den monokularen Mikroskopen, während bei Tubus-Aufsätzen die Größe des Gesichtsfeldes nur halb so groß ist. Interessanterweise erkennt man die Wölbung des Gesichtsfeldes, während diese natürlich bei kleinerem Gesichtsfeld viel schwerer erkennbar ist und bei monokularen Mikroskopen nur in der Unschärfe der Randteile des Gesichtsfeldes zum Ausdruck kommt. Die Bilder erscheinen in einer geradezu wunderbaren Plastik. Daß natürlich die sämtlichen anderen Vorzüge des binokularen stereoskopischen Sehens vollständig zur Geltung kommen, versteht sich von selbst.

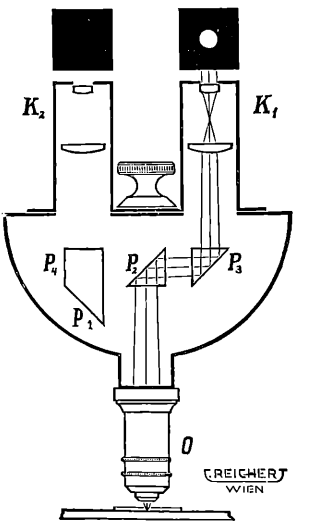


Abb. 3. Nach Entfernung des Prismenwürfels P_1 durch Drehung der Steilschraube treten alle Strahlen nur in den rechten Tubus ein, wodurch ein monokulares Mikroskop entsteht. Die genaue Einstellung bleibt hierbei völlig erhalten

Da das Prismensystem einen gesetzlichen Schutz genießt, ist nicht damit zu rechnen, daß von anderen Firmen der gleiche Apparat

in den Handel gebracht wird. Leider ist es bisher auch nicht möglich, diesen Tubus für ein Mikroskop nachzubeziehen, weil es uns noch an einer Normung der Mikroskopstativtypen fehlt. Da das Stativ *SS* ohne Revolver und Optik RM 550.— kostet, so wird es nur in vereinzelten Fällen möglich sein, abgesehen von Neuanschaffungen, diesen Tubus zu erwerben. Inzwischen ist jedoch ein mittleres Stativ der gleichen Firma in den Handel gekommen, das mit dem gleichen mono-binokularen Stereotubus nur RM 370.— kostet. Vielleicht läßt sich auch die Umschaltung zum monokularen Mikroskop noch verbilligen, etwa durch Hinausziehen des Prismenwürfels wie bei den alten englischen Mikroskopen und neuerdings bei dem mono-binokularen Stativ der Firma Busch. Es müßte unbedingt das Streben der optischen Werke sein, jedem Mikroskopiker Gelegenheit zu bieten, sich die ihm geeignetsten Apparate und Nebenapparate nach eigenem Ermessen zusammenzustellen.

Ich habe ebenfalls versucht, Stereomikrophotogramme mit diesem Tubus aufzunehmen, indem ich einmal die Kamera an den rechten, das andere Mal an den linken Tubus ansetzte. In der Praxis ist es natürlich viel einfacher durch Verschiebung der Irisblende oder durch Drehung einer Okularkappe die beiden Aufnahmen mit einem Tubus herzustellen, weil dann die doppelte Zentrierung des mikrophotographischen Apparates fortfällt. Eigentümlicherweise zeigte sich, daß die mit den beiden Tuben aufgenommenen Photogramme nur einen verhältnismäßig schwachen stereoskopischen Effekt aufwiesen, gegenüber den nach den anderen Methoden erzielten Stereobildern.

Hoffentlich findet sich bald ein Weg, der es ermöglicht, die neuartige Prismenkonstruktion des Stativs *S* auch an Stativen anderer Firmen anzubringen. Hiermit wäre sicher nicht nur dem Mikroskopiker, sondern auch der optischen Industrie gedient.

Ein Mikrotom für wenig Geld

Von **Fritz Menzel**, Berlin

Einen guten Schnitt aus freier Hand zu machen, bleibt immer, auch bei größerer Geschicklichkeit, ein kleines Kunststück. Darum sei im nachfolgenden die Herstellung eines Werkzeugs beschrieben, womit wir zwar keiner Mikrotomfabrik Konkurrenz machen können, das aber recht gute Resultate ermöglicht und dabei den großen Vorzug hat, je nach Werkzeugbestand und Handfertigkeit des Bastlers nur einige Mark oder weniger zu kosten.

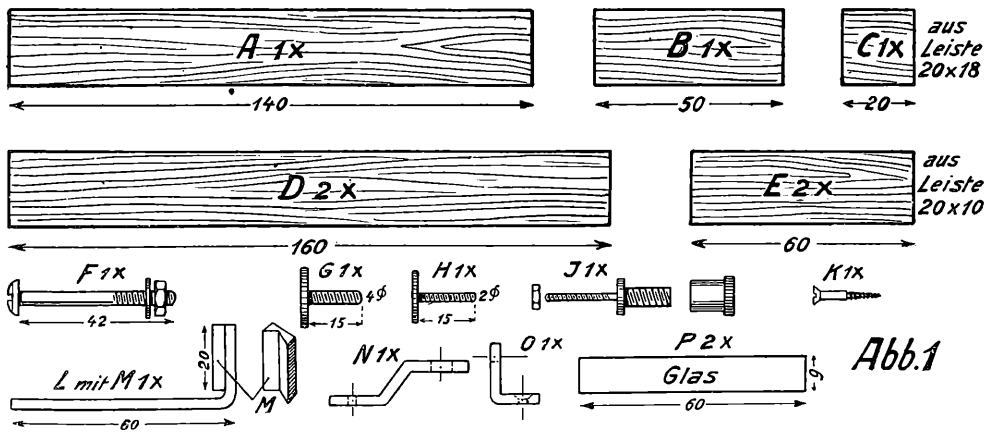


Abb. 1. Das Material zu dem selbstgebauten Mikrotom. Erklärung im Text

Als Material werden benötigt: 1 Stück Hartholzleiste 18×20 mm 220 lang, ein Stück 10×20 mm 450 lang, ferner Flachmessing 3×10 mm ca. 200 lang und einige Schrauben, deren Größe und Zweck aus den Skizzen hervorgeht. Die Leisten müssen auf jeden Fall genau gehobelt sein und durchgehend die gleiche Stärke haben, wobei es nicht auf das angegebene Maß ankommt, sondern darauf, daß die Leiste nicht wellig ist oder an einem Ende z. B. 18 mm, am anderen dagegen 18,2 mm mißt. Ebenso notwendig sind ganz glatte Oberflächen.

Nach dem Zuschneiden der einzelnen Stücke nach Abb. 1 werden nun die Leisten *D* mit dem Klötzchen *C* zu einer Art Gabel (Abbild. 2a) verleimt. Es entsteht so ein Innenraum von 18 mm Breite, in dem genau Leiste *A* gleiten muß, ohne zu wackeln. Dieser Umstand ist vor allem zu beachten, weil von der sauberen Führung des zu schneidenden Materials nachher alles abhängt. Leiste *A* wird, nachdem die Nute von 3 mm Tiefe und 10 mm Breite mit dem Stechbeitel ausgestemmt (Abb. 2b) oder vom Tischler

ausgefräst ist, in die Gabel eingelegt, etwas festgeklemmt und das Loch für die Gelenkschraube *F* durch beides hindurchgebohrt. Auf *A* wird dann *B*, das nach Abb. 4a zu einer Klemmbacke gefeilt ist, nur mit den Kanten über die Nute aufgeleimt, wie aus Abb. 5 hervorgeht. Es darf dabei kein Leim in den so entstandenen Führungskanal für den Klemmwinkel *L* kommen. Zur Vorsicht schiebt man diesen einige Male hin und her, nachdem die Teile verbunden sind. Durch Teil *C* der Gabel kommt ein Loch zur Aufnahme der Radioklemme *J*, die sich für den ihr zugedachten Zweck sehr gut eignet. Dann werden die Führungsleisten *E* aufgeleimt (s. Abb. 5), wobei wieder darauf zu achten ist, daß sie genau auf ihre Unterlage kommen und nicht mit den Kanten überstehen. Jede Spur Leim ist innen sorgfältig zu entfernen. Nach dem Trocknen schleift man die Oberkanten, wie es Abb. 3 zeigt, auf glattliegendem Sandpapier unter kreisenden Bewegungen völlig eben und kittet mit Wasserglas oder Kanadabalsam die Glasstreifen *P* als eigentliche Führungsleisten für das Messer auf. Man schneidet sie aus einem fehlerfreien Objektträger und bricht die Kanten mit Schmirgel, um später das Messer vor Verletzungen zu schützen. Damit wären die Holzteile fertig. Ein etwa 82 mm langes Stück des Flachmessings wird zum Winkel *L* gebogen, aus einem anderen 18 mm langen die Backe *M* gefeilt und an der Innenseite des kurzen Schenkels aufgelötet. Ein weiteres Messingstück, etwa 28 mm lang, wird zum Winkel *O* gebogen und mit Gewinde für Klemmschraube *G* und Bohrung für Holzschraube *K* zur Befestigung versehen (Abb. 4c). Das letzte Stück Messing, 45 mm lang, wird zu Teil *N* gebogen, gebohrt und mit Gewinde für Transportschraube *H* versehen (Abb. 4b). Jetzt kann der Apparat zusammengestellt werden und ist gebrauchsfertig (s. Abb. 5). — Das Material wird eingespannt, der Innenteil hochgeklappt und Teil *N* eingeschwenkt, so daß die Transportschraube unten gegendrückt. Vorteilhaft ist es, an der Druckstelle ein kleines Blechplättchen aufzukitten, damit die Schraube nicht auf Holz läuft. Durch langsames Hochdrehen der Transportschraube wird das Material um kleine Beträge über die Oberfläche der Glasschienen gehoben und wie beim freihändigen Arbeiten mit dem Rasiermesser geschnitten, wobei dieses auf der Glasunterlage sanft gleitet. Verf. arbeitet mit Rasierklingen, die in einem für diesen Zweck hergestellten Halter eingespannt sind. Ein Umstand muß noch in diesem Zusammenhang erwähnt werden. Die Schnitte werden durch die Drehführung um die Schraube *F* nicht genau parallel, sondern radial. Das macht aber für Liebhaberbedürfnisse, und um solche handelt es sich ja hier, nichts aus. Wie man leicht errechnen kann, beträgt der Unterschied in der Schnittstärke bei einem Schnitt von z. B. 5 mm Durchmesser und $^2/_{100}$ mm Stärke nur etwa $^1/_{1000}$ mm.

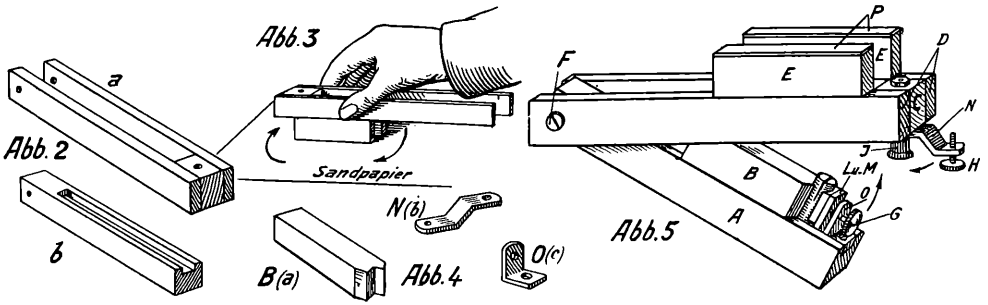


Abb. 2—5. Das selbstgebaute Mikrotom. Erklärung im Text

Zur Arbeit selbst ist noch zu sagen: Alle Maße sind in Millimeter angegeben. Jedoch bieten diese nur einen Anhalt und können beliebig untereinander entsprechend verändert werden. Es ist aber nicht ratsam, den Abstand vom Drehpunkt der Schraube *F* bis zum Material zu verkleinern, da hiermit die Ungleichmäßigkeit der Schnitte wächst. Die Metallteile läßt man sich, sofern geeignete Werkzeuge nicht zur Verfügung stehen, vom Mechaniker oder Schlosser anfertigen, von denen auch geeignete Schrauben meist zu beziehen sind (Elektrogeschäfte). Sollte der Innenteil etwas wackeln, kann man die Innenseiten der Führungsgabel mit feinem Papier bekleben. Bei sauberer Arbeit wird das aber nicht nötig sein.

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 2. Dezember 1927

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.urban-fischer.de

Chinosol in der Biologie

Von Oberstudienrat Dr. **Janeck,** Insterburg

I. Als Abtötungs-, Fixierungs- und Konservierungsmittel

Sowohl für Sammelexkursionen der Botaniker und Zoologen wie für Schulexkursionen war bisher immer die leidige Frage, wie töte ich meine Sammelobjekte ab, wie fixiere ich sie, wie konserviere ich sie bis zur weiteren Verarbeitung? Die Folge war, daß man sich gewöhnlich bei den genannten Ausflügen mit Fläschchen voll Äther, Sublimatlösung, Formaldehyd, Alkohol und anderem abschleppte, und man selten von einem solchen Ausflug heimkehrte, ohne daß alle Flaschen heil oder geschlossen waren. Der Grund dafür liegt auf der Hand: es fehlte an einem Mittel, das sowohl abtötete als fixierte und konservierte. Die Möglichkeit, ein solches Mittel in fester Form als Pulver oder Tabletten mitzuführen, wäre das Ideal für jeden Biologen.

Aber auch für die weitere Behandlung der Objekte weisen die bisher verwendeten Mittel einige Mängel auf: Stufenweise Durchführung durch die Konservierungsmittel (Alkohol), Entwässern, um das Fixierungs- oder Konservierungsmittel (Sublimat) zu entfernen, da diese durch Geruch oder schädliche Dämpfe (Formol) das weitere Präparieren oft nicht gestatten, sind zeitraubende Arbeiten, die man auf Ausflügen ungern vornimmt. Ein Konservierungsmittel, das so beschaffen wäre, daß man die Objekte längere Zeit darin liegen lassen könnte, ohne befürchten zu müssen, sie für Bestimmung oder Präparation ungeeignet zu machen (Entfärbung, Hartwerden), wäre die Freude jedes Biologen. — Ein Konservierungsmittel dieser Art wäre namentlich für den biologischen Arbeitsunterricht in unsern Schulen von größter Wichtigkeit, da in der Regel das Material 8 Tage bis zur nächsten Arbeitsstunde aufgehoben werden muß. Könnte man dasselbe Mittel gleichzeitig als Einschlußmittel für Dauerpräparate verwenden, bestände darin eine Möglichkeit, mikroskopische Dauerpräparate von Schülern anfertigen zu lassen, was bisher eine Unmöglichkeit war, so läge wiederum ein großer Vorteil auf der Hand.

Eine eigene Präparatensammlung aber weckt das Interesse der Schüler an der Sache bedeutend und der Einspruch der Zwecklosigkeit wegen mangelnder Mikroskope ist nicht stichhaltig, da in den fakultativen Arbeitsgemeinschaften sich nur die Schüler sammeln, die ein wahrhaftes Interesse an Biologie haben und daher immer Mittel und Wege finden, sich Mikroskope — wenn auch nur leihweise — zu beschaffen. Aus dem Gesagten ergeben sich folgende Forderungen:

1. Das Mittel muß Pulver- oder Tablettenform haben. Als Lösungsmittel kommt nur gewöhnliches Brunnenwasser in Frage.
2. Es darf nicht giftig oder sonst schädlich sein (Formol), da es von Schülern verwendet werden soll.
3. Es muß leicht und billig zu beschaffen sein.
4. Es soll für möglichst alle Vertreter der Kleinwelt aus Tier- und Pflanzenreich verwendbar sein.
5. Das Mittel soll abtöten.
6. Es soll schnell fixieren.
7. Konservieren,
8. nicht nur vorübergehend, sondern für die Dauer.
9. Die Konservierung soll Farbe halten.
10. Es soll keine Härtung des Objektes eintreten.
11. Schrumpfungen müssen vermieden werden.
12. Es muß sich leicht auswaschen lassen, um die Objekte weiter chemisch behandeln zu können.
13. Es soll Einschlußmittel für mikroskopische Dauerpräparate sein, in das die Objekte ohne weitere Behandlung eingebettet werden.
14. Es darf als Dauerkonservierungsmittel nicht leicht verdunsten.
15. Es darf aus gleichem Grunde nicht hygroskopisch sein.

Diese zahlreichen Forderungen erfüllt kein bisher gebräuchliches Mittel. Seit Jahren liegt mir daran, ein Mittel zu finden, das wenigstens einem großen Teil dieser Bedingungen gerecht wird. Seit zwei Jahren habe ich nun Versuche mit Chinosol gemacht, die meine Erwartungen weit übertroffen haben. (Für die Haltbarkeit der Chinosol-Präparate kann ich allerdings über diese Zeitdauer hinaus noch nicht bürgen, wenn ich auch der Überzeugung bin, daß sachgemäß hergestellte Präparate in Chinosol von langer Haltbarkeit sein werden.)

Chinosol kommt in Pulver- und Tablettenform in den Handel und ist in Wasser spielend löslich. Es findet in der Medizin als pharmazeutische Droge zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten Verwendung und ist infolge seines Einflusses auf die intramolekulare Atmung der Mikroorganismen von außerordentlich wachstums- und entwicklungshemmender Wirkung. Infolgedessen hat es sich als harmloses Desinfektionsmittel hervorragend bewährt, vor allem bei der täglichen Haut- und Körperpflege. Das Chinosol wird bei uns weiterhin in ausgedehntem Maße zur Lymph- und Serumkonservierung verwendet und in den Tropen sogar zur Haltbarmachung von frischem Fleisch benutzt (vgl. Liese, „Der Einfluß von Chinosol auf Bakterien und Protozoen im Reagenzglas und in vivo" in Zentralbl. f. Bakt. 1927). Sein Vorzug erhöht sich dadurch, daß es (wie

wir später sehen werden) meistens in stark verdünnter Form (1% bis 12%) Verwendung findet. Die Bedingungen 1 bis 3 sind damit restlos erfüllt. Bei der Konservierung größerer Objekte mit starker Kutikula möchte ich Chinosol nur dann verwendet wissen, wenn vorher Leibeshöhle und Darm geöffnet werden und so ein Eindringen des Konservierungsmittels in die inneren Organe möglich ist. Die Konservierung von Pflanzenmaterial in Chinosol ist mustergültig. Pflanzen, die 1½ Jahre in Chinosol aufgehoben waren (gleichgültig, ob 100% oder 3%), zeigen das gleiche Aussehen wie frisches Material, nur daß die Farbe zwischen Gelb und Grau-braun schwankt, je nachdem die Objekte hell oder dunkel von Natur aus waren. Zarte Objekte werden schön durchsichtig, was für weitere mikroskopische Behandlung von Vorteil ist. Über die Abtötungszeit sind meine Versuche noch nicht abgeschlossen. Die verschiedenen Tiergruppen, ja dieselben Tiere in verschiedenen Entwicklungsstadien ergaben ganz verschiedene Resultate. Infusorien wurden in konzentriertem Chinosol sofort abgetötet. Ebenso wurde ein kleiner, etwa 3 cm langer Frosch in 12%igem Chinosol in wenigen Minuten getötet. Schmetterlingsraupen sterben schnell, strecken sich dabei aus und behalten ihre Färbung. Schnell getötet sind ebenfalls Ohrwürmer und andere fertig entwickelte Insekten. Dagegen sind Mückenlarven und Nymphen zählebig. Nymphen waren selbst in 50%igem Chinosol nach 6 Stunden noch vollständig munter, Larven halten die Einwirkung so lange nicht aus. Essigälchen und andere Nematoden sind selbst in konzentriertem Chinosol lange lebensfähig. Es tritt aber bei ihnen dicht hinter dem Kopf eine Lähmung ein, die die lebende Beobachtung besonders erleichtert. Im allgemeinen kann man bei Landtieren ein schnelleres Absterben in Chinosol feststellen, als bei solchen, die parasitisch und im Wasser leben, soweit sie nicht sehr zart gebaut sind, wie Protozoen (Urtiere) und Coelenteraten (Pflanzentiere), z. B. Hydra zieht sich etwas zusammen und stirbt schnell ab.

Als Fixierungsmittel ist Chinosol fraglos geeignet. Legt man aber Wert auf tadellose mikroskopisch anatomische Fixierung, muß man mit den Konzentrationsverhältnissen vorsichtig sein, da zarte Objekte in konzentrierter Lösung etwas schrumpfen (Mückenlarven). Bei Infusorien ist konzentriertes Chinosol entschieden anzuraten, später kann man sie in verdünntes Chinosol überführen.

Ganz besonders wertvoll ist es, daß Chinosol die Objekte in keiner Weise verhärtet. Nach zwei Jahren konnte ich tadellose mikroskopische Präparate von Einzelteilen (Mundgliedmaßen, Stech - Apparaten, Pflanzenteilen) machen, ohne vorher in warmem Wasser oder Kalilauge aufzuweichen. Das bedeutet eine große Vereinfachung. Da Chinosol an sich wenig hygroskopisch ist, tritt auch bei weichhäutigen Objekten fast gar keine Schrumpfung ein, namentlich bei Verwendung von verdünntem Chinosol. Will man nach dem Chinosol Alkohol verwenden, muß das Chinosol entfernt werden, was ohne Schwierigkeiten durch Wasser zu erreichen ist. Kleinere Objekte, die 1¼ Jahr in Chinosol gelegen hatten (1%ige bis 50%ige Lösung) waren innerhalb von 3 Stunden in destilliertem Wasser ausgewaschen, so daß sie unbeschadet in Alkohol weiter bearbeitet werden konnten. Auch da, wo empfindliche Objekte zu Trockensammlungen verwendet werden sollen, wie z. B. Insekten, können noch solche gebraucht werden, die schon in Chinosol konserviert waren. Da wo ein Hartwerden zu befürchten ist und das Aufspannen nicht sogleich erfolgen kann, ist ein vorheriges Konservieren in Chinosol sehr zu empfehlen. Die in Chinosol vorkonservierten Fliegen, Käfer, Schmetterlinge behielten Weichheit und volle Beweglichkeit der Gliedmaßen und Flügel. So habe ich Pfauenaugen, die einige Tage in Chinosol gelegen hatten, aufgespannt, die sich in keiner Weise von sogleich präparierten unterschieden. Haben Tagfalter allerdings längere Zeit in Chinosol gelegen, sind ihre Farben stark nachgedunkelt. Ein Vorteil, der sich durch die Vorkonservierung mit Chinosol für späterhin ergibt, ist der, daß diese Insektenpräparate gegen Ungeziefer mehr geschützt sind, als andere, da das Innere mit Chinosol durchsetzt ist, was sich als Larvennahrung wenig eignet.

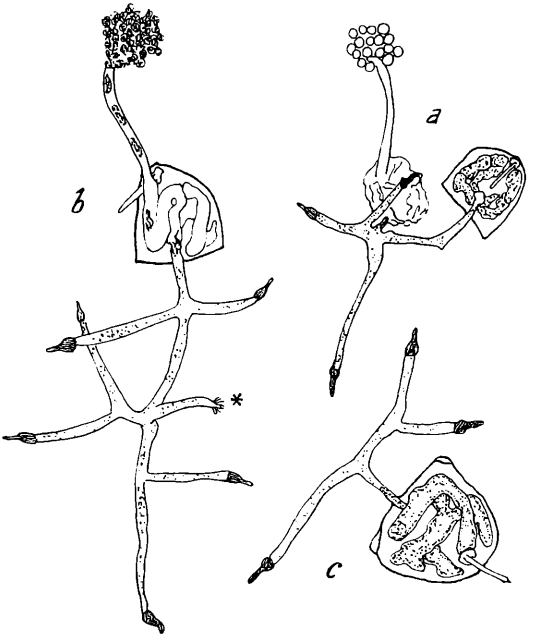
Will man Chinosol als Dauerkonservierungsmittel benutzen, namentlich um Material für Schülerübungen und zoologische und botanische Praktika zu erhalten, muß man die Objekte zunächst in konzentriertes Chinosol bringen; nach einigen Wochen, wenn eine vollständige Durchdringung der Objekte stattgefunden hat, kann eine Überführung in 12%iges Chinosol erfolgen. So haben sich bisher alle Objekte tadellos gehalten. Für makroskopische Demonstrationsobjekte wird es am wenigsten zu verwenden sein, da seine gelbe bis bräunliche Eigenfärbung das Bild stört. Anders ist es bei mikroskopischen Dauerpräparaten, wo man Chinosol direkt als Einschlußmittel verwenden kann. Die Herstellung von Dauerpräparaten wird deshalb sehr vereinfacht, weil man die abgetöteten Objekte direkt in Chinosol konservieren kann, so daß während einer mikroskopischen Arbeitsgemeinschaft mehrere Dauerpräparate hergestellt werden können. Die hierbei gemachten Erfahrungen sind aber so umfangreich, daß die Verwendung des Chinosol in der mikroskopischen Biologie in einem Sonderabschnitt behandelt werden soll.

Fleischfresser unter niederen Pflanzen

Von Dr. **H. Pfeiffer,** Bremen

Schon in meinem Aufsatze von den Tierfallen einheimischer Pflanzen (Mikrokosmos 1922/23, **16**, 137) konnte ich im Zusammenhange mit einigen geschichtlichen Angaben über die Entdeckung der „Karnivorie" (d. h. der Eigentümlichkeit, entgegen den sonstigen pflanzlichen Gewohnheiten tierische Nahrung aufzunehmen) auf einige niedere Pflanzen hinweisen, die in gleicher Weise wie die allgemein bekannten Vertreter (Sonnentau, Wasserschlauch, Fettkraut usw.) eine solche abweichende Ernährungsweise zeigen. Sommerstorff (**10**) [1]) bezeichnet diese Lebensweise als Bestialismus und sieht darin einen Sonderfall von Parasitismus. Als Freunde der Natur wollen wir diesen harten Ausdruck meiden; denn diese „Bestien" wollen auch leben. Wir wollen dagegen hervorheben, wie uns die erwähnte Eigentümlichkeit ganz besonders bei den hier aufzuzählenden niederen Pflanzen höchstes Interesse abnötigt. Vielleicht sind wir, wenn wir die Erscheinungen richtig erkannt haben, auch später einmal so glücklich, über die Verbreitung der animalischen Ernährung bei niederen Pflanzen oder über die Entstehungsgeschichte der Erscheinung ergänzende Beobachtungen zu machen.

Bekannt ist die animalische Ernährung niederer Pflanzen bis jetzt nämlich nur von einigen Pilzen und vielleicht gewissen Lebermoosen. *Zoophagus insidians*, zu den Phykomyzeten gehörig, wurde von Sommerstorff (**9**, 372) im April 1911 teils zwischen *Cladophora*-Algen im stehenden Wasser, teils epiphytisch auf dieser in einem Tümpel bei Gratwein (Steiermark) gefunden. Später beobachtete Palla diesen Pilz in einem Bassin des Botanischen Gartens zu Graz, ferner Arnaudow (**1**) in Bulgarien und (**3**) in der Umgebung von München, Mirande (**6**) in Frankreich und Gicklhorn (**4**) in Kroatien. Es besteht also die Möglichkeit, daß er nicht so selten ist, wie sein Entdecker ursprünglich annahm. Ohne hier auf die Merkmale seines Baues näher einzugehen (s. dazu: **9**, 362—367; **3**, 2f. u. 13f., sowie die Beschreibungen der genannten Beobachter!), wollen wir uns hier hauptsächlich mit seiner merkwürdigen Lebensweise beschäftigen. Dabei ist es noch nicht einmal mit ausreichender Sicherheit festgestellt, ob der Pilz vom Tierfang durchaus abhängig ist (**9**, 367 f.; **4**, 218 f.) oder nicht (**6**, 52 f.), wenn auch die Wirkung der Fleischverdauung offensichtlich sehr förderlich für sein Wachstum ist (**3**, 11). Als Beute erjagt der genannte Pilz hauptsächlich Rädertiere aus den Gattungen *Salpina*, *Metopidia*, *Colurus* und *Monostyla*, seltener Infusorien. Die gefangenen Tiere ziehen sich gewöhnlich in ihren Panzer zurück und schlagen anfangs heftig, dann immer mehr ermattend mit dem Schwanze, bis sie (meist nach etwa 30 Minuten) bewegungslos werden. Das Festhalten erfolgt mit den kurzen, dünnen



Sommerstorffia spinosa Arnaud, die Rädertierchen aus der Gattung *Monostyla* gefangen hat: *a* = rechts ein soeben gefangenes Rädertierchen mit eingedrungenem Fangschlauch des Pilzes, links ein schon früher erbeutetes Tier, aus dessen Überresten Zoosporangien entspringen, die inzwischen entleert worden sind; *b* = ein vom Pilz gefangenes Rädertierchen nebst eingetretener Zoosporenbildung, bei * hat ein schon früher erjagtes Tier gehangen, das bei der Präparierung abgelöst wurde; *c* = das Nährschlauchgeflecht im Innern und das vegetative Schlauchgeflecht mit den Fangorganen außerhalb des Rädertierchens. (Sämtlich nach Arnaudow 1923)

„Fanghyphen" Dabei kann die Fesselung nicht durch Ankleben erfolgen. Schon der Entdecker erzählt (**9**, 369), wie die Rädertiere beim „Grasen" auf den *Cladophora*-Zweigen „plötzlich die kurzen, abstehenden Fangäste des an die *Cladophora* geschmiegten Pilzes in den Mund bekommen." Sommerstorff wies nun nach, daß die Kurzhyphenspitze durch die Berührung (oder chemisch?) einen Reiz empfängt, eine schleimige Substanz bildet (durch Färbung mit Methylenblaulösung nachweisbar!) und sehr schnell in das Innere des Beutetieres hineinwächst. Die Kurzhyphe bildet sodann im Körper des Tieres ein Haustorium (Einsauggeflecht) aus besonders zartwandigen, verzweigten Schläuchen, und so erfolgt schließlich die Auflösung und Aufsaugung des Tieres. Die aufgenommene Tiernahrung

[1]) Die eingeklammerten Ziffern weisen (**fett** gedruckt) auf die Schriften des Literaturverzeichnisses hin und bezeichnen daneben (gewöhnlicher Druck) manchmal die angezogenen Seiten

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. http://www.elsevier.de/

verwendet der Pilz zu verstärktem Wachstum der „vegetativen" Langhyphen. Sobald grössere Beutetiere (*Salpina*) gefangen sind, kann auch eine Speicherung der Nährstoffe in den Nährgeflechthyphen (im Innern des Beutetieres) vorkommen, die dann später durch den Kopf- und Schwanzausschnitt oder sogar durch den Panzer aus dem Tiere herauswachsen und sich verzweigen; diese besonders weiten Durchbrechungsschläuche leiten die Fortpflanzung des Pilzes ein. Übrigens ist *Zoophagus* kein reiner Fleischfresser, sondern kann unter weniger guten Verhältnissen (wie lange, ist freilich unbekannt) offenbar auch ohne animalische Zuspeise sein Auskommen finden.

In vieler Hinsicht ähnlich verhält sich die von Arnaudow (**2**, 113) entdeckte *Sommerstorffia spinosa* (s. Abb.) aus der gleichen Verwandtschaft. Nur werden hier lebende Rädertiere (*Monostyla*) durch Aufnahme gekeimter Pilzsporen in die Mundöffnung infiziert, und das Innere der Tiere füllt sich dann mit Pilzschläuchen, die gleichzeitig mit der allmählichen Zerstörung des Körperinneren des Beutetieres deutlich erkennbar werden (**2**, 110), aus dem Körper heraustreten und an den Enden der Verzweigungen kurze Anschwellungen (Fangorgane) bilden. Beobachtet sind bereits die Verwandlung der im Beutetiere liegenden Schläuche in ein Zoosporangium und das Austreten zweizeiliger Schwärmer aus den Durchbrechungsschläuchen.

In der räuberischen Lebensweise ähneln die beiden Pilze auch der *Arthrobotrys oligospora* Fres. (**12**, biolog. Abschn., S. 225 f.). Dieser Schimmelpilz mit Konidienbildung ist bis jetzt in Deutschland, Italien und Belgien auf Mist und faulenden Pflanzenteilen gefunden worden und fängt in den reichlich gebildeten Schlauchschlingen verschiedene Nematoden (hauptsächlich *Anguillula*), tötet sie und saugt sie aus. Die Beutetiere bewegen sich auf den Standorten des Pilzes ruckweise weiter und verkleben sich dabei in die erwähnten Schlingen des Pilzes. Im Gegensatz zu den bisherigen Fleischfressern wird *Arthrobotrys* nur gelegentlich dazu, gedeiht dagegen für gewöhnlich als Saprophyt schon prächtig.

Sehr viel unsicherer sind die Angaben der Literatur über tierfangende Lebermoose. Diese verwenden dazu, wenn eine solche Lebensweise von ihnen erwähnt wird, den umgeschlagenen Unterlappen des Blattes (lobulus), der ein taschen- oder krugförmiges Organ (auricula) bildet. Vergleichen wir also die tierfangenden Pilze im allgemeinen mit dem Fangtypus des Sonnentaues (*Drosera*), so haben wir hier denjenigen der Wasserschlaucharten (*Utricularia*) vor uns (vgl. auch meinen Aufsatz in Mikrokosmos 1922/23, **16**, 137!). Jack (**5**) weist zwar die Deutung jener Organe durch Nees (sterile Perianthien) zurück, weiß aber ihre wahre Funktion nicht zu erklären. Stephani (**11**) schildert wohl als erster außer dem Baue eingehend das Eindringen von Insekten, die den Blattsack nicht wieder verlassen können, sondern getötet werden. Ob und wie die Tiere zur Ernährung der Pflanze beitragen, wurde allerdings nicht untersucht. Goebel (**4a**, 175f.) hält übrigens die Gebilde für Feuchtigkeitsreservoire, zumal sie nach seinen experimentellen Untersuchungen bei Kultur in sehr feuchter Luft von *Frullania* nicht gebildet werden. Auffallend ist aber bei *Colurolejeunia Naumanni* Schiffn. et Gottsche, wie sie an der Spitze der rinnig gefalteten Blattspreiten (je nach den einzelnen Arten) in Gestalt mächtiger pantoffel-, röhren- oder linsenförmiger Säcke mit nur kleiner Öffnung auftreten, die durch ein nach innen wie ein Türflügel leicht bewegliches Plättchen verschlossen wird (**7**; **8**). Diese Verschlußklappe ist größer als die Öffnung und findet an dem hufeisenförmigen Rande ein Widerlager, so daß das Öffnen nur von außen nach innen geschehen kann. Bemerkenswert ist auch, daß man in den „Wassersäcken" bei dieser Gattung mit „gewisser Regelmäßigkeit" Reste kleiner Tierchen (Rädertierchen, Bärtierchen, niedere Krebse, Fliegenlarven usw.) beobachtet. Allerdings ist durch solche „Ähnlichkeiten" mit gewissen Fangvorrichtungen höherer Pflanzen — besonders z. B. bei *Colurolejeunia Naumanni* Schiffn. et Gottsche — noch nicht die Richtigkeit einer solchen Deutung erwiesen. Mindestens gilt das in keiner Weise für andere Gattungen (*Frullania, Polyotus*, bei denen der Unterlappen allein den Wasserbehälter liefert; *Radula, Phragmicoma, Lejeunia*, bei denen der Oberlappen hinzutreten muß), am ehesten noch für jene Formen, die gleich *Colurolejeunia* Wassersäcke aufweisen, deren Mündung die beschriebene Türklappe besitzt (*Physiotium*; s. dazu auch: **4a**; **4b**, 285 f.; sowie Flora 1893, S. 445 f.). Aber auch bei diesen könnte die kaum so regelmäßige Anwesenheit von Wassertieren (**4b**, 289f.) darauf beruhen, daß jene durch Mißgeschick in die Falle geraten (ohne der Pflanze nützen zu können), aus der sie sich nicht befreien können, solange die Pflanze genügend Wasser enthält und die Klappe deshalb geschlossen bleibt; aber auch hinterher können sie nicht leicht entkommen, da sie durch Verdunsten des Wassers in den von uns so gedeuteten „Fangblasen" wegen Feuchtigkeitsmangel zu sehr an Beweglichkeit verloren haben.

Mag aber auch die Bedeutung des Tierfanges bei den Lebermoosen nur gering sein und gegenüber der Wasserökonomie stark zurücktreten, so sind doch vorläufig die eingangs erwähnten Beobachtungen an tierfangenden Pilzen schon beachtenswert genug, um zu erkennen, daß die animalische Ernährungsweise nicht auf die bekannten höheren Pflanzen beschränkt bleibt. Wie bei diesen meistens — bei den einheimischen Vertretern (Sonnentau, Wasserschlauch, Fettkraut) stets — der Standort durch große Nährsalzarmut ausgezeichnet ist, so möchte auch bei den er-

wähnten Pilzen (und Lebermoosen?) die sonst ungenügende Ernährung den Anstoß zu der „bestialischen" Lebensweise geboten haben. Wenn man indessen sieht, daß die Tierausbeute, die den Pilzen (und vor allem den Lebermoosen) auf solche Weise zugängig wird, häufig recht gering ist, so ist das höchst befremdend, und wir glauben die geschilderten Einrichtungen nur als „Luxusanpassung" deuten zu können; die Kompliziertheit der Lebensäußerungen steht offenbar in keinem annehmbaren Verhältnis zum erzielten Erfolg. Andererseits ist jedoch für *Zoophagus* und *Sommerstorffia* nachgewiesen, daß sie bei reichlicher „Fütterung" mit Beutetieren besser gedeihen und früher zur Vermehrung schreiten, als ohne tierische Ernährung. Trotzdem sind die beiden Pilze sicher längst nicht so abhängig von animalischer Zukost, wie etwa der Sonnentau, der z. B. in der Kultur fast nur gedeiht, wenn er mit destilliertem Wasser begossen wird und animalische Nahrung erhalten kann. Von hier aus gesehen, können wir der Auffassung Schmids (Flora 1912) nicht gut zustimmen, daß die Bedeutung der Karnivorie „in der Nährsalzgewinnung auf einem andern als dem gewöhnlichen Wege" besteht. Wie immer, wenn die Pflanze den Versuch macht, die so viel schneller tätige Tierwelt in ihren Dienst zu stellen — man denke etwa an die Bestäubungserscheinungen der Blüten! —, so schwingt sie sich auch beim Tierfange zu Leistungen auf, die ihrem pflanzlichen Wesen fast fremd sind (s. auch meinen schon mehrfach genannten Aufsatz!). Bemerkenswert ist bei den genannten Pilzen die große Geschwindigkeit, mit der die Schläuche nach dem Fange der Beute zu wachsen vermögen, in den Körper der „überlisteten" Tiere eindringen und dort sich verzweigen. Im Kampfe mit den zu überwältigenden Tieren „erhebt sich die Pflanze zu tierischer Impulsivität." Der dennoch oft so geringe Erfolg legt den Gedanken nahe, als ob unter den niederen Pflanzen zwar der Anstoß zur Ausbildung von Tierfallen einmal gegeben ist, dieses Entwicklungsziel aber auch unter veränderten äußeren Verhältnissen noch fortdauert, unabhängig von Notwendigkeit und wirklichem Erfolg; schlecht scheint damit zu vereinen zu sein das „Prinzip des Überdauerns des Tauglichsten"

Und was kann der mikroskopierende Naturfreund aus der vorstehenden Betrachtung ersehen? — Daß es bei der Untersuchung von Algenfäden aufmerksamste Beobachtung auch der kleinsten Tierreste gilt, soll die vielleicht weiter verbreitete Erscheinung des Tierfanges an und zwischen Algen lebender Pilze einmal in ihrem tatsächlichen Umfange erkannt werden, daß es aber auch bei den bisher genauer beschriebenen Fällen „tierischer Zusatzernährung" noch mancherlei strittige Fragen gibt, die einer Lösung harren; im einzelnen sei dazu auf das vorliegende Schrifttum verwiesen. Die Untersuchungstechnik, die in erster Linie das Studium der lebenden Objekte mit nie versagender Geduld bewältigen muß, ist wohl im allgemeinen bekannt, stimmt sie doch mit den üblichen Untersuchungsmethoden[1]) und Kulturverfahren[2]) der betr. Algen (und Pilze) überein. Zu Bestimmungszwecken benutze man die kleinen Bestimmungsbücher des Franckh'schen Verlages (Buchbeilagen des Mikrokosmos) oder die entsprechenden Hefte von Paschers Süßwasserflora (Gust. Fischer - Jena). Vor allem aber ist auch eine gesicherte Kenntnis der der gleichen Lebensgemeinschaft angehörenden niederen Tierwelt (Rädertiere, Bärtierchen, niedere Krebse, Fliegen- und andere Larven) ein unerläßliches Erfordernis, will man nicht die so überaus interessanten und wissenschaftlich äußerst wichtigen Erscheinungen karnivorer Lebensweise von Pilzen (oder andern niederen Pflanzen?) übersehen. Daß auch bei den einheimischen Algengruppen das Suchen nach ähnlichen Vorkommnissen nicht erfolglos zu sein braucht, dürfte aus den Beobachtungen fleischfressender Pilze in Österreich, Süddeutschland usw. zur Genüge ersichtlich sein.

Literatur über fleischfressende niedere Pflanzen:

(**1**) Arnaudow, Nikola, Zur Morphologie und Biologie von *Zoophagus insidians* Sommerst. Jahrb. d. Sofianer Universität 1918/20. **15/16**, 1—32.

(**2**) Ein neuer Rädertiere (Rotatoria) fangender Pilz (*Sommerstorffia spinosa*, nov. gen., nov. sp.), Flora 1923. N. F. **16**, 109—113.

(**3**) — Untersuchung über den Tiere fangenden Pilz *Zoophagus insidians* Som., Goebelfestschr. (Flora N. F. **18/19**), 1925, S. 1—16.

(**4**) Gicklhorn, Josef, Studien an *Zoophagus insidians* Som., einem Tiere fangenden Pilz, Glasnik der Kroat. Naturw. Ges. (Zagreb) 1922. **34**, 199—228.

(**4a**) Goebel, K. v., Pflanzenbiologische Schilderungen, Bd. **1**, Marburg 1889 (239 S., 9 Taf.).

(**4b**) — Organographie der Pflanzen, 2. Teil (Spezielle Organographie), Jena 1901 (604 S., 409 Fig.).

(**5**) Jack, J. B., Monographie der Lebermoosgattung *Physiotium*, Abdr. aus Hedwigia 1886 (41 S., 10 Taf.).

(**6**) Mirande, R., *Zoophagus insidians* Sommerstorff, capteur de Rotifères vivants, Bull. trimestr. Soc. mycolog. France 1920. **36**, 47—53.

[1]) Vgl. z. B.: G. Lindau, Hilfsbuch f. d. Sammeln u. Präparieren der niederen Kryptogamen, Berlin 1904

[2]) Viele Spezialangaben und Literatur bei G. Kostka, Prakt. Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen, Handb. f. prakt. naturwiss. Arbeit **17/18**, Stuttgart 1924

(7) Schiffner, V., Über tierfangende Lebermoose, Naturwiss. Wochenschr., 1907. N. F. **6**, 106.
(8) — in Schrift. k. k. zoolog.-bot. Ges. Wien 1907.
(9) Sommerstorff, H., Ein Tiere fangender Pilz (*Zoophagus insidians*, var. gen., nov. spec.), Österr. Bot. Ztschr. 1911. **61**, 361—373.
(10) — Pflanzliche Bestien, Mitteil. Naturw. Ver. Univ. Wien 1912. **10** 37—39.
(11) Stephani, F., Hépatiques insectivores, Rev. Bryol. 1886, S. 97 bis 99.
(12) Zopf, W., Die Pilze in morphologischer, physiologischer, biologischer und systematischer Richtung, Breslau 1890 (500 S., 163 Abb.).

Mikrodiapositive in den Farben der Präparate

Von **W. Kündig,** Bern

Die Herstellung von Diapositiven in den Farben der Präparate mit Hilfe der Lumière-schen Autochrom- oder der Agfafarbenrasterplatte verlangt vom Photographen große Übung und kommt immerhin ziemlich teuer zu stehen. Dabei ist die Projektion der Bilder nur bei Anwendung einer sehr starken Lampe möglich, da der Farbenraster nur einen kleinen Bruchteil des auffallenden Lichtes durchdringen läßt. Es ist deshalb vielen wünschenswert, ein Verfahren kennen zu lernen, das erlaubt, mit viel geringeren Mitteln zum Ziel zu gelangen, und dies geschieht mit Hilfe der Pinatypiefarbstoffe der Höchster Farbwerke.[1])

Das Verfahren beruht auf der Eigenschaft der genannten Farbstoffe, durch Belichtung gehärtete Chromgelatine nur der Härtung umgekehrt proportional anzufärben, wodurch man ein völlig transparentes Farbstoffbild erhält, das sich auch mit einer schwachen Lichtquelle ohne Schwierigkeit projizieren läßt. Dabei hat man es in der Hand, durch Modifikation aller Faktoren, die den Charakter des endgültigen Bildes bestimmen, mit großer Sicherheit ein richtig abgestuftes Farbenbild zu erhalten. Am einfachsten gestaltet sich das Verfahren natürlich für einfach gefärbte Präparate. Ohne nennenswerte Schwierigkeiten lassen sich aber auch die zweifach gefärbten Objekte, z. B. Eosin-Hämatoxylinfärbungen, oder andere Farbkombinationen darstellen. Der Arbeitsgang ist kurz folgender:

Zuerst macht man eine Aufnahme des Objekts auf gewöhnliche Art. Zu diesen Aufnahmen benötigt man verschiedene Filter, deren Färbung von derjenigen des Präparats abhängig ist. Das Filter soll jeweils diejenige Farbe absorbieren, in der das endgültige Farbbild erscheinen soll. Wollen wir also ein rotes Bild herstellen, z. B. eine Eosin- oder Safraninfärbung, so müssen wir ein grünes Filter in den Gang der Lichtstrahlen einschalten; wollen wir hingegen die Blauteile des Objekts hervorheben, so ist ein orangerotes Filter zu benützen. Die besten Erfahrungen machte ich mit den Filtern für die Aufnahmen des Dreifarbendruckes: Rotfilter mit Filterrot I. Grünfilter mit Filtergrün I nach Vorschrift der Höchster Farbwerke. Da also mit Farbfiltern gearbeitet werden muß, so sind nur ortho- bezw. panchromatische Platten oder Filme zu verwenden. Die Expositionszeiten sind durch Erfahrung zu ermitteln. Die entwickelten Negative sollen alle Einzelheiten des Präparats gut wiedergeben, gut abgestuft und eher weich als hart sein.

Nach diesen Negativen stellt man sich nun Diapositive auf gewöhnlichem Diapositivmaterial her. Auch hier ist zu beachten, daß die Bilder eher weich als hart ausfallen, da die Farbstoffe immer etwas härtere Bilder liefern als die Druckdiapositive sind. Fallen letztere zu hart aus, so gehen im endgültigen Farbenbild die feinsten Einzelheiten sicher verloren. Diese Diapositive stellen nun die eigentlichen Druckplatten dar, wie es die Negative für die Schwarz-Weißkopien sind.

Gedruckt wird auf selbstgegossene Gelatineplatten, die man sich folgendermaßen herstellt: Gut gereinigte Glasplatten (abgewaschene alte Photoplatten) werden absolut genau auf einer planen Unterlage (Spiegelglas oder Marmorplatte) nivelliert und mit folgender Gelatinelösung übergossen:

Gelatine für Photographie	15 g
Aqua destill.	270 ccm
Alkohol 96%	30—50 ccm

Die Gelatine wird zuerst einige Zeit eingeweicht, dann im Wasserbad gelöst, heiß filtriert, mit dem Alkohol unter stetem Schütteln vermischt, wenn notwendig nochmals filtriert und verschlossen aufbewahrt. Sie hält sich bei genügendem Alkoholzusatz und gutem Verschluß Monate lang. Auf eine Platte 8,5: 10 cm gießt man etwa 5 ccm der warmen Lösung. Falls die Platten nicht ganz genau nivelliert waren, wird die Gelatineschicht auf der einen Seite dicker, was sich im Farbenbild durch härteres Kopieren nach der andern Seite hin bemerkbar macht. Nach dem Erstarren des Gusses werden die Platten an einem staubfreien Ort zum Trocknen aufgestellt. Man hat dafür zu sorgen, daß das Trocknen möglichst rasch geschieht, damit sich nicht Bakterien in der feuchten Gelatineschicht vermehren können. Nach erfolgtem Trocknen werden die Platten abgewischt und in Papier eingewickelt aufbewahrt. Sie halten sich beinahe unbegrenzt.

Zum Gebrauch müssen die Platten nun sensibilisiert werden, was durch Baden in einer 2,5%igen Lösung von Ammoniumbichromat geschieht. Diesem Bad wird tropfen-

[1]) Näheres im „Pinahandbuch", z. beziehen durch Photogeschäfte und Drogenhandlungen.

weise so lange Ammoniak zugesetzt, bis die orangerote Farbe in gelb umschlägt. Ein geringer Überschuß ist unschädlich. Die Platten werden durchschnittlich etwa 2 Minuten gebadet, dann durch Schleudern und Schlenkern von den anhaftenden Tropfen befreit und möglichst rasch getrocknet, was zweckmäßig mit einem Ventilator unter Vermeidung jeder Stauberzeugung geschieht. Je rascher das Trocknen, desto besser der Erfolg. Die sensibilisierten Platten halten sich beinahe unverändert mehrere Wochen. Drei Monate altes Material arbeitet bei sorgfältiger Aufbewahrung noch völlig einwandfrei.

Die so vorpräparierten Gelatineplatten werden nun unter einem der Diapositive im Kopierrahmen belichtet. Die Belichtungszeit beträgt ungefähr gleichviel wie zur Herstellung einer guten Kopie auf Auskopierpapier. Sie muß aber für jedes einzelne Diapositiv besonders festgestellt werden. Das Kopieren kann nur mit Hilfe eines Photometers geschehen, wie man ein solches beim Pigmentprozeß benützt.

Das fertig kopierte Bild zeigt ein braunes Negativ auf gelbem Grund. Die Platte wird dann in Wasser gelegt und so lange darin geschwenkt, bis die unbelichteten Stellen völlig klar geworden sind und ihre gelbe Farbe verloren haben. Man hat alsdann ein Negativ in brauner Farbe auf weißem Grund. Die so gewässerte Platte legt man in eine 5%ige Lösung von Natriumbisulfit, bis sich das braune Bild in ein schwach grünliches umgewandelt hat, das in der Durchsicht kaum mehr wahrzunehmen ist. Nach nochmaligem kurzem Wässern kommt die Platte in das Farbbad, das hergestellt wird aus

Rot:	Pinatypierot F oder Karmoisin D od. Pinatypierot R	3 g
	Aqua destill....	100 ccm
Blau:	Pinatypieblau F	3 g
	Aqua destill...	100 ccm

In den Farbbädern bleiben die Platten so lange, bis nach dem Abspülen mit reinem Wasser ein deutliches, kräftiges Farbenbild entstanden ist, das in seinen Einzelheiten dem schwarzen Druckdiapositiv entspricht. Sind bei kräftiger Färbung der dunkelsten Stellen die Einzelheiten nicht zum Vorschein gekommen, so wurde zu lang belichtet; sind dagegen bei richtig oder schwach gefärbten Schatten die hellen Bildstellen auch gefärbt, so war die Belichtung zu kurz. Ein Mißerfolg ist hie und da zu erwarten, braucht aber nicht zu Entmutigung Anlaß zu geben, da das Verfahren große Erfahrung verlangt, die auch mir noch nach der Verarbeitung einiger hundert Platten nicht immer zur Erreichung eines einwandfreien Resultates genügt. Daneben betragen die Kosten für die einzelne Platte höchstens $^1/_5$ Pfennig. Die Schicht eines verunglückten Bildes läßt sich in feuchtem Zustand ohne weiteres vom Glas lösen, worauf dieses neu begossen werden kann.

Sollen zweifarbige Bilder hergestellt werden, so stellt man sich vorerst von jeder Farbe eine Probeplatte her, wobei man genau die Belichtungszeit ermittelt. Fallen die beiden Einzelbilder in gewünschter Weise aus, so notiert man sich auf den Druckdiapositivs den Kopiergrad des Photometers, übergießt die beiden Bilder mit reinem Zaponlack, versieht sie nach dem staubfreien Trocknen mit einer neuen Gelatineschicht, auf die nach erneutem Sensibilisieren die Aufnahme der zweiten Farbe gedruckt wird, wobei auf genaue Deckung der Konturen zu achten ist. Nach erfolgter Belichtung und Weiterbehandlung wird das Bild in das zweite Farbbad gebracht und so lange gefärbt, bis das entstandene Zweifarbenbild harmonisch wirkt. Dann läßt man trocknen und bedeckt mit einem Deckglas nach üblicher Art.

Da es sich nur um Ein- oder Zweifarbenbilder handelt, können die Farben des Präparats natürlich niemals ganz genau wiedergegeben werden. Die geringen Unterschiede in den einzelnen Farbtönen sind aber nie so wichtig, daß sie das Endergebnis stören könnten. Zur Darstellung einer Eosin-Hämatoxylinfärbung genügt das Übereinanderdrucken eines Rot- und Blaubildes völlig, um alle Stufen von Rot, Blau und Violett herauszubringen. Daneben darf man nicht vergessen, daß es auch nicht auf eine absolut genaue Farbenwiedergabe ankommt, wie sie bei Landschaftsaufnahmen anzustreben ist. Ein geringer Überschuß an Rot oder Blau kann einem benachbarten Schnitt der Serie sehr gut entsprechen. Insektenaufnahmen lassen sich aber nicht auf zwei Farben reduzieren, wenn sie in natürlicher Färbung wiedergegeben werden sollen.

Die auf diese Weise hergestellten Diapositive sind von erstaunlicher Lichtbeständigkeit, daneben von vollkommener Durchsichtigkeit und großer Billigkeit im Herstellungsverfahren. Es lassen sich mit den einmal richtig erzeugten Diapositiven beliebig viele Farbbilder drucken, was bei den Farbenrasterplatten nicht der Fall ist. Daneben bietet die Verarbeitung der Platten für den Lichtbildner eine interessante Abwechslung seiner Arbeit.

Neue Untersuchungen über die Süßwasser-Cyclopiden

Von **Friedrich Kiefer,** Dilsberg b. Heidelberg

Die Zahl der Süßwasser-Cyclopen hat sich in den letzten Jahren beträchtlich vergrößert. Und das nicht nur darum, weil viele bis dahin überhaupt unbekannte Arten beschrieben worden sind, sondern zum nicht geringen Teil auch deshalb, weil sich die Anschauungen über den Artbegriff selbst wesentlich verändert haben. Die neueren Untersuchungen haben nämlich gezeigt, daß nicht wenige „Arten" der älteren Autoren Sammelarten

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

sind, die leicht in eine mehr oder weniger große Anzahl enger umschriebener Arten aufgelöst werden können. Dieser Differenzierungsprozeß ist zurzeit in vollem Gange. Abgeschlossene Darstellungen des Gegenstandes sind daher noch nicht gut möglich. Das macht die einwandfreie Bestimmung der Cyclopen für jeden, der sich nicht ausschließlich mit den Ruderfüßern befaßt, nahezu unmöglich, zumal noch überdies das bisher beste Bestimmungsbuch, das Copepoden-Heft der Brauerschen „Süßwasserfauna", schon lange vergriffen ist. Diesem Mangel möchten die folgenden Zeilen vorerst abhelfen.[1])

Angesichts der sehr großen Zahl von Arten der Süßwasser-Cyclopiden, die so verschieden voneinander sein können, wie etwa die Formen *albidus* (Jur.) und *minutus* Claus, drängt sich unbedingt einmal die Frage auf: Ist es wirklich richtig, diese verschiedenen Formen in einer einzigen Gattung mit sehr weiten Grenzen unterzubringen — oder wäre es nicht besser, sie auf mehrere, enger umschriebene Gattungen zu verteilen? Bekanntlich ist die überwiegende Mehrzahl der bisherigen Copepoden-Forscher dem ersten Wege gefolgt, und nur wenige, wie Claus und Sars, sind der andern Ansicht gewesen. Ich schließe mich dieser letzten Ansicht an und begründe das ganz kurz folgendermaßen.

Die wichtigste Frage bei Aufstellung eines Systems ist die nach den zugrunde zu legenden Merkmalen. Soll das System natürlich sein, so müssen diese Merkmale so gewählt werden, daß sie auch wirklich die Phylogenie anzeigen. Es müssen also „genealogische" und nicht „epharmonische" Merkmale sein. A. Graeter hat schon vor 25 Jahren gezeigt, daß die älteren System-Versuche nie ganz diese Klippe zu vermeiden wußten und daran schließlich scheitern mußten. Er hat es unternommen, das System der Cyclopiden neu zu begründen, und es scheint mir, als ob diese Graetersche Arbeit, die bis in die neueste Zeit noch kaum die ihr gebührende Beachtung gefunden hat, jeder Weiterbildung des Cyclopiden-Systems zugrunde gelegt werden müsse.

Ein Vergleich der heute lebenden Cyclopen mit der vermutlichen Urform der Copepoden lehrt, daß größere Formen mit reich gegliederten Körperanhängen (Antennen, Fußpaare) wohl ohne Zweifel die älteren sind, die kleineren Arten dagegen mit weniger gegliederten Extremitäten die stammesgeschichtlich jüngeren. Die Weiterentwicklung in der Cyclopiden-Gruppe ist also zum erheblichen Teil durch Rückbildung oder Reduktion gekennzeichnet. Es ist nun aber nicht so, daß hinsichtlich der Gliederung von Körperanhängen auf der gleichen Entwicklungsstufe stehende Arten, also z. B. Formen mit 17gliedrigen oder solche mit nur 12gliedrigen Vorderantennen oder solche mit nur 2gliedrigen Schwimmfußästen, wegen der Ähnlichkeit in diesen Merkmalen nun auch in Wirklichkeit immer enger miteinander als mit den andern Formen verwandt wären. Vielmehr lassen sich bei näherem Zusehen innerhalb solcher Gruppen doch Verschiedenheiten feststellen derart, daß die betreffenden Tiere unmöglich als zur selben engeren Verwandtschaftsgruppe gehörig bezeichnet werden können. Die genannten Merkmale, die älteren Systemversuchen zwar schon zugrunde gelegt worden sind, eignen sich also zu diesem Zweck nicht.

Die Einteilung der Arten in natürliche Gruppen muß vielmehr nach einem andern, recht wenig auffallenden Organ durchgeführt werden, nach dem 5. oder rudimentären Füßchen. Und da ist es wieder weniger die Gliederung als viel eher, wie A. Graeter in vorbildlicher Untersuchung gezeigt hat, die Bewehrung des End- oder einzigen Gliedes, die von höchster stammesgeschichtlicher Bedeutung ist. Ob 4, 3 oder 2 Anhänge vorhanden, ob dorn- oder haarförmige Borsten und ob bei der Gruppe mit nur 2 Anhängen der innere Dorn seitlich oder an der Spitze seines Gliedes eingelenkt ist, das sind Merkmale, die sich, wenn sie sich schließlich auch nicht völlig dem allgemeinen Rückbildungsbestreben widersetzen können, doch durch alle Reduktionsstufen hindurch auffallend hartnäckig halten, und die daher, in ähnlicher Ausbildung vorhanden, ohne Zweifel engere Verwandtschaft der betreffenden Formen anzeigen.

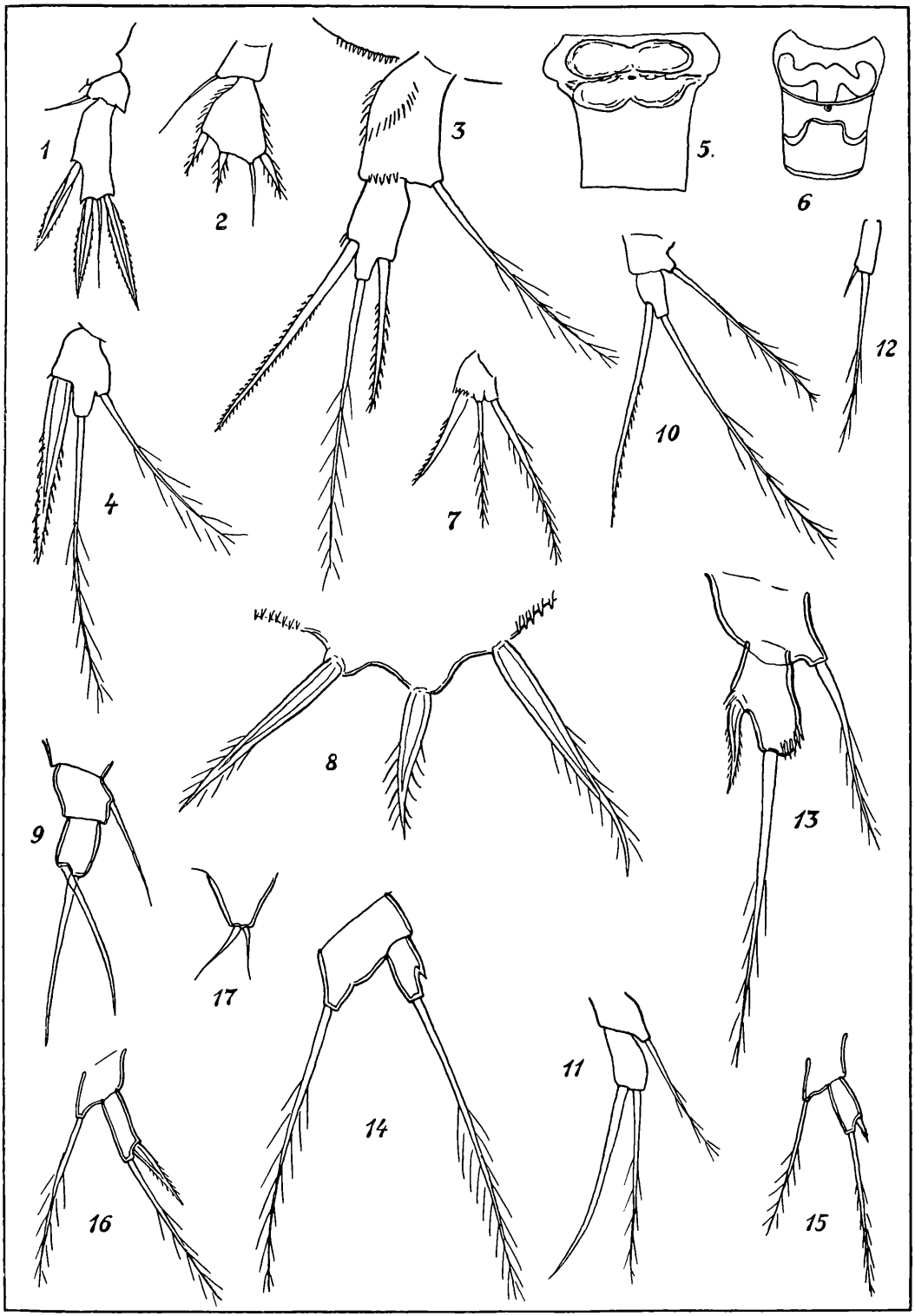
Es spricht für den genealogischen Wert der Bau- und Bewehrungsverhältnisse des rudimentären Füßchens, daß die mit dieser Hilfe zu einer Verwandtschaftsgruppe zusammengestellten Arten nun aber auch noch in andern Merkmalen derart gut miteinander übereinstimmen, daß sie tatsächlich als natürlich erscheinen. Das wichtigste dieser Merkmale ist das von O. Schmeil zuerst in seiner systematischen Bedeutung erkannte Receptaculum seminis: Die Formen einer engeren Verwandtschaftsgruppe besitzen Receptacula seminis, die im Grundtyp einander gleichen.

Die mit Hilfe der Verhältnisse des rudimentären Füßchens und des Receptaculum seminis gefundenen Artengruppen lassen sich als die Hauptäste des Cyclopiden-Stammbaums ansehen. Jeder einzelne die-

[1]) Für die Harpacticiden vgl. den Aufsatz von Brehm im „Mikrokosmos" XVIII., 1924/25, S. 116

Erklärung der nebenstehenden Tafel:

1—5 = Füßchen von *Euryte longicauda* Philipp (♀) (nach Sars). 2 = Dgl. von *Halicyclops magniceps* Lilljeb. (♀) (nach Sars). 3 = Dgl. von *Macrocyclops albidus* (Jur.). 4 = Dgl. von *Eucyclops serrulatus* (Fischer). 5 = Receptaculum seminis von *Euc. macrurus* (Sars). 6 = Dgl. von *Euc. prasinus* (Fischer) (nach Schmeil). 7 = 5. Füßchen von *Paracyclops fimbriatus* (Fischer). 8 = Dgl. von *Ectocyclops phaleratus* (Koch). 9 = Dgl. von *Orthocyclops modestus* (Herrick). 10 = Dgl. von *Mesocyclops leuckarti* (Claus). 11 = Dgl. von *Mes.* (*Thermocyclops*) *dybowskii* (Lande). 12 = Dgl. von *Mes.* (*Metacyclops*) *gracilis* (Lilljeb.). 13 = Dgl. von *Cyclops strenuus* (Fischer). 14 = Dgl. von *C.* (*Megacyclops*) *viridis* (Jur.). 15 = Dgl. von *C.* (*Acanthocyclus*) *vernalis* (Fischer). 16 = Dgl. von *C.* (*Diacyclops*) *bicuspidatus* (Claus). 17 = Dgl. von *Bryocyclops anninae* (Menzel). Sämtliche Figuren mit Ausnahme von 1, 2 und 6 sind Originale



Süßwasser-Cyclopiden. Erklärung nebenstehend

ser Äste ist, nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen, gegen den andern so deutlich abgesetzt, daß er wirklich als selbständig bezeichnet werden kann. Wenn man diese phylogenetisch begründeten Einheiten nun auch noch in nomenklatorischer Hinsicht verselbständigt, sie also zu besonders benannten Unterfamilien, Gattungen und Untergattungen zusammenfaßt, so ist das doch eigentlich nur eine formale Maßnahme. Ist die so zerteilte Tiergruppe formenreich wie die Cyclopiden, so wird das neu gewonnene System, sofern es überhaupt natürlich ist, dadurch doch nur übersichtlicher, klarer und damit praktischer.

Nach vieljähriger, eingehender Beschäftigung mit den freilebenden Süßwasser-Copepoden bin ich dazu gekommen, das System der Cyclopiden auf der Grundlage der Graeterschen Untersuchungen und der eben angedeuteten Gedankengänge weiterzuführen und auszubauen zu versuchen.[1]) Dabei wird zunächst die

Familie **Cyclopidae**

nicht mehr in dem weiten Sinne wie früher verstanden, wo sie alle *Cyclops*-ähnlichen Copepoden überhaupt, also auch die marinen *Oithona-*, *Cyclopina-* usw. Arten umfaßte; sondern im Anschluß an Sars gelten diese beiden Gattungen jetzt als die Vertreter besonderer Familien (*Oithonidae*, *Cyclopinidae*), und die Familie der Cyclopiden enthält außer den marinen und Brackwasser-Gattungen *Euryte* und *Halicyclops* nur noch die große Zahl der Süßwasser-Cyclopen.

Der Unterteilung dieser Familie *Cyclopidae* liegen nun vor allem Zahl, Art und Stellung der Anhänge des rudimentären Füßchens zugrunde, wie folgende Uebersicht zeigt:

I. Das Endglied des 2—3gliedrigen rudimentären Füßchens trägt beim Weibchen 4 Anhänge:
Unterfamilie *Halicyclopinae*
a) Das Endglied des undeutlich 3gliederigen 5. Füßchens ist verhältnismäßig schlank (Abb. 1), (die Vorderantennen vielgliedrig, die 2. Antennen 4gliedrig):
Gattung *Euryte* Philippi
b) Das Endglied des 5. Füßchens ist stark verbreitert, blattförmig (Abb. 2), (Vorderantennen weniggliedrig, 2. Antennen 3gliedrig):
Gattung *Halicyclops* Norman

II. Das End- oder einzige Glied des rudiment. Füßchens trägt 3 Anhänge:
Unterfamilie *Eucyclopinae*
a) Von den 3 Anhängen ist der mittlere eine Borste, die beiden äußeren Stacheln oder Dornen (Abb. 3); das Füßchen ist 2gliedrig, die schlanken Vorderantennen 17gliedrig:
Gattung *Macrocyclops* Claus
b) Von den 3 Anhängen ist nur der innere ein Dorn, die beiden andern sind Borsten; das Füßchen ist eingliedrig (Abbild. 4), die schlanken Vorderantennen 12- (sehr selten nur 11-)gliedrig:
Gattung *Eucyclops* Claus
1. Das Recept. seminis hat die in Abb. 5 abgebildete Form; die Furka besitzt meist eine mehr oder weniger ausgedehnte Dörnchenreihe längs des Außenrandes jedes Astes:
♀ Untergttg. *Eucyclops* Claus (s. str.)
2. Das Recept. seminis hat das in Abb. 6 dargestellte Aussehen; die sehr kurze Furka ist ohne „Säge" längs der Außenränder:
Untergattung *Tropocyclops* Kiefer
c) Rudiment. Füßchen ist ähnlich dem der *Eucyclops*-Arten (Abb. 7); die Vorderantennen sind jedoch stark verkürzt und weniggliedrig (11-, 8- und 6gliedrig); die Dörnchenreihen der Furka ziehen schräg über den Rücken jedes Astes:
Gattung *Paracyclops* Claus
d) Das 5. Füßchen ist nur noch durch eine schmale, nicht mehr vom Thoraxsegment abgetrennte Platte dargestellt; die 3 Anhänge sind unter sich etwa gleichartig (Abb. 8); Furkaläste mit schrägen Querreihen von Härchen:
Gattung *Ectocyclops* Brady

III. Das 5. Füßchen besitzt am End- oder einzigen Gliede nur noch 2 (1) Anhänge:
Unterfamilie *Cyclopinae*
a) Das 3gliedrige 5. Füßchen trägt an seinem Ende 2 einander nahezu gleichwertige, sich kreuzende Anhänge (Abbild. 9):
Gattung *Orthocyclops* E. B. Forbes
b) Von den beiden Anhängen des 2- oder 1gliedrigen 5. Füßchens ist der äußere borsten-, der innere stachelartig; beide sind wenig längenverschieden, nur bei einer Art ist der Stachel kurz, borstenartig; Recept. seminis hammerförmig:
Gattung *Mesocyclops* Sars
1. Der äußere Anhang sitzt apikal, der innere ist ein Stück am Innenrand des Gliedes hinabgerückt (Abbild. 10):
Untergttg. *Mesocyclops* Sars (s. str.)
2. Beide Anhänge sitzen ungefähr auf gleicher Höhe am Ende des Gliedes (Abb. 11):
Untergttg. *Thermocyclops* Kiefer
3. Der innere Anhang ist kurz, mehr borsten- als stachelartig (Abb. 12); die Vorderantennen sind nur 12-, die Schwimmfußäste 2gliedrig:
Untergattung *Metacyclops* Kiefer
c) Am End- oder einzigen Gliede des rudimentären Füßchens sitzt außer einer apikalen Borste noch ein mehr oder weniger kräftiger Dorn, der aber stets viel kürzer als die Borste ist:
Gattung *Cyclops* O. F. Müller
1. Der Dorn des 5. Füßchens ist ziemlich kräftig; er entspringt in der

[1]) Vgl. Fr. Kiefer, „Über Morphologie und Systematik der Süßwasser-Cyclopiden" Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Syst. (im Druck), und „Versuch eines Systems der Cyclopiden" Zoolog. Anzeiger, Bd. **73**, 1927

Mitte des Innenrandes seines Gliedes (Abb. 13); die Furkaläste besitzen eine dorsale Chitinlängsleiste:

Untergattg. *Cyclops* O.F.M. (s. str.)

Der Dorn am End- oder einzigen Gliede des 5. Füßchens, der ebenfalls ungefähr in der Mitte des Innenrandes entspringt, ist meist außerordentlich klein; das Grundglied des Füßchens ist (wenn vorhanden) sehr breit (Abb. 14). Furkaläste ohne Längsleiste:

Untergattung *Megacyclops* Kiefer

Platte, die nicht mehr vom Thorax abgetrennt ist, und daran sitzen zwei zarte Borsten, von denen die innere länger ist als die äußere (Abb. 17); auch in andern Körperteilen sind die hierher zählenden Arten sehr weit reduziert:

Gattung *Bryocyclops* Kiefer

Die eben skizzierte reichliche, wie es aber scheint, doch ziemlich natürliche Gliederung der Familie der Cyclopiden ist nochmals in knappester Form in der beistehenden Übersicht dargestellt:

Familie	Unterfamilie	Gattung	Untergattung
Cyclopidae	*Halicyclopinae*	*Euryte*	
		Halicyclops	
		Macrocyclops	
	Eucyclopinae	*Eucyclops*	*Eucyclops* s. str.
			Tropocyclops
		Paracyclops	
		Ectocyclops	
	Cyclopinae	*Cyclops*	*Cyclops* s. str.
			Megacyclops
			Acanthocyclops
			Diacyclops
		Orthocyclops	
		Mesocyclops	*Mesocyclops* s. str.
			Thermocyclops
			Metacyclops
		Bryocyclops	

3. Der ziemlich kleine Dorn des Endgliedes vom 5. Füßchen ist nahe der Spitze eingelenkt; das Grundglied ist nicht so auffallend verbreitert (Abb. 15):
   Untergattung *Acanthocyclops* Kiefer
4. Der Dorn des End- oder einzigen Gliedes des rudimentären Füßchens hat dieselbe Einlenkung wie bei den Arten der vorigen Untergattung, doch ist er meist viel länger und stärker (Abb. 16):
   Untergttg. *Diacyclops* Kiefer

d) Das rudimentäre Füßchen ist außerordentlich stark verkümmert und besteht nur noch aus einer winzigen

Es ist nicht möglich, auch nicht nötig, im Rahmen dieses kurzen Aufsatzes, der lediglich diejenigen unter den Lesern, die sich nicht ständig und ausschließlich mit den in so mancher Hinsicht reizenden freilebenden Copepoden beschäftigen können, über die neuesten Anschauungen in der Cyclopiden-Systematik unterrichten möchte, auf die nähere Begründung der eben vorgetragenen Auffassung einzugehen, ebenso auch nicht auf verschiedene andere sich noch aufdrängenden Fragen wie Kritik der älteren und anderer, neuester Systemversuche, Nomenklatur- und Prioritätsfragen u. v. a. Wer sich dafür lebhafter interessiert, der findet mehr in meinen beiden oben angeführten Abhandlungen, auf die hiermit nochmals verwiesen sei.

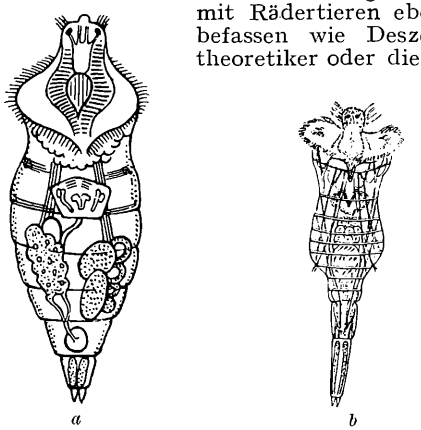
Die Zwergmännchen der Rädertiere

Von Dr. **V. Brehm,** Eger

Wenige Tiergruppen erfreuen sich bei den Mikroskopikern von jeher solcher Bekanntschaft und Beliebtheit wie die Rädertiere. Seit den Tagen, da Leeuwenhoek in seinem 144. Brief an die Königliche Gesellschaft in England über das damals noch für ein wirkliches Rad gehaltene Räderorgan der Gattung *Rotifer* berichtete — dies war anno 1702 — und seit jenen Tagen, da Dutrochet der Meinung Ausdruck gab, „es liege eine Schnur um das Rad, welche nach außen und nach innen bewegliche Schlingen bilde, die sich auf- und zurollten" — dies war anno 1813 — haben die Rädertiere immer wieder als erwünschte Stu-

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

dienobjekte zur Aufklärung ihrer morphologischen Verhältnisse gegolten. Und kaum hatten die verbesserten optischen Hilfsmittel unserer Zeit es ermöglicht, mit manchen Irrtümern der alten Beobachter aufzuräumen, z. B. der oben erwähnten falschen Deutung des Räderapparates, da traten bereits neue interessante Seiten dieser Tiergruppe in den Gesichtskreis der Zoologen. Ihr Massenauftreten im Süßwasserplankton lenkte die Aufmerksamkeit der Planktologen auf die Rädertiere; durch die Planktologen wurde der „Saisonpolymorphismus" dieser Tierchen bekannt und dessen Studium lenkte wieder erneut die Aufmerksamkeit auf die Fortpflanzungsverhältnisse im besonderen und auf die Biologie im allgemeinen. Vererbungstheoretiker begannen sich mit Rädertieren ebenso zu befassen wie Deszendenztheoretiker oder die an der



a *b*

Abb. 1. *Rhinops vitrea* Hudson. — *a* = Weibchen (300 μ nat. Gr.). *b* = Männchen n. Wesenberg (200 μ nat. Gr.)

Lösung der Probleme der Geschlechtsbestimmung interessierten Biologen. So ist's kein Wunder, wenn wiederholt schon im Mikrokosmos die Rädertiere Gegenstand eingehender Betrachtungen waren[1]) — und es bedarf eher einer Rechtfertigung, wenn trotz all dieser Artikel im folgenden abermals von den Rädertieren die Rede sein soll. Anlaß dazu gibt ein vor kurzem erschienenes großes Werk des bekannten dänischen Hydrobiologen Wesenberg-Lund, das unter dem Titel „Contributions to the Biology of the Rotifera" von der kgl. dänischen Gesellschaft der Wissenschaften herausgegeben wurde. Dieses Werk behandelt das überaus fesselnde Kapitel von den Zwergmännchen der Rädertiere. Wir werden gleich in den nächsten Zeilen sehen, daß diese lange unentdeckt blieben und bis zum Erscheinen des Wesenbergschen Werkes als überaus seltene Erscheinungen galten, deren Beobachtung man nur seltenen glücklichen Zufällen zu verdanken hätte. So kam es, daß man bisher nur von verhältnismäßig wenigen Rädertieren die Männchen kannte und oft gerade die der häufigsten Arten nicht. Es gehört zu den wichtigsten Ergebnissen der Wesenbergschen Untersuchungen, gezeigt zu haben, daß 1. die Rädertiermännchen durchaus nicht jene Raritäten sind, für die man sie bisher gehalten hat und 2. daß man es durchaus nicht dem blinden Zufall überlassen muß, solche anzutreffen, sondern, daß man es bis zu einem gewissen Grade in der Hand hat, das Auftreten dieser Männchen zu erwarten. Gerade aber diese beiden Feststellungen legen es nahe, die Leser des Mikrokosmos auf die Rädertiermännchen aufmerksam zu machen. Denn da einerseits, wie bereits erwähnt, von vielen Rädertieren die Männchen noch unbekannt sind, andrerseits nunmehr ein Weg gezeigt wurde, wie man ihr Auftreten abpassen kann, ist die Gelegenheit geboten, auch Neues zu beobachten. Und wer nicht gerade den Ehrgeiz hat, die Fachliteratur durch neue Entdeckungen zu bereichern, dem bietet, wie wenigstens teilweise aus den folgenden Ausführungen hervorgehen soll, auch die Beobachtung der bereits bekannten Fälle genug des Interessanten.

Während Siebold 1848 noch mit der Möglichkeit rechnete, daß die Rädertiere Zwitter seien, gelang es Brightwell bereits im selben Jahre das erste Rädertiermännchen zu entdecken, nämlich das von *Asplanchna Brightwelli*, das dann 1849 von Dalrymple genau beschrieben wurde. Bei *Asplanchna* sind nun die Männchen den Weibchen an Größe und Aussehen noch sehr ähnlich, während bei anderen Gattungen, wie sich gleich zeigen wird, erst jene Differenzierung einsetzt, die uns zwingt, die Männchen als Zwergmännchen zu bezeichnen. Es dauerte daher noch geraume Zeit, ehe auch in solchen Fällen die Männchen aufgefunden wurden. Immerhin konnte Rousselet im Jahre 1903 feststellen, daß 100 Rotatorienmännchen bekannt sind. Freilich will das auch nicht allzuviel besagen, wenn man bedenkt, daß ja etwa 1000 Rotatorien bekannt sind, und daß von 8 Rotatorienfamilien keine Männchen bekannt sind, nämlich von den *Philodinidae*, *Adinetadae*, *Microcodidae*, *Rattulidae*, *Gastropodidae*, *Ploesomatidae*, *Cathypnadae* und *Anapodidae*. — Nunmehr wurden sie aber von Wesenberg für die *Rattulidae*, *Gastropodidae* und *Ploesomatidae* entdeckt. Auch für *Anuraea cochlearis*, unser gemeinstes Planktonrotator, das doch im Lauf der letzten 3 Jahrzehnte dank der quantitativen Planktonuntersuchungen in vielen Millionen Exemplaren vor Zoologenaugen Revue passieren mußte und trotzdem immer nur in weiblichen Exemplaren zur Beobachtung kam, ist nunmehr durch Wesenberg das Männchen bekannt geworden. So mag der Hoffnung noch Raum gegeben sein, daß auch für die *Cathypnadae* die Stunde der Entdeckung der Männchen noch schlagen wird, zu welcher Gruppe ja auch zwei unserer gemeinsten Rädertierarten gehören: *Monostyla cornuta* und *Cathypna luna*. — Für die 3 zuerst genannten Familien scheint freilich die Aussicht, daß die noch unbekannten

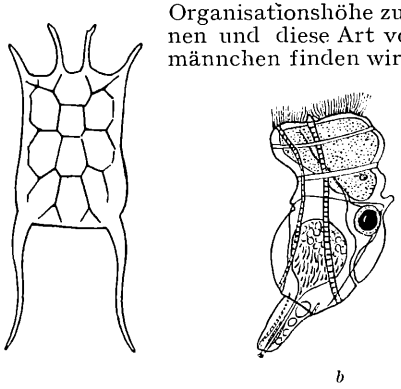
[1]) s. Mikrokosmos Jhg. IV., S. 50, 81; VII., S. 15, 46, 49, 81, 107, 129, 163, 186, 205, 207; VIII., S. 68, 108, 148, 201, 217; 220; IX., S. 28, 220, 269 u. XIII., S. 10, 79

Männchen noch gefunden werden könnten, sehr gering. Denn auch diese Formen sind nicht nur in ungezählten Exemplaren den Untersuchern der Moosfauna vor Augen gekommen, sondern sie sind auch in vielen Generationen im Laboratorium gezüchtet worden, ohne daß sich ein Männchen gezeigt hätte. Und da sie in ihrem ganzen Bau — speziell auch im Bau des Geschlechtsapparates als Digononta den übrigen Rädertieren als geschlossene Gruppe gegenüber stehen, wird man nicht entsprechend von den anderen Rädertieren auf sie schließen dürfen. Es wird vielmehr als sicher gelten können, daß diese sogen. bdelloiden Rädertiere nur in weiblichen Exemplaren existieren, also „obligatorisch" parthenogenetisch sind.

Nur einmal schien es, als wären die Männchen dieser Gruppe entdeckt worden. 1914 berichtete Richard Leißling, daß er bdelloide Rädertiere mit Spermien entdeckt habe. Das Aufsehen, das diese unerwartete Entdeckung vorerst verursachte, zerrann alsbald in nichts, als Thienemann zeigte, daß dieser Nachricht eine falsch gedeutete Sporozoeninfektion der fraglichen Rädertiere zugrunde lag.

Bevor wir auf den besonderen Teil unseres Themas eingehen, ist es wohl angezeigt, das Problem der Zwergmännchen im allgemeinen noch einmal etwas darzulegen, wiewohl darüber bisher mehr Hypothesen als exakte Beobachtungstatsachen vorliegen.

Daß die Männchen an Größe hinter den Weibchen zurückbleiben, ist eine im ganzen Tierreich weitverbreitete Erscheinung und betrifft bald ganze Gruppen, wie die Spinnen, bald einzelne Vertreter einer Gruppe, wie die bekannte *Argonauta* unter den Tintenfischen. Bei den typischen Zwergmännchen ist aber meist auch eine erhebliche Rückbildung der Organisationshöhe zu verzeichnen und diese Art von Zwergmännchen finden wir vor allem

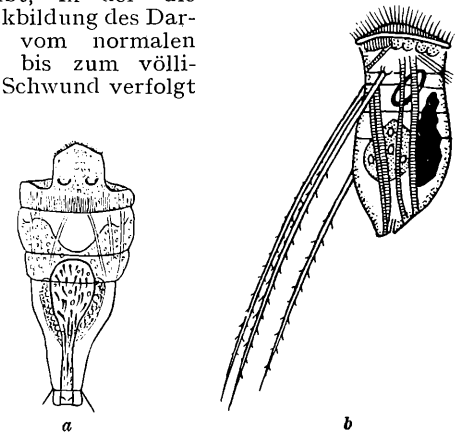


b

Abb. 2. *Anuraea aculeata* Ehrbg. — *a* = Weibchen (240 μ nat. Gr.). *b* = Männchen n. Kraetzschmar (60 μ nat. Gr.), besonders stark vergrößert

bei festsitzenden oder überdies parasitierenden Tieren, wie die vielen Beispiele unter den Kopepoden, Isopoden und Cirripedien zeigen. Es ist nun ganz besonders bemerkenswert, daß unter den Rädertieren die Zwergmännchen gerade bei den freilebenden, nicht schmarotzenden Arten vorkommen, während bei Parasiten, z. B. den Seisoniden, die Männchen keine nennenswerte Veränderung gegenüber den Weibchen aufweisen.

Bereits Meisenheimer hat in seinem Werk „Geschlecht und Geschlechter" (S. 672 ff.) den Versuch gemacht, eine Stufenfolge dieses Rückbildungsprozesses festzustellen, indem er z. B. eine Reihe von Rädertiermännchen angibt, in der die Rückbildung des Darmes vom normalen Bau bis zum völligen Schwund verfolgt



a *b*

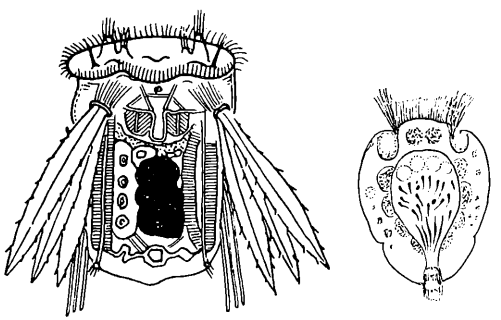
Abb. 3. *Triarthra longiseta* Ehrbg. — *a* = Männchen n. Wesenberg (70 μ nat. Gr.), besonders stark vergr. *b* = Weibchen (ohne Springstäbe) (150 μ nat. Gr.)

werden kann. Es sei bei diesem Hinweis auf diese von Meisenheimer mitgeteilte Formenkette gestattet, zu vermerken, daß das eine Glied dieser Kette, nämlich *Apodoides stygius* besser weggeblieben wäre, weil dieser wohl nur ein Phantasieprodukt ist, wie wohl die Mehrzahl der Josephschen Fabelwesen. (Vgl. Zoolog. Anz. 1879.) An der Hand der Wesenbergschen Untersuchungen lassen sich solche Stufenfolgen vielleicht noch mehr im einzelnen ausführen. Doch muß man natürlich dabei im Auge behalten, daß eine bestimmte Art hinsichtlich des einen Organs noch am Beginn, bezüglich eines anderen Organes aber bereits am Ende dieser Stufenleiter stehen kann. Es liegen also Mängel an Übereinstimmung in der Spezialisation vor, wie sie allgemein bei der Aufstellung von Abstammungsreihen auf morphologischer Grundlage in Kauf genommen werden müssen, einerlei, ob man mit rezentem oder fossilem Material arbeitet. Verfolgen wir einmal so die Entstehung der Zwergmännchen, indem wir das Schicksal einzelner Organsysteme ins Auge fassen.

Der Darmkanal ist bei den Männchen einiger weniger Arten, wie *Rhinops vitrea* (Abb. 1b) und *Notommata Wernecki* anscheinend noch ganz gut erhalten; wenigstens sind, wie E. Budde[1]) neuestens berichtet („Die parasitischen Rädertiere", Zeitschr. f. Morphologie und Ökologie der Tiere. III. Bd. 1925), „Mund, Kauer und Magen wie beim ♀ entwickelt; der Darmkanal verengt sich aber nach hinten so sehr, daß sein Ende nicht erkennbar ist. Die Ver-

[1]) Vgl. Mikrokosmos XX., S. 12

dauungsorgane machen den Eindruck, daß sie trotz ihrer Vollständigkeit keine Funktion ausüben." Schon Wesenberg vermutete, daß in diesem Falle die Mundteile nicht zum Zerkleinern der Nahrung, sondern zum Anbohren der Algenfäden dienen, die von *Notommata Wernecki* bewohnt werden. Während also bei dieser Form das Männchen dem Weibchen noch so ähnlich ist, daß mancher Beobachter, dem das Männchen vorlag, dieses für ein Weibchen hielt, sehen wir, daß bei *Asplanchna priodonta*, obwohl hier die Verminderung der Körpergröße und die Rückbildung anderer Organsysteme als des Verdauungsapparates nicht sonderlich auffallend



a *b*

Abb. 4. *Polyarthra platyptera* Ehrbg. — *a* = Weibchen (150 μ nat. Gr.). *b* = Männchen n. Wesenberg (40 μ nat. Gr.), besonders stark vergr.

sind, doch bereits Mund und Kauer verschwunden sind. An Stelle des Darmkanals erstreckt sich vom Räderorgan bis zur Geschlechtsdrüse ein solider Zellstrang, in dem noch Rudimente des Kauapparates eingebettet sind. Weitere Rückbildungsetappen treffen wir interessanterweise innerhalb derselben Gattung an, da bei *A. Sieboldi* der dem Darm entsprechende Zellstrang verkürzt ist und bei *A. Brightwelli* gänzlich fehlt. Daß der Grad der Rückbildung nicht mit den systematischen Gruppen parallel geht, zeigen die eben erwähnten *Asplanchna*-Beispiele, bei denen innerhalb einer einzigen Gattung Fälle mit verhältnismäßig gut erhaltenem Darm neben solchen mit völligem Darmschwund vorliegen. Viel eher werden wir einen Einblick in die kausalen Beziehungen bekommen, wenn wir mit Wesenberg einmal das Auftreten der Zwergmännchen innerhalb ökologischer Rädertiergruppen verfolgen. Es zeigt sich, daß es im großen und ganzen die Plankter sind, die durch übermäßige Rückbildung der Männchen ausgezeichnet sind. Zwar widerspricht dem die oben erwähnte *Asplanchna priodonta*, aber wir dürfen nicht vergessen, daß gerade *Asplanchna* als lebendgebärende Form eine Sonderstellung unter unseren Planktonrotatorien einnimmt.

Da die Rädertiermännchen immer dem Planktertypus entsprechen, ist auch der Fuß häufiger rückgebildet, als bei den Weibchen. Daß zu fußlosen Weibchen fußlose Männchen gehören, ist von vornherein klar, aber es fehlt auch nicht an Beispielen, daß zu fußtragenden Weibchen fußlose Männchen gehören, wie bei *Salpina*, während mit Rücksicht auf den nicht festsitzenden Charakter der Männchen nie der umgekehrte Fall vorkommt.

Besonders auffällig wird die Vereinfachung des Körperbaues beim Männchen in jenen wiederum vorzugsweise dem Plankton zugehörigen Fällen, wo das Weibchen mit einem oft mit abenteuerlichen Auswüchsen versehenen Panzer versehen ist, wie bei *Anuraea* (Abb. 2), *Schizocerca*, *Brachionus* usw., oder wo das Weibchen durch besondere Körperanhänge ausgezeichnet ist, wie bei *Triarthra* (Abb. 3), *Polyarthra* (Abb. 4), *Pedalion* (Abb. 5).

Endlich zeigen unsere Bilder noch eine Eigentümlichkeit der Rädertiermännchen, nämlich eine Vereinfachung des Räderorganes, die nach Wesenberg leicht verständlich wird, wenn man die Unterschiede in der Lebensweise der beiden Geschlechter in Betracht zieht. Bei den Weibchen der meisten Rädertiere ist das Räderorgan Bewegungswerkzeug und auch eine Vorrichtung zum Nahrungserwerb. Dieser doppelten Aufgabe entspricht auch der komplizierte Bau, der zwei funktionell verschiedene Bestandteile dieses Apparates, die als trochus und cingulum bezeichnet werden, erkennen läßt. Bei den Männchen entfällt nun mit der Rückbildung des Darmes auch die Notwendigkeit des Nahrungserwerbes. Das Räderorgan dient nur noch als Propeller und beschränkt sich daher auf einen endständig am Kopf gelegenen Wimperring.

Wer weiter in dieses interessante Gebiet eindringen will, muß wohl auf das Original greifen, in dem auch äußerst interessante Erwägungen über die Systematik der Rädertiere eingeflochten sind. Für uns kommt wohl nur noch ein technisches Kapitel aus Wesenbergs Arbeit in Betracht.

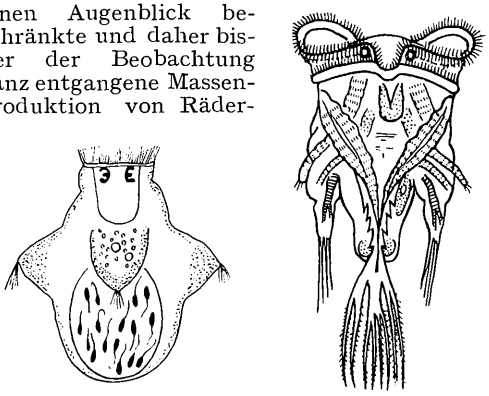
Der Schreiber dieser Zeilen hat an der Biologischen Station in Lunz die Studien Kraetzschmars über die Männchen von *Anuraea aculeata* (s. Abb. 2) miterlebt. Entdeckt waren diese ja allerdings schon lange vorher von Plate worden, 1886. Aber Kraetzschmars 1907 durchgeführte Arbeiten brachten erst genauere Aufschlüsse und er war, wie Wesenberg mit Recht hervorhebt, der erste, der Rädertiermännchen mit dem Mikrotom in Schnittserien zerlegt hat. Die Schwierigkeiten, welche die Beobachtung des lebenden Objektes wie die mikrotechnische Behandlung konservierten Materiales bietet, ist natürlich heute noch dieselbe wie in jenen schönen Tagen, die ich gemeinsam mit Dr. Krätzschmar an der Lunzer Station verbrachte. Der genannte Autor berichtet darüber (Über den Polymorphismus von *Anuraea aculeata*. Internat. Revue d. g. Hydrobiologie Bd. I. 1908) wie folgt: „Besondere Schwierigkeiten brachte die Beobachtung am lebenden Tier mit sich, das infolge seiner Kleinheit und Schnelligkeit ohne besondere Hilfsmittel kaum eine Sekunde lang im Gesichtsfeld zu erhalten war. Als besonders günstig erwiesen sich die allmähliche Betäubung mit der Rousseletschen

Betäubungsflüssigkeit und die Erhöhung der Viscosität des Wassers durch Zusetzen von Quittenschleim (Semen Cydoniae). Die beste Konservierung erfolgte in schwacher Flemmingscher Lösung; die Herstellung brauchbarer Schnittserien gelang nur durch die sog. Nelkenöl-Collodium-Methode; sie allein ermöglicht eine genaue Orientierung der kleinen Objekte. Gute Färbungen erzielte ich nach Heidenhains Eisenhämatoxylin-Methode."

Mit diesen Angaben Kraetzschmars ist nun wohl dem Leser das Wichtigste der mikrotechnischen Behandlung bekannt gegeben, aber — es ergeht ihm wie den Nürnbergern, die bekanntlich keinen hängen, den sie nicht haben. Wenn man einem Rädertiermännchen mit Quittenschleim seinen Elan rauben oder es in Flemming konservieren will, muß man es eben auch vorerst einmal haben. Und über diesen Punkt hilft uns eben, wie bereits eingangs angedeutet wurde, Wesenberg-Lund einigermaßen hinweg. —

Den einen Weg zum Erfolg fand Wesenberg im Anschluß an die Oligochätenstudien seines Assistenten Lakjer. Dieser fand, daß bei vielen Oligochäten die Entwicklung der Geschlechtsprodukte durch den Aufenthalt in dem überhitzten Algenschaum am Wasserspiegel begünstigt wird; und in eben diesem Algenschaum — doch nur im Frühsommer — fand Wesenberg auch die Männchen vieler Rädertiere, wie *Salpina mucronata, Dinocharis pocillum, Scaridium longicaudatum* usw. Und einen zweiten Weg beschritt unser dänischer Autor, indem er mit Recht annahm, daß die Zeiten der Maxima auch mit dem Auftreten der Männchen zusammenfallen müßten. Daß man bei der gewöhnlich gehandhabten Methode, das Material mit dem Planktonnetz zu erbeuten, bei der Kleinheit der Männchen meist Mißerfolg hat, ist klar. Wenn man aber im geeigneten Moment die geschöpften, nicht mit dem Netz gefangenen Proben zentrifugiert, dann wird der Erfolg nur selten ausbleiben. Im geeigneten Moment! Das ist zu betonen, denn innerhalb des ja doch einige Zeit in Anspruch nehmenden Maximums ist die Zeit des Auftretens der Männchen doch noch zeitlich sehr beschränkt. Es ist das Auftreten der Männchen ein momentanes. In diesem Moment aber können die Männchen dann in so ungeahnten Mengen vorhanden sein, daß Wesenberg sagen durfte — was vor ihm kein Zoologe zu denken gewagt hätte — die Produktion der Rädertiermännchen finde ihre botanische Parallele in der Massenproduktion des Pollens bei Koniferen.

Diese eben nur auf einen Augenblick beschränkte und daher bisher der Beobachtung ganz entgangene Massenproduktion von Räder-



a *b*

Abb. 5. *Pedalion mirum* Hudson. — *a* = Männchen n. Wesenberg, besonders stark vergr. (50 μ nat. Gr.). *b* = Weibchen (600 μ nat. Gr.)

tiermännchen leistet aber den Anforderungen, die die Existenz der betreffenden Arten stellt, vollauf Genüge; einmal eben durch die enorme Individuenzahl und dann dadurch, daß bei den Planktonrotatorien die Spezialisation dieser Männchen ganz und gar auf ihre Bedeutung als Befruchter zugeschnitten ist. Hat doch schon ein älterer Beobachter diese Männchen sehr treffend als „perambulating bags of spermatozoa" (herumreisende Taschen mit Spermatozoen) und als „swimming testes" (schwimmende Hoden) bezeichnet.

Über die Auxosporen von *Meridion circulare* und verwandten Diatomeen-Gattungen

Von **Lothar Geitler,** Wien

Die Diatomeen (Kieselalgen, Bacillarialen) besitzen bekanntlich eine verkieselte Zellwand, die aus zwei Hälften besteht. Die Hälften greifen wie Boden und Deckel einer Schachtel ineinander. Bei der Zellteilung erhält jede Tochterzelle eine Schalenhälfte der Mutterzelle mit und bildet eine neue, kleinere Hälfte, die der alten innen angelagert, also von ihr übergriffen wird. Da die Zellwände infolge ihrer Verkieselung nicht wachstumsfähig sind, werden die Zellen im Laufe der Teilungen immer kleiner. Der dauernden Verkleinerung wirkt jedoch ein Vorgang entgegen, der als Auxosporenbildung bezeichnet wird. Das Wesentliche besteht darin, daß sich der protoplasmatische Zellinhalt von dem starren Kieselpanzer unter Sprengung der Schalen befreit und beträchtlich heranwächst. Der nackte Protoplast umgibt sich zunächst mit einer provisorischen, wachstumsfähigen Haut (dem Perizonium), unter der sich erst nach beendetem Wachstum die charakteristischen verkieselten Schalen ausbilden.

In dieser einfachen Weise werden die Auxosporen bei den zentrischen Diatomeen ge-

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

bildet (bekannte Gattung im Süßwasser *Melosira*; vgl. Mikrokosmos, XX., 1926/27, S. 127). Bei den pennaten Diatomeen (zu welchen die meisten Süßwasserbewohner gehören) ist die Auxosporenbildung meist mit einem deutlichen Sexualakt verbunden. Es legen sich zwei Zellen aneinander und bilden je 2 oder je 1 Gamet (sexuelle Fortpflanzungszelle). Die Gameten verschmelzen unter Sprengung des Kieselpanzers und das Vereinigungsprodukt wird zur Auxospore. In den wenigen bisher bekannt gewordenen Fällen asexueller Auxosporenbildung bei pennaten Diatomeen (*Rhabdonema, Grammatophora* u. a.) dürfte es sich um Rückbildung bezw. Verlust der Sexualität handeln (Apogamie).[1]) Gerade dieses interessante Problem ist noch wenig geklärt.

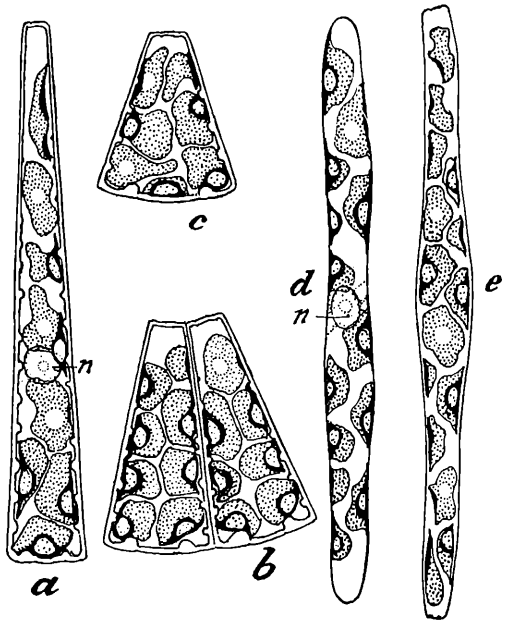


Abb. 1. *Meridion circulare*. — *a*—*c* = verschieden große vegetative Zellen; *d* = junge und *e* = reife Auxospore. Die Chromatophoren sind in der Flächenansicht punktiert gezeichnet; die schwarzen Stellen sind die optischen Querschnitte, in denen die Pyrenoide als helle Höfe sichtbar sind. Etwa 1000f. vergr.

Wahrscheinlich zeigt ein großer Teil der Fragilarioideen, zu denen auch *Meridion* gehört, diesen Sexualitätsverlust oder ist doch auf dem Wege dazu. Bekannt ist die Auxosporenbildung aber nur bei sehr wenigen Gattungen, obwohl Arten von *Diatoma, Tabellaria, Synedra, Fragilaria* u. a. im Süßwasser sehr häufig sind und oft, aber nicht eingehend, beobachtet werden. Diese Zeilen sollen eine Anregung geben, nach der Auxosporenbildung dieser Formen zu suchen.

[1]) Ein sehr einleuchtendes Beispiel für Sexualitätsrückbildung stellen die parthenogenetischen *Cocconeis*-Formen dar. (Vgl. Geitler, L., Reduktionsteilung, Kopulation usw., Biolog. Centralbl. 1927, H. 5, S. 307)

Abgesehen von der abweichenden Gattung *Eunotia* wurden Auxosporen von Süßwasserarten dieses Formenkreises nur bei *Fragilaria Crotonensis*[1]) gefunden.[2]) Die Bildungsweise konnte jedoch nicht verfolgt werden. Ich selbst beobachtete die Auxosporen von *Meridion circulare*. Die Entwicklungsgeschichte, deren Kenntnis von besonderem Interesse wäre, konnte ich jedoch nicht klären.

Meridion besitzt keilförmige Zellen, die nach der Teilung mit den Schalen aneinander haften bleiben und so Bänder bilden, die entsprechend der Form der Zellen fächerförmig werden (vgl. Mikrokosmos, Bd. II, S. 88). Ist die Zahl der Zellen groß, so schließt sich der Fächer zu einem Ring oder zu einer flachen Spirale. Die Alge ist mittels Gallerte, die am schmäleren Ende der Zellen ausgeschieden wird, an Fadenalgen oder an totem Substrat angeheftet, löst sich aber bei der Präparation leicht ab. Genauere Untersuchungen über die Gallertbildung stehen noch aus.

Die Schalen besitzen Querrippen, die in der Gürtelansicht im optischen Durchschnitt als Warzen erscheinen (vgl. auch Mikrokosm., Bd. II, S. 88). Die Zelle führt zahlreiche wandständige, leicht gelappte oder bei dichter Lagerung gegeneinander abgeplattete Chromatophoren. Im Zentrum jeder Chromatophorenscheibe liegt ein Pyrenoid, das im Leben als heller Hof erscheint und bei künstlicher Färbung besonders deutlich wird. Bei Einstellung auf den optischen Durchschnitt der Zellen trifft man auch viele Chromatophoren im Querschnitt und sieht, daß die Stelle, an der das Pyrenoid liegt, nach innen vorgewölbt ist (Abb. 1). Im Raumzentrum der Zelle (also dem breiteren Ende genähert) liegt der Zellkern *n*, der im Leben meist gut erkennbar ist (Abb. 1 a). Von sonstigen Inhaltskörpern wären Öltropfen zu erwähnen, die zwischen den Chromatophoren in wechselnder Zahl und Größe liegen (in der Abbildung nicht eingezeichnet).

Der Standort, an dem ich die Auxosporen fand, war der Abfluß eines Überfalls der Wasserleitung von Lunz (Nieder-Österreich, nördl. Kalkalpen). Das Wasser besaß damals (im April) Temperaturen von 6—8° C. Das kleine Rinnsal war durch *Meridion* auffallend braun gefärbt. Die Alge saß in riesigen Mengen auf *Tribonema* und konnte leicht gesammelt werden. Bei der mikroskopischen Betrachtung waren die beträchtlichen Größenunterschiede der Zellen bezw. der Kolonien auffallend. Die Längenwerte der Zellen schwankten zwischen 21 und 86 μ. Je nach der Länge war die Zellform verschieden, in-

[1]) Nipkow, F., Über das Verhalten der Skelette planktischer Kieselalgen. Sauerländer & Co., Aarau 1927

[2]) Für die Salzwasser bevorzugende *Synedra affinis*, sowie für die marinen Gattungen *Rhabdonema* und *Grammatophora* liegen Angaben von Karsten vor. Es entsteht hier ohne sexuelle Vereinigung direkt eine Auxospore aus einer Mutterzelle oder der Inhalt teilt sich und liefert zwei Auxosporen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

dem die kleineren Zellen durchschnittlich viel breiter als die längeren waren (Abb. 1 a-c). Berechnungen, deren Wiedergabe hier zu weit führen würde, zeigten, daß das Volumen der Zelle nicht mit dem Kubus, sondern u n g e f ä h r linear mit der Zellänge wächst.[1])

Es lag nahe, anzunehmen, daß die aus extrem langen und schmalen Zellen bestehenden Kolonien eben aus Auxosporen entstanden waren. Tatsächlich fanden sich vereinzelt auch große Zellen, die ihrem charakteristischen Inhalt nach sofort als zu *Meridion* gehörig erkennbar und als Auxosporen anzusprechen waren.

Die Gestalt dieser Zellen ist walzlich und meist unregelmäßig, oft geknickt oder mit einer Auftreibung in der Mitte versehen. Die Zellenden sind annähernd gleich breit.

Abb. 1 d stellt eine solche junge, nur vom glatten Perizonium umgebene Auxospore vor der Ausbildung der Schalen dar. Auf Abb. 1 e sieht man ein älteres Stadium; die Schalen sind bereits ausgebildet, zeigen aber noch nicht die charakteristische, durch die Querrippen bedingte Zeichnung der vegetativen Zellen. Noch später treten in der Gürtelansicht die optischen Querschnitte der Querrippen auf (Abb. 2 a, b). Doch sind diese Rippen nie so kräftig wie an den vegetativen Zellen ausgebildet. Daran und an der abweichenden Gestalt lassen sich Auxosporen von zufällig isolierten vegetativen Individuen gut unterscheiden. Das Perizonium ist an der reifen Auxospore nicht mehr sichtbar. Es wird wahrscheinlich frühzeitig abgeworfen. Die Länge der Auxosporen beträgt bis 90 µ.

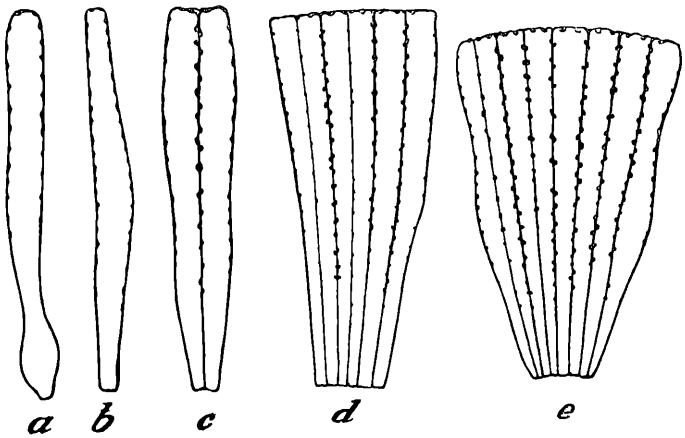


Abb. 2. *Meridion circulare* — *a* und *b* = reife Auxosporen; *c*—*e* = eben aus Auxosporen entstandene Kolonien. Zellinhalt nicht eingezeichnet; *d* und *e* sind zufällig kleiner gezeichnet. Etwa 500f. vergr.

Die Entstehung der Kolonien aus den Auxosporen illustriert Abb. 2 c—e. Abb. 2 c zeigt eine zweizellige Kolonie, d und e stellen ältere Zellverbände dar. Charakteristisch ist die abweichende Form der beiden äußersten Zellen und die Feinheit der Zeichnung der beiden von der Auxospore übernommenen Schalen dieser Zellen. Die Abbildungen zeigen auch, wie sich im Lauf der Teilungen allmählich die normale, keilförmige Zellform ausbildet.

Daß *Meridion* Auxosporen überhaupt besitzt, folgt aus den obigen Darlegungen. Meine Beobachtungen sind aber sehr fragmentarisch. Wie die Auxosporen aus den vegetativen Zellen gebildet werden, ist noch unbekannt. Hier müssen weitere Untersuchungen einsetzen. Ob die Auxosporen durch Kopulation zweier Individuen, also sexuell, oder rein vegetativ entstehen, läßt sich — günstiges Material vorausgesetzt — im Leben leicht beobachten. Ebenso, ob bei rein vegetativer Entstehung die Bildung mit einem Teilungsvorgang verknüpft ist oder nicht, d. h. ob zwei oder nur eine Auxospore aus einer Mutterzelle gebildet werden. Die feineren Vorgänge in den Kernen lassen sich allerdings nur an fixiertem und gefärbtem Material beobachten.[1]) Jedenfalls muß das Material reichlich sein, um die Wahrscheinlichkeit, geeignete Stadien zu finden, zu erhöhen. Man wird die Auxosporenbildung nur in kleinen Zellen erwarten können. Da diese jedoch bloß einen geringen Bruchteil der Gesamtzahl der Individuen aller Größen ausmachen[2]), wird die Beobachtung nicht leicht sein. Dies ist ja der Grund, weshalb die Auxosporenbildung bei *Meridion*, trotz dem häufigen Vorkommen der Gattung noch nicht beschrieben wurde.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Diatoma vulgare* und *D. hiemale*. In einer größeren Aufsammlung findet man in geringer Zahl Bänder mit extrem großen und sehr schmalen Zellen. Alles spricht dafür, daß diese eben aus Auxosporen entstanden sind. Die Auxosporen selbst sind jedoch noch nicht gefunden worden. Bei eifrigem Suchen kann ein Zufall zu ihrer Entdeckung führen. Die beiden

[1]) Dies stellt eine Annäherung an jene Fälle dar, wo die Verkürzung der einen Zellachse durch Vergrößerung der beiden anderen Achsen ausgeglichen wird, wodurch die Zellen bei der Verkürzung so viel breiter werden, daß das Volumen konstant bleibt (Beispiel: *Nitzschia putrida*)

[1]) Zum Fixieren ist Sublimatalkohol (zwei Teile konz. wässr. Sublimatlösung auf 1 Teil 96% Alkohol) geeignet, zur Färbung kann man eine der fertig erhältlichen Hämatoxylinlösungen verwenden. (Delafields, Ehrlichs Hämatoxylin)

[2]) Die Werte der verschiedenen Zellängen ordnen sich wahrscheinlich — wie bei anderen Diatomeen — zu einer Binomialkurve an. Die mittelgroßen Zellen sind dann am häufigsten, die kleinsten und größten Zellen am seltensten vorhanden

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Diatoma-Arten sind in kaltem, fließendem Wasser häufig anzutreffen und treten meistens in größeren Mengen auf. Wahrscheinlich wirkt noch ein weiterer Umstand erschwerend für das Auffinden der Auxosporen. In Analogie zu den Beobachtungen Nipkows[1]) an *Tabellaria* und *Asterionella* kann man annehmen, daß die Zellverkleinerung sich über mehrere Jahre erstreckt. Der für die Auxosporenbildung nötige Minimalwert wird also nur nach längeren Intervallen erreicht. Es ist Glückssache, gerade den richtigen Zeitpunkt zu finden.

Nur zahlreiche Untersuchungen an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten können über diese Schwierigkeiten hinweghelfen. Es handelt sich darum, das Material aufmerksam unter Beachtung aller kleinen Anzeichen zu betrachten, da die Auxosporenbildung der meisten Fragilarioideen wahrscheinlich sehr unauffällig (ohne Kopulation von Individuen, vielleicht auch ohne Gallertbildung) vor sich geht. Gerade die Erforschung der Vorgänge bei dieser Gruppe dürfte aber von besonderem Interesse sein, da es sich — wie Karstens Beobachtungen an *Rhabdonema, Grammatophora* und *Synedra* zeigen — um Formen mit stark rückgebildeter Sexualität handelt und jede Ergänzung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiet von Interesse ist.

Zur Bestimmung der Süßwasser-Diatomeen sei genannt: Hustedt, F., Süßwasser-Diatomeen Deutschlands. Handbücher für die praktische naturw. Arbeit, V Stuttgart. — Für die allgemeine Orientierung über den Zellbau und die Auxosporenbildung der Diatomeen sei auf Oltmanns, F., Morphologie und Biologie der Algen, Bd. I, 2. Aufl., Jena 1922, verwiesen.

[1]) Über das Verhalten der Skelette planktischer Kieselalgen. Sauerländer u. Co., Aarau 1927

Kleine Mitteilungen

Herstellung von Mattscheiben für Mikrophotographie. Die Mattierung der käuflichen Mattscheiben für photographische Apparate erweist sich in vielen Fällen infolge des groben Kornes für den Mikrophotographen als unbrauchbar. Es ist so z. B. fast unmöglich, feine Strukturen (Streifungen von Diatomeenschalen) bei starker Vergrößerung scharf einzustellen. Man hat vorgeschlagen (Mikrokosmos, XIX., 1926/27, S. 21) abgewaschene Photoplatten mittels gasförmigen Fluorwasserstoffes zu ätzen, ein Verfahren, das wohl ausgezeichnete Resultate ergibt, aber umständlich und wegen der großen Giftigkeit des Fluorwasserstoffes nicht ungefährlich ist. Im Septemberheft der Zeitschrift „Satrap" (Jhg. III, H. 9) beschreibt Prof. Dr. Neugebauer-Steglitz eine andere Methode, die sich durch große Einfachheit und Billigkeit auszeichnet. Eine unbelichtete Platte wird bis zur völligen Klarheit ausfixiert und äußerst gründlich ausgewässert. Dann wird sie, am besten über Nacht, in eine konzentrierte Lösung von Natriumsulfat (Glaubersalz) in Wasser gelegt. Am Morgen badet man sie dann einige Stunden in einer 10%igen Kochsalzlösung. Dann läßt man sie ablaufen, spült oberflächlich ab und stellt sie zum Trocknen. Das in der Schicht auskristallisierende Salz bewirkt eine sehr feine Trübung, die infolge ihrer Durchsichtigkeit auch die Lichtstärke des Bildes nur sehr wenig beeinflußt. Eine derartig hergestellte Mattscheibe hat sich bei mir recht gut bewährt.

Helmut Thaler, München

Eine Reihe von **zusammenklappbaren Exkursions- und Reisemikroskopen** (Kleinmikroskopen) werden von F. K. Reinsch in Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927. **44**, 20—30, geschildert und auf ihre Zweckmäßigkeit hin verglichen. Besprochen werden sowohl Instrumente mit Spezialokularen, wie Tami (Vergr. bis 225) und Metami (bis 600) von Hensoldt und Minor (bis 250fach) von Leitz, als auch solche mit Normaltubus und -Okularen, wie Klemi oder das verbesserte Naformi (bis 280f. Vergr.) von Kremp. Die Mängel in der Konstruktion besonders noch anderer Formen werden ebenfalls hervorgehoben. —r

Der Opakilluminator, der sonst hauptsächlich in der Mineralogie zur Untersuchung von Metallen dient, eignet sich, wie P. Vonwiller[1]) in Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. XLI, 1924, 190—201 gezeigt hat, vorzüglich dazu, selbst bei stärksten Vergrößerungen lebende Organismen und ihre Gewebe in ihrer natürlichen Umgebung zu untersuchen, so daß eine Gewebezüchtung außerhalb des Organismus unter „künstlichen" Bedingungen und die Beobachtung bei schrägauffallendem Lichte, wodurch der Vergrößerungsmöglichkeit eine ziemlich enge Grenze gesetzt ist, entbehrlich erscheinen. Auch wo sich durchsichtige Teile auf undurchsichtiger Unterlage befinden, ist der Gegenstand einer Untersuchung zugängig. Die Beobachtung erfolgt bei senkrechter Beleuchtung. Die benötigten optischen Instrumente werden am großen Leitzschen Lupenstativ angebracht, und zwar je nach Bedarf die binokuläre Lupe, das binokuläre (sogen. Hornhaut-) oder das wirkliche Mikroskop, eventl. mit binokulärem Aufsatz. Zur Beleuchtung verwandte Verf. die Mignonglühlampe oder die Spaltlampe oder die genannte Mignonlampe in wagrechter Einstellung. Die starken Vergrößerungen wurden meist mit Wasserimmersionen untersucht. Auf einige der Ergebnisse des neuen Verfahrens kann hier nur verwiesen werden: Beobachtung lebender Kerne, der Plasmaverhältnisse und Mitochondrien, bei ganzen lebenden Pflanzen, der *Trichodina*-Schmarotzer auf der Haut

[1]) Vgl. Mikrokosmos, XVII, 1923/24, S. 160

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

lebender Scheibenbarsche, des Dottersackes lebender Forellenembryonen und vieles mehr.
Dr. H. Pfeiffer

Die **Färbung mit Methylenblau-Ammoniakgemischen** empfiehlt Hans Fortner in Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927. **44**, 165—172, zum Vergleiche der Ergebnisse mit dem Heidenhainschen Eisenhämatoxylinverfahren. Er berichtet über die Ausnützung der Eigenschaften von Azur I bei Verwendung von polychromem Methylenblau und unter Gebrauch von NH_3 als Lösungsmittel. Danach wird für die Schnellfärbung von Protisten die Lösung aus folgenden Raumteilen (Einwirkungsdauer der Farblösung je nach der Temperatur bis 2 Minuten) empfohlen:

Objekt		Färbung durch: polychromes Methylenblau	Azur I	NH_3	H_2O	Differenzierung mittels: NH_3	25% Alkohol [1]
Pellikula und Ektosark [2]	Ganzfbg.	3	1	4	—	3	2 [1]
	Schnittfbg.	2	1	2	2	3	4
Zellverhärtungen [2]	Ganzfbg.	1	1	4	—	3	3
	Schnittfbg.	1	2	2	2	2	6
Kern und verwandte Zellbestandteile [3] ...	Ganzfbg.	1	3	4	—	3	4 [1] [4]
	Schnittfbg.	1	6	2	4	3	8

—r

Eine Methode zum **mikrochemischen Nachweis von Schwefel in der Pflanze** wird von G. Klein (Österr. Bot. Ztschr. 1927. **76**, 15 f.) beschrieben. Dazu werden einige Schnitte auf anorganische Sulfate geprüft, andere in kochendem Wasser abgebrüht und hernach gründlich gewässert. Nachdem einige Schnitte nochmals auf die gründliche Beseitigung des anorganischen Schwefels geprüft worden sind, werden die andern auf dem Objektträger 3—5 Stunden über die Bromflasche gebracht („Bromieren"). Nachdem man das Brom hat entweichen lassen (Erwärmen od. and.), wird Calciumchlorid zugesetzt; die Kristalle von Calciumsulfat bilden sich im Laufe eines Tages. —r

Wie eigenartige **Anschwellungen an den Fruchtstielen des Sauerklees** (*Oxalis acetosella* L.), die übrigens trotz überaus zahlreicher Untersuchungen der Pflanze lange Zeit unbekannt geblieben sind, anatomisch untersucht und dann zum Ausgangspunkt einer allgemeinen Fragestellung über die Veränderungen im Wasserhaushalt des reifenden Samens gemacht werden können, zeigte W Troll (Flora 1924. **117**, 344—78) in einer interessanten Abhandlung, die in einer Schilderung der Vorgänge bei der Samenabschleuderung (Ergänzung der Untersuchungen Overbecks, Jahrb. f. wiss. Bot. 1924. **63**, 467) gipfelt. —r

Ueber Butter und die Erfassung von Butterfälschungen mit dem Taschen-Polarisationsmikroskop schreibt Dr. Litterscheid in der „Zeitschrift für angewandte Chemie", Jahrg. 38, Nr. 7, 12. 2. 25. Da die Butter immer noch mehr als Margarine kostet, so ist der Anreiz der Butterverfälschung sehr groß. Die amtliche Kontrolle kann nur einen verschwindend kleinen Teil erfassen. Während für die Milch ein auch für den Laien leicht zu handhabendes Hilfsmittel, die sogenannte Milchwage (Laktodensimeter) vorhanden war, gab es für eine umfassendere Vorkontrolle des täglichen Butterverkehrs kein Hilfsmittel, das außerhalb der Untersuchungsanstalten schnell, bequem und in gewissen Grenzen erfolgsicher zu benutzen war. Für die Fälschung frischer Butter kommen fremde Fette in Betracht, wie Schweinefett, Rindsfett, Cocosfett, gehärtete Öle usw., ferner die äußerlich butterähnliche Margarine, aber auch die sogenannte renovierte Butter (Prozeßbutter) [1]) und Butterschmalz (ausgelassene Butter). Als brauchbares Hilfsmittel kommt das Polarisationsmikroskop in Frage, und wenn es sich um laufende Untersuchungen außerhalb der Untersuchungsanstalt handelt, ein Taschen-Polarisationsmikroskop, bei dem Analysator und Polarisator stets gekreuzt sind (s. Abb.).[2]) Da das

[1]) Nur bei der Ganzfärbung der Pellikula, des Kerns und ähnlicher Gebilde statt dessen 50% Alkohol

[2]) Zusatz zur Farblösung: 1 Tropfen $KMnO_4$

[3]) Zur Farblösung sind Tropfen $KMnO_4$ zuzusetzen

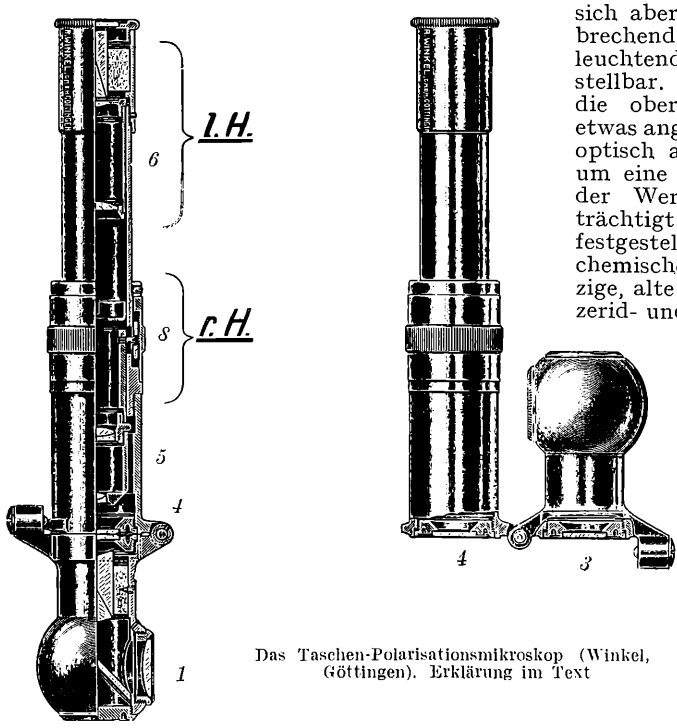
[4]) Differenzierung bis zur Sichtbarkeit der feineren Kernstruktur

[1]) Renovierte Butter nennt man die durch chemische Verfahren wieder aufgefrischte, mehr oder weniger verdorben gewesene Butter

[2]) Die Abbildungen zeigen den Apparat geschlossen und geöffnet. Er besteht aus zwei Teilen, die durch ein Scharnier miteinander verbunden sind. Der untere Teil besteht aus: 1 = der Beleuchtungslinse, von der das Licht mittels eines schräge gestellten Spiegels in den Tubus reflektiert wird; 2 = dem Po-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Fett der frischen Butter zwar ein starr gewordenes, vorher flüssiges Milchfett ist, das aber keine mikroskopisch deutlich feststellbare Kristallstruktur besitzt oder nicht optisch doppelbrechend ist, so wird das bei gekreuzten Nikols dunkle Gesichtsfeld nicht erhellt, auch treten keine hellen Punkte auf. Es ist optisch inaktiv. Die Fette hingegen, aber auch aus-



Das Taschen-Polarisationsmikroskop (Winkel, Göttingen). Erklärung im Text

geschmolzenes und wieder erstarrtes Butterfett, sowie renovierte Butter, bestehen alle aus aneinanderliegenden mehr oder weniger weichen doppeltbrechenden Kristallen. Diese Kristalle sind also optisch aktiv. Sie veranlassen ein Aufleuchten im Gesichtsfeld.

Fälschungen bis herab zu 5% Zusatz zur Butter sind noch feststellbar, doch kommen Fälschungen unter 20% Fremdfetten praktisch nicht vor, da zu geringe Zusätze die aufgewandte Zeit und Arbeit nicht lohnen. Auch Margarine ist optisch aktiv, da sie geschmolzene Fette enthält. Außer Sesamöl ist als Erkennungsmittel auch ein Zusatz von Kartoffelstärke erlaubt. Stärkekörner verhalten sich aber im polarisierten Licht wie doppeltbrechende Kristalle und zeigen ein aufleuchtendes Kreuz. Auch sie sind also feststellbar. Allerdings würde auch frische Butter, die oberflächlich infolge besonderer Hitze etwas angeschmolzen ist, beim Wiedererstarren optisch aktiv werden. Doch da es sich nur um eine Vorkontrolle handelt, wird dadurch der Wert der Untersuchung nicht beeinträchtigt. Hat man optisch aktive Butter festgestellt, hat immer noch eine eingehende chemische Untersuchung zu erfolgen. Auch ranzige, alte Butter kann doppeltbrechende Glyzerid- und Fettsäurekristalle enthalten. Solche Butter ist aber kein Handelsobjekt, es ist keine frische Butter. Auch zugesetzte, ungelöst gebliebene verbotene Konservierungsmittel wie Borsäure, Benzoesäure, Salizylsäure usw. läßt das Polarisationsmikroskop in Erscheinung treten, da es sich um Kristalle handelt. Kochsalzkristalle hingegen sind im polarisierten Licht unwirksam, da sie dem regulären System angehören, sie bleiben im Mikroskop dunkel. Zur Untersuchung wird etwas Butter langsam, um Bildung von Luftblasen zu vermeiden, auf dem Objektträger oder beim Taschenapparat auf der Glasplatte zerquetscht. Man muß bei der Betrachtung zu starke Lichtquellen vermeiden, da sie die Butter durch Erhitzen verflüssigen. Am besten arbeitet man mit Tageslicht oder einer nicht zu kräftigen künstlichen Lichtquelle. Der Verbrauch an Butter zur Prüfung ist demnach ganz minimal, was man von der chemischen Untersuchung nicht behaupten kann. Das Taschen-Polarisationsmikroskop stellt eine Umkonstruktion des in den Untersuchungsanstalten zu verwendenden Polarisationsmikroskops dar, es gestattet die Prüfung gleich an Ort und Stelle. In der Abhandlung ist eine Abbildung des von R. Winkel in Göttingen gelieferten Apparates beigefügt, auch einige Mikrophotographien von reiner und verfälschter Butter sind vorhanden. Der Verfasser empfiehlt die Einführung des Taschenapparates zur Vorprüfung bei den Polizeiverwaltungen der Städte, Kreise, Ämter und Gemeinden, sowie bei den Butterhändlern. Auch der Laie, der ein Polarisationsmikroskop besitzt, ist in der Lage, seine Butter täglich auf Reinheit zu kontrollieren.

Dr. Ehlers

---

larisator, und 3 = dem planparallelen Glasplättchen, das als Objektträger dient. Diese 3 Teile sind zusammen ausklappbar, damit man die zu untersuchende Butter auf den Objektträger bringen kann. — Der obere Teil setzt sich zusammen aus: 4 = dem planparallelen Glasplättchen, das als Deckglas dient, 5 = dem Mikroskopobjektiv, 6 = dem Mikroskopokular, 7 = dem Analysator. Polarisator und Analysator sind gekreuzt zueinander angebracht, 8 = der Schraube zum Heben und Senken des Tubus, um das Präparat scharf einstellen zu können.

Damit die Handwärme nicht störend bei der Untersuchung wirkt, ist das Instrument beim Gebrauch nur oben anzufassen, die linke Hand (l. H.) hält es, während die rechte (r. H.) die Scharfeinstellungsvorrichtung betätigt

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.

Das Aquarium als Beobachtungsquelle bei mikroskopischen Schülerübungen

Von Dr. **P. Brohmer** und Dr. **E. Kolumbe**, Kiel

Ziel jedes biologischen Unterrichts ist in allen Schularten ein Einblick in das gesetzmäßige Geschehen der Lebensvorgänge. Immer mehr hat sich in den letzten Jahrzehnten die Forderung durchgesetzt, daß der Schüler selbsttätig zu den gewünschten Erkenntnissen vordringen muß, daß also Beobachtung und Versuch den Ausgangspunkt für biologische Belehrungen bilden sollen. In diesem Sinne sind die mikroskopischen Schülerübungen ausgezeichnete Mittel biologischer Erkenntnisbildung, weil sie zugleich das Interesse der Schüler in hohem Maße erregen. Ein Einwand, den man gegen die mikroskopischen Schülerübungen, wie sie im allgemeinen betrieben werden, erheben kann, ist jedoch folgender: Meist handelt es sich um die morphologische Betrachtung von Einzelobjekten, also um eine einseitige Behandlung unter morphologisch-anatomischen Gesichtspunkten. Dadurch kann aber kaum der geforderte Einblick in das gesetzmäßige Geschehen der Lebensvorgänge erreicht werden, denn dazu ist weder die einseitige morphologische Betrachtung, noch die monographische Behandlung der Tiere und Pflanzen geeignet; sie muß ergänzt werden durch Heranziehung physiologischer Beobachtungen und durch Aufdeckung der Beziehung der Lebewesen untereinander. In geradezu idealer Weise kann das Aquarium als Quelle für Beobachtungsobjekte dienen, die den angedeuteten Forderungen genügen.

Bekanntlich hat der Kieler Methodiker Friedrich Junge bereits vor mehr als 40 Jahren die Betrachtung von „Lebensgemeinschaften" als den Weg zur „Erkenntnis der Gesetze des organischen Lebens" bezeichnet. Wir wollen hier davon absehen, daß inzwischen der Begriff der Lebensgemeinschaft (Biocönose) — insbesondere durch die Arbeiten von Thienemann — wesentlich vertieft worden ist, da es für unsere Belange ohne Bedeutung ist. Wir können uns mit dem Hinweis begnügen, daß das Aquarium, wenn es richtig angelegt ist, eine Lebensgemeinschaft darstellt, an der mannigfaltige Einblicke in das gesetzmäßige Geschehen der Lebensvorgänge, vor allem in die Beziehungen der Lebewesen untereinander, gewonnen werden können.

Vom didaktischen Gesichtspunkte aus unterscheidet man Schau- und Arbeitsaquarien. Hier soll nur von den letztgenannten gesprochen werden, die in jeder Schule in Mehrzahl vorhanden sein müssen.

Bepflanzt werden die Arbeitsaquarien nur mit Pflanzen, die heimischen Gewässern entnommen sind und die gleichzeitig einem experimentell gerichteten Unterricht dienen können. Durch ihre Sauerstoffproduktion ersparen die Wasserpflanzen eine Durchlüftung. Während viele Tiere in pflanzenlosen, undurchlüfteten Aquarien bald zugrunde gehen, gedeihen sie in bepflanzten Behältern. Der Schüler sieht also ohne weiteres ein, daß die meisten Tiere vom Vorhandensein genügender Mengen von gelöstem Sauerstoff abhängig sind. Daß sich bei genügender Zeit hierzu einwandfreie Kontrollversuche leicht anstellen lassen, braucht nicht betont zu werden. Da in unsern Aquarien der nötige Sauerstoff von den Pflanzen erzeugt und von den Tieren verbraucht wird, ist hiermit bereits ein allgemeiner Zusammenhang zwischen der Tier- und Pflanzenwelt des Aquariums erkannt worden. Zur Bepflanzung eignen sich gut Tausendblatt (*Myriophyllum*), Hornkraut (*Ceratophyllum demersum*), Wasserpest (*Helodea canadensis*), Laichkrautarten (*Potamogeton*), Armleuchtergewächse (Characeen), Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*), Tannwedel (*Hippuris vulgaris*), Quellmoos (*Fontinalis antipyretica*) u. a. Vor dem Einbringen werden die Pflanzen zweckmäßig etwa 2 Stunden in eine 5%ige Kochsalzlösung gelegt, damit anhaftende Schmarotzer abgetötet werden.

1. Beobachtung. An der dem Lichte zugekehrten Seite des Aquariums hat sich ein grüner Belag gebildet. Die mikroskopische Betrachtung läßt erkennen, daß es sich um einzellige Grünalgen handelt, um Chlorophyceen. Wird das Licht genügend abgedeckt, so gehen diese Rasen bald zugrunde.

Das Licht ist also eine Lebensnotwendigkeit für diese wie für alle grünen Pflanzen. — Setzen wir beliebige Arten von Süßwasserschnecken in das Aquarium, so können wir beobachten, wie sie den Algenbelag abweiden. Wir können dann nicht nur die eigentümliche Wellenbewegung der Kriechsohle betrachten, sondern auch die Mundwerkzeuge in voller Tätigkeit sehen, wobei die Lupe gute Dienste leistet. Dadurch wird das Interesse nach genauerer Kenntnis des eigenartigen Kauapparates der Schnecken erweckt. Wir kochen den Kopf einer Schnecke

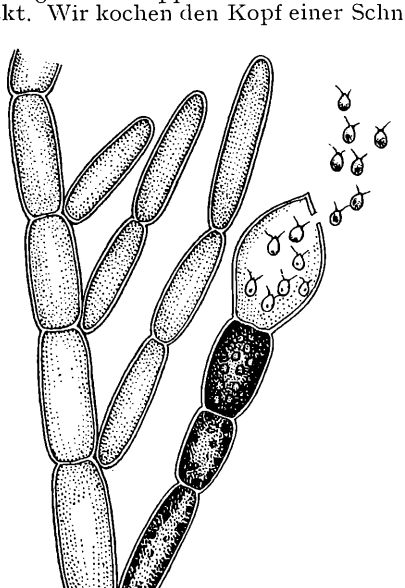


Abb. 1. *Cladophora glomerata*. 100f. vergr.

in Kalilauge, und nur Kiefer und Reibeplatte (Radula) bleiben zurück, die mit Hilfe des Mikroskops betrachtet werden. Beobachtung des lebenden Tieres und der Bau der Mundwerkzeuge werden dann in Beziehung zueinander gesetzt. Für das Problem „das Aquarium als Lebensgemeinschaft" ist die Erkenntnis gewonnen worden, daß die Algen die Nahrung der Schnecken bilden, und der Schluß kann gezogen werden, daß die Schnekken verhungern, wenn das Pflanzenleben im Aquarium erlischt.

2. Beobachtung. Daß sich Pflanzen selbständig bewegen, kann leicht an Desmidiaceen veranschaulicht werden. Man entnimmt dem Aquarium einen Büschel von *Fontinalis* und *Cladophora* — eine Grünalge, die sich sehr schnell zwischen den höheren Pflanzen ansiedelt oder die man mit Steinen, auf denen sie wächst, ins Aquarium gebracht hat — und schwenkt die Rasen in einer nicht zu großen Menge Wasser aus. Einen Teil dieses Wassers gießt man in eine Petrischale und beobachtet den Inhalt unter dem Mikroskop in diffusem Licht (Spiegel ausschalten!). Meistens finden sich dann die zu den Desmidiaceen gehörigen Closterien. Sie zeigen gegen das Licht gerichtete („phototaktische") Bewegungen. Das eine Ende der Zelle haftet auf dem Boden, während das andere Ende erhoben ist und frei pendelt. Die Bewegung geht so vor sich, daß das pendelnde Ende der Zelle sich senkt, bis es den Boden des Gefäßes berührt, dann heftet es sich an. Hierauf beginnt das andere Ende der Zelle sich abzulösen und pendelt in derselben Weise, bis seine Spitze zum Lichte zeigt. Diese Bewegungen bringen die Pflanze schließlich bis zu der dem Lichte zugewandten Glaswand. Wird die Schale um 180° gedreht, so beginnt die Bewegung von neuem.

Eine andere Bewegungsart pflanzlicher Zellen kann an den Schwärmsporen der erwähnten Grünalge *Cladophora* (Abb. 1) beobachtet werden. Freilich sind diese Fortpflanzungskörper nicht immer anzutreffen. Oft findet man sie, wenn die Alge aus dem fließenden Wasser ihres natürlichen Standortes in das Aquarium gebracht wird; bestimmt wird die Bildung von Schwärmsporen erreicht, wenn die Fäden in ganz flachen Schalen ausgebreitet werden. Die Bewegung erfolgt mit Hilfe von Geißeln.

Der Schüler gewinnt aus diesen Beobachtungen die Erkenntnis, daß auch die Pflanzen zu einer Eigenbewegung befähigt sind, daß also die freie Ortsbewegung kein Unterscheidungsmerkmal zwischen Pflanzen und Tieren ist.

3. Beobachtung. Bringt man eine Handvoll Wasserlinsen in das Aquarium, so bemerkt man nach einigen Stunden — wenn man Glück hatte — an der Lichtwand etwa 1 cm lange, schlauchförmige, grüne Tierchen, deren Vorderende eine Anzahl Fangarme trägt. Es ist der grüne Süßwasserpolyp (*Chlorohydra viridissima*). Vielleicht hat man auch einige seiner braun oder grau gefärbten Verwandten gefangen. Das grüngefärbte Nesseltier ist ein Musterbeispiel für die Symbiose zwischen Tier und Pflanze, denn die grüne Färbung rührt von einer einzelligen Alge (*Chlorella*) her, die mit dem Polypen eine Ernährungsgenossenschaft eingegangen ist. In der Hauptsache beruht die Wechselbeziehung zwischen beiden Lebewesen darauf, daß die Pflanze Sauerstoff, das Tier dagegen Kohlensäure erzeugt, und jedes kann die Ausscheidungen des Lebensgenossen vortrefflich für sich verwenden. Andere Beziehungen hat der Polyp zu den Kleinkrebsen, die sich im Aquarium tummeln, z. B. zu den Hüpferlingen (*Cyclops* und anderen Arten). Beobachten wir den Polyp eine Zeitlang, so sehen wir wohl, wie einer der Krebse an einem Fangarm hängen bleibt und dann in die Mundöffnung geführt wird. Eine mikroskopische Untersuchung des Polypen zeigt uns die Fangwerkzeuge, die Nesselkapseln[1]), auf deren Bau wir an dieser

[1]) Vgl. Mikrokosmos XX., 1926/27 S. 210

Stelle nicht eingehen wollen. Man kann sie zur Explosion bringen, wenn man dem Wassertropfen, in dem sich der Polyp befindet, einen Tropfen Essigsäure zusetzt. Dann werden die Nesselfäden ausgeschleudert, aber der Polyp wird dabei getötet.

Uns sollte der Polyp zeigen, daß die kleineren Tiere von den größeren verzehrt werden, und im Anschluß hieran lassen sich leicht ähnliche Beziehungen zwischen anderen Lebewesen des Aquariums aufdecken. Daß die Planktonkrebse die fast ausschließliche Nahrung vieler Fische bilden, ist bekannt, und damit ist ihre wirtschaftliche Bedeutung gekennzeichnet. Woher nehmen aber die Kleinkrebse ihr Futter? Darauf können wir bei

Beobachtung 4 eingehen. Wir untersuchen einen Wasserfloh (*Daphnia*). Ich setze hier die Kenntnis seines Baues und seiner systematischen Stellung voraus und beschränke mich auf einige methodische Hinweise. Wegen seiner Durchsichtigkeit ist das Tierchen geeignet, uns viele physiologische Vorgänge zu offenbaren, die wir sonst nicht direkt verfolgen können. So sehen wir die Bewegungen des Herzens, können das Ein- und Ausströmen der Blutkörperchen beobachten, finden im Brutraum die verschiedensten Stadien der Eientwicklung (Parthenogenesis!), sehen die Bewegungen der Gliedmaßen und des Darmes. Ein Zupfpräparat läßt uns feststellen, daß der Darminhalt fast nur aus einzelligen Algen, vor allem aus Kieselalgen (Diatomeen) besteht. Die Nahrung des Wasserflohs (und anderer Kleinkrebse) bilden also mikroskopisch kleine Pflanzen. Jetzt können wir wieder einen wichtigen Zusammenhang feststellen: Die Pflanze erzeugt aus den im Wasser gelösten anorganischen Stoffen mit Hilfe des Lichtes organische Verbindungen (Urproduktion), die Kleintieren zum Aufbau ihres Körpers dienen (Zwischenproduktion); diese Planktontiere bilden wieder die Nahrung von Fischen (Endproduktion), deren Fleisch dem Menschen zugute kommt oder Raubfischen ihre Lebensmöglichkeit gibt. So erkennt der Schüler, wenn er die am Aquarium erschauten Verhältnisse auf die freien Gewässer überträgt, an einem Beispiel die Kettenglieder des Stoffwechsels zwischen verschiedenen Lebewesen.

5. Beobachtung. Einen Blick in den inneren Mechanismus der Zelle können wir tun, wenn wir die Plasmaströmungen in einzelnen Zellen von Blättern aus dem Aquarium studieren. Zur Beobachtung kann man ein Horizontalmikroskop benutzen, wenn man die Zellen im Verbande der ganzen Pflanze sehen will. Man bringt eine *Nitella*, eine Alge, die zu den Characeen oder Armleuchtergewächsen gehört, in ein schmales und hohes Aquarium und beobachtet die Internodialzellen bei durchfallendem Licht. Bei genügender Beleuchtung sieht man dann den Plasmastrom sehr deutlich. Besser zu dieser Beobachtung sind jedoch die Blätter der Wasserpest (*Helodea*) geeignet, die abgezupft in einem Tropfen Wasser mikroskopiert werden. Anfangs ist die Plasmabewegung nur schwach, sie wird aber nach einiger Zeit (30—40 Minuten) bedeutend stärker, so daß dann auch die Chlorophyllkörner mit in den Strom gerissen werden. Werden die Blätter zerstückelt, in Wasser gelegt und den Sonnenstrahlen ausgesetzt, so findet eine Reaktion auf Verwundung (Traumatropismus) statt, die sich in einer sehr starken (sekundären) Plasmabewegung zeigt. Diese in ihrem Wesen noch nicht aufgeklärten Vorgänge können dem Schüler zu einem Staunen über die wunderbare Organisation der Zelle verhelfen, und solches Staunen ist oft der Anstoß zu einer intensiveren Beschäftigung mit den Rätseln der Natur geworden.

6. Beobachtung. In unseren Aquarien haben sich Algen verschiedenster Art angesiedelt. Wir fischen sie heraus und mikroskopieren sie. Die bekannte Schraubenalge (*Spirogyra*) (Abb. 2) läßt uns ihr Chlorophyll als spiraliges Band mit den Pyrenoiden im farblosen Wandbelag sehen. Wir können die bekannte Stärkereaktion mit Jodjodkalium vornehmen, um die Natur der Pyrenoide zu erkennen. Wir können an geeigneten Zellen den Kern als flachen Körper in der Mitte der Zelle an Plasmafäden aufgehängt sehen. Wichtiger erscheinen uns jedoch Anschauungen über die sonderbaren Fortpflanzungsverhältnisse dieser Alge und ihrer Verwandten. Man kann oft lange suchen, ehe man die „Konjugation" beobachten kann, mit Hilfe eines einfachen Kulturversuches gelingt es jedoch sehr leicht. Die Fäden werden in eine Kulturflasche gebracht, die eine 2—4%ige Rohrzuckerlösung enthält; nach kurzer Zeit schicken sich die benachbarten Fäden zur Kopulation an, und dann ist das bekannte Bild der Leiter zu sehen.



Abb. 2. Ausgewachsene Spirogyra-Zelle mit Ringfalten und Chlorophyllband, dessen Stärkekerne und Zellkern (Nach Francé)

Haben wir die bereits erwähnte Grünalge *Cladophora* vor uns, so lassen sich andere Erkenntnisse bilden. Die Fäden werden in Wasser zuerst mit schwacher Vergrößerung auf ihre Verzweigung untersucht. Die durch ihre Form gekennzeichnete Scheitelzelle der höheren Pflanzen ist bei dieser Alge nicht vorhanden; jede Endzelle ist gleichzeitig Scheitelzelle. Aus den oberen Seitenrändern der Zellen entspringen die Seitenzweige. Der Schüler lernt somit einen ihm ganz neuen Typus der Verzweigung kennen. Schalten wir stärkere Vergrößerung ein, so wird der Inhalt der sehr großen Zelle sichtbar, deren Zellsaft nur dünne Plasmaplatten enthält. Eine große Anzahl von Kernen sind in jeder Zelle enthalten; der Schüler wird zum ersten

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Mal auf die Erscheinung der Vielkernigkeit hingewiesen und erweitert somit seine Vorstellungen über das Wesen der Zelle. Diese Kerne kann man einfach durch Zusatz von Jodjodkalium färben, was allerdings nicht immer gelingt. Gleichzeitig werden natürlich auch die Pyrenoide gefärbt.

Wir wollen uns mit diesen Beispielen begnügen; sie sollen lediglich Anregungen bilden. Jeder Mikroskopiker weiß, daß man aus dem Aquarium noch vieles andere Beobachtungsmaterial schöpfen kann. Gelegentlich treten die einen oder anderen Pflanzen oder Tiere in Menge auf. So waren einmal in einem unserer Aquarien Trompetentierchen (*Stentor polymorphus*) in großer Zahl zu finden. Jeder moderne Lehrer wird dieses Material zu einem Gelegenheitsunterricht benutzen, denn die Tücke des Objekts ist leider zu bekannt: Wenn man es nach dem Lehrplan braucht, ist es nicht zu finden, und zu anderen Zeiten hat man es in Fülle. Darum darf man nicht zögern, sich über den Lehrplan hinwegzusetzen, wenn man ein interessantes Tier oder eine interessante Pflanze findet. Man trägt damit einen Baustein zu dem Lehrgebäude herbei, das uns als Ziel des biologischen Unterrichts vorschwebt: Einsicht in das gesetzmäßige Geschehen in der lebendigen Natur. Voraussetzung für solchen Gelegenheitsunterricht ist freilich, daß das betreffende Objekt wirklich die Naturerkenntnis des Schülers erweitern kann und nicht nur eine Kuriosität darstellt. Wenn wir an den Lebewesen des Aquariums zeigen, wie alle seine Bewohner durch den gleichen Lebensraum zusammengehalten werden, wie sie aufeinander angewiesen sind, wie sie von den allgemeinen Lebensbedingungen, die ihnen in ihrem Gefängnis geboten werden, abhängig sind, dann geht dem Schüler am Beispiel dieses Mikrokosmos eine Ahnung auf, daß auch in größeren und natürlichen Lebensgemeinschaften ein gesetzmäßiges Walten herrscht.

Kleine Mitteilungen

„Ueber die Präparation von Rädertieren in toto" betitelt F. Martini einen Aufsatz (Internat. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr., 1924), in dem er unter anderem folgende einfache Methode angibt, um Rädertiere in ausgestrecktem Zustand zu fixieren, ohne zu dem für viele schwer zu beschaffenden Kokain zu greifen. Kokain hat auch den Nachteil, daß es mit Sublimat, der für Detailuntersuchungen geeignetsten Fixierungsflüssigkeit, Niederschläge bildet, die u. U. stören können. Diese Mängel werden ausgeschaltet bei der Verwendung von Kohlensäure. Martini verfährt folgendermaßen: In eine weithalsige Flasche werden einige Stücke Kreide (oder Marmor) getan und die Flasche mit einem zwiefach durchbohrten Kork verschlossen. Durch die eine Durchbohrung wird ein passendes Glasrohr eingeführt, das ein kurzes Stück in die Flasche hineinragt; in die andere wird das Ende einer sog. Bürette gesteckt. In die Bürette wird verdünnte, etwa 20%ige Salzsäure gefüllt. Die Rädertiere befinden sich in einem kleinen Glasgefäß, dessen am Rand mit Fett beschmierter Glasdeckel durchbohrt ist. Durch das Loch wird bis nahe auf den Boden des Gefäßes ein Glasröhrchen gesteckt, das mit dem Glasrohr der Kohlensäureflasche verbunden ist. Läßt man nun aus der Bürette Salzsäure auf die Kreide tropfen, so entsteht Kohlensäure, die die Rädertiere auf die Dauer zum Ersticken bringt. Das überschüssige Gas kann aus dem Fixiergefäß neben dem Röhrchen durch die Durchbohrung des Deckels entweichen. Die Einwirkungsdauer schwankt nach den verschiedenen Arten. Martini fand, daß *Hydatina* und *Brachionus* nach etwa 15 Minuten, *Asplanchna* nach 30 Minuten und *Asplanchnopus* nach etwa 45 Minuten fixierbereit sind. Die Weiterbehandlung der betäubten Tiere kann nach einem der allbekannten Verfahren erfolgen. Hans Peters

Ein Vorschlag zur Steigerung der Leistung des Mikroskops. Für besonders feine bakteriologische Untersuchungen schlägt C. Troester (Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde. Orig.-Bd. 95, 1925, S. 94) vor, ein Mikroskop zu verwenden, das mit einer Frontlinse aus Diamant ausgestattet ist. Die Untersuchungsobjekte müßten auf dieseFrontlinse aufgeklebt, fixiert und evtl. auch dort gefärbt werden. Die dadurch mögliche Leistungssteigerung des Mikroskops gegenüber der bisherigen soll das Vierfache betragen. Dr. Rostock

Eine vereinfachte Methode für Anaërobenzüchtung beschreiben W. Kollath und G. Quast (Centralbl. f. Bakteriologie und Parasitenkunde. Orig.-Bd. 95, 1925, S. 181). Sie verwenden einen kleinen Apparat, der aus zwei Reagensgläsern besteht, die im oberen Teil durch ein Rohr verbunden sind. In das eine Röhrchen kommt der Nährboden, in das andere Röhrchen kommt die Sauerstoff absorbierende Substanz. Als solche wird besonders das hydroschwefligsaure Natron verwendet. Dr. Rostock

Ein neues **Deckglas aus Quarz mit zwei exzentrischen Durchbohrungen,** das für das Kardioid-Ultramikroskop nach Siedentopf konstruiert wurde (Fa. C. Zeiß-Jena), wird von J. Jochims in Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927. **44**, 214—216 (1 Fig.) beschrieben und in seiner Anwendbarkeit bei mikrochemischen und kolloidchemischen Untersuchungen erläutert. Vor Gebrauch wird mittels heißer Nadel um jede der beiden Öffnungen ein schmaler Paraffinring gezogen und dann die übliche Reinigung mit Bichromat-Schwefelsäure und destill. Wasser vorgenommen. —r

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 2. Januar 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

**Die Wissenschaft ist ewig in ihrem Quell,
unermeßlich in ihrem Umfange,
endlos in ihrer Aufgabe,
unerreichbar in ihrem Ziel.** **C. E. Baer**

Die Chromatophoren der Pflanzen

Von **R. H. Francé,** Salzburg

Die leidige Trennung der Biologie in zwei Wissenschaften, die gleichgültig gegeneinander jahrhundertelang nebeneinander herliefen, hat es mit sich gebracht, daß der Zoologe mit dem gleichen Worte anderes bezeichnet als der Botaniker. Die Farbkörnchen in unserer Iris oder in den Pigmentzellen der Haut vieler Amphibien oder Mollusken werden gleichfalls als Chromatophoren bezeichnet, obschon sie morphologisch und namentlich physiologisch nicht die geringsten Beziehungen zu den Chromatophoren haben, die der Assimilation dienen. Nur von diesen soll in diesem Aufsatz die Rede sein.

Diese Farbstoffträger von verschiedenster Farbe und Gestalt kennzeichnen die überwiegende Menge der als Pflanzen unterschiedenen Organismen, obschon sie keineswegs (man denke an Pilze und Schmarotzer) den Begriff Pflanze umgrenzen.

Je nach der Färbung unterscheidet man:

L e u k o p l a s t e n oder farblose plasmatische Gebilde, die zu den Chromatophoren gerechnet werden müssen, nicht nur, weil sie in echte Chromatophoren übergehen können, sondern weil sie auch physiologisch deren Funktion, im besonderen Stärkefabrikation ausüben.

C h l o r o p l a s t e n, die weltbekannten grünen Farbstoffträger der Grünalgen, vieler Flagellaten, Charazeen, Moose, Farne und sonstigen grünen Gefäßpflanzen.

P h a e o p l a s t e n, die mit grünen Chromatophoren als gelbbraune Gebilde den Dinoflagellaten, Kieselalgen und Chrysomonadinen zukommen.

R h o d o p l a s t e n, rote Farbstoffträger in einzelnen Flagellaten und in den Rottangen.

C h r o m o p l a s t e n, welche rot oder gelb gefärbt die entsprechende Färbung vieler Blüten und Früchte bewirken.

Die genannten Plasmadifferenzierungen, an die sich noch eine Reihe anderer, sehr wenig studierter „Plasmaorgane" nach Art der E l a i o p l a s t e n oder irisierenden Inhaltskörper der Meerestange schließen, sind nun keineswegs ein und dasselbe Gebilde mit nur wechselnder Färbung. Solches trifft höchstens für Leuko- und Chloroplasten zu, die allerdings in innerer Verwandtschaft zu stehen scheinen, sich daher auch gewissermaßen vertreten können.

Es sei vor allem hier ausdrücklich hervorgehoben, daß Herkunft, Struktur, Verhältnis zum elementaren Plasmabau und Lebenskreis der Chromatophoren trotz ihrer eminenten Wichtigkeit noch vollkommen unzulänglich erforscht sind. Nur über die physiologische Funktion der Chloroplasten besteht ein reiches Schrifttum und durch dieses auch, wenigstens in den grundlegenden Dingen, Klarheit. Diese seien daher auch zuerst behandelt, unter Betonung dessen, daß das in keiner Weise eine Rangordnung bedeuten soll.

Es ist, um einen alten, aber zur gangbaren Münze gewordenen Ausdruck zu gebrauchen,

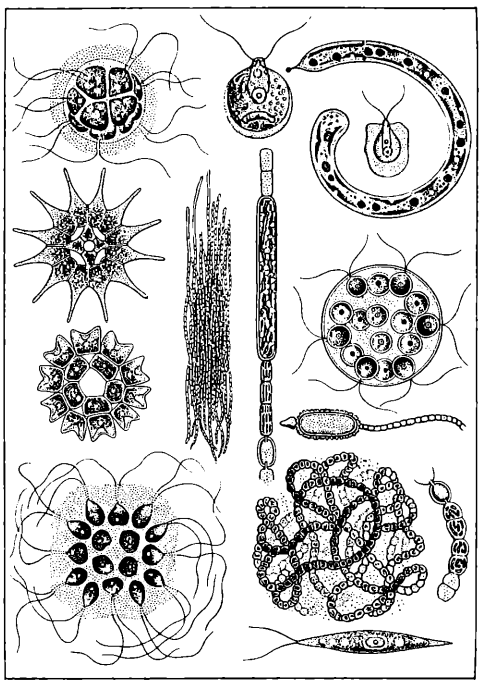


Abb. 1. Stärke- und ölführende Algen des Süßwassers, die im Plankton schweben. Stark vergr. Nach der Natur gezeichnet von R. H. Francé. — Chromatophoren von *Pandorina, Chlamydomonas, Ophiocytium, Pteromonas, Pediastrum, Aphanizomenon* (an Stelle der Chromatophoren diffus gefärbtes Plasma mit Schwefelgasbläschen), *Eudorina, Gonium, Nostoc* (s. *Aphanizomenon*), *Ascidium*. — Man erkennt in den Zellen die Pyrenoide. Nach der Natur gezeich. v. R. H. Francé

das C h l o r o p h y l l k o r n, dessen Bedeutung als Plasmaorgan zu untersuchen uns nun obliegt.

Dieses ist vielleicht die auffälligste Plasmadifferenzierung, die es gibt, daher auch mit freiem Auge sichtbar, als grüne Färbung aller Wesen, die Chlorophyll enthalten und schon seit den ersten Zeiten bekannt, in denen man den Bau der Pflanze mit dem Mikroskop studierte.

Der Einfachheit halber wollen wir zuerst die allgemeinen Kenntnisse ausbreiten, die über das Chlorophyllkorn gelehrt werden.

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

In den jungen Zellen werden Chlorophyllkörner zuerst als kleine, farblose, oft im Plasma kaum sichtbare Scheibchen wahrgenommen. In diesem Zustande heißen sie Leukoplasten, wachsen aber heran zu linsenförmigen, nur in den Algen auch anders gestalteten Scheibchen, von denen fünf bis zwanzig in einer Zelle liegen und deren plasmatisches Stroma von einer grünen Substanz imprägniert erscheint.

Dieser grüne Stoff wurde lange Zeit als ein Eiweißkörper (Chlorophyll) angesehen, bis durch die Untersuchungen von R. Willstätter festgestellt wurde, daß Chlorophyll ein Gemenge von mehreren Farbstoffen ist, daß daneben immer auch noch ein gelber Farbstoff vorhanden sei und daß die chemische Konstitution des Chlorophylls, die nun endlich ihrer Klärung entgegengeht, noch weit verwickelter ist, als man es bislang angenommen hatte.

Von diesen Farbstoffen absorbieren die grünen vorwiegend die roten, gelben und blauen Strahlen des Sonnenlichtes. Ernst Stahl (Chlorophyll und Sonnenlicht, Jena) machte zuerst darauf aufmerksam, daß das Chlorophyll die Ausnützung der grünen Strahlen ausschließt; deshalb erscheint es grün, weil es die anderen Strahlen absorbiert, Grün aber zurückwirft. Das ist durchaus rationell, weil diese Strahlen bei trübem Wetter oder in der Dämmerung zu schwach sind, als daß ihre Ausnutzung lohnen würde, während sie im direkten Sonnenlicht wieder so intensiv chemisch wirksam sind, daß ihre Absorption leicht zur Zerstörung der Apparatur führen könnte, was man gemeinhin Versengung nennt.

Durch diese chemische Wirksamkeit, die man als Assimilation bezeichnet, wird Kohlendioxyd mit Hilfe von Wasser nach der weltbekannten Formel in Kohlenhydrate umgebaut und Sauerstoff frei.

Die Chlorophyllkörper können aber nur mit Hilfe von Lichtschwingungen die organische Substanz bereiten. Im Dunklen wird nicht assimiliert. Die Lichtenergie liefert erst die Energie zur Kohlenstoffumsetzung, so wie die Wärmebewegung jene zum Betrieb einer Dampfmaschine abgibt. Das Produkt dieser Umsetzung ist bei den Chloroplasten Zucker und Stärke, bei den übrigen Farbstoffträgern meistens Öl und fettartige Stoffe (s. Abb. 1).

Zu diesen Elementarkenntnissen gesellen sich nun neuerdings verschiedene sehr wichtige Einzelheiten, die uns erst Aufschluß über das Verhältnis von Blattgrün und Protoplasma geben.

Da ist zunächst die Tatsache, daß die plasmatische Grundlage des Chlorophyllkorns nicht imstande ist, zu assimilieren. Das Chlorophyllkorn ergrünt nur am Licht (einzige Ausnahme sind die Koniferen, Farne und nach meinen Untersuchungen gewisse Bodenalgen) und ist in seiner Wirksamkeit an Wärme, dazu auch an das Vorhandensein von Eisen gebunden. Man weiß aber nicht, wie diese Metallsalze in das Getriebe der Assimilation eingreifen. Chlorophyll allein, das man ja heute chemisch rein darstellen kann, ist nicht imstande, die chemischen Umsetzungen zu bewirken. So ist denn der Schluß zwingend, daß die Assimilation nicht so sehr ein chemischer, wie vielmehr ein vitaler Vorgang ist.

Es mußte sich daher die Aufmerksamkeit nach der chemophysikalischen Epoche der Forschung wieder dem Biologischen, nämlich dem plastischen Träger des Blattgrüns, zuwenden.

Das führte zunächst zu einer großen Überraschung. G. Senn (Gestalt und Lageveränderungen der Pflanzenchromatophoren, 1908) entdeckte als erster, daß nicht nur, wie schon lange bekannt, die Chlorophyllträger unter dem Einfluß des Lichtes Richtungsbewegungen ausführen (also phototaktisch reagieren), sondern auch ein selbständiges Leben besitzen und mit Hilfe von Plasmasäumen umherkriechen.

Von diesen Dingen war die Umlagerung des Chlorophylls unter der Einwirkung wechselnder Beleuchtung längst bekannt; es war auch das physiologische Gesetz festgelegt, daß die Blattgrünscheiben stets die für ihre Funktion optimale Beleuchtung aufsuchen und zu diesem Zweck einen noch gar nicht genügend durchschauten koordinierten Bewegungsmechanismus in Tätigkeit setzen, der zu Wachstumsbewegungen von Blattstielen und Baumzweigen und dadurch zu direkten Suchbewegungen zum Zweck optimalen Lichtgenusses führen kann. J. Wiesner hat uns seinerzeit die Lichtgenußformen der höheren Pflanzen kennen gelehrt; ich habe sie für die niederen Pflanzen (vgl. R. Francé, Grundriß einer vergleichenden Biologie, Leipzig 1925) nachgewiesen.

Alle diese Lichtreaktionen erfolgen nur dann, wenn die Chromatophoren zur Kohlensäureassimilation fähig sind. Sie gehen daher den Leukoplasten völlig ab.

Das Neue der Senn schen Untersuchungen war, daß sie uns mit einer feinen plasmatischen Hülle um die Chloroplasten bekannt machten, die pseudopodienartige Stränge aussendet und sie in der von diesen Fäden eingenommenen Richtung fortbewegt.

Es sind somit die Chlorophyllkörner wahrhaft amöbenartige Gebilde mit physiologischem Eigenleben und das macht es nicht unverständlich, wieso man sogar auf den Gedanken geraten konnte, sie seien Sonderorganismen, die in der Pflanze in einem symbiotischen Verhältnis lebten.

Nach diesen Untersuchungen sind somit mindestens drei Bestandteile des Chlorophyllkorns festgestellt: der Plasmasaum (Peristromium), der Farbstoff und eine nach Auslösung des Pigmentes (es ist in Alkohol löslich) übrigbleibende Masse, das Stroma. Nach den Untersuchungen von Arthur Meyer (Das Chlorophyllkorn, 1883) und Schimper (1885) ist dieses Stroma granulär gebaut. Meine eigenen Untersuchungen an Algenchromatophoren (in den Akten des Ung. Nationalmuseums 1892 zuerst publiziert und

bis 1914 fortgesetzt) bestätigen einen teils wabig-granulären Bau namentlich für das von mir an *Scenedesmus* schon 1892 beschriebene Peristromium. Das Stroma selbst ist vielfach auch mit den stärksten Hilfsmitteln unauflösbar und erscheint als homogene Masse.

Reichlich sind die Chloroplasten durch Fäden anderer Natur — auch bei den Leukoplasten — wie die von S e n n beschriebenen mit dem Zellkern verbunden, was von E. L i e b a l d t (Zeitschr. f. Bot., 1923) bestätigt wird und auf funktionelle Beziehungen zwischen Kern und Chloroplast hindeutet. Solche pseudopodienartige Kernstränge sind für die Chloroplasten der Alge *Zygnema* überaus kennzeichnend.

Überaus große Geduld hat die Algenforschung den groben Gestaltungsverhältnissen der Algenchromatophoren zugewendet; sie hat sogar (z. B. bei Diatomazeen und Desmidiazeen) einen Teil der systematischen Merkmale darauf gestellt. Das ist natürlich nicht haltbar, weil es sich dabei doch um Funktionsformen handelt, die mit jeder Änderung der Lebenslage ja naturgemäß wechseln müssen. So kann man in Kulturen von E u g l e n a a l g e n mit Leichtigkeit beobachten, wie die hier in jungen Individuen ursprünglich spiralbandartigen Chloroplasten sich zerstückeln und in chlorophyllkornartige Scheibchen auflösen, wenn sich die Beleuchtungs- oder auch sonst die physiologischen Umstände verschlechtern.

Es ist demnach wohl überaus fruchtbar, die mannigfaltige Gestaltung der Algenchromatophoren (s. Abb. 1) als „biotechnische Formen zur Erreichung optimalen Lichtgenusses auf möglichst großer Fläche" zu studieren. Wer aber hier das Gesetz kennt, dem erübrigt sich die peinliche Sonderbeschreibung der Chromatophor-Gestaltung in jedem Einzelfalle, mit der die Werke namentlich der älteren Phykologie erfüllt sind. Stets sind diese Spiralen (die z. B. auch schon jeder Botanikstudent von *Spirogyra* [vgl. Abb. 2] kennt), Ringe, verschlungene Bänder, Platten, Näpfe oder durchbrochene Gitter, leichtverständlich in ihrer Sondergestaltung als Einrichtungen zur Vermeidung gegenseitiger Beschattung und allseitiger Lichtausnützung. Im diffusen Licht scheint die Auflösung in Scheibchen die bestmögliche Beleuchtung und Beweglichkeit zu gewährleisten und der höhere Organismus hat dann an dieser Funktionsform festgehalten; in allen Vielzellern findet man nur mehr Chlorophyllscheiben.

Die L e u k o p l a s t e n unterscheiden sich von ihren grünen Genossen durch nichts als durch den Mangel des Pigmentes, obwohl es auch da allerlei Übergangsstadien gibt und die Chloroplasten zuerst als farblose Scheiben entstehen, wenn sie sich in den embryonalen Zellen bei der Teilung mit fortpflanzen. Unter welchen feineren Veränderungen das geschieht, ist noch nicht erforscht. Der granuläre Bau der Leukoplasten ist viel auffälliger, als bei den Chloroplasten. Wie sich der grüne Farbstoff bildet, ob durch Ausscheidung aus den plasmatischen Elementarkörnern oder auf andere Weise, das ist bisher nicht einmal noch zur Frage gestanden. Ausscheidungen gibt es in den farblosen Chromatophoren, daran ist kein Zweifel. Im Milchsaft von *Euphorbia lathyris* gibt es welche, die Stärkestäbchen einschließen, auch nukleolenartige Körper. In anderen scheiden sich Eiweißkristalle aus.

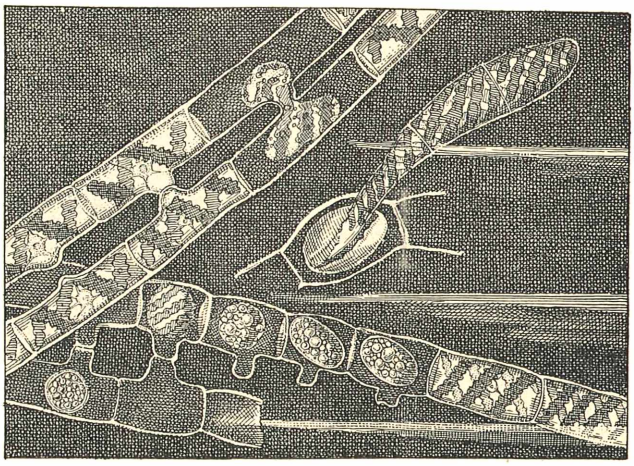


Abb. 2. Der Lebenskreislauf der *Spirogyra*-Algen. Links oben 2 Fäden mit den schraubenförmigen Chromatophoren und dem in der Kerntasche hängenden Zellkern in verschiedenen Stadien der Konjugation. Darunter Fäden mit Zygoten in verschiedenen Stadien der Reifung. Rechts oben eine überwinterte Zygote in Keimung. Originalzeichn. v. R. H. Francé

Darin stimmen die Leukoplasten mit den Chloroplasten überein. Sie enthalten oft Kristalle, Eiweißkugeln (Leukosomen), Öltröpfchen, die rätselhaften „K a r y o i d e" von *Palla*, deren Natur noch völlig ungeklärt ist und vor allem schließen sie in den Algen, auch bei der Lebermoosgattung *Anthoceros*, die ebenso unverstandenen „P y r e n o i d e" ein, die jedermann kennt, der auch nur einmal Algen untersucht hat.

Diese Pyrenoide werden als Stärkeherde mit Recht bezeichnet; sie sind Stellen, an denen kugelig oder eckig das Assimilationsprodukt ablagert. Zweifelsohne sind sie ein Organ der Chlorophyllträger, diese demnach entweder ein Organsystem oder ein Organ bereits höheren Ranges, also etwa dem Zellkern gleichwertig, mit dem ohnedies sichere Sonderbeziehungen bestehen.

Ob aber die E l a i o p l a s t e n in den Peridineen und Kieselalgen (auch in den Blättern von *Vanilla*) entsprechende „Pyrenoide für Ölproduktion" sind, muß man derzeit noch dahingestellt sein lassen.

Das Produkt ist hier Öl (Lipoide, Leukosin), bei den Euglenazeen (und einigen Algen) Paramylon, bei allen sonstigen grünen Pflanzen aber Stärkekörner.

Pettenkoferia intestinalis, der hypothetische Parasit der Bakterien

Von Dr. **H. von Bronsart**, Hohenheim (Pflanzenernährungsinstitut)

Seit etwa 30 Jahren ist die Tatsache bekannt, daß Bakterienkulturen unter gewissen Bedingungen einer Autolyse unterliegen können. Man nahm zunächst an, diese Selbstzerstörung geschehe durch fermentative Prozesse, bis D'Herelle auf Grund des nach ihm benannten D'Herelleschen Phänomens[1]) die Behauptung aufstellte, es handle sich hierbei um ein Lebewesen, das, unterhalb der Grenze der Sichtbarkeit, die Rolle eines Parasiten der Bakterien spiele, und das er, ohne es zunächst zu Gesicht zu bekommen, „*Bacteriophagum intestinale*" nannte.

Das D'Herellesche Phänomen sei hier ganz kurz beschrieben. Bei der Untersuchung des Stuhlgangs von Ruhrkranken gewann der Forscher, indem er die dünnflüssigen Dejekte durch ein Bakterienfilter gehen ließ, ein Filtrat, das auf Bouillonkulturen von Ruhrbazillen wachstumshemmend, ja auflösend wirkte. Eine kräftig getrübte, im besten Wachstum begriffene Bouillonkultur der Dysenteriebazillen klärte sich nach wenigen Stunden, wenn man ihr einige Tropfen des Filtrats zusetzte, das man aus den 24 Stunden bei 37° gehaltenen Faeces erhalten hatte. Diese Erscheinung ließ sich serienweise, durch Weiterimpfen geringer Mengen aus einer klargewordenen Kultur, weiterführen, wurde unterdrückt durch längeren Einfluß einer Temperatur von 65°. Tropfte man einen winzigen Tropfen des Filtrats (oder der geklärten Kultur) auf die Oberfläche einer Plattenkultur von Ruhrbazillen, so blieb an dieser Stelle das Wachstum vollkommen aus, es entstanden die „tâches vierges" (Weißen Flecken). Auch ließ sich das Lysin vermehren, selbst bei sehr geringen Konzentrationen. Alle diese Eigenschaften bestärkten D'Herelle in der Anschauung, daß es sich hier nicht um ein Ferment, sondern um ein Lebewesen, einen Endoparasiten der Bakterien, handle.

Nun tritt M. Koch (Königsberg) auf mit der Angabe, es sei ihm gelungen, den Parasiten auch mikroskopisch zu beobachten, und zwar nicht nur im gefärbten Präparat, sondern auch in lebendem Zustand. Und aus seinen Beobachtungen und Folgerungen soll sich, wie er meint, ein ganzer Komplex von Fragen aus der Cytologie, Morphologie und Biologie der Bakterien erklären, die bisher immer noch höchst strittige Probleme darstellten.

Seit der Entdeckung der Bakterien hat man sich mit gewissen Zelleinschlüssen derselben beschäftigt, die man bald als Reservestoffe, bald als Kernbestandteile („Chromatinkörnchen"), bald als Absonderungsprodukte deuten wollte. Noch heute ist es nicht entschieden, welcher Art die Granula sind, die unter gewissen Bedingungen bei den Bakterien auftreten, zumal das Verhalten der Einschlußkörner zu bestimmten Farbstoffen durchaus nicht einheitlich zu sein scheint. Manche Forscher sprechen von „diffus verteilten Kernen" der Bakterienzelle, andere wollen einen, wieder andere zwei Kerne in den Bakterien festgestellt haben; Prazmowski gibt sogar an, daß Kernfusionen und selbst Ausstoßung von Kernen vorkommen, wobei dann diese Kerne sich wieder zu normalen Zellen regenerieren könnten. Es ist offenbar, daß hier noch eine große Unsicherheit herrscht.

Anderseits ist seit langem bekannt, daß die Bakterien nicht immer die gleiche Form aufweisen, sondern einem ziemlich weitgehenden Formwechsel unterworfen sein könnten. In Frankreich ist infolgedessen die Lehre vom Monomorphismus der Bakterien längst verlassen, während die deutschen Forscher im allgemeinen unter dem Eindruck von Robert Kochs überragender Autorität ihren eigenen Beobachtungen von einem Formwechsel der Bakterien keine Beachtung schenkten, obgleich von sehr frühen Anfängen der Bakteriologie an solche Beobachtungen in genügender Anzahl vorlagen. Erst Löhnis (1916) und einige Jahre später Almquist und Enderlein traten in umfangreicheren Arbeiten dafür ein, daß jede Bakterienart einen ganzen Kreis von Formen durchlaufe, für deren Entstehen ganz bestimmte Altersstufen und Bedingungen der Kulturen verantwortlich seien. Es ist immerhin merkwürdig, daß die offiziellen Lehrbücher der Botanik auch in ihren neuesten Auflagen von diesen Forschungsergebnissen, insbesondere von den Löhnisschen Arbeiten, immer noch keine Notiz nehmen. Einzig R. Lieske stellt sich in seiner „Allgemeinen Bakterienkunde" (Berlin, Borntraeger, 1926) ganz auf Löhnis' Seite. Anderseits wurde die Bakteriologie bisher fast ausschließlich als Hilfswissenschaft der Medizin betrieben, und man beobachtete die Kulturen meist nur so lange, wie es die Zwecke einer sicheren Krankheitsdiagnose erforderten, und diese Zeit genügte selten, um die Formveränderungen der Bakterien in Erscheinung treten zu lassen.

Löhnis gebührt das große Verdienst, als erster den Formenkreislauf der Bakterien zu einem eigenen Forschungsgebiet innerhalb der Bakteriologie erhoben zu haben, in der richtigen Voraussicht, daß hier nicht nur biologische Fragen von höchstem Interesse vorlagen, sondern daß auch die gesamte Systematik der Bakteriologie möglicherweise eine einschneidende Änderung erfahren dürfte. Für den Augenblick interessiert aber nur ein kurzes Resumé einer seiner Arbeiten, in dem er schreibt:

[1]) Vgl. Mikrokosmos XVII, 1923/24, S. 158 XX, 1926/27, S. 165

„In jungen, etwa 2—4 Tage alten Kulturen sind die mehr oder weniger gleich gestalteten Zellen meist im Zustand der Konjunktion anzutreffen, d. h. sie sind zu je zwei oder zu mehreren seitlich oder terminal vereinigt, und zwar entweder durch direkte Berührung oder durch Ausbildung von schnabel- oder brückenförmigen Verbindungsstücken. Weiterhin gelangen in den Bakterienzellen, je nach deren Größe, 1—4 oder mehr meist bewegliche Gonidien zur Entstehung, die entweder unmittelbar der Reproduktion dienen, oder die sich zunächst zu Regenerativkörpern, Arthro-, Exo- oder Endosporen entwickeln. Sie können Knospen und Zweige an der Mutterzelle bilden und sind befähigt, sich vegetativ durch Teilung und Knospung zu vermehren, nachdem sie durch teilweise oder vollständige Auflösung der Zellwand in Freiheit gesetzt worden sind. Sie sind zum Teil so klein, daß sie Bakterienfilter passieren, und scheinen in dieser Form als filtrierbare Vira wirksam werden zu können. Mitunter vergrößern sich die gonidienbildenden Zellen zu kugel-, birnen-, spindel- oder schlauchförmigen Gonidangien, aus denen entweder zahlreiche Gonidien hervorgehen, oder in deren Innerem neue vegetative Zellen heranwachsen können. Die Gonidangien selbst können sich vegetativ vermehren. Die fast immer kugelförmig gestalteten Regenerativkörper sind ebenfalls zu vegetativer Vermehrung durch Teilung und Knospung befähigt; zuweilen verharren sie jahrelang in diesem Zustand und können dann als Mikrokokken angesprochen werden. Zum Teil entstehen sie aus typischen Zygosporen. Wie die vegetativen Zellen können auch die Regenerativkörper und Sporen in Konjunktion treten. Brückenbildung ist in diesem Falle deutlich sichtbar. Vegetative Zellen und Gonidangien können sich enzystieren. Die so entstehenden Mikrozysten stellen neben Arthro- und Endosporen Dauerzustände der Bakterien dar, die sämtlich später durch Keimung oder Streckung, im Falle enzystierter Gonidangien auch durch Segmentation neue vegetative Generationen entstehen lassen. Sowohl vegetative Zellen wie Reproduktionsorgane der Bakterien können nach kürzerer oder längerer Zeit (in Kulturen gewöhnlich nach 2 bis 3 Wochen) sich auflösen und durch Verschmelzung und Vermischung der plasmatischen Substanz Symplasma bilden. Dieses bleibt entweder amorph, oder es rundet sich zu einer Kugel ab, umgibt sich mit einer Membran und bildet so eine Makrozyste. Im Inneren des Symplasma sind stets lebhafte Bewegungen wahrnehmbar, zuweilen wurden auch amöboide Bewegungen gesehen. Nach einiger Zeit treten im Symplasma kleinste Regenerativeinheiten auf, die entweder durch allmähliches Heranwachsen oder durch Vereinigung neue vegetative Zellen, oder Regenerativkörper, mitunter auch sogleich wieder normale Sporen entstehen lassen. Große, gonidangienartige Gebilde, sowie allerhand unregelmäßige, verzweigte und fadenförmige Wuchsformen sind in diesem Stadium gleichfalls nicht selten. Entweder findet schließlich eine allmähliche Rückkehr zur Ausgangsform statt, die deshalb in sehr alten Kulturen im Gefolge der sogenannten Involutionsformen angetroffen werden kann, oder die verschiedenen Wuchsformen vermehren sich als solche und führen so zu typisch pleomorphen Kulturen. Auch an den natürlichen Standorten der Bakterien kommt das Symplasma regelmäßig zur Entstehung; insbesondere kann es im infizierten Organismus eine sehr beachtenswerte Rolle spielen." (Vgl. Abb. 1.)

Zu diesen Ergebnissen kommt Löhnis auf Grund umfangreicher eigener Arbeiten und der verständnisvollen Durchsicht einer sehr

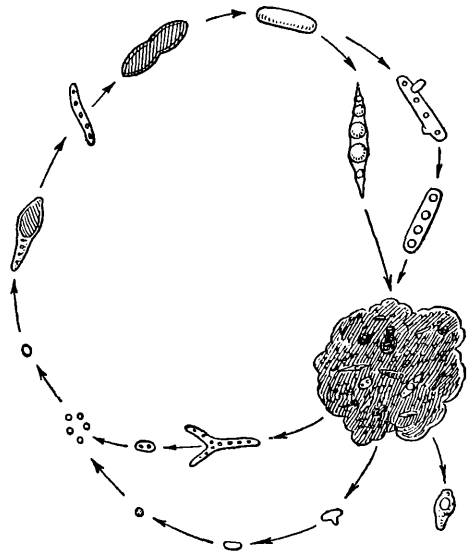


Abb. 1. Formenkreislauf des Azotobacter (nach Löhnis), etwas vereinfacht

großen Anzahl von Veröffentlichungen, die zum Teil um nahezu 80 Jahre zurückliegen, zum größten Teil natürlich modernsten Datums sind; seiner Hauptarbeit über diesen Gegenstand gab er 41 Tafeln mit, die mehrere Hunderte von Mikrophotos meist fremder Autoren bringen, alle die verschiedensten Stadien des Formenkreislaufs der Bakterien darstellend, ohne daß die betreffenden Autoren selbst dessen geachtet hätten!

Meist wurden in gefärbten Präparaten aus sicheren Reinkulturen etwaige abweichende Formen als zufällige Verunreinigungen des Farbstoffs oder des Objektträgers, oder auch als „Involutionsformen" der betreffenden Bakterienart angesehen; Löhnis jedoch ist wohl der einwandfreie Nachweis gelungen, daß es sich hier um Erscheinungen handelt, die nichts mit Zufälligkeiten oder mit Degeneration und Absterben einer Kultur zu tun haben, sondern die gesetzmäßig in den Ablauf des Bakteriendaseins eingebaut sind.

M. Koch ist anderer Ansicht. Er sieht in den Gonidien und den Regenerativeinheiten nicht Stadien eines normalen Formenkreis-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

laufs, sondern eben den lange gesuchten Erreger des D'Herelleschen Phänomens, den Parasiten der Bakterien, dessen Existenz auch P h. K u h n als so sicher annahm, daß er ihn *Pettenkoferia intestinalis* nannte.

K u h n war der erste, der mit aller Energie das Vorhandensein eines in den Bakterien vorkommenden Parasiten vertrat, denn es standen ihm eigene Beobachtungen zur Verfügung, die er nicht anders deuten zu können

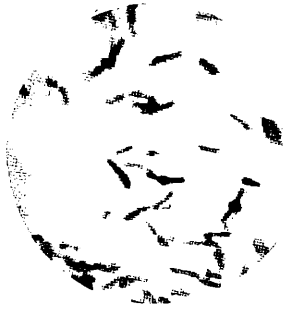


Abb. 2. *Vibrio Metschnikoff.* — Vibrionen mit anhaftenden jungen *Pettenkoferia*-Formen. Ausstrich. Fuchsin-Färbung. 1800f. vergr. Nach Kuhn

glaubte. Er bediente sich bei seinen Untersuchungen vornehmlich seiner Agarfixierungsmethode, verbunden mit der Giemsafärbung, hat aber auch zahlreiche direkte Lebendbeobachtungen vorgenommen. Die Ergebnisse seiner seit 1916 fortgesetzten Forscherarbeit sind kurz die folgenden:

Er teilt die Bakterien in 4 Formen ein. Die normale Stäbchen- oder Kommaform einschließlich einfacher Fadenbildung nennt er B-Form. Eine zweite Gruppe, die D-Form (dendritische Form), besteht aus starken, verschlungenen Fadengebilden. Drittens beobachtete er kokkenähnliche Formen, die aus den Bakterien entstehen, wobei die Bakterien zugrunde gehen (C-Formen). Und endlich gibt es „rundliche Gebilde, die oft amöbenähnlich sind" (A-Formen); es sind die gleichen Formen, die oft von Forschern als „Degenerations-" und „Involutionsformen" bezeichnet wurden, die jedoch, wie es z. B. von Löhnis für die sogenannten Involutionsformen von *Bact. radicicola* nachgewiesen wurde, sehr deutliche Lebenstätigkeit beweisen, wenn sie sich auch nicht sogleich wieder in die normale Bakterienform überführen lassen. Die A-Formen nun wachsen „als kleinste rundliche Gebilde an oder in den Bakterien zu eckigen oder rundlichen Formen heran. Dabei tritt der Zerfall der Bakterien ein", d. h. die befallene Bakterie wird immer dünner und schattenhafter, während die *Pettenkoferia* immer mehr heranwächst. Noch während der Parasit sich im Inneren des Bakterienleibes befindet, kann seine Vermehrung durch Teilung einsetzen. Er zeigt amöboide Bewegung und kann Fortsätze von Finger-, Spieß- oder Bandform ausstrecken, die man besonders auf weichem Agar in Berührung mit Bakterien sehen kann. Nach gewisser Zeit können je 2 Formen miteinander verschmelzen und zu ballonförmigen Gebilden von erstaunlicher Größe heranwachsen. Diese Luftballonformen wachsen zu großen runden Säcken aus, bei deren Zerfall dann eine große Zahl lichtbrechender Körnchen frei wird. Kuhn unterschied bei diesen 2 Größenordnungen: feine Körnchen von geringerem Durchmesser als der Breite eines Bakteriums, und größere rundliche Körner, etwa so groß wie ein Bakterium dick ist.

Insbesondere treten die *Pettenkoferia*formen in den „Knöpfen" von Bakterienkulturen auf; ein 1—3%iger Lithiumagar (nach Gamaleia) ist besonders geeignet, die Bildung und Vermehrung der Pettenkoferien zu beobachten, doch treten sie auch auf gewöhnlichem Agar auf. Alle Zusätze, die Knopfbildung in Agarkulturen begünstigen (Zuckerarten, wie Glukose, Raffinose, auch Glykokoll), fördern die Entwicklung der A-Formen. Endlich ist ihr Auftreten noch von gewissen klimatischen Bedingungen abhängig, die jedoch noch nicht aufgeklärt werden konnten.

K u h n konnte außerdem beobachten, daß infizierte Bakterien „Involutionsformen" bildeten, und daß die lichtbrechenden Körnchen, die aus zerstörten Bakterienleibern frei wurden, wieder zu den Ausgangsformen heranwuchsen. Damit schien es ihm sichergestellt, daß er nicht, wie er anfangs für möglich gehalten hatte, in den A-Formen Entwicklungsformen von Bakterien vor sich hatte, sondern daß es sich tatsächlich um einen Parasiten handelte (s. Abb. 2—5).

M. Koch glaubt, diese Anschauung auf Grund eigener Befunde stützen zu müssen.

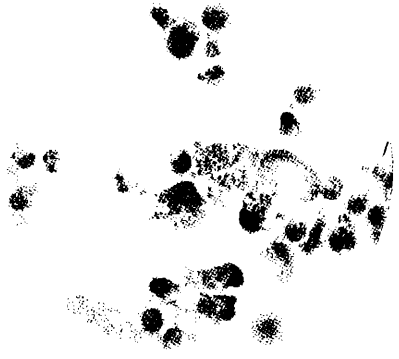


Abb. 3. *Vibrio Metschn.* — Aus der mittelsten Form geht hervor, daß die Körnchenentwicklung sich schließlich auf das ganze Gebilde erstreckt, das zum Zerfall kommt. Nur die Körnchen bleiben zurück. Giemsa-Färbung. 1000f. vergr. Nach Kuhn

Er ist nicht nur sicher, in seinen Beobachtungen es mit der *Pettenkoferia intestinalis* zu tun zu haben, sondern geht noch weiter, indem er auch die Bakterienkerne und Chromatin- resp. Volutinkörner, sowie die Mehrzahl der von Löhnis beschriebenen Kreislaufformen als die Entwicklungsstadien des Endoparasiten erklärt.

Allerdings steht Kuhn mit der Angabe, es

hätten „sich alle Versuche, das Entstehen von Bakterien aus den Körnchen zu beobachten, als unmöglich erwiesen", in striktem Gegensatz zu Löhnis, aus dessen sämtlichen Veröffentlichungen hervorgeht, daß sich Gonidien wie Regenerativkörper auf kürzerem oder längerem Wege wieder in normale Bakterienformen überführen lassen.

Koch seinerseits behauptet, die Entwicklung der Bakterien spiele sich nur zwischen den zwei Stadien der Spore und der vegetativen Zelle ab: alles andere (Gonidien, Gonidangien, Regenerativeinheiten nach Löhnis) seien Formen, die der Parasit bei seiner Entwicklung annimmt, die einen vegetativen und einen generativen Zyklus durchläuft (s. Abb. 6).

Die Lebendbeobachtungen wurden im Dunkelfelde mit einem Ultramikroskop vorgenommen, die Mikrophotos mit einer Art Mikrospiegelreflexkamera gemacht. Da sich die Möglichkeit zeigte, daß sich aus Glasgeräten während der wochenlangen Versuchsdauer kleinste Glasteilchen loslösen konnten, die die Sicherheit der Beobachtungen im Dunkelfeld beeinträchtigten, wurden nur Beobachtungskammern aus Bergkristall (E.Leitz, Wetzlar) verwendet. Als Material dienten sporenbildende Bazillen (*Bac. subtilis, Bac. mesentericus, Bac. mycoides*).

Koch stellte fest, daß die *Pettenkoferia*-formen zu willkürlich gerichteter Bewegung befähigt waren, also offenbar Geißeln besitzen. Er konnte beobachten, wie die Körnchen in die Bakterien eindrangen, worauf deren Eigenbewegung „wie gelähmt" war. Einmal sah er sogar, wie ein Bakterium, an das sich gerade eine *Pettenkoferia* angelegt hatte, schleudernde und heftige Bewegungen

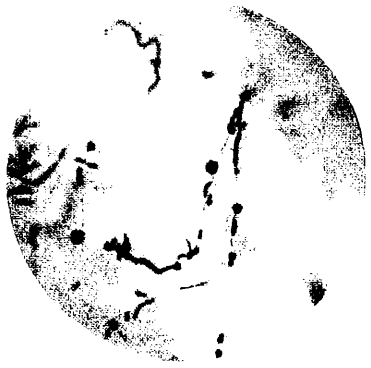


Abb. 4. *Vibrio Metschn.* — Die Vibrionenfäden sind mit dem Entstehen der *Pettenkoferia*-Formen so vernichtet, daß sie stellenweise nur noch wie Spinnwebfäden zu sehen sind. Fuchsin-Färbung. 800f. vergr. Nach Kuhn

machte, die er vielleicht als Abwehrbewegungen deuten zu können glaubt. Das Körnchen dringt in das Innere des Bakterienleibes ein und entwickelt sich weiter, während sich der Inhalt und der Glanz des Bakterienleibes allmählich verliert, bis nur noch ein Schatten, eine leere Haut übrig ist. Zu dieser Zeit hat sich das infizierende Körnchen im Bakterium mehrfach geteilt, und seine Abkömmlinge bewegen sich lebhaft, bis sie schließlich durch eine Öffnung in der Bakterienhülle ins Freie ausschwärmen, und der Lauf — Infektion eines Bakteriums, Entwicklung und Vermehrung der *Pettenkoferia*, Ausschwärmen — von neuem beginnt. Dies ist der vegetative Zyklus des Parasiten. Andere Körnchen dagegen schwellen an, teilen sich im infizierten Bakterienleib, verlassen ihn und vereinigen sich mit einem „Kleinkörnchen", das nach Ge-

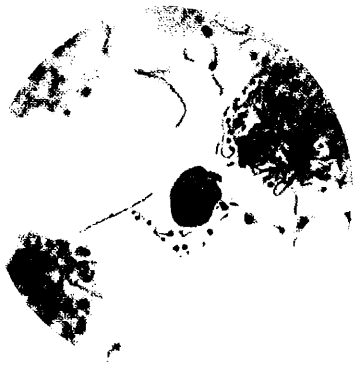


Abb. 5. *Vibrio Metschn.* — Eine noch deutlich erkenntliche Vibrionenkolonie ist von *Pettenkoferia*-Formen durchsetzt. Giemsa-Färbung. 800f. vergr. Nach Kuhn

stalt und Entstehungsweise den gewöhnlichen *Pettenkoferia*körnern gleicht. Das Verschmelzungsprodukt vergrößert sich und vereinigt sich mit mehreren seinesgleichen (Löhnis' „Symplasma"), bis ein großes Gebilde entsteht, das langsame amöboide Bewegung zeigt, nach einiger Zeit zusammenschrumpft, sich mit einer Haut umgibt und in seinem Inneren stark lichtbrechende Körner ausbildet. Nach einer gewissen „Ruhezeit" verschwindet die Haut, es bildet sich eine Ausstülpung, die Körnchen treten nach zweimaliger Teilung aus, zerstreuen sich in der Kulturflüssigkeit und beginnen den Kreislauf von vorn.

Sie lassen sich einige Zeit auch ohne lebende Bakterien züchten und durchlaufen auf totem Bakterienmaterial genau so ihren Entwicklungszyklus wie auf lebenden Bakterien. Ihre Tötungstemperatur liegt noch oberhalb der Tötungstemperatur für Bakteriensporen: zweimalige Sterilisation von je 5 bezw. 6 Minuten bei einem Druck von 2 Atm. (125° C) genügte nicht, sie abzutöten. Wattepfropfen sind natürlich für so winzige Ultramikroben kein Hindernis, auch gelang es Koch nicht, auch nur eine einzige Bakterienkultur herzustellen, in der nicht in kürzerer oder längerer Zeit die *Pettenkoferia*formen aufgetreten wären. Er kommt zu dem Schluß, daß Kuhns Anschauungen über die *Pettenkoferia intestinalis* zu Recht bestehen, und bezeichnet den Parasit als den Myxomyzeten nahestehend. Es bleibt nun abzuwarten, inwiefern die beiden Forscher gegenüber den Befunden von Löhnis recht behalten werden.

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. Nutzung unter www.elsevier.de/

Untersuchungstechnik.

Agarfixierung nach Kuhn: Aus der zu untersuchenden Bakterienplatte wird ein Quadrat, etwas kleiner als ein Deckglas, mit sterilem Messer herausgeschnitten und auf ein steriles Deckglas gelegt, dann auf Glasbänkchen in der Fixierkammer fixiert mit Bichromatessigsäure (100 ccm dest. Wasser, 3 g Kalium bichrom., 5 ccm Eisessig). Die Fixierungsflüssigkeit muß je nach Dicke des Agarplättchens 5—10 Minuten einwirken, wird dann mit Pipette abgesaugt und durch Alkohol von 75, 50, 25% ersetzt. Dann kommt die ganze Fixierplatte in eine feuchte Kammer für eine bis mehrere Stunden. Der Agar wird, ohne zu schieben, entfernt, das Deckgläschen sofort in dest. Wasser gut gespült, evtl. vorher noch kurz mit 15% Alkohol gewaschen, dann nach Giemsa gefärbt.

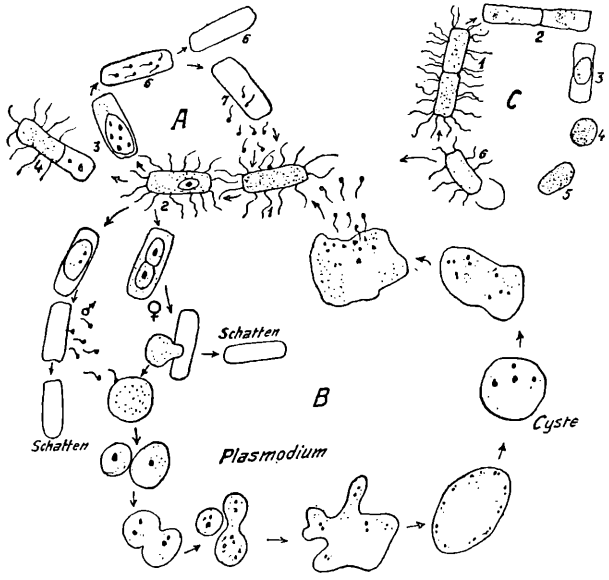


Abb. 6. A = Vegetativer Kreislauf der *Pettenkoferia*: 1 Infektion. 2 und 3 Heranwachsen des Parasiten im Bakterienleib. 4 Abwehr der Bakterien durch Abschnürung der infizierten Zellhälfte. 5 Ausbildung der Schwärmer. 6 Leere Bakterienhülle („Schatten"). 7 Austreten der Schwärmer. B = Geschlechtlicher Kreislauf der *Pettenkoferia*. C = Kreislauf der normalen Bakterie: 1 Vegetative Zelle. 2 Vorbereitung zur Sporenbildung. 3 Sporenbildung. 4 Freie Spore. 5 Streckung der Spore. 6. Keimung der Spore. (Nach M. Koch)

Optisch leere Nährlösung für ultramikroskopische Beobachtung: (nach Uschinsky-Fränkel) NaCl 5,0; Na_2HPO_4 2,0; Ammoniumlactat 6,0; H_2O 1000,0; neutralisieren mit NaOH, sterilisieren wie Bouillon. Für LiCl-Zusatz (1—3%) muß Na_2HPO_4 weggelassen werden, was die Bakterien gut vertragen (*Bac. subtilis, mycoides* und *mesentericus*).

Ultrafiltrationsapparat wurde vom „Mikrokosmos" bezogen. (Beschreibung s. „Mikrokosmos" **XIX**, S. 38, 1925/26.)

Literatur:

D'Herelle, Die Natur des Bakteriophagen. Centralblatt f. Bakt. u. Paras. Abtl. I, Orig.-Bd. 96, 1925.

Löhnis, Studies upon the Life Cycles of the Bacteria. Memoir of the Nation. Acad. of Science, Vol. 16; Washington 1921.

— Zur Morphologie und Biologie der Bakterien. Centr. f. Bakt. u. Paras. Abtl. II, Bd. 56, 1922.

Löhnis and Smith, Life Cycles of the Bacteria. Journal of Agricultural Research, Vol. 6; Washington 1916.

— — Studies upon the Life Cycles of the Bacteria, Part. II. Life History of Azotobacter. Journ. Agr. Research Vol. 23, 1923.

Koch, Die Kuhnschen Bakteriophagen. Botanisches Archiv, 1927.

Kuhn, Weitere Ergebnisse der Erforschung der A-Formen bei Bakterien. Centr. f. Bakt. u. Paras. Abtl. I, Orig.-Bd. 89 u. 93 (Bericht über die 9. resp. 10. Tagung d. Deutschen Vereinigg. f. Mikrobiologie) 1923 u. 1924.

— Demonstration der Ergebnisse morphologischer Bakterienstudien und zum D'Herelleschen Phänomen. Arch. f. Schiff- u. Tropenhygiene, Bd. 30, Beiheft 1.

Methodische Untersuchungen der halophilen Algenflora

Von Dr. **Rob. Fischer,** Wien

Manche der sogenannten Süßwasseralgen zeigen die Eigentümlichkeit, daß sie vornehmlich in solchen Binnengewässern vorkommen, deren Wasser verhältnismäßig reich an gelösten anorganischen Salzen ist. Algen, die diese Eigentümlichkeit zeigen, werden als salzliebend oder halophil bezeichnet. Eine Reihe dieser halophilen Algen kommen angeblich auch im Süßwasser im engeren Sinne der Bedeutung vor; leider liegen aber diesen Angaben Wasseruntersuchungen nicht zugrunde und es ist daher sehr fraglich, ob es sich in der Tat auch immer um Süßwasser, d. h. Wasser, das nicht abnormal viel anorganische Salze gelöst enthält, gehandelt hat. Die vorliegenden Zeilen sollen nun dazu anregen, die Ökologie der halophilen Algen, auf Grund einfacher Wasseruntersuchungen, die weiter unten angegeben werden, zu klären.

Unsere Binnengewässer enthalten neben Karbonaten vor allem noch Sulfate, namentlich Bittersalz ($MgSO_4$), Gips ($CaSO_4$) und Glaubersalz (Na_2SO_4) sowie Chloride, letztere meist in Form des Kochsalzes (NaCl). Wenn wir von den Karbonaten, die für unsere Untersuchungen unberücksichtigt bleiben kön-

nen, absehen, so gibt uns die Menge des im Wasser vorhandenen Schwefelsäurerestes (SO_3) plus der Chlormenge (Cl) eine hinreichend genaue Vorstellung vom Salzgehalt des Wassers. Die Summe von SO_3+Cl, ausgedrückt in Milligrammen, die im Liter Wasser enthalten sind (mgl), wollen wir somit als Gradmesser für den Salzgehalt des Wassers betrachten.

Da der Salzgehalt in den einzelnen Binnengewässern sehr verschieden sein kann, sind natürlich sämtliche Übergänge zwischen Süßwasser und salzhaltigem Binnenwasser möglich. Wenn wir daher in der Folge eine Grenze zwischen diesen Typen ziehen, so ist diese künstlich. Dennoch wollen wir eine solche annehmen, und zwar bei einem Salzgehalt von 100 mgl SO_3+Cl. Daß wir gerade hier die Grenze ziehen, hängt mit dem Umstand zusammen, daß unterhalb 100 mgl halophile Algen nicht oder höchstens vereinzelt vorkommen, während oberhalb ihre Häufigkit größer wird.

Nun einige Beispiele für typische Süßwässer, wobei die erste Zahl den SO_3-, die zweite Zahl den Cl-Gehalt in mgl angibt: Attersee: 19.4 + 0.0; Lunzer Untersee: 8.2 + 4.3; Lunzer Obersee: 8.2 + 4.3; Bodensee: 26.5 + 0.4; Obersee bei Reval: 3.2 + 4.2; Allachteich (Mähren): 30.1 + 1.0; einen Übergang zu den Salzwässern bildet z. B. der Plattensee in Ungarn: 64.5 + 11.6. Nun einige typische Salzwässer Mährens: Nimmersattteich 342.4 + 37.6; Graben am Nimmersatt: 2304.0 + 22.2; Mitterteich: 330.8 + 37.8; Hofteich: 588.4 + 82.4; Salztümpel beim Hofteich: 1300 + 162.0. Diese teils der Literatur, teils meinen Aufzeichnungen entnommenen Beispiele mögen genügen. In Seen ist der Salzgehalt in der Regel gering, etwas größer meist in Teichen. 50 mgl werden meist überschritten, wenn kleinere Gewässer durch Jauche oder Wassergeflügel verunreinigt werden. 100 mgl sind in Wässern, die salzhaltigen tertiären Schichten anstehen, meist das Minimum; hier treten uns die ersten Anzeichen einer halophilen Algenflora entgegen. Eine noch ausgeprägtere halophile Algenflora tritt indessen erst bei 400 mgl. SO_3+Cl auf.

Der Grad des Salzgehaltes eines Binnengewässers läßt sich bei einiger Erfahrung bisweilen schon bei bloßem Augenschein abschätzen. Namentlich die geologischen Verhältnisse der näheren Umgebung und die Phanerogamenvegetation der Ufer geben hiefür brauchbare Anhaltspunkte. So sind auf tertiären Schichten anstehende Wässer häufig reicher an Salzen. Besteht die Uferflora aus *Aster tripolium, Plantago maritima, Salicornia herbacea* (s. Abb. 1), *Sueda maritima, Spergularia* oder andern halophilen Pflanzen, so kann man wohl mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß auch das Wasser salzreich ist. Allerdings sind in dieser Hinsicht Täuschungen auch möglich, denn bisweilen zeigen dicht aneinander angrenzende Wässer verschiedenen Chemismus. Als Beispiel möchte ich die bloß durch einen Weg voneinander getrennten südmährischen Teiche, den Allachteich und den Mitterteich erwähnen, von denen letzterer eine größere Zahl halophiler Algen beherbergt, während solche im ersteren fehlen. Die Lösung dieses scheinbaren Rätsels brachte erst eine chemische Untersuchung des Wassers (vergl. oben).

Das folgende Verzeichnis gibt nun die von mir in Mähren wiederholt festgestellten Algen, die ich als halophil betrachte; aus diesem Verzeichnis ist zu ersehen, daß die Diatomeen das Hauptkontingent stellen (vgl. Abb. 3).

Diatomeen:

Cylindrotheca gracilis
Melosira Borreri
Fragilaria Surirella
Diatoma elongatum fa. *mesolepta*

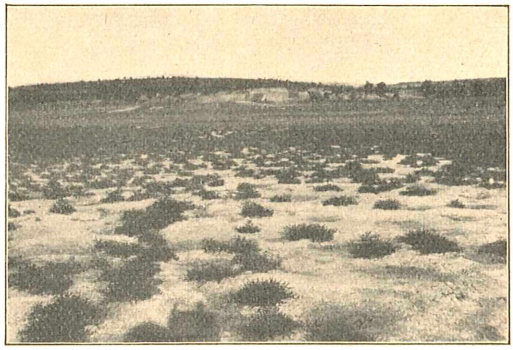


Abb. 1. Salzsteppe bei Groß-Niemschitz (Südmähren) mit *Salicornia herbacea* und *Sueda maritima*. Zwischen den Pflanzen weiße Salzausblühungen von Sulfaten und kleine Tümpel

Synedra affinis
pulchella
,, *acus*
Mastogloia elliptica var. *Dansei*
lanceolata
,, *undulata*
Amphiprora paludosa
,, *paludosa* var. *subsalina*
Navicula cocconeiformis
gregaria
halophila
hungarica
pygmaea
salinarum
sculpta
sphaerophora
silicula var. *gibberula*
Böckii
amphisbaena var. *subsalina*
integra
,, *protracta*
Pinnularia globiceps
Tryblionella tryblionella var. *litoralis*
Nitzschia apiculata
commutata
curvula var. *minor*
hungarica
navicularis
palea var. *tenuirostris*
vitrea
obtusa var. *scalpelliformis*

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Nitzschia Lorenziana var. *subtilis*
Bacillaria paradoxa
Surirella ovalis (nur die großen Formen)

Ferner folgende Algen:

Enteromorpha intestinalis
,, *prolifera*
Gloeotrichia salina
Nostoc halophilum
Phormidium ambiguum
Spirulina tenuis
,, *maior*
Asterocystis halophila
Tolypella glomerata

Die einzelnen genannten Arten verhalten sich in ihrem Salzbedürfnis recht verschieden. Ähnlich wie z. B. *Aster tripolium* oder *Plantago maritima* schon bei geringem Salzgehalt vorkommen, während *Salicornia* und *Sueda* nur stark salzhaltigen Boden besiedeln, finden sich z. B. *Rhoicosphaenia, Synedra pulchella, Navicula amphisbaena, Nitzschia hungarica* schon in schwach salzigem Wasser (ca. 100 mgl), während z. B. *Cylindrotheca, Nitzschia vitrea, N. commutata, N. apiculata, Navicula halophila, Nav. gregaria, Bacillaria paradoxa* erst in Wasser von mindestens 400 mgl. Salzgehalt häufig auftreten. Charakteristisch für die stärker salzhaltigen Gewässer ist das Zurücktreten der Conjugaten. Von Chlorophyceen sind außer *Enteromorpha* (Abb. 2) verschiedene ubiquistische (überall vorkommende) Formen wie *Stigeoclonium, Scenedesmus, Ancistrodesmus, Tetraedron, Pediastrum Boryanum* u. a. häufig. Als Salzindikatoren möchte ich folgende charakteristischen Diatomeen betrachten: *Mastogloia*-Arten, *Amphiprora paludosa*[1]), *Navicula halophila, N. salinarum, N. hungarica, N. gregaria, Nitzschia hungarica, Ni. apiculata, Ni. vitrea, Ni. obtusa, Ni. curvula, Bacillaria paradoxa,* und die großen Formen von *Surirella ovalis* (s. Abb. 3).

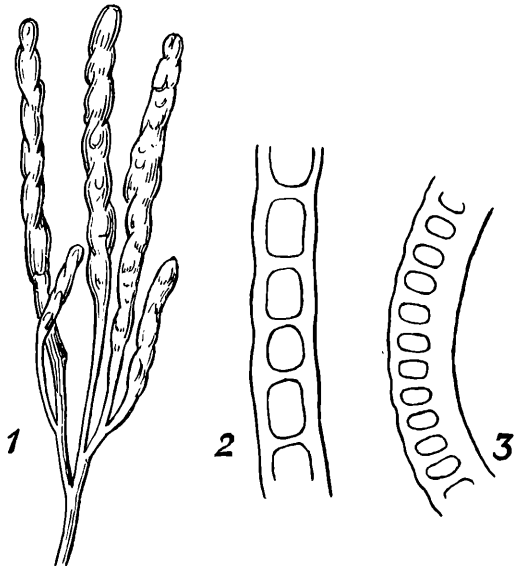


Abb. 2. 1 *Enteromorpha intestinalis* (Habitusbild nach Kützing $^2/_3$ nat. Gr.); 2 Querschnitt durch den röhrenförmigen Thallus von *E. prolifera* (450×); 3 Querschnitt durch den röhrenförmigen Thallus von *E. intestinalis* (300×)

In den folgenden Zeilen sollen nun Methoden angegeben werden, mit deren Hilfe es mit einfachsten Mitteln möglich ist, den SO_3- und Cl-Gehalt des Wassers für unsere Zwecke hinreichend genau zu bestimmen. Die Methoden können ohne Schwierigkeit an Ort und Stelle rasch durchgeführt werden, welcher Vorteil den Nachteil der nicht völligen Genauigkeit aufhebt. Eine genaue Bestimmung des Salzgehaltes in kleinen Gewässern hat ohnedies wenig Wert, da hier die Konzentrationsschwankungen so groß sind, daß sie außerhalb der Fehlergrenze unserer SO_3-Bestimmungsmethode zu liegen kommen. In manchen Fällen, z. B. bei einer monographischen Bearbeitung eines Sees, wird man natürlich um eine genaue chemische Analyse nicht herum kommen.

Bestimmung des Chlors. Um zu entscheiden, ob in einem Wasser Cl enthalten ist, werden etwa 10 ccm der Wasserprobe in ein Reagen glas gebracht, einige Tropfen Silbernitratlösung zugesetzt und geschüttelt. Die Probe soll vor dem Zusatz des Silbernitrates möglichst klar sein und ist gegebenen Falles durch ein Papierfilter zu filtrieren, um sie von Plankton und störenden Trübungen zu befreien. Ist in der Probe Cl vorhanden, so entsteht je nach der Menge desselben nach Zusatz des Silbernitrates ein milchiger Niederschlag von Chlorsilber. Eine kaum merkliche Trübung wird in der Regel eintreten; sie ist aber für uns belanglos. Sollte die Trübung so deutlich sein, daß die Probe milchig erscheint, so ist eine genauere quantitative Untersuchung auf Cl empfehlenswert. Als solche kommt am zweckmäßigsten die Chlortitration mit Silbernitrat unter Verwendung von Kaliumchromat (Mohrsche Methode) in Betracht. Auf diese Methode hier einzugehen gestattet der zugemessene Raum nicht, weswegen auf irgendein Methodenbuch der analytischen Chemie (z. B. Tredwell, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie, Leipzig u. Wien) verwiesen sei. Es sei erwähnt, daß sich die Mohrsche Methode sehr leicht unter Zuhilfenahme kleiner Büretten oder Meßpipetten an Ort und Stelle ausführen läßt.

Bestimmung des Sulfates als SO_3. Um uns zunächst zu orientieren, ob Sulfate in größerer Menge im Wasser vorhanden sind, setzen wir zur orientierenden Untersuchung zu 10 ccm Probe im Reagensglas einige Tropfen Bariumchloridlösung ($BaCl_2$) zu, nachdem wir das Wasser vorher mit Salzsäure angesäuert haben. Tritt eine deutliche Trübung der Probe ein, so ist Sulfat vorhanden und das betreffende Wasser ist

[1]) Diese Art kann, ebenso wie *Cylindrotheca,* in Schalenpräparaten, die in Styrax oder Kanadabalsam eingeschlossen sind, ihrer Zartheit wegen leicht übersehen werden, aus welchem Grunde es sich empfiehlt, auch Trockenpräparate (Lufteinschluß) herzustellen.

einer quantitativen Bestimmung auf SO_3 zu unterwerfen. Die Trübung der Probe nach Zusatz von Bariumchlorid beruht darauf, daß sich aus den vorhandenen löslichen Sulfaten durch Umsetzung das unlösliche Bariumsulfat bildet, das ausfällt. Die Menge dieses Niederschlages kann gewogen und so der Sulfatgehalt genau rechnerisch ermittelt werden. Über die Ausführung dieser im Wesen sehr einfachen Gewichtsanalyse, die übrigens nur im Laboratorium durchgeführt werden kann, wolle ebenfalls in einem entsprechenden Handbuch nachgelesen werden, z. B. in dem oben genannten.

Für uns genügt die folgende annähernde quantitative Bestimmung, die den Vorteil hat, daß sie an Ort und Stelle sehr rasch durchgeführt werden kann. Diese Methode ist nephelometrisch, d. h. der SO_3-Gehalt der Probe wird auf Grund des Trübungsgrades, der durch die Ausfällung des Bariumsulfates zustandekommt, abgeschätzt, wobei zum Vergleich Standardgläschen mit bekanntem SO_3-Gehalt herangezogen werden. Die Methode ist auf 20% genau, was im allgemeinen ausreicht.

Für die Untersuchung sind folgende Reagentien und Geräte erforderlich: Eine etwa 10%ige Lösung von reiner Salzsäure, eine 10%ige Lösung von $BaCl_2$ in dest. Wasser, eine Lösung von reinstem, trockenem $MgSO_4 + 7H_2O$ (Kristallwasser), die in 1 Liter Gesamtvolumen 4.00 g dieses Salzes gelöst enthält. Weiter benötigen wir etwa 20 Reagensgläser aus farblosem Glas und gleicher lichter Weite (etwa 11 mm Durchmesser und 120 mm Länge), die am besten in ein Reagensglasgestell zu stehen kommen, einen kleinen Meßkolben mit 20 bis 50 ccm Fassungsraum, mittels dessen man ½ ccm noch genau ablesen kann und schließlich je eine Vollpipette mit 1 ccm und 10 ccm Inhalt.

Von unseren Reagensgläsern werden sieben Stück herausgesucht und fortlaufend mit den Nummern 1 bis 7 bezeichnet; sie werden in dieser Reihenfolge in das Gestell gebracht, das allenfalls improvisiert werden kann. In den Meßzylinder werden nun 20 ccm unserer Magnesiumsulfatlösung gefüllt, die genau 1299 mgl SO_3 oder rund 1300 mgl SO_3 enthält. Von diesen 20 ccm hebern wir mit der 10 ccm-Meßpipette 10 ccm in Reagensglas Nr. 7. Die im Meßzylinder verbliebenen 10 ccm werden nun bis zur Marke 20 ccm mit sulfatfreiem Wasser (dest. Wasser, allenfalls Regenwasser, das bei Zusatz von Bariumchlorid keinen Niederschlag zeigen darf) aufgefüllt und durch Schütteln eine möglichst gleichmäßige Mischung hergestellt. Von dieser verdünnten Lösung, die nunmehr 2000 mgl $MgSO_4$ oder 650 mgl SO_3 enthält, werden wieder 10 ccm abpipettiert und in Nr. 6 gefüllt; die im Meßglas verbliebenen 10 ccm werden wieder mit Wasser auf das doppelte Volumen gebracht usw. Dieses Abhebern, Verdünnen und Mischen im Verhältnis 1:1 wird so lange fortgesetzt, bis schließlich auch das letzte, mit Nr. 1 bezeichnete Reagensglas mit 10 ccm der Lösung beschickt ist. Die nach der letzten Verdünnung und Abpipettierung im Meßzylinder verbleibenden 10 ccm werden fortgegossen.

Nun haben wir in unseren Reagensgläsern eine Serie vor uns, in der der SO_3-Gehalt von Nr. 1 gegen Nr. 7 nach einer geometrischen Reihe mit dem Faktor 2 zunimmt. Eine geometrische Reihe wurde gewählt, um innerhalb der ganzen Serie eine gleichartige Schätzungsgenauigkeit zu ermöglichen; der Faktor 2 wurde aus technischen Gründen gewählt. — Es enthält nun:

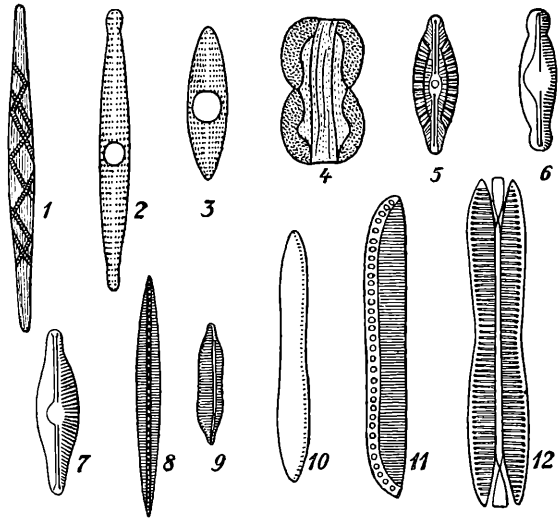


Abb. 3. Halophile Diatomeen: 1 = *Cylindrotheca gracilis* (466f. vergr.). 2 = *Synedra pulchella* (533f. vergr.). 3 = *S. pulchella var. lanceolata* (533f. vergr.). 4 = *Amphiprora paludosa* (333f. vergr.). 5 = *Mastogloia Smithii* (466f. vergr.). 6 = *Pinnularia globiceps* (466f. vergr.). 7 = *Navicula salinarum* (466f. vergr.). 8 = *Bacillaria paradoxa* (46 f. vergr.). 9 = *Nitzschia apiculata* (466f. vergr.). 10 = *N. thermalis* (466f. vergr.). 11 = *N. vitrea* (333f. vergr.). 12 = *N. commutata* (466f. vergr.

Röhrchen Nr. 1	63 mgl $MgSO_4$	oder 20 mgl	SO_3
Röhrchen Nr. 2	125 mgl $MgSO_4$	oder 40 mgl	SO_3
Röhrchen Nr. 3	250 mgl $MgSO_4$	oder 81 mgl	SO_3
Röhrchen Nr. 4	500 mgl $MgSO_4$	oder 163 mgl	SO_3
Röhrchen Nr.	1000 mgl $MgSO_4$	oder 325 mgl	SO_3
Röhrchen Nr. 6	2000 mgl $MgSO_4$	oder 650 mgl	SO_3
Röhrchen Nr. 7	4000 mgl $MgSO_4$	oder 1300 mgl	SO_3

In jedes dieser Röhrchen kommen nun zunächst einige Tropfen der Salzsäure und hierauf 1 ccm der $BaCl_2$-Lösung, worauf die Röhrchen gut durchgeschüttelt werden. Der entstandene feine Niederschlag bleibt relativ lange in Schwebe, er ist in Nr. 1 am schwächsten, in Nr. 7 am stärksten. Die so hergestellten Vergleichsröhrchen sind 2—3 Tage lang verwendbar. Nach Ablauf dieser Zeit wird es sich nicht mehr empfehlen, sie zu verwenden, da der Niederschlag im Laufe der

© Elsevier GmbH, München. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Zeit gröber wird und andere Durchsichtigkeitsverhältnisse aufweist, als der frisch gefällte, in der zu untersuchenden Probe. Es wird sich demnach empfehlen, die Standardröhrchen möglichst unmittelbar vor der Untersuchung herzustellen. Bei länger währenden Exkursionen kann man auch eine oder mehrere solcher Vergleichsserien verkorkt und bruchsicher verpackt mitnehmen und erst vor Ausführung der SO_3-Bestimmung den Niederschlag mit $BaCl_2$ ausfällen; die Salzsäure kann indessen schon zu Hause hinzugefügt werden.

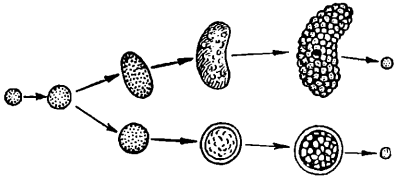
Sind die Vergleichsröhrchen hergestellt, so kann die Untersuchung vor sich gehen. Von der zu prüfenden Probe werden 10 ccm in eines der noch leeren Reagensgläser gebracht, einige Tropfen Salzsäure und 1 ccm $BaCl_2$ zugefügt, dann wird geschüttelt. Vor dem Vergleich der Probe mit den Standardröhrchen sind diese jedesmal gut durchzuschütteln, so daß der Niederschlag möglichst gleichmäßig suspendiert; nach dem Aufschütteln sollen die Standardröhrchen, ebenso wie die bereits gefällte Probe, 1 bis 2 Minuten ruhig stehen, damit die Schlieren, die beim Schütteln entstanden sind, wieder verschwinden. Nun wird durch Vergleich des Trübungsgrades der Probe mit jenem der Vergleichsröhrchen die Stelle in unserer Serie festgestellt, an der sich die Probe auf Grund ihres Trübungsgrades einordnen läßt. Bei einiger Übung kann man leicht zwischen zwei benachbarten Standardröhrchen drei Werte interpolieren; z. B. zwischen Nr. 4 und Nr. 5 die Werte 200, 240 und 280, je nachdem ob der Trübungsgrad in der Mitte von 4 und 5 oder näher zu 4 oder zu 5 liegt. Die SO_3-Werte bis 163 mgl (also bis Nr. 5) werden am besten in der Weise bestimmt, daß man die Gläschen vertikal an ein bedrucktes Papier anlegt und im auffallenden Lichte das Verschwimmen des Buchdruckes beobachtet. Die über Nr. 4 liegenden Sulfatwerte werden besser im durchfallenden Lichte und in der Aufsicht, senkrecht zur Längsachse der Röhrchen (Stöpsel entfernen!), bestimmt.

Bei einem SO_3-Gehalt, der über 300 mgl liegt, wird es sich empfehlen, die Proben in einem einfachen Verhältnis mit sulfatfreiem Wasser zu verdünnen, da bei stärkerer Trübung die Schätzungsgenauigkeit unsicherer wird. Diese Verdünnung muß natürlich rechnerisch berücksichtigt werden. Hat man z. B. im Verhältnis 1: 1 verdünnt und stimmt der Trübungsgrad der Probe mit Röhrchen Nr. 4 überein, so enthält die unverdünnte Probe $2 \times 163 = 326$ mgl SO_3. Bei einer Verdünnung 1: 2 wird der gefundene Wert mit dem Faktor 3 multipliziert usw. Die erste Bestimmung mache man in der Regel mit der unverdünnten Probe, gegebenenfalls wird dann mehr oder weniger verdünnt.

Obzwar die hier angegebenen Methoden in Wirklichkeit viel einfacher sind als es nach der Beschreibung den Anschein erweckt, wird es sich dennoch empfehlen, sie vor ihrer Anwendung an Ort und Stelle zu Hause an Lösungen mit bekanntem SO_3- oder Cl-Gehalt einzuüben.

Kleine Mitteilungen

Eine Ergänzung zu „Eine Erkrankung unsrer Süßwasserrotatorien.[1]) E. Bude veröffentlicht im Archiv für Hydrobiologie, Bd. XVIII, H. 3, 1927 unter „Über die in Rädertieren lebenden Parasiten" neue Studien über *Bertramia asperospora*. Da seine Beobachtungen wahrscheinlich für viele Leser dieser Zeitschrift von Interesse sind, zumal Material von der Geschäftsstelle bezogen werden kann, und das Studium des Parasiten im vorigen Jahrgang unserer Zeitschrift eingehend erörtert worden ist, sollen die neuen Ergebnisse kurz skizziert werden.



Oben: Entwicklung der Vermehrungszyste
Unten: Entwicklung der Dauerzyste

Bude beobachtete an lebendem Material, daß wir es in bezug auf die kugeligen Zysten nicht mit einer Nebeninfektion durch *Dimoerium hyalinum* zu tun haben, sondern mit einer Parallelentwicklung von *Bertramia asperospora* zur Dauerzyste. Auch meine Beobachtungen können nur bestätigen, daß alle Übergänge von der Spore bis zur Dauerzyste vorhanden sind. Weil ich aber kein lebendes Material zur Verfügung hatte, also auch die Entwicklung nicht klar verfolgen konnte, wagte ich die Schlußfolgerung nicht zu ziehen, sondern hielt mich an die Angaben der Literatur. Um so begrüßenswerter ist die jetzige Klärung. Der Entwicklungsgang ist somit folgender:

In dem meinem Aufsatz beigegebenen Bildmaterial muß es demnach für die Figuren *k*, *l*, *m* heißen: verschiedene Stadien der Dauerzystenbildung.

Auch die systematische Stellung wird von Bude neu beleuchtet. Er beobachtete unter bestimmten Bedingungen an den Sporen Geißelbildung. Eine Polkapsel konnte jedoch nicht mit Gewißheit festgestellt werden. Er vermutet aber doch, daß der Parasit zur Ordnung der Mikrosporidien gehört und hält deshalb an dem von Labé eingeführten Namen *Plistophora asperospora* fest.

E. Bennin

[1]) s. Mikrokosmos, XX, 1926/27, S. 188

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Die Methoden zum schnellen Nachweis von Syphilisspirochäten in Gefrierschnitten. Die Jahnelsche Methode ist von Rudolf Strempel und Giuseppe Armuzzi (Arch. f. Dermatol. 1925, **149**, S. 370) in folgender Weise abgeändert worden. Formolfixierung, Einlegen dünner Gefrierschnitte für ¼ Stunde in reines konzentriertes Pyridin, Waschen ¼ Stunde sorgfältig in 96%igem Alkohol. Eine Minute langes Abspülen in destilliertem Wasser. Überführen bei Zimmertemperatur 1—2 Stunden lang in 5%ige Uranylsulfatlösung, der etwas Essigsäure zugesetzt ist. Nach Abwaschen in bidestilliertem Wasser kommen die Schnitte 2½ bis 4 Stunden bei 37° in ¼%ige Silbernitratlösung, der 20 ccm 30—40% klar filtrierter Gummilösung (Gummi arabicum alb. Merck) zugesetzt sind. Nach gründlichem Mischen werden noch 5 ccm einer 5%igen frischen Hydrochinonlösung zugegeben. Der Entwicklungsprozeß muß überwacht werden und dauert etwa 10 Minuten. Nach sorgfältigem Auswaschen werden die Schnitte auf dem üblichen Wege in Balsam eingebettet.

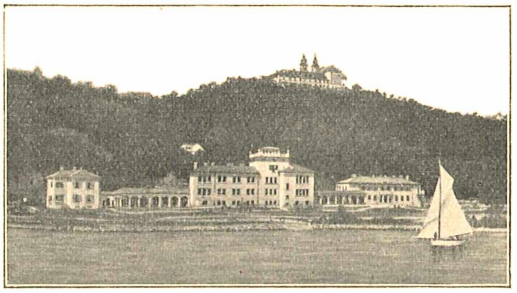
Dr. Rostock

Das Ungarische Biologische Forschungsinstitut in Tihany am Plattensee (ungarisch: Balaton) wurde im Herbst vorigen Jahres anläßlich des X. Internationalen Zoologenkongresses in Budapest feierlich eröffnet. Es ist erfreulich, daß die ungarische Regierung es trotz der Ungunst der Nachkriegszeit ermöglicht hat, die Zahl der Biologischen Stationen um ein weiteres wertvolles Glied zu vermehren. Ihre Bedeutung für die Biologie, für die Naturwissenschaft ist ja nicht hoch genug einzuschätzen und dazu kommt dann noch ihr wirtschaftlicher Wert, dessen Umfang heute noch von vielen Kreisen viel zu gering geschätzt wird.

Diese ungarische Biologische Station in Tihany liegt an einer der malerischsten Stellen des Plattensees, der mit 76 km Länge und 690 qkm Umfang nicht nur der größte See Ungarns, sondern überhaupt von ganz Mitteleuropa ist, überragt von einem steil abfallenden Felsen mit einer 1000jährigen Benediktiner-Abtei inmitten eines einfachen Fischerdorfes.

Das Institut (in der Mitte des Bildes) dient vor allem der Erforschung der Flora und Fauna des Plattensees, daneben natürlich auch jenen Gebieten der allgemeinen Biologie und Physiologie, deren Bearbeitung die Einrichtung des Instituts ermöglicht, und daran wird es nicht fehlen. Die Station ist nämlich nach den neuesten Erfahrungen der Hydrobiologie ausgebaut und dementsprechend auch mit den neuesten Untersuchungsgeräten und Arbeitsverfahren hierfür reichlich ausgestattet. Neben einem mikroskopischen, bakteriologischen, physiologischen, chemischen und physikochemischen Laboratorium besitzt das Institut auch einen mit allem erforderlichen Zubehör ausgestatteten großen Kurssaal mit 20 Arbeitsplätzen, die je nach dem zur Verfügung stehenden Raum auch ausländischen Besuchern überlassen werden. Die Gesamtleitung der Biologischen Station Tihany liegt in den Händen von Prof. Dr. B. Hanko, der auch gleichzeitig Abteilungsvorstand für zoologische, botanische und hydrobiologische Arbeiten ist, während der Abteilung für physiologische, chemische und physikochemische Arbeiten Prof. Dr. F. Verzár vorsteht. Außerdem sind noch 4 wissenschaftliche Mitarbeiter an der Biologischen Station tätig. In einem angebauten Wohnhaus (rechts auf dem Bilde) stehen 26 Betten in 15 Zimmern den Mitarbeitern zur Verfügung.

Dem Hydrobiologen, dem Biologen überhaupt, kann die Benützung dieser Stätten der Forschung nicht genug empfohlen werden.



Wer die Mittel zu einem Besuche aufbringen kann, sollte, wo immer möglich, einen solchen für kürzere oder längere Zeit machen. Das Geschaute, Neuerlernte und die mancherlei Anregungen, die jeder da erhält, sind für den zünftigen Biologen, den Studenten, den Lehrer, den Naturfreund von bleibendem und richtendem Einfluß. Dr. Stehli

Unterschiede im anatomischen Bau der in trockener oder in feuchter Luft gezogenen Pflanzen bestehen nach Elisabeth Lebedinceo (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1927. **45**, 83—96) in geringerer Größe der Zellen, größerer Menge der Spaltöffnungen auf die Flächeneinheit und dichterem Netz der Nervatur bei den trocken kultivierten Exemplaren. —r

Eiweißkristalle im Endosperm der in Alkohol konservierten Beeren von *Loranthus* stellte Fräulein S. J. Mayr (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 1926. **135**, 409—412; 1 Fig.) fest. Es zeigte sich, daß sie in dem frischen Samenfleisch trotz dessen auffallenden Eiweißreichtums fehlen. Bei den Beeren von *Viscum album* treten sie nicht erst nach Alkoholbehandlung auf. Das Verhalten anderer eiweißreicher Samen und Früchte in solcher Hinsicht ist nicht bekannt. —r

Einige Bemerkungen zur Darstellung der Spirochäten im Schnitte durch die Silberimprägnation. J. Lukes und V. Jelinek (Zeitschr. f. Immunitätsforschung u. exp. Med., Bd. 47) verwenden folgende Technik: Formolfixierung; Alkohol 24 Stunden; so lange Wässern, bis die Stücke zu Boden fallen; Einbringen in eine 2%ige Silbernitratlösung für 2—3 Tage; kurzes Abspülen in destilliertem Wasser; Einbringen in eine

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

30%ige Traubenzuckerlösung für 2 Tage, danach längere Zeit Wässern; Anfertigung von Gefrierschnitten oder Einbetten der Objekte.

Zur Nachfärbung verwendet man verschiedene Hämatoxylinlösungen am besten in starker Verdünnung bei langer Färbedauer. Von den Anilinfarben hat sich am besten bewährt Karbolthionin und polychromes Methylenblau.

Die Spirochäten erscheinen sehr dünn bei rotbrauner Färbung. Sie heben sich besonders bei Kontrastfärbung sehr gut von der Umgebung ab.

Als Reduktionsmittel an Stelle der Zuckerlösung hat sich den Autoren ein Dekokt aus Zwiebelschalen sehr gut bewährt. Er wird hergestellt, indem man Zwiebelschalen mazerieren läßt, sie dann längere Zeit kocht. Nach Auspressen der Schalen wird die Flüssigkeit mehrfach filtriert, bis sie klar ist. Dann läßt man sie gären, sterilisiert und filtriert.

Schließlich geben die Autoren noch ein Schnellverfahren zum Färben von Schnitten an. Die in absolutem Alkohol gut entwässerten Schnitte (bis 2 Stunden) bringt man in destilliertes Wasser, bis sie zu Boden sinken. Dann kommen sie bei 56° für 3 Stunden in eine 2—3%ige Silbernitratlösung. Die Reduktion erfolgt bei derselben Temperatur 2 bis 3 Stunden lang in Zwiebelsaft. Nach Auswaschen können die Schnitte gegengefärbt werden und auf die übliche Weise in Balsam eingebettet werden. Dr. Rostock

Vitale Kern- und Protoplasmafärbungen an Zellen von *Allium, Orchis latifolius, Ornithogalum, Colchicum, Taraxacum* und *Arum* gelangen W. Albach (Ztschr. f. wiss. Mikroskopie 1927, **44**, 333—334) mit 0,1%igen Lösungen von Dahlia- und Methylviolett, sowie Malachitgrün. Schwächere Farblösungen bedingen längere Färbezeit, verringern aber die Schädigungsmöglichkeiten. Die Plasmolyse zeigte allerdings statt der gewöhnlichen, konvexen meistens deutlich konkave Grenzflächen. —r

Reife **Samenzellen im Zelloidinschnittpräparat von Hoden,** die am gleichen Tage verarbeitet werden, können nach G. Hausdorf in Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927, **44**, 327—328, dargestellt werden, wenn die Schnitte 20 Minuten lang mit Methylalkohol bedeckt werden, dann abgesaugt und mittels Pipette ½—1%ige Viktoriablaulösung aufgetragen wird. Für die bis 24 Stunden dauernde Färbung muß die Verdunstung der Farblösung durch übergedeckte Petrischälchen verhindert werden. Am andern Tage wird abgegossen und Lugolsche Lösung (in Gewichtsteilen: Wasser 100, Jodkali 6 und Jod 4) für 2 Minuten aufgetragen. Die Differenzierung des schwärzlichen Schnittes wird mit Anilinölxylol āā bis zu hellblauer Färbung des Schnittes vorgenommen; nach Entfernung jenes Mediums wird 80% Alkohol zugesetzt und die Gegenfärbung mit 60% alkoholischem Eosin durchgeführt. Nach Weiterbehandlung durch die aufsteigende Alkoholreihe — Xylol — Kanadabalsam ergibt sich: Spermatogonien mattrosa, Köpfchen der Samenzellen dunkelblau, Blutkörperchen braun und Bindegewebe schwach blau. — Bei der Verarbeitung von Paraffinschnitten ist der übliche Gang der Paraffinentfernung einzuhalten. —r

Die Technik des beschleunigten Tuberkelbazillen-Nachweises durch Tierversuch und Züchtung. Die Erkenntnis, daß beim Tierversuch einzelne Meerschweinchen der Impfung mit Tuberkelbazillen widerstehen und daß es sehr verschieden virulente Tuberkelbazillenstämme gibt, veranlaßte E. Jacobsthal (D. med. Wochenschr., 1926, S. 144), folgendes Verfahren zu verwenden. Die Meerschweinchen werden auf der rechten Seite intrakutan, auf der linken Seite subkutan geimpft. Die intrakutane Impfstelle wird mit chinesischer Tusche kenntlich gemacht. Das sich hier nach 11—14 Tagen bildende Knötchen wird steril entnommen und zur mikroskopischen Färbung auf Tuberkelbazillen sowie zur Verimpfung auf den flüssigen Eiernährboden nach Besredka verwendet. Die heranwachsenden Bazillen bewirken in ihm nach 4—10 Tagen eine wolkige bis flockige Trübung.

Das Meerschweinchen selbst wird mit Tuberkulin intrakutan fortlaufend diagnostisch weiter geprüft. Ferner konnte der Autor feststellen, daß die Tuberkelbazillen durchaus nicht unempfindlich gegen Antiformin sind. Dr. Rostock

Die **Trennungsgewebe bei der Ablösung der Samen** von der Plazenta und vom Perikarp schildert die soeben erschienene Arbeit von Adolf Hintringer (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 1927, **136**, 257—279). Nach der Entstehung gehen die Trennungsgewebe hier stets auf die ursprünglich angelegten Gewebematerialien zurück („primäre" Trennungsgewebe). Ihre Wirkung zeigt sich meist unmittelbar nach der Fruchtreife. Bemerkenswerterweise unterbleibt die Vernarbung am Samen, so daß dem Keimungswasser der Zutritt möglich wird. Außerdem beschreibt Verf. die Wirkung passiver Trennungsmechanismen, für die er kein Trennungsgewebe voraussetzt. —r

Die Herstellung von Kieselsäure-Nährböden hat R. Bojanowsky (Centralbl. f. Bakteriologie II. Abt. 64. Bd., 1925, S. 222) auf Grund kolloid-chemischer Überlegungen in zweckmäßiger Weise verbessert und damit eine Grundlage geschaffen, die der Kieselgallerte neue Verwendungsmöglichkeiten in der Mikrobiologie eröffnet.

Nach dem bisher meistens angewandten Verfahren, das Pringsheim angegeben hat (s. Kostka, Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen, Handb. f. prakt. naturw. Arbeit Bd. 17/18, S. 17 u. 133), konnte die Isolierung von Mikroorganismen nur durch Beimpfung der Oberfläche des bereits erstarrten Kieselsäurenährbodens vorgenommen werden. Eine gründliche Verteilung der Keime und die Verdünnung des Aussaatmaterials, wie sie bei anderen festwerdenden Kultursubstraten möglich ist, war dabei mehr dem Zufall überlassen; auch die Sterilisation des erstarrten Kiesel-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

säuregels war nicht klaglos ohne „Schönheitsfehler" durchführbar.

Alle diese Nachteile hat nun Bojanowsky ausschalten können und die nach seinem Verfahren hergestellten Kieselsäurenährböden lassen sich nicht nur in üblicher Weise sterilisieren, sondern ermöglichen auch die Anlage von Ausgüssen wie mit Gelatine- oder Agarnährböden.

Die Ausführung gestaltet sich nach Bojanowsky folgendermaßen: 12,5 ccm (oder ein Vielfaches) käufliches Wasserglas werden mit 56,5 ccm (oder das entsprechende Vielfache) Wasser verdünnt; das spez. Gewicht dieser Mischung soll 1,55 betragen. Abweichungen werden im Bedarfsfalle durch entsprechende Verdünnung oder weiteren Zusatz von Wasserglas bis zur genauen Aräometeranzeige korrigiert.

Diese Wasserglaslösung gießt man nun unter Umrühren in 31 ccm konzentrierte chem. reine Salzsäure von spez. Gew. 1,185[1]), mischt gut durch und dialysiert. Als Dialysator dient ein Faltenfilter aus Pergamentpapier, der in einen Trichter eingelegt wird, dessen Ausflußöffnung mit Gummischlauch und Schraubenquetschhahn versehen ist.

Läßt man nun Leitungswasser zwischen Faltenfilter und Trichterwand einlaufen, so reguliert man mit dem Schraubenquetschhahn die Ausflußgeschwindigkeit derart, daß der Wasserstand auf der Außenseite des Pergamentfilters stets mit dem Spiegel der Wasserglas-Salzsäuremischung im Filter selbst übereinstimmt. Der Wasserstrom muß ziemlich kräftig sein (250—500 ccm pro Minute).

Den Verlauf der Dialyse kontrolliert man von Zeit zu Zeit durch Titration des Säureüberschusses in einer abgemessenen (10 ccm) Probe des Filterinhalts mit n/20 Natronlauge und Methylorange als Indikator. Der Gehalt an freier Säure darf nicht unter eine bestimmte Grenze herabgehen, da sonst Gerinnung der Kieselsäurelösung im Dialysator eintritt.

Nach Bojanowsky ist diese Grenze erreicht, wenn 10 ccm des dialysierten Wasserglas-Salzsäuregemisches zur Neutralisation des Säureüberschusses noch 0,2 ccm oder etwas mehr der n/20 Natronlauge verbrauchen. Da dieser Endpunkt bei der Dialyse von 100 ccm Mischung erst nach 6—8 Stunden erreicht wird, so braucht man die Titration erst nach entsprechender Dialysierdauer auszuführen, wenn man nicht die von Bojanowsky im Originale beschriebene Aufstellung eines Diagramms vorzieht.

Da die Stabilität der Kieselsäurelösung von der Menge der Wasserstoffionen abhängt und die angeführte Grenze einer Neutralisation von 99% der Säure, also einem pH = 2,9—3,0 entspricht, läßt sich dieser Punkt in sehr einfacher Weise durch Messung der Wasserstoffionenkonzentration bestimmen, z. B. mit geeigneten Farbstoffindikatoren.[1]) Selbst durch die Anwendung von Methylviolett- und Dimethylgelblösungen ist der Endpunkt der Dialyse rasch und mit ziemlicher Sicherheit feststellbar.

Die Dialyse des Kieselsäuresols kann für besondere Zwecke auch mit destilliertem Wasser vorgenommen werden, das man nicht durchlaufen läßt, sondern in regelmäßigen Zeitabständen wechselt; die Dialyse ist dann früher beendet.

Das Dialysat enthält außer Salzsäure nur geringe Mengen Natriumchlorid, die mit Rücksicht auf die zugesetzten Nährsalze vernachlässigt werden können.

Die Kieselsäurelösung wird nun zu 10 ccm in Reagenzgläser abgefüllt und unter Watteverschluß sterilisiert. In diesem Zustand kann sie 1—2 Wochen aufbewahrt werden, ohne zu gerinnen.

Für die Anlage der Ausgußkulturen müssen einerseits die Nährsalze in wässeriger Lösung, und zwar in 8,7-facher Konzentration gesondert vorbereitet werden und andererseits ein Gelatinierungsmittel für die Kieselsäurelösung in Anwendung kommen. Dazu dient gesättigtes Kalkwasser, das nicht eigens sterilisiert zu werden braucht, da es selbst keimtötend wirkt.

Die Platten werden in folgender Weise gegossen. In die Petrischalen werden 1,5 ccm Kalkwasser und 1,5 ccm sterilisierte konzentrierte Nährsalzlösung derart gebracht, daß sich beide Flüssigkeiten womöglich nicht vermischen können. Die Kieselsäureröhrchen werden nun in üblicher Weise beimpft und in die Schalen ausgegossen. Durch vorsichtiges Schwenken wird der Inhalt gleichmäßig verteilt und die Schalen an einem staubfreien Ort so lange stehen gelassen, bis vollständige Erstarrung des Substrates eingetreten ist. Diese erfolgt je nach Salzgehalt in 10 Minuten bis 3 Stunden.

Die festen Platten sind klar und elastisch; die Reaktion dieses Substrates ist anfangs alkalisch, wird aber nach einiger Zeit neutral. Dies läßt sich durch folgende Reaktionsgleichungen zeigen:

$$2\,HCl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2\,H_2O$$
$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

Im übrigen lassen sich durch entsprechende Nährsalzzusätze beliebig alkalisch reagierende Platten herstellen. Um saure Reaktion zu erhalten, muß man nach dem Gelatinieren des Kieselsäurenährbodens freie Säuren, am besten stark verdünnte Salzsäure, hinzufügen.

Die Brauchbarkeit des nach Bojanowsky hergestellten Kieselsäurenährbodens für Algen (*Surirella* spec., *Chlorella* spec.) und für Zellulose-Bakterien läßt es wünschenswert erscheinen, weitere Versuche mit anderen, namentlich autotrophen und weitgehend spezialisierten Organismengruppen durchzuführen. Vielleicht dürfte der Kieselsäurenährboden für die Keimzahlbestimmung im Wasser Bedeutung erlangen.

Ing. G. Kostka-Wien

[1]) Die übliche Handelsform für Reagenzien hat ein spez Gewicht von 1,189—1,19; nach Versuchen des Referenten sind diese Unterschiede für die Herstellung des Nährbodens ohne Bedeutung!

[1]) Sehr geeignet sind die Indikatorfolien n. Wulff von F. M. Lautenschläger, München

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Mehr unter www.elsevier.de/

Bücherschau

Von dem bereits an dieser Stelle (s. S. 43) besonders hervorgehobenen **„Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen"**, herausgeg. von **W. von Möllendorff** (Bln., J. Springer), ist nunmehr auch der **2. Bd.: „Die Gewebe" 1. Teil** erschienen (1927, geb. RM 141.—), in dem von Brodersen-Hamburg, Maximow-Chicago und Schaffer-Wien Epithel- und Drüsengewebe, Bindegewebe und blutbildende Gewebe und das Blut behandelt werden. Auch an diesem Bande muß die prachtvolle Ausstattung, die stattliche Anzahl von Abbildungen, die zum Teil farbig wiedergegeben sind, als besonders beachtenswert hervorgehoben werden. Daß sich diesem Rahmen die gehaltvolle und klare Fassung des Textes besonders gut einpaßt, wird bei den bekannten Namen seiner Verfasser nicht weiter wunder nehmen. — Auch die **„Tierwelt Mitteleuropas"**, herausgeg. von **P. Brohmer, P. Ehrmann** und **G. Ulmer** (Lpzg. Quelle & Meyer), die gleichfalls bereits eingehend im „Mikrokosmos" (XX, 1926/27, S. 248) gewürdigt wurde, ist um zwei weitere Lieferungen bereichert worden, und zwar **Bd. 6, Lfg. 3: „Insekten, 3. Teil"**, in dem Hering die Schmetterlinge behandelt (1927, geh. RM 5.80) und **Bd. 7, Lfg. 1: „Wirbeltiere"**, worin die Fische von Schiemenz, die Lurche und Kriechtiere von Werner bearbeitet werden (1927, RM 4.— geh.). Die Fassung des Textes ist knapp aber erschöpfend, die neuesten Forschungsergebnisse weitestgehend berücksichtigt, unterstützt von vielen Abbildungen und reichlichen Literaturangaben. — Die **„Übungen aus der Vergleichenden Physiologie"** von **H. J. Jordan** und **G. Chr. Hirsch** (Bln., 1927, J. Springer, brosch. RM 18.—, geb. RM 19.50) bilden eine äußerst übersichtliche Einführung in die gesamte Tierphysiologie unter besonderer Berücksichtigung des Lehrgangs bei praktischen Kursen für Studenten und Lehrer. Deshalb sind auch die besprochenen Versuche und das Tiermaterial so ausgewählt, daß sie mit möglichst einfacher Ausrüstung ohne besondere Mühe jederzeit ausgeführt werden können. Der Arbeitsstoff verteilt sich auf folgende Kapitel: Atmung, Verdauung, Blut, Stoffwechsel, Blutkreislauf und Nervensystem. — Die **„Mikroprojektion im Unterricht"** von **F. P. Wimmer** (1926, Lpzg. E. A. Seemann, geb. RM 5.—) ist für den Schulgebrauch recht geeignet. Verständlich wird in diesem Büchlein dargelegt, wie sogar in der einfachsten Volksschule ohne besondere Umstände der Unterricht in Hygiene, in Biologie, in der Lehre über den Bau und die Organisation des menschlichen Körpers, in der Mineralogie usw. mittels Mikroprojektion lebhafter und für Lehrer und Schüler gleichermaßen anregender und nutzbringender gestaltet werden kann. — **„Chemische und mikroskopische Untersuchungen vom kranken Menschen"** heißt ein kleines, recht nützliches Schriftchen von Apotheker **Th. Koch** (1927, Stuttgart, Verlag d. Südd. Apothekerzeitung, RM 2.50), in dem klar und verständlich geschildert wird, wie Untersuchungen von Harn, Blut, Sputum, Magen- und Darminhalt auszuführen sind. — Das bekannte Bändchen **„Das Mikroskop und seine Benutzung bei pflanzenanatomischen Untersuchungen"** von unserem Mitarbeiter **G. Niemann** ist nunmehr in **3. Auflage** herausgekommen (1927, Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung, geh. RM 2.20), beträchtlich an Abbildungen vermehrt und unter besonderer Berücksichtigung der Herstellung von Dauerpräparaten wesentlich ergänzt. Gerade wegen seiner klaren Darstellung und mit Rücksicht auf den modernen Lehrplan unserer Schulen kann dieses Buch eines erfahrenen Schulmannes zur Förderung der mikroskopischen Kenntnisse in den Schulen für Lehrer und Schüler gleichermaßen empfohlen werden. — **„Von den neuen Denkmitteln der Philosophie"** heißt eine von dem Berliner Philosophen **F. Kuntze** herausgegebene, auf 6 Hefte („Briefe") berechnete Schriftreihe, von der das **1. Heft: „Präliminarien. Die Elemente des Seins, des Geschehens, des Gedankens in Chemie, Physik, Mathematik"** soeben erschienen ist (1927, Heidelberg, C. Winter, geh. RM 2.—). Es stellt einen, dem neuzeitlichen Denken angepaßten, recht lesenswerten „Brief" dar. — Der **„Terrarienfreund"** von **K. Floericke** (1927, Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung, geb. RM 5.60, auch in 4 Lieferungen zu je RM 1.—) unterrichtet Anfänger und Fortgeschrittene aufs ausführlichste über Bewohner, Behälter und Betrieb von Terrarien. Und da in jeder Schule neben den Aquarien auch Terrarien sein müssen, zumal die Forderung immer weiteren Boden gewonnen hat, daß Beobachtung und Versuch den Ausgangspunkt für biologische Belehrung bilden sollen, und Ziel jedes biologischen Unterrichts in allen Schularten ein Einblick in das gesetzmäßige Geschehen der Lebensvorgänge ist, so seien besonders Lehrer und Schüler auf dieses flüssig geschriebene Buch hingewiesen, das zudem überaus reichlich illustriert ist. — **„Erblichkeitsforschung an Pflanzen,** ein Abriß ihrer Entwicklung in den letzten fünfzehn Jahren" heißt der neueste, 18. Band der Sammlung „Wissenschaftliche Forschungsberichte" (Dresden, Th. Steinkopff), den der Tübinger Botaniker **F. Oehlkers** herausgegeben hat (1927, geh. RM 13.—, geb. RM 14.50). Darin wird in ebenso überzeugender wie verständlicher Weise gezeigt, welche bedeutende Fortschritte diese noch junge Wissenschaft von der experimentellen Vererbungslehre, und zwar in der Bastardierungsforschung und Mutationsforschung gerade in den letzten Jahren erzielt hat. Beide Kapitel sind reichlich mit Literaturhinweisen versehen, die jederzeit ein eingehendes Studium ermöglichen. Dr. Stehli

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung. 3. Februar 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://ww

Natur- und Kunstwerke lernt man nicht kennen, wenn sie fertig sind; man muß sie im Entstehen aufsuchen, um sie einigermaßen zu begreifen. Goethe

Aus der Formenwelt des Mikroskops

Von Dr. **Elise Hofmann,** Wien

Tausendfältig und wunderbar sind die Formen der Natur, doch nur ein kleiner Ausschnitt dieses Reichtums ist dem Menschen gegenwärtig, wenn er in der schaffenden Kunst oder im Kunstgewerbe sich ihrer Gestaltung bedient. Schon in grauer Vorzeit, im Altertum, Mittelalter, bis in unsere Zeit, bildete der Mensch die Natur nach, sei es in spielender Betätigung, sei es in ernstem Schaffen. Unsere Zeit ringt nach neuen Ausdrucksformen, kehrt sich vielfach von der Natur ab, vielleicht auch, weil die bisher aus ihrem Schatz entnommenen Formen durch den Menschen schon vielfach verwertet wurden. Niemand aber kann der Natur auf lange Zeit entraten, sie bleibt stets unsere Lehrmeisterin.

So wie das 20. Jahrhundert immer mehr in den inneren Aufbau der Naturkörper eindringt, die Atome zerlegt und mikrochemisch die Natur zu erfassen versucht, mit dem Mikroskop den Zellenbau der Organismen zu entschleiern sich bemüht, so wird auch die Kunst und das Kunstgewerbe allmählich im Suchen nach neuen Formen durch das Mikroskop den Weg zu jener Wunderwelt finden, die im Mikroskop verborgen liegt.

Diese Zeilen sollen dazu beitragen, auf den unerschöpflichen Formenschatz der Kleinwelt, wie auf dessen künstlerische Verwertbarkeit hinzuweisen. Die Wahl der Beispiele zeigt, wie leicht jedem solch herrliche Formen zugänglich sind und auf wie einfache Weise sie geistiger Besitz werden können. Pflanze und Tier, lebend und fossil, sie alle schließen Wunderbares in ihrem Bau ein.

Da die Pflanze leichter erreichbar und für das Mikroskop mit einfachen Mitteln präparierfähig ist, seien einige Kleinorganismen und Pflanzengewebe in ihrer künstlerischen Verwertbarkeit gezeigt.

Ein jeder kommt wohl an einem Gewässer vorbei, sei es ein Bächlein, ein Fluß, oder gar das Meer, oder sei es auch nur ein oft geschmähter Tümpel. Ein wenig Wasser daraus entnommen und als kleiner Tropfen unter das Mikroskop gebracht, offenbart da zierliche Algen in mannigfaltiger Gestaltung. Besonders formenreich erscheinen Kieselalgen (Diatomeen). Solche waren Vorbilder bei den beiden Motiven Abb. 1 und können beliebig gereiht werden zum Schmucke verschiedener Flächen. Eine andere Kieselalge (Abb. 2), (*Pleurosigma* sp.), ergab durch Nebenreihung das Bandmuster, das für Randleisten, Malerei und Stickerei in Betracht kommen dürfte.

Eine den Diatomeen nahe verwandte, im Süßwasser lebende Peridinie wurde ein wenig stilisiert, die in der Natur geraden Fortsätze gekrümmt und so die einzelnen Algenindividuen miteinander verbunden, so daß sich leicht eine Füllung für eine ovale Fläche ergab. Dieses Ornament eignet sich für Intarsia (Einlegearbeit), oder Applikationsstickerei, Batiktechnik, Flächenstickerei, Metalltreiberei auf Dosen u. dgl. mehr.

In kalkarmen Wasseransammlungen, z. B. in Torfmooren, aber auch sonst im Süß- und Brackwasser, findet man sehr häufig überaus

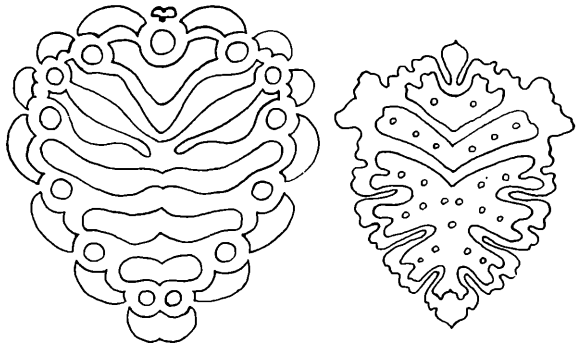


Abb. 1. Zwei Motive, erhalten durch Stilisierung einer und derselben Kieselalge. — Ausführbar in Stickerei, Reliefmalerei, Applikation usw. für Deckchen, Kleidaufputz u. dgl.

formenreiche Algen, die Desmidiaceen oder Zieralgen, zu denen auch die in Abb. 3 wiedergegebene Form (*Micrasterias*) gehört, die in ihrer Schönheit, in ihrer bewegten Kontur, schon an sich ein fertiges Ornament darstellt. Bei Vereinfachung der Form und schwacher Stilisierung gelangt man zu dem Motiv in Abb. 3 rechts, in den verschiedensten Techniken verwertbar, wie Reliefmalerei, Intarsia für Holz oder Elfenbein und Perlmutter, welch letzteres durch das Irisieren der Fläche besonders reizvoll auf dunklem Grunde erscheint, Schnurstickerei, Applikation u. v. a. Verfasserin sägte dieses Motiv aus Silberblech aus, befestigte es auf dem dazu passenden oval geschnittenen und für diese Zwecke schwarz gebeizten Holz, um es in dieser Verbindung einer dunkelroten Kassette als Mittelstück aufzulegen, eine Zusammenstellung von sehr guter Wirkung.

Besonders reizvoll sind die einem jeden Mikroskopiker wohlbekannten Armleuchteralgen, die sich im Süß- und Brackwasser finden. Da sie sehr kalkreich sind, muß man

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

sie vor der mikroskopischen Präparation zuerst mit verdünnter Salzsäure behandeln, wodurch der Kalk gelöst wird. Es sind überaus zierliche, quirlig verästelte Formen, deren Eizellen

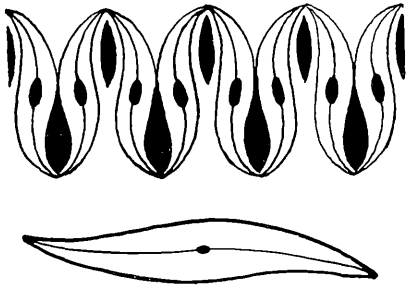


Abb. 2. Unten: *Pleurosigma sp.*; oben: durch Reihung dieser Alge erhaltenes Bandmuster, verwertbar als Randleiste, vergrößert als Wandfries usw.

mit den Krönchen und deren fein skulpturierte Antheridien in ihrer Verteilung an den Ästchen wundervoll wirken.

Die Algenwelt birgt eine Fülle von Formen, die künstlerisch verwertbar sind. Ich lasse es hier bei diesen wenigen Beispielen bewenden, in der Absicht, daß diese Anregung Anlaß gibt für weitere Auswertung der Mikroorganismen und Pflanzengewebe zum Ornament.

Bieten die Algen in sich geschlossene, gleichsam fertige Motive, die durch Reihung mühelos zu einem Ornament komponiert werden können, so bietet der zellige Bau der höher organisierten Pflanze der künstlerischen Betätigung häufig ein weiteres Feld, da die

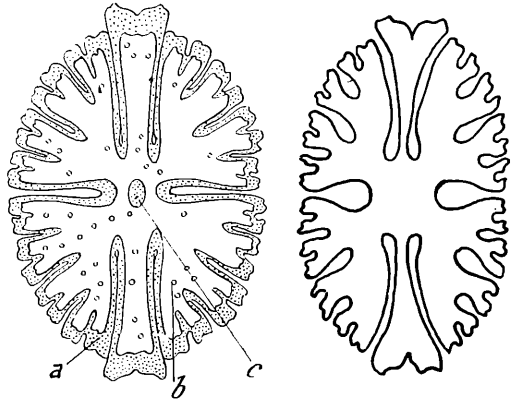


Abb. 3. Links: *Micrasterias sp.* — *a* = Poren der Zellwand; *b* = Einschlußkörper; *c* = Zellkern; rechts: durch Stilisierung gewonnenes Motiv, geeignet für Intarsien mit Holz, Metall, Elfenbein usw.

Motive durch die Gewebedifferenzierung, die ein Präparat aufweist, oft erst geschaffen werden müssen, um dann nach den Gesetzen der Reihung, Proportionalität und Symmetrie zu einer Komposition aufgebaut zu werden. Doch finden sich auch oft schon fertige Ornamente.

Ein Beispiel für letzteren Fall gibt ein Segment eines Stengelquerschnittes durch einen Schachtelhalm (*Equisetum hiemale*) an der Stelle eines Stengelknotens (Abb. 4). Man sieht hier die durch die Riefen wellenartig gestaltete Oberfläche des Stengels und die den Wellentälern entsprechenden Höhlen im Stengel. Dieses Motiv wurde zur Kreisfüllung (Abb. 4 unten) verwendet, und läßt sich als solche für Dosendeckel in Intarsia, Metalltreiberei oder Reliefmalerei ausführen oder bildet verschieden gereiht einen Schmuck für größere Flächen.

Eine besonders reiche Fundgrube für Motive sind die vielgestaltigen Oberhäute von Blättern, Blüten und Früchten. Ein kleines Stückchen von der Oberhaut irgend eines Hahnenfußes (Familie der Ranunculaceen) unter das Mikroskop gebracht, entzückt unser Auge durch die ungemein bewegte Linienführung, hervorgerufen durch die wellig verlaufende Zellwand. Ruhepunkte in dieser Bewegung

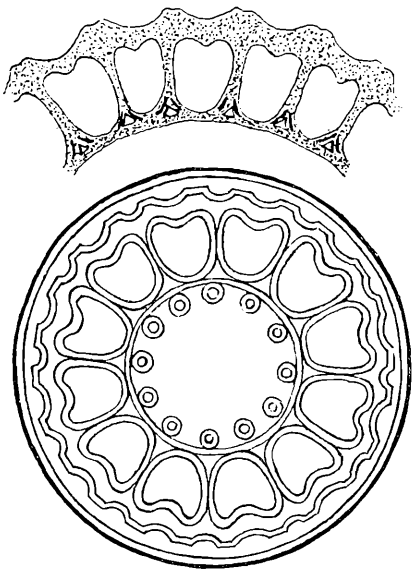


Abb. 4. Oben: Teil eines Stengelquerschnittes von Schachtelhalm (*Equisetum hiemale*); unten: Kreisfüllung, gewonnen durch Stilisierung des Stengelquerschnittes. Ausführbar in den verschiedensten Techniken des Kunstgewerbes.

stellen die Spaltöffnungen dar (Abb. 5). Gibt es wohl ein zierlicheres Muster für einen zarten Seidenstoff, oder in stärkerer Vergrößerung für eine Tapete oder Möbelstoffe? Die hier abgebildete Oberhaut entstammt dem Blatte des Leberblümchens (*Anemone hepatica*).

Oberhäute mit mannigfaltig geformten Haaren bieten ebenso zahlreiche als reizvolle Motive. Auch die sonst nur vom Standpunkte der Untersuchung der Nahrungsmittel beachteten Spelzen unserer Getreidearten offenbaren in ihren Oberhäuten feinlinige Ornamente, die sich ohne wesentliche Veränderung für Füllmuster vorzüglich eignen. Abb. 6 bringt ein Motiv, entnommen der Oberhaut einer Hirsespelze, wie denn überhaupt die Spelzen unserer Hirsearten (*Panicum-* und *Setaria*-Arten) in ihrem Zellenbau reich an überaus bewegten Linienornamenten sind. Ich möchte hier aber auch noch auf die Spelzen

von Gerste, Weizen, Hafer und Mais verweisen, die in den Oberhäuten ebenfalls manch schönes Motiv enthalten, wie auch die Spelzen verschiedener anderer Gräser.

Reizvoll sind auch die starkwandigen Fruchtoberhautzellen von Apfel und Birne oder die Steinzellen, die die harte Schale des Kirschkernes bilden. Das Zellinnere (Lumen) dieser als Sklerenchym bezeichneten Zellen

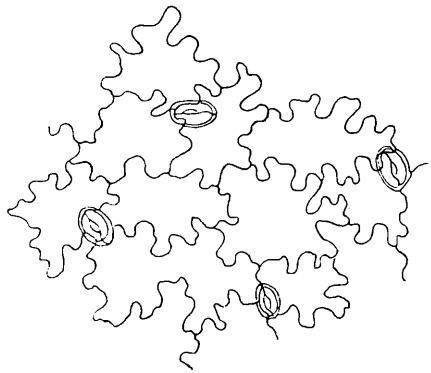


Abb. 5. Aus der Blattoberhaut des Leberblümchens (*Anemone hepatica*). Zwischen den stark welligen Oberhautzellen liegen die Spaltöffnungen, die lebenswichtigen Organe des Blattes. (In unserer Abbildung sind 4 Spaltöffnungen dargestellt.) Vorwurf für Seiden, Tapeten usw.

strahlt da feinlinig durch die dicken Wände aus, berührt sich mit dem der Nachbarzellen und ergibt so Motive von eigenartiger Wirkung.

Auch die in der Küche in Vorrat gehaltenen Gewürze schließen manch zartes Motiv ein. So führt z. B. das Majoranblatt (*Origanum majorana*) an seiner Oberseite Drüsenhaare, um die die Oberhautzellen rosettenartig gruppiert sind und ein künstlerisch gut verwertbares Motiv ergeben. Auch die Unterseite mit

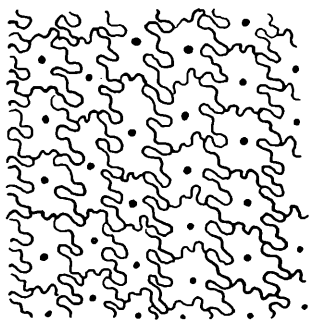


Abb. 6. Füllmuster, gewonnen durch Stilisierung der Oberhautzellen einer Hirsespelze. Geeignet als Muster auf Seide, Möbelstoffen, Tapeten u. dgl.

wieder anders gestalteten Haaren ist sehr reizvoll. Das Blatt des nahe verwandten Saturei (*Satureia hortensis*) bietet ähnliche Motive. Ebenso besitzen Lorbeerblätter ein sehr schönes Oberhautgewebe.

Präparate dieser trockenen Blätter sind sehr leicht zu erhalten, indem man ein Stückchen des trockenen Blattes einfach in einem kleinen Porzellantiegel über der Spirituslampe oder einem Gasbrenner aufkocht und dann von dem durch das Kochen weich gewordenen Blatte die Oberhaut abzieht.

Abgekochter Tee zeigt eine Fülle von Motiven an den Blattoberhäuten. Weniger angenehm für den Teetrinker, jedoch interessant für den, der den Rückstand mikroskopiert, ist es, wenn der Tee mit Weiden-, Weidenröschen- oder Eschenblättern verfälscht wurde. Denn die Oberhautzellen dieser Blätter vermehren noch den Formenreichtum.

Diese Beispiele seien angeführt, um jeden Freund des Mikroskops darauf zu verweisen, daß auch die unscheinbarsten Pflanzenreste, oder solche Pflanzen, die wir nur als Nutzpflanzen anzusehen gewöhnt sind, ihre vielgestaltige verborgene Schönheit uns im Mikroskop offenbaren.

Dringen wir nun tiefer in das Pflanzeninnere ein, und fertigen wir einen Stengelquerschnitt an, dann haben wir in seinen Geweben die herrlichsten Vorwürfe für Tülldurchzüge und Tüllstickereien. Abb. 7 zeigt einen Stengelquerschnitt der Osterluzei (*Aristolochia sipho*). In das aus vieleckigen Zellen bestehende

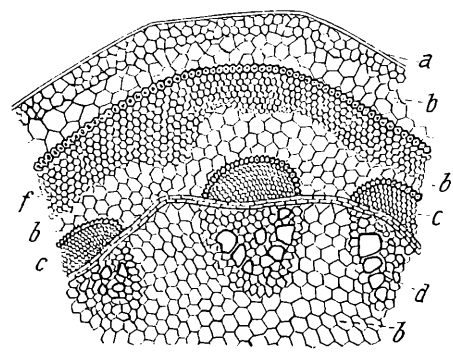


Abb. 7. Teil eines Stengelquerschnittes der Osterluzei (*Aristolochia sipho*). — *a* = Oberhaut, *b* = Parenchym, *c* = Bastteil des Gefäßbündels, *d* = Holzteil des Gefäßbündels, zwischen Bast- und Holzteil verläuft der Kambiumkranz, *f* = Sklerenchymscheide. — Das Ganze ist stark schematisiert, so daß sich leicht die Verwertbarkeit solcher Präparate als Vorwürfe für Spitzen oder Tüllstickerei aller Art ergibt

Grundgewebe sind die Gefäßbündel eingelagert, die Leitungsbahnen für Wasser- und Nährstoffe. Der schmale Strang zwischen den Leitbündeln ist das Kambium oder Teilungsgewebe und dieses bildet bei den Zweikeimblättrigen einen durch die Gefäße ziehenden geschlossenen Zylinder. Meist verläuft um die Bündel herum zur besonderen Festigung des Stengels ein Sklerenchymring, der aus starkwandigen, druckfesten Zellen aufgebaut ist. Außerhalb dieses folgt wieder Grundgewebe (Parenchym) und schließlich die Stengeloberhaut.

Nun noch ein paar Worte über die Präparation der Oberhäute und Stengelquerschnitte für das Mikroskop! Blattoberhäute sind besonders leicht zu präparieren. Man spannt das zu untersuchende Blatt über den Zeigefinger

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

der Linken, ritzt mit dem Rasiermesser die Oberhaut ein und zieht eines der abstehenden Enden mit der Pinzette ein Stück weit ab. Auf diese Weise erhält man ein sehr zartes, weißliches Häutchen, das man in den Wassertropfen auf den Objektträger bringt und dann mit dem Deckgläschen bedeckt. Erscheint das Häutchen grün, dann ist es zu dick, denn dann hat man noch chlorophyllführende Zellen des Mesophylls mitbekommen.

Um einen Stengelquerschnitt anzufertigen, braucht es ein wenig mehr Geschicklichkeit. Man bereitet zuerst mit einem scharfen Taschenmesser eine glatte horizontale Schnittfläche vor, die senkrecht auf die Längsrichtung des Stengels stehen muß. Schiefe Lage der Schnittfläche ergibt verschwommene Präparate. Dann erst zieht man das Rasiermesser rasch durch. Es genügt, wenn man einen Bruchteil des Stengelquerschnittes auf diese Weise erhält. Sehr zarte Stengel klemmt man zwecks leichterer Schnittführung in Hollundermark oder Kork ein.

Was immer an Pflanzen der Mikroskopiker wählt, immer wird er voll Befriedigung und Begeisterung in das geheime Weben des Zellenbaues blicken. Und wer oft in freien Mußestunden dieses unermeßliche Reich des Mikrokosmos durch das Mikroskop betritt, lernt die wundervolle Schönheit seiner Formen erschauen und erfassen. Sie begleiten ihn in seine Umwelt zurück, wo er sie nicht mehr missen will. So führen sie ihn dahin, sie für Kunst und Kunstgewerbe umzuwerten und sie auf diesem großen Gebiet menschlicher Kulturbetätigung künstlerisch neu erstehen zu lassen. Ein jeder kann hier schaffen und dazu beitragen, daß die reiche Gestaltung des Mikrokosmos allmählich geistiger Besitz des Volkes werde.

Weitere Beiträge zum Plankton der Oder[1])

Von **E. Bennin,** Landsberg a. W.

(Bearbeitet Institut für Pflanzenkrankheiten der Preuß. landwirtschaftl. Versuchs- und Forschungsanstalten)

III. Das Juliplankton von Frankfurt bis zum Stettiner Haff.

Die Gelegenheit zu diesen planktischen Untersuchungen des Oderstromes in seiner linearen Ausdehnung von Frankfurt bis zum Stettiner Haff erbrachte die „Studienfahrt märkischer Lehrer" die im Dienste der Heimatkunde und Heimatforschung vom 19.—22. Juli 1926 unternommen worden war. Die Oder, die mit einer Länge von 944 km zu den größten deutschen Flüssen gehört, führte zur Zeit der Untersuchung infolge des Ende Juni 1926 voraufgegangenen, durch Regengüsse verursachten Hochwassers noch einen hohen Wasserstand, so daß die Buhnenanlagen unsichtbar und die tiefgelegenen Niederungen überschwemmt waren.

Bei hohem Wasserstande bestimmte auch Kolkwitz (Die Beziehung des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. Mittlg. a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung Bd. 4, 1911) mit Hilfe der Planktonkammer den Organismengehalt des Oderwassers bei Breslau. Er fand am 12. 11. 10 in 1 ccm *Chlamydothrix ochracea* vereinzelt, *Cryptomonas erosa* 3, *Synura uvella* 1, *Nitzschia* (Schalen) und *Synedra* (Schalen) ganz vereinzelt, im übrigen Hunderte bis Tausende gröbere und sehr feine Detrituspartikel und vereinzelt feine Sandkörnchen. Demnach war das Oderwasser seinerzeit auffallend arm an lebender Substanz. Zur Erklärung weist Kolkwitz darauf hin, daß der Fluß „normalerweise zu den recht schnell fließenden Gewässern mit zum Teil rasch wechselnden Wasserständen" gehört und daß „im Laufe der Oder sich keine größeren Seen eingeschaltet finden, so daß zu Zeiten von Hochwasser ein großer Teil des Planktons ausgespült wird. Dementsprechend zeigt die unter solchen Verhältnissen bei Breslau entnommene Probe auch einen sehr geringen Gehalt an Euplanktonten."

Während uns hier ein Kammerbefund aus der oberen Stromstrecke mitgeteilt wird, entstammen die folgenden Ergebnisse der Stat. 1 und 2 aus der mittleren und die der Stat. 3—9 aus der unteren Oder (Abb. 1).

1. Das Kammerplankton.

(Die Zahlen geben die Individuenmenge 1 ccm Oderwasser an.)

Stat. 1, Frankfurt, Straßenbrücke, linke Uferseite. 19. 7 1926 + 23° C

Melosira helvetica	1
Stephanodiscus hantzschii + *var pusilla*	140
Meridion circulare	1
Fragilaria capucina +[1])	1
„ *crotonensis*	3
Synedra acus + *ulna*	8
Asterionella gracillima + *formosa*	5
Cocconeis pediculus	7
Navicula	26
Amphora ovalis	1
Nitzschiella acicularis	13
Bacillariaceen	206

[1]) Siehe die Beiträge im Mikrokosmos, XVIII, 1924/25, S. 217 Daselbst finden sich auch weitere Literaturangaben über das Oderplankton

[1]) + am Ende der Artbezeichnung bedeutet, daß ähnliche Formen mitgerechnet sind

Scenedesmus acuminatus	11
bijugatus	2
obliquus.	2
,, *quadricauda*	16
Actinastrum hantzschii + *var. fluviatile*	0—1
Crucigenia rectangularis	1
Selenastrum gracile	4
Dictyosphaerium ehrenbergianum + *pulchellum*	8
Ankistrodesmus falcatus	39
biplex	2
,, *setigerus*	3
Coelastrum microporum.	7
Oocystis	7
Chlorella	4
Chlorophyceen	107
Chlamydomonas	150
Dinobryon divergens	0—1
Cryptomonas erosa +	7
Euglena acus	0—1
oxyuris	0—1
,, *viridis*.	0—1
Trachelomonas hispida	1
,, *volvocina*	7
Sonstige Flagellaten	570
Flagellaten	739
Dactylococcopsis rhaphidiodes	7
Chroococcos-ähnliche Arten	29
Schizophyceen	36
Strombidium spec.	3
Tintinnidium fluviatile	2
Protozoen	5
Insgesamt	1093

Detritus, fein, mehrere Tausend
Detritus, grob, mehrere Hundert
Seston 0,75 ccm[1])

Im Gegensatz zu dem Kolkwitzschen Untersuchungsergebnis in der oberen Oder ist das Plankton bei Frankfurt in der Individuenmenge und auch in der Menge der Arten recht umfangreich. Es ist jedoch nicht angebracht, nun aus dem vorliegenden Befund für gewiß folgern zu wollen, daß der Organismengehalt des Stromes in seiner mittleren Strecke erheblich reicher besiedelt sei. Nach unserer Kenntnis über die Planktonverteilung des Rheinstromes (Kolkwitz) ist diese Annahme wohl berechtigt, und es ist leicht einzusehen, denn gewinnt doch mit der Länge eines Flusses auch das Plankton, sowohl im freien Wasser selbst, als auch in den mehr oder weniger vorhandenen, längsseits liegenden Stillwasserzonen, seine Entwicklungsmöglichkeit. In diesem Falle hier müssen wir jedoch die Zeit der Probeentnahme beachten. Von ihr ist nicht bloß die Periodizität, sondern auch die Produktivität der Kammerplankter abhängig. Auf Grund der mehrjährigen Beobachtungen der Kammerorganismen der Warthe (Bennin, Das Plankton der Warthe in den Jahren 1920—1924. Archiv f. Hydrobiologie Bd. 17) tritt uns im Februar bis März eine zunehmende, April die 1. maximale, Mai eine abnehmende, Juni bis August eine mehr stetige, September die 2. maximale, Oktober bis Januar eine abnehmende Entwicklungsperiode entgegen. Auch bei normalen Wasserverhältnissen ist es demnach ganz selbstverständlich, daß der Befund bei Breslau, der zur Zeit der abnehmenden Periode gewonnen worden ist, schon an und für sich geringere Werte ergeben muß als zur Zeit der stetigen sommerlichen Vegetation. Hinzu kommt nun noch der Einfluß des Hochwassers, wodurch die Individuenmenge vom Beginn bis zum Scheitelpunkt der Flutwelle infolge der Abströmung dauernd — wenn auch nicht gleichmäßig — kleiner wird. Zur Zeit des Höchststandes werden die geringsten Werte nachgewiesen. Während der Ablaufperiode des Hochwassers verhält sich die Organismenanzahl örtlich verschieden. In Flußstrecken, in denen unter normalen Verhältnissen ausgedehnte Überschwemmungsgebiete fehlen, so auch im oberen Flußabschnitt der Oder, ist ein Anstieg des Kammerplanktons nur gering. Sind aber die überfluteten Niederungen von einiger Größe und bleibt das Wasser auf solchen Gebieten wochenlang stehen, wie es zur Zeit dieser Untersuchung bei Frankfurt gewesen ist, und kommen noch günstige jahreszeitliche Vegetationsbedingungen hinzu, so erhöht sich die Individuenanzahl im freien Strom sehr schnell, weil das abströmende Wasser die Organismen des Überflutungsgeländes mit sich führt.

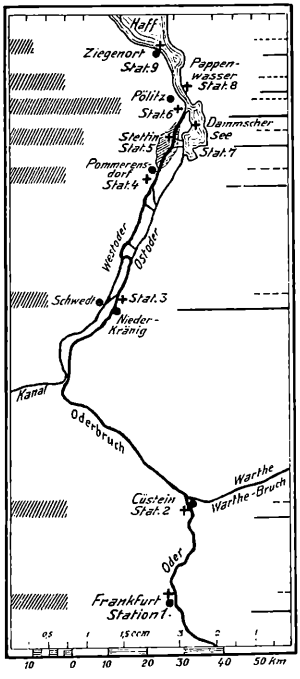


Abb. 1. Untersuchter Oderlauf. — + = Entnahmestellen. Linksseitig: Sestonmengen pro 50 l; 0,5 cm = 0,5 ccm. Rechtsseitig: —— = Kammerplankton; 0,5 cm = 1000 Individuen. - - - - = Sieb-plankton, 0,5 cm = 100 Individuen

Ein Unterschied des Kammerplanktons zwischen der oberen und der mittleren Oder wird wohl vorhanden sein, aber er braucht nicht quantitativ und qualitativ so groß zu sein, wie er uns hier erscheint.

Stat. 2, Küstrin, oberhalb der Straßenbrücke, linke Uferseite. 19. 7. 1926, + 24,1° C.

Melosira granulata + *helvetica varians*	5
	1

[1]) Das Seston bezieht sich auf die Wassermenge von 50 Liter

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Cyclotella spec.	2
Stephanodiscus hantzschii + var. pusilla	170
Fragilaria crotonensis	1
Synedra acus + ulna	4
Asterionella grac.	2
Navicula	9
Nitzschiella acicularis	15
	209
Scenedesmus acuminatus	1
bijugatus	2
obliquus	4
quadricauda	5
Actinastrum hantzschii + flur.	2
Crucigenia rectangularis	1
Selenastrum minutum	3
Dictyosphaerium ehrenbergi. + pulchell.	5
Ankistrodesmus falcatus	17
acicularis	6
,, *duplex*	1
setigerus	1
biplex	8
,, *longissimus*	3
Coelastrum microporum	4
	63
Chlamydomonas	36
Pandorina morum	2
Cryptomonas erosa +	3
Trachelomonas hispida	2
,, *volvocina*	2
Anthophysa vegetans	1
Sonstige Flagellaten	580
	626
Strombidium	3
Tintinnidium flur.	1
	4
Insgesamt	902

Detritus, fein, einige Tausend
Detritus, grob, einige Hundert
Seston 0,75 ccm

Die Gesamtmenge in der Kammer hat sich demnach kaum wesentlich geändert. Interessant ist aber ein Vergleich mit den in dieser Zeitschrift (Jahrg. XVIII, 1924/25, S. 217) veröffentlichten quantitativen Ergebnissen vom Juli 1924. Die Kammer, wie auch die Organismenanzahl im Seston, zeigten damals eine bedeutend stärkere Produktivität der Oder bei Küstrin an. Nach monatelangem normalen Wasserstande (im April herrschte ein starkes Hochwasser), war die Individuenmenge in 1 ccm Stromwasser um mehr als das Sechsfache und das Ergebnis der Siebprobe um beinahe das Dreißigfache größer. Aber auch qualitativ machte sich ein erheblicher Unterschied bemerkbar. Damals dominierte *Diatoma elongatum*, und *Synedra actinastroides* war in nicht geringer Menge vorhanden, während diesmal beide überhaupt fehlten. Sogar auf der ganzen untersuchten Stromstrecke wurden diese Bacillariaceen mit der Kammermethode nie erfaßt, wohl aber durch den Qualitativfang an wenigen Stationen sehr vereinzelt (2—3mal je 1 Exemplar). Auch aus diesem Vergleich ist der Einfluß des Wasserstandes ersichtlich. Die Strömungsverhältnisse geben uns ein sich stets änderndes Bild; erst eine mehrjährige Beobachtung ermöglicht es uns, aus dem kaleidoskopartigen Geschehen festumrissene Tatsachen über den Planktongehalt eines Flusses zu gewinnen.

Stat. 3, Niederkränig bei Schwedt, Mitte des Stromes. 19. 7 1926, + 24,6° C.

Melosira varians	1
Stephanodiscus hantzschii + pus.	1530
Fragilaria capucina +	1
,, *crotonensis*	1
Synedra acus + ulna	4
Asterionella grac.	1
Navicula	10
Nitzschiella acicularis	10
	1558
Scenedesmus acuminatus	12
bijugatus	1
,, *quadricauda*	15
Actinastrum hantzschii + flur	9
Dictyosphaerium ehrenbergi. + pulch.	15
Ankistrodesmus falcatus	46
var. acicularis	32
,, *biplex*	2
Coelastrum microp.	1
Oocystis spec.	17
	150
Chroococcus ähnlich	270
	270
Chlamydomonas	150
Pandorina morum	4
Eudorina elegans	1
Cryptomonas erosa +	13
Euglena spec.	3
Sonstige Flagellaten	850
	1021
Strombidium	3
Insgesamt	3002

Detritus, fein, etwa 1000
Detritus, grob, etwa 200
Seston 0,50 ccm

Von diesem Untersuchungsort ab ist das Gefälle der Oder nur noch ganz gering und infolgedessen die Strömung bedeutend verlangsamt. Die Detritusmengen der Kammer und auch der gesamte Rückstand des Sestons erreicht hier kleinere Werte als bisher. Während bei Frankfurt und auch noch Küstrin unter den absiebbaren Schwebestoffen in erster Linie kleine kotballenartige Gebilde und viele noch ziemlich unverarbeitete Reste höherer Pflanzen auffallen, sind diese hier seltener, und die Kotballen fehlen fast ganz; dafür treten aber Überreste der Chitinpanzer von Insekten und Krebsen, leere Zellschläuche von Fadenalgen und Zellulosefasern um so mehr in den Vordergrund, demnach also solche Dinge, die sich schwer absetzen.

In 1 ccm Stromwasser ist an dieser Stelle die stärkste Besiedlung nachzuweisen, erreicht doch die Anzahl der Individuen 3002. Die *Stephanodiscus*-Vegetation ist hier am umfangreichsten; denn auf allen Untersuchungsstationen vor- und nachher fehlt eine solche Individuenmenge, die mit 1530 mehr als

50% des Gesamtbefundes ausmacht. Obgleich auch dieser Flußteil von Küstrin ab durch Deiche und teilweise auch durch natürliche Höhen eingeengt ist, finden sich zwischen diesen Grenzen Überschwemmungsgebiete, die im Hinblick auf die Länge der Flußstrecke bei Hochwasser recht beträchtlich sind. Hinzu kommt noch das ausgedehnte Überflutungsgelände der Warthe bei Küstrin (Westteil des Warthebruches), wodurch die untere Oder ebenfalls biologisch beeinflußt wird. Während der Bereisung war noch ein großer Teil der anliegenden Ländereien und Wiesen mit Wasser bedeckt, und die vielen hier vorhandenen Altwässer wurden dadurch den Blicken entzogen. Aber nicht nur die langsamere Strömung im freien Fluß und die Stillwasserzonen begünstigen die Algenvegetation, sondern auch die Nährstoffanreicherung infolge der Auslaugung des überfluteten Geländes.

Aber sonderbarerweise steigt nun nicht die Individuenanzahl in der unteren Oder weiter, sie bleibt auch nicht in ähnlicher Höhe; denn schon oberhalb Stettin (Stat.4) macht sich ein starker Abfall der Kurve bemerkbar (Abb. 1), der hauptsächlich durch den geringeren *Stephanodiscus*-Bestand bedingt wird.

Stat. 5, Stettin, Hafen unterhalb der Baumbrücke, linke Uferseite. 21. 7. 1926, + 23,6° C.

Melosira helvetica	1
Cyclotella spec.	4
Stephanodiscus hantzschii + pusilla	220
Synedra acus + ulna	1
Asterionella gracil.	1
Navicula	8
Nitzschiella acicularis	5
	240
Scenedesmus acuminatus	5
obliquus	1
,, *quadricauda*	5
Actinastrum hantzschii + flur.	17
Selenastrum gracile	10
Dictyosphaerium ehrenbergi. + pulch.	13
Ankistrodesmus falcatus	27
,, *var. acicularis*	11
Coelastrum microporum	1
Chlorella spec.	3
	93
Chroococcus-ähnlich	11
Merismopedia glauca	1
	12
Chlamydomonas	21
Mallomonas spec.	1
Cryptomonas	10
Euglena spiroides	1
viridis	2
,, *spec.*	1
Trachelomonas volvoc.	9
Peridinium	1
Chrysosphaerella longispina	1
Sonstige Flagellaten	1040
	1087
Tintinnidium fluv.	2
Caenomorpha spec.	1
	3
Insgesamt	1435

Detritus, fein, 1000—2000
Detritus, grob, etwa 300
Seston 1,00 ccm

Wie aus diesem Befund hervorgeht, ist der Kammerbestand noch weiter zurückgegangen, vor allem die *Stephanodiscus*- und Chlorophyceenanzahl. Nur die sonstigen Flagellaten (d. h. kleine farblose Formen, aber auch die kleinsten nannoplanktischen Arten der Chrysomonadinen sind mit einbegriffen) und darunter die *Bodo*-Arten sind im Hafenbereich am stärksten vertreten, wo sie in dem mehr mesotrophen Wasser die besten Wachstumsbedingungen finden.

Das Seston hat ein schwarzes Aussehen und besteht zum größten Teil aus Straßen- und Kohlenstaub, aus Fäden verschiedenster Art, aus vereinzelten Muskelfasern und aus Pflanzenresten. Die verstärkte Detrituszufuhr kennzeichnet sich deutlich in der Menge der absiebbaren Schwebestoffe, die hier 1 ccm erreicht. Noch größer ist jedoch ihr Wert unterhalb der Stettiner industriellen Anlagen, in der sogenannten Königsfahrt (Stat. 6), d. i. die Verbindung des Oderstromes mit den mehr seenartigen Erweiterungen. Die Sestonmenge aus 50 Liter Oderwasser beträgt hier 1,5 ccm, und somit tritt uns an dieser Stelle die von Kolkwitz zum ersten Male für den Rhein festgestellte Tatsache entgegen, daß die Schwebestoffe nach größeren Siedlungszentren stets ansteigen. Das Untersuchungsergebnis der Kammerzählung zeigt uns qualitativ und quantitativ ähnliche Verhältnisse wie im Stettiner Hafengebiet. Aber schon wenige Kilometer weiter stromabwärts hat sich die Organismenanzahl in ihrer Gesamtheit in 1 ccm wieder vermindert, wie aus folgender Zählung zu entnehmen ist.

Stat. 8, Damansch (östl. von Pölitz, Mitte des Stromes. 21. 7. 1926, + 22,9° C.

Melosira gran. + helv	4
Stephanodiscus hantzschii + pus.	270
Synedra acus + ulna	2
Navicula	1
Nitzschiella acicularis	4
	281
Scenedesmus acuminatus	1
,, *quadricauda*	7
Actinastrum hantzschii	1
Selenastrum minutum	110
Dictyosphaerium ehrenbergi. + pulch.	1
Ankistrodesmus falcatus	2
var. acicularis	5
	127
Chlamydomonas	1
Cryptomonas	10
Sonstige Flagellaten	610
	621

Tintinnidium fluv.	3
	3
Insgesamt	1032

Detritus, fein, einige Tausend,
Detritus, grob, etwa 30,
Seston 0,75 ccm.

Unter den Chlorophyceen herrscht *Selenastrum minutum*. Diese Grünalge tritt an Stat. 6 in stärkster Entfaltung auf (210 Indiv.), nimmt aber sehr bald wieder ab.

Das Seston hat nun nicht mehr die dunklere, sondern eine hellere, eine mehr braungrünliche Färbung angenommen. Grobe Detritusteilchen fehlen fast ganz, dafür sind aber einige Tausend flockige Partikel vorhanden, die darauf hinweisen, daß der größte Teil der organischen Schwebestoffe nicht etwa sedimentiert, sondern bis zu einem bestimmten Grade abgebaut worden sind.

Stat. 9, Ziegenort, Hafen. 22. 7. 26, + 22,1° C.

Melosira granulata	1
Stephanodiscus h. + p.	14
Synedra acus + ulna	3
Cocconeis	1
Navicula	3
	22
Lagerheimia genevensis	10
Actinastrum h. + fluv	3
Selenastrum minutum	20
Dictyosphaerium ehrenbergi.	1
,, *reniforme*	3
Ankistrodesmus acicularis	7
biplex	1
	45
Chlamydomonas	10
Cryptomonas	3
Trachelomonas hispida	1
Sonstige Flagellaten	570
	584
Tintinnidium fluv.	1
Insgesamt	652

Detritus, fein, etwa 1000,
Detritus, grob, fehlt,
Seston 0,30 ccm.

Leider war es mir nicht möglich, die Untersuchungen weiter als bis zur Haffgrenze auszudehnen. Hier wurden sie im Ziegenorter Hafen, durch den eine Strömung vom Pappenwasser ins Haff führt, vorgenommen. Auffällig ist die geringe Individuenanzahl in der Planktonkammer. Viele charakteristischen Vertreter fehlen ganz oder sind doch, so *Stephanodiscus*, bis auf einen winzigen Rest zusammengeschrumpft. Die geringe Menge der absiebbaren Detritusstoffe ist im Hinblick auf die verlangsamte Strömung zu verstehen. In der Kammer fehlen grobe Teilchen ganz; aber auch die flockigen Partikel (Stat. 8) sind zum größten Teil geschwunden.

Große Ähnlichkeit hiermit hat der quantitative Befund im Dammschen See (Stat. 7), wenn auch dort *Stephanodiscus* noch mit 130 Exemplaren vertreten ist. In 1 ccm Seewasser wurden gezählt (21. 7. 26): 144 Bacillariaceen, 57 Chlorophyceen, 1 Schizophycee, 507 Flagellaten und 5 Protozoen, insgesamt 714 Individuen. Das Seston umfaßte 0,50 ccm.

Trotzdem beide Gewässer für die Planktonproduktivität günstige Bedingungen bieten, sind die tatsächlich gefundenen Werte kleiner als an allen andern Orten der untersuchten Stromstrecke. Aus den mit Hilfe der Kammermethode erzielten Ergebnissen ist zu ersehen, daß der Planktongehalt der Oder zur Zeit der Untersuchung bis in die Gegend von Schwedt zunimmt, um dann wieder bis zum Haff hin abzunehmen (Abb. 1. Die rechtsseitige Kurvendarstellung in Form der ausgezogenen Strecken.) Wie ist nun dieser Unterschied in der Produktivität zu erklären, oder ist er nur scheinbar? Scheinbar ist er dann, wenn der Unterlauf der unteren Oder eine solche vertikale Verteilung der Kammerplankter aufweist, daß die tieferen Wasserschichten erheblich reicher bevölkert sind als das Oberflächenwasser, das im vorliegenden Falle allein zur Untersuchung gekommen ist.[1]) Nach meiner bisherigen Kenntnis über potamoplanktische Verhältnisse neige ich jedoch nicht zu dieser Annahme. Immerhin fehlen mir darüber in dem hier in Betracht kommenden Gebiet positive Tatsachen, so daß es wünschenswert ist, wenn dementsprechende Untersuchungen angestellt werden.

Die Produktionsbedingungen sind chemischer und physikalischer Natur. Auf den günstigen physikalischen Faktor einer gewissen Ruhe wurde schon hingewiesen; er kann hier nur produktionsfördernd wirken. Ebenso steht es aber mit dem Chemismus, dem Nährstoffgehalt des unteren Oderwassers, und somit bleibt nur noch eine ökologische Beziehung zur Erklärung übrig: die Abhängigkeit der Pflanzenwelt von der Tierwelt. Nach den Untersuchungen Naumanns[2]) ist es uns bekannt, daß der größte Teil der nannoplanktischen Formen von der planktischen Fauna erbeutet werden kann. Aber auch die größeren Phytoplankter, das sogenannte Mikroplankton, wird von gewissen tierischen Faunaelementen weitgehend vertilgt. Um der Frage näher treten zu können, ist es demnach notwendig, die tierische Besiedlungsdichte des Gebiets kennen zu lernen.

(Schluß folgt).

[1]) Das notwendige Wasser wurde gewöhnlich während der Fahrt mit einem Eimer entnommen

[2]) Spezielle Untersuchungen über die Ernährungsbiologie des tierischen Limnoplanktons. Lunds Univ. Arsskrift Bd. 17 + 19, 1921, 1923

Die Pfahlnadel von *Monorhaphis chuni* F. E. Schulze

Eine mikrographische Skizze von Prof. **W. J. Schmidt** (Gießen, Zoolog. Institut)

Mit 19 Abbildungen, darunter 17 Originalen

Zu den interessantesten Tierformen, welche die „Deutsche Tiefsee-Expedition" auf dem Dampfer Valdivia (1898—1899) heimbrachte, gehört ein Kieselschwamm aus der Gruppe der Hexactinelliden: *Monorhaphis chuni*. Den Speziesnamen hat sein Beschreiber F. E. Schulze[1]) zu Ehren des Expeditionsleiters, des verstorbenen Leipziger Zoologen C. Chun, den Genusnamen aber, der, ins Deutsche übertragen, etwa „Einnadel" lauten würde, nach der hervorstechendsten Eigentümlichkeit dieses Schwammes gewählt: sein zylindrischer Körper wird nämlich von einer einzigen, riesigen „Pfahlnadel" durchsetzt, die aus dem unteren Ende noch weit hervorragt und den Schwamm im Meeresboden befestigt (vgl. Abb. 1 u. 2). Nach den vorliegenden Bruchstücken — keine einzige Nadel wurde ganz unverletzt erbeutet — zu schließen, kann die Pfahlnadel bis Kleinfingerdicke und gegen 3 m Länge erreichen! Wenn man bedenkt, daß die Nadeln der Kieselschwämme, oft mikroskopisch klein, sonst im äußersten Falle (Schopfnadeln vom Glasschwamm *Hyalonema*) stopfnadeldick und 30—40 cm lang werden, so kann man das berechtigte Erstaunen verstehen, das die wundersame Pfahlnadel von *Monorhaphis* bei den Fachgelehrten erregte. Und es versteht sich von selbst, daß F. E. Schulze auch diesem Erzeugnis der Tiefsee in seiner herrlichen Monographie eine eingehende Untersuchung widmete und dieses einzigartige Gebilde zum Prüfstein all' dessen machte, was bisher über den Bau von Kieselschwammnadeln vorlag.

Bevor wir aber darauf näher eingehen, seien der Gesamterscheinung des Schwammes ein paar Bemerkungen geschenkt. *Monorhaphis chuni* wurde zuerst in zwei jungen Exemplaren nördlich von der Insel Sansibar in 748 m Tiefe gefunden, dann in großen Exemplaren vor der Somaliküste in 1079 m Tiefe, eine verwandte Form, *Monorhaphis dives* F. E. Sch., in derselben Gegend bei 1644 m Tiefe. Abb. 1 gibt ein sehr junges Exemplar von *Monoraphis chuni* in natürlicher Größe wieder; Abb. 2 die mittlere Region des erwachsenen Schwammes mit oberem Querschnitt des Weichkörpers, in $^4/_{10}$ der natürlichen Größe. Der Weichkörper hat die Form eines Zylinders, der auf dem größten Teil seiner Oberfläche von rundlichen, unregelmäßig gestellten Lücken (bis 1 cm Durchmesser und mehr) durchbrochen ist, die als Ausgangsöffnungen (sog. Oscula) des den Körper durchsetzenden Kanalsystems (s. obere Schnittfläche) aufzufassen sind. Eine schmale Längskante des Schwammes aber ist mit querovalen flachen Vertiefungen „Nischen" versehen, deren Grund ein regelmäßiges Gitter abschließt (Abb. 2). Diese Bildungen gelten als große Oscularöffnungen, die in ähnlicher Weise von einer Siebplatte überdeckt werden, wie das bei verwandten Formen der Fall ist. Wie man sieht (Abb. 2), steckt die Nadel exzentrisch im Weichkörper und ist von einer Nadelscheide umgeben, die am oberen Ende eine Strecke weit abgelöst wurde. Außer der Pfahlnadel finden sich auch noch andere kieselige Skelett-Teile im Körper von *Monorhaphis*, auf die aber nicht näher eingegangen sei.



Abb 1. Sehr junges Exemplar von *Monorhaphis chuni*, natürl. Größe. (Nach F. E. Schulze a. a. O. Taf. XI, Fig. 2)

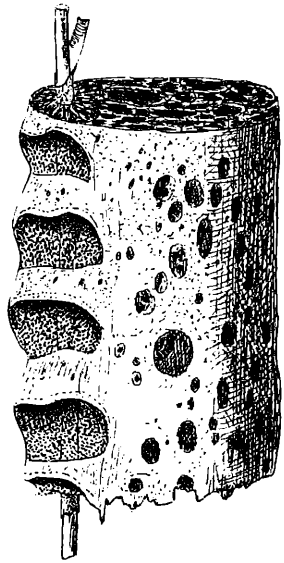


Abb. 2. Mittlere Region von *Monorhaphis*, $^4/_{10}$ der natürl. Größe. (Nach F. E. Schulze a. a. O. Taf. XI, Fig. 3, aber verkleinert)

Man weiß seit langem, daß die Kieselnadeln der Schwämme in ihrer Achse einen aus organischer Substanz bestehenden Zentralfaden (Achsenfaden) besitzen, um den herum die amorphe Kieselsäure („Spicopal") in mehr oder minder deutlich abgesetzten Lagen (Lamellen) bei der Bildung der Nadel abgeschieden wird. Diese Lamellierung ist bei der riesigen Pfahlnadel in prächtigster Weise schon im durchfallenden Licht, noch schöner im Dunkelfeld[2])

[1]) Vgl. Wiss. Ergebn. Deutsche Tiefsee-Expedition Bd. IV, 1904, *Hexactinellida*, bearbeitet von Franz Eilhard Schulze. Text und Atlas

[2]) Alle Dunkelfeldaufnahmen sind mit dem Leitz schen Dunkelfeldkondensor für schwache Vergrößerungen und gleich den übrigen Photos mit der Leitz schen Aufsatzkamera „Makkam" gemacht

© Elsevier GmbH. Reproduction via Elsevier. http://www.elsevier.de/

wahrzunehmen (Abb. 3): da erscheint nämlich die Nadel im optischen Schnitt von zahllosen meist schnurgeraden dünnen hellen

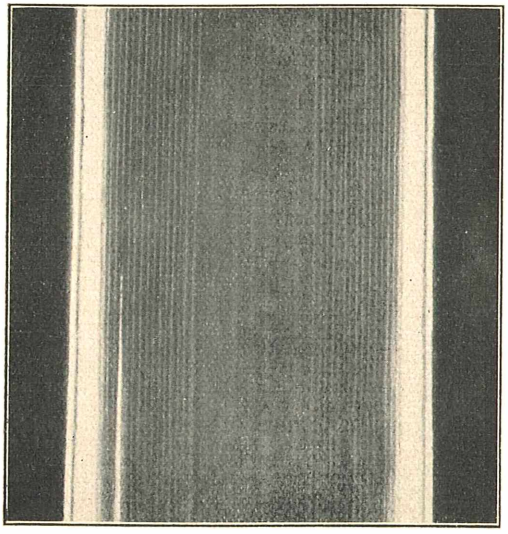


Abb. 3. Stück der Pfahlnadel von *Monorhaphis* (ein Teil der äußeren Lamellen abgeschält) im Dunkelfeld 85:1

Linien durchzogen, die von breiteren dunklen Zwischenräumen getrennt sind. Am Rande der Nadel, wo das Licht parallel der Lamellierung hindurchgeht, verschmelzen die Linien zu einer breiten helleuchtenden Zone. Weiter fällt auf, daß in der Mitte der Nadel die Lamellierung gar nicht oder nur sehr verschwommen erscheint; in diesem „adaxialen" Gebiet verläuft als dünne helle Linie der Achsenfaden, in Abb. 4 dadurch leicht kenntlich, daß er von zarten, hell aufleuchtenden

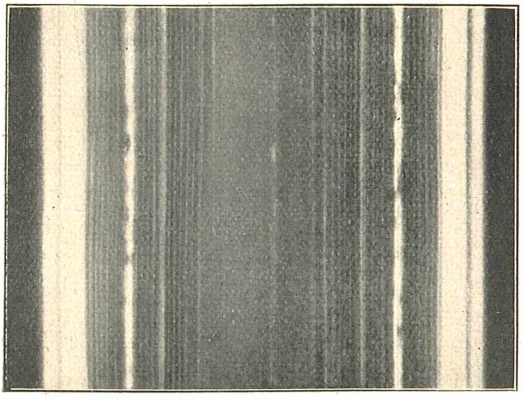


Abb. 4. Stück der Pfahlnadel von *Monorhaphis* (ein Teil der äußeren Lamellen abgeschält) im Dunkelfeld 85:1

Körnchen begleitet wird. Wo die Struktur der Nadel gelockert ist, erscheinen die hellen Linien unregelmäßig und vergröbert (vgl. Abb. 4).

Es fragt sich nun, was sind die hellen Linien im Dunkelfeld? F. E. Schulze glaubte sie als Lamellen aus organischer Substanz (Spiculin) ansprechen zu sollen; dabei stützte er sich unter anderem auf die Erscheinungen,

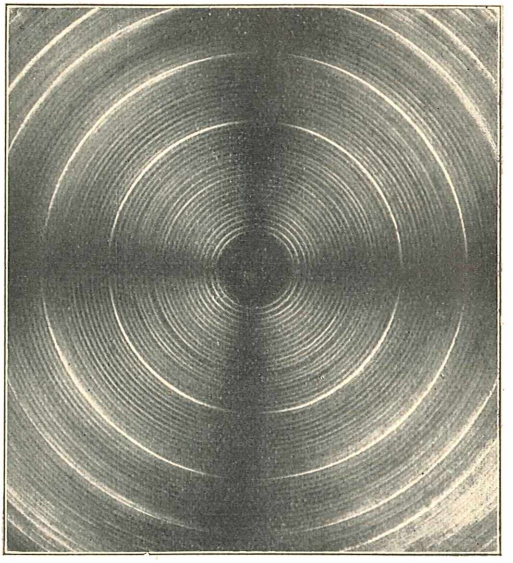


Abb. 5. Querschliff durch die Pfahlnadel von *Monorhaphis* (mittlerer Teil) zwischen gekreuzten Nikols. 56:1

welche die Pfahlnadel in polarisiertem Lichte darbietet; auch zwischen gekreuzten Nikols leuchten die dünnen Linien sowohl am Querschliff (Abb. 5), wie am Längsschliff

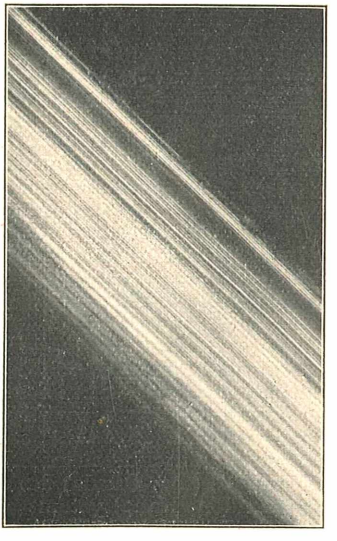


Abb. 6. Ein Stück eines Längsschliffes durch die Rinde der Pfahlnadel von *Monorhaphis* zwischen gekreuzten Nikols 70:1

(Abb. 6) hell auf. Der Querschliff (Abb. 5) zeigt das adaxiale Gebiet im ganzen dunkel, das peripherische von einem dunklen, den

Schwingungsrichtungen der Nikols entsprechenden Kreuz durchsetzt, das beim Drehen des Objekttisches sich nicht ändert. Bei Einschieben einer konventionell orientierten Gipsplatte Rot I nehmen die positiven Quadranten (oben rechts, unten links) sinkende (gelbe), die negativen steigende Farbe (blau) an, und das vormals dunkle Kreuz wird rot, so daß im ganzen ein sog. negatives Kreuz entsteht. Da die Nadeln von der Fläche betrachtet, keine Doppelbrechung zeigen, ergibt sich zusammen mit dem eben Gesagten, daß die Doppelbrechung negativ einachsig ist mit radial gelegener optischer Achse.

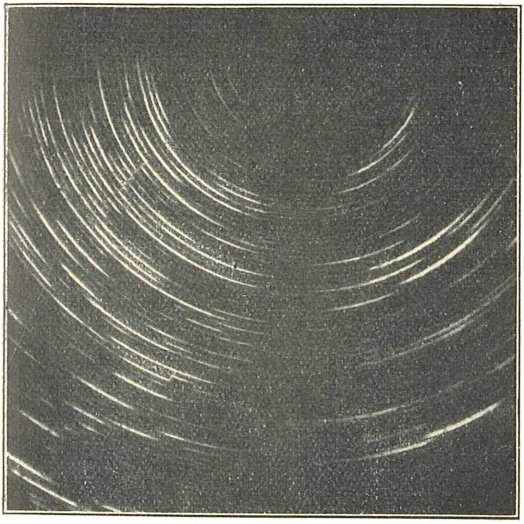


Abb. 7. Teil eines dünnen Querschliffes durch die Pfahlnadel von *Monorhaphis*, deren Lamellen streckenweise sich voneinander abgehoben haben, zwischen gekreuzten Nikols. 70 : 1



Abb. 8. Stück eines Querschliffes durch die Pfahlnadel von *Monorhaphis*, bei dem die Lamellen durch Erwärmen zum Abblättern gebracht wurden, zwischen gekreuzten Nikols. 70 : 1

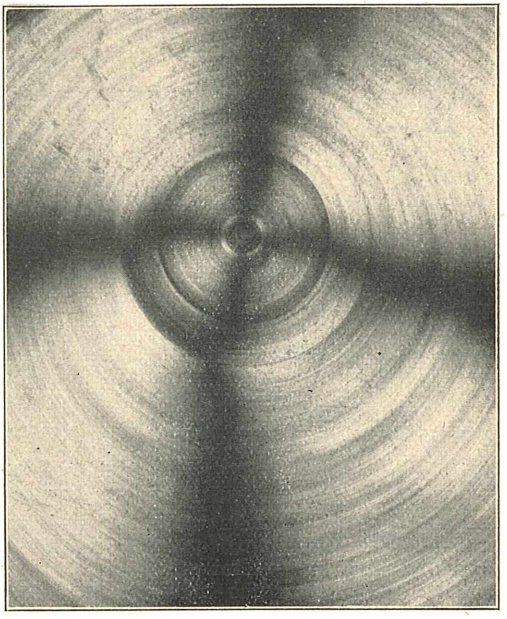


Abb. 9. Dicker Querschliff durch die Pfahlnadel von *Monorhaphis* zwischen gekreuzten Nikols. 18 : 1

Daß die Doppelbrechung nun keineswegs auf der Anwesenheit doppelbrechender „Spiculinlamellen" beruht, ergibt sich aus fol-

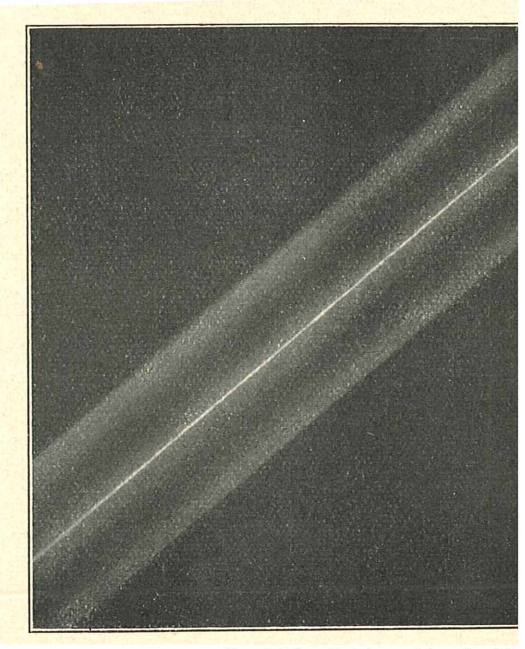


Abb. 10. Stück einer Begleitnadel (Comitale) von *Monorhaphis* zwischen gekreuzten Nikols. 70 : 1

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

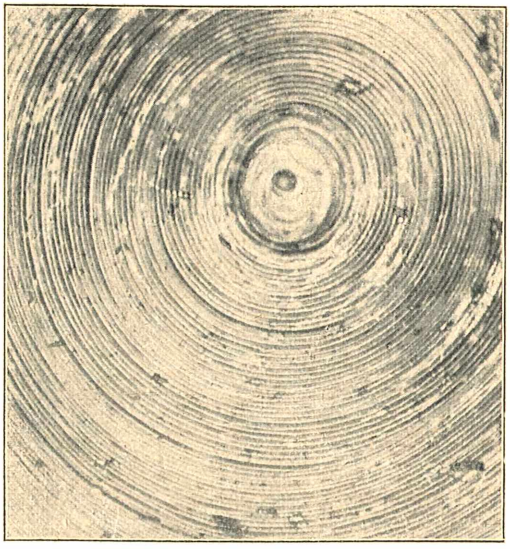


Abb. 11. Mittlerer Teil eines Querschliffes durch die Pfahlnadel von *Monorhaphis* mit Flußsäure geätzt. 68 : 1

gendem. Je dünner man einen Querschnitt der Nadel schleift, um so mehr sinkt die Doppelbrechung der Linien. Beginnt aber das Gefüge des Schliffes sich zu lockern, so steigt sie an den betreffenden Stellen wieder an (Abb. 7); ja radiale Sprünge (Abb. 7 oben in der linken Hälfte) in den Kieselamellen erschienen in polarisiertem Licht ebenso wie die vermeintlichen Spiculinlamellen. So erweist sich die Doppelbrechung strukturell verursacht als sog. Lamellardoppelbrechung. Was F. E. Schulze als doppelbrechende organische Lamellen ansah, ist weiter nichts, als eine rein optische Erscheinung an der Grenze benachbarter Kiesellamellen. Das läßt sich noch schöner dartun, wenn man einen Querschliff durch Erhitzen in die einzelnen Lamellen aufblättert (Abb. 8); dann steigt die Doppelbrechung bis zu einer gewissen Lockerung der Lamellen voneinander an, um bei weiterer Entfernung der Lamellen wieder zu sinken und schließlich ganz zu erlöschen. Erfüllt man die feinen Lücken zwischen den gelockerten Lamellen mit einer Flüssigkeit vom Brechungsindex des Spicopals, so verschwindet die Doppelbrechung.

Mit den beschriebenen Erscheinungen der Doppelbrechung sind nicht jene anderen

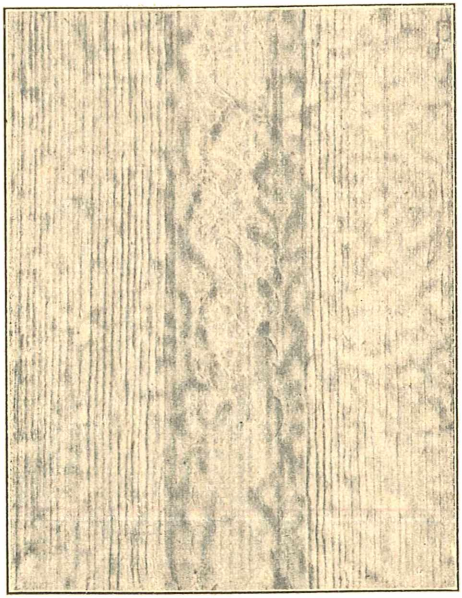


Abb. 12. Mittlerer Teil eines Längsschliffes durch die Pfahlnadel von *Monorhaphis* mit Flußsäure geätzt. 85 : 1

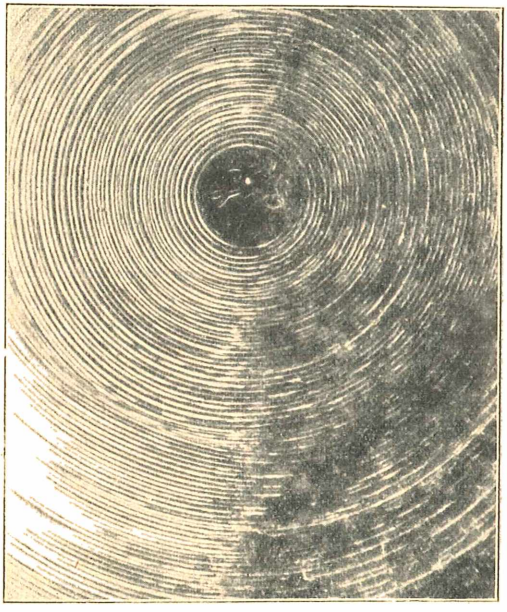


Abb. 13. Mittlerer Teil eines Querschliffes durch die Pfahlnadel von *Monorhaphis* links mit Flußsäure geätzt im Dunkelfeld. 85 : 1

zusammenzuwerfen, die durch mechanische Beeinflussung, Druck, Zug u. dgl., eintreten. Wie ein Stück isotropes Glas bei Druck doppelbrechend wird, so zeigt auch eine *Monorhaphis*- oder *Hyalonema*-Nadel beim Verbiegen kräftige Doppelbrechung, die beim Rückgang der Deformation wieder verschwindet. Beim Zerbrechen oder Zerteilen der Nadeln bleiben aber oft dauernde Spannungen durch gegensätzliche Wirkung verschiedener Bezirke zurück. Solche Vorkommnisse unterscheiden sich von der Strukturdoppelbrechung der Nadel zunächst darin, daß jetzt nicht nur die Lamellengrenzen, sondern die Lamellen selbst aufleuchten (Abb. 9), ferner dadurch, daß der optische Charakter des Kreuzes auf dem Querschnitt in verschiedenen Zonen gegensätzlich sein kann, wobei die verschiedenen Gebiete durch neutrale getrennt sind. Ähnliches kann man auch in

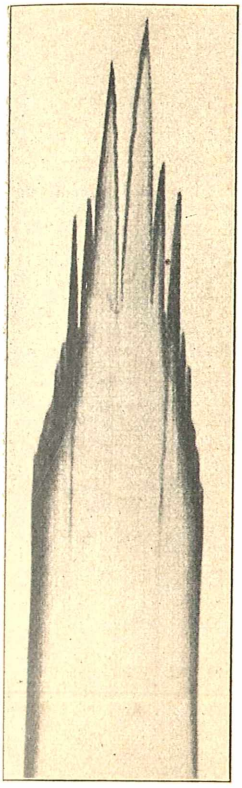


Abb. 14. Stück einer Schopfnadel von *Hyalonema*, am Bruchende einige Zeit mit Flußsäure behandelt. 85:1

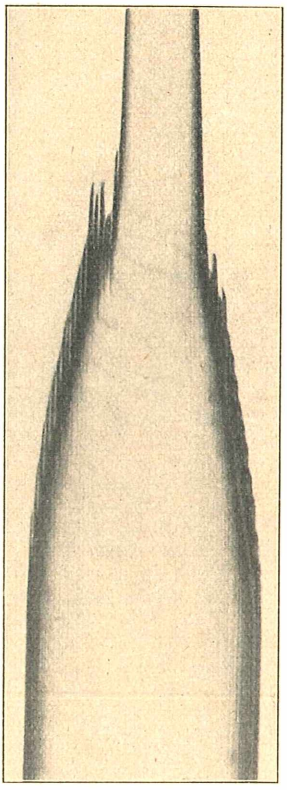


Abb. 15. Stück einer Schopfnadel von *Hyalonema*, am Bruchende einige Zeit in Flußsäure gehalten. (Der adaxiale Kegel ist nicht ganz im Bilde enthalten.) 85:1

der Längsansicht von Pfahlnadeln, auch der „Comitalia", welche stricknadeldick in grösserer Zahl die Pfahlnadel begleiten, feststellen. Abb. 10 gibt ein Stück einer solchen Begleitnadel wieder: der Achsenfaden leuchtet stark auf; er selbst wie das anliegende Gebiet wirken gemäß Verhaltens bei eingeschalteter Gipsplatte Rot I negativ in bezug auf die Nadellänge; dann folgt beiderseits eine breite isotrope Zone und am Rande der Nadel wieder eine anisotrope, aber von entgegengesetztem optischem Charakter.

Löst man die Pfahlnadel von *Monorhaphis* in Flußsäure auf, so bleibt organische Substanz zurück in Form feiner Lamellen, welche die Schichtung wiederholen. F. E. Schulze lokalisierte diese organische Substanz in seinen Spiculinlamellen, die wir als optische Erscheinung, als Grenze benachbarter Kiesellamellen erkannten, und glaubte, daß die Spiculinlamellen nach Auflösen der kieseligen übrig blieben. Nach unseren Befunden muß aber die organische Substanz in den Kiesellagen selbst liegen. Ätzt man einen Querschliff mit Flußsäure, so macht sich zunächst ein Gegensatz zwischen adaxialem und peripherischem Gebiet bemerkbar (Abb. 11) Während in diesem die Lamellierung äußerst scharf hervortritt, bedeckt sich das adaxiale Gebiet mit unregelmäßigan Ätzgruben und um den Achsenfaden herum bildet sich eine trichterförmige Vertiefung („Lösungstrichter") aus, in dem der Achsenfaden frei zutage tritt. Das bestätigt die eingangs im Dunkelfeld gemachte Beobachtung, daß die Lamellengrenzen im adaxialen Gebiet weniger gut abgesetzt, inniger miteinander verbunden sind als in der Nadelrinde. Dasselbe gewahrt man auch bei Ätzung von Längsschliffen: Abb. 12 zeigt aufs schönste die Ätzfiguren und die verschwommene Lamellierung im zentralen Gebiet, an den Seiten dagegen aufs deutlichste die Lamellengrenzen. Hier erkennt man auch, daß die Säure sich an den Lamellen grenzen in die Tiefe frißt.

Im peripherischen Gebiet des geätzten Querschliffes (vgl. Abb. 11 und 13, beim letzten im Dunkelfeld aufgenommenen ist die Ätzung nun auf der linken Seite vorgenommen!) tritt, wie bereits erwähnt, die Lamellierung aufs schärfste hervor. Genauere Untersuchung des Schliffes lehrt, daß eine jede Lamelle sich firstartig zuschärft, alo die Grenzen benachbarter Lamellen in vertieften Rillen zwischen je zwei Firsten liegen (im Präparat und Originalphoto konnte man diese Grenzen als feine [doppelbrechende] Linien erkennen); an den Grenzen bleibt also keine organische Substanz zurück. Vielmehr beobachtet man sie auf den Firsten als zarte Häutchen, die sich mit Eosin färben lassen. Es sei noch darauf hingewiesen, daß das adaxiale Gebiet (Abb. 13) im Dunkelfeld nicht aufleuchtet, wohl aber der Querschnitt des Achsenfadens als heller Punkt sichtbar ist.

Nach solcher Untersuchung der Ätzbilder an Schliffen sind auch die Erscheinungen

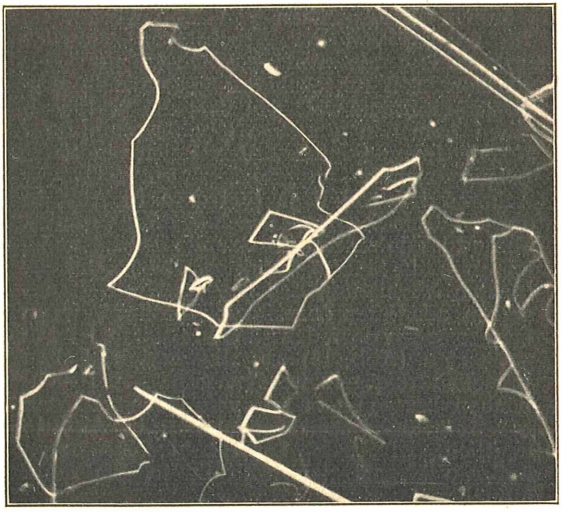


Abb. 16. Durch Erwärmen abgeblätterte Lamelle der Pfahlnadel von *Monorhaphis*. Erste Stufe der Wärmewirkung. Dunkelfeld, 85:1

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

leicht verständlich, welche Nadeln im ganzen unter der Einwirkung der Flußsäure erleiden. Die dicken Pfahlnadeln eignen sich dazu

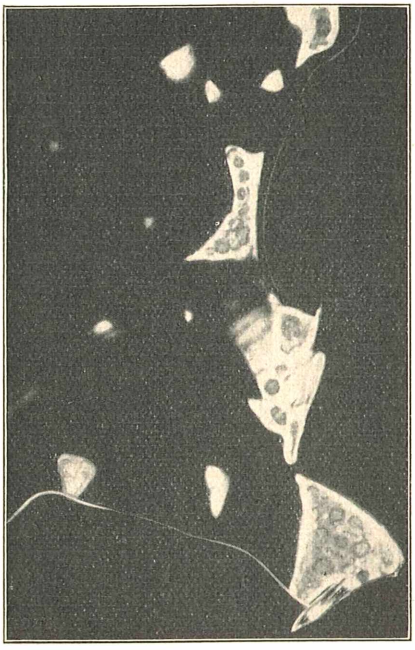


Abb. 17. Erhitzte Lamelle der Pfahlnadel von *Monorhaphis*. Zweite (äußerster linker Rand schwach aufleuchtende Flecken) bis dritte Stufe (Mitte und rechter Rand) der Wärmewirkung. Dunkelfeld, 85 : 1

weniger als etwa die Comitalia oder die Schopfnadeln von *Hyalonema*, dem „Glasschwamm". Beim Durchbrechen einer solchen Nadel splittern die äußeren Lamellen leicht ab und es entsteht gewöhnlich so schon eine konische Verjüngung am Bruchende. Hält man ein solches Ende einige Zeit in Flußsäure, so nimmt es, auch wenn quer abgebrochen, allmählich das Aussehen von Abb. 14 an, da die Lösung von der Bruchfläche schneller fortschreitet als von der Oberfläche: der adaxiale Teil ragt schlank kegelförmig verjüngt ein Stück weit frei vor; die peripherischen Lamellen umgeben ihn als stumpferer Kegel. Im adaxialen Teil hat sich ein tiefer Lösungstrichter ausgebildet, in dem der Achsenfaden frei liegt (bei dem in Abb. 14 dargestellten Präparat brach der Achsenfaden ab und ist daher nur im Grunde des Lösungstrichters ein kleines Stück sichtbar). Bei der innigen Verkittung der nur unscharf gesonderten adaxialen Lamellen „schmilzt", wenn man so sagen darf, der adaxiale Teil meist i m g a n z e n (Abb. 15) ab; die peripherischen Lamellen dagegen werden von den Bruchflächen her e i n z e l n von ihren Grenzen her aufgelöst. So erkennt man in Abb. 15 deutlich, wie jede Lamelle des stumpfen äußeren Kegels sich nach ihrem Ende hin allmählich verjüngt.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß bei solcher Auflösung der Lamellen die organische Substanz immer nur an ihrem dünnsten Ende eine Zeitlang sichtbar wird. Nicht etwa bleibt, wie man zunächst annehmen möchte, eine Lamelle von derselben Dicke wie die kieselige zurück. Das ist so zu erklären: die organische Substanz ist in relativ geringer Menge in der Kieselsäure vorhanden und ihre Teilchen besitzen, frei gelegt, keinen festen Zusammenhang mehr, sondern isolieren sich leicht. So bleibt dann immer nur am äußersten Rande der aufgelösten Lamelle ein zartes Häutchen übrig, das der letzt aufgelösten Kieselmasse angehörte und auch nach einiger Zeit in der Flußsäure zugrunde geht. Bei den ungewöhnlich dicken Kieselamellen der *Monorhaphis*-Pfahlnadel freilich bleiben die Häutchen besser im Zusammenhang.

Es gibt noch einen Weg, die organische Substanz in den Kiesellamellen nachzuweisen: sie verkohlt beim Erhitzen. Dieses Verfahrens haben sich schon ältere Beobachter bedient, aber sie haben die wahrgenommenen Erscheinungen nicht immer richtig gedeutet.

Hält man ein Stück der Pfahlnadel oder eine Schopfnadel von *Hyalonema* einige Zeit in die Flamme eines Bunsenbrenners — wobei man sie zunächst langsam erwärmen muß — so machen sich vom freien Ende an rückwärts fortschreitend 5 Stufen der Wärmewirkung bemerkbar, die gut abgesetzt aufeinander folgen.

Die e r s t e Stufe, die am weitesten von dem erhitzten Nadelende ab liegt, ist da-

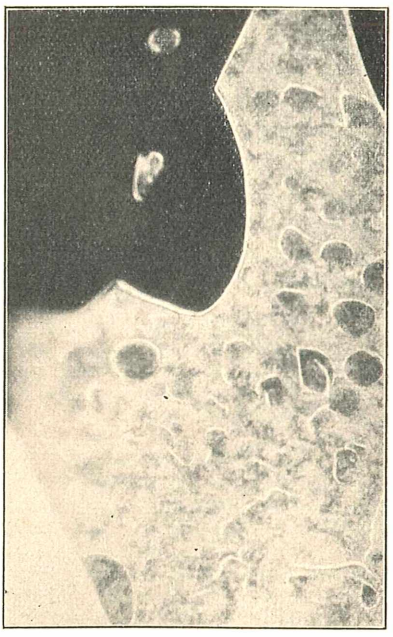


Abb. 18. Erhitzte Lamelle der Pfahlnadel von *Monorhaphis*. Dritte Stufe der Wärmewirkung. Dunkelfeld, 85 : 1

durch gekennzeichnet, daß die Nadel, die im unveränderten Zustand glasklar ist, undurchsichtig wird und lebhaften S i l b e r g l a n z annimmt. Durch ungleichmäßige

Ausdehnung der äußeren und inneren Lamellen beim Erwärmen heben sich die einzelnen unter knatterndem Geräusch voneinander ab und Luft dringt zwischen sie ein. So entsteht eine abwechselnde Folge von dünnen Luft- und Kieselschichten, die ähnlich wie ein Glasplattensatz, etwa eine Anzahl übereinander gelegter Deckgläser, durch vervielfachte Reflexion Silberglanz erzeugt. Die Feinstruktur der Lamellen selbst bleibt auf dieser ersten Stufe der Wärmewirkung unangetastet. Sie bleiben glasklar und farblos und erscheinen gleich Lamellen, die man auf mechanischem Wege isoliert hat, auch im Dunkelfeld (Abb. 16) optisch leer; nur ihre Ränder leuchten hell auf.

Auf der zweiten Stufe der Wärmewirkung erscheint die erhitzte Nadel dem unbewaffneten Auge goldbraun glänzend. Es handelt sich hier nicht, wie gewisse ältere Autoren glaubten, um beginnende Verkohlung, sondern um Verdampfen von Wasser im Spicopal, wodurch eine zunächst submikroskopische Struktur erzeugt wird. Eine abgeblätterte Lamelle aus der goldbraunen Nadelzone sieht nämlich im Hellfeld leicht gelbbraun getönt aus, läßt aber selbst unter Immersion keine Struktur erkennen. Im Dunkelfeld dagegen sind solche Lamellen nicht mehr optisch leer, sondern leuchten schwach auf (Abb. 17; linker Rand); ja mit Immersion stellt man zahllose kleine leuchtende Punkte fest, die gemäß dem weiteren Verlauf der Wärmewirkung als gaserfüllte Lücken im Spicopal gelten müssen. Die bräunliche Farbe ist eine Beugungserscheinung des Lichtes an diesen kleinsten Hohlräumchen, ähnlich wie auch in Luft gelegene Diatomeenschalen mit feiner Struktur unter Objektiven, die diese nicht aufzulösen vermögen, gelbbräunlich getönt sich darbieten. Übrigens kommen in den Kiesellamellen mancher Pfahlnadeln auch von Natur aus feinste Hohlräumchen vor, was ihre im durchfallenden Licht bräunliche, im auffallenden weißlich-opalisierende Farbe bedingt.

Auf der dritten Stufe der Wärmewirkung werden durch stärkere Wärmespannung des Wasserdampfes die vorher besprochenen submikroskopischen Hohlräumchen zu mikroskopisch wahrnehmbaren Waben ausgedehnt, die bereits Bütschli kannte. Nun erscheint die betreffende Nadelzone makroskopisch rein weiß, weil das Licht vielfältig an den Hohlräumchen reflektiert wird. Im Hellfeld zeigen jetzt die Lamellen bräunliche Farbe, im Dunkelfeld (Abb. 17, mittlere Längszone) starkes Aufleuchten. Durch fortschreitende Vergrößerung und Zusammenfließen der Wabenräumchen gehen aus ihnen schließlich Blasen hervor, die schon bei schwacher Vergrößerung im Hell- und Dunkelfeld sichtbar sind (Abb. 17, rechter Rand und Abb. 18).

Erst nachdem diese Veränderungen sich vollzogen haben, also auf der vierten Stufe der Wärmewirkung, beginnt die Verkohlung der in den Kiesellamellen enthaltenen organischen Substanz. Wo das geschieht, zeigt die Nadel makroskopisch einen bleigrauen Anflug. Bemerkenswerterweise sind aber mikroskopisch in den Lamellen keine isolierten Kohleteilchen zu erkennen, die Teilchen sind eben submikroskopisch. Erst wenn die Kieselsäure mit Flußsäure aufgelöst wird, ballen sich die in Freiheit gesetzten Kohleteilchen zusammen und werden unter dem Mikroskop, ja dem unbewaffneten Auge sichtbar.

Bei längerem Glühen der Nadel verbrennt die organische Substanz und das in der Kieselsäure enthaltene Wasser wird völlig ausgetrieben. Damit gehen die feinen Waben und gröberen Blasen zugrunde und die Kieselsäure sieht im Hellfeld in kleinen

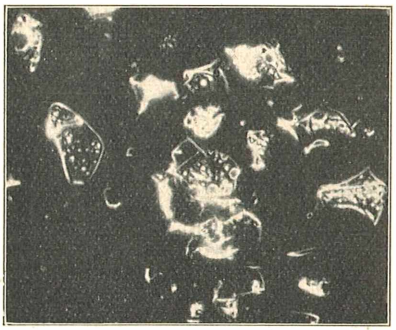


Abb. 19. Geglühte Schopfnadel von *Hyalonema* zertrümmert. Fünfte Stufe der Wärmewirkung. Dunkelfeld, 85:1

Partikeln wieder glasklar aus und erscheint auch im Dunkelfeld wieder optisch leer (Abb. 19, Präparat von der Schopfnadel von *Hyalonema*), wenn man von gröberen Gaseinschlüssen, die sich selbst bei längerem Glühen erhalten, absieht. Bei diesem starken Glühen schmilzt die Kieselsäure, benachbarte Lamellen verbacken miteinander und zur Herstellung mikroskopischer Präparate muß man den so entstandenen „Glasfluß" zertrümmern. Da dabei allerlei unregelmäßig geformte Stücke entstehen, die, auf dem Objektträger liegend, nicht gleichzeitig scharf eingestellt werden können, erklärt sich das diffuse Aufleuchten einzelner unscharf fokussierter Stücke in Abb. 19. Die Anwesenheit der letzten, schwer vertreibbaren Gaseinschlüsse in dem geglühten Material bedingt, daß trotz der glasartigen Durchsichtigkeit kleiner Partien die Nadel auf dieser letzten, fünften Stufe der Wärmewirkung makroskopisch schneeweiß aussieht.

Es sei besonders darauf hingewiesen, daß die gebräunte Zone der Nadel, die auf der Entstehung submikroskopischer und mikroskopischer gaserfüllter Hohlräume beruht (Stufe II), nicht unmittelbar an die bleigraue Verkohlungszone (Stufe IV) anstößt, sondern durch die Stufe III von ihr getrennt ist. So erhellt deutlich, daß diese beiden Vorgänge sich bei verschiedenen Temperaturen vollziehen, und nichts miteinander gemein haben.

Die vorstehende mikrographische Skizze

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. Nutzung unter www.elsevier.de/

ist ein gutes Beispiel dafür, wie ein Objekt alle Seiten seines Wesens erst offenbart, wenn es den verschiedensten jeweils möglichen Untersuchungs- und Beobachtungsverfahren unterworfen wird. Ohne die vereinte Anwendung von Hellfeld, Dunkelfeld, polarisiertem Licht, von Beobachtung der Pfahlnadel im ganzen, an Schliffen, an abgeblätterten Stücken, im natürlichen Zustand, nach Ätzen, Lösen und Erhitzen wären die gegebenen Aufschlüsse über das Wesen der Lamellierung und das gegenseitige Verhalten von organischer und anorganischer Substanz unmöglich gewesen.[1])

[1]) Literatur: W J. Schmidt, Das Wesen der Lamellierung und das gegenseitige Verhalten von organischer und anorganischer Substanz bei den Kieselschwammnadeln, Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. 48, 1926, S. 311 bis 364, Taf. 12, 13

Der Kapillarograph

Von **Heinz Rosenberger,**
The Rockefeller Institut for Medical Research, New York U.S.A.

Seit einer Reihe von Jahren bemühte man sich mit Hilfe der Mikrophotographie die Kapillargefäße der menschlichen Haut eingehendem Studium zu unterziehen, was aus vielen medizinischen Gründen, sowohl anatomisch als auch pathologisch, besonders bei Herzkrankheiten, recht wichtig ist.

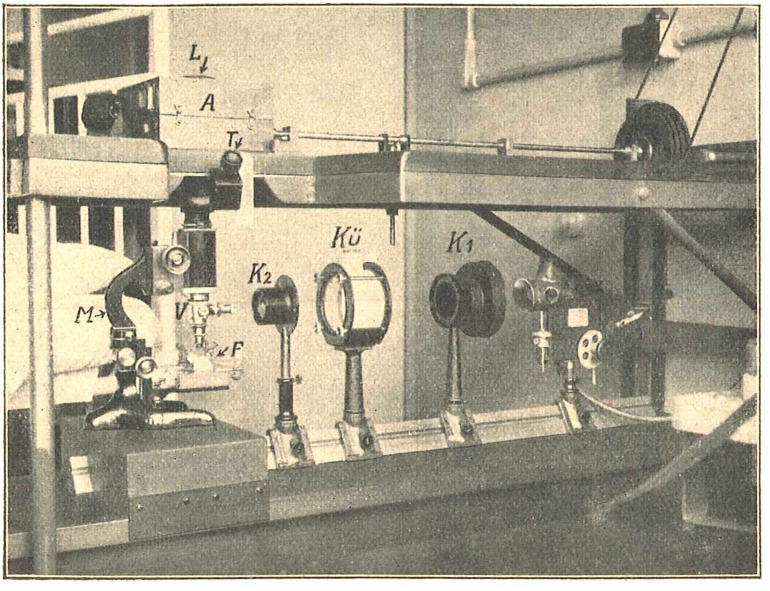


Abb. 1. Optische Bank mit Mikroskop und Kamera. (Erzeugnis von Zeiß-Jena.) — Von links nach rechts aufgeführt befindet sich: Das Mikroskop *M* mit dem Vertikalilluminator *V* und dem daran seitlich angebrachten Kondensor (im Bilde nicht sichtbar) und Polarisator, dem Beobachtungstubus *T*, dem heb- und senkbaren Tisch und dem nach allen Richtungen beweglichen Fingerhalter *F*, ferner Kondensor K_2, Kühlküvette *Kü*, Kondensor K_1 und Spezialbogenlampe. Über dem Mikroskop befindet sich die Aufnahmekamera *A* mit der Lupe *L* zur Beobachtung der Filmrückseite, sowie der Kameraantrieb mit ein- und ausrückbarer Kuppelung

Die Schwierigkeiten einer scharfen Mikroaufnahme waren ziemlich groß, da die Beleuchtung nur indirekt sein konnte und man noch dazu mit dem Mikroskop eine dünne Hautschicht zu durchdringen hatte. Man fand nun, daß die Kapillargefäße am Rande des Fingernagels für diese Beobachtungen am günstigsten waren, da sie sich hier ziemlich dicht unter der Hautoberfläche und parallel dazu in Haarnadelform hinziehen.

Allerdings war der Nutzen dieser Kapillarphotogramme begrenzt, da man ja aus ihnen schnelle Veränderungen nicht ersehen konnte. Erst durch die Verbindung des Kapillarmikroskops mit der Filmaufnahmekamera war ein Studium der Bewegungen z. B. der Geschwindigkeit des Blutstromes, des Rhythmus desselben in bezug zur Herztätigkeit oder der Kapillarwanderungen möglich.[1])

Bei der Beobachtung der Kapillaren durch das Mikroskop bezw bei der mikrophotographischen Aufnahme konzentriert man das Licht einer Bogenlampe durch einen Kondensor unter einem Winkel (von meistens etwa 45°) auf die zu beobachtende Stelle, indem man zur Abkühlung in das Strahlenbündel eine Küvette mit Kühlflüssigkeit einschaltet, da eine Erwärmung des Objektes nicht statthaft ist. Der Finger des zu Untersuchenden ruht dabei auf einem muldenförmigen Halter, während die Haut der zu beobachtenden Stelle mit einem Tropfen Zedernholzöl befeuchtet wird, um sie optisch durchlässiger zu machen (s. Abb. 1).[2])

[1]) Ähnliche Aufnahmen sind auch in Deutschland bereits ausgeführt worden. So hat beispielsweise Herr Prof. Magnus bereits auf dem Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie zu Ostern 1924 einen im Zeißwerk in Jena angefertigten Film vorgeführt, der das Anschneiden einer Kapillare und den Vorgang der Blutstillung in ihr sehr schön darstellt.

[2]) Vgl. dazu Rostock, Kapillarmikroskopie I im Mikrokosmos XX, 1926/27, S. 146,

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Nutzung nur gemäß Lizenz. www.elsevier.de/

Für die Aufnahme von Reihenbildern ist diese Anordnung nicht geeignet, da bei einer Frequenz von mindestens 10 Aufnahmen pro Sekunde das indirekte Licht sich nicht als ausreichend erweist. Bei der eventuellen Verstärkung des Lichtes würde bei der dann notwendigen hohen Amperezahl schließlich doch, trotz Anwendung von Kühlungsvorrichtungen, eine Erwärmung des Objektes eintreten, die dann falsche Resultate ergeben würde.

Bei dem Kapillarographen wird nun das Licht, wie beim Metallmikroskop, vertikal auf das Objekt geworfen, wobei das Mikroskopobjektiv zur einen Hälfte als Lichtkondensor, zur anderen als Vergrößerungslinse verwendet wird. Hierzu dient der Vertikalilluminator, der zwischen Mikroskoptubus und Objektiv eingeschaltet wird und der in der Mitte ein kleines total reflektierendes Prisma enthält. Die senkrechte Anwendung der Beleuchtung durch das Objektiv gestattet eine gute Konzentration auf die aufzunehmende Hautstelle und das Licht hat ein besseres Durchdringungsvermögen durch die oberste Hautschicht, deren optische Durchlässigkeit durch Anwendung von Zedernholzöl noch gesteigert wird. Allerdings tritt hier nun eine teilweise Reflexion der Strahlen an der Oberfläche der Haut bezw. des Zedernholzöls und auch der Linsen auf, so daß unter gewöhnlichen Umständen ein Schleier die Entstehung eines klaren Bildes verhindert. Zur Behebung dieses Übels wird nun das Licht beim Kapillarographen durch zwei gekreuzte Nikolsche Prismen polarisiert, d. h. die Lichtwellen schwingen dann nur in einer Richtung und somit wird alles sekundäre Licht ausgeschaltet. Auf diese Weise ist es möglich, ein klares Bild der Kapillaren zu erhalten, in denen man nicht nur u. a. den Blutstrom, sondern auch die einzelnen Blutkörperchen in demselben deutlich erkennen kann. Abb. 1 zeigt die Apparatur, während Abb. 2 die Gesamtansicht mit dem flach im Bett liegenden Kranken, Hand in Herzhöhe, darstellt. Die Lichtquelle besteht aus einer kleinen Bogenlampe, die speziell für Goerz-Beck-Kohlen eingerichtet ist. Diese Kohlen sind besonders dünn (4 mm) und besitzen einen Kupferüberzug, der zunächst eine gute Ableitung der Wärme gestattet, so daß man 10 bis 15 Ampere anwenden kann, ferner wird im Lichtbogen ein grünlichweißes Licht erzeugt, das besonders günstig für die Kapillaraufnahmen erscheint. Mit dieser hochwertigen Bogenlampe erhält man außerdem noch wenigstens 50% mehr Effekt als mit einer gewöhnlichen unter sonst gleichen Bedingungen. Das Licht geht durch Kondensor K_1, Kühlküvette, Kondensor K_2 in den am Mikroskop befindlichen Polarisator, dann durch einen kleinen Kondensor zum totalreflektierenden Prisma des Vertikalilluminators V, wird im rechten Winkel durch die eine Hälfte des Objektivs (hier einem Apochromaten von 16 mm Brennweite), das dabei als Kondensor wirkt, nach unten auf das Objekt geworfen. Von da wird das Bild durch die andere Hälfte des Objektivs und durch den Analysator, der sich im Innern des Mikroskops über dem Prisma befindet, nach oben auf den Film projiziert. Man kann nun das Bild entweder auf der Rückseite des Films durch eine Lupe in der Kamera bei L, oder durch einen Seitentubus T beobachten; dieser Tubus besitzt einen durch zwei zusammengekittete Prismen gebildeten Würfel, der etwa 85% der Lichtstrahlen passieren läßt, während der Rest im rechten Winkel in den Beobachtungstubus gespiegelt wird.

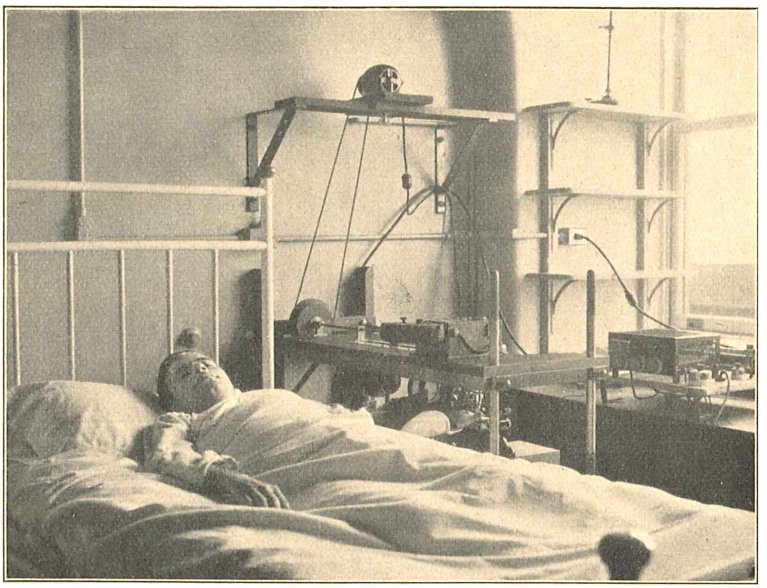


Abb. 2. Anordnung beim Arbeiten mit dem Kapillarographen. — Das Bett des Kranken wird an die Apparatur herangeschoben, wobei der linke Arm derart auf einem Armhalter ruht, daß der untere Fingernagelrand des zu untersuchenden Fingers unter dem Objektiv auf dem Fingerhalter zu liegen kommt. Über dem Mikroskop sieht man den Kameratisch (Tisch II) mit der Kamera und dem Antrieb. Der Kameratisch ist an 2 U-Eisen an der Wand befestigt und läßt sich auf- und abbewegen. Oben an der Wand befindet sich der Antriebsmotor, der auf der Konsole (Tisch III) seitlich zu verstellen ist, um den Riemen zu straffen. Rechts am Fenster sieht man den Bogenlampen- und den Motorwiderstand.

Zur Vermeidung von Erschütterungen ist hier das „Drei-Tisch-System" angewendet worden. Tisch I trägt die optische Bank mit

wo die Apparatur genau beschrieben und abgebildet ist

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. Nutzung unter www.elsevier.de/

Mikroskop, Tisch II, der auf- und abbeweglich ist, die Kamera mit Antrieb und Stufenscheibe, während Tisch III die Wandkonsole darstellt, auf der der Motor, verschiebbar zum Spannen des Lederriemens, angebracht ist. Der Motor besitzt einen Geschwindigkeitsregulator, der eventuelle Netzschwankungen unschädlich macht. Es hat sich als praktisch erwiesen, daß bei der späteren Auswertung der gewonnenen Negative eine Frequenz von 10 Bildern pro Sekunde ausreichend ist.

Bei der Aufnahme legt der Patient seinen Arm in einen muldenförmigen Armhalter, wobei kleine Sandsäcke zur Festlegung des Unterarms dienen. Der zu beobachtende Finger, meistens wohl der vierte, ruht in dem am Tisch des Mikroskops befindlichen Fingerhalter, der Einstellungstriebe nach allen drei Dimensionen besitzt. Der Antrieb der Kamera wird durch einen Fußschalter betätigt, so daß beide Hände des Operateurs für die Arbeiten am Mikroskop frei sind. Die Kamera ist noch mit einer Markierungsvorrichtung versehen, dergestalt, daß ein kleiner durch Elektromagnet betätigter Zeiger bei Druck auf einen Knopf einen kleinen Schatten auf dem Negativ hinterläßt, was besonders bei Vergleichsversuchen mit dem Kardiographen nützlich ist.

An der linken Seite von Abb. 2 sieht man noch den Motor- und den Lampenwiderstand.

Bisher wurden an unserem Institut mit dem Kapillarographen etwa 140 Aufnahmen von normalen und kranken Personen gemacht, die nach Untersuchungen von Dr. J. Hamilton Crawford recht interessante Ergebnisse zeigten. Dabei wurden die Negative Bild für Bild auf einem besonderen Zeichentisch projiziert und ausgemessen und danach später Kurven zusammengestellt. Ferner zeigten Positivfilme, mit dem gewöhnlichen Vorführungsapparat auf die Leinwand geworfen, deutlich die Blutströmungen in den Kapillaren. Die Experimente mit dem Kapillarographen, sowie Verbesserungen der Apparatur werden fortgeführt werden.

Parasitische Dinoflagellaten

Von Dr. **E. Lindemann,** Berlin

Trotzdem heute bereits eine Fülle von Tatsachen über die parasitischen Dinoflagellaten (Peridineen) zusammengetragen ist, kann diese Gruppe doch als noch recht wenig bekannt gelten. Es ist geboten, einige Sonderfälle hier auszuschalten: 1. solche, in denen als „Schwärmer" wohlbekannte Formen auch parasitisch vorkommen sollen, wie z. B. *Prorocentrum* in *Antedon rosaceus* und *Echinaster sepositus*; hierhin gehört auch der einzige entsprechende Fund aus dem Süßwasser (*Gymnodinium fuscum* in einer Planarie), 2. Gattungen, die heute doch noch zu wenig bekannt sind und das hier zu gebende Bild verwirren würden. Solche Gattungen sind wenigstens in der Bestimmungstabelle angegeben; nur die Unterfamilie *Blastuloideae* (Neresheimer) Lindem. mit der einzigen Gattung *Neresheimeria Uebel* (in der Genitalregion von Appendicularien) ist gänzlich fortgelassen.

Die erste parasitische Peridinee beschrieb Pouchet 1884/85; er sah eiförmige und gestielte Zysten auf den Ruderschwänzen von Appendicularien oder auf Siphonophoren, sah auch die Gymnodinien, welche aus solchen Zysten frei wurden. Da aber Bütschli (Bronns Klassen u. Ordn. d. Thier-Reichs, 1887) entschieden bestritt, daß hier ein Parasitismus vorliege, so wurde der Beobachtung Pouchets keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt. In der Folgezeit sind dann vereinzelte Befunde z. T. recht irrtümlich gedeutet worden (*Oodinium* als parasitische Foraminifere, später als Appendicularienei; für *Haplozoon* wurde sogar eine „neue Mesozoengruppe", die „*Catenata*", aufgestellt), teilweise sind solche bis heute unsicher geblieben. Auch das Klebssche *Diplodinium* (dieser Name war übrigens schon v o r Klebs an eine Ciliate, *Diplodinium Schuberg*, vergeben), gehört zum größten Teile hierher. Es ist das Verdienst von Chatton (Institut Pasteur, Paris), zum ersten Male die Gruppe der parasitischen Dinoflagellaten durchgehends charakterisiert und zusammenfassend behandelt zu haben (Arch. d. Zool. Exp. et Gén. Tome 59, Fasc. 1. 1920). In der kurzen Übersicht, welche Verf. versuchte, im „Engler-Prantl" zu geben, finden wir u. a. auch eine Tabelle der Wirte und ihrer Parasiten, sowie die Synonymik der Hauptgattungen.

Unsere Gruppe fügt sich als Fam. *Blastodiniidae* Kof. u. Sw. dem System der Dinoflagellaten ein, so daß Chattons „Familien" als Unterfamilien betrachtet werden müssen. Die *Blastodiniidae* haben noch provisorischen Charakter; Chatton gruppierte zunächst nach der Art des Parasitismus, indessen deckt sich diese Einteilung, wie wir sehen werden, nicht mit den Unterfamilien. Es ist auch noch keine endgültige Bestimmungstabelle aller Gattungen vorhanden; die nun folgende Tabelle ist so eingerichtet, daß sie zugleich über die Art des Parasitismus orientiert.

Familie Blastodiniidae Kofoid u. Swezy

A. Außenparasiten
- a) Auf Metazoen (Appendicularien, Salpen, Pteropoden, Crustaceen usw.)
  - I. Der Parasit ist auch erwachsen verhältnismäßig klein (bis 180 μ), (außerhalb der Fortpflanzungszeit) nie kettenartig in Glieder abgeteilt, bisher nie auf Malacostracenkrebsen gefunden
    Gattungen: *Oodinium, Apodinium Parapodinium*
  - II. Der Parasit wird bis 700 μ oder gar 1 mm groß, erwachsen ist er

© Elsevier

stets in (mindestens zwei) Glieder abgeteilt, mit Ausnahme von *Ellobiocystis* z. T., letzterer Organismus ist aber (wie alle anderen dieser Gruppe, nur *Ellobiopsis* nicht) nur auf Malacostracenkrebsen gefunden. Unsichere Formen, Schwärmer unbekannt

Gattungen: *Ellobiopsis, Staphylocystis, Ellobiocystis, Parallobiopsis*

aa) Auf Chaetoceras

Gattung: *Paulsenella*

AA. Innenparasiten

a) In Metazoen (Crustaceen und Anneliden)

I. Im Magen von Crustaceen l o s e liegend

1. Große, langei- bis ± sichelförmige Gebilde

Gattung: *Blastodinium*

2. Kleine, kugelige bis elliptische Gebilde

Gattung: *Schizodinium*

II. Im vorderen Darmkanal von Anneliden f e s t g e h e f t e t

Gattung: *Haplozoon*

III. In der Leibeshöhle (Coelom) von Crustaceen; p l a s m o d i a l e Gebilde

Gattungen: *Syndinium, Paradinium, Atelodinium*

aa) In Tintinnen

Gattung: *Duboscquella*

AAA. Auf und in Crustaceen-Eiern

Gattungen: *Chytriodinium, Trypanodinium*

Daß die *Blastodiniidae* wirklich zu den Peridineen gehören, lassen die aus den parasitären Stadien sich entwickelnden Schwärmer erkennen, die etwa Gymnodinien sind, ebenso ersehen wir es aus der Cytologie. Sicher geschlossene Zeugungskreise sind bisher kaum bekannt; als wahrscheinlich kann jedoch gelten, daß durchgehends parasitische Stadien und Schwärmer abwechseln. Das endgültige Schicksal der Schwärmer, die von Chatton als Dinosporen (Bodonisporen) bezeichnet werden ist nicht bekannt; eine *Syndinium*-Dinospore ist einmal mittels eines kurzen Stieles auf einer Crustacee angeheftet gefunden. Von größter Bedeutung ist nun die Art, wie die Schwärmer aus den parasitären Stadien entstehen, Chatton bezeichnet diesen Vorgang als „Palisporogénèse", d. i. eine periodische Sporenentstehung. Wir werden diese zuerst bei *Apodinium* kennen lernen.

Die bestbekannten Gruppen der *Blastodiniidae* lassen sich auch leicht nach der Morphologie der parasitären Stadien, sowie nach der Art der Dinosporenbefreiung unterscheiden. Bei den Außenparasiten können die Dinosporen sofort ins freie Meer gelangen. Die parasitischen Stadien innerhalb des Verdauungskanals sind nicht festgeheftet (nur das einzellige Stadium bei *Haplozoon* hält sich mittels Stilett und Pseudopodien fest), sind wie die Außenparasiten morphologisch unterscheidbar und befördern ihre Dinosporen mit den Exkrementen ins Meer, wohingegen die plasmodialen Stadien in der Leibeshöhle diese durchwachsen, morphologisch nicht (oder sehr schwer) unterscheidbar sind und ihre Dinosporen meist auf besonders eigenartige Weise befreien (s. u.).

Unterfam. Oodinoideae (Chatton) Lindem.

Einzige Gattung: *Oodinium*, mit dem Typus *O. Poucheti* (Lemm.) Chatt., auf dem Ruderschwanz einer *Oikopleura*. Drei sichere Arten, auf Appendicularien, Siphonophoren, auf den Branchien von Salpen. Unsichere Arten auf Anneliden und Pteropoden. *Oodinium* ist von Verwandten durch die Schwärmer zu unterscheiden, deren Vorderhälfte mehr entwickelt ist, als die Hinterhälfte (Abb. 2); auch finden wir keine Palisporogenese.

Die jungen parasitischen Stadien (Abb. 1) finden sich auf dem Integument von Appendicularien (*O. amylaceum* (Barg.) Chatt. mit ausgedehntem Rhizoidengeäst auf den Branchien von Salpen) festgeheftet. Sie sind kugelig bis eiförmig, besitzen einen sehr kurzen fibrillären Stiel, der durch Rhizoiden befestigt ist. Die Entwicklung ist nur vom Typus hinreichend bekannt; das junge Stadium wächst innerhalb 24 Stunden von 10 μ bis 20 μ bis zu einer Größe von 100 μ bis 180 μ heran, löst sich ab und teilt sich sehr oft, bis die Teilungsprodukte etwa 11 μ klein geworden sind. Letztere werden zu Gymnodinien (Abb. 2); wo diese aber schließlich bleiben, ist unbekannt.

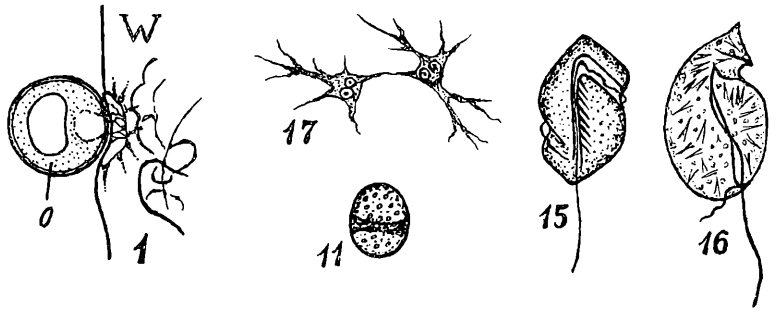


Abb. 1. 1. *Oodinium fritillariae* Chatt. (0), jung, an der Appendicularie *Fritillaria pellucida* Busch (W) festgeheftet. 11. *Schizodinium sparsum* Chatt. aus dem Darmkanal des Copepoden *Corycoeus rostratus* Cl. 15. Dinospore („Makrospore") von *Syndinium*. Bauchseite, die Längsfurche ist sichtbar. 16. „Schnabelspore", wahrscheinlich von *Syndinium*. Im Innern sind die Nadeln sichtbar; die Furche zieht sich längs über die ganze hintere Seite. 17. Zwei plasmodiale Zellen vom ersten Infektionsstadium bei *Paradinium Poucheti* Chatt. (Sämtliche Abbildungen nach Chatton.)

Unterfam. Apodinoideae (Chatt.) Lindem.

1. Gatt. *Apodinium* Chatton. Zwei Arten: Typus *A. mycetoides* Chatt. Auf Appendicu-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

larien. Von Verwandten zu unterscheiden durch den längeren bis sehr langen fadenartigen hohlen Stiel, an dem der Körper befestigt ist, sowie durch das Auftreten einer typischen Palisporogenese.

Die jungen parasitischen Stadien sind *Oodinium* ähnlich, nur auf einem Stiel, *A. mycetoides* an (bis 200 μ) langen, hohlen, auch hier in Rhizoiden auslaufenden Fäden befestigt (Abb. 3). Die jungen Zellen wachsen stark (von 50 μ bis auf 110 μ) und teilen sich schließlich; während aber bei *Oodinium* die ersten Teilungsprodukte gleich waren, sind sie hier ungleich (Abb. 4). Wir finden eine Palisporogenese, indem die proximale Zelle, der T r o p h o c y t, in eine kurze Ruheperiode über-

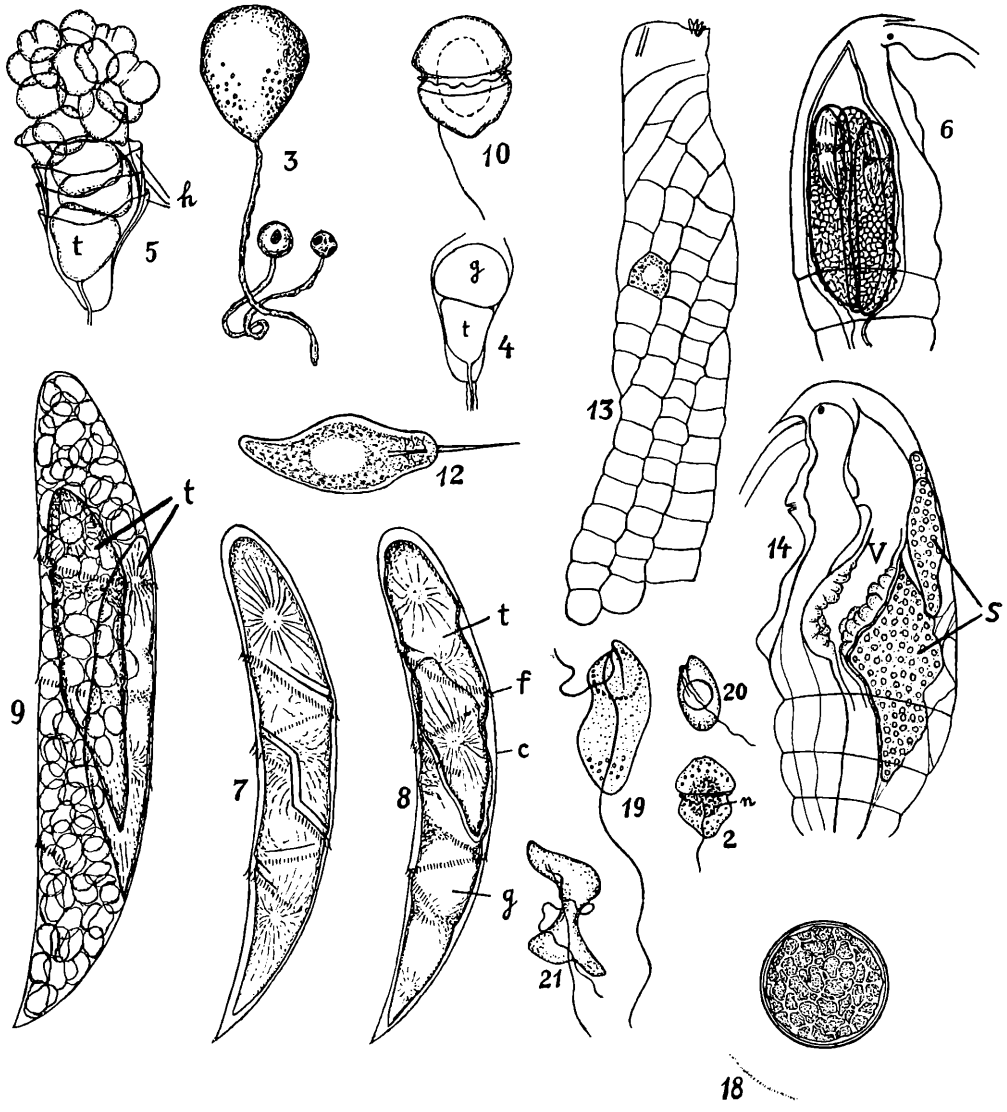


Abb. 2. 2. Dinospore von *Oodinium Poucheti* (Lemm.) Chatt. *n* = Kern. 3. *Apodinium mycetoides* Chatt., drei Exemplare im parasitischen Stadium. 4. *A. mycetoides* Chatt., nach der ersten Teilung. Der Gonocyt (*g*) und der Trophocyt (*t*) von gemeinsamer Hülle umgeben. 5. *A. mycetoides* Chatt., Individuum in Palisporogenese. *t* = Trophocyt, *h* = Hüllen. 6. *Blastodinium Pruvoti* Chatt., drei parasitische Zellen im Magen des Copepoden *Clausocalanus furcatus* G. Br. 7. *Blast. spinulosum* Chatt. Erstes parasitisches Stadium: der Trophocyt allein. 8. *Blast. spinulosum* Chatt., nach der ersten Teilung. Der Gonocyt (*g*) und der Trophocyt (*t*) von der gemeinsamen Hülle (*c*) umgeben. *f* = Spiralige Dornenreihe. 9. *Blast. spinulosum* Chatt. Der Trophocyt hat sich geteilt (*t*), 64 Sporocyten. 10. Dinospore von *Blast. spinulosum* Chatt. 12. *Haplozoon armatum* Dog., jüngstes einzelliges Stadium. (Nach Dogiel.) 13. *Hapl. armatum* Dog., ausgewachsenes Zellenblatt (vorne Stilett und Pseudopodien). In der Mitte die Struktur einer Zelle eingetragen. (Nach Dogiel.) 14. Soeben frei gewordenes Plasmodium von *Syndinium* (*S*) am Darmkanal (*V*) des Copepoden *Paracalanus*. 18. Gonosphaere von *Paradinium Poucheti* Chatt., eine Stunde nach dem Freiwerden. Die Gallerthülle ist angedeutet, das Plasma hat sich in amöboide Elemente gesondert. 19. Bodonispore von *Par. Poucheti* Chatt., wie sie in der Gonosphaere entsteht. 20. Dinospore von *Atelodinium microsporum* Chatt. 21. Dinospore von *Trypanodinium ovicola* Chatt. (Abb. 2—10 und 14—21 nach Chatton.)

geht, die distale Zelle aber, der Gonocyt, sich sofort wieder teilt. Während die beiden entstehenden Teilungsprodukte sich abermals teilen, teilt sich nun auch der mit einer neuen Hülle umgebene Trophocyt und liefert hierdurch einen neuen Gonocyten. So wiederholt sich der Vorgang und es entstehen durch weitere Teilungen des Trophocyten immer neue Gonocyten, durch fortschreitende Teilungen der Gonocyten immer erneute Stöße von Sporocyten (die zu Dinosporen werden). Bei jeder Teilungsfolge reißt die äußere, ursprünglich je einen Tropho- und Gonocyten umgebende Hülle vorne auf (Abbild. 4), um die entstehenden Sporocyten zu entlassen; die Hüllen bleiben dann wie ein Tassensatz ineinander stecken (Abb. 5). Die Dinosporen halten sich oft lange in der Nähe ihres Entstehungsortes auf; sie vermögen sich im Meere zu teilen, über ihr endgültiges Verbleiben ist nichts bekannt.

2. Gatt.: *Parapodinium* Chatton. Nur eine Art bekannt: *P. stylipes* Chatt. Einmal auf dem Ruderschwanz einer *Oikopleura* (Appendicularie) beobachtet. Zellen etwa 60 μ lang, birnenförmig, auf einem starren Stiel sitzend, der kürzer ist als der Zellkörper; dieser Stiel ist nicht hohl und nicht am Körper des Wirtes mit Rhizoiden verankert, sondern ist mittels diskusähnlicher Scheibe nur oberflächlich befestigt. Entwicklung nicht bekannt. Eine auffallende Ähnlichkeit mit *Stylodinium* Klebs aus dem Süßwasser ist festzustellen, doch ernährt sich *Stylodinium* holophytisch.

Weitere Gattungen der Unterfamilie sind *Paulsenella* und *Chytriodinium*. *Paulsenella chaetoceratis* (Pauls.) Chatt. ist wenig bekannt, findet sich als 13 μ bis 25 μ große, kugelige Körper auf der Kieselalge *Chaetoceras*. *Chytriodinium* befällt Eier pelagischer Crustaceen, die es zerstört.

Unterfam. Ellobiopsoideae (Coutière) Lindem.

Anhangsweise seien hier auch die *Ellobiopsoideae* erwähnt. Sie leben sämtlich als Außenparasiten auf Crustaceen und umfassen die Gattungen *Ellobiopsis*, *Staphylocystis*, *Ellobiocystis* und *Parallobiopsis*. Ihre Zellen sind etwa ei- bis schlauchförmig und erreichen z. T. eine beträchtliche Größe, finden sich auch zuweilen kettenartig aneinander gereiht. Über alle diese Formen ist aber wenig bekannt.

Unterfam. Blastodinoideae (Chatt.) Lindem.

1. Gatt.: *Blastodinium* Chatt. Am eingehendsten untersucht. Acht sichere Arten, Typus *Bl. Pruvoti* Chatt.; die parasitischen Stadien liegen lose im Magen von pelagischen Crustaceen und sind leicht als solche zu erkennen (Abb. 6).

Obgleich die Gattung gut bekannt ist, sind doch ihre Arten nur schwer unterscheidbar, weil sie zusammen in denselben Wirten vorkommen. Die einzelne parasitäre Zelle ist sichel- bis sackförmig (Abb. 7), nur bei *Bl. contortum* Chatt. S-förmig. Hier sei die Entwicklung von *Bl. spinulosum* Chatt. gezeigt, die übrigens bei den anderen Arten nach demselben Plane verläuft. Der Parasit (Abb. 7) besitzt eine derbe Hülle; in der Mitte sehen wir zwei von Dornen begleitete Furchen, die durch ein mittleres gerades Verbindungsstück einheitlich geworden sind. Selten sind die Zellen farblos, gewöhnlich ist ein „chromoplasmatisches Netz" sichtbar. Eine solche Zelle ist ein Trophocyt (siehe bei *Apodinium*). Seine Teilung ergibt wiederum einen sekundären Trophocyten und einen Gonocyten (Abb. 8). Weiter verläuft im Prinzip die schließliche Bildung der Sporocyten genau so, wie bei *Apodinium*, nur ruht der Trophocyt hier viel länger, etwa so lange, bis vom Gonocyten durch immer weitere Teilungen etwa 250 bis 500 Sporocyten ausgegangen sind. Abb. 9 zeigt ein Stadium, auf dem bereits nach der Produktion von 64 Sporocyten der Trophocyt sich wieder geteilt hat. Schließlich reißt die Hülle und die Sporocyten gelangen durch den After des Krebses ins freie Meer; zunächst unbeweglich, teilen sie sich und bilden sich zu den beweglichen Dinosporen um (Abb. 10). Letztere sind etwa 13 μ lang und besitzen Chromatophoren.

Wenn nun die Sporocyten ins Freie gelangt sind, so finden wir immer noch den Trophocyten im Magen des Krebses. Dieser hat die Fähigkeit, eine neue Hülle zu bilden und leitet hierauf eine neue Schwärmerbildung ein. Wie viele solche Sporocytenstöße nacheinander erfolgen können, wissen wir nicht. Die parasitischen Stadien bei *Blastodinium* können sehr beträchtliche Größe erreichen in Wirten, die durch ihre eigene Körpergröße dies erlauben, z. B. erreicht *Bl. contortum* die Größe von 700 μ und ist dann mit unbewaffnetem Auge sichtbar. Die Anzahl der in demselben Wirte vorkommenden verschiedenen *Blastodinium*arten wechselt zwischen 2 und 25. Das endgültige Schicksal der Schwärmer ist unbekannt.

1. Gatt.: *Schizodinium* Chatt. Nur eine Art bekannt: *Sch. sparsum* Chatt. (Abb. 11). Im Magen des Copepoden *Corycoeus rostratus* Cl. findet man die sehr einfachen Zellen, die sich (ohne Palisporogenese) durch Einschnürung im Äquator teilen. Größe etwa 20 μ bis 50 μ. Dinosporen gibt es hier nicht.

Unterfam. Haplozonoideae (Chatt.) Lindem.

Einzige Gattung: *Haplozoon*, mit dem Typus *H. armatum* Dog., häufig im vorderen Darmkanal des Polychäten *Travisia forbesi* Johnst. Sechs sichere Arten, alle im Darmkanal derselben Gruppe von Meereswürmern. Von eigenartigem Bau, nicht mit anderen Gattungen zu verwechseln.

H. armatum ist am besten bekannt, übrigens gleichen sich alle Arten erheblich. Das einzellige Stadium (Abb. 12) ist 40 μ lang und besitzt in der Mitte einen großen Kern, vorne ein zurückziehbares Stilett, welches wie auch kleine unverästelte Pseudopodien in die Wirtszellen einzudringen vermag. Resultieren aus der ersten Teilung zwei Zellen, so ist die eine (die das Stilett trägt) ein Trophocyt, die andere ein Gonocyt. Durch Palisporogenese entsteht ein Zellenblatt (Abb. 13) mit der Höchstzahl von acht schrägen Zellreihen, die längsten

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Reihen enthalten je 16 Zellen. Die hintersten Zellen des Blattes stellen die Sporocyten dar, die sich ablösen, mit Exkrementen ins freie Meer gelangen und hier nach Dogiel zu kleinen Gymnodinien werden. Länge des Zellenblattes bis 300 μ. Abweichend ist nur *H. lineare* Dog. gebaut; es stellt eine Kette von diskusähnlichen Zellen dar.

Unterfam. Syndinoideae (Chatt.) Lindem.

1. Gatt.: *Syndinium* Chatt. Nur eine Art genauer bekannt: *S. turbo* Chatt. In der Leibeshöhle des Copepoden *Paracalanus parvus* Cl. findet sich das Plasmodium (Abb. 14). Von Verwandten nicht leicht zu unterscheiden: das Plasmodium ist kompakt, wenig verästelt und zeigt u. U. charakteristische Konkretionen oder Nadeln. Es zerfällt vor der Schwärmerbildung direkt, ohne Bildung von Gonosphären (s. u.).

Die Anwesenheit des Parasiten verrät sich zuerst durch das Auftreten einer kleinen elliptischen Kapsel, außen am mittleren Darmkanal. Diese Kapsel vergrößert sich stark und platzt mutmaßlich, um den plasmodialen Inhalt in die Leibeshöhle zu entleeren. Das Plasmodium macht während seines Wachstums allerlei Veränderungen durch, die Kerne werden allmählich deutlicher (Abb. 14), es werden Konkretionen gebildet und wieder resorbiert, um endlich durch pfeilartige Nadeln ersetzt zu werden. Inzwischen ist die ganze Körperhöhle des Wirtes vom Plasmodium ergriffen, das zuletzt in größere Teile zerfällt, auf deren Oberfläche Furchen und Geißeln entstehen. Nach und nach lösen sich aus diesen Massen die einzelnen Schwärmer ab, die den Typus Gyrodinium (sehr schraubige Querfurche, siehe Abb. 15) verkörpern; an ihrem Längsfurchenrande zeigen sie eine Reihe von Nadeln („Trichiten"), die vom Plasmodium übernommen sind. Sind die letzten Dinosporen ins freie Meer gelangt, so ist vom Wirte nur noch der leere Panzer übrig.

Die sichere Erforschung der zahlreichen in denselben Wirten vorkommenden Plasmodien (auch solche anderer Gattungen) war bisher nicht durchzuführen. Daher kommt es, daß die „Dinosporenfrage" bei diesen Formen von einer Klärung weit entfernt ist. Chatton gibt für *Syndinium* Makro- (15 μ) und Mikrosporen (8 μ) an; in einer Nachschrift zu seinem Werke glaubt er auch die „Schnabelsporen" (15 μ) unsicherer Herkunft (Abb. 16) *Syndinium* zuweisen zu müssen.

2. Gatt.: *Trypanodinium* Chatt. Nur eine Art bekannt: *T. ovicola* Chatt., von dieser auch nur die Schwärmer (Abb. 21) aus einem Ei eines Copepoden herrührend. Ein intrazelluläres Plasmodium wird vermutet.

Unterfam. Paradinoideae (Chatt.) Lindem.

1. Gatt.: *Paradinium* Chatt. Nur eine Art. *P. Poucheti* Chatt. Das Plasmodium lebt in der Leibeshöhle des Copepoden *Acartia Clausi* Giesbr. Von Verwandten zu unterscheiden durch die zellulärnetzförmigen ersten Infektionsstadien (Abb. 17), sowie durch die Schwärmer („Bodonisporen") (Abb. 19).

Die ersten Infektionsstadien stellen isoliert voneinander liegende plasmodiale Zellen von 5 μ bis 7 μ Durchmesser dar, die durch Pseudopodien netzförmig verbunden sind (Abb. 17). Wenn die Pseudopodien allmählich verschwinden, entsteht ein zusammenhängendes Plasmodium mit abgerundeten Ausläufern. Schließlich hört die Ausbreitung des Plasmodiums auf, es ruht. Nun aber erscheinen auf seiner Oberfläche Herde der Neubildung („Blastoden"), die rapide zu wachsen anfangen und das Plasmodium überallhin ausbreiten.

Die Schwärmerbildung beginnt durch Ausstoßung von Plasmodienfragmenten („Gonosphären", siehe Abb. 18), die im Meer eine dicke Gallerthülle ausscheiden. Innerhalb derselben bildet sich das Plasma zu Schwärmern um, indem zuerst kleine, durch Pseudopodien verbundene Amöben entstehen, die sich später trennen und, zu Schwärmern geworden, nach Aufplatzen der Hülle ins Meer geraten. Diese Schwärmer („Bodonisporen") (Abb. 19) sind 12 μ bis 14 μ lang, vorne liegt der große Kern, die eine Geißel ist von Körperlänge, die andere etwa 2 ½mal so lang wie die Zelle. Bewegung ruckweise. Weiteres Schicksal der Bodonisporen unbekannt. *Paradinium* scheint seinem Wirte keinen Schaden zuzufügen.

2. Gatt.: *Atelodinium* Chatt. Zwei Arten; Typus *A. microsporum* Chatt. Das Plasmodium beider Arten lebt in der Leibeshöhle des Copepoden *Paracalanus parvus* Cl. Von Verwandten zu unterscheiden durch das auch zuerst lappige Plasmodium, sowie durch die Schwärmer (Abb. 20).

Die Verhältnisse sind hier nicht hinreichend bekannt. Das Plasmodium ist auch zuerst von dem vorgerückteren lappigen bei *Paradinium* kaum zu unterscheiden. Die Sporulation geschieht **im** Wirt, wie bei *Syndinium*, ist übrigens nur beim Typus gesehen, wo wir auch Blastoden (hier ohne Gallerthülle) angedeutet finden. Die Schwärmer (auch nur vom Typus bekannt) (Abb. 20) haben eine Länge von 6 μ. Die Querfurche zieht sich vom vorderen Pol beginnend fast einmal um die Zelle herum, eine Längsfurche fehlt.

Unterfam. Duboscquelloideae (Chatt.) Lindem.

Gatt. *Duboscquella* Chatt. Anhangsweise sei hier die einzige Art *D. tintinnicola* (Lohmann) Chatt. erwähnt. Sie lebt intrazellulär im Cytoplasma verschiedener Tintinnen.

Kleine Mitteilungen

Ein Projektionsmikroskop haben die optischen Werke W. H. Seibert, Wetzlar, unter dem Namen „Promi" herausgebracht. „Promi" vereinigt in einem Instrument Mikroskop, Mikroprojektor und Projektions-Zeichenapparat.

Das Mikroskop (s. Abb. 1) ist mittels Querarm an einer 50 cm hohen Stativsäule,

© Elsevier GmbH. All rights reserved. www.elsevier.de/

die in einem runden, massiven Eisenfuß ruht, befestigt. Es kann sowohl in vertikaler, wie auch in horizontaler Lage, sowie in jeder Schräg-

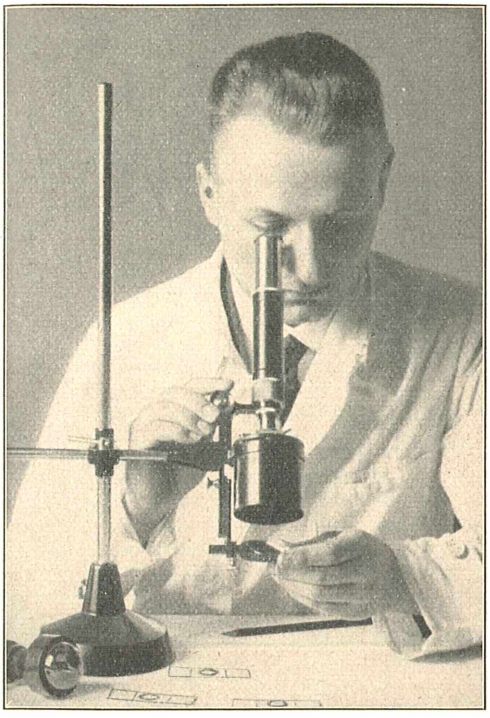


Abb. 1. Promi als Mikroskop

lage mittels eines kleinen Hebels fixiert werden. Der Tubus hat die normale Länge von 170 mm und ist durch Zahn und Trieb verstellbar; es kann also jedes beliebige Mikroskop-Objektiv, das sich noch allein durch Zahn- und Triebbewegung einstellen läßt, benutzt werden. Ebenso sind alle Okulare verwendbar. Normalerweise ist das Mikroskop mit 1 bis 3 Spezialobjektiven (Pa: Brennweite = 31 mm, Vergrößerung = 5mal; Pb: Brennweite = 23 mm, Vergr. = 7mal; Pc: Brennweite = 14 mm, Vergr. = 12mal) ausgerüstet, die sich wegen ihres hohen Korrektionszustandes ebensogut zur subjektiven Beobachtung, wie auch zur Projektion eignen. Die sehr sorgfältig gearbeitete Zahn- und Triebbewegung gestattet Vergrößerungen bis zu 450mal. Der Objekttisch ist von ausreichender Größe und mit 2 Auflagen zum Schutze des Kondensors versehen, der in den Lampenkessel eingebaut ist. Die Objektklemmen gestatten ein schnelles Wechseln der Präparate, ohne die Etiketten der Objektträger zu verletzen. Der plangeschliffene Spiegel ist nach 3 Richtungen verstellbar. Nach Entfernung des Spiegels und Fußes sowie Vertikalstellung des Objekttisches ist „Promi" als Demonstrationsmikroskop verwendbar.

Mit wenigen Handgriffen kann das Mikroskop zum Mikroprojektor (s. Abb. 2) umgewandelt werden: Der Objekttisch wird in vertikale Stellung gebracht, der Spiegel entfernt und durch eine 25-Watt-Niedervoltlampe ersetzt, die mit ihrem Gehäuse in den Lampenkessel eingeschoben und zentriert wird. Die 12-Volt-Glühbirne kann unter Benutzung eines entsprechenden Vorschaltgeräts (bei Gleichstrom: Widerstand — bei Wechselbezw. Drehstrom: Transformator) an jede Hausleitung angeschlossen werden. Das gut durchlüftete Gehäuse verhindert jede schädliche Erhitzung des Instruments und des Präparats. Die Projektion kann mit oder ohne Okular erfolgen. In letztem Falle löst man den Tubus durch eine leichte Drehung des geränderten Ringes an seinem unteren Ende von dem Tubus- und Objektivträger. Mit Okular kann ‚Promi' bis zu 1.5 m (Vergr. bis zu 130mal), ohne Okular bis zu 5 m (Vergr. bis zu 225mal) Entfernung vom Schirm gebraucht werden. Soll mit horizontal stehendem Objekttisch projiziert werden, so befestigt man den Spiegel mit der beigegebenen Klemmhülse über dem Objektiv Abb. 2 zeigt auch einen Spezial-Objekthalter, der es ermöglicht, Insektenteile, ganze Insekten usw. bis zu einer Größe von 7 mm, nach allen Seiten drehbar aufzustecken und zu projizieren. Der ebenfalls sichtbare Stromkreis-Unterbrecher gestattet, den Projektor beliebig oft leicht und mühelos ein- und auszuschalten. Die Projektionsbilder zeichnen sich durch überraschende Helligkeit und gestochene Schärfe aus, weshalb „Promi" auch sehr gut als Projektions-Zeichenapparat (s. Abb. 3) zu verwenden ist. Nach Entfernung des

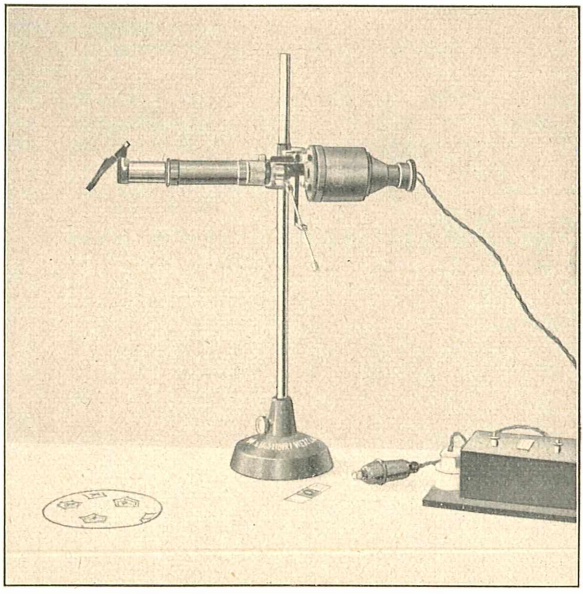


Abb. 2. Promi als Mikroprojektor

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Tubus wird der Apparat gekippt (das Objektiv nach unten) oder bei vertikal stehendem Objekttisch mit Spiegel benutzt. Eine Abdunkelung ist infolge der außerordentlich hellen Lichtquelle nicht erforderlich.

Der in den Hauptteilen aus Messing hergestellte Apparat ersetzt die genannten 3 Einzelinstrumente in so vollkommener Weise, daß er dem Fachmann ebenso wertvolle Dienste leisten kann wie dem Liebhaber-Mikroskopiker.

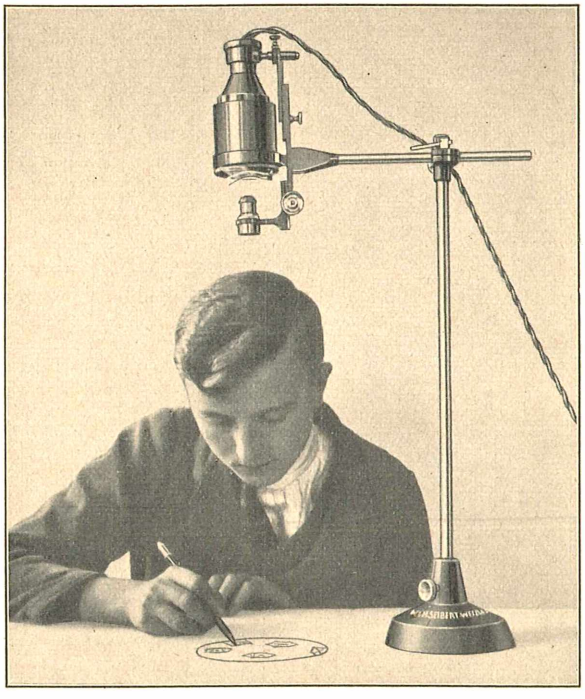


Abb. 3. Promi als Mikro-Zeichenapparat

Die Möglichkeit subjektiver und objektiver Untersuchungen macht „Promi" zum Schulgebrauch ganz besonders geeignet, zumal der Preis so niedrig ist, daß auch wenig bemittelte Schulen eine Anschaffung vornehmen können. K. Geißler

Die auffallende Zunahme rot gefärbter Algen in der Tiefe ist, nachdem bereits vor allem R. Lauterborn[1]) und L. Geitler[2]) diese für marine Gewässer lange bekannte Feststellung auch für Süßwasser nachgewiesen hatten, neuerdings Untersuchungsgegenstand von W. Zimmermann[1]) gewesen. Letzterer unterscheidet an den schon von Lauterborn untersuchten Örtlichkeiten, sowie an ähnlichen Steilufern des Überlinger Sees drei bemerkenswerte Zonen aus 1. einer Grünalge (*Cladophora profunda*), 2. eine neu beschriebene Braunalgengattung (*Bodanella Lauterborni* aus der Verwandtschaft von *Streblonema* und 3. eine leuchtend gefärbte Rotalge (*Hildenbrandia rivularis*). Die genannten Vertreter bilden ungefähr $^9/_{10}$ des betr. Algenbestandes ihres Wohnplatzes. Als Grund für diese regionale Verteilung der großen Algengruppen dürfen wir nach den Ergebnissen von K. Boresch (Arch. f. Protistenkd. 1921. **44**, S. 1) und R. Harder (Ztschr. f. Bot. 1923. **15**, S. 305) sowohl die geringere Lichtmenge, als auch das Zurücktreten der roten Lichtstrahlen in grösserer Wassertiefe annehmen. Zimmermann, der auch pflanzengeographisch (-soziologisch) die Lebensgemeinschaft erforscht hat — er legt freilich eine vereinfachte Skala für die Bestandesaufnahme zugrunde —, bespricht auch das starke Zurücktreten in der Ausbildung von Vermehrungsorganen bei Algen tieferer Regionen und beschreibt in der in vieler Hinsicht wichtigen Arbeit schließlich die meist gefundenen Formen sehr eingehend (außer der genannten Braunalgengattung zwei neue *Chroococcus*-, eine neue *Oscillatoria*-Art und eine neue Varietät von *Chantransia chalybea*).[2]) —r

Zur **Herstellung sauberer Umrandungen von Glyzerinpräparaten** empfehlen K. Neumann und J. Hueber in Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie 1927. **44**, 332—333, nach Auftragen von Glyzerin im Überschuß, die Ränder des Deckglases mit pulver. Tragacantha zu bestreichen, wodurch sich in einigen Tagen ein halbweicher Kitt bildet, dessen Ränder beschnitten und dann mit erhitztem Wachs und später mit Deckglaslack bekleidet werden. —r

Die **Anatomie und Entwicklung der Tomatenblüten** (*Solanum Lycopersicum*) wird von D. C. Cooper in Bot. Gaz. 1927. **83**, 399—411 (m. 2 Taf.) beschrieben und abgebildet. —r

[1]) Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie, Mitteil. Bad. Land.-Ver. f. Naturk. u. Natursch. Freiburg i. Br. 1922. N. F. **1**, S. 209

[2]) Die Mikrophyten-Biocoenose der Fontinalis-Bestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Licht, Intern. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrol. 1922, **10**, S. 681 bis 691 (8 Textfig.)

[1]) Über Algenbestände aus der Tiefenzone des Bodensees, Ztschr. f. Bot. 1927/1928. **20**, S. 1—35, Taf. I—II und 5 Textfig

[2]) Hingewiesen sei zugleich auf die früher durch Geitler (l. c.) beschriebenen neuen Flagellaten der Gattungen *Rhodomonas* und *Cryptomonas*

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 2. März 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

Nicht allein die Frucht, sondern auch die Natur und die Kraft der Erde selbst erfreuen mich. Cicero

Seltsame Stengelquerschnitte und ihre Deutung

Von Dr. **Franz Buxbaum,** Graz

Wenn wir im Sommer den beblätterten Trieb einer Herbstzeitlose samt der Knolle ausgraben und von der untersten Partie des Stengels einen Querschnitt anfertigen, so tritt uns ein eigenartiges Bild vor Augen (Abb. 1).

Der Querschnitt entbehrt jeglichen mechanischen Elementes. Die einzigen verholzten Teile sind die Verdickungen der Gefäße, wovon man sich leicht durch die Phlorogluzin-Salzsäurereaktion oder eine Doppelfärbung überzeugen kann. Der ganze Querschnitt besteht aus einem gleichmäßig zarten, unverholzten Parenchym und ist mitunter infolge Wachstumzerreißungen im Zentrum hohl. In dieses Parenchym sind zwei ziemlich regelmäßige Ringe von Gefäßbündeln eingelagert. Die Gefäßbündel (Abb. 2) haben eine sehr charakteristische Gestalt, indem die Gefäße in einer mehr oder minder regelmäßigen, im Querschnitt radial gestellten Reihe angeordnet sind; nur von den kleinen Gefäßen, die an das Phloëm (Siebteil des Gefäßbündels) angrenzen, liegen häufig mehrere nebeneinander. Das

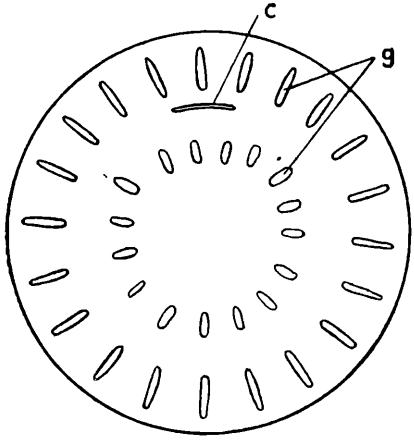


Abb. 1. Querschnitt durch das unterste Stengelglied der Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale* L.). — *c* = Kanal, g = Gefäßbündel. (Schema, Original.)

Phloëm ist überaus zart und hebt sich aus dem Parenchym des Stengels nur durch die besonders kleinen Zellquerschnitte ab.

Soweit hätte der Querschnitt keine besonderen Eigenheiten. Besonders dann aber, wenn man mit Sudan-Glyzerin die Kutikula färbt, tritt uns eine auffallende Erscheinung entgegen. Zwischen den beiden Gefäßbündelkreisen liegt an einer Stelle des Querschnittes ein schmaler Kanal, der innen von einer normal entwickelten Epidermis mit Kutikula ausgekleidet ist. Und zwar gleicht die Epidermis der dem Querschnittmittelpunkt näherliegenden Wand genau der der Stengelepidermis, die andere hingegen jener der Innenseite einer Blattscheide.

Dieser Kanal — wie ich später zeigen will, ein überaus wichtiger entwicklungsgeschichtlich-systematischer Anhaltspunkt — ist für den ersten Augenblick glattweg unerklärlich. Um seinen Zweck und seine Herkunft zu erkennen, müssen wir vor allem den ganzen Aufbau der zwiebelförmigen Knolle der Herbstzeitlose studieren, der, so sonderbar es in Anbetracht der Häufigkeit und Verbreitung der Herbstzeitlose klingen muß, in der genannten botanischen Literatur, soweit sie mir erreichbar war, falsch beschrieben ist. Ich fand in der „Lebensgeschichte der PflanzenMitteleuropas" von Kirchner, Loew und Schröter, Band I, Abt. 3 (1911) die einzige Ausnahme von dieser Allgemeinheit, die einzige richtige Beschreibung. —

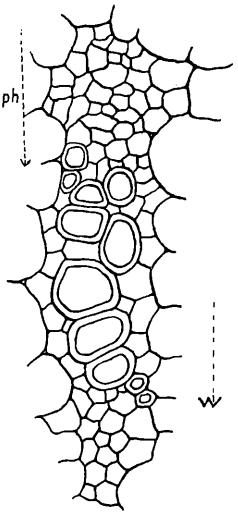


Abb. 2. Querschnitt durch ein Gefäßbündel des Stengels der Herbstzeitlose. — *ph* = Phlo m (Siebteil), *x* = Xylem (Gefäßteil). (Orig.)

Um den Bau zu studieren, nehmen wir die ausgegrabene Knolle und reinigen sie vor allem durch einen kräftigen Wasserstrahl von der anhaftenden lehmigen Erde. Von außen betrachtet macht die Knolle den Eindruck einer Zwiebel, da sie deren Umriß zeigt und von einer braunhäutigen, mehr oder weniger zerrissenen Hülle, dem untersten Teil des ersten Blattes vom Vorjahr, oder besser gesagt, der bauchig aufgetriebenen Blattscheide desselben eingehüllt wird. Man nennt die Knolle daher auch häufig „Zwiebelknolle", ein Ausdruck, der aber nach meiner Ansicht sehr unglücklich gewählt ist und besser den Übergangsformen zwischen Zwiebel und Knolle, wie sie unser Germer (*Veratrum*) zeigt, vorbehalten bleiben soll. Unsere Knollenform ist so charakteristisch für die Herbstzeitlose und ihre Verwandten, daß ich lieber den Ausdruck „*Colchicum*-Knolle" als Typenbezeichnung vorschlagen möchte.

Nun entfernen wir das braune Hüllblatt und können den Bau der Knolle studieren (Abb. 3, Schema, und 4, Diagramm). Nahe

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

der Basis der vorjährigen Knolle (Ka), deren Reservestoffe um diese Jahreszeit schon verbraucht sind, und die daher schon ganz runzelig ist, hängt, nur durch eine schmale Verbindungsbrücke mit ihr vereinigt, der diesjährige Trieb. Von diesem ist im Vorjahr nur die Blüte zur Ausbildung gelangt, die bekanntlich nur mit der Blumenkrone aus der Erde ragt, während heuer der Stengel sich gestreckt und die Samenkapsel über die Erdoberfläche gehoben hat und die Blätter trägt. Durch die Assimilationstätigkeit der Blätter haben sich wieder Reservestoffe gebildet, die nun in dem zur neuen Knolle (K_1) erweiterten untersten Stengelglied gespeichert werden. Das unterste Blatt (b_1) ist ganz an der Basis der Knolle inseriert und hüllt diese mit seiner Scheide vollständig ein. Wird auch diese entfernt, so sieht man, genau der alten Knolle gegenüberliegend, die Triebknospe (kn_1) für den nächstjährigen Haupttrieb außen an die heurige Knolle angelegt. Bekanntlich entspringen Triebknospen stets in der Achsel eines Blattes. In unserem Falle ist aber die Knospe durch die Auftreibung der Knolle etwas von der Anwachsstelle des Blattes verschoben. Ihre Zugehörigkeit zum untersten Blatt ist aber schon aus der Lage klar zu erkennen.

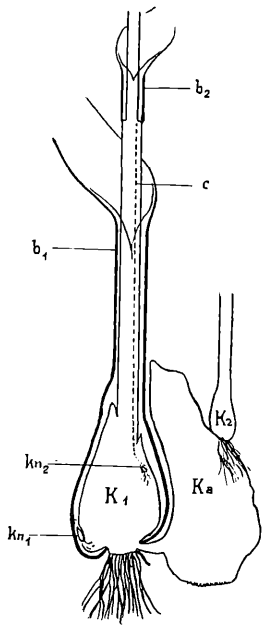


Abb. 3. Schema der *Colchicum*-Knolle im Sommer. *Ka* = alte (vorjährige) Knolle; K_1 = Knolle des Haupttriebes; K_2 = Knolle des Reservetriebes; kn_1 = Hauptknospe (= Axillarknospe des 1. Blattes — b_1); kn_2 = eingesenkte Reserveknospe (= Axillarknospe des 2. Blattes — b_2); *c* = Kanal. (Orig.)

Mitunter finden wir aber, der jungen Knolle schräg gegenüber, auf die vorjährige einen zweiten Trieb (kn_2) aufgesetzt, der allerdings in den meisten Fällen viel schwächer entwickelt ist. Seine Existenz ist aber aus dem bisher beschriebenen Bau absolut unerklärlich. Denn ein Trieb kann einzig und allein in der Achsel eines Blattes entstanden sein, die Knospe aus der Achsel des untersten Blattes bildet den heurigen Haupttrieb, das zweite Blatt (b_2) aber beginnt, wie wir am heurigen Haupttrieb sehen können, erst hoch oben am Stengel. Und doch entsteht dieser „Reservetrieb" wie ihn Kirchner nennt, in der Achsel dieses zweiten Blattes! Machen wir eine Reihe von Querschnitten durch den heurigen Stengel, so sehen wir, daß oberhalb dieses zweiten Blattes der früher beschriebene Kanal (c) fehlt, sich aber von der Anwachsstelle desselben bis herunter in die Knolle zieht. Wir führen die Schnittserie auch in der Knolle weiter, und stoßen plötzlich, am unteren Ende des Kanales, auf eine zweite Knospe, die, von außen absolut unsichtbar, vollkommen im Gewebe der Knolle eingebettet liegt (kn_2). Diese Knospe ist nicht nur darum der Beobachtung der meisten Autoren entgangen, weil sie von außen völlig unsichtbar ist, sondern sie ist überdies auch nicht in dem durch die Hauptknospe geführten radialen Längsschnitt gelegen. Denn, da bei der Herbstzeitlose die Blätter in der sogenannten „$^1/_3$-Stellung" stehen, d. h. in drei Reihen um den Stengel angeordnet sind, ist auch die Knospe im Knollenquerschnitt von der Hauptknospe nicht um 180°, sondern nur um 120° entfernt, wie am Diagramm der Abb. 4 zu sehen ist. Das zweite, scheinbar hoch am Stengel entspringende Blatt zieht sich also als feiner Streifen längs des Stengels bis in die Knolle herab und die Knospe liegt an seiner tatsächlichen Ursprungsstelle.

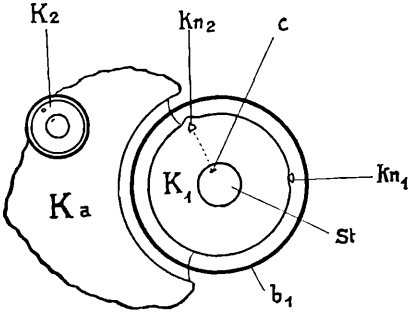


Abb. 4. Schematisches Diagramm einer *Colchicum*-Knolle im Sommer. *St* = Stengel; sonst. Bezeichnung wie Abb. 3. (Original.)



Abb. 5. *Gloriosa simplex* L. (Original.)

Daraus folgt aber, daß im Stengelquerschnitt nicht alles wirklich Stengelgewebe sein kann, sondern der, vom Kanal gegen außen gelegene Teil entwicklungsgeschichtlich als Blattgewebe anzusprechen ist.

Daß diese Auffassung richtig ist, beweist uns der Stengelquerschnitt einer verwandten Pflanze, der im tropischen Afrika heimischen, bei uns in Gewächshäusern gerne kultivierten *Gloriosa simplex* L.[1]) (Abb. 5). Dem Aussehen nach würde wohl kein Mensch diese rankende, herrlich gelb bis feuerrot blühende Pflanze für eine Verwandte der Herbstzeitlose halten, wenn sie nicht durch eine Reihe von unverkennbaren Übergangsgliedern mit ihr verbunden wäre und – wenn sie nicht ebenfalls den Kanal im Stengel hätte. Denn wenn auch bei der ganzen Gattung die Knolle nicht mehr zwiebelförmig ist, sondern eher einem mit beiden Enden nach unten gebogenen Stab, ich möchte — banal — fast sagen, einem Paar Frankfurtern, gleicht, so fehlt ihr doch nicht das Charakteristikum der *Colchicum*-Knolle, die eingesenkte Knospe. Die Form der Knolle hat wenig zu bedeuten, denn ähnlich sehen

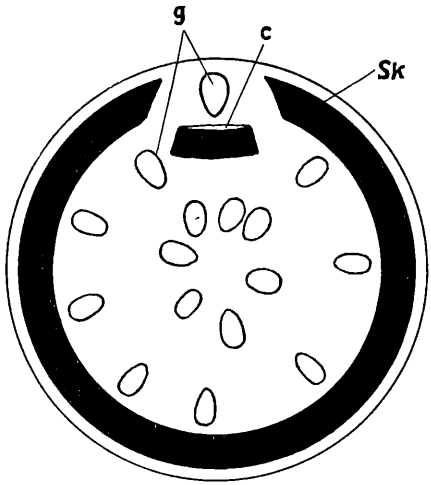


Abb. 6. Querschnitt durch das unterste Stengelglied von *Gloriosa simplex* L., Schema. — *c* = Kanal; *g* = Gefäßbündel; *Sk* = Sklerenchymring (schwarz). (Original.)

die Knollen von Sämlingen der Herbstzeitlose aus, und in einer der Herbstzeitlose unmittelbar benachbarten Gattung, deren Arten typisch entwickelte *Colchicum*-Knollen haben, hat eine einzige Art stabförmige Knollen!

Der Stengelquerschnitt im untersten Stengelglied (Abb. 6) ist besonders eigenartig. Rings um den Stengel zieht sich, von der Epidermis durch einige dünnwandige Zellschichten getrennt, ein aus stark verholzten, dickwandigen Zellen gebildeter Sklerenchymring (Abb. 6 Sk). An der Stelle aber, an der der Kanal liegt, ist er unterbrochen und setzt sich innerhalb des Kanälchens fort. An seiner Stelle liegt dafür außerhalb des Kanales ein Gefäßbündel. Dieses Bild zeigt uns ganz klar, daß hier einfach das Stengelgewebe in die Tiefe gedrückt wurde und an seine Stelle ein Streifen Blattgewebe getreten ist, dem auch das hier liegende einzelne Gefäßbündel angehört.

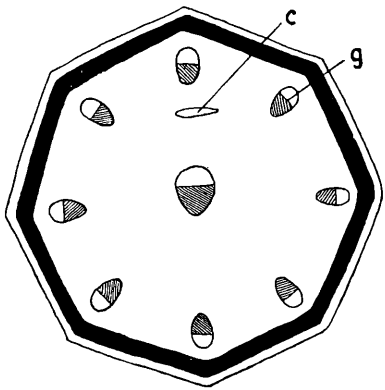


Abb. 7. Querschnitt durch das unterste Stengelglied von *Littonia modesta* Hook. (Schema). — *c* = Kanal; *g* = Gefäßbündel (der Gefäßteil ist schraffiert, der Siebteil weiß). Sklerenchymring schwarz. (Original.)

Eine andere, ebenfalls nicht selten in den Gewächshäusern kultivierte Verwandte aus Südafrika, *Littonia modesta* Hook. genannt, steht der *Gloriosa* verwandtschaftlich unmittelbar benachbart. Auch sie ist eine kletternde Staude, doch sind ihre Blüten nicht zu solcher vollendeter Schönheit entwickelt wie bei dieser.

Ihr achteckiger Stengelquerschnitt aber (Abb. 7) gibt uns neue Rätsel zu raten. Auch hier finden wir, diesmal unmittelbar an die Epidermis anschließend einen Sklerenchymring (Ring verholzter Zellen). Aber diesmal ist er rund um den Stengel geschlossen. Nahe diesem Sklerenchymring liegt dann der auffallend regelmäßige Kreis der Gefäßbündel

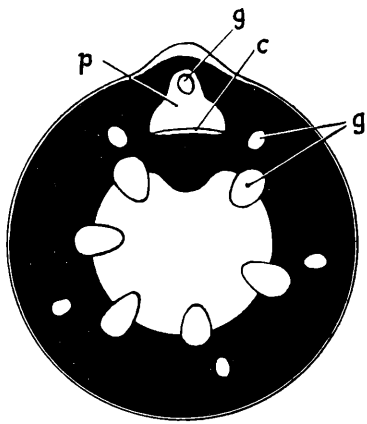


Abb. 8. Querschnitt durch das unterste Stengelglied von *Iphigenia strumosa* Bart. (Schema). — *g* = Gefäßbündel; *c* = Kanal; *p* = eingesprengtes Parenchym; Sklerenchym schwarz. (Original.)

und innerhalb dieses Kreises der zur Reserveknospe führende Kanal. Keine Spur von verholzten Zellen innerhalb des Kanälchens

[1]) Daß ich von dieser und den nachstehend beschriebenen Pflanzen nur die lateinischen Namen nenne, hat seine Ursache darin, daß es für diese Arten keine deutschen Namen gibt. Ich könnte höchstens die englischen Bezeichnungen nennen, die aber für den Leser wertlos sind.

deutet auf eine ins Innere des Querschnittes verdrängte Partie des Stengels hin. Dafür liegt aber genau im Mittelpunkt des Querschnittes ein großes Gefäßbündel, welches bezeichnenderweise mit dem Siebteil gegen den Kanal gestellt ist.

Wieder können wir die Erklärung des Querschnittes auf dem Umweg über eine verwandte Pflanze, die vom deutschen Regierungsbotaniker Dinter in Deutsch-Südwestafrika gesammelte *Iphigenia strumosa* Bak., finden. *Iphigenia* ist eine an sich recht unscheinbare Pflanze, die systematisch — was in unserer Zeit mit entwicklungsgeschichtlich gleichwertig ist — ziemlich genau in der Mitte zwischen Herbstzeitlose und *Gloriosa* steht.

Hier können wir die Entstehung des geschlossenen Ringes beobachten (Abb. 8). An die Epidermis anschließend finden wir im Querschnitt des untersten Stengelgliedes einen überaus kräftigen Sklerenchymring, in den eingebettet meist 5 kleine Gefäßbündel liegen, während die großen Hauptgefäßbündel nur mehr mit dem Siebteil im Sklerenchym stecken, und mit dem Gefäßteil schon ins zarte Markparenchym ragen. In diesem Sklerenchymring liegt nun auch der Kanal, der hier die Ursache einer auffallenden Formveränderung des Ringes wird. Gegen den Querschnittmittelpunkt zu schließt sich, wie früher bei *Gloriosa*, unmittelbar das verholzte Gewebe wieder an, welches hier aber mit dem übrigen Teil des Ringes in ununterbrochener Verbindung bleibt und eine Einbiegung gegen den Mittelpunkt hin erfährt. Dagegen schließt sich an den Kanal nach außen hin eine Partie zarter Parenchymzellen an, durch die sich wieder ein Gefäßbündel zieht. Darüber dehnt sich abermals eine Brücke von Sklerenchymzellen, die aber an dieser Stelle nicht bis unmittelbar an die Epidermis reicht, sondern von dieser noch durch einige zarte Zellschichten getrennt ist. Der Stengelquerschnitt selbst ist an dieser Stelle etwas nach außen vorgewölbt.

Eine kurze Überlegung macht uns diesen seltsamen Querschnitt schnell klar, wenn wir unsere Erfahrung bezüglich des Kanales vor Augen halten. Durch das Blattgewebe außerhalb desselben wurde der Sklerenchymring in die Tiefe gerückt, wobei er aber, dank seiner Breite, nicht wie bei *Gloriosa* unterbrochen wurde. Hiedurch entstand die Ausbuchtung nach innen, die aber weniger mächtig als der übrige Sklerenchymring ist, da ein großer Teil der verholzten Zellen als im Inneren des Stengels überflüssig, nicht zur Ausbildung gelangte. Die Parenchymgruppe mit dem Gefäßbündel ist also wieder Blattgewebe. Der Blattstreifen drängte sich aber so sehr in die Tiefe, daß es außerhalb des Gefäßbündels zu einer Art Überwallung des Blattgewebes durch den Sklerenchymteil des Stengels kam, wodurch nun die dünne Sklerenchymbrücke entstand, die demnach wieder Stengelgewebe ist. Offenbar wurde dabei noch eine dünne Partie Blattparenchyms abgeschnürt, die nun die dünne Parenchymschicht unter der Epidermis bildet. Die Reihenfolge der Gewebe ist also folgende: Vom Mittelpunkt bis zum Kanal — Stengel; dann vom Kanal nach außen: Parenchym mit Gefäßbündel — Blatt, Sklerenchymbrücke Stengel, und Parenchymstreifen — Blatt.

Dieses Ergebnis können wir nun zur Deutung des *Littonia*-Querschnittes verwerten. Auch hier wurde der Stengel durch das Blattgewebe sehr tief eingedrückt. So entstand das sonst schwer erklärliche Gefäßbündel im Mittelpunkt des Querschnittes. Die Richtigkeit dieser Annahme wird bewiesen durch die Tatsache, daß dieses Bündel mit dem Siebteil gegen den Kanal gerichtet, also im Querschnitt genau so orientiert ist, wie es an seinem Platz im Ring liegen müßte. Das Bündel außerhalb des Ringes hingegen gehört, obwohl es sich so genau in den Kreis der übrigen Gefäßbündel einordnet, nicht dem Stengel an, sondern dem Blatt. Durch das tiefe Eindringen wurde das Blatt wieder überwallt und der Sklerenchymring wieder geschlossen. Es fehlt also nur der in die Tiefe gerückte Teil des Sklerenchymringes. Daß dieser aber nicht zur Ausbildung gelangte, ist weiter nicht zu verwundern, wenn wir betrachten, um wieviel dünner die nach innen gerückte Partie des Ringes bei *Iphigenia* war.

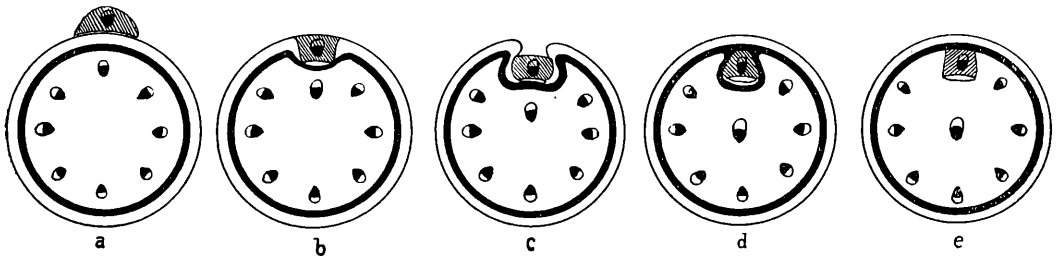


Abb. 9. Schema der Entwicklungsgeschichte des Stengelquerschnittes von *Littonia*. Stengelgewebe weiß — Gefäßteil der Gefäßbündel und Sklerenchym schwarz. Blattgewebe schraffiert. (Original.)

Ein Schema der Entstehung dieses Querschnittbildes zeigt die Abb. 9, in der die verholzten Elemente — Sklerenchym und Gefäßteil der Gefäßbündel — schwarz, der übrige Teil des Stengelgewebes weiß, die Blatteile aber schraffiert gezeichnet sind. Die Richtigkeit des Schemas zeigt ein Querschnitt durch den vom Kanal durchzogenen Zipfel der Knolle, bei dem die Überwallung noch nicht ganz vollzogen ist, und der daher genau die Form von Abb. 9c zeigt, nur ohne Skleren-

chym, da dieses der Knolle überhaupt immer fehlt.

Wir haben hier die seltene Erscheinung vor uns, daß ein Merkmal des anatomischen Baues einer Pflanze von so ungeheurem systematischem Wert ist, daß es eine ganze entwicklungsgeschichtliche Reihe aufdeckt. Besonders beachtenswert ist dabei, daß obendrein die beiden Endglieder dieser Reihe, Herbstzeitlose und *Gloriosa* so verschiedenartig sind, daß niemand den innigen Zusammenhang zwischen den beiden Gattungen vermuten würde. In der Tat, wenn auch beide Typen im bisherigen Liliaceensystem in eine und dieselbe Unterfamilie gestellt wurden, so war doch ihr Zusammenhang dadurch arg zerrissen, daß in dieselbe Unterfamilie noch eine Reihe ganz heterogener Pflanzen, die einer ganz anderen Gruppe angehören, eingereiht, ja, zum Teil sogar zwischen die beiden gestellt wurden. Nur dem Kanälchen habe ich es zu danken, daß es mir gelungen ist, den Zusammenhang zu beweisen und durch schrittweises Vorgehen und planmäßiges Suchen auch die Glieder der Artenkette zu finden, die sich zwischen den beiden Endformen spannt. Diese beweisen nun die Entwicklungsgeschichte auch durch die äußere, grobmorphologische Gestalt, da sie alle Übergänge vom Typus der Herbstzeitlose bis zur kletternden *Gloriosa* zeigen.

Als letzter Beweis diente dann noch die Chemie, indem es gelang, auch in der *Gloriosa*-knolle neben deren spezifischem Alkaloid, dem „Superbin", auch das typische Alkaloid der Herbstzeitlose Colchicin nachzuweisen. Ich bin überzeugt, nur die nötige Menge von Pflanzen der übrigen Arten aus dieser Gruppe wäre erforderlich, und man könnte das Colchicin und ähnliche Alkaloide in allen Arten der Gruppe nachweisen.

Literatur:

Für *Gloriosa*: Velenowsky, Vergleichende Morphologie der Pflanzen, 1905. (z. T.).
Für *Colchicum*: Kirchner-Loew-Schröter, Lebensgeschichte der Pflanzen Mitteleuropas, Bd. I. Abt. 3, 1911.
Sonst. Buxbaum, Vergleichende Anatomie der Melanthioideae in Fedde Repertorium, Beiheft Bd. XXIX. 1925.

Weitere Beiträge zum Plankton der Oder

Von **E. Bennin,** Landsberg a. W.
(Bearbeitet im Institut für Pflanzenkrankheiten der Preuß. landwirtschaftl. Versuchs- und Forschungsanstalten)

Schluß von S. 112

2. Das tierische Siebplankton.

(Die Zahlen geben die tierischen Organismen in 1 Liter Oderwasser an.)

Auf die verschiedene Menge der absiebbaren Schwebestoffe, das Seston, wurde schon genügend hingewiesen (Abb. 1 linksseitige Darstellung). Es wurde durch Filtration von 10 l Oderwasser mit Hilfe des Planktonsiebes gewonnen und um Vergleiche mit den Ergebnissen von Kolkwitz zu ermöglichen, auf 50 l umgerechnet. Der Rückstand wurde später quantitativ auf seinen tierischen Organismengehalt hin untersucht[1]) und ergab folgende Werte:

Stat. 1 Frankfurt. (19. 7. 26.)

Arcella hemisphaerica	2
„ *vulgaris*	3
Difflugia corona	1
globulosa	1
„ *pyriformis*	5
Cyphoderida ampulla	1
Stylonychia spec.	2
Protozoen	15
Rattulus carinatus	1
Cathypna luna	1
Monostyla cornuta	4
Brachionus bakeri var. *brevispinus*	1
Anuraea cochlearis-tecta	1
Anuraeopsis hypelasma	3
Sonstige Rotatorien	3
Rotatorien	14
Nauplien	5
Crustaceen	5

Untersuchungs-Stationen	1 Frankfurt	2 Küstrin	3 Nied.-Kränig	Stettin 4 Oberhalb	5 Hafen	6 Unterhalb	7 Damansch	8 Dammscher See	9 Haffgrenze
Protozoen	15	12	8	9	13	8	5	4	10
Rotatorien	14	25	63	46	38	56	45	9	32
Crustaceen	5	5	11	51	27	29	24	74	26
Sonstige Metazoen	3	1	3	3	3	2	2	1	—
Anzahl der tierischen Organismen in 1 l Oderwasser	37	43	85	109	81	95	76	88	68

Wie sich die Ergebnisse im einzelnen zusammensetzen, möge an einigen Beispielen gezeigt werden.

[1]) Über Methode siehe Mikrokosmos Bd. XV, 1921/22.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Nematode	1
Chironomidenlarve	1
Glochidien	1
Sonstige Metazoen	3

Die meisten Arten sind demnach solche, die normalerweise auf irgendeinem Substrat leben, so auf Wasserpflanzen, Strombauten oder auf geeigneten Stellen des Grundes und von hier durch die Strömung in den freien Fluß entführt werden. Echte Plankter treten nur ganz vereinzelt auf. Von den Crustaceen sind nur Nauplien quantitativ erfaßt worden.

Stat. 5 Stettin. (21. 7. 26.)

Arcella vulgaris	6
Difflugia pyriformis	3
Centropyxis aculeata	1
Codonella lacustris	1
Pinaciophora fluviatilis	1
Strombidium spec.	1
	13
Synchaeta oblonga	6
stylata	2
,, *pectinata*	1
Triarthra longiseta	1
Polyarthra platyptera	3
Rattulus carinatus	1
Monostyla cornuta	2
Pompholyx sulcata	1
Brachionus angularis	4
urceolaris	5
,, *pala*	1
Anuraea cochlearis	1
,, *var. tecta*	2
Anuraeopsis hypelasma	3
Sonstige Rotatorien	5
	38
Nauplien	21
Junge Cyclopiden	5
Chydorus spec.	1
	27
Nematoden	1
Chironomidenlarve	1
Glochidien	1
	3

Die Lebewelt der Ufer- und Grundgemeinschaft tritt den Euplanktern gegenüber erheblich zurück. Besonders die Anzahl der Rotatorien hat zugenommen; sie ist jedoch nicht so stark als an den beiden vorhergehenden Untersuchungsorten und auch geringer als an den beiden nachfolgenden. Für diese Verteilung spielt wahrscheinlich der rege Schiffahrtsverkehr im Hafen eine Rolle, wodurch die Schichtung der Zooplankter, die in der langsam strömenden unteren Oder vorhanden ist, bis zu einem bestimmten Grade aufgehoben wird. Der Befund unterhalb Stettin (Stat. 6) beweist, daß andere Gründe, etwa chemische, nicht in Frage kommen. Auch der Crustaceenbefund ist geringer als bei Stat. 4, wo der hohe Betrag durch die vielen Nauplien — 30 pro Liter — erreicht wird.

Stat. 9, Ziegenort, Haffgrenze. (22. 7. 26.)

Difflugia globulosa	1
Vorticellen-Schwärmer	1
Strombidium spec.	2
	4
Synchaeta oblonga	1
,, *stylata*	3
Polyarthra platyptera	1
Brachionus angularis	1
urceolaris	1
bakeri	1
Anuraea cochlearis	1
	9
Nauplien	23
Junge Cyclopiden	13
Cyclops albidus	1
Diaptomus gracilis	1
Eurytemora velox	1
Junge Diaptomiden + *Eurytemora*	1
Junge Bosmiden	2
Daphnia cucullata	1
Daphnella brachyurum	1
Ceriodaphnia pulchella	27
(jung)	3
	74
Cercaria spec.	1

Das Siebplankton zeigt auf dieser letzten Station durchaus nicht mehr Flußcharakter. Besonders die Rotatorienmenge ist erheblich zurückgegangen; dafür hat sich die Arten- und Individuenmenge der Crustaceen bedeutend vermehrt. Schon von Schwedt ab (Stat. 3) macht sich eine stärkere Besiedlungsdichte tierischer Organismen bemerkbar. Während die Rotatorien schließlich aber wieder abnehmen — auch unter Berücksichtigung ihrer Schichtung —, treten die Krebse, und nicht bloß ihre Jugendformen, sondern auch ausgewachsene Exemplare immer häufiger auf. Und hier liegt auch die Erklärung für die Abnahme des Kammerplanktons. Sie steht mit der Zunahme der Crustaceen in engster Wechselbeziehung. Während bei Schwedt (Stat. 3) die Krebse als Konsumenten noch nicht augenfällig in Erscheinung treten, ändert sich das Bild weiter unterhalb ganz erheblich; denn von hier ab wird das freie Stromwasser von größeren Zooplanktern besiedelt, die als Verzehrer der pflanzlichen Schwebewelt auftreten. Aber nicht nur das Nannoplankton wird von der filtrierenden und sedimentierenden planktischen Fauna erfaßt, sondern auch das Mikroplankton findet genügend Liebhaber, wie z. B. *Asplanchna*, von der in der unteren Oder drei Arten auftreten, *Asplanchna brightwelli*, *A. priodonta* und *A. sieboldi*. Hinzu kommt noch der reiche Bestand der Jungfische. Auch die schnelle Abnahme des Sestons im Damansch (Stat. 8) und weiter stromabwärts ist zum größten Teil, wenigstens soweit die länger schwebenden organischen Teilchen in Frage kommen, auf die konsumierende Tätigkeit der Gesamtfauna zurückzuführen.

Der Produktionseffekt, wie er aus den Kammerbefunden hervorgeht, ist also tatsächlich ein scheinbarer; die Mglichkeit der Produktion des Unterlaufes der Oder an

Phytoplankton ist groß (haben wir es doch mit langsam strömendem N- und P-mesotrophem Wasser zu tun), tritt aber infolge der dichten faunistischen Besiedlung nicht immer in Erscheinung.

Leider fehlen uns von dem hier behandelten Gebiet quantitative Untersuchungen über die Fauna des Grundes und der Unterwasserpflanzen. Jedoch der Fischreichtum, die Angaben schwanken für die untere Oder + Haff zwischen 57—225 kg pro ha, läßt darauf schließen, daß diese Zonen von Schwedt ab ebenfalls stark bevölkert sind. Das zufließende Wasser des weiter oben liegenden Stromsystems bringt ständig reiche Sestonmengen mit sich, die unter gewöhnlichen Verhältnissen, wenn das Hochwasser das Bett nicht reingefegt hat, größer sind, als die hier mitgeteilten, wodurch die untere Strecke fortwährend gedüngt wird und gute Nährbedingungen liefert.

3. Qualitative Befunde.

Es treten uns bei den Untersuchungen natürlich noch andere Phytoplankter entgegen, als sich aus der Kammermethode ersehen läßt. Schon die Durchsicht der Siebrückstände erhöht die Artenzahl ganz bedeutend, mehr noch die Bearbeitung der Qualitativfänge. Viele Organismen sind freilich für die Produktivität belanglos, andere können jedoch zu bestimmten Zeiten unter zusagenden physikalischen und chemischen Milieufaktoren von großem Einfluß sein, so *Diatoma elongatum, Melosira granulata, M. helvetica, Asterionella gracillima*, wie die Fänge bei Küstrin 1924 und 1925 gezeigt haben. Gerade das Material vom Juni 1925, das den Mikrokosmoslesern durch die Geschäftsstelle zugänglich ist, zeigt, wie auch die letztgenannte Art stark vorherrschen kann.

Bei der Verbreitung der Plankter innerhalb der untersuchten Flußstrecke fällt auf, daß die meisten Arten verhältnismäßig konstant auftreten. Wohl scheint das Ergebnis der durch die Kammermethode erfaßten Arten wenigstens für einige Organismen dem zu widersprechen; die qualitativen Untersuchungen des Netzmaterials bestätigen aber immer wieder, wie durch die Strömung die meisten Formen weithin verschleppt werden. Während die Feststellung des Kubikzentimeterbestandes an der Haffgrenze (Stat. 9) nur 16 Namen aufweist, läßt uns die Durchsicht des Qualiativfanges noch 24 Phytoorganismen finden, so auch *Asterionella gracillima, Fragilaria capucina, F. crotonensis, Scenedesmus acuminatus*, die in der Kammer fehlen.

Einige Arten, die mir bei den Untersuchungen begegnet sind, verdienen besonders genannt zu werden, weil ihr sonstiges Vorkommen selten ist, so das „Wassernetz" *(Hydrodictyon reticulatum)* bei Ziegenort und *Pediastrum kawraiskyi* Schmd. (Abb. 2) im Dammschen See. Die Randzellen dieser Grünalge sind mit zwei ziemlich glatten, gerade abgestutzten Fortsätzen versehen, die häufig übereinander stehen. Wie schon früher in der Warthe, so wurde auch in der Oder bei Schwedt eine *Trachelomonas*-Art festgestellt, die ich als *T. urceolata* Stokes (Abb. 3 a, b) ansprechen möchte, die uns bisher nur aus Nordamerika bekannt ist (Pascher, Süßwasserflora, Bd. 2). Gehäuse der hiesigen Form zylindrisch mit Halsfortsatz und abgesetztem Enddorn, Halsöffnung ± wellig gebogen (Abb. 3 b), Chromatophoren dicht gelagert, scheibenförmig. Augenfleck deutlich karminfarbig, bei einem Exemplar aber auch kaum nachweisbar, Geißel körperlang, Gehäuse glatt, bräunlich. L. 54—71 µ, B. 26—34 µ.

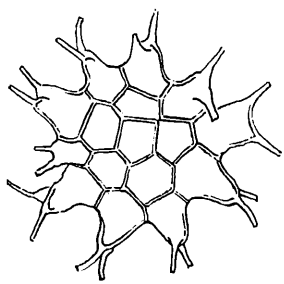


Abb. 2. *Pediastrum kawraiskyi*

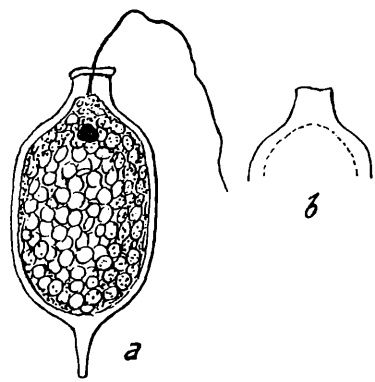


Abb. 3. *Trachelomonas urceolata.* — *a* = typische Ansicht; *b* = Halsteil in anderer Form

In den Strecken, in denen noch eine stärkere Strömung herrscht, kommen naturgemäß am häufigsten Mitglieder der Ufer- und Grundgemeinschaft vor. Je mehr wir uns aber bei den Untersuchungen dem Mündungsgebiet der Oder nähern, desto mehr treten die euplanktischen Arten auf. Am schönsten wird diese Verteilung durch die Vertreter der Crustaceen charakterisiert. An den Stat. 1 und 2 werden neben *Bosmina cornuta* und *B. curvirostris* im freien Stromwasser fast ausschließlich die Uferphyllopoden *Pleuroxus uncinatus, Rhynchotalona rostrata, Eurycercus lamellatus* und *Alonella nana* und unentwickelte Cyclopiden gefunden, in den Stat. 7, 8, 9 dagegen die echten Plankter *Daphnia cucullata, Ceriodaphnia pulchella, Daphnella brachyurum, Diaptomus gracilis, Eurytemora lacustris* und *E. velox*. Die Strömungsverhältnisse treten uns demnach auch hier als maßgebend entgegen.

Zwei Organismen, der Copepode *Eurytemora velox* und die Diatomee *Bacillaria paradoxa* sind Vertreter der Brackwasserzone; sie kommen hier im reinsten Süßwasser vor und werden schon im Dammschen See (Stat. 7) gefunden, haben sich also weitab von dem salzreichen Unterstrom, der ständig von der Ostsee in das Haff eintritt, verbreitet.

© Biologie Grundwissen Texte vorbehalten http://www.elsevier.de

Die Schleimhaut des Dickdarmes bei Flächenbetrachtung

Von Dr. **F. Schwarz,** Erlangen

(Zoologisches Institut der Universität)

Die Kunst des Mikroskopierens beruht nicht allein auf der richtigen Anwendung der Konservierungs- und Färbemethoden, sondern auch in nicht geringem Maße auf der geschickten und zweckmäßigen Führung des Mikrotom- oder Rasiermessers. Es ist nicht gleichgültig, ob man von einem Objekte Quer-, Längs- oder Tangentialschnitte anfertigt. Jeder, der einmal Holz mikroskopisch untersucht hat, weiß, daß man je nach der Lage der Schnittrichtung ganz verschiedene Bilder erhält. Obwohl vom gleichen Stücke, unterscheiden sich die einzelnen Schnitte so in

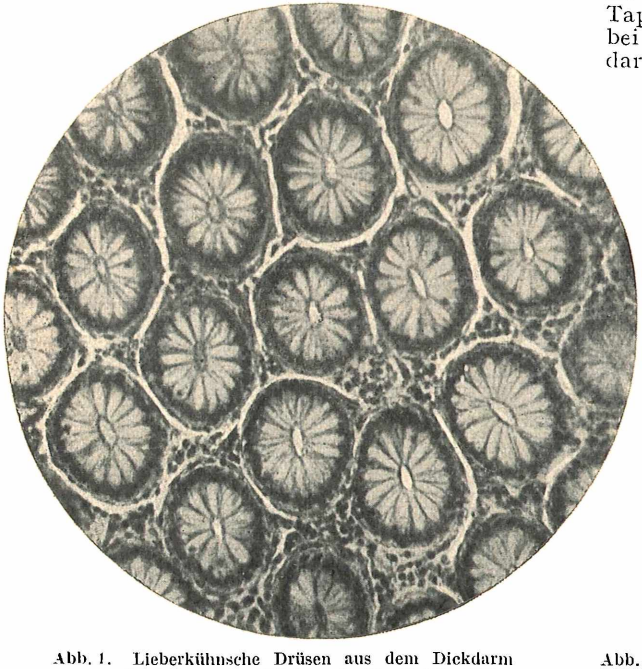


Abb. 1. Lieberkühnsche Drüsen aus dem Dickdarm Gürteltieres im Flächenschnitt. Vergr. 400f.

ihrem Gewebsbild, daß der Nichteingeweihte glauben möchte, drei verschiedene Holzarten vor sich zu haben. Ganz ähnliche Verhältnisse ergeben sich auch bei tierischen Objekten recht häufig. Ich will an dieser Stelle nur auf ein Beispiel hinweisen, wie es der Darm bietet.

Die mikroskopische Untersuchung des Darmes erstreckt sich in der Regel auf Betrachtung von Querschnitten. Sie liefern uns die in allen Lehrbüchern der Gewebelehre bekannten Bilder, mit längs geschnittenen Zotten und Drüsen, je nachdem, ob es sich gerade um einen Dünndarm oder Dickdarm handelt. Gelegentlich mag auch der Längsschnitt zu seinem Rechte kommen; er bietet aber dem Querschnitt gegenüber wenig Neues und hat für den Ungeübten eher einen gewissen Nachteil, weil hier die Muskulatur scheinbar verkehrt angeordnet ist. Die äußere Längsmuskelschicht ist der Länge nach getroffen und täuscht ringförmige Anordnung vor. Die innere Ringmuskelschicht erscheint im Querschnitt und deshalb längsgerichtet. Etwas völlig anderes bietet dagegen der Flächen- oder Tangentialschnitt. Man betrachte die beigefügte Mikroaufnahme eines solchen Flächenschnittes (s. Abb. 1), und man wird gestehen müssen, daß man auch einigermaßen als Kenner nicht ohne weiteres sagen kann, was man vor sich hat. Der Laie mag sie gar für eine Wiese mit Gänseblümchen, ein Tapetenmuster oder einen Teppich halten. Dabei sind es nur die schlichten Drüsen eines Dickdarms, eine Schleimhaut im Flächenschnitt!

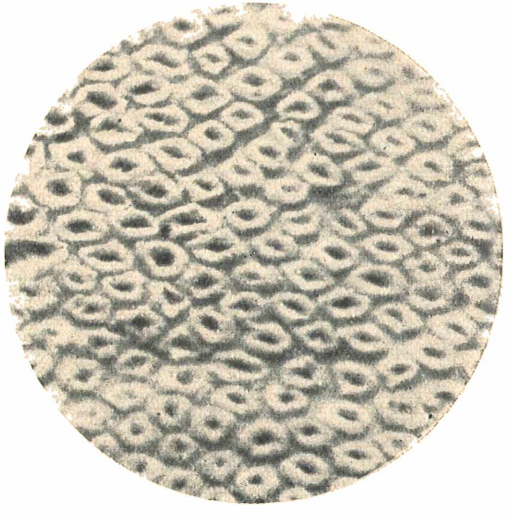


Abb. 2. Dickdarmschleimhaut vom Gürteltier mit den Ausmündungen der Lieberkühnschen Drüsen; in der Fläche betrachtet. Vergr. 100fach (Trockenpräparat)

Ehe ich auf nähere Betrachtung dieser Bilder eingehe, will ich mit einigen Worten den geweblichen Aufbau des Säugetierdarmes im allgemeinen skizzieren. Der ganze Verdauungsweg mit Ausnahme der Speiseröhre zeigt einen sehr einheitlichen, ja fast schematischen Aufbau. Wir können auf allen Strecken 3 Schichten unterscheiden, die als Schleimhaut (Mucosa), Muskelschicht (Muscularis) und Bauchfellüberzug (Serosa) bezeichnet werden. Die beiden letzten Schichten lassen keine grundlegenden Unterschiede erkennen, ob wir sie am Magen, Dünn- oder Dickdarm vergleichen. Der Bauchfellüberzug besteht immer aus einem dünnen Plattenepithel, die Muskelschicht aus einer äußeren Längs- und einer inneren Ringmuskellage, deren Mächtigkeiten vielleicht in geringem Maße wechseln

können. Erst die Schleimhaut verleiht den Einzelabschnitten des Speiseweges das Eigengepräge. Ihre Oberfläche ist verschiedenartig gestaltet, teils durch Zotten oder Falten, teils durch Grübchen oder Knoten belebt, aber durchgehend mit einer Schicht zylindrischer Zellen überzogen. Das unmittelbar darunterliegende Bindegewebe wird als Unterschleimhaut (Submucosa) bezeichnet. Es birgt neben Blutgefäßen, Nerven und Lymphbahnen auch noch einen ganz spärlichen Muskelzug, den sog. Schleimhautmuskel (Muscularis mucosae). Der Dickdarm, der uns hier besonders beschäftigen soll, besitzt zwar keine Zotten, dagegen neben Falten und Lymphknoten besonders große Lieberkühnsche Drüsen. Die Schleimhaut des Dickdarmes ist bei allen Säugetieren nach dem gleichen Plane gebaut, doch schwankt das Bild ihrer Oberfläche nicht unbeträchtlich, so daß es sich wohl verlohnt, die Schleimhautoberfläche bei verschiedenen Tieren vergleichend zu betrachten. Zu diesem Zwecke fertigen wir am besten Trockenpräparate an. Wir waschen zunächst den Darm gut aus, schneiden ihn auf und bringen ihn, auf einem Wachsteller oder einem Brettchen aufgesteckt, in 5%iges Formalin. Noch besser wird ein Stück des Darmes mit Formalin gefüllt und dann abgebunden; auf diese Weise wird die Schleimhaut gleich gut gespannt. Die Fixierung ist über Nacht oder in einigen Stunden schon beendet. Hierauf wird ein ungefähr 1 cm² großes Stück herausgeschnitten, mit einem weichen Pinsel von noch anhaftenden Verunreinigungen unter

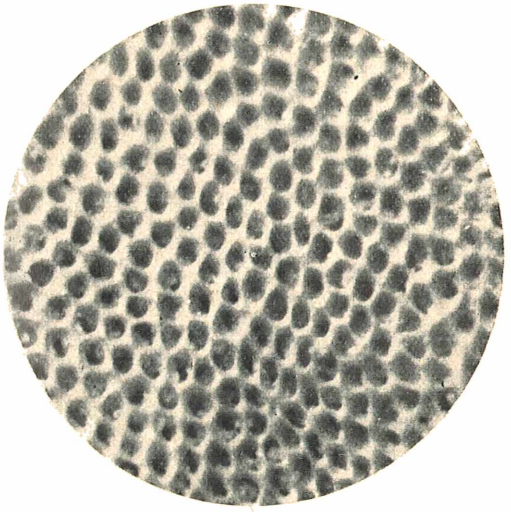


Abb. 3. Dickdarmschleimhaut der Katze mit den Ausmündungen der Lieberkühnschen Drüsen; in der Fläche betrachtet. Vergr. 100fach (Trockenpräparat)

fließendem Wasser befreit, auf einem Stück weißen Karton mit feinen Nadeln aufgespannt und durch die Stufenalkohole (35%, 50%, 65%, 80%, 96% und absoluten Alkohol) entwässert. Nach vollständiger Entwässerung bringen wir das Präparat in Xylol und wenn es damit völlig durchtränkt und durchscheinend geworden ist, legen wir es aufgesteckt unter einen Glassturz zum langsamen Trock-



Abb. Dickdarmschleimhaut der Katze mit zahllosen Drüsenmündungen. Vergr. 20fach (Trockenpräparat)

nen. Das Darmstück wird allmählich infolge Verdunstung des Xylols weiß und trocknet völlig aus, ohne stark zu schrumpfen. Wir lösen es von der Unterlage, schneiden es etwas zurecht und befestigen es mit einem Hauch Kanadabalsam auf einem Objektträger (nicht zu viel, da sonst das Präparat durchtränkt und verdorben wird!). Um es vor Staub zu schützen, klebt man ein genügend hohes Papperähmchen herum und kittet ein Deckglas darauf. Wir haben so gleichsam einen kleinen Schaukasten geschaffen.

Auf diese Weise sind die Trockenpräparate hergestellt, von denen die beigegebenen Oberflächenbilder gewonnen sind. Ich stelle zunächst zwei Mikrophotographien einander gegenüber, die Schleimhautoberfläche des Dickdarmes eines Gürteltieres und der Katze (s. Abb. 2 und 3). Beim Gürteltier finden wir verhältnismäßig wenig und nicht allzu dicht gestellte Drüsenmündungen, die von einem erhabenen Randwulst, gleich einer Lippe umgeben sind. Bei der Katze sehen wir eine dicht gedrängte Schar ziemlich weiter Grübchen, deren Mündungen am Rande keine besondere Markierung zeigen; das Bild macht fast den Eindruck einer Siebplatte. Um die große Zahl der Drüsen zu veranschaulichen, die auf eine kleine Fläche der Schleimhaut treffen, wurde das Präparat auch bei schwacher Vergrößerung aufgenommen (s. Abb. 4). Dabei drängt sich die Frage auf, wie groß die Zahl der Drüsen auf 1 mm² der Schleimhaut sein möchte? Nach den vorliegenden Präparaten ist die Zahl leicht zu errechnen. Beim Gürteltier zählte ich etwa 65 Drüsen auf den Quadratmillimeter, bei der Katze etwa 100, beim Menschen etwa 80. Mögen die Zahlen als solche vielleicht nicht viel besagen, so ergeben sie in

ihrer Gesamtheit doch manche gesetzmäßige Zusammenhänge physiologischer oder systematischer Art. Unsere Lehr- und Handbücher kranken vielfach an der Armut solcher Vergleichszahlen.

An Stelle des Trockenpräparates kann auch das Schnittpräparat treten. Wir verzichten dabei zwar auf das Oberflächenrelief, erhalten

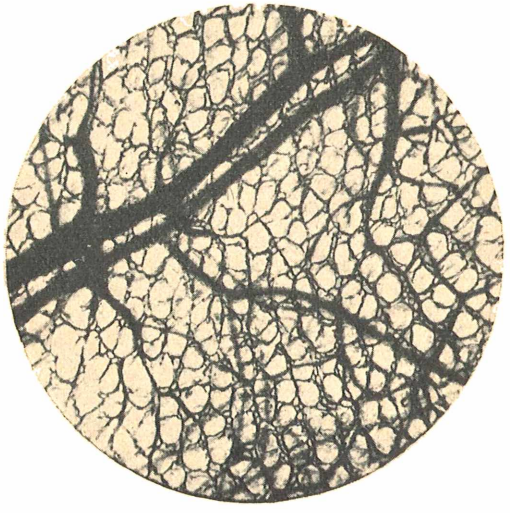


Abb. 5. Dickdarm eines Meerschweinchens mit Blutgefäßnetz, injiziert und aufgehellt. Vergr. 100fach. (Abb. 1—5 nach Photogr. von F. Schwarz)

jedoch dafür ein interessantes Bild durch den Einblick in den Zellenaufbau. Dieser zeigt wohl bei verschiedenen Arten kleine Unterschiede, die aber nicht so auffällig sind, daß wir sie hier zu berücksichtigen brauchen. Man sieht stets die rundlichen bis eiförmigen Querschnitte der Lieberkühnschen Drüsen. Beim Gürteltier sind sie besonders groß und deutlich ausgeprägt. Ein halbwegs guter Schnitt gibt ein fast ornamental wirkendes Bild (s. Abb. 1). Für solche Präparate muß der Darm gut ausgespannt sein, am besten schon vor der Härtung in 10%igem Formalin. Das Objekt kann entweder nach der Härtung schon im Stück gefärbt werden (Boraxkarmin, Hämalaun) oder wird zwecks Schnittfärbung gleich entwässert und in Paraffin eingebettet. Vor dem Schneiden mit dem Mikrotom drückt man das Objekt vorteilhaft zwischen zwei erwärmten Objektträgern etwas platt, dann kittet man es mit etwas Paraffin auf einen Objektträger, um so eine gute Schnittebene zu bekommen. Dies ist notwendig, weil die Schleimhaut nur eine ganz geringe Dicke besitzt und auch im günstigsten Falle nur wenige brauchbare Schnitte liefern kann; die genaue Einstellung in die Schnittebene ist daher Bedingung. In der Regel lassen sich 3—4 solcher Flächenschnitte von ½ cm² Darmwand noch bequem herstellen.

Wir bekommen hier ein Bild, bei dem die Darmdrüsen im Querschnitt getroffen und wie blumenartige Gebilde in ein feines Bindegewebenetz eingebettet sind. Ungefähr 19 bis 20 Zellen liegen um die zentrale Höhle je einer schlauchförmigen Drüse. Die Kerne stehen am äußeren Rande der Zellen und umsäumen die Drüsenwand kranzartig. Zwischendurch ziehen im Bindegewebe feine hellere Streifchen, die als Blutkapillaren anzusehen sind. Das Präparat bildet ein einfaches Beispiel von Epithel und Bindegewebe und vom Bau einer Schlauchdrüse. Wegen seiner musterartigen Ebenmäßigkeit und der Zierlichkeit der Drüsenquerschnitte macht das Gewebebild auf den Beschauer einen künstlerischen Eindruck.

Ein wesentlich anderes Präparat liefert eine Injektion der Blutgefäße mit Karmingelatine. Hierbei ist es gar nicht notwendig Flächenschnitte auszuführen, die in diesem Falle ziemlich dick sein müssen (0,08—0,01 mm und mehr). Man kann vielmehr gleich das ganze Stückchen Darm aufhellen und einbetten. Kleinere Tiere, wie Meerschweinchen, Kaninchen, Ratte usw. sind besonders geeignet. Sie werden von einer Vene aus mit Karmingelatinemasse gefüllt, in Formolalkohol gehärtet und entwässert. Die Injektion selbst erfordert einige Geschicklichkeit und Geduld, da sie nicht immer zufriedenstellend gelingt. Die Karmingelatine bezieht man am besten gebrauchsfertig von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos, denn ihre Herstellung ist sehr knifflig. Als Mikroinjektionsmasse muß sie einerseits ganz besonders kräftig gefärbt, anderseits auch vollständig frei von jeglichen festen Bestandteilen sein, also unter dem Mikroskop einem roten Glase gleichen. Neutrale Reaktion ist ebenfalls Bedingung, da alkalische Gelatine den Farbstoff in das Gewebe austreten läßt, Säuren aber den Farbstoff ausflocken.

Vor Beginn der Injektion muß alles bereit gestellt und die Gelatine im Wasserbad flüssig gemacht sein. Das Tier wird mit Äther oder Chloroform getötet, noch lebenswarm die Bauchdecke geöffnet und die Darmschlingen ausgebreitet. Dann bindet man die Knopfkanüle einer Rekordspritze in einen großen Venenstamm der zu injizierenden Gegend (bei kleinen Tieren auch in die untere Hohlvene) und durchspült mit einer physiologischen Kochsalzlösung von 40°, wobei die entsprechende Arterie vorher geöffnet wird. Wenn an Stelle von Blut nunmehr leicht gefärbte Kochsalzlösung die Arterie verläßt, kann die Gelatineinjektion begonnen werden. Dies muß mit gefühlsmäßig zu regelndem Drucke geschehen. Das Vordringen der Masse läßt sich leicht dabei verfolgen. Während der Injektion muß das Tier zur Hälfte in warmem Wasser liegen, das eine Temperatur besitzt, die den Schmelzpunkt der Gelatine noch etwas übersteigt; ständiges Beträufeln der zu füllenden Gewebsteile mit Wasser ist vorteilhaft. Nach Beendigung der Injektion bringt man das Objekt in kaltes Wasser und hierauf in Formolalkohol zur Härtung. Da die Injektion nie in allen Teilen gleich gut gelingt, schneidet man später die besten Stellen heraus.

Zur Aufhellung verwendet man Tetralin, Benzylbenzoat. Wintergrünöl (Methylsalizylester) oder andere sehr stark lichtbrechende Flüssigkeiten. Ein Stück der flach ausgebreiteten Darmwand wird entweder in diesen Flüssigkeiten selbst aufgehoben und eingeschlossen oder auch in Kanadabalsam gebracht, der mit diesen Flüssigkeiten vorher etwas verdünnt wurde. Hier treten die Blutkapillaren auf leicht rötlich getontem Grund in Form eines Netzwerkes hervor, das man mit einem Drahtgitter vergleichen möchte (s. Abbild. 5). Zwischendurch ziehen einige stärkere Gefäße, während die kleineren Maschen der Haargefäße von annähernd gleichem Durchmesser die Darmdrüsen umgeben. Die Lieberkühnschen Drüsen sind hier nicht sichtbar, da sie nicht gefärbt und nun von den Flüssigkeiten völlig aufgehellt wurden. Doch merken wir ohne weiteres, daß zwischen je einer Gefäßmasche eine Drüse liegt, wenn wir das Schnittbild mit diesem Blutgefäßpräparat vergleichen. Körperlich betrachtet wird also jeder Drüsenschlauch von feinen Blutgefäßringen umsponnen und damit eine innige Verbindung der aufsaugenden Oberfläche mit den Kreislaufwegen hergestellt.

Eine andere Aufgabe wäre noch, die Nervenendigungen der Darmschleimhaut im Flächenbilde zu betrachten. Ich gehe jedoch darauf nicht ein, weil die erforderlichen Präparate, wenn sie ein brauchbares Bild geben sollen, sehr große Erfahrung in den neueren Nervenfärbeverfahren erfordern und selbst dann noch häufig mißglücken können, also der Spezialforschung angehören und damit aus dem Rahmen des Mikrokosmos fallen. Wer hier sein Glück versuchen will, muß zunächst die entsprechenden technischen Arbeitsverfahren erlernen, ehe er an die praktische Ausführung gehen kann.

Wir sehen, daß sich je nach Art der Betrachtung und Präparation ganz verschiedene Bilder ergeben können, nicht allein in wissenschaftlicher Hinsicht lehrreich, sondern auch erfreulich für das Auge des Naturforschers, das für die Schönheit solcher Bilder empfänglich ist. Gerade den letzten Punkt wird der Liebhabermikroskopiker besonders betonen müssen, da ihm meist Mittel und Wege fehlen, um eine Aufgabe nach der rein wissenschaftlichen Seite zu erfassen. Die gegebenen Beispiele mögen deshalb als Anregung dienen. Sie ließen sich noch mannigfach vermehren und in gleicher Weise auf Dünndarm, Magen, Haut und andere Organe ausdehnen. Doch sei das den Versuchsfreudigen selbst überlassen. Die Trockenpräparate sind überdies so einfach herzustellen, daß ich nicht versäumen will, auf ihre Verwendungsmöglichkeit im Mittelschulunterricht hinzuweisen. Das vom Lehrer entsprechend vorbereitete Darmstück kann ohne allzu große Schwierigkeiten vom Schüler zum fertigen Präparat verarbeitet werden; die einzelnen Handgriffe lassen sich sogar ganz mechanisch nebenher im Unterricht ausführen. Zur Beobachtung kann bei mangelndem Mikroskop auch eine Lupe dienen. Ein Versuch wird sicher nicht erfolglos ein und einem Schüler ebenso Spaß bereiten wie einem mikroskopisch arbeitenden Naturfreunde.

Zur Histologie der Geschwüre im Nervensystem

Von **W. Keuscher**

(Aus dem mikroskopischen Laboratorium der Psychiatrischen Universitätsklinik Jena)

Von den in der pathologischen Anatomie zur Untersuchung kommenden Präparaten nehmen die Geschwülste eine gewisse Sonderstellung ein. Sie gehören für den Pathologen mit zu den interessantesten Untersuchungsobjekten und sind für die makroskopischen und histologischen Untersuchungen insofern von Bedeutung, da ihre klinischen und anatomischen Merkmale untereinander sehr verschieden sind. Im allgemeinen verstehen wir unter einer Geschwulst eine Neubildung von Gewebe, das von seiner normalen und physiologischen Beschaffenheit abgewichen ist. Die Geschwülste können in jedem Gewebe zur Entstehung kommen und je nach der Zahl der in der Geschwulst vorherrschenden Zellelemente gruppieren sich diese in solche, die ihren Ursprung im Deck-, Muskel-, Drüsen- und Nervengewebe haben. Neben diesen gelangen noch solche zur Entfaltung, die sich aus einem Gemisch von Muskel- und Bindegewebszellen zusammensetzen und als Mischgeschwülste bezeichnet werden. Von den eigentlichen Geschwülsten, die sich auf einer ganz bestimmten Basis entwickeln, sind die abzugrenzen, deren Entstehungsursache in Entzündungen und infektiösen Granulationsprozessen zu suchen sind. Zu ihnen gehören

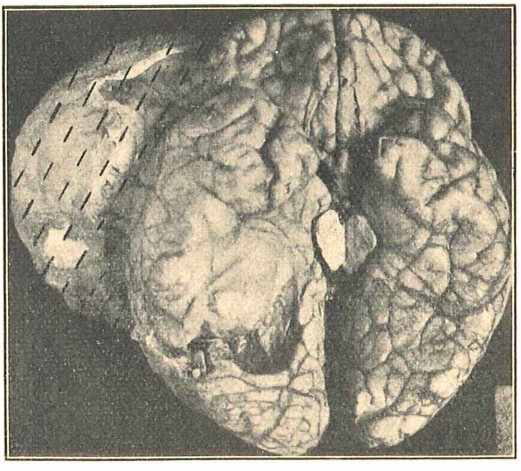


Abb. 1. Menschliches Gehirn, von der Basis gesehen (Kleinhirn entfernt), verkleinert

auch die Neubildungen, die im Verlauf der Syphilis und Tuberkulose entstehen. Die Ursache einer Geschwulst kann nun direkten und indirekten Ursprungs sein. Bei den Geschwulstbildungen spielen in erster Linie die örtlichen Reize wie Quetschungen und Verletzungen, sowie solche, die durch chemische Einwirkungen hervorgerufen werden, eine bedeutende Rolle. Als indirekten Ursprungs kann wohl auch die körperliche Beschaffenheit, das Alter, sowie das Geschlecht ausschlaggebend sein. Durch eine Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen ist festgestellt worden, daß durch gewisse Einflüsse, die verschiedenster Natur sein können, auf die Gewebszellen ein Reiz ausgeübt wird, der dann in einer reichlichen und anhaltenden Vermehrung der Zellen zum Ausdruck kommt. Durch diese fortgesetzte Zellproliferation entstehen die enormen Ausdehnungen der Geschwülste, von denen uns eine solche — es handelt sich um einen Tumor cerebri im Gehirn eines 16 Jahre alten Mädchens — die Abb. 1 zeigt. Durch einen chirurgischen Eingriff wurde von dem Schädelknochen ein Stück entfernt, um der Geschwulst, die nicht zu beseitigen war, Gelegenheit zu geben, sich nach außen hin zu entfalten. Der schraffierte Teil in der Abbildung stellt den eigentlichen Tumor dar, der sich im Bereich des rechten Scheitel- und Schläfenlappens als doppeltfaustgroßer Prolaps nach außen vorwölbte. Auf Schnitten, die bei der Obduktion durch denselben gelegt wurden, bemerkte man makroskopisch, daß der innere Teil aus einer dunkelbraunen, mit zahlreichen Blutgefäßen durchsetzten Masse bestand, die histologisch sich zum größten Teil aus länglichen, spindelförmigen Bindegewebszellen zusammensetzte. Über die Herkunft dieser Art von Bindegewebszellen ist man sich dahingehend einig, daß sich diese aus fixen Bindegewebszellen durch Abtrennung entwickeln. Zwischen den Komplexen von Bindegewebszellen befinden sich noch solche, die einen mehr epithelartigen Charakter aufweisen und sich dadurch auszeichneten, daß in diesen Zellverbänden zahlreiche Kernteilungsformen vorhanden waren, die in besonders schönen Formen im Hämatoxylin-Eosinpräparat zur Darstellung gelangten. Es handelt sich bei allen Zellen um indirekte Kernteilungserscheinungen. Der Zellkern nimmt im Verlauf der Teilung größere Dimensionen an, zu gleicher

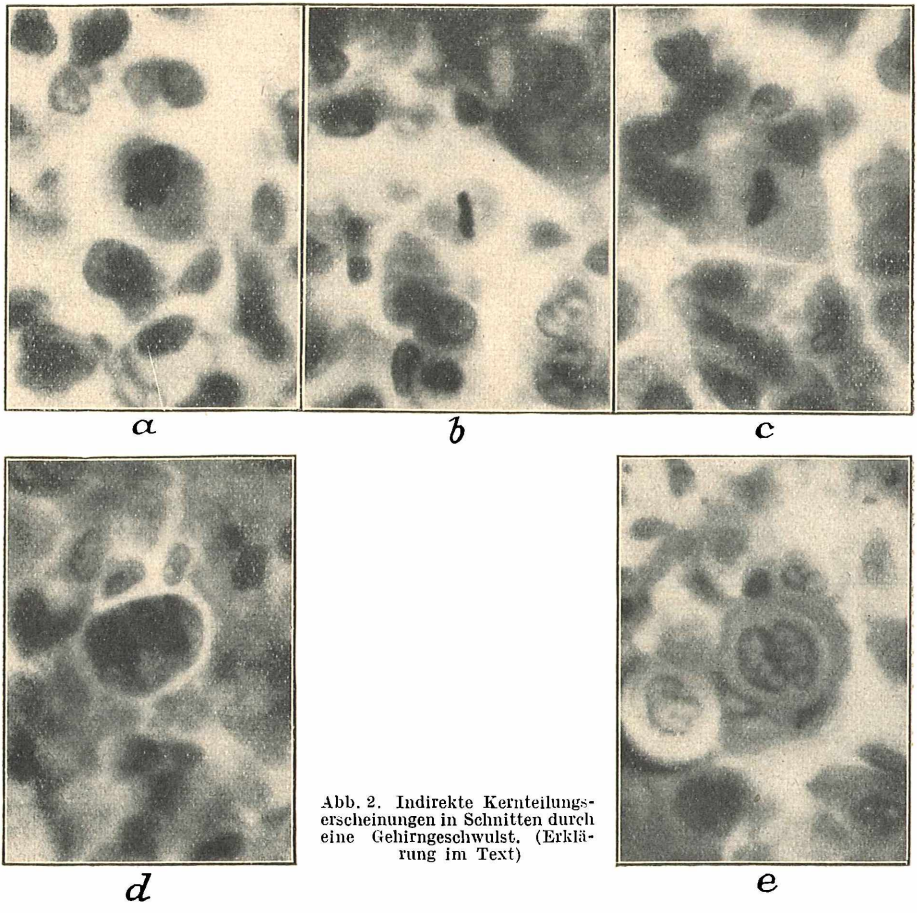


Abb. 2. Indirekte Kernteilungserscheinungen in Schnitten durch eine Gehirngeschwulst. (Erklärung im Text)

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur gemäß Lizenz. www.elsevier.de/

Zeit wird das Kerngerüst chromatinreicher und das vorher im Kern gleichmäßig verteilte Chromatin bildet einen Knäuel von Fäden (Abb. 2a), die sich in U-förmig gebogene Schleifen, in die Kernfäden auflösen. Diese lagern sich in den Mittelpunkt des Zelleibes (Abb. 2b), während die Fäden der Zentralspindel auseinanderrücken und die Kernspindel bilden. Die Kernfäden gruppieren sich nun so, daß ihre Schleifenschenkel nach der Zellperipherie und die Spitzen nach dem Mittelpunkt der Schenkel gerichtet sind (Abb. 2c). Nachdem sich diese geteilt und umgruppiert haben, rücken sie auseinander und bilden dann die Anlage der beiden neuen Kerne (Abb. 2d), deren Fäden sich durch Seitenäste verbinden und das Gerüst der neuen Kerne erzeugen. Durch Aufnahme von Kernsaft schwellen diese zur natürlichen Größe an. Zur selben Zeit beginnt zwischen den beiden Kernen der Zelleib sich zu teilen, wodurch es zur Neubildung zweier Zellen gekommen ist (Abb. 2e). Im normalen Gewebe beträgt die Dauer der Kernteilung beim Menschen ungefähr ½—¾ Stunde, wie lange sie im krankhaften Gewebe dazu benötigt, ließ sich in unserem Fall nicht feststellen, jedoch ist anzunehmen, daß durch die Häufigkeit der Mitosen in den mikroskopischen Präparaten, diese in verhältnismäßig kurzer Zeit von statten geht.

Die Mikrophotogramme wurden mit Ölimmersion 1/12 bei einem Balgauszug von 110 cm aufgenommen.

Was die Technik anlangt, sei kurz erwähnt, daß das Gehirn im ganzen in einer 15%igen Formalinlösung gehärtet wurde, um die Geschwulst ziemlich gut zu erhalten. Nachdem das Gehirn den nötigen Grad von Festigkeit erhalten hatte, wurden kleinere Blöcke aus der Geschwulst herausgeschnitten, nach der üblichen Methode in Paraffin eingebettet und Übersichtspräparate angefertigt, die mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt wurden.

Kleine Mitteilungen

Herstellung von Mattscheiben für Mikrophotographie. Auf S. 82 des „Mikrokosmos" wurde schon auf die Tatsache hingewiesen, daß sehr oft das Korn der Mattscheibe bei mikrophotographischen Apparaten eine Feineinstellung sehr erschwert. In meiner Praxis habe ich gefunden, daß eine blanke Glasplatte (abgewaschenes Negativ) die schärfste Feineinstellung ermöglicht. Allerdings ist eine kleine, billige Taschenlupe (Dreifußlupe [1]) dazu unerläßlich. Auf die Unterseite der Glasscheibe ritzt man mit einer scharfen Feile oder einem Diamanten einen Strich oder ein Kreuz ein. Auf dieses Kreuz stellt man nun die Lupe ein und dann das Mikroskop. Infolge der Vergrößerung wird das durch die Lupe geschaute Bild nie ganz scharf. Man stellt deshalb besser auf die geringste Unschärfe ein als auf die größte Schärfe. Das Einstellen wird ferner, auch bei Verwendung von Mattscheiben, wesentlich erleichtert, daß man zuerst ins Mikroskop blickt, und sowohl durch Heben als auch durch Senken des Tubus das Bild verschwinden läßt. Dabei merkt man sich die einzelnen Übergangsstufen vom unscharfen zum scharfen Bild (Beugungsringe usw.). Danach stellt man auf der Mattscheibe ein, wobei dieselben Erscheinungen und Übergänge wieder auftreten. Es wird dann leicht gelingen, die zwischen zwei Unschärfen liegende schärfste Stelle zu erkennen. Ferner empfiehlt es sich auch, nicht auf das ganze Mattscheibenbild, sondern nur auf einen einzelnen Punkt (Zelle, Haar usw.) derselben zu achten.

W. Hellwig, Lehrer.

Die Reaktion der Verdauungssäfte bei einigen Wirbellosen hat P. Krüger (Verhandlungen naturhistor. Vereines der preuß. Rheinlande und Westfalens 1925 XX. Bd. S. 51) durch Vitalfärbung des Intestinaltraktus („Intravitalfärbung") mit geeigneten Indikatorfarbstoffen zu bestimmen versucht. Im Gegensatz zu den Befunden bei Wirbeltieren — der sauren Reaktion des Magensaftes und der alkalischen des Darmsaftes — hat man bisher angenommen, daß die Verdauung bei Wirbellosen vorwiegend unter alkalischen Bedingungen vor sich geht. Den Abbau der Eiweißkörper sollte das „Urferment" Trypsin vermitteln, das nur bei alkalischer Reaktion wirksam ist. Erst die Anwendung von Indikatorfarbstoffen, welche die Bestimmung der Reaktion durch den Farbenumschlag innerhalb eines bestimmten Bereiches der Wasserstoffionenkonzentration mit genügender Genauigkeit zu messen gestattet, hat auch hier zu einer Revision dieser veralteten Vorstellung geführt. Krüger hat zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration (pH) im Darmtraktus von Daphniden die Indikatoren Phenolrot (pH = 6,8—8,4; gelb-rot), Neutralrot (6,5-8,0; rot-gelb), Bromthymolblau (6,0—7,6; gelb-blau), Bromkresolpurpur (5,2—6,8; gelb-purpur) und Methylrot (4,4—6,0; rot-gelb) verwendet; am geeignetsten war Bromkresolpurpur, das in ziemlich konzentrierter Lösung angewendet werden muß, aber bereits nach ½ Stunde Farbumschläge zeigt. Vorderdarm, Leberhörnchen und Anfang des Mitteldarms werden deutlich gelb (pH = 5,4—5,6), dann folgt eine rotviolette Zone (pH = 6,0—6,2) und schließlich der Enddarm mit blauvioletter Färbung (pH = 6,8—7,0).

Damit erscheint es erwiesen, daß in dem der Verdauung dienenden Darmabschnitt der Daphniden eine ausgesprochen saure Reaktion vorherrscht. Auch bei Hydra, die mit farbstoffhaltigen Daphniden gefüttert wurde, tritt der Farbenumschlag ein und der Vakuoleninhalt zeigt saure Reaktion. Die Ergebnisse Krügers sind trotz der noch lückenhaften Ver-

[1]) Kosmosverlag, Nr. 2305, Preis RM 1.70.

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

gleichsbasis von prinzipieller Bedeutung, weil sie die physiologische Wirksamkeit der bei Wirbellosen bekannt gewordenen Verdauungsfermente bestätigen und auf den Chemismus des Abbaues der Nahrungsbestandteile ein neues Licht werfen. Die Vervollkommnung der Methode und ihre Anwendung bei vergleichenden Untersuchungen der Seetypenbewohner dürfte auch für die Behandlung ökologischer Fragen Bedeutung erlangen.

Ing. G. Kostka-Wien

Bemerkungen zur Beurteilung gefärbter Kernstrukturen in fixierten Präparaten. W Möllendorff (Münch. med. Wochenschr. 1923, Nr. 29) unterscheidet zwischen Durchtränkungs- und Niederschlagsfärbung. Für die für alle Strukturen brauchbare Durchtränkungsfärbung lassen sich saure und basische Farbstoffe verwenden, soweit sie nicht Niederschläge bilden. Man erhält die Färbung stets mit sauren Farbstoffen. Basische Farbstoffe geben mit einigen Strukturen, bei denen keine Durchtränkungsfärbung eintritt, Niederschlagsbildungen. Sie entstehen durch Ausflockung saurer Kolloide mit den basischen Farbstoffen, und sind als Oberflächenphänomene an den Strukturgrenzen zu deuten. Tritt bei der Färbung eine Metachromasie ein, so enthalten die entsprechenden Gewebsteile eine kolloidale Säure. An Kernstrukturen sind im fixierten Präparat beide Färbungsarten möglich. Dr. Rostock

„Heimdal" nennt der kürzlich verstorbene F. K. Reinsch das für Beobachtungen im Freien konstruierte Feldmikroskop, das von den optischen Werken C. Reichert-Wien geliefert wird (s. Ztschr. f. wiss. Mikroskopie

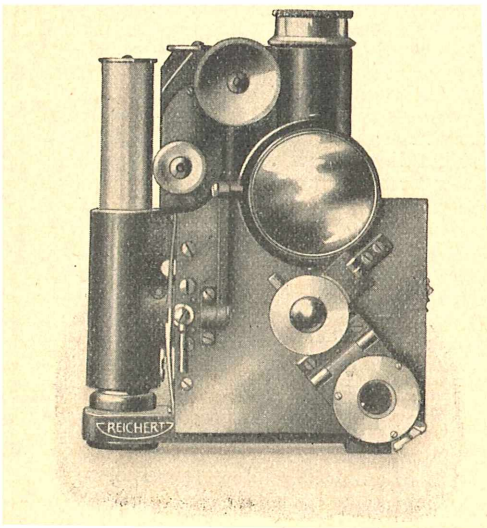


Abb. 1. Feldmikroskop „Heimdal" in zusammengeschobenem Zustand, Ansicht der Tischunterseite mit Spiegel, Kondensor und ausgeschwenkter Irisblende

1927. **44**, 313—326, mit 5 Abbild.). Im Preise den gewöhnlichen Laboratoriumsinstrumenten angenähert, soll es diese nach Handhabung und Leistungsfähigkeit völlig ersetzen und sich dadurch vorteilhaft von den üblichen Klein- und den Reisemikroskopen unterscheiden. Die überaus geschickte Verpackungsweise des Instruments ermöglicht die Unter-

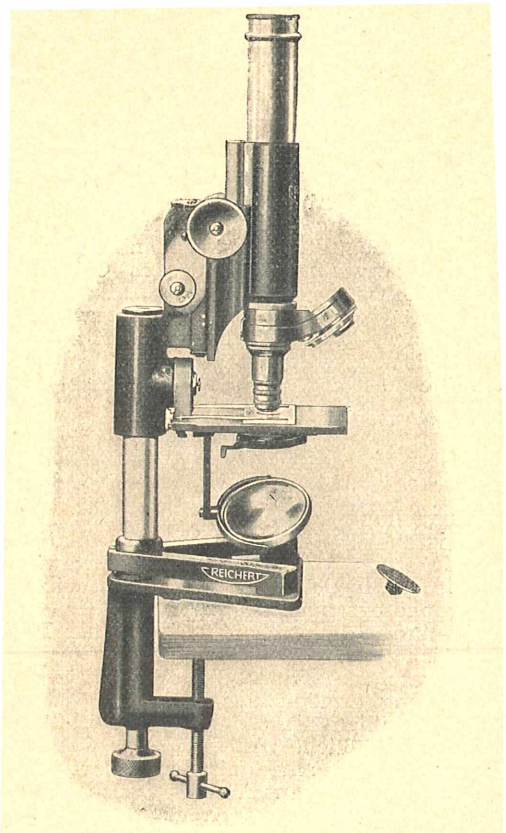


Abb. 2. Feldmikroskop „Heimdal" auf Stativzwinge

bringung in einer viel kleineren Ledertasche, als das sonst bei irgendwelchen Mikroskopen möglich ist. Für den Feldgebrauch wichtig ist die sehr wechselvolle Vergrößerungsmöglichkeit zwischen 17½- und 900fach. —r

Die **Entwicklung der Samenanlagen der Angiospermen**, für die seit den grundlegenden Untersuchungen E. Strasburgers (Die Angiospermen und Gymnospermen, Jena 1879; 179 S., 21 Taf.) außer dem Normaltypus immer mehr Abweichungen bekannt geworden sind, wird neuerdings von A. Chiarugi in Nuovo giorn. bot. ital., nuov. ser. 1927. **34**, 5—133, in 4 Haupttypen und zahlreichen Untergruppen übersichtlich gegliedert und durch klare Schemata leicht verständlich gemacht. Beachte zu diesem Gegenstande aber auch die im Erscheinen begriffene „Embryologie der Angiospermen" von K. Schnarf (in K. Linsbauers Handb. d. Pflanzenanat., II. Abt., 2. Teil, Bd. X/2; Berlin bei Gebr. Borntraeger)! —r

Die **Ansäuerung von Fixierformalin** führen W. M. Bendien und A. Gans (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 309—312) darauf

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

zurück, daß das Fixiermittel die Eiweiße beispielsweise von Gehirnen in allmählich zunehmendem Maße löst und dann eine Veränderung der Reaktionsweise bis zum isoelektrischen Punkte[1]) der Eiweiße eintritt. -r

Das **Rotieren der Volvox-Kolonien** um die Längsachse wurde von S. O. Mast (Ztschr. vergl. Phys. 1926. **4**, 637—658; 7 Fig.) genau untersucht. Die Bewegung entsteht dadurch, daß die Geißeln der Einzelwesen schräg nach hinten schlagen. Bei plötzlicher Abnahme der Lichtstärke stellen manche Kolonien (die sogen. „photopositiven") ihre rotierende Bewegung ein und bewegen sich unter rückwärts gerichtetem Schlag der Geißeln direkt vorwärts, im umgekehrten Falle der Lichtvermehrung wird die Rotation durch stärker seitwärts gerichteten Schlag der Geißeln verstärkt. Andere Kolonien (die „photonegativen") verhalten sich in beiden Fällen entgegengesetzt. —r

Eine zusammenfassende Arbeit über **die Lenticellen** nach ihrem Vorkommen bei verschiedenen Pflanzen und an verschiedenen Organen, nach ihrer Verteilung auf Ober- und Unterseite der Achse und nach ihrer Entwicklung und Funktion verdanken wir F. Kohlert (Bot. Archiv 1925. **10**, 291 bis 334, m. 10 Abb.). Von den Ergebnissen mag als besonders wichtig erwähnt werden, daß die Fähigkeit der Lenticellenbildung nicht allen Spaltöffnungen zukommt, daß Ähnlichkeiten mit dem Periderm und Beziehungen zu Markstrahlen und nicht nur zum Rindenparenchym bestehen, daß die Bildung in feuchter Luft behindert (!), durch Bestreichen der Achse mit Vaseline oder Fett gefördert wird, teilweise Entblätterung junger Triebe ohne Einfluß zu sein scheint, sowie daß gegen die Annahme von Devaux, daß die Lenticelle als Verdunstungsregulator zu deuten sei, so viele Einwände möglich sind, daß die andere Auffassung viel Wahrscheinlichkeit bekommt, die Lenticelle diene der Durchlüftung. —r

Indikatoren sind Farbstoffe, die in alkalischer Lösung eine andere Farbe zeigen als in saurer, weshalb man sie auch zur qualitativen Feststellung von Säuren in Flüssigkeiten verwendet. Von solchen Indikatoren eignen sich zur Feststellung des Vorhandenseins von freier Säure in Reagentien:

	alkalisch	neutral	sauer	
Lackmus	blau	violett	rot	wässer. Lösung
Methylorange	gelb	orange	rot	„ „
Phenolphtaleïn	rosarot	farblos, oben rosa andeut.	farblos	alkohol. Lösung ½%
Alkaliblau	blau	violett	rot	alkohol. Lösung 2%

und von diesen, die nur in wenigen Tropfen zu verwenden sind, empfiehlt Dr. Ehlers („Mitteilungen" d. Mikrobiol. Vereinigung Hamburg) zur Feststellung freier Säure z. B. in Chloroform, Xylol, Benzol, Alkohol und Äther, die neutral sein sollten, wiederum besonders das Alkaliblau. Tritt bei der Zusetzung einiger Tropfen dieses Indikators zu der Flüssigkeit (etwa 10 ccm) in einem gut ausgespülten Kolben und etwa der gleichen Menge neutralisierten Alkohols ein Farbenumschlag ein, so ist die Lösung je nachdem sauer oder alkalisch.

Die **Ultramikroskopiker** unter den Mikrokosmoslesern werden sich für die Untersuchungen H. Pohles (Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927, **44**, 183—195, Taf. VI) interessieren, der die **Verwendbarkeit der Dunkelfeldbeobachtung für den Vergleich von Rohmaterialien** und die Bewertung einzelner Kautschuk-Füllstoffe nachweist (Verhalten gegen Abnutzung, Festigkeits- und Zugdehnungskurve usw.). Allerdings müssen sorgfältig hergestellte (durch mechanische Zerreibung) Modellmischungen mit Kautschuk (keine Öl- und Firnispräparate) untersucht werden, wenn sich maßgebliche Dispersionsgrade und sonst nicht auffallende chemische Eigentümlichkeiten ergeben sollen. Beschrieben und erläutert werden Versuche mit Goldschwefel, Zinkoxyd, Magnesiumcarbonat und Magnesia usta. —r

Gewisse Stengeltorsionen führt W. L. Beckman (Rev. Trav. bot. néerl. XXI, 1924, 1—110) auf Gewebespannungen zurück. Außer der Torsion durch Wachstumsvorgänge (autonome Bewegungen der Pflanze) unterscheidet Verf. eine solche durch hygroskopische Erscheinungen, die auch an getöteten Stengeln durch Wasserentzug hervorgerufen werden kann. Anatomische und experimentelle Untersuchungen ließen als den Sitz derartiger Torsionen den Sklerenchymring erkennen. Indem beim Dickenwachstum des Stengels in der Runde das Kollenchym stark entwickelt wird, werden später die zur Torsion nötigen Gewebespannungen verhindert. —r

Ueber eine Verbesserung der Fellenbergschen Aufhellungsmethode. Die Methode eignet sich in der Form, wie sie im Mikrokosmos XV, 1921/22, S. 27, „Zur Mikroskopie des Mehles und der Gebäcke" angegeben wurde, sehr gut zur Aufhellung von geröstetem oder gebackenem Material. Gewürze und Mehle werden nach meinen Erfahrungen jedoch zu stark angegriffen und aufgehellt. Es hat sich mir für diese Stoffe folgende Arbeitsweise besser bewährt:

0,5 g Mehl oder Gewürz werden im Reagenzglas mit 10 ccm etwa 10%iger Salpetersäure übergossen, unter Umschütteln im kochenden

[1]) D. h. bis zu jenem Werte des Säuregrades in $H^{\cdot}$-Ionen, bei dem die Summe der Kat- und Anionen am kleinsten ist, oder bei dem zwischen den betreffenden Ionen keine Wanderung (Kataphorese) erfolgt.

© Elsevier GmbH. Alle http://www.elsevier.de/

Wasserbad 5 Minuten erhitzt und dann noch 1 Minute über freier Flamme gekocht. Hierauf wird zentrifugiert und die Säure möglichst vollständig abgegossen. Zu dem Bodensatz wird unter Durchschütteln tropfenweise $\frac{n}{e4}$-Lauge gegeben, bis ein Farbumschlag nach Braun hin bleibend aufgetreten ist, noch einige Tropfen zugegeben und kurz aufgekocht. Nach dem Aufkochen wird sofort mit Wasser verdünnt und zentrifugiert.

Die Abänderung der ursprünglichen Vorschrift besteht also darin, daß mit möglichst geringem Überschuß an Lauge niederer Konzentration gearbeitet wird, um Verquellungen und zu starke Aufhellung zu vermeiden. Für Kaffeesurrogate, Zwiebacke usw. ist die ursprüngliche Vorschrift zu verwenden.

A. Hack, Heilbronn

Zur **Aufbewahrung fixierten Materials von Protisten** empfiehlt H. Fortner (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 463—466; 2 Fig.) aus einem Glasrohr von mittlerer Wandstärke ausgezogene Enden von — dem jeweiligen Material entsprechender — Weite, bei welchen das eine Ende weit bleibt, das andere kapillarartig verengert ist. Nach Einsaugen des Materials in das Röhrchen bis zu einer bestimmten Menge wird die Flüssigkeit durch Neigen des Röhrchens in die Mitte gebracht und das Röhrchen zuerst an dem engen, dann an dem weiten Ende über der Flamme geschlossen. Bei der späteren Verarbeitung wird die Öffnung des Röhrchens in der gleichen Reihenfolge vollzogen. Verf. behauptet, pro Stunde 120 derartige Röhrchen füllen und beschriften zu können (!). —r

Die Vorteile der von K. John angeregten **Vereinheitlichung im Bau von Mikroskopstativen** für die Erleichterungen beim Ausbau von Instrumenten jeglicher Firmen leuchten ein; aber vorläufig sind wir wohl leider von der vorgeschlagenen (Ztschr. f. wiss. Mikroskopie 1927. **44**, 471—473) Normalisierung noch weit entfernt. —r

Die Ausführung der **Zeißschen Wasserimmersion D* in der neuartigen Ausgestaltung** mit Fassung aus rostfreiem Stahl, der mit Fernrohrlack überzogen ist, beschreibt H. Fitting (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 478—480) zugleich mit einer Besprechung der Versuche, die dazu geführt haben. Die bisherigen Objektive mit Messingfassung hatten sich nämlich deswegen als wenig geeignet erwiesen, weil sie an das Wasser Substanzen abgeben, die bei längerem Eintauchen auf empfindliche Organismen schädliche Wirkung ausüben. Solange der Lack erhalten ist, wird das von den neu konstruierten Objektiven praktisch vermieden, gegebenen Falles kann man die Lackierung von der Firma erneuern lassen. —r

Das neue **Zählstreifenokular** der Fa. O. Himmler-Berlin wird von H. Utermöhl nach Bau und Handhabung geschildert (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 468—470; — s. auch die Anwendung in der Studie der Besiedelung ostholsteinischer Seen mit Schwebepflanzen, 5. Suppl.-Bd. des Arch. f. Hydrobiol. 1925, 537 Seiten!). Der Vorteil des Apparates liegt in der Befreiung von festgelegten Einteilungen des Gesichtsfeldes, von bestimmten Kondensorstellungen und gewissen Vergrößerungen und beruht in der Möglichkeit, die parallel stehenden Zählfäden durch Hebelbenutzung gegeneinander zu verschieben, so daß ihr Zwischenraum vergrößert oder verringert wird. —r

Bücherschau

„Die Schädlingsbekämpfung" von **W. Trappmann** (1927, Lpzg. S. Hirzel, brosch. RM 20.–, geb. RM 22.—) ist eine Zusammenstellung alles dessen, das man über Schädlingsbekämpfung und Pflanzenschutz versteht und wie man Schädlingsbekämpfung und Pflanzenschutz treibt. Der Wichtigkeit für die gesamte Wirtschaft entsprechend wurde dabei der Pflanzenschutz besonders stark in den Vordergrund gestellt und das Material an Hand von Beispielen klargelegt, so daß auf diese Weise ein systematisches Handbuch der wissenschaftlichen Grundlagen und gebräuchlichen Methoden des Pflanzenschutzes entstand. Ein ausführliches Verzeichnis der Literatur ist zur Ermöglichung einer Weiterarbeit angegliedert. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Schädlinge und der für ihre Bekämpfung in Frage kommenden Bekämpfungsmaßnahmen mit Seitenhinweisen auf den Text sowie ein ausführliches Register erhöhen den Wert des Buches als Nachschlagebuch für den praktischen Gebrauch. — Von der **„Tierwelt Mitteleuropas"**, herausgeg. v **P. Brohmer, P. Ehrmann** und **G. Ulmer** (Lpzg., Quelle & Meyer), ist in rascher Folge **Bd. 3 Lfg. 2**: **Spinnentiere,** bearbeitet von C. Fr. Roewer, erschienen (1928, geh. RM 12.—). Der knappe klare Text und besonders die auffallende Reichhaltigkeit an Abbildungen (darunter 28 Taf.) gestalten diese Lieferung zu einem ausgezeichneten Bestimmungsbuch der Spinnentiere überhaupt; sie kann in ihrer geschickten Anordnung geradezu als vorbildlich für die nachfolgenden Hefte bezeichnet werden. — Der **Leitfaden der Biologie** von **Franz Heselhaus** (1928, Berlin, Ferd. Dümmler, kart. RM 2.20) ist eine Sichtung des Unterrichtsstoffes zunächst für Schüler der Obersekunda der Gymnasien, reich illustriert und für seinen Zweck klar und verständlich geschrieben.

Dr. Stehli

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 4. April 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.

Tetracladium Marchalianum de Wildemann

Ein nur wenig beachteter Wasserpilz

Von Dr. **A. Brutschy,** Schöftland (Schweiz)

An vier recht verschiedenen Standorten fand ich nacheinander in Algenmaterial einen Pilz, den mir, nachdem ich in der mir zur Verfügung stehenden Bestimmungsliteratur lange vergeblich darnach gesucht hatte, Herr Prof. Migula als *Tetracladium Marchalianum* de Wildemann bestimmte. Das erste Material war ein dichter Diatomeenüberzug auf einem längere Zeit im Wasser gelegenen Lärchen-

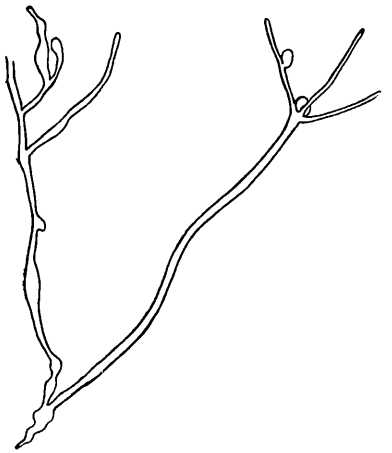


Abb. 1. *Tetracladium Marchalianum* de Wildemann — Myzel mit auskeimendem Ast. 250f. vergr. (Nach de Wildemann)

zweig aus dem Ritomsee (1831 m ü. M.) im Gotthardgebiet, das zweite eine Ansammlung faulender Binsenstengel und -blätter aus dem Rootsee bei Luzern. Das dritte stammte aus einem Wassergraben in der Nähe meines Wohnortes mit vom Winde zusammengewehten, faulenden Blättern, und das letzte ein mit *Sphaerotilus natans*[1]) behangener Zweig von *Myriophyllum* aus der Bünz, einem Nebenflüßchen der Aare im schweizerischen Kanton Aargau. Die beiden letztgenannten Proben wurden in den Monaten Januar und Februar, die beiden ersten im Sommer gefaßt. Kennzeichnend für die Standorte war stets die Anwesenheit faulender Pflanzenteile. In der Kryptogamenflora von Rabenhorst wird die Art gemeldet aus Ostpreußen, Berlin, Lindau, Genf, Frankreich und Ungarn. Meine Funde deuten darauf hin, daß der Pilz durchaus nicht so selten ist, wie aus den obigen Angaben geschlossen werden könnte. Dies wurde mir auch von den Herren Dr. Huber-Pestalozzi in Zürich und Dr. A. Kurz in Bern bestätigt. Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß er in allen Wasseransammlungen mit geeigneten Lebensverhältnissen spontan auftritt. Allein er ist aber auch sehr unbeständig, indem er nach seiner Feststellung im folgenden Jahre trotz äußerlich anscheinend gleicher Verhältnisse wieder fehlen kann. In mit Formalin konserviertem Algenmaterial bleibt der Pilz in gleicher Weise mehrere Jahre erhalten, wie die Algen selbst.

Die Zeichnungen geben ohne weiteres Auskunft über das Aussehen der Pflanze. Das nach de Wildemann verzweigte Myzel (Abbild. 1) entwickelt sich auf faulenden Geweben höherer Pflanzen. Jedes Zweigende trägt etwa 4 µ dicke, durch punktierte Zellwände septierte Äste von bis 70 µ Länge. An der Basis derselben entwickeln sich kugelige, eiförmige oder häufiger zylindrische Konidien, die nach de Wildemann[1]) meistens schon an Ort und Stelle auskeimen (Abb. 2e) und ein neues Myzel bilden. Nach den Beobachtungen desselben Autors lösen sich die Endwirtel von den Zweigen und schwimmen dann frei im Wasser, bezw. sie halten sich zwischen Algen auf, ohne fernerhin festgewachsen zu sein. Ich selbst habe nie Myzelien, sondern stets nur freie Wirtel finden können. Einzig der in Abb. 4g dargestellte Wirtel würde der Auffassung de Wildemanns entsprechen. Die freien Wirtel sind in ihren Formen äußerst abwechslungsreich, ebenso auch die Konidien in bezug auf ihre Größe

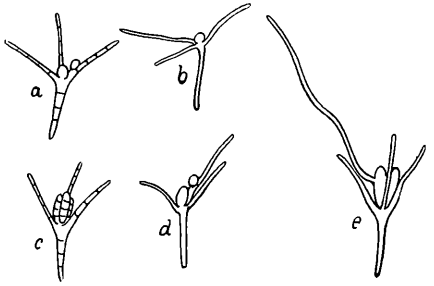


Abb. *Tetracladium Marchalianum* de Wildemann. 250f. vergr. (Nach de Wildemann)

und Zahl der Zellen, sofern nicht diese Verschiedenheit auf ungleiche Entwicklungszustände zurückzuführen ist.

[1]) *Sphaerotilus natans* Ktz. ist eine Bakterienart, die in stark verschmutztem Wasser an Wasserpflanzen und am Boden weiße bis schmutziggraue, schleimige Zöpfe bildet. Sie gilt als sicherer Anzeiger von durch Kloakenüberläufe verunreinigten Abwässern.

[1]) Annales de la Soc. belg. de Microscopie T. XVII, 1893 und T. XVIII, 1894.

An Hand des Materials aus dem Ritomsee konnte ich feststellen, daß auch die Wirtel selbständig schon fortpflanzungsfähig sind.

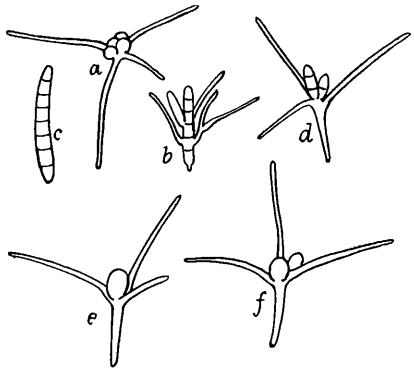


Abb. 3. *Tetracladium Marchalianum* de Wildemann. — a und b aus dem Rotsee. c = Konidium. d—f aus der Bünz. 250f. vergr.

Unverkennbar bilden die in Abb. 4a—e dargestellten Konidien verschiedene Stadien einer fortschreitenden Entwicklung. Während aber die Formen *a—e* sehr häufig waren, war das Stadium *e* nur vereinzelt vorhanden, und es fand sich auch kein Übergangsglied nach dem ausgewachsenen Zustande *f*. Es ist somit nicht sicher, ob die durch Sprossung entstandenen Fortsätze in Abb. 4e die Wirteläste oder neue Konidien sind. Abb. 4g zeigt, wie ein Wirtelast sich wiederum verzweigt und seinerseits Konidien entwickelt.

Der Umstand, daß ich keine Myzelien hatte finden können, veranlaßte mich, mit einem konidienreichen Material aus dem Rootsee

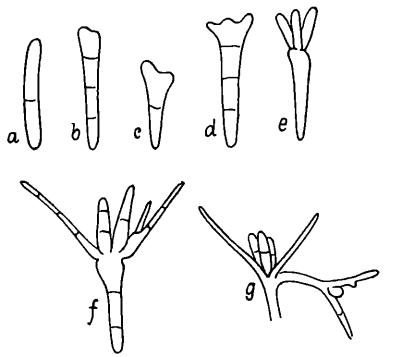


Abb. 4. *Tetracladium Marchalianum* aus dem Ritomsee. — *a—e* = Sprossenbildende Konidien. 250f. vergr.

Kulturversuche anzustellen. Mit Hilfe der Schweinsborste, wie sie zur Herstellung von Diatomeen-Einzelpräparaten Verwendung findet, isolierte ich eine Anzahl von Konidien und brachte sie in einen hängenden Tropfen. Darauf beobachtete ich sie während einiger Tage und erhielt die in Abb. 5 dargestellten Formen. Fig. b zeigt die unverkennbare Neigung, sich zu dem Stadium zu entwickeln, das in Abb. 4e abgebildet ist. Fig. a läßt sich unschwer mit dem auskeimenden Konidium in Abb. 2e in Beziehung bringen. Noch deutlicher kommt die beginnende Myzelbildung im verlängerten Konidium Abb. 5c zum Ausdruck, aus dem sich das Stadium *d* entwickelte. Die Kultur konnte nicht weiter verfolgt werden, da das Wassertröpfchen offenbar nicht genug Nahrung enthielt und die halbwegs zur Entwicklung gebrachten Organismen abstarben. Die Versuche konnten nicht fortgesetzt werden, da mir seither kein geeignetes Material mehr zur Verfügung stand.

Wie bereits erwähnt, ist *Tetracladium Marchalianum* vermutlich viel verbreiteter, als aus den Angaben in der bekannteren Literatur geschlossen werden könnte. Sicher ist schon mancher Algologe auf die interessante Form gestoßen, ohne sie aber deuten zu können. Es mochte ihm gehen, wie Brébisson, der den Pilz schon 1836 im Diatomeenmaterial aus einem Bache in der Nähe von Paris gefunden und gezeichnet hat. Er hielt ihn aber, wenn auch unter Zweifel, für ein frühes Entwicklungsstadium eines Schachtelhalmes. (Nach de Wildemann.) — Oder die oft grünliche Färbung verleitet manchen Beobachter dazu, den Organismus unter den Grünalgen zu suchen. Tatsächlich sind auch Formen, die zu *Tetracladium Marchalianum* zu gehören scheinen, mehrfach unter verschiedenen Namen als Chlorophyceen beschrieben worden. Da aber die Entwicklung des Myzels aus den Konidien noch nicht völlig und einwandfrei bekannt ist, wäre es verfrüht, die Grünalgen-Spezies *Asterothrix longispinum* Perty, *Asterothrix raphidioides* Printz und *Cerasterias raphidioides* Reinsch jetzt schon definitiv als mit *Tetracladium Marchalianum* identisch zu erklären. Dazu sind noch weitere Kulturversuche notwendig.

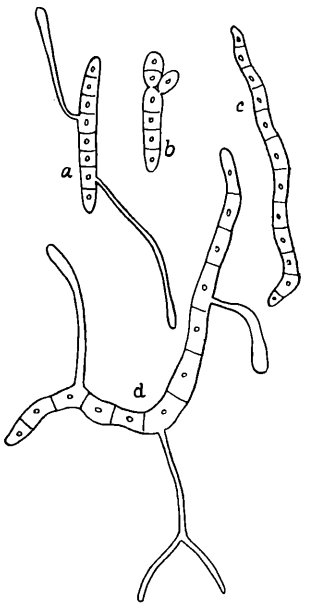


Abb. 5. *Tetracladium Marchalianum* de Wildemann. — Keimende Konidien und beginnende Myzelbildung. 250f. vergr.

© Elsevier GmbH, Archiv der Verlagsgeschichte, https://www.elsevier.de/

Das Harnsediment

Von Dr. **Günther Wolf,** Charlottenburg

Die mikroskopische Untersuchung des Harnes ist eine der wichtigsten ärztlichen Methoden. In den Ausscheidungen des Körpers liegen die Endprodukte des Stoffwechsels vor, die Schlacken des Verbrennungsprozesses, der die Lebensenergie und die Bausteine des Organismus liefert. Erfahrung und Experiment haben gelehrt, aus der Zusammensetzung der ausgeschiedenen Schlacken Schlüsse zu ziehen auf die chemischen Vorgänge, die im Körper sich abgespielt haben.

Die chemische Analyse des Harnes erfaßt die gelösten Stoffe, sie sucht nach Zucker, Eiweiß, Gallenfarbstoffen, abnormen Säuren, ausgeschiedenen Giften, sie stellt die Mengen normaler und krankhafter Bestandteile fest.

Abb. 1 stellt die Methodik der häufigsten

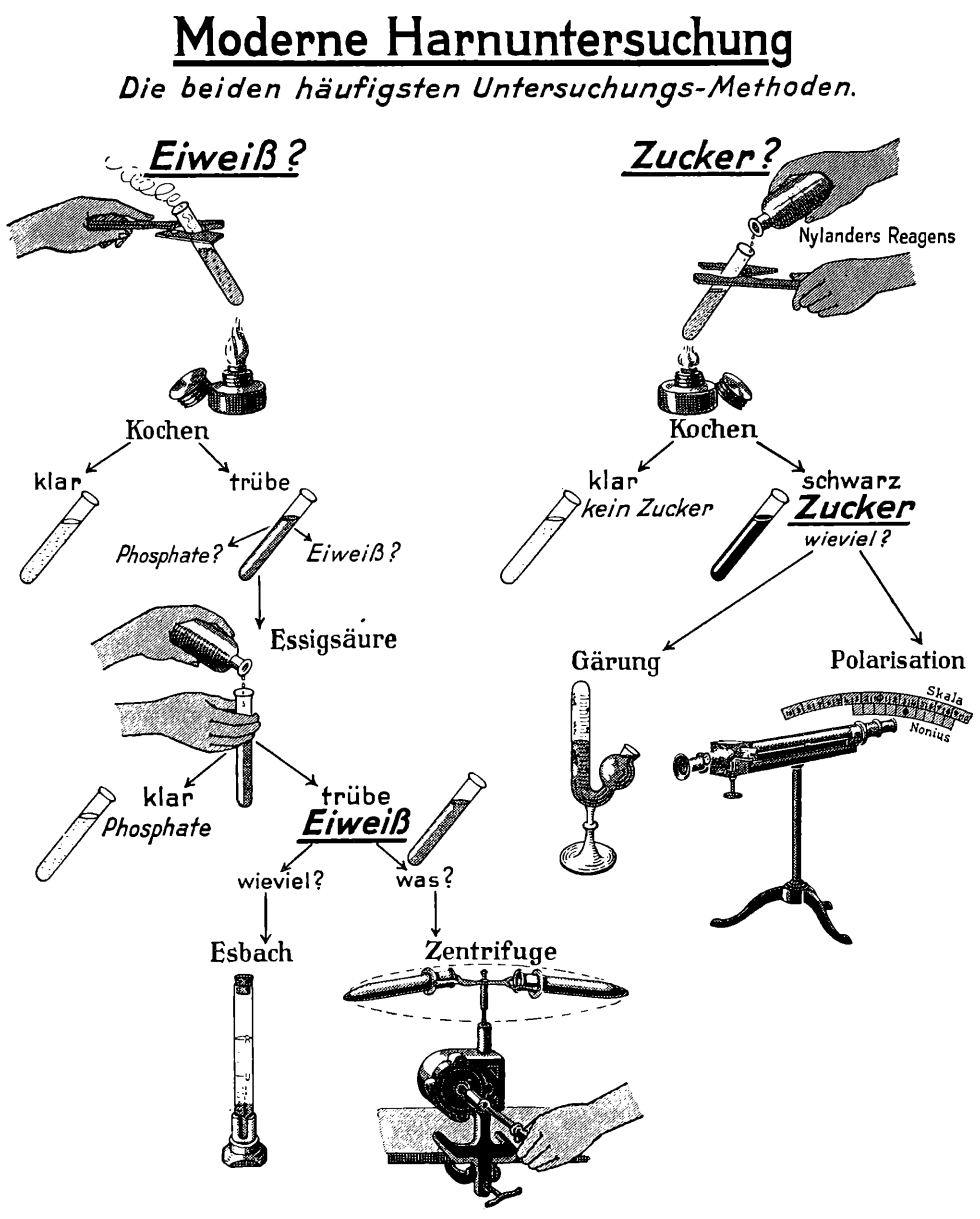


Abb. 1. Methodik der häufigsten Harnuntersuchungen. (Aus Kahn, Das Leben des Menschen, Bd. 3)

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Untersuchungen dar: Im Reagenzglas wird der Urin gekocht; eine auftretende Trübung ist durch Phosphate bedingt, wenn sie sich durch Zusatz von 3%iger Essigsäure wieder aufhellt; durch Eiweiß, wenn sie bestehen bleibt. Die Menge der Eiweißausscheidung wird im Eßbachschen Albuminimeter, einem graduierten Reagenzglas, bestimmt, indem man den Harn mit Eßbachs Reagens (Pikrinsäure und Zitronensäure) versetzt und nach 24stündigem Stehen den Prozentsatz abliest. Zucker wird durch Kochen mit Nylanders Reagens (Lösung von Bismutum subnitricum und Seignettesalz in Natronlauge) nachgewiesen; nach 1—3 Minuten tritt ein schwarzer Niederschlag auf; späteres Auftreten ist oft nicht durch Zucker bedingt. Die Bestimmung der Menge erfolgt durch Vergärung mit Hefe oder durch Ablesung der Drehung, die polarisiertes Licht durch den Urin erhält.

Dem Mikroskop bleiben die Formelemente vorbehalten. Was sehen wir, wenn wir einen Tropfen Urin auf den Objektträger bringen und ihn unter dem Mikroskop betrachten? — Nichts! Denn der normale Urin ist eine absolut klare Lösung, fast ohne feste Bestandteile. Aber auch der durch krankhafte oder wenigstens ungewöhnliche Beimengungen getrübte Harn eignet sich nicht zur Untersuchung ohne Einengung, ohne Anreicherung. Man untersucht das Sediment, d. h. den Bodensatz, der sich beim Stehen des Urins bildet, am dichtesten in einem Spitzglase: Nach mehrstündigem Absetzen entnimmt man mit der Pipette oder nach Abgießen der überstehenden Flüssigkeit mit dem Glasstab von dem dichten, trüben Bodensatz, bringt einen Tropfen auf den Objektträger und bedeckt ihn mit dem Deckgläschen. Der Arzt, der den Befund sofort braucht, der gleichzeitig mehrere Sedimente herstellen muß, beschleunigt die Sedimentierung durch Anwendung einer Zentrifuge. Aber wenn auch scharfes Zentrifugieren ein dichteres Sediment ergibt, also auch das Auffinden charakteristischer Bestandteile erleichtert, so setzt doch selbst der klarste Urin, anscheinend frei von allem festen Inhalt, genügend ab, um ohne Schwierigkeit mikroskopieren zu können, wenn man ihn nur lange genug, bis 24 Stunden, ruhig stehen läßt; dann aber im Kalten, sonst zersetzt er sich und ergibt täuschende Befunde.

Auch im normalen Harn finden sich stets einige Zellen (Abb. 2). Wir untersuchen das frische, ungefärbte Präparat, ehe es eintrocknet, am besten bei enger Blende. Schattenhaft, doch aber deutlich konturiert, sind 2 Gruppen von Zellen zu erkennen: Weiße Blutkörperchen = Leukozyten (2a), kleine, runde Zellen mit meist gelapptem Kern, und Epithelzellen (2b, c), viel größer, meistens unregelmäßig polygonal gestaltet, mit mittelständigem Kern. Die größten von ihnen entstammen dem Blasenepithel, die kleineren, z. T. birnförmig zugespitzten, auch geschwänzten Zellen gehören zum Epithel der Harnröhre, der beiden Harnleiter, der Nierenbecken und der größeren Harnkanälchen in den Nieren. Alle diese Hohlorgane sind mit Schleimhaut ausgekleidet, die, wie sämtliche Gewebe des Körpers, sich unaufhörlich regeneriert, die obersten Deckzellen abstößt und durch die nachrückenden Zellen der tieferen Epithelschichten ersetzt. Ebenso wie diese Epithelschuppung ist der regelmäßige Durchtritt einzelner Leukozyten aus den Körpergeweben durch die Schleimhäute ins Innere der Hohlorgane ein normaler Vorgang.

Eine lebhafte Steigerung beider Prozesse tritt ein, sobald irgendein Teil der Harnwege sich entzündet, sei es daß entzündungserregende Bakterien (z. B. *Bacterium coli*) von außen oder auf dem Blutwege den Urin infiziert haben, sei es, daß durch die Nieren Gifte ausgeschieden werden (z. B. Quecksilber). Dann finden sich im Sediment Epithelien und Leukozyten stark vermehrt, unter Umständen so massenhaft, daß der Urin trübe wird, und daß man, ohne zu sedimentieren, in jedem Tropfen vor allem reichlich Leukozyten findet. Das dickste Sediment ergibt die Nierenbeckeneiterung (Abb. 2, rechts oben), mit zahlreichen kleinen, geschwänzten Epithelien, während beim Blasenkatarrh (Abb. 2) die großen polygonalen Epithelzellen vorwiegen, im Abklingen der Entzündung, auch bei chronischen Prozessen, sogar mehr hervortreten als die Leukozyten.

Ein anderes Bild als die Erkrankungen der Harnwege zeigen die Entzündungen der Nieren. Was wir da finden, kann uns nur verständlich sein durch Kenntnis des Baues dieser Organe. Das Blut, das von Schlacken gereinigt werden soll, strömt durch die große Nierenarterie und verteilt sich sofort in eine Unzahl kleinster Gefäßchen, die jedes einen dichtgewickelten Knäuel bilden und sich dann wieder zur Nierenvene vereinigen. Jedes Gefäßknäuel ist umgeben von einer zarten Kapsel, dem Anfangsstück der ableitenden Nierenkanälchen, und scheidet in diese hinein Wasser und Salze ab. In dem anschließenden, vielfach gewundenen System von Röhren wird ein Teil des Wassers rückresorbiert und werden andere Bestandteile des so entstehenden Harnes abgeschieden. Die Leitungsröhren sammeln sich im Nierenbecken und haben im letzten Teil nur noch rein mechanische Funktionen.

Erkranken die Nieren, so können nun entweder die Blutgefäßknäuel oder die Harnkanälchen oder beide Systeme zugleich ergriffen sein. Im ersten Falle, wenn also auf dem Blutwege, meist im Gefolge einer Infektionskrankheit, die kleinen Filterapparate geschädigt sind, treten mit dem abgeschiedenen Wasser rote Blutkörperchen durch das Filter und finden sich dann im Harnsediment (Abb. 2d), vereinzelt oder in größerer Menge oder auch so zahlreich, daß der Urin dunkelrot gefärbt wird. Sie stellen sich unter dem Mikroskop als runde, kernlose Gebilde dar, kleiner als die Leukozyten, leicht gelblich getönt, mit einer Delle in der Mitte. In den Harnkanälchen können sie bei starken

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Blutungen zu zylinderartigen Gebilden sammenbacken (Abb. 2e).

Ähnlich in der Form, aber von anderer Zusammensetzung und Struktur sind die Zylinder, deren Vorhandensein im Sediment auf eine Erkrankung der Harnkanälchen hinweist. Der normale Urin enthält kein Eiweiß. Bei jeder Nierenentzündung dagegen wird das Filter, das nur Wasser durchlassen soll, undicht und gestattet dem Eiweiß der Blut- fettähnlicher Substanzen ist eine regelmäßige Folge von Entartungsprozessen, und so finden sich meist neben den Körnchen-Zylindern fettig degenerierte, mit Tröpfchen vollgestopfte Epithelzellen und Leukozyten (Abbild. 2k). Bei höchsten Graden von Entartung in den Epithelbelägen der Harnkanälchen steigt der Eiweißgehalt des Urins derartig an, daß sich ungewöhnlich lange breite Abgüsse der Leitungsröhren bilden

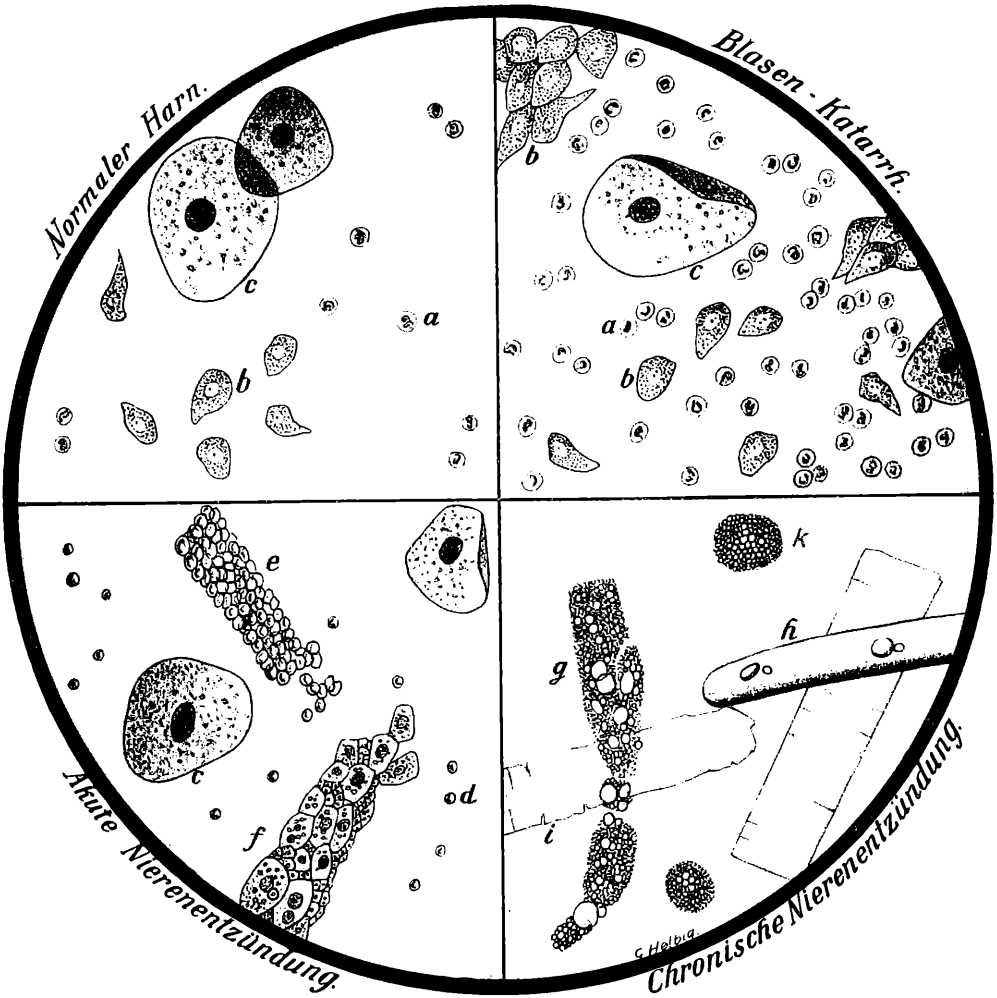


Abb. 2. Die zelligen Bestandteile des menschlichen Harns. — *a* = Wanderzellen (Leukozyten). *b* = kleine und *c* = große Epithelzellen von den Wänden der Harnwege. *d* = Blutzellen. *e* = Blutzellenausguß eines Harnkanälchens (Blutzellenzylinder). *f* = Epithelzellenzylinder. *g* = in Fettdegeneration befindlicher Epithelzylinder. *h* = hyaliner (d. h. glasartiger Zylinder. *i* = Wachszylinder. *k* = fettig degenerierter Epithelzylinder. (Aus Kahn, Das Leben des Menschen, Bd. 3

flüssigkeit den Übertritt in den Harn. Durch Gerinnung des Eiweißes in den Kanälchen entstehen die hyalinen (d. h. wasserklaren) Zylinder (Abb. 2h), auf die sich Epithelzellen, Leukozyten und Erythrozyten (= rote Blutkörperchen) auflagern können (Abb. 2f). Diese können schließlich durch Zerfallsvorgänge ein scholliges, gekörntes Aussehen (Abbild. 2g) annehmen und dann oft hellglänzende runde Fettröpfchen enthalten. Die Bildung können, die gewunden, mehrfach geknickt, mattgelblich erscheinen (Wachszylinder, Abbild. 2i) im Gegensatz zu den kurzen, glatten, scharf konturierten und stark lichtbrechenden, daher hell leuchtenden hyalinen Zylindern.

Den Lesern, die nun diese Zeichen de Nierenerkrankung im Urin finden, sei abe eines gesagt: die Niere ist eins der empfind lichsten Organe; fast jedes Fieber, jedes Gif

setzt eine kleine Schädigung der Nieren, d. h. es finden sich Eiweiß und Zylinder im Urin. Aber diese „Nierenerkrankungen" sind äußerst flüchtiger Natur und heilen aus, ohne die geringste Spur im Körper zu hinterlassen. Ein wirkliches Nierenleiden festzustellen, dazu genügt nicht die Urinuntersuchung, dazu bedarf es der weiteren Kenntnisse und Untersuchungen des Arztes.

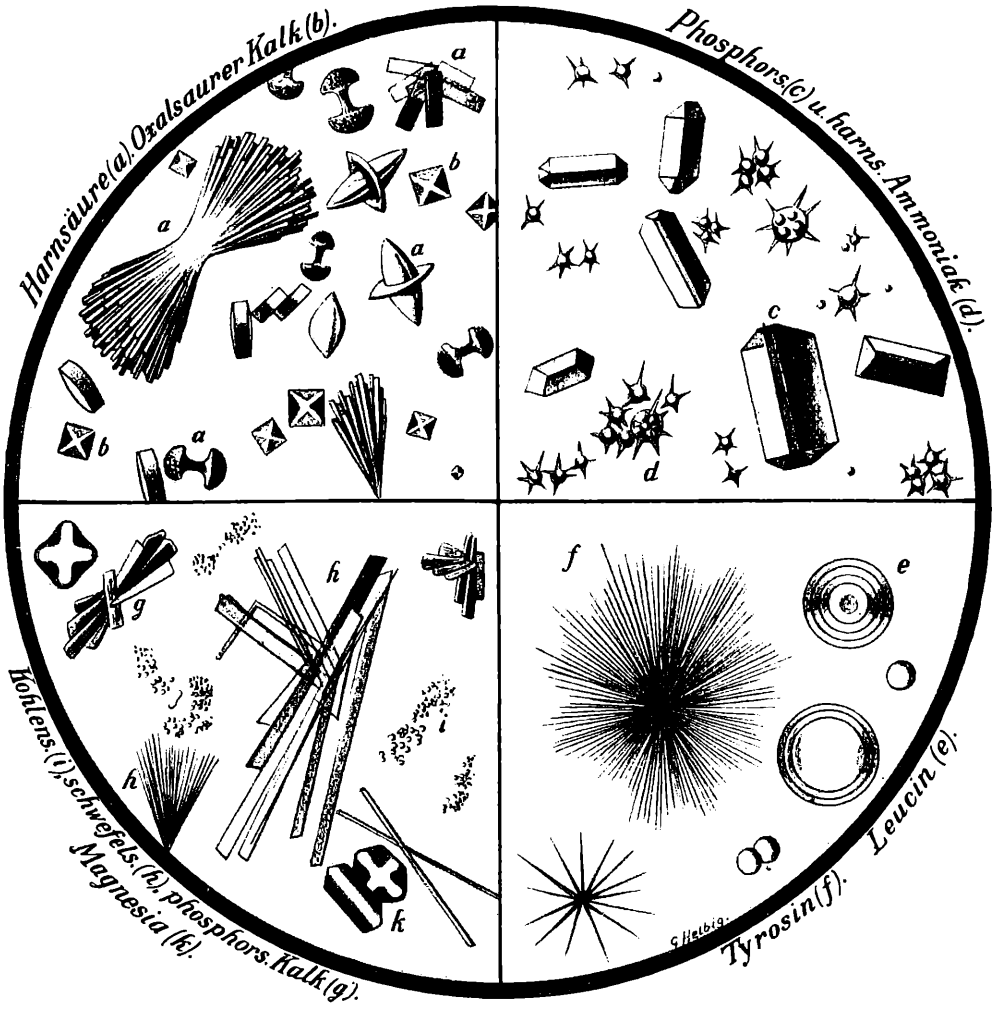


Abb. 3. Die kristallinischen Bestandteile des menschlichen Harns. (Kahn, Das Leben des Menschen, Bd. 3)

Nierenblutungen, d. h. der Befund von roten Blutkörperchen im Sediment, können verursacht sein durch Verletzung der Harnorgane. Der häufigste Grund für kleine Risse in der Schleimhaut und anschließende Blutungen ist der gefürchtete Nierenstein. Wie entsteht er? Darüber gibt uns der Anteil des Sedimentes Auskunft, den wir bisher übersehen haben, die Kristalle des Urins. In Lösung treten eine Reihe von Mineralstoffen in den Harn über, die noch in den Harnwegen oder erst außerhalb des Körpers als kristallinisches oder amorphes Sediment ausfallen und zur Bildung von Nieren- oder Blasensteinen führen können. Aber selbst jahrzehntelange regelmäßige Ausscheidung eines durch reichlichen Kristallgehalt getrübten Harnes kommt bei absolut gesunden Personen vor und verursacht nur in seltenen Fällen die Entstehung von Steinen.

Es sind im wesentlichen die Phosphorsäure, die Harnsäure und die Oxalsäure, deren Salze ausfallen, und zwar die Natrium-, Kalzium-, Magnesium- und Ammonium-Salze. Entsprechend ihren Lösungsbedingungen kommen Natriumurate, Kalziumoxalat und Harnsäure nur in saurem, Phosphate und Ammoniumurat nur in neutralem oder alkalischem Urin vor. Zur Unterscheidung der kristallinischen Sedimente empfiehlt sich daher die Prüfung der Reaktion des untersuchten Harns mit Lackmuspapier. Auch Erwärmung und Säurezusatz sind nützlich: Urate sind beim

Erwärmen leicht löslich; beim Erwärmen unlöslich, aber in Essigsäure löslich sind Phosphate, Karbonate (unter Aufbrausen = Kohlensäureentwicklung) und Ammoniumurat; Kalziumoxalat löst sich nur in Salzsäure, nicht in Essigsäure; und Harnsäure ist in Salzsäure und in Essigsäure unlöslich.

Ist durch die chemische Vorprüfung schon ein Hinweis auf die Natur der Kristalle gegeben, die unter dem Mikroskop sichtbar werden, so fällt die weitere Bestimmung nicht schwer: die Igelformen des Ammoniumurats (Abb. 3d), die Sargdeckel der phosphorsauren Ammoniakmagnesia = Triplephosphat (Abbild. 3c), die Oktaëder des Kalziumoxalats (*b*), die wie Briefkuverts erscheinen, das alles sind typische Formen. In vielfacher Gestalt kann die Harnsäure (Abb. 3a) auskristallisieren: als Wetzstein-, Kamm-, Sanduhr-, Büschel- oder Stabformen. Mikroskopisch schwer unterscheidbar sind die amorphen Kugeln des Kalziumkarbonats, der Erdphosphate und der Urate; da hilft eben die oben besprochene chemische Untersuchung; die Urate sind auch sofort erkennbar an der rötlichen bis roten Farbe des Sedimentes (Ziegelmehlsediment!)

Eine ganz andere Bedeutung als den bisher besprochenen Kristallen, die, wie gesagt, keinerlei Hinweis auf krankhafte Vorgänge geben, kommt den Kristallen des Leucins und des Tyrosins (Abb. 3e, f) zu. Diese Aminosäuren treten bei schweren Lebererkrankungen als unvollständig abgebaute Eiweißbestandteile in den Urin über, erscheinen daher nur bei Gelbsucht in einem durch Gallenfarbstoffe dunkelbraun gefärbten Urin. Die Kristalle sind am ehesten in dem farbig schillernden Häutchen auf der Oberfläche des abgestandenen Urins zu finden. Der braune Harn von Gelbsüchtigen ergibt insofern ein eigenes Sediment, als alle Zellen, die Zylinder und manche Kristalle die Gallenfarbstoffe aufnehmen und leuchtend gelb viel schärfer hervortreten als sonst.

Die beste Methode der Sedimentuntersuchung bleibt die Verwendung des Frischpräparates, in nicht zu dünner Schicht, vor allem gut eingeblendet! Alle Einzelheiten der organisierten Sedimente — und diese allein nehmen überhaupt Färbungen an — sind am ungefärbten Frischpräparat erkannt worden und auch für den Ungeübten zu erkennen. Nur um die vorübergehende Aufbewahrung der Präparate zu ermöglichen, geben wir daher eine Färbemethode an: Der Urin wird scharf zentrifugiert, das Zentrifugat gewaschen, indem man möglichst vollständig abgießt, das Sediment mit Wasser wieder aufrührt, wieder zentrifugiert und abgießt, und dieses Verfahren mehrfach wiederholt. Zum Bodensatz, von dem die überstehende Flüssigkeit möglichst vollständig entfernt sein soll, gibt man durch ein trockenes Filter etwa die gleiche Menge der Quenselschen Lösung, einer Cadmiumchlorid-Methylenblau-Lösung, die man am besten von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos gebrauchsfertig kauft. Nach 10 Minuten genügt die Färbung, bei der gleichzeitig die Fixierung erfolgt; die beste Durchfärbung ist nach 24 Stunden erreicht.

Kristallsedimente lassen sich durch Fixierung in Glyzerin-Gelatine aufbewahren. Zum Zentrifugat wird etwa die gleiche bis doppelte Menge flüssig gemachte Glyzerin-Gelatine gegeben und durch Rollen, nicht Schütteln des Zentrifugenröhrchens gemischt; noch warm auf den Objektträger bringen und mit Deckgläschen bedecken, da die Mischung beim Erkalten erstarrt. Die Glyzerin-Gelatine wird hergestellt, indem man 10 g farblose Gelatine in 50 ccm Wasser aufweicht und 50 g Glyzerin und zur Konservierung 0,5 g Thymol hinzugibt. Die Mischung wird im Wasserbade unter Umrühren erwärmt, bis sie klar ist, dann durch ein heißes Filter filtriert. Sie erstarrt in der Flasche und muß zum Gebrauch im Wasserbade erwärmt werden.

Nematodenfangende Pilze

Von Ing. **G. Kostka,** Wien

Die merkwürdige Tatsache, daß es auch unter den niederen Pflanzen eine Gruppe von fleischfressenden und tierfangenden Pilzen gibt, hat erst jüngst H. Pfeiffer (7) in einem interessanten Artikel über die Lebensweise des *Zoophagus insidians* Somm. und der *Sommerstorffia spinosa* Arnaud. dargelegt.

Diese beiden Pilze, die mit den Saprolegniazeen nahe verwandt sind, haben sich ganz auf den Fang von Rädertieren spezialisiert und sind ausschließlich Wasserbewohner. Die „Kurzhyphen" stellen morphologisch einfach gebaute Fangorgane dar, die äußerlich die ihnen zukommende Funktion nicht erkennen lassen.

Anders verhält es sich mit den Fangorganen einer im Zusammenhang mit den karnivoren Pflanzen seltener genannten Gruppe von Pilzen, die sich völlig einer aërophilen Lebensweise angepaßt haben und Landbewohner geworden sind. Die exogene Konidienbildung und die regelmäßige Septierung des Myzels stellt sie als Hyphomyzeten (Deuteromyzeten) auch phylogenetisch und systematisch in einen Gegensatz zu den oben genannten Pilzen, die zu den Phykomyzeten (Algenpilzen) mit gewöhnlich querwandlosem schlauchförmigem Myzel und Schwarmsporenbildung gerechnet werden.

Der bekannteste nematodenfangende Pilz ist *Arthrobothrys oligospora* Fres., der als

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

zarter Schimmel auf Mist, aber auch auf dunghaltiger Erde, feuchtem Holz und faulenden Pflanzenteilen vorkommt und eine zierliche Konidienfruktifikation zeigt (Abb. 1a).

Der schlanke Konidienträger entsteht aus Seitenzweigen, die an ihrer Spitze von kleinen terminalen Höckern birnförmige, durch eine Querwand in eine größere Endzelle und eine kleinere, mit einem kurzen Ansatz versehene Basalzelle gegliederte Konidien abschnüren (Abb. 1b). Aus dem köpfchenartigen Fruchtstand wächst mitunter ein zweiter Konidienträger heraus, der wieder Sporen bildet, und wenn sich dies öfter wiederholt, entstehen schließlich etagenartig übereinanderliegende

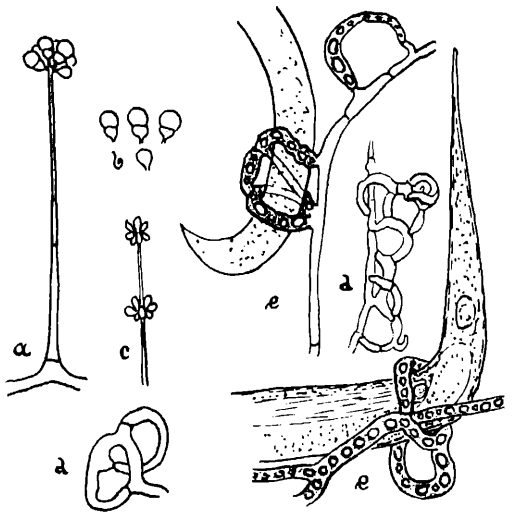


Abb. 1. *Arthrobothrys oligospora* Fres. — *a* = Konidienträger; *b* = einzelne Konidien; *c* = Durchwachsung des Konidienköpfchens und Etagenbildung; *d* = Schlingenapparate; = in den Ösen hängengebliebene Nematoden. (*a*—*c* nach Fresenius, *d*—*e* nach Zopf)

Sporenhäufchen an einem gemeinsamen, langen Träger (Abb. 1c).

Die Sporen keimen leicht und bilden ein verzweigtes farbloses Myzel. Wie schon Woronin (12) festgestellt hat, verläuft die Myzelentwicklung verschieden, je nachdem, ob man die Aussaat der Konidien in einem nährstoffreichen oder nährstoffarmen Substrat vorgenommen hat. Im Safte von Süßkirschen z. B. entsteht ein dichtes, reich verzweigtes Myzel, das keine Besonderheit gegenüber anderen Schimmelmyzelien aufweist.

Kultiviert man den Pilz aber in reinem Wasser ohne besondere Nährstoffe, so bleibt die Myzelentwicklung nicht nur sehr spärlich, sondern es tritt überdies eine ebenso eigentümliche als häufige Kurzhyphenbildung ein, die uns im folgenden mehr interessieren soll.

Die kurzen und plasmareichen Myzeläste wachsen nämlich nicht geradlinig in das sie umgebende Medium weiter, sondern krümmen sich derart bogenförmig zurück, daß die Hyphenspitze zu ihrem Ausgangspunkt zurückkehrt und an der Berührungsstelle mit dem sie tragenden Myzelast verwächst. Auf diese Weise entsteht eine Schlinge oder Öse.

Von dieser entspringen gewöhnlich weitere Kurzzweige, die sich wiederum hakenartig zurückbiegen und an verschiedenen Stellen mit demselben Ösenring oder einem benachbarten anastomosieren, so daß ein ganzes System von 8—40 verschieden weiten, in sich geschlossenen Myzelbögen entsteht (Abb. 1 d).

Diese merkwürdige Myzelumbildung, die man wegen der verschiedenen räumlichen Lage der Ösen als „Netzlabyrinth" bezeichnen kann, ist das raffiniert angelegte Fangorgan der *Arthrobothrys*, in dem sich die Beutetiere, Nematoden und Älchen unfehlbar verstricken.

Zopf (13), der die Funktion der Schlingenknäuel beim Nematodenfang unter dem Mikroskop beobachten konnte, gibt von diesem Vorgang ein sehr anschauliches Bild. Er kultivierte den Pilz im hängenden Tropfen einer feuchten Kammer und setzte der Kultur eine Aufschwemmung von Weizenälchen (*Tylenchus scandens*) zu. Hierauf stellte er in das Bildfeld des Mikroskops eine derartige Ösengruppe ein und beobachtete:

„Es vergingen noch nicht 5 Minuten, da hatte sich bereits unter meinen Augen eines der Tierchen gefangen; es war bei seiner vehementen stoßartigen Bewegung mit seinem Schwanzteil in das eine der eingestellten Ösensysteme hineingeraten und saß nun so fest darin, daß es sich auch durch die energischsten Krümmungen nicht wieder losmachen konnte. Anderthalb Stunden setzte es seine Befreiungsversuche fort; nach dieser Zeit ermattete es allmählich und war nach 2½ Stunden bewegungslos."

Ähnlich erging es den anderen Älchen, die teils mit dem Kopf, teils mit dem dünnen Körperende, ja selbst mit der Körpermitte in den tückischen Schlingen hängen blieben (Abb. 1 e).

Zopf schreibt, daß dieser Vorgang sich mit solcher Sicherheit vollzieht, daß er ihn Besuchern in seinem Institut demonstrieren konnte!

Aber nicht nur im Laboratorium, sondern auch in spontan auftretenden *Arthrobothrys*-Vegetationen auf Pferdemist, der eine reiche Anguillulidenfauna enthält, nützt der Pilz seine Schlingenfalle aus und die Älchen werden zu Dutzenden gefangen.

Neuerdings hat ein vorzüglicher Naturbeobachter, der Moosbiologe P. G. Rahm (8) den Pilz im Moosrasen wiederentdeckt und fand den „Schlingentöter" eifrig auf der Jagd nach moosbewohnenden *Mononchus*- und *Tylenchus*arten. In einer angefeuchteten Moosprobe waren binnen 24 Stunden etwa 30—40 Stück der Würmer in den Schlingen gefangen und dem Pilz zum Opfer gefallen.

Diese Beobachtungen lassen wohl keinen Zweifel mehr aufkommen, daß die *Arthrobothrys* auch unter natürlichen Verhältnissen den Nematodenfang ausübt und daß die Deu-

© Elsevier http://www.elsevier.de/

tung des Schlingenapparates als „Tierfalle" zutreffend ist!

Wenn wir uns nunmehr die Frage vorlegen, auf welche Weise das „Fangen" des Beutetieres zustande kommt und ob wir es hier ähnlich wie bei den höheren fleischfressenden Pflanzen und den tierfangenden Phykomyzeten mit einer gewissen „animalischen Impulsivität" zu tun haben, so müssen wir zunächst versuchen, die Funktion des Schlingenapparates zu erklären.

Eine befriedigende Deutung des Fangvorganges läßt sich bereits aus dem konstruktiven Aufbau ableiten. Die Mechanik der Schlingenwirkung genügt für den zu erzielenden Effekt, ohne daß eine besondere vitale Einflußnahme des Pilzes auf das Festhalten der Beute angenommen werden muß.

Jede Schlinge setzt sich aus lebenden, stark turgeszenten Zellen zusammen und der Myzelbogen wird durch die Krümmung dieser elastischen Elemente unter einer gewissen Spannung gehalten. Fährt nun ein Nematode mit einiger Vehemenz in diese Öse hinein, so klemmt sich zunächst sein Körper in den federnden Bügel fest. Beim Versuch, sich herauszuziehen, wird der Zellring nicht so leicht abgleiten können, da der Wurm keinen festen Stützpunkt findet, um den Reibungswiderstand der umklammernden Öse zu überwinden. Auch das pendelnde Hin- und Herschlagen nützt nichts, da bei einem Zug in der Längsrichtung die Schlinge deformiert wird und sich dem Körper um so fester anlegt, je energischer die Anstrengungen zur Befreiung ausgeführt werden. Der Nematode reißt das Myzel mit sich, schüttelt es von rechts nach links, kann aber die Spannung der federnden Klammer nicht lösen und ist trotz seiner animalischen Beweglichkeit und Muskelkraft gefangen!

Um sich einen Begriff von dieser Lage zu machen, kann man versuchen, wie schwierig es ist, eine enge Öse, die man aus einem Gummischlauch gebogen hat, vom Finger abzuschütteln.

Die Fangtätigkeit des „Schlingenapparates" geht also offenbar ohne aktive Beteiligung des Pilzorganismus vor sich!

Die Funktion des Ösenorgans ist zwangsläufig mechanisiert (automatisch) und seine Konstruktion aus bogenförmig gespannten Myzelteilen läßt dieselbe Wirkung erwarten, die ein elastischer Ring auf einen umspannten wassergefüllten Schlauch ausübt.

Diese Erklärung macht zunächst den Eindruck, als ob die Fallenwirkung der Schlingenknäuel durchaus auf Zufall beruhen und dem Pilz keinerlei Einflußnahme auf den Gang der Ereignisse zukommen würde!

Aber schon aus der Art der Anlage und der Ausbildung des Fallenapparates läßt sich eine gewisse Anpassung an die Lebensgewohnheiten der Beutetiere erkennen. Gerade die „Schlinge" ist, wie schon Zopf hervorhebt, für den Nematodenfang besonders geeignet, da die ruckartigen Bewegungen und die beiderseitige Verjüngung der Körperenden eine erfolgreiche Fangtätigkeit auch in der kleinsten Öse ermöglicht.

Ferner dürfte der Fangerfolg durch den Pilz selbst unterstützt werden. Es ist zwar nicht anzunehmen, daß eine autonome Verengung der Öse beim Hereinschlüpfen des Beutetieres erfolgt, aber es liegt eine enzymatische Wirkung der anliegenden Ringzellen im Bereiche der Möglichkeit, was auch Zopf (14, S. 533) vermutet hat. Es ist bei weiteren Untersuchungen zu erwarten, daß man auch eine direkte Einflußnahme wird feststellen können, sei es, daß die Schlingenzellen durch Produktion von Klebstoffen oder durch Absorption der Schleimstoffe der Nematodenhaut (Adhäsionsverstärkung!) den Reibungswiderstand zwischen Zellwand und Nematoden-Körper erhöhen, oder aber daß direkt durch

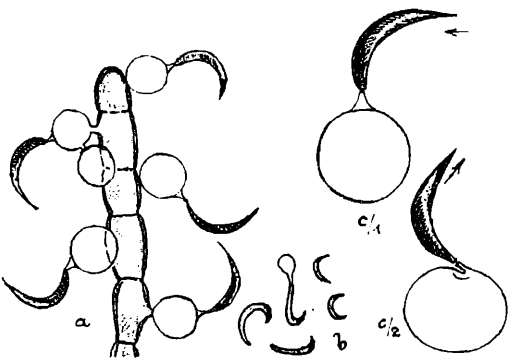


Abb. 2. *Harposporium anguillulae* Lohde. — *a* = Konidienfruktifikation mit Blasenzellen und Sichelsporen; *b* = ein: eine Sporen von verschiedener Form (nach Zopf); *c* = schematische Darstellung der Blasenfunktion; (1) = normale Lage der Spore, bei Druck gegen die Spitze ← wird die Blase deformiert (2) und treibt die Spore nach oben →

Ausscheidung wirkungsvoller Pilzstoffe (Enzyme!) das Beutetier in seinem Widerstand geschwächt (gelähmt?) und rascher zum Absterben gebracht wird.

Auch wird der Schlingenapparat nur dann ausgebildet, wenn der Pilz sich unter ungünstigen osmotischen Ernährungsverhältnissen entwickeln muß.

Schon aus äußerlichen Gründen scheint es daher wenig wahrscheinlich, daß die Kurzhyphenbildung bloß eine plastische Entwicklungshemmung und die Fallenwirkung der Ösen ein Spiel des Zufalls ist!

Dem widerspricht vor allem die Tatsache, daß der Pilz die Fähigkeit besitzt, auch tatsächlich in den Wurmkörper eindringen und diesen für seinen Nahrungsbedarf ausnützen zu können!

Es besteht also ein physiologisch begründeter funktioneller Zusammenhang zwischen Myzelumbildung und Nahrungsbedarf, so daß wir die Schlingenbildung kaum als „Luxusanpassung" betrachten können, sondern vielmehr annehmen müssen, daß die Ausbildung des Fangapparates einer inneren Notwendigkeit entspringt und die Ausnützung seiner Funktion eine sehr weitgehende Differenzierung des Pilzmyzels darstellt.

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

Nicht die mechanische Wirkung des Schlingenapparates, der entwicklungsgeschichtlich „zufällig" entstanden sein kann, sondern die erbliche Fixierung dieser Anlage und die effektive Ausnützung ihrer Funktion kennzeichnen die *Arthrobothrys oligospora* als typische fleischfressende Pflanze!

Das mechanische Prinzip, das wir aus der konstruktiven Anlage entnehmen können, ist in den Dienst einer vitalen Funktion gestellt und die plastische Reproduktion des Schlingenapparates steht in finaler Beziehung zum Nahrungserwerb. Damit ist aber ausgedrückt, daß die Schlingenanlage eine in ihrer Wirkung beabsichtigte technische Leistung darstellt, die wir dem Sinne nach nicht ganz zutreffend „zweckmäßige Anpassung" nennen.

Auf welche Weise die uns primitiv erscheinende Pilzzelle zu der praktischen Anwendung komplizierter physikalischer Gesetze gelangt, ist für uns unbegreiflich; wir können nur die Tatsache konstatieren, daß der lebende Protoplast die Fähigkeit besitzt, einen Apparat zu produzieren, der den erwünschten Effekt auch tatsächlich erreicht!

Von einer absoluten Passivität des Pilzes kann daher nicht gesprochen werden.

Der Pilz reagiert in ganz bestimmter Weise auf den Erfolg seiner — absichtlichen oder unabsichtlichen — Fangtätigkeit, und die Ausnützung des Beutetieres geht unter typischen reizphysiologischen Vorgängen vor sich, die auf eine sehr lebhafte Anteilnahme des tierfangenden Organismus schließen läßt!

Bereits kurze Zeit nach dem Hängenbleiben eines Nematoden wächst von dem anliegenden Zellring oder einer benachbarten Zelle ein kurzer bruchsackartiger Zellschlauch auf den Nematodenkörper zu, löst die chitinisierte Kutikula an der Berührungsstelle und treibt alsbald einen langgestreckten Myzelast in das Körperlumen des Wurmes. Unter der Wirkung der ausgeschiedenen Enzyme tritt eine fettige Degeneration der Körpersubstanz des Beutetieres ein und Muskel, Darm- und Genitalapparate werden in eine ölige Substanz verwandelt, die zu großen Tropfen verschmilzt und schließlich vom Pilz resorbiert wird.

Wir finden hier zunächst dieselben Erscheinungen wie bei den höheren karnivoren Pflanzen und den tierfangenden Phykomyzeten. Die Schlingenzellen des Fangapparates besitzen die Fähigkeit, den vom Beutetier ausgehenden Reiz — sei es nun die lebhafte Bewegung oder die Wirkung unbekannter animalischer Hautsekrete — wie ein Signal zu empfinden (zu perzipieren), ihn an die umgebenden Zellen weiterzuleiten und durch ein zielgerichtetes Wachstum, sowie durch Produktion bestimmter Enzyme zu reagieren.

Die Ausnützung der Nährstoffe erfolgt durch enzymatischen Abbau der Tiersubstanz außerhalb der Pilzzelle (extrazellulär!), analog der Wirkung der von höheren karnivoren Pflanzen sezernierten Säfte, und erst die Abbauprodukte werden vom Nährmyzel aufgenommen und in arteigene Körpersubstanz verwandelt.

Diese Art der Ernährung unterscheidet unseren Pilz von den obligaten Parasiten, die ihre Nährstoffe dem lebenden Wirtsorganismus entnehmen und stellt ihn auf dieselbe Stufe mit den grünen fleischfressenden Pflanzen. Nur die vom Üblichen abweichende Art der Nahrungsbeschaffung durch einen tierfangenden Schlingenapparat macht die *Arthrobothrys oligospora* zu einem biologisch interessanten Spezialisten, zu einem „räuberischen" Saprophyten!

Außer dem „Schlingentöter" kennt man noch eine Reihe von Pilzen, welche die Nematoden befallen, ohne jedoch über die Angriffsmittel, die das Einfangen der Beute oder das Eindringen in den Wurmkörper ermöglichen, Näheres zu wissen.

Einen sehr merkwürdigen Pilz hat Zopf (13) als *Harposporium anguillulae* Lohde beschrieben, der zwar keinen Fangapparat, ähnlich dem der *Arthrobothrys*, besitzt, aber dafür eine auffallende Konidienfruktifikation entwickelt. Dieser Schimmelpilz ist von Lohde (5), Sorokin (11) und Zopf (13) in Nematoden, die in Mist, Erde und Wasser vorkommen, gefunden worden und scheint sehr verbreitet zu sein; auch im Moosrasen hat ihn P. G. Rahm (8) beobachtet.

Seine ganze Entwicklung macht der Pilz im Nematodenkörper durch, von dem schließlich nur die leere Chitinhülle und die chitinisierten Spiculae übrig bleiben. Ist dieser Moment gekommen, so treibt das Myzel durch die Körperwand des Wurmes einen kräftigen Ast, der zu einem Konidienträger umgewandelt wird und der an zarten dünnwandigen Kugelblasenzellen spitze sichelförmig gebogene Sporen abschnürt (Abb. 2a).

Diese Blasenzellen unterhalb der Sporen sind aber nicht nur morphologisch bemerkenswert, sondern haben für die Sporenverbreitung eine ganz besondere Bedeutung. Da, wie gesagt, der Pilz nur im Wurmkörper vorkommt und frei noch nicht gefunden worden ist, muß die eigenartige Konstruktion des Konidienträgers und die Sichelform der Sporen mit der epidemieartigen Verbreitung des Pilzes zusammenhängen.

Da die lebenden Nematoden mit Vorliebe in den Klumpen von Leichen ihrer eigenen Artgenossen herumwühlen, besteht für sie leicht die Möglichkeit, mit den hakenförmig gekrümmten Sporen in Berührung zu kommen. Die scharfe Sporenspitze bohrt sich leicht in die verschleimte und zarte Kutikula ein, müßte aber bei einer starren Fixierung der Sporen infolge der Krümmung abgleiten.

Nun ist aber die Spore mit einem Ende in der dünnwandigen Blasenmembran inseriert und klappt bei einem Druck gegen die Spitze leicht nach hinten (Abb. 2c). Die Blase wirkt dabei als elastisches Polster und deren

© Elsevier http://www.elsevier.de/

Membran wird nach innen eingedrückt. Dadurch wird nicht nur die Spitze gegen den drückenden Körper gerichtet, sondern vor allem ein wichtiges mechanisches Moment ausgelöst, welches die Spore tief in den Körper des Nematoden einführt und dort verankert. Es ist dies die Entspannung der eingedellten Blase, welche unbeeinflußt von der Druckwirkung und unterstützt von der nadelscharfen Spitze die treibende Kraft für das weitere Eindringen der Spore liefert.

Die dünnwandige Blase unterhalb der Spore ist also an dem Erfolg der Sporenverbreitung ganz wesentlich beteiligt und muß als ungemein zweckmäßiges Organ angesehen werden!

Wenn wir uns den Konidienträger als starren Kandelaber vorstellen, der an turgeszenten, dünnwandigen und daher wie Gummibälle wirkenden Blasen die harten nadelscharfen Sporen trägt, so bildet dieser Apparat eine äußerst wirksame, an die Furchtbarkeit der historischen „Sichelwagen" gemahnende Angriffswaffe im Dienste der Fortpflanzung, die durch die injizierende Wirkung der blasenförmigen Schaltzellen die „ahnungslosen" Nematoden mit Sporen spickt!

Dieser Harpunenapparat stellt den „Sicheltöter", wie man das Harposporium nunmehr nennen kann, in eine gewisse Parallele zu den Insekten mit entoparasitärem Larvenstadium z. B. den Schlupfwespen.

In übertragenem Sinne ist auch der Sicheltöter ein „tierfangender" Pilz, nur wird das Beutetier nicht für die eigene Ernährung verwendet, sondern dient als Nahrungsdepot für die zukünftige Generation.

Einen ähnlichen Pilz hat Lindner (4) als *Rachisia spiralis* beschrieben, der ebenfalls sichelförmige Sporen bildet, jedoch keinen Blasenapparat besitzt. Auffallend ist, daß er nur die weiblichen Exemplare des Essigälchens (*Anguillula aceti* Müll.) befällt. Die Ähnlichkeit der Sporen mit dem männlichen Begattungsorgan der Würmer (Spiculae) läßt vermuten, daß die Infektion durch die weibliche Genitalöffnung erfolgt. Leider sind keine direkten Beobachtungen des Infektionsmodus bekannt.

Eine andere Nematoden-Epidemie hat Zopf (13) bei auffallend kleinen und schmalen Anguilluliden aus Kaninchenmist (von der Dölauer Heide bei Halle) beobachtet. Der Schimmelpilz (*Monosporium repens* Zopf) bildet zarte, weißliche Überzüge aus dünnen septierten Myzelfäden. Die Konidienträger sind kurz und entwickeln eine einzige etwa 8—10 μ große Konidie. Diese legt sich merkwürdigerweise dem Wurm meist am Kopfende an, haftet dort infolge unbekannter Eigenschaften (Adhäsion durch Klebstoffe oder durch Schleim absorbierende Poren) fest und wächst in kurzer Zeit in den Wurmkörper hinein. Ist dieser vom Nährmyzel ganz durchwuchert, so wird die Haut durchbohrt und neuerdings die Konidienfruktifikation gebildet, die wiederum andere Exemplare infiziert.

Es erübrigt sich noch auf einen biologisch sehr interessanten Organismus zu verweisen, den Bütschli (2) in *Tylenchus pellucidus* gefunden und Metschnikoff (6) zu den echten Hefepilzen gestellt hat. Es ist ein *Monospora*artiger Pilz, der sich sprossend vermehrt und nadelförmige Sporen bildet, welche den Nematoden infizieren. Seit seiner Entdeckung ist er anscheinend nicht wiedergefunden worden, so daß seine biologische und systematische Stellung zweifelhaft ist.

Außerdem sind noch zahlreiche andere Nematodenkrankheiten bekannt geworden, die von Pilzen, namentlich parasitischen Phykomyzeten hervorgerufen werden. Da diese noch vielfach unvollkommen beschrieben sind, so soll die angeschlossene Zusammenstellung der verstreuten Angaben zu weiteren Untersuchungen anregen. Hier liegt ein Arbeitsfeld brach, das ungemein anregende biologische Probleme bietet:

Chytridium Zooticum A.Braun, von A.Braun (1) in abgestorbenen Anguilluliden, später auch von Sorokin (11) in toten, im Wasser vorkommenden Fadenwürmern von Schröter (10) im Körper einer Anguillula aus Hasenmist gefunden. Der Pilz ist nicht weiter bekannt!

Chytridium endogenum de Bary
Catenaria anguillulae Sor.
Achlyogeton endophytum Sor.
Achlyogeton (?) *rostratum* Sor.

Diese 4 Pilze unsicherer systematischer Stellung hat Sorokin (11) ebenfalls bei Wassernematoden aufgefunden. Beschreibung unvollständig.

Myzocitium vermicolum Zopf. Diese Lagenidee hat Zopf (15) in wasserbewohnenden Älchen in geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Form beobachtet und beschrieben.

Pythium anguillulae Sadek. Auf Essigälchen in einem schlecht arbeitenden Essigbildner von Sadebeck (9) gefunden. Die kleinen kugeligen Konidien, die etwa die Größe der Oogonien (etwa 6 μ) haben, werden von dem Wurm durch die Mundöffnung aufgenommen und entwickeln sich zu einem Myzel, das die Älchen in wenigen Stunden tötet.

*Botrytis*artiger Pilz. Von Zopf (13) beobachtete, nicht näher beschriebene Pilzform auf Wassernematoden.

Literatur.

1. Braun, A., Monatsberichte d. Berliner Akademie 1856, S. 591.
2. Bütschli, Abhandlungen d. Senckenberg. Naturf.-Ges., Frankfurt 1876, S. 360.
3. Fresenius, Beiträge zur Mykologie. Frankfurt 1850—63, S. 18, T. III. Fig. 1—7.
4. Lindner, P., Die deutsche Essigindustrie, 17. Jg. 1913, Nr. 40.
   Lohde, Tageblatt d. Naturforscherversammlung zu Breslau, 1874, S. 206.
6. Metschnikoff, Virchows Archiv, 96. Bd. 1884, S. 67.
7. Pfeiffer, H., Mikrok., XXI., 1928, S. 67.
8. Rahm, P. G., Zeitschrift f. allgem. Physiologie, 20. Bd. 1923, S. 6.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

9. Sadebeck, Berichte d. Gesellschaft f. Botanik zu Hamburg, Heft II. 1886, S. 39.
10. Schröter, Kryptogamenflora von Schlesien, 3. Bd. Pilze, S. 182.
11. Sorokin, Annales des sciences nat. bot. Sèr. VI, Tom. IV, 1876, S. 63.
12. Woronin u. De Bary, Beiträge z. Morphologie u. Physiologie d. Pilze III. S. 29; IV Tafel 4, Fig. 8—10, 16.
13. Zopf, W., Nova acta der kais. Leop. Karol. Akad. d. Naturforscher, Halle 52. Bd. 1888, Nr. 7, S. 219—321.
14. Zopf, W., Die Pilze, in Schencks Handbuch d. Botanik, 4. Bd. 1890, S. 287 u. 754.
15. Zopf, W., Nova acta d. kais. Leop. Kar. Ak. d. Natf. Bd. 47, 1884, Nr. 4, S. 167.

Die Geschlechtsorgane der Honigbiene

Von **K. J. Geiger,** Hauerz (Wttbg.)

Die Honigbiene (*Apis mellifica*) ist zweifellos eines der interessantesten Nutztiere. Schon seit Jahrtausenden in des Menschen Nutzung und seit Jahrhunderten in dessen Pflege hat sie doch noch nichts von ihrer ursprünglichen Natürlichkeit eingebüßt. Ihr Fleiß und ihre Ordnung sind sprichwörtlich, aber die Biologie steht noch vor einer großen Zahl lockender Geheimnisse, wie ja die Untersuchungen K. v. Frischs über den Geruchsinn und das Mitteilungsvermögen der Bienen weiteren Kreisen gezeigt haben. Honig und Wachs sind seit Urzeiten vom Menschen gesucht und geschätzt. Aber selbst die moderne Chemie findet noch interessante Seiten an diesen Naturerzeugnissen. In das Fortpflanzungsgeschäft der Biene greift der Mensch schon lange mit Erfolg ein, der Vererbungsforschung aber hat sie bis jetzt mehr Leid als Freude bereitet.

Die nachfolgenden Ausführungen über die Geschlechtsorgane der Biene mögen an einem praktischen Beispiel [1]) zeigen, welch reizvolles Studienobjekt die Biene ist. Sie möchten aber auch der schwer ringenden deutschen Bienenzucht Freunde und Gönner erwecken.

Ein Bienen„volk" ist streng genommen weder ein Volk, noch ein Staat, noch ein Organismus, sondern eine vaterlose Familie, an deren Spitze normalerweise nur eine Mutter, die Königin steht. Alle übrigen Nestgenossen sind ihre Kinder. Diese sind (während des Sommers) zum kleineren Teil Männchen (Drohnen) und zum größeren Weibchen (Arbeiterinnen). Die Arbeiterinnen kommen als Halbwaisen zur Welt, während die Drohnen „überhaupt keinen Vater" haben, da sie nur auf parthenogenetischem (jungfräulichem) Wege erzeugt werden. Weder Königin noch Arbeiterinnen besitzen alle weiblichen Instinkte und Organe in voller Ausbildung. Wohl aber darf sich die Drohne als vollkommenes männliches Geschlechtstier betrachten. Die Geschlechtsorgane der Drohne füllen den größten Teil des Hinterleibes aus. Im vorderen Teil desselben liegen die Hoden (Testes). Sie sind die eigentlichen Keimstätten für die männlichen Geschlechtszellen, die Samenfäden (Sperma). Die beiden Hoden (Abb. 1) sind als je ein Bündel von mehr als 100 Samenschläuchen (Testiolen) anzusehen (Abbild. 2). In diesen verläuft die eigentliche Spermabildung. Die Ausbildung und die Tätigkeit der Hoden fällt in ein verhältnis-

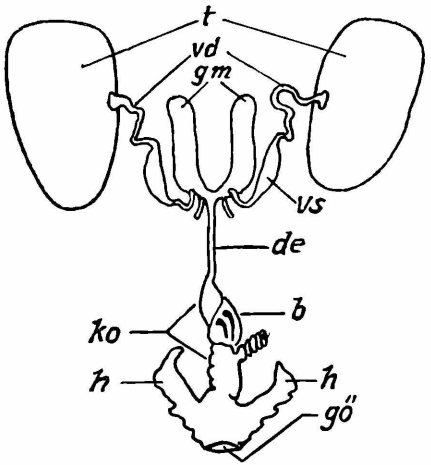


Abb. 1. 1. Die männlichen Geschlechtsorgane der Biene (Schemat. Übersicht.) — *t* = Hoden. *vd* = Samenleiter (Vas deferens). *vs* = Samenblase (Vesicula seminalis). *de* = Spritzkanal (Ductus ejaculatorius). *gm* = Schleimdrüsen (Glandulae mucosae). *b* = Bulbus. *ko* = Begattungsschlauch (Kopulationsorgan). *h* = dessen taschenförmigen Ausbuchtungen (Hörnchen). *gö* = Geschlechtsöffnung

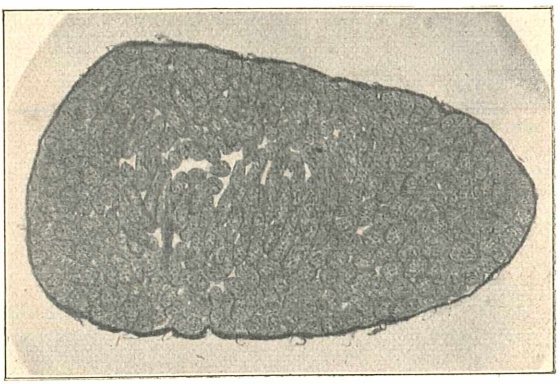


Abb. 2. Längsschnitt durch den Hoden einer jungen Drohne. Die zahlreichen Samenschläuche sind in der Nähe des Randes quer, in der Mitte längs getroffen. 24mal vergr. Geiger phot.

[1]) Die hier besprochenen und von mir angefertigten Präparate sind von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich.

mäßig frühes Stadium der Metamorphose. Schon im Larvenzustand sind die Hoden mächtig entwickelt. Gegen Ende desselben erreichen sie ihre volle Größe.

Präparat 1: Embryonaler Hoden. In den Samenschläuchen haben sich Keimzellen gebildet. Aus ihnen entwickelten sich zweierlei Zellen, wenige Follikelzellen und viele Samenzellen (Spermatogonien). Durch ein zartes Hüllgewebe wurden alsbald viele Spermatogonien zu Spermatozysten (Samenherden) zusammengefaßt.

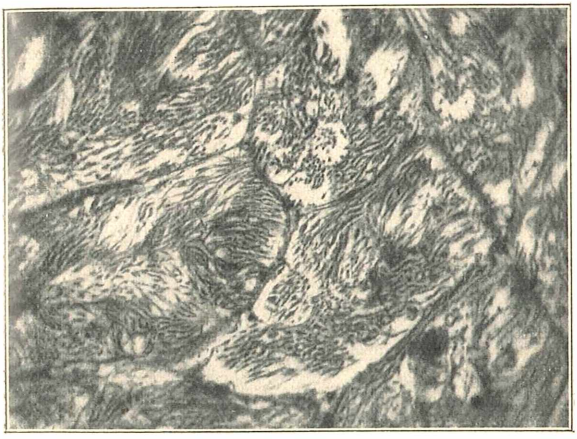


Abb. 3. Embryonaler Hoden, längs. Die winzigen, anfänglich runden Samenzellen ziehen sich nach erfolgter Samenreifung peitschenförmig in die Länge, um sich in Spermien zu verwandeln. 176mal vergr. Geiger phot.

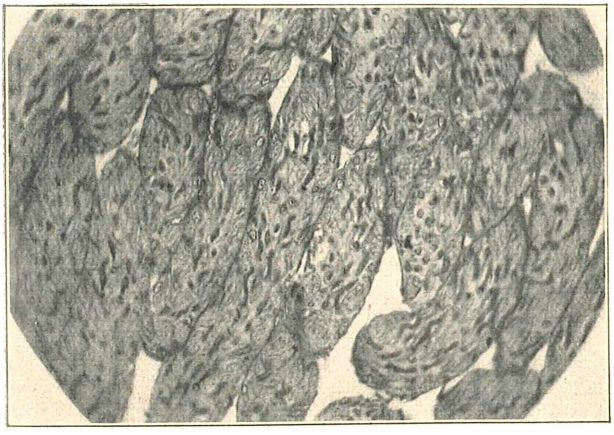


Abb. 4. Jugendlicher Hoden von Abb. 2, aber 118½fach vergr. Die Samenschläuche (Testiolen) sind längs getroffen, in der Nähe der Testiolenwandung sind Follikelzellen, gegen die Mitte zu die Büschel der ausgebildeten Spermien zu sehen, die sich eben zur Auswanderung aus den Hoden anschicken. Geiger phot.

Neben- und hintereinanderliegend füllen diese Spermatozysten die Samenschläuche völlig aus. Mit zunehmendem Wachstum bilden sich aus den Spermatogonien die Samenfäden (Spermien). Noch bevor dies geschehen ist, findet die Reifeteilung statt. Nach derselben ziehen sich die Zellen stark in die Länge. Dieses Stadium zeigt das Präparat (Abb. 3). Mit Ablauf der Nymphenperiode ist auch die Umwandlung in Spermien vollendet.

Präparat 2: Jugendlicher Hoden. Wenn die ausgebildete Drohne die Zelle verläßt, dann haben die Hoden ihre Tätigkeit bereits eingestellt. Indessen ist die Drohne noch nicht begattungsfähig. Erst nach einigen Tagen wandern die büschelweise aneinandergelagerten Spermien aus den Hoden aus (Abb. 4). Sie gelangen auf ihrer Wanderung durch die Samenleiter

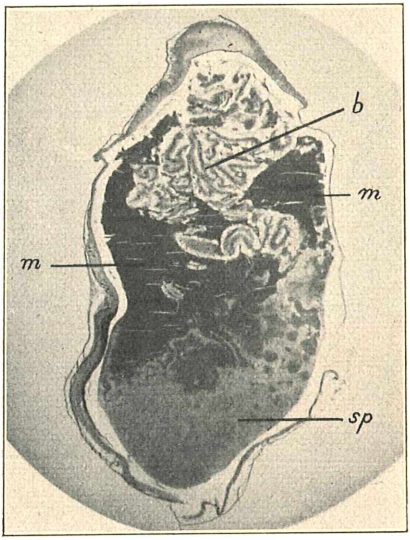


Abb. 5. Spermatophore im Bulbus (der zwiebelartigen Erweiterung) des Kopulationsorgans (Begattungsschlauches). Organ längs schräg angeschnitten. — *b* = Faltungen des Bulbus, *m* = Sekret der Schleimdrüsen (*gm* der Abb. 1), *sp* = Spermamasse. 21½mal vergr. Geiger phot.

(Vasa deferentia) an deren Vereinigungsstelle in den Wirkungsbereich der beiden mächtigen Schleimdrüsen (Glandulae mucosae) (Abb. 1). Diese umhüllen den ganzen Spermienschwarm mit ihrem Sekret zu einer ziemlich kompakten „Samenpatrone" (Spermatophore).

Präparat 3: Spermatophore. Die Samenpatrone gelangt durch den Spritzkanal (Ductus ejaculatorius) in das eigentliche Kopulationsorgan, (Begattungsschlauch), wo sie bis zur Kopulation lagert (Abb. 5).

Präparat 4: Alter Hoden. Innerhalb eines Zeitraums von etwa 8 Tagen (seit dem Ausschlüpfen gerechnet) ist der geschilderte Vorgang vollzogen und die Drohne damit begattungsfähig geworden. Die Hoden sind jetzt völlig verödet (Abb. 6). Die Begattung selbst findet nur außerhalb des Stockes, und zwar bei sonnigem, windstillem Wetter statt. Bei der Begattung, die übrigens sehr kompliziert verläuft, wird der ganze Vorrat an Spermien in Gestalt der Samenpatrone an die Königin abgegeben. Da die

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Abgabe in der Weise erfolgt, daß mit dem männlichen Geschlechtsprodukt das Kopulationsorgan sozusagen als Verpackung mitgegeben wird, erleidet die Drohne durch den Verlust eines so großen Körperteils alsbald den Tod durch Verblutung. Nach der Begattung hängt ein Teil des abgerissenen Kopulationsorgans der Königin aus der weit klaffenden Vagina, diese so verstopfend, daß die Spermatophore nicht heraustreten kann. Der Imker nennt dies das „Begattungszeichen" In den folgenden Tagen wandern die Spermien in die Samenblase der

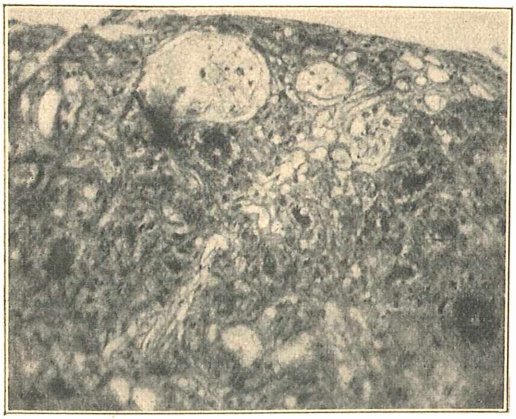


Abb. 6. Schnitt durch den Hoden einer begattungsfähigen Drohne. Testiolen stark geschrumpft, kaum mehr als solche zu erkennen. In denselben fast nur noch Hüllgewebe, selten kleine Reste v. Spermienbündeln. 177mal vergr. Geiger phot.



Abb. 7. Königin mit angetrocknetem, in der Vagina festsitzendem Kopulationsorgan der Drohne („Begattungszeichen"). Die Königin konnte keine Eier legen. Nach einem Originalpräparat von Geiger. 4½mal vergr. Löffler phot.

Königin ein, wo sie uns wieder begegnen werden. Die noch aus der Vagina herausragenden Teile des Kopulationsorgans werden von Arbeitsbienen entfernt. Zuweilen jedoch vertrocknen und verkleben sie derart mit dem Chitinpanzer der Königin, daß sie nicht mehr entfernt werden können. Einer solchen Königin (Abb. 7) ist die Eiablage unmöglich.

Präparat 5: Spermien. Die Geschlechtszellen der Drohne (Spermien) sind sehr zarte Gebilde von etwa 5 μ Dicke und 250 μ Länge. Sie zeigen kräftige Eigenbewegung. Das Kopfstück (Abb. 8) ist ziemlich lang, aber schmal. Es trägt an seinem vorderen Ende ein Perforatorium, d. i. eine feine Spitze zum Durchbohren der Eihüllen. Durch gewisse Färbungsmethoden läßt sich die undulierende Membran nachweisen. Über das Vorhandensein eines Zwischenstücks gehen die Meinungen noch auseinander.

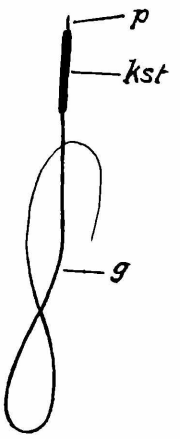


Abb. 8. Samenfaden. — *p* = Perforatorium. *kst* = Kopfstück. *g* = Geißel

Die weiblichen Geschlechtsorgane verlangen zu ihrem Verständnis erst einige allgemeine Bemerkungen. Wie schon oben gesagt wurde, sind im Bienenvolk dauernd zweierlei Weibchen, die Königin und die Arbeitsbienen. Die Differenzierung der Weibchen in diese beiden Kasten ist eine entwicklungsgeschichtliche Folge der Staatenbildung. Je volkreicher ein Insektenstaat ist, desto kraftvoller steht er im Kampf ums Dasein da. Die Zahl der Staatenmitglieder ist aber von der Leistungsfähigkeit der Weibchen in der Eiproduktion und Brutpflege abhängig. Durch die Differenzierung trat eine Arbeitsteilung ein, indem die Königin nur noch das Geschäft der Eierzeugung unter Ablegung der Bau-, Sammel- und Brutpflegeinstinkte behielt, während die übrigen Weibchen den Nestbau, den Nahrungserwerb und

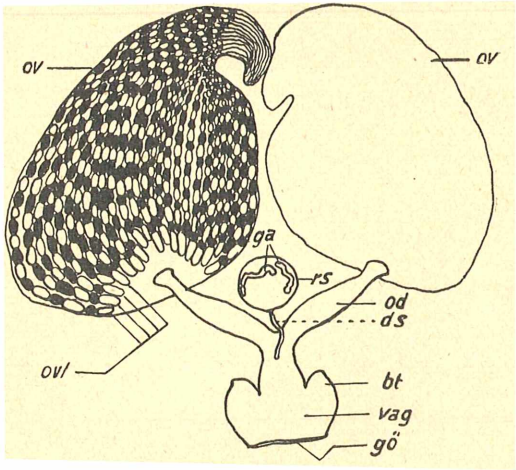


Abb. 9. Übersicht der weiblichen Geschlechtsorgane der Biene (Schemat.). — *ov* = Eierstock (Ovarium). *od* = Eileiter (Oviduct). *rs* = Samenblase (Receptaculum seminis) mit den beiden Drüsen *ga* = Glandulae appendiculares und dem *ds* = Ductus seminalis (Samenblasengang). Letzterer ist in Wirklichkeit viel kürzer, so daß die Samenblase über die Vereinigungsstelle der Eileiter zu liegen kommt. *ovl* = Eischläuche (Ovariolen). *bt* = Erweiterungen der Scheide (Vagina, vag.). *gö* = Geschlechtsöffnung. Etwa 7mal vergr.

die Brutpflege übernahmen. Die Differenzierung des Geschlechtstriebs zeigt sich auch an den Organen. Ist der Unterschied schon an Sinnesorganen, Drüsen und Sammelapparaten nachweisbar, so wird er natürlich an den Geschlechtsorganen besonders auffällig. Bei der Königin sind diese vollkommen entwickelt. Sie vermag in der Zeit der stärksten Vermehrung täglich 12—1500 Eier, im Laufe eines Jahres um 150 000 Eier zu erzeugen. Bei der Arbeiterin sind die Geschlechtsorgane stark verkümmert, vermögen aber trotzdem in Ausnahmefällen, wenn z. B. wegen Brutmangel die verlorengegangene Königin nicht ersetzt werden kann, in Funktion zu treten, was allerdings für die Erhaltung des Volkes belanglos ist, da sämtliche derartige Eier unbefruchtet sind und als solche nur Männchen ergeben.



Abb. 12. Eierstöcke einer legenden Königin. Der Längsschnitt hat die Ovariolen und die Eileiter gut getroffen. 7f. vergr. Geiger phot.

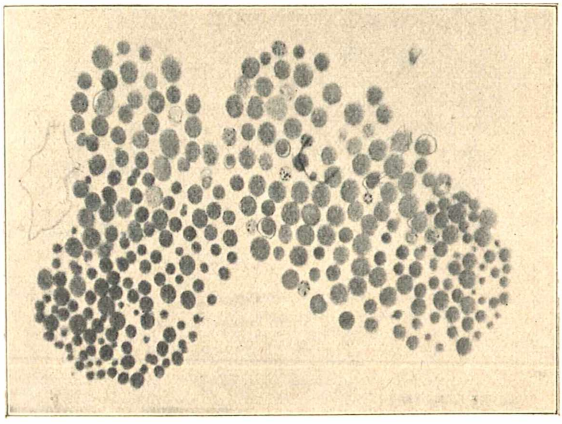


Abb. 10. Eierstöcke einer legenden Königin. Querschnitt durch die zahlreichen Ovariolen. 13f. vergr. Geiger phot.

Betrachten wir zunächst die Geschlechtsorgane der Königin. (Abb. 9.) Besonders auffällig sind die beiden großen Eierstöcke (Ovarien) und die Samenblase (Receptaculum seminis). Ein Eierstock hat die Form einer Birne, deren Spitze hakenförmig abgebogen ist.

Präparat 6: Eierstöcke, Querschnitt. Im Querschnitt (Abb. 10) zeigt der sich als ein aus zartwandigen Eischläuchen (Ovariolen) (Abb. 11 u. 12).

Präparat 7: Eierstöcke, längs. Die Eischläuche sind die eigentlichen Keimstätten der weiblichen Geschlechtszellen. Die Zellteilungen der Keimzellen finden in dem vorderen Teil der Ovariolen statt. (Abb. 13.) Daran anschließend tritt eine Differenzierung der gebildeten Zellen ein, indem einzelne Zellen, namentlich an der Ovariolenwand, sich nicht weiter entwickeln (Abb. 14). Bald findet man im Eischlauch dreierlei Zellen: Große Eizellen, runde Nährzellen und kleine Hüllzellen. Die bis jetzt noch regellos beisammenliegenden Eizellen ordnen sich nun so, daß sie mit Abständen in eine Reihe hintereinander treten. In die Zwischenräume rücken alsbald je 48 Nährzellen, die mit der vorausgehenden Eizelle durch Hüllzellen zu einem sogen. Eiherd verbunden werden. Es folgen von jetzt ab streng regelmäßig Eiherd auf Eiherd, wie die Perlen bei einer Perlkette. Die Nährzellen schwellen mächtig

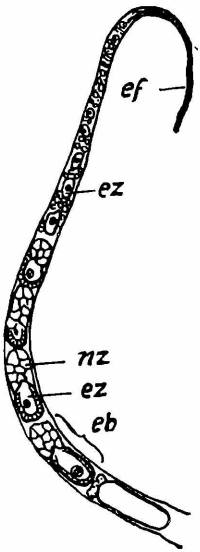


Abb. 11. Eischlauch (Ovariole) schematisch. — *ef* = Endfaden. *ez* = Eizelle. *nz* = Nährzelle. *eb* = Eiherd.

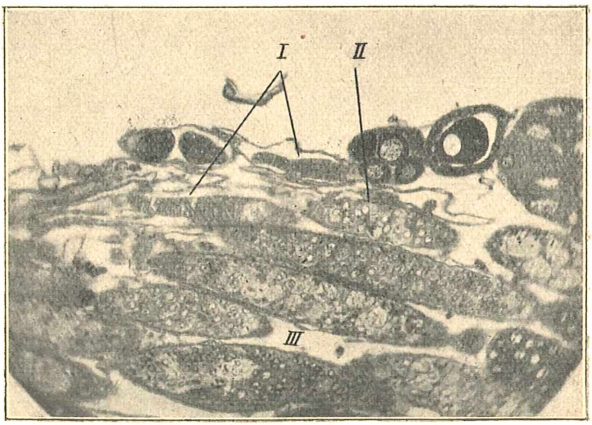


Abb. 13. Eierstock. Längsschnitt durch die Ovariolen. Eibildung I. — *I* = Keimzellen, *II* = Stufe der zweierlei Zellen, größere Eizellen und kleine Hüllzellen, *III* = Stadium der dreierlei Zellen: große Eizellen, mittlere Nährzellen und kleine Hüllzellen. 128f. vergr. Geiger phot.

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

an. Müssen sie doch die Eizelle ernähren. Die Eizelle schiebt einen Fortsatz zwischen die Nährzellen und entnimmt ihnen die nötigen Dotterstoffe. (Abb. 15.) Wenn das

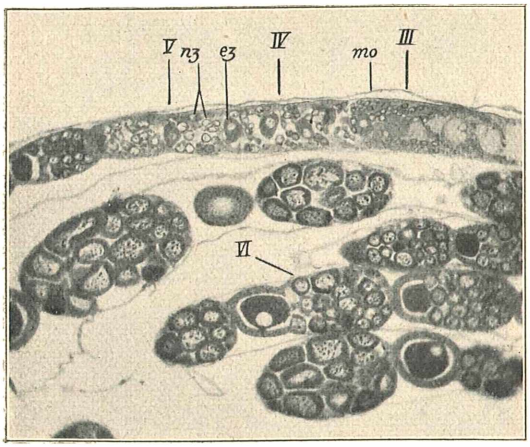


Abb. 14. Eierstock. Längsschnitt durch die Ovariolen. Eibildung II. — *III* = Dreizellenstadium (vgl. Abb. 13). *IV* = Die Eizellen (*ez*) ordnen sich mit Abständen, dazwischen treten die Nährzellen (*nz*). *V* = Die Hüllzellen verbinden Eizelle und Nährzellen zu *VI* = Eiherd. *mo* = Wandung der Ovariole. 128½f. vergr. Geiger phot.

Ei die volle Größe erreicht hat, werden die Nährzellen aufgezehrt. Die Eihaut wird dünner und chitinartig. Unterdessen ist das Ei in der Ausmündung der Ovariole angekommen. Die Ovariolen münden gruppenweise durch 8 Sammelkanäle in das Ovarialbecken, von wo sie in den Eileiter (Ovidukt) eintreten.

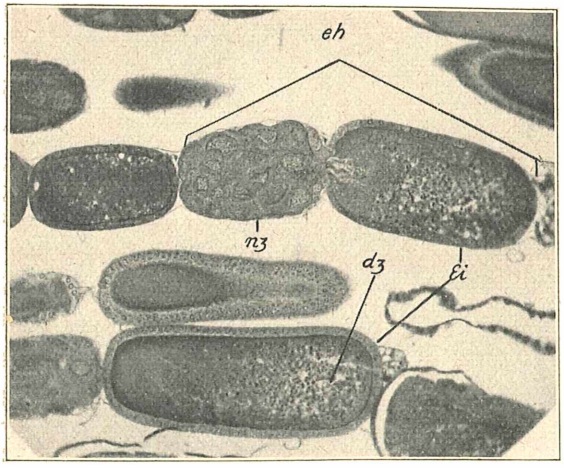


Abb. 15. Eierstock. Längsschnitt durch die Ovariolen. Eibildung III. — Letztes Stadium der Eibildung. *eh* = Eiherd: das Ei bezieht aus dem Nährzellenpaket (*nz*) Aufbaustoffe, *dz* = Dotterzellen. 30f. vergr. Geiger phot.

Präparat 8: Unbefruchtete Königin. Bei der unbegatteten Königin (bei Imkern ist auch der nicht ganz richtige Ausdruck „unbefruchtet" gebräuchlich) ist die Eierzeugung zunächst gehemmt. Die in den Ovariolen befindlichen Eier sind in den Anfangsstadien der Entwicklung. Deshalb sind die Eischläuche sowohl der Länge als auch der Dicke nach wenig ausgedehnt, wodurch die Eierstöcke sehr klein erscheinen. (Abb. 16.) Erst wenn sie in Funktion treten,

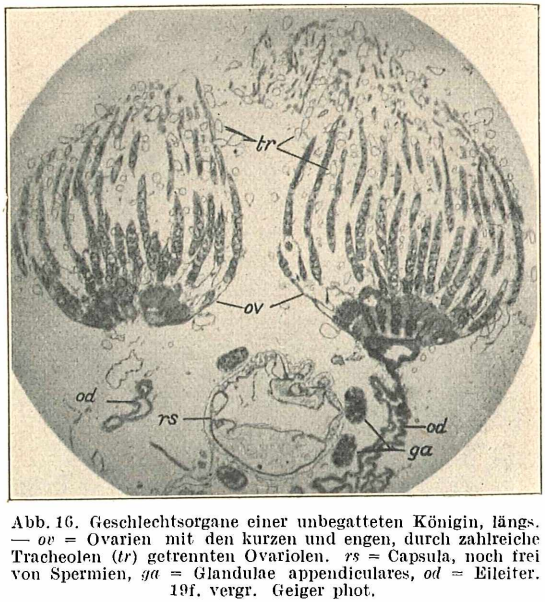


Abb. 16. Geschlechtsorgane einer unbegatteten Königin, längs. — *ov* = Ovarien mit den kurzen und engen, durch zahlreiche Tracheolen (*tr*) getrennten Ovariolen. *rs* = Capsula, noch frei von Spermien, *ga* = Glandulae appendiculares, *od* = Eileiter. 19f. vergr. Geiger phot.

erlangen sie ihre richtige Größe. Bei der Drohne sahen wir oben, daß deren Geschlechtsdrüsen nach der letzten Verwandlung (zur Imago) dauernd an Größe abnehmen und beim geschlechtstüchtigen Tier völlig verödet sind. Bei der Königin liegen die Verhältnisse umgekehrt. Die beim Schlüpfen noch kleinen Eierstöcke erreichen erst durch die Legetätigkeit ihre volle Größe. Bei alten Königinnen sind die Ovarien nicht selten von der Größe eines mittleren Haselnußkerns! (Abb. 17.)

Präparat 9: Samenblase. Auf dem Weg durch den Eileiter (vergl. Abb. 9) kommt das Ei an der Einmündungsstelle des Ductus seminalis vorbei. Aus dem Samenbehälter (Capsula seminis) treten durch denselben zu jenen Eiern, aus denen sich weibliche Tiere entwickeln sollen, mehrere, meist 3—10 Samenfäden, wodurch die eigentliche Befruchtung stattfindet. Das Wesen dieser auffallenden Besamungswillkür der Königin ist noch nicht erforscht. Die kugelförmige Capsula liegt über der Vagina, mit der sie durch den Ductus seminalis verbunden ist. An ihre Oberfläche sind zwei kleine Drüsen (Glandulae appendiculares) angeheftet, die vermutlich bewirken, daß die Spermien sogar jahrelang in der Capsula verbleiben können ohne Schaden zu nehmen. In gleichem Sinn kann man wohl auch das auffallend dichte Tracheennetz deuten, das dieses Organ umspinnt. (Abb. 18.)

Präparat 10: Arbeiterin, Ovar, quer. Die Geschlechtsorgane der Arbeiterin sind in ihrer Anlage denen der Königin völlig gleich. Die Differenzierung

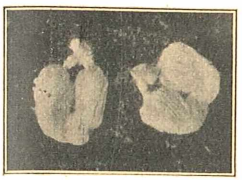


Abb. 17. Eierstöcke von zwei alten Königinnen in natürlicher Größe. — Die Ovariolen sind als zarte Längsstreifung sichtbar. Eileiter mit darauf bzw. dazwischenliegendem Receptaculum

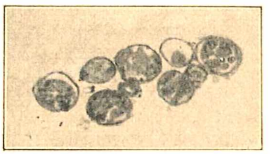


Abb. 19. Eierstock der Arbeiterin, quer. — Das Ovar besteht aus 9 Ovariolen, die wie bei der unbegatteten Königin eng sind. 132f. vergr. Geiger phot.

wird anscheinend nur durch eine Änderung des Brutfutters in den ersten Larventagen bewirkt. Der Imker macht sich dies zu Nutzen, indem er den Futterwechsel verhindert und dadurch aus Arbeiterinnenlarven vollwertige Königinnen erhält. (Künstliche Königinnenzucht.) Die Größe der Eierstöcke ist stark schwankend, bleibt aber immer sehr klein, wenn an der Königin gemessen. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß ein Arbeiterinneneierstock meist aus weniger als 10 Ovariolen besteht. (Abb. 19.) Oft ist auch ihre Zahl in den Eierstöcken einer Biene verschieden. Die Arbeitsbienen zeigen unter gewissen Umständen die Neigung, sich an dem Eilegegeschäft zu beteiligen. In weisellosen (Weisel = Königin) Völkern ist dies die Regel, wenn die Königinerneuerung unterbleibt. Aber auch in weiselrichtigen Völkern findet man immer Arbeiterinnen, deren Eierstöcke obige Neigung verraten.

Präparat 11: Arbeiterin, Eierstöcke, total. Wenn man bedenkt, daß die Geschlechtsorgane hinsichtlich ihrer Anlage denen der Königin entsprechen, dann kann es auch nicht verwundern, daß diese hinsichtlich ihres Baues denen der Königin ähneln, allerdings mit der Einschränkung, daß alle Teile stark verkümmert sind. (Abb. 20.)

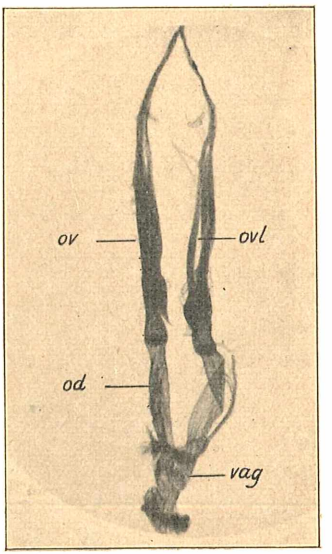


Abb. 20. Arbeiterin, Eierstöcke total. — *ov* = Ovar, *ovl* = Ovariole, *od* = Eileiter, *vag* = Vagina. 22f. vergr. Geiger phot.

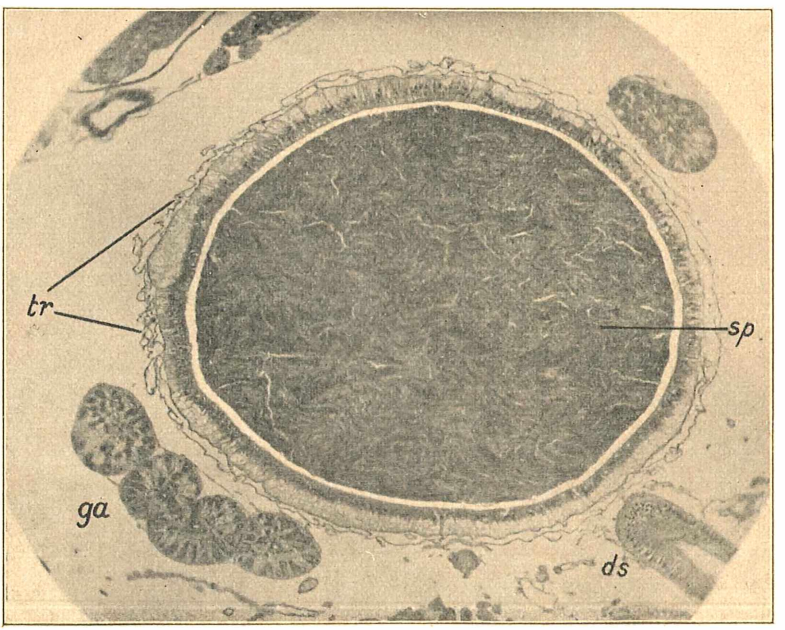


Abb. 18. Schnitt durch die Samenblase einer begatteten Königin. — *sp* = Spermien, *tr* = Tracheennetz, *ds* Ductus seminalis, *ga* = Glandulae appendiculares. 74f. vergr. Geiger phot.

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 Apparatetechnik 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 neue Kosmos-Mikrotom

Das neue Kosmos-Mikrotom (Abb. 1) weist gegenüber dem früheren einige beachtenswerte Veränderungen und Verbesserungen auf, auf die wir unsere Leser doch hinweisen wollen. Natürlich ist auch das neue Kosmos-Mikrotom wiederum ein Präzisions-Instrument und genau nach den gleichen Grundsätzen gebaut wie die großen Minot-Mikrotome oder Bandschnitt-Mikrotome. Den letzten Namen führen dieser Art gebaute Modelle deswegen, weil

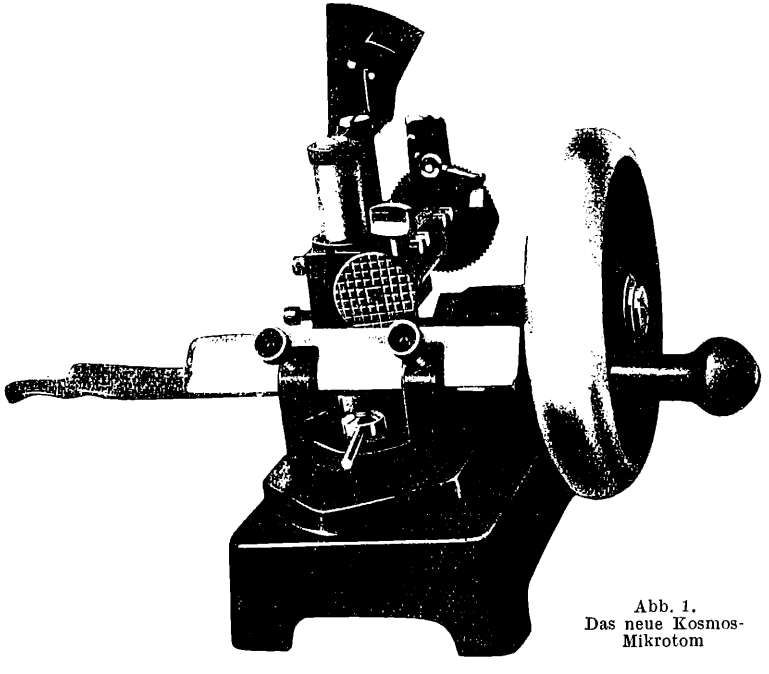


Abb. 1.
Das neue Kosmos-Mikrotom

das zu schneidende Präparat gegen ein fest stehendes Messer auf- und abbewegt wird. Der erste Schnitt bleibt auf dem Messer liegen, und zwar so, daß dessen obere Kante mit der Messerschneide zusammenfällt, der zweite Schnitt trifft dann mit seiner unteren Kante die obere des ersten, heftet sich an diesen und schiebt ihn an die Breite oder Länge des Blockes (je nachdem dieser zum Schneiden eingestellt ist) auf der Messerfläche fort. Dieser Vorgang wiederholt sich bei jedem folgenden Schnitt. Dadurch entsteht ein fortlaufendes Band von Schnitten, das man entweder auf einer besonderen Bandführung (Abb. 2)[1]) auffängt, oder mit einem Pinsel vorsichtig abhebt und je nach der gewünschten Länge auf den Objektträger überträgt oder zur Weiterbearbeitung auf ein Stück Filtrierpapier unter einer Glasglocke vor Staub geschützt aufbewahrt.

Wegen seiner verhältnismäßig einfachen Handhabung eignet sich das neue Kosmos-Mikrotom für Schulen und mikroskopierende Naturfreunde. Es sei jedoch von vornherein darauf hingewiesen, daß es nur zum Schneiden von Präparaten bestimmt ist, die in Paraffin oder Zelloidin oder in Zelloidin-Paraffin eingebettet oder gefroren sind. Zum Schneiden von besonders hartem Material (wie trockenes Holz usw.) benützt man entweder ein Rasiermesser mit freier Hand oder, wenn dieses nicht ausreichen sollte, ein Schlitten-Mikrotom.

Trotz des verhältnismäßig geringen Preises gegenüber den großen Bandschnitt-Mikrotomen bietet das neue Kosmos-Mikrotom die Möglichkeit, auch bei kleinster Schnittdicke, die automatisch von 40 bis 5 μ hinabgeht, noch sehr schnell Bänder, ebenso aber auch, falls es das Objekt verlangt,

[1]) Sie wird derart an einer Säule des Messerbockes befestigt, daß die hintere Rolle der Bandführung, über die das endlose Band läuft, tief vor das Messer zu stehen kommt. Die vom Messer kommenden Schnitte werden auf das Band gebracht und durch Drehen der Rolle fortgeleitet. Die Bandführung ist von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich.

© Elsevier Science Ltd. http://www.elsevier.de/

sehr langsam und behutsam Einzelschnitte zu schneiden.

Auf einer soliden Grundplatte, die infolge ihres massiven Baues keiner besonderen Befestigung auf dem Tische bedarf, wie dies bei dem alten Modell der Fall war, stehen zwei Stahlzylinder, die den Vertikalschlitten aufnehmen. Der stärkere Zylinder ist sein eigentlicher Träger, auf dem sich die auf- und abgleitende Bewegung mittels Schwungrad vollzieht, während der dünnere Zylinder eine Drehung des Vertikalschlittens um seine eigene Achse verhindert. In dem gleitenden Vertikalschlitten ist als dritter Zylinder horizontal der Objektschlitten gelagert, der das Präparat trägt und es gegen das feststehende Messer vorschiebt. Die Ausbalanzierung des Vertikalschlittens zur Erzielung eines regelmäßigen und spielend leichten Ganges ist hier durch eine besondere Konstruktion des Lagers für das Antriebsrad erreicht. Die Drehung des Antriebsrades überträgt sich durch die kurze Radwelle auf den Hubexzenter, der mittels eines Schiebers in eine geschliffene Querführung des Vertikalschlittens eingreift und diesen hebt und senkt. Der oberhalb der Exzenterbewegung horizontal angeordnete Objektschlitten wird durch eine Mikrometerschraube von 0,5 mm Ganghöhe bewegt. Diese Mikrometerschraube ist an ihrem Kopfende mit einem Zahnrad verbunden. Beim Vorschub des Präparates, der stets bei über der Messerschneide stehendem Präparat erfolgt, greift eine Sperrklinke in dieses Zahnrad und dreht es bei jedem Niedergang des Vertikalschlittens je nach der Einstellung der Schnittdicke um 1—8 Zähne. Jeder Zahn entspricht einer Verschiebung um

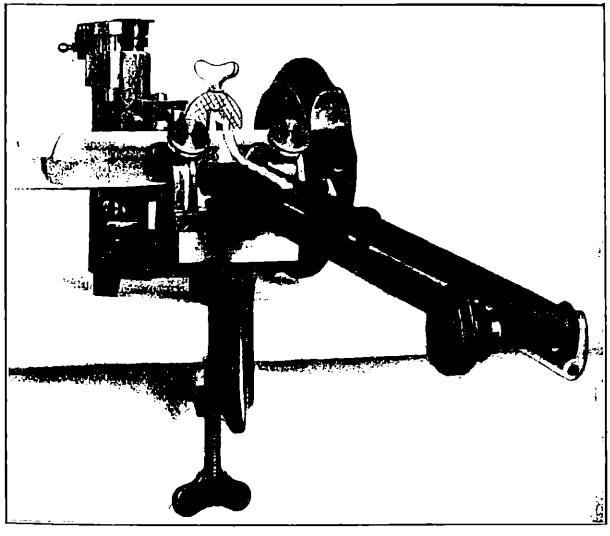


Abb. 2. Die Bandführung, am alten Kosmos-Mikrotom befestigt

5 μ. Demzufolge wird der Objektschlitten mit dem Präparat automatisch um 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 und 40 μ gegen das Messer vorgeschoben. Die Einstellung der Schnittdicke erfolgt durch eine exzentrisch hinter dem Zahnrad auf einem besonderen Halter angebrachte Sperr- und Anschlagvorrichtung. Letztere besteht aus einer halbrunden, mit Einkerbungen versehenen

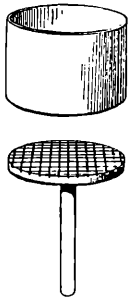


Abb. 3. Kittplatte mit Einbettungsrähmchen

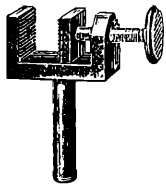


Abb. 4. Objektklammer für Holzklötze

Skala, die oben an der Zylinderbrücke befestigt ist. Je nach der Einstellung der Schnittdicke auf eine dieser Einkerbungen von 5—40 μ mittels Klemmschraube, wird bei der Hochbewegung des Vertikalschlittens die Nase des Sperrhebels auf dem Halter hinter dem Zahnrad an dem Rande der Anschlagvorrichtung entlang geführt und je nach der eingestellten Schnittdicke durch eine seitlich angebrachte Feder wieder nach unten gezogen, wobei die Sperrklinke um so viel Zähne vorrückt, als die Einstellung beträgt. Wird also z. B. die Strichmarke auf den Teilstrich 40 der Anschlagvorrichtung eingestellt, so dreht die Sperrklinke das Zahnrad bei jedem Niedergehen des Vertikalschlittens um acht Zähne weiter, bis die Sperrklinke die Hemmung berührt und dadurch aus dem Zahnrad wieder ausschnappt. Infolge dieser Drehung des Zahnrades schiebt sich das Präparat um 8mal 5 μ $= \frac{4}{100}$ mm vor. Im Sperrklinkenhalter ist eine Feder geschützt untergebracht, die das Einschnappen der Klinke bewirkt. Eine Ausschaltvorrichtung für die Klinke befindet sich gleichfalls auf dem Halter hinter dem Zahnrad; sie wird angewendet, wenn man die Mikrometerschraube und mithin den Objektschlitten wieder zurückführen will. Die Mikrometerschraube darf sich nämlich nur innerhalb der beiden Strichmarken bewegen, die auf der Oberfläche des Objektschlittens eingekerbt sind. Soll also die Mikrometerschraube mit der am Zahnrad angebrachten Kurbel zurückgeschraubt werden, so muß zunächst das Schwungrad so weit gedreht werden, bis der Vertikalschlitten seinen tiefsten Stand erreicht hat. Alsdann schiebt man den kleinen, mit Kugelgriff versehenen Stellhebel in die Höhe bis zur Nase des Sperrhebels und löst damit die Sperrklinke aus dem Zahnrad, wodurch dieses frei wird. Jetzt läßt sich die Mikrometerschraube durch die Kurbel bequem so weit zurückschrauben, bis die hintere Strichmarke auf dem Objektschlitten wieder in

© Elsevier http://www.elsevier.de/

gleicher Höhe mit der (in Messing eingekerbten) des Vertikalschlittens ist. Dann wird der Stellhebel wieder nach abwärts geschoben und das Schneiden kann von neuem beginnen.

Der Messerhalter oder Messerbock wird von zwei massiven Säulen gebildet. Er ist in einer Rinne gegen das Präparat verstellbar, wodurch er der Länge des Paraffinblockes angepaßt werden kann. Die Feststellung auf der Grundplatte vermittelt eine starke Stellschraube. Das Einspannen und die Neigung des Messers geschieht durch größere und kleinere Stellschrauben an jeder Säule. Dadurch kann die Messerschneide auf das genaueste der Beschaffenheit des Objektes angepaßt werden. Härtere Objekte erfordern eine schwächere, weichere eine steilere Neigung des Messers zur Schnittebene. Durch den geringen Abstand der beiden Säulen des Messerblockes voneinander steht das Messer auf einer so kurzen Strecke frei, als es gerade für den Durchgang des Objektes erforderlich ist. Ein Vibrieren der Klinge und ein dadurch verursachtes ungleiches Schneiden ist vollständig ausgeschlossen. Diese Anordnung hat zudem den Vorzug, daß sie noch verhältnismäßig kurze Messer in ihrer ganzen Länge auszunützen gestattet.

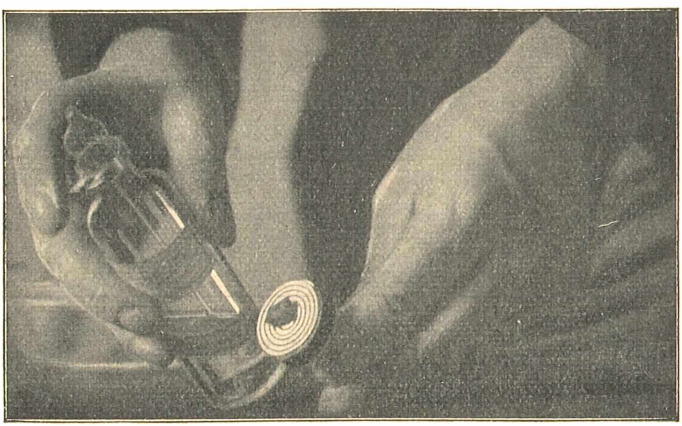


Abb. 5. Der Gefriertisch für Chloräthyl mit gefrorenem Präparat, fertig zum Schneiden

Die richtige Orientierung des Objektes findet beim Einbetten und Aufkitten statt. Der Hubhöhe des Vertikalschlittens entsprechend können Objektblöcke von 30 mm Durchmesser und bis zu 35 mm maximaler Blockhöhe geschnitten werden. Infolge der gleichmäßig zwangsläufigen Bewegung des Vertikalschlittens und der Regulierbarkeit der Messerneigung sind solche großen Schnitte auch von den schwierigsten Objekten in tadellos gleichmäßigen Bändern ohne Mühe (zweckmäßige Einbettung natürlich vorausgesetzt) zu erhalten. Eine Kittplatte von 30 mm Tischdurchmesser (s. Abb. 1) wird jedem Instrument beigegeben, dazu können auch angepaßte Einbettungsrähmchen (Abb. 3) bezogen werden, die ein direktes Einbetten des Objektes auf der Kittplatte ermöglichen, wie es in der früheren Mikrokosmos-Buchbeilage „Das Mikrotom und die Mikrotomtechnik" von Dr. Stehli eingehend beschrieben ist. Die Kittplatte läßt sich natürlich auch durch eine passende Objektklammer (Abb. 4) ersetzen, in die sich die auf Holzklötzchen usw. gekitteten Paraffinblöcke festschrauben lassen. Der Präparattisch wird in die Führung gesteckt und mit der großen Flügelschraube festgeklemmt.

Ein ganz besonderer Vorzug des Kosmos-Mikrotoms ist seine Gefriervorrichtung (Gefrierkammer mit Aethylchlorid [Chloräthyl]), die wohl jetzt die gebräuchlichste und billigste Gefriermethode ist. Diese Gefrierkammer ist nach den gleichen Grundsätzen gebaut wie sie für die größeren Minot-Modelle geliefert wird, nur ist sie in allen Dimensionen kleiner gehalten und daher auch billiger. Sie ist 1 cm hoch, während die Gefrierplatte, auf der man das Objekt angefrieren läßt, einen Durchmesser von 2,7 cm hat. — Die Einspritzlöcher für das Aethylchlorid (Chloräthyl) sind in der Bodenplatte angebracht. Die Gefrierkammer braucht während des Gefrierprozesses nicht mit dem Mikrotom verbunden zu sein, sondern kann bequem in der Hand gehalten werden. Will man also ein Objekt aufgefrieren lassen, so nimmt man die Gefrierkammer, ehe sie in den Objekthalter eingesteckt wird, in die linke Hand, hält die Gefrierplatte nach unten und beschickt sie mit einer Dosis Chloräthyl, das mit dem Momentverschluß der Chloräthylflasche durch die Öffnungen in das Kammerinnere geleitet wird. Hat sich das innen dicht unter der Gefrierplatte befindliche Gewebe ganz mit Chloräthyl vollgesaugt und überzieht sich dadurch die Außenseite der Platte mit Reif, so dreht man die Kammer herum und gibt sofort das in Formol fixierte und gut ausgewaschene Objekt darauf. (Natürlich können die Objekte auch direkt frisch verarbeitet werden, doch sind die in Formol fixierten Objekte stets vorzuziehen.) Das Objekt, das dann meist ohne weiteres festfriert, bespritzt man nochmals unter Drehen der Kammer von oben und von der Seite her mit etwas Chloräthyl, damit es schneller durchfriert (Abb. 5). Jetzt wird die Kammer in den Objekthalter des Mikrotoms gebracht und in die richtige Lage zum Messer eingestellt. Das Schneiden selbst und die weitere Behandlung der Gefrierschnitte ist in der eingangs erwähnten Mikrokosmos-Buchbeilage ausführlich beschrieben.

Das Kosmos-Mikrotom wird in einem sauberen und zweckmäßig eingerichteten Holzkasten von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos geliefert.

Dr. Stehli

Einige technische Bemerkungen zur Anfertigung mikroskopischer Dauerpräparate von Paraffinschnitten

Von **O. Hamann,** Magdeburg

Nicht jedem Freund mikroskopischer Studien ist es vergönnt, sich die zur Erforschung histologischer Feinheiten des Pflanzen- und Tierkörpers erforderlichen Mikrotomschnitte selbst herzustellen, weil er oft nicht imstande ist, sich das dazu notwendige Instrumentarium anzuschaffen. Mit Dankbarkeit wird daher das Entgegenkommen der Schriftleitung des Mikrokosmos begrüßt, die für einen verhältnismäßig billigen Preis halbfertige Schnittserien an ihre Mitglieder abgibt. Doch wie häufig kommt es vor, daß trotz aller Sorgfalt bei der noch notwendigen Weiterbehandlung dieser oder jener wertvolle Schnitt abschwimmt und damit unbrauchbar wird. Die Schuld liegt nun in der Regel nicht an der Vorbehandlung der Präparate, sondern oft verursachen allzu starke Diffusionserscheinungen beim Übergang von einer Flüssigkeit zur andern ein Loslösen der Objekte.

Im folgenden will ich daher einige Ratschläge erteilen, wie diesem Übel abzuhelfen ist, ohne daß sich irgendwelche Nachteile damit verbinden.

Die aufgeklebten Paraffinschnitte werden zuerst von dem Paraffin befreit, indem man sie etwa 5 Minuten in Xylol einstellt. Sie werden nun für ebenso lange Zeit in absoluten Alkohol überführt, wo der anfangs durchsichtige Schnitt eine weiße Farbe annimmt. Jetzt erfolgt ein Übergießen mit einer 0,5%-Lösung von Celloidin in Äther-Alkohol zu gleichen Teilen (Vorsicht!). Man läßt ablaufen und bringt die Präparate, ehe die Flüssigkeit verdunstet ist, in 70% Alkohol, wo die zarte, die Schnitte überziehende Celloidinhaut gehärtet wird. Die Präparate werden nun, wie üblich, gefärbt und weiterbehandelt, indem man sie zunächst in Wasser bringt. Will man reine Kernfärbung erzielen, so empfiehlt sich die Anwendung des Ehrlichschen Hämatoxylins. Diese Farblösung liefert sehr schöne Bilder und ist jahrelang haltbar. Ihre Anfertigung geschieht nach Romeis, Taschenbuch d. mikrosk. Technik, Berlin 1924, in der Weise, daß man eine Lösung von 2 g Hämatoxylin in 100 ccm absoluten oder 96% Alkohol mit 100 ccm dest. Wasser, 100 ccm Glyzerin und 2 g Kalialaun versetzt. Zum Schluß fügt man noch 10 ccm Eisessig hinzu. — Die Schnitte werden nun 5—10 Minuten lang mit der Farblösung überschichtet und nehmen darin einen rotvioletten Ton an. Selbstverständlich lassen sich auch Hämatoxyline anderer Autoren mit gutem Erfolge verwenden. Ich differenziere nun die Präparate in 0,1% salzsaurem Alkohol, in dem sie schnell eine rosa Färbung annehmen. Nachdem der richtige Färbungsgrad erreicht ist (Kontrolle unter dem Mikroskop), muß sorgfältig mit Brunnenwasser ausgewaschen werden, dem eine Spur Ammoniak zugesetzt ist. Der rote Ton schlägt nun in ein prächtiges Blau um. Als Gegenfärbung benutzt man meist Eosin. Zu empfehlen ist eine 1%ige Stammlösung von Eosin w. g. (wasserlöslich gelblich) in dest. Wasser, die zum Gebrauch mit der 3—20fachen Menge Wasser verdünnt wird. Die Färbung dauert je nach Konzentration 1—5 Minuten. Auswaschen in Wasser, dann steigende Alkoholreihe. Zu beachten ist, daß schwächere Alkohole den Farbstoff stark ausziehen, während hochprozentige in dieser Beziehung weniger wirksam sind. Mit der Überführung der Schnitte aus wässerigen Lösungen in hochprozentige Alkohole braucht man nicht allzu ängstlich zu sein, da ein Loslösen infolge der schützenden Celloidinhaut fast nicht erfolgen kann. In vielen Fällen wird sich nun eine unangenehme Erscheinung insofern bemerkbar machen, als die Celloidinschicht mehr oder weniger stark angefärbt ist. Ich bringe deshalb die Präparate nunmehr in Methylbenzoat (Kahlbaum oder Merk). [1]) In diesem Medium werden die Schnitte schön durchsichtig und das etwa angefärbte Celloidin wird gelöst. Methylbenzoat hat noch den weiteren Vorzug, daß es wasserentziehend wirkt. Man benötigt daher abs. Alkohol nicht und kann die Präparate gleich aus 96—90% Alkohol in die Flüssigkeit bringen. Nach etwa 5 Minuten werden sie in Xylol überführt und in Balsam eingebettet.

Daß die Celloidinschutzschicht keineswegs hinderlich für den Durchtritt der Farbstoffe ist, habe ich durch einwandfreie Färbung nach speziellen Methoden, wie Pasini, Dominici, Azan usw. erkannt.

Ein Abschwimmen der Schnitte erfolgte selbst nicht bei versuchsweiser Anwendung stärkerer alkalischer Lösungen, sowie plötzlichem Übergang von Wasser in 96% Alkohol.

Schematisch dargestellt ist für die Hämatoxylin-Eosinfärbung nachstehender Gang zu befolgen:

1. Lösen des Paraffins in Xylol, 2—5 Minuten
2. Alkohol abs., 3—5 Minuten
3. Übergießen mit Äther-Alkohol-Celloidin
4. Härten in 70% Alkohol, 5 Minuten
5. Wasser
6. Kernfärbung mit Hämatoxylin, 5—10 Min.
7. Differenzieren in salzsaur. Alk. (0,1: 96%)
8. Bläuen in Ammoniakwasser
9. Gegenfärbung mit Eosin, 1—5 Minuten
10. Alkohol 70%
11. Alkohol 96%
12. Methylbenzoat
13. Xylol
14. Balsam

Einige weitere Erfahrungen, die ich bei der Anfertigung von Dauerpräparaten im Laufe

[1]) Zu beziehen durch die Geschäftsstelle.

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

der Zeit gesammelt habe und für wertvoll erachte, seien noch mitgeteilt.

Objektträger wie auch Deckgläser sollen nur in tadellos sauberem, fettfreien Zustande Verwendung finden. Die Gläser werden von dem anhaftenden Hüttenrauch befreit, indem man sie für 1—3 Tage in eine Lösung von 50 g Kaliumbichromat in 500 ccm Wasser bringt (anwärmen). Nach Abkühlung setzt man (tropfenweise!) 50 g konzentrierte Schwefelsäure zu. Abspülen mit Wasser. Eintauchen in verdünnte Kali- oder Natronlauge. Dann über Nacht in Wasser gut spülen. Traggläser bewahre ich in Alkohol auf, Deckgläser in einer Mischung von Alkohol—Äther zu gleichen Teilen. Vor Gebrauch werden die Gläser mit einem sauberen Leinentuche trocken gerieben. Berühren mit der Fingerbeere sorgfältig vermeiden!

Um beim Auflegen des Deckglases ein Einfangen von Luftblasen zu vermeiden, ziehe ich dasselbe kurz vor dem Aufdecken einige Male schnell durch eine kleine nichtrußende Flamme (Spiritus, Gas). Setze ich nun das Deckglas mit einer Kante auf und lasse es langsam auf den Balsam fallen, so sorgt die Wärme des Gläschens für ein blasenfreies und schnelles Ausbreiten des Balsams. —

Viele Färbungen, namentlich solche, bei denen Teerfarbstoffe Verwendung finden, blassen mit der Zeit leicht aus, wenn sie in saurem Balsam eingebettet werden. Um eine allmähliche Ansäuerung der höheren Alkohole, sowie des Xylols zu vermeiden, falte ich ein Stückchen Filtrierpapier nach Art der Pulverbriefchen der Apotheker und fülle etwas Natriumbicarbonat hinein. Es findet seinen Platz auf dem Boden der Färbezylinder und stört hier in keiner Weise. Etwa vorhandene Säure in den Flüssigkeiten wird dadurch stets abgestumpft. Zum Einbetten verwende man nur neutralen Balsam, wie er durch die Geschäftsstelle des Mikrokosmos zu beziehen ist.

Kleine Mitteilungen

Um die Auflösungsfähigkeit stärkster Objektive (Oelimmersionen) zu steigern, gibt es zwei Möglichkeiten. Der eine Weg ist der, ein Objektiv von größerer Apertur zu verwenden, und der zweite, Licht von kürzerer Wellenlänge zu nehmen. Zu der ersten Möglichkeit ist zu bemerken, daß nur dann die Vergrößerung der Apertur einen Wert hat, wenn das Einschlußmittel, in dem das Präparat liegt, sowie alle zwischen der Objektivfrontlinse und der Kondensorfrontlinse liegenden Medien einen Brechungsindex haben, der wesentlich höher als 1,0 ist, weil sonst die aus dem Kondensor oder aus dem Präparat austretenden Strahlenbüschel nicht mehr in das Objektiv eintreten können. Die Sichtbarkeit bezw. Helligkeit des Präparates hängt wiederum von dem Brechungsindex ab, den Präparat und Einschlußmittel haben. Nähere Angaben darüber sind in dem Mikroskop-Ratgeber von Mayer Meggenhofen (Franckh'sche Verlagshandlung) auf S. 21 nachzulesen. Ferner muß der Abstand des Kondensors von der Frontlinse des Objektivs berücksichtigt werden. Er darf eine ganz bestimmte Größe nicht überschreiten, weil sonst die Ausbreitung des Strahlenkegels größer wird als der Durchmesser der Frontlinse und demzufolge alle die Strahlen, die außerhalb dem Rand der Frontlinse fallen, nicht vom Objektiv aufgenommen werden können. Gerade aber die ganz schief auffallenden Strahlen sind für die Auflösung die wertvollsten. Im allgemeinen fertigen die Mikroskop-Fabriken ihre Objektive nicht ausschließlich für die Randstrahlen an, sondern suchen eine Vereinigung der verschiedenen Farben des Lichts möglichst der Mitte der Objektivlinse zu nähern, weil dann die Vereinigung der von den einzelnen Wellenlängen erzeugten Bilder leichter erfolgen kann. Ein Objektiv soll ja bei einer gewissen Einstellung möglichst viele Größen der Strukturteilchen zur Anschauung bringen, und nicht nur die dem Objektiv bezw. seiner n. A. (= num. Apertur) zukommenden ganz kleinen Teilchen zeigen (s. Mikroskop-Ratgeber S. 12 u. ff.).

Wegen der Verkürzung der Wellenlängen, die durch Verwendung anderer Bereiche des Spektrums für Grün und Blau in Frage kommen, ist besonders darauf hinzuweisen, daß natürlich mit blauem und violettem Licht eine größere Auflösungsfähigkeit zu erreichen ist, daß aber das menschliche Auge für die kleinen Wellenlängen umso unempfindlicher wird, je kleiner sie sind. Kann man z. B. bei einem Licht von der Wellenlänge 0,55 μ einen Gegenstand leicht beobachten, so ist dies bei Verwendung von violettem Licht einfach unmöglich. Dies trifft auch für dunkelblaues Licht zu, das eine Wellenlänge von 0,43 bis 0,46 μ hat. Schaltet man nun an irgendeiner Stelle des Mikroskops, sei es vor dem Kondensor oder hinter dem Okular oder dazwischen eines der bekannten Farbfilter ein, z. B. ein solches für Wellenlänge 0,40 bis 0,48 μ, so darf man nicht vergessen, daß dieses Filter auch noch andere Farben durchlassen kann, z. B. Rot, Gelb usw. In einem solchen Fall kann das Bild wohl immer noch blau erscheinen, doch bleibt es ziemlich aufgehellt; aber gerade diese Aufhellung ist wegen der besonderen physikalischen Eigenschaften des Auges für die subjektive Beobachtung insofern schädlich, als die vom blauen Licht aufgelösten Einzelteile durch die Lichtbüschel längerer Wellen nahezu vollständig überstrahlt werden. Nur die photographische Platte wird die von Blau und darüber entstandenen Bilder getreulich wiedergeben können. Liegt nun das Bild, das vom Mikroskop durch blaue Strahlen entworfen wird, in einer anderen Ebene als das Bild der für die Augen noch zuträglichen Strahlen, so ist es auch

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

nicht möglich, mit Bestimmtheit das Objektiv auf die Ebene einzustellen, in der Bilder des blauen Lichts entstehen. Hat man z. B. ein Filter für die Wellenlänge 0,40—0,48 μ, so wird das Lichtfeld so dunkel, daß man unwillkürlich versucht, die Lichtquelle näher an das Mikroskop zu rücken, oder die Blende weiter zu öffnen oder sonst etwas vorzunehmen, um das Bild aufzuhellen. Dadurch aber erreicht man nur, daß durch das Filter auch noch andere für die subjektive Beobachtung allerdings geeignetere Strahlen in das Mikroskop eintreten, und die Überstrahlung durch diese, für unser Auge größere Helligkeit, ist fertig. Es ist daher immer zu empfehlen, ein Filter zu wählen, das die Augen nicht zu sehr anstrengt. Es eignen sich hierzu die Filter der Lifaprobeplatte nach Mayer Meggenhofen, besonders *a*, *b*, *c*, sowie die Blaufilter dieser Probeplatten.

Obering. Mayer Meggenhofen

Zerbrochene photographische Platten, deren Schicht jedoch noch unverletzt sein muß, lassen sich unter Verwendung von Immersionsöl (Zedernholzöl) noch **verwerten.** Es wird vielfach geraten, die Gelatineschicht durch geeignete Bäder (Formalin usw.) zu gerben, so daß man sie dann abziehen und wie einen Film kopieren kann. Beim Abziehen der Gelatine von der Glasplatte besteht jedoch die Gefahr, daß man die Gelatine einreißt und somit ein Kopieren unmöglich macht. Man tut deshalb gut, die Platte vor dem Baden in einen Kopierrahmen zu legen, die Schichtseite mit dem lichtempfindlichen Papier zu bedecken und den Rahmen zu schließen. Auf die Glasplatte bringt man nun in die Nähe des Sprunges einen Tropfen Immersionsöl und verreibt ihn mit dem Finger in den Sprung. Da das Öl annähernd denselben Brechungsexponenten hat wie das Glas, kann man jetzt in gewohnter Weise belichten: Der Sprung in der Glasplatte wird kaum im auskopierten Bilde zu sehen sein, besonders dann nicht, wenn man das Licht möglichst senkrecht zur Glasplatte auffallen läßt. Nur darf man den Riß nicht bis an den Rand des Negativs verschmieren wollen, weil dann das Öl sehr leicht auf das Kopierpapier läuft und dort störende Flecke verursacht. Hat man sich auf diese Weise erst einige Abzüge gesichert, kann man mit dem immerhin (besonders für Anfänger!) riskanten Abziehen der Gelatine von der Glasplatte beginnen.

Walter Hellwig

Die praktische **Auswertbarkeit der durch Fixierung hervorgerufenen Veränderungen** wird von Cl. F. Werner (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 435—442; 2 Fig.) untersucht. Bei den von ihm betrachteten, überaus zarten Organteilen kann durch keine Art von Fixierung von vornherein der natürliche Zustand der Gewebe erhalten werden, so daß die Veränderungen infolge der Fixierung hingenommen werden müssen und nicht die völlige Unbrauchbarkeit der Präparate bewirken. Sehr hoch schätzt er im Versuch absichtlich hervorgerufene Kunstprodukte, da sie über gewisse Eigenschaften von Gewebeteilen (Quellbarkeit u. dgl.) und damit über ihren Aufbau Kunde geben können. In diesem Sinne lehren die künstlichen Veränderungen infolge der Fixierung mindestens gewisse der möglichen Reaktionsweisen kennen. Zu Schlüssen auf die natürliche Beschaffenheit sind jegliche Veränderungen durch Fixierung aber höchst hinderlich. —r

Für **Muskelfärbungen von Zelloidinpräparaten** beschreibt A. Bebris in Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 481—482 ein Verfahren, nach welchem 2%ige Eosinlösung (oder 1%ige Fuchsin-S-, oder 2%ige Lichtgrünlösung) kurz vor dem Versuche mit der halben Menge 5%igen Alauns gemischt wird. Nach 24stündiger Färbung und Abspülen in dest. Wasser wird einige Minuten in 1%iger wässeriger Lösung von Lichtgrün (oder 200 cm³ konzentr. Pikrinsäure + 0,7 Indigokarmin) gefärbt, in dest. Wasser abgespült und über 70%igen und absoluten Alkohol in Karbolxylol und Kanadabalsam überführt. Die Muskelfärbung ist leuchtend rot (oder bordeaux-rot bezw. grün). Evtl. müssen die ebenfalls rot erscheinenden Kerne durch vorausgeschickte Kernfärbung, etwa mit Eisenhämatoxylin, noch besonders herausgehoben werden. —r

Die Herstellung von **Schliffpräparaten von Holzkohlen und Knochen** wird sehr eingehend von W. Clerc in Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 417—434 (7 Fig.) behandelt. Verf. unterscheidet die trockene, die halbtrockene und die nasse Zementierung, die je nach der Beschaffenheit des Materials (Brüchigkeit usw.) anzuwenden sind. Das Aufkleben auf die Schleifgläser erfolgt teils mit Kanadabalsam, teils nach Überführung aus Chloroform und dessen Mischung mit Balsam mit diesem selbst. Verf. rühmt seinen sehr sorgfältigen Arbeitsweisen nach die Großflächigkeit der erhaltenen Schliffe, die Gleichmäßigkeit und gute Erhaltung der Präparate und die Verwendbarkeit auch sehr spröden Materials; die beigegebenen Figuren können als Beleg dafür dienen. Wegen der Einzelheiten muß auf die Abhandlung selbst verwiesen werden. —r

Die Gewinnung von **Paraffinen bestimmten Schmelzpunktes** durch Mischung vorhandener Bestände — empfohlen werden drei Sorten zu etwa 40, 50 und 60° Schmelztemperatur — schildert J. Kisser (Ztschr. f. wiss. Mikroskopie 1927. **44**, 443—451) zusammen mit seinen Erfahrungen über die Auswahl der Paraffinsorten nach Temperatur, Schnittdicke und Größe des Anstellwinkels des Mikrotommessers. Ohne daß die sehr beachtenswerten Ausführungen hier auch nur einigermaßen vollständig wiedergegeben werden können, sei doch auf die gefundenen Formeln hingewiesen, nach welchen z. B. eine bestimmte Menge Paraffin von gewünschtem Schmelzpunkt zu errechnen ist. Bezeichnen wir etwa den Unterschied der Schmelzpunkte der beiden verwendeten Paraffinsorten (beider Ausgangsmaterialien) mit d_1, den Unterschied zwischen dem gewünschten und dem zu hohen Schmelzpunkt mit d_2 und denjenigen zwischen

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

dem zu niedrigen und dem gewünschten Schmelzpunkt mit d_3, und setzen wir ferner m_1 für die Menge des Paraffins mit zu hohem, m_2 für diejenige des Materials mit zu niedrigem und m_3 für die der Sorte des gewünschten Schmelzpunktes, so gelten nach Kisser die folgenden Beziehungen (etwas vereinfacht):

1. $m_2 = m_3 \cdot \frac{d_2}{d_1}$ und $m_1 = m_3 - m_2$

2. $m_1 = m_3 \cdot \frac{d_3}{d_1}$ und $m_2 = m_3 - m_1$,

woraus sich die benötigten Mengen nach Festsetzung des Anteiles einer Paraffinsorte bestimmter Schmelzbarkeit leicht errechnen lassen. Bemerkenswert sind für den mathematisch etwas interessierten Leser auch die exakte Bestimmungen suchenden Ausführungen Kissers (ebendort **44**, 452—459) über Methoden zur Bestimmung der Größe verschiedener, an entsprechend angesetzten Mikrotommessern unterschiedener Winkel. Die aus den Untersuchungen zu ziehenden Folgerungen für die Praxis der Messerführung sind aber nicht gut in knappen Regeln zu wiederholen. Dr. Pfeiffer-Bremen

Ueber Schleim- und Glykogenfärbung. Die Sekrete der Becherzellen und echten Schleimdrüsen, die Mucine, die auch durch ihre leichte Quellbarkeit und Fällbarkeit durch Essigsäure charakterisiert sind, entstehen aus Prämucinkörnchen, die im Zytoplasma gebildet werden, durch Zerfließen der Körnchen beim Austreten aus dem Stroma (der Austrittsöffnung) der Zellen. Sowohl die Prämucinkörnchen als auch die reifen Schleime sind sehr labile Gebilde und besonders gegen Wasser und wässrige Lösungen sehr empfindlich, ihr Erhaltungszustand und auch ihre Färbbarkeit hängen in hohem Maße von der Art der Fixierung ab. Am besten eignen sich zur Fixierung Alkohol-Formol (2 Teile Alkohol 96%, 1 Teil käufliches Formol) oder (bei kleinen Stücken) das Carnoysche Gemisch; auch Sublimatgemische (Sublimat-Alkohol, Zenker) geben oft gute Resultate. Die Mucine und ihre Vorstufe lassen sich einerseits durch viele basische Farbstoffe, so besonders durch Hämatoxylin nach Delafield, Thionin, Toluidinblau, Bismarckbraun sowie durch saures Orcein, andererseits durch die spezifischen Schleimfärbemittel (Mucikarmin, Muchhämatein) leicht elektiv darstellen. Thionin und Toluidinblau werden am besten in maximal verdünnter Lösung angewendet (einige Tropfen der konzentrierten, alkoholischen Lösung in 10 ccm dest. Wasser, Filtrieren, Färben über Nacht), wobei die gegen Alkohol sehr empfindliche Thioninfärbung durch Einbringen der Schnitte für etwa 5 Minuten in eine 5%ige Lösung von Ammoniummolybdat, die aber gut in dest. Wasser auszuwaschen ist, zu fixieren ist. Hämalaun und andere Hämatoxylingemische lassen die Körnchen und reifen Schleime oft ungefärbt. Der Nachweis von Glykogen erfolgt am sichersten durch die Karminlösung nach Best: 1 g Karmin (reinst), 0,5 g Kaliumkarbonat und 2,5 g Kaliumchlorid werden einige Minuten mit 30 ccm dest. Wasser gekocht (Vorsicht wegen Schäumen); nach dem Erkalten werden 10 ccm konzentr. Ammoniak zugesetzt (die Lösung ist nur 1—2 Monate haltbar). Die Schnitte kommen nach gründlichem Waschen für 10 Minuten in ein Gemisch von 4 Teilen der filtrierten Karminlösung, 6 T. Ammoniak und 6 T. Methylalkohol (die Mischung ist nicht haltbar) und dann direkt in die Differenzierungsflüssigkeit, die aus 4 T. Methylalkohol, 8 T. absol. Alkohol und 10 T. dest. Wasser besteht. Darin bleiben sie etwa eine Minute, bis keine Farbwolken mehr abgehen, werden ohne Einschaltung von Wasser kurz in 80%igem Alkohol abgespült und über 96%igem Alkohol und Terpineol in Balsam eingeschlossen. Auch das Glykogen ist gegen Wasser und wässrige Lösungen empfindlich; die Fixierung erfolgt (wie oben) am besten in Alkohol-Formol oder Carnoy. Der Färbung mit Best-Karmin geht zweckmäßigerweise eine kräftige Kernfärbung mit Hämalaun, Hämatoxylin nach Delafield oder Ehrlich voraus, die aber, wie erwähnt, gründlich auszuwaschen ist. Nun finden sich im Magen und Duodenum der Säuger und anderer Wirbeltiere und auch an anderen Stellen Zellen und Drüsen, deren Inhalt sich mit den genannten Schleimfarbstoffen nicht oder nur schwach färbt, hingegen von Best-Karmin intensiv rot gefärbt wird. Während aber das Glykogen durch vorherige Behandlung mit Speichel (eine bis mehrere Stunden im Thermostat bei 35°) restlos aus den Schnitten gelöst wird und eine Best-Färbung dann negativ ausfällt, wird der Inhalt der eben erwähnten Zellen auch nach längerer Behandlung mit Speichel von Best-Karmin kräftig gefärbt; es handelt sich hier um den echten Mucinen nahestehende, mukoide Stoffe. In dieser fermentativen Wirkung des Speichels haben wir daher ein wichtiges Mittel zur Unterscheidung des Glykogens von anderen, sich teilweise ähnlich verhaltenden Substanzen, so besonders von den eben erwähnten Mukoiden. Die Speichelprobe ist daher, wie Patzelt (Animale Histochemie in Klein und Strebinger, Fortschritte der Mikrochemie, Wien 1927) betont hat, in allen zweifelhaften Fällen zur exakten Feststellung des Charakters des Zellinhaltes anzuwenden. Eine Besonderheit mancher Schleimdrüsen stellen die zuerst von Schaffer (Beiträge zur Histologie menschlicher Organe, Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Math.-nat. Kl. Bd. 126, 1917) in der Bulbo-Urethral-Drüse des Menschen beschriebenen, aber auch in anderen mukösen Drüsen vorkommenden Atraktosomen dar. Es sind dies im Zelleib verstreute, scharf begrenzte, spindel- oder wetzsteinförmige Einschlüsse, die sich bei der Bindegewebsfärbung nach Mallory und der von Heidenhain angegebenen Modifikation dieser Methode (Azanfärbung) kräftig blau färben. Über die Natur und Bedeutung dieser Gebilde läßt sich derzeit nichts Bestimmtes aussagen, doch sind sie wahrscheinlich mukoider Natur. Dr. Baecker, Wien

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 4. Mai 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Der Welten Kleines auch ist wunderbar und groß,
Und aus dem Kleinen bauen sich die Welten.
Motto der Doktordissertation von Chr. G. Ehrenberg (1795—1876).

Unsere „Haustiere" unter den Protozoen im Lichte des Opalblau

Von **E. Gutbrod**, Mannheim

Herr Prof. Dr. E. Bresslau hat im Mikrokosmos, XV, 1921/22 (S. 130) sein Ausstrichverfahren bekanntgegeben. Viele Naturfreunde werden wohl eingehende Versuche damit angestellt und sicherlich auch gute Erfolge erzielt haben. Es ist allerdings recht wenig, vielleicht gar

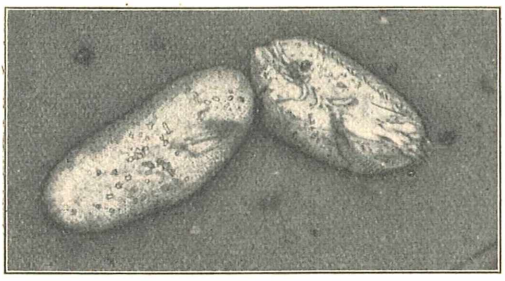


Abb. 1. *Paramaecium* und *Stylonychia*. Letzteres stößt bei der Annäherung ein Büschel Trichozysten aus. (Leitz-Objektiv 4, Okular 8× Peripl.). J. Heeg phot.

nichts über Erfolge und eventl. Ausbau dieses eigentlich sehr einfachen Verfahrens in der Zwischenzeit bekannt geworden, so daß man fast annehmen muß, die vorerwähnte Methode ist schon in Vergessenheit geraten.

Nachdem mich Herr Dr. Stehli persönlich aufforderte, einiges aus meinen Präparaten

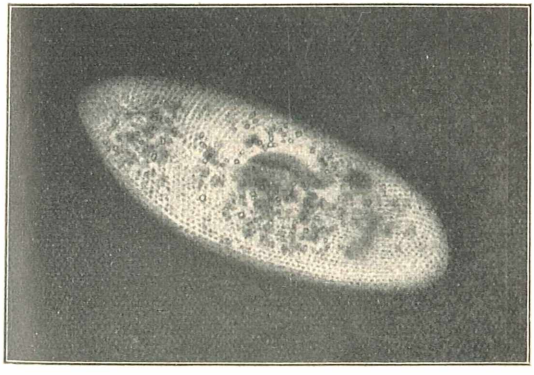


Abb. 2. *Paramaecium aurelia*. Deutliche Felderung der Wimpergrübchen. Mundnaht, Cytopharynx und eben abgelöste Nahrungsvakuole deutlich gefärbt. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8× Peripl.). J. Heeg phot.

im Mikrokosmos zu veröffentlichen, wurden mit den denkbar einfachsten Hilfsmitteln die hier wiedergegebenen Präparate photographiert. Verwendung fanden ausschließlich Leitz-Optik (Objektiv 4 und 6, Okular 8 × Periplan) und eine einfache Kamera mit doppeltem Auszug ohne Objektiv. Belichtungsdauer 60 Sekunden bei gewöhnlichem elektrischem Licht, verstärkt durch eine bikonvexe Linse; vor dem zweilinsigen Kondensor eine Mattscheibe, Irisblende fast kleinste Öffnung.

Über das Ausstrichverfahren gebe ich aus eigener Erfahrung bekannt, daß das Präparieren bei wärmerer Jahreszeit Vorteile bietet.

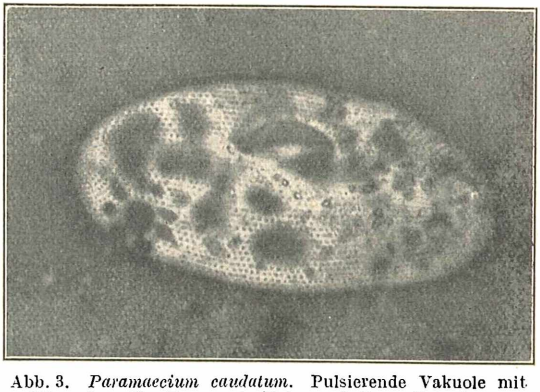


Abb. 3. *Paramaecium caudatum*. Pulsierende Vakuole mit zuführenden Kanälen und Nahrungsballen, Cytopharynx. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8 × Periplan.) J. Heeg phot.

Vorbedingung ist, daß die Opalblau-Lösung vor Gebrauch im Reagenzglas kurz aufgekocht wird. Nach der Mischung des Tröpfchens Wasser, das die Infusionstierchen enthält, mit dem Opalblau (2: 1), gebe ich die so beschickten Objektträger oder Deckgläser etwa 10—20 Minuten lang in eine feuchte Kammer. Auf diese Weise gelingt sehr oft die Färbung des Cytopharynx, der Nahrungs- und pulsierenden Vakuolen bei *Paramaecium* (s. Abb. 2 und 3). Selbst die zuführenden Kanäle der pulsierenden Vakuole, wie sie in Abb. 3 so klar hervortreten, sind nicht selten auf diesem Wege zu erreichen. Geduld und systematisches Arbeiten, das auch teilweise mit „etwas Glück" verbunden sein soll, ist auch hierbei erforderlich. Nach der feuchten Kammer leistet der bekannte Haartrocknungsapparat „F ö n" erstaunliche Dienste. Allerdings keine heiße, sondern kalte Luft bewirkt dann eine sehr rasche Gelatinierung, die besonders bei *Stylonychia* für ein gutes Gelingen

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

Voraussetzung ist. Man kann sich auch mit einem einfachen Blasbalg behelfen.

Versuche von Kernfärbung unter Verwendung von Opalblau und einem weiteren Farbstoff sind noch nicht abgeschlossen. Es ist aber damit ein Gebiet geschaffen, mit dem sich mikroskopierende Naturfreunde befassen und ihre Ergebnisse an dieser Stelle veröffentlichen sollten. Opalblaupräparate von Paramäcien nachträglich mit Giemsalösung behandelt, haben schon beachtenswerte Erfolge gezeitigt. Andere Wege werde ich bekanntgeben, sobald sie durchgearbeitet sind.

Auch sonst ist das Opalblau bei Herstellung von Infusorienpräparaten zu verwenden. Wenn man es z. B. in der Hauptsache nur auf Kernfärbung abgesehen hat und eine Zentrifuge nicht zur Verfügung steht (beim Fixieren mit heißem Sublimatalkohol auf dem Deckglase werden doch die meisten Tierchen weggeschwemmt), macht man zunächst ein Trokkenpräparat mit Opalblau nach der oben beschriebenen Weise, dann fixiert man in Sublimatalkohol und behandelt nach der bekannten Art für Kernfärbung weiter. Man wird feststellen, daß kaum ein Infusor durch die Fixierung und weitere Behandlung weggeschwemmt wird und kann über die so erzielten Resultate nicht unzufrieden sein. *Stylonychia* eignet sich hierfür weniger gut.

Eine nähere Besprechung der Abbildungen erübrigt sich.

Die Zucht unserer „Haustiere", die zu diesen Versuchen Verwendung fanden, gestaltet sich sehr einfach. Ich verwende z. B. ein kleines Aquarium (20: 15: 15), dessen innerer Boden mit einer 4 cm hohen Sandschicht bedeckt ist. (In dieser Sandschicht geben sich — nebenbei bemerkt — nach geraumer Zeit eine unzählige Menge von verschiedenen Diatomeen ein Stelldichein.) Das Aquarium wird mit gewöhnlichem Leitungswasser gefüllt und, wenn man es besonders



Abb. 4. *Stylonychia mytilus*. Deutliche Cirren und adorale Wimperspirale. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8 × Periplan.) J. Heeg phot.

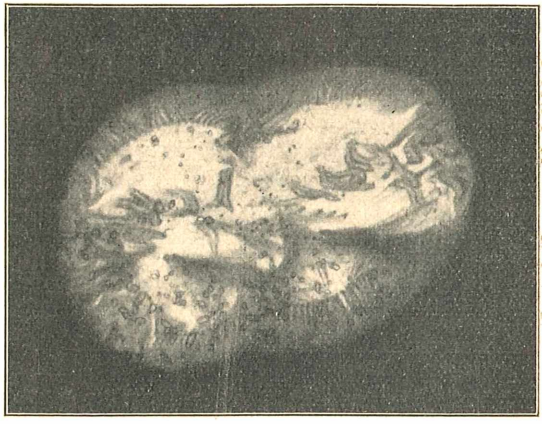


Abb. 6. *Stylonychia mytilus*. Vorgeschrittenes Teilungsstadium. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8 × Periplan.) J. Heeg phot.

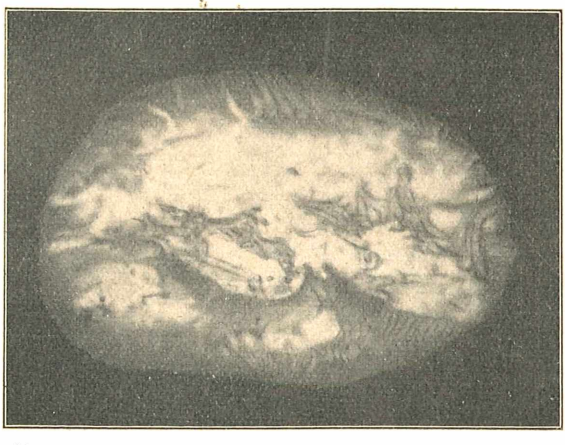


Abb. 5. *Stylonychia mytilus*. Mittleres Teilungsstadium. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8 × Periplan.) J. Heeg phot.

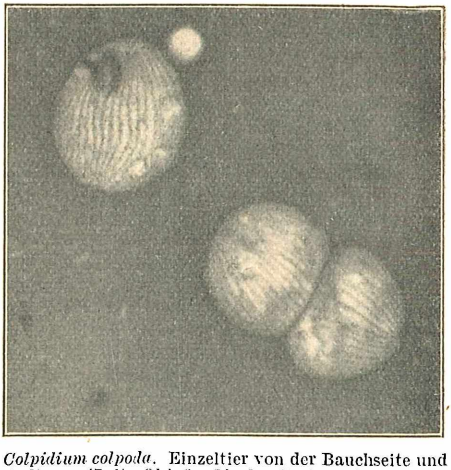


Abb. 7. *Colpidium colpoda*. Einzeltier von der Bauchseite und Teilungsstadium. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8 × Periplan.) J. Heeg phot.

auf Paramäcien abgesehen hat, mit einem Heuaufguß beschickt.

Im Verlaufe meiner langjährigen Studien könnte ich fast annehmen, daß sich für die Entwicklungsbedingungen bei Paramäcien



Abb. 8. Einzelnes Exemplar von *Chilodon curvidens* und Cyclidien. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8× Periplan.) J. Heeg phot.

Aufgüsse von Heu und Stroh, für Colpidien und Glockentierchen solche von frischer Petersilie, Gras und Blumenstengel und für *Stylonychia* Aufgüsse von Akazienblüte für besonders günstig gezeigt haben. Ob die Örtlichkeit damit eine besondere Bewandtnis hat, kann ich nicht sagen, da meine Versuche ausschließlich hier in Mannheim durchgeführt wurden. Vorzüglich ist natürlich auch die Verwendung von geeignetem Tümpelwasser jedoch nur dann, wenn feinste Haarsiebe vorhanden sind, durch die junge Daphnien und sonstige Krebstierchen, oder die Eier dieser, zurückgehalten werden; denn diese Räuber müssen natürlich von jeder Zucht ferngehalten werden.

Ein sonniger Standort des Zuchtgefäßes begünstigt bei nicht allzugroßen Temperaturunterschieden naturgemäß die Zucht. Wie sich nun die Entwicklung dieser Kleinlebewelt selbst vollzieht, das muß man durch täglich entnommene und unter dem Mikroskop untersuchte Proben feststellen. Es verlohnt sich, während dieser Periode täglich Proben zu entnehmen und die Fortschritte der Entwicklung im Dauerpräparat, hergestellt durch den Opalblauausstrich, festzuhalten. Da wird man zuerst den Fäulnisbakterien begegnen, die, mittels Opalblau zum Dauerpräparat gemacht, sehr lehrreiche und schöne Bilder geben. Dann treten allerhand Kleininfusorien mit und ohne Geißeln auf, dazwischen Amöben, deren Kern sich sogar färbt, wenn man der Opalblaulösung ein Zehntel Raumteil Phloxinrhodaminlösung beimengt. Nun kommen die größeren Infusorien, wie Glockentierchen, Colpidien, Paramäcien, *Stylonychia* usw. Bei täglichen Studien treffen wir einen Zeitpunkt, wo Teilungserscheinungen sehr häufig sind und endlich folgt die Glanzperiode, die wir als Abschluß einer Zucht betrachten können: die Konjugation, also die gerade für Infusorien so eigentümliche geschlechtliche Fortpflanzung. Dies alles in Dauerpräparaten festgelegt, ergibt eine Serie von ungeahnter Mannigfaltigkeit und Schönheit und man wird nicht müde an der Untersuchung dieses winzigen Universums.

Es ist schon viel darüber geschrieben worden, daß man nicht genügend Paramäcien u. a. Infusorien mit einem kleinen Tröpfchen Wasser aus der Zucht auf das Deckglas oder auf den Objektträger zu bringen vermag. Ich vertrete die gegenteilige Auffassung, denn es ist nicht einmal eine teure Zentrifuge nötig, sondern man muß nur da hingreifen, wo die Tierchen sich aufhalten, und das ist da, wo sie die meiste Nahrung finden, die Anhäufungen von Fäulniserregern. Man entnimmt also mittels einer gebogenen Pinzette eine kleine Bakterienanhäufung, die man mit bloßem Auge als weiße Kügelchen oder Fetzen an der Oberfläche des Wassers erkennen kann, aus dem Zuchtbehälter und drückt davon ein Tröpfchen Wasser durch Zusammenkneifen der Pinzette heraus. Störende Schmutzteilchen usw. lassen sich mit einer lanzettförmigen und einer normalen Präpariernadel leicht entfernen. Sehr viele Tierchen bekommt man auch zusammen, wenn man mit einer Pinzette ein im Behälter befindliches Stückchen Heu oder Stroh u. dergl. herausnimmt



Abb. 9. Glockentierchen (*Carchesium polypinum*), einzeln und Teilungsstadium. (Leitz-Obj. 6, Ok. 8× Periplan.) J. Heeg phot.

und mit einer anderen Pinzette ein Tröpfchen Wasser davon abstreift. Auf diese beiden Arten habe ich immer reichlich viel Tierchen zusammen auf das Deckglas gebracht.

Dauerpräparate halten sich ebenso gut in Kanadabalsam als in Rethinid, das bedeutend billiger ist.

Der Lebensfaktor Licht im anatomischen Bau der Pflanze

Von Dr. **H. Pfeiffer,** Bremen

1. Zielsetzung und methodische Vorbemerkungen. — Unsere Arbeit will nur das den Mikroskopiker interessierende Verhalten des anatomischen Baues der Pflanze in Beziehung zum Lichte darlegen,

Fig. 1.

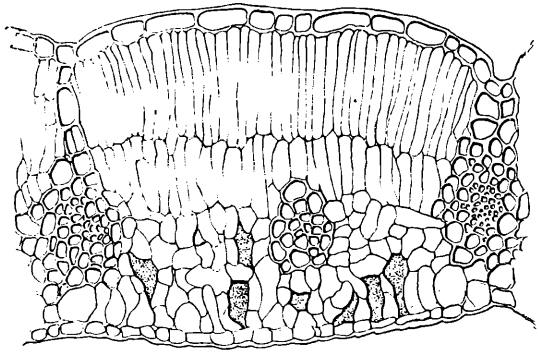


Fig 2

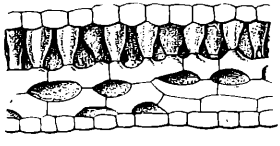


Fig 3

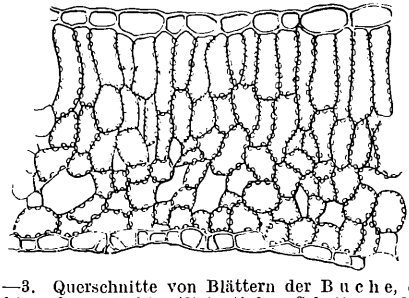


Abb. 1—3. Querschnitte von Blättern der Buche, die (1) in direktem Sonnenlichte, (2) in tiefem Schatten und (3) in heller, diffuser Beleuchtung gewachsen sind (nach Stahl).

während die morphologischen Einrichtungen[1]), bestimmte Lichtlage der Blätter[2]), Blattmosaik[3], Pyramidenwuchs der Stämme[4]), Ungleichblättrigkeit (Anisophyllie)[5]) und Dorsiventralität[6]) der Sprosse durchaus übergangen werden. Das Untersuchungsverfahren ist wohl in den Grundzügen bekannt, oder es ist aus einem der gebräuchlichen Praktika zu erfahren, wie die benötigten Pflanzenorgane zur Herstellung von Schnitten zu behandeln sind. Die Beschaffung des Untersuchungsmaterials ist freilich insofern nicht immer einfach, als nur vorsichtige Zurückhaltung davor schützen kann, daß weniger durch Licht als durch andere Faktoren beeinflußte Pflanzenteile zur Untersuchung kommen und daher zu Fehlschlüssen führen. Bis zu einem gewissen Grade vermieden wird dieser Fehler durch Verwendung sehr verschiedenen Materials und durch Anfertigung möglichst zahlreicher Schnitte. Ferner muß davor gewarnt werden, etwa das gesamte oder ein zu großes Gebiet der Lichtbeeinflussung gleichzeitig verfolgen zu wollen; denn die zum Teil nur durch Versuche zu bekommenden Untersuchungspflanzen sind oft nur unter der Voraussetzung guter räumlicher Verhältnisse und unter Aufwendung von sehr viel Zeit in brauchbarer Form zu gewinnen. Wie sehr schließlich gerade verfrühte Schlußfolgerungen von der Wirklichkeit hinwegführen können, wird dem aufmerksamen Leser bei der nachfolgenden Übersicht zuweilen entgegentreten. Es darf nämlich niemals übersehen werden, daß außer dem Lichte noch zahlreiche andere Lebensfaktoren auf die Gestaltung der pflanzenanatomischen Merkmale einwirken[7]); daraus ergibt sich die Forderung, alle gleichzeitig vorhandenen Nebenwirkungen tunlichst auszuschließen oder — da das niemals in vollkommener Weise wird geschehen können — bei den zum Vergleiche gelangenden Pflanzenteilen in durchaus gleichem Grade einwirken zu lassen (Feuchtigkeit, Wärme, Luft- und Bodenzusammensetzung, Licht und alle weiteren Umweltsbedingungen). Aus diesem Grunde kann in der natürlichen Umgebung gewachsenes Material meistens nur mit großer Vorsicht zum

---

[1]) J. Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig 1907. — V. Grafe, Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen, Berlin 1924 (S. 130 f.).

[2]) E. Stahl, Kompaßpflanzen, Jena 1881. — A. Mayer, Pringsheims Jahrb. **50** (1912). — Arisz, Rev. des trav. bot. Néerland. **12** (1915).

[3]) K. Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen, Marburg 1889/1893. — A. F. W. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Jena 1898. — Kerner v. Marilaun-Hansen, Pflanzenleben, 3. Aufl., **2**, Leipzig 1913.

[4]) A. Engler, Schweiz. Ztschr. f. Forstwiss. 1893.

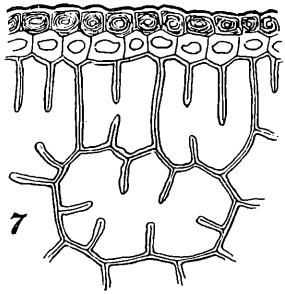
[5]) J. Wiesner, Sitz.-Ber. Akad. Wien, math.-nat. Cl., I, **103** (1894). — W. Figdor, Die Erscheinung der Anisophyllie, Leipzig und Wien 1909.

[6]) H. Dingler, Die Flachsprosse der Phanerogamen, **1**, München 1885.

[7]) H. Voechting, Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie der Pflanzenkörper, **1**, Tübingen 1908. — E. Küster, Pathologische Pflanzenanatomie, 3. Aufl., Jena 1925 (S. 422 f.). — H. Pfeiffer, Grundlinien zur Entwicklungsmechanik der Pflanzengewebe, Berlin 1925 (S. 48 f.).

Ausgang der Untersuchungen dienen, wenngleich es stets zum Vergleiche ebenfalls herangezogen werden sollte, um die Beobachtung kranken Materials nicht zu Schlüssen auf normale Verhältnisse zu benutzen. In den vorliegenden Beispielen handelt es sich hauptsächlich um die durch das Licht hervorgerufenen Verhältnisse im anatomischen Bau an Blättern und teilweise um den so veränderten Bau von Achsen; andere Pflanzenteile und besonders Pflanzenformen sollen nur nebenbei kurz erwähnt werden. Die Möglichkeiten, hier irgendwo Untersuchungen anzustellen, sind also natürlich recht mannigfaltig; davor, zu viele Aufgaben auf einmal aufzunehmen, ist bereits gewarnt worden.

Von den Blättern werden wir zumeist Querschnitte in der bekannten Art nach Zusammenfalten und Schneiden zwischen Holundermark anfertigen, wenn wir nicht in manchen Fällen die Beobachtung einschichtiger Partien der Blattspreite (neben der Mittelrippe bei manchen Moosen) vorziehen. Die Untersuchung geschieht, wenn nicht auf besondere Inhaltsstoffe geprüft werden soll, nach dem Schneiden frischen Materials in Wasser. Die verkieselten Wandpartien werden wir daneben noch nach kurzem Erhitzen in konzentriertem Phenol (Vorsicht: giftige Dämpfe, welche auch noch stark brennbar sind!) in der gleichen Flüssigkeit untersuchen, wobei die Verkieselungen wegen des eigentümlichen Brechungsindex der Untersuchungsflüssigkeit in rötlichem Glanze oder dunkel hervortreten.[1]) Über die nötigen Eiweißnachweise s. Mikrokosmos **20**, 171 f.! Als Gerbstoffreaktion sei auf die Behandlung mit Ferriazetat in nicht zu schwacher Lösung (van Wisselingh in Beih. Bot. Ctbl., I. Abt., **32**, 155 [1915]) hingewiesen (schwarzer Niederschlag). Statt dessen mögen auch einige Schnitte für einige Tage in konzentrierte wässerige Lösung von Kaliumbichromat eingelegt und dann in Glyzerin untersucht werden (braune, in Wasser unlösliche Fällungen). Diese beiden sind allerdings wie die andern heute gebräuchlichen Reaktionen auf Gerbstoffe und wie das von Gertz (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. **33**, 13 [1916]) empfohlene Verfahren (eintägiges Einlegen der Präparate in wässerige Anthozyanlösung; tiefrote Färbung) nur Gruppenreaktionen, so daß zur sicheren Feststellung am besten mehrere Methoden erprobt werden; vgl. auch Mikrokosmos **17**, 26! Teilweise sind auch andere Pflanzenteile neben den Blättern zu untersuchen. Dabei werden von Kronblättern und Achsen nach Einklemmen in Holundermark Querschnitte herzustellen sein. Ein Maß für die Dickenzunahme von Achsen werden wir dann in der Massigkeit der vom Cambium gebildeten Schichten besitzen, wenn wir nur gleichalterige Stengel in gleicher Höhe geschnitten haben. Einfach ist auch der Vergleich im Dunkeln und bei diffusem oder direktem Sonnenlichte gezogener Pilzkulturen, zu denen bereits verbreitete Schimmelpilze auf Brotresten geeignet sind. Doch kann man auch mistbewohnende oder andere Pilze verwenden. Trifft man die Mistpilze noch nicht darauf an, so bringt man etwas Mist in eine bedeckte Schale und wartet die weitere Entwicklung ab. Das Anfeuchten des Mistes muß allerdings mit Vorsicht geschehen, um die mit dem bloßen Auge noch nicht sichtbaren Kulturen nicht zu schädigen; man führt deshalb durch Feuchthaltung der Luft dem Mist die erwünschte Feuchtigkeit zu. Die für andere Untersuchungen benötigten Moose zu finden, braucht es kaum besonderer Hinweise, solange man es nicht auf besondere Arten abgesehen hat. Besonders gute Fundorte sind Wegedurchstiche im Walde, wo sich in den ersten Jahren manche Arten gern ansiedeln. Vorkeime des Leuchtmooses müssen schon aus feuchten Felsspalten beschafft werden (Mikrokosmos **9**, 61 f.), und von der Leuchtalge ist bereits hier abgehandelt worden (Mikrokosmos **9**, 46 f.). Auf die Anstellung von „Linsenversuchen" komme ich noch unten zurück. — Aber nun hinein in das Gebiet der anatomischen Anpassungen der Pflanze!



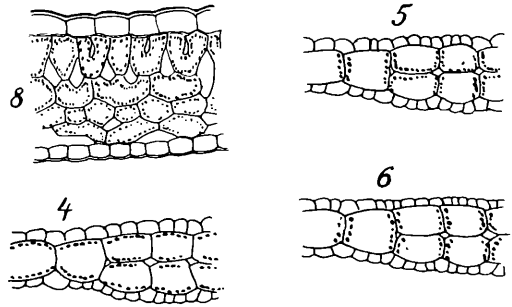


Abb. 4—6. Querschnitte von Blättern der dreifurchigen Wasserlinse, die Blattgrünanordnung zeigend bei (4) mittlerer Beleuchtung, (5) nach Verdunkelung und (6) nach direkter Besonnung (nach Stahl). — Abb. 7. Querschnitt der Nadel der Schwarzkiefer mit Membranfalten in den unter der Oberhaut gelegenen, assimilierenden Zellen. — Abb. 8. Querschnitt des Blattes vom schwarzen Holunder (*Sambucus nigra*) mit Armpalisadenzellen direkt unter der oberseitigen Oberhaut (nach Haberlandt).

[1]) Andere Verfahren des SiO_2-Nachweises sind noch nicht ausreichend auf die allgemeine Anwendbarkeit geprüft worden, so ein Verfahren der Gelatinierung des in lebenden Zellen bereits auftretenden Kieselsäuresols durch Anwendung „basischer" Farbstoffe nach H. Pfeiffer (Verhandl. d. 1. Internation. Cytologenkongresses, Budapest, Sept. 1927, abgedr. Arch. f. exper. Zellforsch. **6**, 417 [1928]).

2. Anatomische Besonderheiten infolge Belichtung. — Die Wirkungen in jener Richtung untersuchen wir zuerst am zweckmäßigsten durch Vergleich von Licht- und Dunkelkulturen. Völlige Gleichheit aller anderen Bedingungen (z. B. Blätter gleicher Größe und Lage am gleichen Tage und da wieder zu gleicher Tageszeit usw.!) ist dabei eine unerläßliche Forderung. In den Blättern der dunkel gehaltenen Pflanzen fallen schon bald die kleineren und nur blaßgelb gefärbten Blattgrünkörperchen auf (57; 46, S. 40 f.; 77, S. 98 f.).[1]) In der Anthozyanbildung unterscheiden sich die Blätter derart, daß neben gehemmter oder sogar ausbleibender Bildung dieses Farbstoffes in anderen Fällen gerade wiederum eine Steigerung in jenem Verhalten festzustellen ist, manche Pflanzen übrigens in solcher Hinsicht nicht von Licht oder Dunkelheit beeinflußt scheinen (40; 45). Ein Zurücktreten der Ausbildung des Blattgrünfarbstoffes trotz fortdauernder Belichtung (37) ist wohl mit Lichtüberfluß für gewisse Pflanzen zu erklären. Für die Blätter von Dunkelpflanzen läßt sich oft ein gewisser Reichtum an Gerbstoffen finden, ohne daß dieses Merkmal indessen bislang eine strenge Gesetzmäßigkeit hätte erkennen lassen (45). Bemerkenswert ist auch bei Blättern der Kartoffel (*Solanum tuberosum*) der auffällige Reichtum an Kristalloiden, welche die Eiweißreaktion geben (39). Im allgemeinen ist die Ausbildung der Blattgewebe bei den Dunkelpflanzen oft deutlich gehemmt, beispielsweise eine viel weniger deutliche Scheidung der Palisaden- und Schwammzellen vorhanden. Wenn allerdings auch der unterschiedliche Bau der sog. Sonnen- und Schattenblätter der Buche (Abb. 1—3) lange Zeit als ein Ausdruck der Lichtwirkung aufgefaßt worden ist (69; 81), darf doch nicht übersehen werden, daß auch andere Ursachen für einen derartigen Bau, der bekanntlich an einer starken Streckung der Palisadenzellen und an der Vermehrung ihrer Schichtenzahl bei den Sonnenblättern erkannt wird, möglich sind (aus neuerer Zeit: 19; 36; 72; 35 S. 282 und die dortige Literatur). Allerdings scheinen gerade die von Stahl (82) herangezogenen Beispiele (*Peucedanum* [Haarstrang], *Galium* [Labkraut] u. a. im Gegensatz zu den schattenliebenden *Mercurialis* [Bingelkraut], *Oxalis* [Sauerklee] usw.) die heute meist verlassene Auffassung zu stützen. Aber mit großer Sicherheit dürfen wir heute annehmen, daß wenigstens die meisten der angenommenen Merkmale der Sonnenblätter auch durch andere Faktoren hervorgerufen werden (bes. 58; 13; ferner: 42; 90; 85; 5; 9; 65; 54, S. 53f.; 46, S. 45f., 513f.). Mit Detto (11, S. 148) bezeichnen wir derartige Strukturveränderungen, in denen sich Annäherungen an einen anderen Umweltstypus zeigen, ohne Rücksicht auf ihre ökologische Bedeutung für das Organ als Paravarianten.

Die Rückbildung der Blattgrünkörper kann in Dunkelpflanzen bis zur Entstehung krankhaft bleicher (etiolierter) Formen führen. Aber auch panaschierte (bunte) Blätter zeigen an schattigen Standorten zwischen den grünen und blassen Anteilen nur geringe Farbunterschiede. Nach Küster (46, S. 16) entstehen bei genügender Lichtzufuhr in bestimmten Zellen und Geweben gewisse Stoffe, durch deren Wirkung das Blattgrün rückgebildet wird oder gar nicht erst entsteht. Dementsprechend können unter Umständen bei schwachem Lichte auch panaschierte Blätter „gesunden" (38). In ähnlicher Weise können übrigens auch viele andere der Dunkelheitsmerkmale bei nachträglicher Belichtung der Pflanzen abnehmen oder ganz verschwinden (75 und die dortige Literatur).

Bekannt ist, daß die Chromatophoren unter Einwirkung oder Mangel von Licht ihre Lage verändern (Abb. 4—6). Man läßt die Versuchspflanzen (zweckmäßig solche mit großenteils einschichtigen Blättern, wie *Mnium*-, *Funaria*-Moose o. a.) längere Zeit in diffusem Tageslichte und findet dann die Blattgrünkörperchen an den äußeren Wandflächen angehäuft. Sobald die Pflanzen nur wenige Stunden in einem dunklen Raum zugebracht haben, finden wir auch hauptsächlich oder allein die Seitenwände von dem Blattgrün bedeckt. Beim Zurückbringen in das Tageslicht erfolgt die Einnahme der vorherigen Lagerung oft schon in weniger als einer Stunde. Setzt man die Pflänzchen nun dem direkten Sonnenlichte aus — zur Vermeidung der starken Erwärmung am zweckmäßigsten unter einem schützenden Glasbehälter, den man mit Wasser füllt —, so beobachtet man, wie eine erneute Zurückziehung in die Dunkelstellung vollzogen worden ist (Schutzstellung; s. Abschn. 3!). Bei mehrschichtigen Blättern sind entsprechende Schnitte anzufertigen, wodurch leicht die Gewinnung eindeutiger Ergebnisse stark erschwert wird.

Nach dem Einflusse des Lichtes auf die Lagerung der Chromatophoren in den Zellen von Kryptogamen sind von Senn (79) die folgenden Typen unterschieden worden: Drehung einer achsenständigen Blattgrünplatte um ihre Längsachse (*Mesocarpus*); Verlagerung der zahlreichen wandständigen Chromatophoren freilebender zylindrischer Zellen im plasmatischen Wandbelag (*Vau-*

[1]) Die in Klammern gesetzten Ziffern verweisen auf die am Schlusse gegebene Literaturliste. Aus Gründen der Raumersparnis ist diese so kurz wie möglich gehalten. Insbesondere sind gerade solche Arbeiten angeführt, die außer zum Belege der betr. Angaben auch zur Einführung in das Gebiet dienen können und mit der übrigen Literatur bekannt machen. Ferner wurden auch eine große Zahl neuer Untersuchungen mit angeführt. Eine Beschränkung wurde dagegen in der Weise vorgenommen, als nicht das gesamte Gebiet der Lichtwirkung auf die Pflanze erschöpfend dargestellt wurde.

cheria und ähnlich *Chromulina*); Verlagerung der Chromatophoren freilebender annähernd kubischer Zellen im Wandbelag und in den zum zentral angelegten Kern führenden Plasmasträngen (*Eremosphaera*); Wanderung der Chromatophoren eines einschichtigen Parenchyms im Wandbelag (*Funaria*); ähnlich bei den mehrschichtigen Parenchymen der höheren Pflanzen, sowie schließlich in den Palisadenzellen deren Blätter. Bei den meisten Pflanzen haben sich die kurzwelligen Lichtstrahlen für die Verlagerung am wirksamsten gezeigt. Auch treten Verlagerungen durch viele andere Einflüsse auf (Temperatur, Turgeszenz, Schwerkraft, mechanische und chemische Einwirkungen; s. bes. 77, S. 90 f.).

In der Oberhaut im Dunkel gehaltener Pflanzen ist eine kleinere Zahl von Spaltöffnungen beobachtet worden (92). Schattenpflanzen und -sprosse zeichnen sich ferner oft durch geringeres Dickenwachstum im Cambium aus (14), sowie durch Hemmung in der Ausbildung mechanischer Stränge (45). Bei gewissen Solanaceen ist geradezu Größe, Dicke und Stärkegehalt der Stengel, sowie Dicke und Blattgrünreichtum der Blätter in einem festen Verhältnis zum Lichtgenuß der Pflanzen gefunden worden (10). In den bei Licht dünneren Blättern sollen gewöhnlich verkürzte Palisaden und zahlreiche Spaltöffnungen vorkommen (68). Die Ausnutzung hoher Lichtmengen wird oft durch Ausbildung von Vorsprüngen an den Palisadenzellen (sog. Armpalisadenzellen; Abb. 7—8) ermöglicht (28; 51; 76; 74; 45), d. h. durch eine Anhäufung von Blattgrünkörperchen (s. dagegen 3). Allerdings hat das Vorkommen von Armpalisaden auch einen bestimmten Wert zur Erkennung mancher Pflanzen durch den Systematiker (54, S 17). Der Vorteil lang andauernder Belichtung zeigt sich ferner in der Ausbildung von Blattgrün auch an solchen Stellen, die für gewöhnlich frei davon sind (sekundäre Rinde, Mark, Markstrahlen). Ganz besonders bei Pflanzen des hohen Nordens oder alpiner Standorte finden wir auch in jenen tieferen Lagen Blattgrün (12; 47; 11; 52). In stark dem Sonnenlichte ausgesetzten Blättern von *Atropa* (Tollkirsche) hat sich ein höherer Alkaloidgehalt gefunden (23). Das mag mit dem durch die Belichtung eintretenden Wechsel im gesamten Stoffwechsel der Zellen zusammenhängen; denn noch neuerdings sind sehr exakte Messungen über die Veränderungen der Reaktion des Zellsaftes durch periodische Belichtung vorgenommen und bestimmte chemische Inhaltsbestandteile festgestellt worden (17).

Gegenüber den nur im Auszuge mitgeteilten Hemmungserscheinungen infolge Dunkelkultur gibt es aber auch Steigerungen durch dieselbe Ursache. Dahin gehören bedeutende Zellstreckungen bei *Ceratophyllum* [Hornblatt] (73) und *Ranunculus repens* [Kriechender Hahnenfuß] (46, S. 43) oder starkes Wachstum in die Breite bei Arten von *Solanum* (45). Massigere Achsen infolge Dunkelkultur sind bekannt von *Syringa* (Flieder), *Ligustrum* (Rainweide, Liguster) und *Prunus Padus* (Gemeine Traubenkirsche, Ahlkirsche) (45; s. auch 10), dickere Blätter von *Dahlia* (Frl. Kaufmann, nach 46). Auch eine Endodermis ist von Stengeln in Lichtkulturen in der gleichen Ausbildung wie bei Wurzeln und unterirdischen Sproßachsen konstatiert worden (71; 70).

Bei den Farnpflanzen finden wir ähnliche Lichteinflüsse wie bei den Blütenpflanzen (57; Streckungswachstum von Moosen bei unterirdischer Kultur: 88; 89). Aber auch die nichtgrünen Teile der höheren Pflanzen wie die blattgrünfreien Pilze sind der Herrschaft des Lichtes unterworfen. Von Blüten, die im Dunkeln kultiviert werden, ist ein ungewöhnliches Längenwachstum des ganzen Befruchtungsapparates festgestellt (25). Ebenso zeigen Pilze in Dunkelkulturen ein starkes Streckungswachstum (50). Übrigens sind auch grüne Sprosse durch Verdunkelung der Umgebung zu starkem Streckungswachstum zu veranlassen. Einen ökologischen Vorteil für die Pflanze kann man aus dieser Wirkungsfolge wohl nicht erschließen (41), zumal schon nach Wiesner (93, S. 262f.) derartige, einen kranken Eindruck machende Pflanzen eine viel geringere Widerstandsfähigkeit gegen mancherlei Schädigungen besitzen.

(Schluß folgt.)

Eine eigenartige Erkrankung der Eierstöcke bei einem Aquarienfisch (*Macropodus opercularis* L.)

Von **Ewald Klemm,** Karlsbad

Die Eierstöcke (Ovarien) der Knochenfische liegen als zwei langgestreckte Säcke zu beiden Seiten der Bauchhöhle, und zwar auf der gegen den Bauch zugekehrten (ventralen) Wandfläche der Schwimmblase. Der dorsale (obere), der Schwimmblase anliegende Teil davon bildet einen länglichen Hohlraum, den Eileiter (Ovidukt), der untere Teil ist erst der eigentliche Eierstock (Abb. 1). Das ganze Organ ist von einer aus Bindegewebe gebildeten Kapsel umschlossen. Die Eier selbst liegen in bindegewebige Blätter des Stromas eingeschlossen, die an der oberen Wand des Sackes befestigt sind. Die reifen Eier (Abb. 2), schon an ihrer recht bedeutenden Größe kenntlich, befinden sich als kugelige oder ellipsoidische Gebilde von ungefähr einem Millimeter Durchmesser im unteren Teil des Ovariums, die unreifen Eier sind meist zu Gruppen vereinigt und ragen in die Eileiterhöhle hinein. Diese ist mit einer einfachen Schicht

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

zylindrischer Flimmerepithelzellen ausgekleidet. Auf der mittleren und seitlichen Kante geht dieses Zylinderepithel auf die Blätter des Stromas über. Dabei verliert es aber die Flimmern, die Zellen werden niedriger, kubisch, und bilden so das Keimepithel,

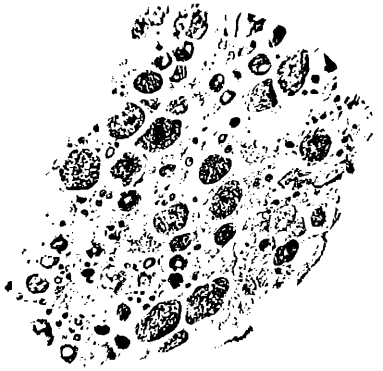


Abb. 1. Normaler, rechtsseitiger Eierstock, längs. 13 fach vergr. Klemm phot.

das den Vorgang der Eibildung einleitet. — Die reifen Eier selbst sind von einer dünnen, aus Bindegewebe bestehenden Hülle umschlossen, darauf folgt ein einschichtiges Zylinderepithel, das sogenannte Follikelepithel. Die Zylinderzellen bilden an ihrem nach innen zu gerichteten Ende zahlreiche Protoplasmafäden. Zwischen den einzelnen Zellen sieht man breite, von Protoplasmafäden durchzogene Lücken. Auf dieses Follikelepithel folgt eine ungefähr 50 μ breite Membran von radiär streifiger Struktur, die Zona radiata. Sie wird von vielen dicht nebeneinander verlaufenden, geschlängelten Kanälchen durchzogen. Im angrenzenden Eikörper liegen im feinkörnigen Eiprotoplasma eingebettet zahlreiche, runde Dotterkörner. In der äußeren Randzone sind sie klein, weiter nach innen hin aber nimmt ihre Größe beträchtlich zu, so daß ihr Durchmesser dort bis zu 100 μ beträgt. In der Mitte fließen sie zu einer schlecht färbbaren, homogenen Masse zusammen. Der Keim oder das Keimbläschen liegt oberflächlich unter der Zona radiata. Es besitzt keine eigene Membran, ist frei von Dotterkörnern und zeigt in seinem Protoplasma eine feine Granulation. Das Chromatin bildet in ihm eine Anzahl feiner Körnchen. Diese färben sich mit Eosin leuchtend rot, sind also oxyphil, d. h. sie besitzen eine besondere Affinität zu sauren Farbstoffen. Den noch unreifen Eiern fehlt die Zona radiata und das Follikelepithel, auch Dotterkörner sind noch nicht vorhanden. Das in der Mitte gelegene Keimbläschen ist durch eine Membran gegen den Eikörper abgegrenzt.

Die beiden Eileiter vereinigen sich weiter rückwärts zu einem gemeinsamen Endstück, das hinter dem After in der Geschlechtsöffnung nach außen mündet.

Für den, der mit dem Mikrotom umzugehen weiß, mögen noch einige kurze Winke für die Herstellung von Schnittpräparaten gegeben werden. Vor allem ist es bei der Untersuchung von Fischovarien wichtig, den richtigen Zeitpunkt für die Entnahme des Materiales zu treffen. Am günstigsten ist es, dafür bei unseren einheimischen Fischen die Zeit ein bis zwei Monate vor dem Ablaichen zu wählen, weil dann bestimmt alle Stadien der Eireifung anzutreffen sind. Bei exotischen Aquarienfischen wird man drei bis vier Wochen nach dem letzten Ablaichen warten, die Laichzeiten unserer heimischen Süßwasserfische findet man in der Fachliteratur verzeichnet. Nach der Laichzeit machen die Eier im Ovarium eine Rückbildung durch, die Dotterkörner verschwinden, es bilden sich Hohlräume und man findet fast nur die ersten Stadien der Eibildung vor. — Das möglichst lebensfrisch entnommene Organ wird zum Zwecke der histologischen Untersuchung am besten in Bouinschem oder Zenkerschem Fixiergemisch fixiert. Auch die meisten Sublimatgemische geben gute Resultate. Die Einbettung kann in Paraffin erfolgen. Die klarsten mikroskopischen Bilder erhält man bei Färbung der 10 μ dicken Mikrotomschnitte mittels Eisenhämatoxylin und Eosin oder mittels des Triacidgemisches nach Biondi, auch Safranin-Gentianaviolett-Orange G ist geeignet. Nähere Angaben über die Einbettung, Schnittherstellung und Färbung findet man in Stehli, Mikrotomtechnik und in Romeis, Taschenbuch der mikroskopischen Technik.

Nach diesem kurzen Überblick über den normalen histologischen Bau des Eierstocks der Knochenfische kann nun zur Schilderung des interessanten Erkrankungsfalles übergegangen werden. — Ein hiesiger Aquarianer

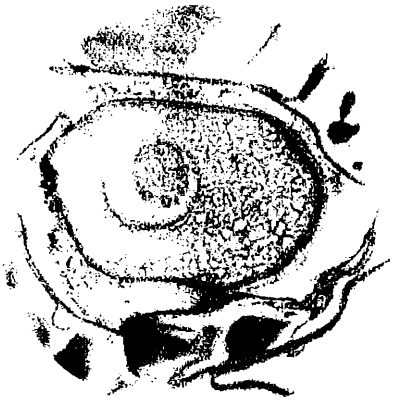


Abb. 2. Eierstocksei, reif. 80f. vergr. Klemm phot.

pflegte ein Makropodenweibchen, (*Macropodus opercularis* L., Großflosser oder Paradiesfisch, Labyrinthfisch aus Ostasien), das schon seit längerer Zeit eigenartige Abweichungen (Anomalien) in der Hautfärbung zeigte. Die vordere Körperhälfte verlor im

Verlauf einiger Wochen fast alles Pigment, so daß das Tier dort beinahe weiß erschien im Gegensatz zu der dunklen Färbung der rückwärtigen Körperhälfte. Auch sonst machten sich Anzeichen einer schweren Erkrankung durch unsicheres Schwimmen, Verweigerung der Nahrungsaufnahme und durch eine starke Auftreibung des Leibes bemerkbar. Allmählich trat dann wieder die normale Pigmentierung der Haut ein, doch ging der allgemeine Kräfteverfall jetzt so rasch vor sich, daß der Fisch bald erlag. Die sofort nach dem Tode vorgenommene Untersuchung ergab außer der schon erwähnten Leibesauftreibung äußerlich keine Besonderheiten. Die Pigmentierung war wieder ganz normal, die Länge des Fisches betrug 54 mm, von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzwurzel gemessen. Die Flossen zeigten Verletzungen durch das stark behinderte Schwimmvermögen. Nach Eröffnung der Leibeshöhle fiel gleich der ungewöhnlich stark vergrößerte linke

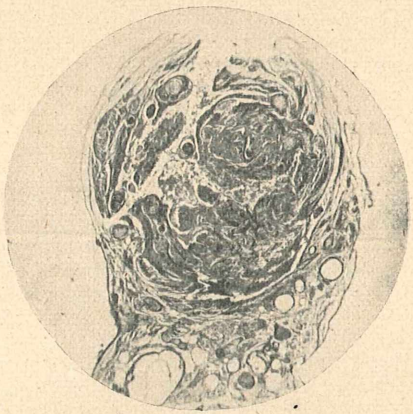


Abb. 3. Vorderes Endstück des erkrankten Ovariums mit Muskelgeschwulst (Myom), längs. 13f. vergr. Klemm phot.

Eierstock auf. Er hatte die Baucheingeweide stark nach unten und vorn verdrängt. Seine Farbe war blaßrot, die Länge betrug 15 mm, die Breite 8 mm, der gesunde rechtsseitige Eierstock dagegen maß nur 11 zu 6 mm. Auch die äußere Form hatte insofern eine Änderung erfahren, als die beiden angeschwollenen Enden des erkrankten Eierstocks durch ein schmäleres Mittelstück verbunden waren. Das erkrankte Organ wurde der Länge nach durchschnitten. Sein nach vorn zu liegendes Endstück bildete eine zähe, kompakte Masse, das entgegengesetzte, caudale Endstück wies dagegen einen großen und mehrere kleine Hohlräume auf, die mit glasigen, weichen Massen erfüllt waren. Der größte Hohlraum hatte eine Länge von 5 und eine Breite von 3 mm. Zur mikroskopischen Untersuchung wurde sowohl der krankhaft veränderte, wie auch der gesunde Eierstock in dem Fixiergemisch nach Gieson (Sublimat, Salpetersäure, Alkohol, Eisessig) fixiert und nach Einbettung in Paraffin mittels des Kosmos-Mikrotoms in 10 μ dicke Längsschnitte zerlegt. Die nach der oben angeführten Methode gefärbten Schnittserien gaben nun hinreichend Aufschluß über die Beschaffenheit der interessanten histologischen Veränderungen, wobei besonders durch Vergleich mit dem vom gleichen Tier stammenden normalen und gesunden Organ die tiefgreifenden Gewebsumbildungen deutlich erkennbar wurden.

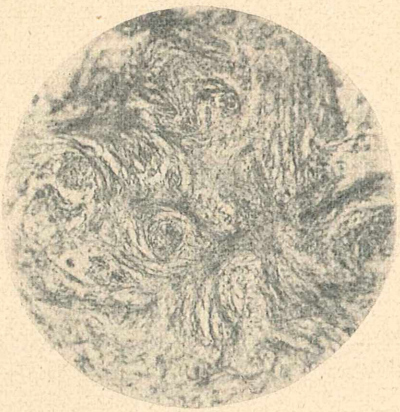


Abb. 4. Ein Teil des Myoms von Abb. 3 bei 100f. Vergr., quer. Klemm phot.

Bei einem Überblick mit schwacher Vergrößerung (Abb. 3) fiel gleich das histologisch ganz verschiedenartige Bild der vorderen Spitze des erkrankten Eierstockes im Gegensatz zum zystisch entarteten hinteren Ende auf. Bei Anwendung stärkerer Vergrößerung sah man im nach vorn zu gelegenen Teil eine scharf gegen ihre Umgebung abgegrenzte, derbe Geschwulst von annähernd kreisrundem Querschnitt (s. Abb. 4). Sie war aus sich mehrfach durchkreuzenden Bündeln von glatten Muskelfasern zusammen-

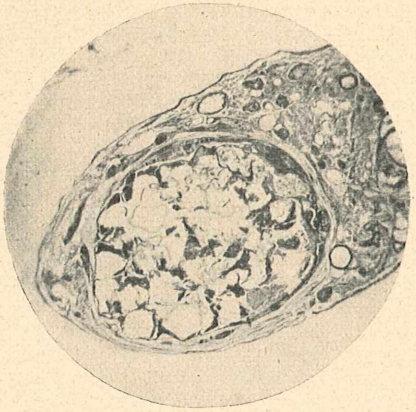


Abb. 5. Hinteres Endstück des erkrankten Ovariums mit großer Zyste, längs. 13f. vergr. Klemm phot.

gesetzt. Diese zeigten eine recht regelmäßige Anordnung und ihre länglichen Kerne lagen parallel zu einander in ziemlich gleichen Abständen. An Stellen, wo der Schnitt das sich vielfach durchkreuzende Muskelgewebe quer getroffen hatte, traten die dort liegenden Zellkerne als runde Scheibchen in Erscheinung.

Neben den Muskelzügen fanden sich auch einzelne Streifen von Bindegewebe, das von dem wegen seines Kernreichtums dunkleren Muskelgewebe deutlich zu unterscheiden war. Sehr anschaulich wurde die Verteilung dieser beiden Gewebsarten in

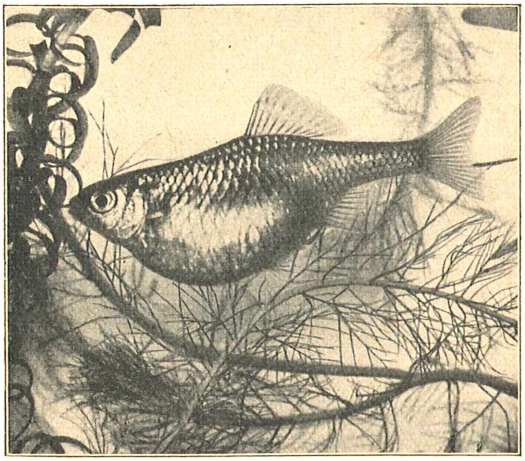


Abb. 6. Bitterlingsweibchen mit Eierstockzyste. (Nach Roth)

Schnitten, die nach den Methoden von Mallory oder von Gieson gefärbt waren. Die erste Färbungsart läßt kollagenes und retikuläres Bindegewebe rein blau, Muskelzellen aber rotbraun hervortreten. Nach dem Verfahren von van Gieson färbt sich Bindegewebe leuchtend rot, Muskelfasern aber gelb bis bräunlich. Beide Methoden geben also klaren Aufschluß darüber, mit welcher der beiden Gewebsarten man es zu tun hat.

Auf Grund dieses eindeutigen Befunds könnte man also die hier vorgefundene Geschwulst als ein Myom bezeichnen.

Die schon erwähnte große Zyste im rückwärtigen Teil des Ovariums (Abb. 5) war wohl durch Zusammenfließen mehrerer reifer Eifollikel entstanden, denn man konnte noch deutliche Gewebsreste einzelner Eifollikel darin unterscheiden. Der ganze Hohlraum enthielt neben den Resten der Follikel mehrfach Schollen einer kolloiden Masse, die sich Farbstoffen gegenüber oxyphil verhielt. Die streifige Struktur dieser Masse dürfte durch die Einwirkung des Fixiermittels bei seinem allmählichen Vordringen nach innen entstanden sein. In der Umgebung dieser großen Zyste fanden sich noch mehrere kleinere Hohlräume, teils leer, teils von der gleichen kolloiden Masse erfüllt, auch einzelne unreife Eier lagen im Stroma eingebettet. Dieses selbst zeigte normale Beschaffenheit.

Besonders interessant an dem vorliegenden Falle ist der Umstand, daß an dem gleichen Organ zwei ganz verschiedenartige Krankheitserscheinungen zu gleicher Zeit auftraten. Es läßt sich wohl kaum mit Sicherheit feststellen, welche der beiden Veränderungen die primäre war oder ob beide sich gleichzeitig herausgebildet hatten. Jedenfalls lag hier ein besonders merkwürdiges Krankheitsbild vor. Ob der auffallende Pigmentschwund des Fisches mit der gestörten, inneren Sekretion des Eierstockes in Zusammenhang zu bringen ist oder ob dafür andere Ursachen maßgebend waren, wird sich schwerlich entscheiden lassen.

Über die Entstehungsursache der Eierstockzyste bei Fischen herrscht noch keine völlige Klarheit. In manchen Fällen mag wohl eine Laichverhaltung, bedingt durch ungünstige äußere Umstände, wie Fehlen geeigneter Laichplätze, falsche Ernährung, zu niedrige oder auch zu hohe Wassertemperatur, den Anstoß zu einer zystischen Entartung des Eierstocks bilden. Sicher handelt es sich aber oft auch um eine echte Geschwulstbildung, wie sie auch beim Menschen vorkommt. Und das letztere kann man bei dem geschilderten Fall wohl mit ziemlicher Sicherheit annehmen, da die Entstehung der Muskelgeschwulst wohl kaum durch Einwirkung äußerer Schädigungen zu erklären ist.

Zu erwähnen wäre noch, daß alle übrigen Organe, wie auch die Körpermuskulatur und das Nervensystem des Tieres, keine erkennbaren Abweichungen im histologischen Aufbau erkennen ließen.

In der Literatur findet man die zystische Entartung des Eierstockes bei Fischen öfters beschrieben. Benecke erwähnt diese Erkrankung bei einer Karausche, Seligo beim Karpfen, Roth bringt in seinem Buche: „Die Krankheiten der Aquarienfische" die Abbildung und Beschreibung einer hochgradigen Eierstockzyste beim Bitterling (siehe Abb. 6). In Hofers Handbuch der Fischkrankheiten und in Plehns Praktikum der Fischkrankheiten werden mehrere derartige Fälle dargestellt. Besonders eigentümlich ist ein Fall von vielfacher Zystenbildung bei einer Forelle, wie ihn Plehn abbildet (s. Abb. 7).

Myome bei Fischen sind schon seltener in der Literatur zu finden. Plehn schildert ein bösartiges Myom in der Rumpfmuskulatur einer Laube und ein Myom im Magen einer Regenbogenforelle. Bei sehr alten Tieren aus der Familie der Karpfenartigen (Cypriniden)

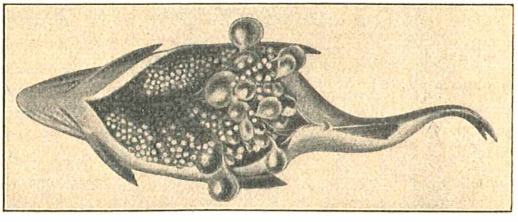


Abb. 7. Forelle mit vielfachen Eierstockzysten. (Nach Plehn)

kommt es manchmal zur Verhärtung des Eierstockes. Dabei handelt es sich um eine bindegewebige Entartung, die anfangs nur stellenweise das Organ durchsetzt, später aber das ganze Ovarium in eine derbe Geschwulst verwandelt.

Es bot sich mir schon öfter Gelegenheit, eine Entartung des Eierstockes bei Aquarienfischen zu beobachten. Besonders die lebendgebärenden Zehnkärpflinge neigen im Aquarium zu solchen Erkrankungen, weil bei der Fütterung und der naturgemäßen Pflege oft arg gefehlt wird. Doch zeigte keiner der anderen vorgekommenen Fälle ein derart ungewöhnliches Bild, wie der geschilderte.

Literatur.

Hofer, Handbuch der Fischkrankheiten.
Krause, Mikroskop. Anatomie der Wirbeltiere.
Mulsow, Über zwei Fälle von Ovarialzysten bei Fischen, Allgem. Fischereiztg. 1911.
Plehn, Praktikum der Fischkrankheiten.
Plehn, Über Geschwülste bei Kaltblütern, Ztschr. f. Krebsforschung 1906.
— Über einige bei Fischen beobachtete Geschwülste, Berichte d. Biol. Versuchsstat. f. Fischerei in München 1909.
— Über Geschwülste bei Kaltblütern, Wiener Klin. Wochenschr. 1912.
— Über Geschwülste bei Kaltblütern, Sitz-.Ber. d. Ges. f. Morphologie u. Physiologie, München 1920.
Romeis, Taschenbuch d. mikroskop. Technik.
Roth, Die Krankheiten der Aquarienfische.
Schmey, Neubildungen bei Fischen, Frankfurt, Zeitschr. f. Pathologie 1911.
Stehli, Mikrotom und Mikrotomtechnik.
Blätter f. Aquarien- u. Terrarienkunde 1908, Nr. 47—51.

Form und Zweck der Pflanzenhaare

Von Dr. **Elise Hofmann,** Wien

Schon mit dem freien Auge bemerkt man an Blättern, Stengeln und Blüten vieler Pflanzen eine rauhe Oberfläche, bald von samtartigem Aussehen, bald wieder borstig oder filzartig.

So erscheint z. B. spinnwebwollig die Unterseite des Huflattichblattes (*Tussilago farfara*), weißglänzend durch den dichten Filzbelag der Unterseite das Blatt der Silberpappel (*Populus alba*), im rauhhaarigen Kleide der Beinwell (*Symphytum officinale*), der mit seinen Verwandten die Familie der Rauhblattgewächse (Boragineen) bildet, so benannt nach der charakteristischen Eigenschaft der Behaarung.

Bei den meisten Pflanzen lehrt schon der bloße Anblick, daß es sich hier um feine Haare handelt, die als eigenartige Gebilde aus dem Oberhautgewebe der verschiedenen Pflanzenorgane hervorragen. Diese zelligen Elemente der Epidermis nennt die Pflanzenanatomie Trichome. Erst das Mikroskop aber läßt ihren feingliedrigen Bau, sowie ihre reiche Formenfülle erkennen und lehrt die weite Verbreitung der Haarbildungen in der Pflanzenwelt, nicht nur der engeren Heimat, sondern auch an den Kämmen der Hochgebirge, in den Steppen und Wüsten, ebenso wie im mediterranen Florengebiete.

Auf den steilen Felsenwänden der Hochalpen prangt das Edelweiß (*Gnaphalium leontopodium*) in seinem Filzkleid. Sehen wir uns das grau erscheinende Laubblatt oder das die Blumenkrone (Korolle) vortäuschende weißfilzige Hochblatt im Mikroskop an. Wir spannen zu diesem Zwecke das Blatt über den Zeigefinger der linken Hand und ritzen mit dem Rasiermesser die Oberhaut des Blattes ein, fassen das abstehende Ende mit der Pinzette und ziehen ein winziges Stückchen der Oberhaut ab. Der dichte Haarfilz erschwert ein wenig dieses Beginnen und es empfiehlt sich daher, vorher ein paar Haare mit der Pinzette abzureißen.

Im Mikroskop sehen wir ein Gewirr lufterfüllter, dicht verwobener Haare, die die Oberhaut so vollständig verdecken, daß die Oberhautzellen kaum sichtbar werden. In diesem Haargewirr hält sich auch sehr viel Luft, die sich zwischen Objektträger und Deckglas im Wassertropfen in Form unerwünschter Luftblasen zeigt. Gelindes Erwärmen über einer Flamme vertreibt diese Luftblasen. Bei genauer Betrachtung erscheinen die Haare als aus meist 4—5 schmalen länglichen Zellen aufgebaut, die völlig saftlos und nur von Luft erfüllt sind. Um den Bau des einzelnen Haares gut verfolgen zu können, genügt es auch, einige wenige, mit der Pinzette abgerissene Haare zu mikroskopieren. Man legt sie zu diesem Zweck in den Wassertropfen zwischen Objektträger und Deckglas und hat so ein „Zupfpräparat" hergestellt.

Ein treffliches Bild des überaus dichten Haarwuchses an den weißen Hochblättern des Edelweißes zeigt uns ein Querschnitt durch das Blatt. Man klemmt das Blatt zwischen Kork oder Hollundermark, um während des Schneidens eine größere Führungsfläche zu bekomm n. Für solche Blattquerschnitte, die schon einige Geschicklichkeit erfordern, eignet sich nur ein sehr scharfes Rasiermesser, das man rasch und leicht über die Schnittfläche hinzieht, ohne dabei zu drücken. Die schönsten und besten Querschnitte ergeben sich freilich nur mit Hilfe des Mikrotoms, das aber eine Härtung des Präparates im Wege einer sorgfältigen Vorbehandlung nötig macht.

Diese drei Präparate, von denen das Zupfpräparat am leichtesten herzustellen ist, geben uns nun Aufschluß über die Natur des Filzbelages vom Edelweiß. Dieser besteht aus schlanken mehrzelligen, lufterfüllten Wollhaaren (Abb. 1a). Sie stehen an den die kleinen, unscheinbaren Korbblüten umgebenden Hochblättern noch viel dichter, als an den Laubblättern. Lufterfüllte Zellen oder Bläschen anorganischer Gebilde erscheinen in ihrer Auf- oder Nebeneinanderreihung infolge des Lichtstrahlenganges weiß. Daher prangen die Hochblätter in filzigem Weiß,

© Elsevier, Urheberrechtlich geschützt. http://www.elsevier.de/

indes die Laubblätter grau angehaucht aussehen, da hier die Wollhaare nicht so dicht stehen. So erhalten die kleinen Korbblüten des Edelweißes eine wirkungsvolle Folie, die dem Insektenbesuch sehr günstig ist.

Doch noch einen anderen Wert hat der feine Haarfilz. Er legt sich wie eine leichte Hülle über die Oberhaut der Blätter und deckt auf diese Weise die Spaltöffnungen, die

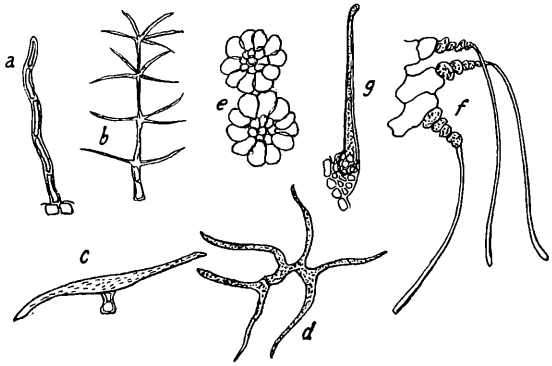


Abb. 1. *a* = Haar vom Edelweiß (*Gnaphalium leontopodium*). *b* = Haar der Königskerze (*Verbascum thapsiforme*). *c* = Haar vom Blatt des Goldlacks (*Cheiranthus cheiri*). *d* = Haar vom Blatt der Levkoje (*Matthiola annua*). *e* = Schülfer vom Blatte der Ananas (*Ananas sativa*). *f* = Haar vom Blatte der Schafgarbe (*Achillea millefolium*). *g* = Brennhaar der Nessel (*Urtica dioica*)

Transpirationsorgane der Pflanze. Zwischen Wollhaaren und Oberhautzellen entsteht so ein wasserdunstgesättigter Raum, der nur ein sehr langsames Verdunsten des Wassers ermöglicht. Da der steinige Standort dem Edelweiß nur kärgliche Wassermengen zuführt, hat dieses durch den weißen Haarfilz die Möglichkeit, den Wasserverbrauch auf ein Minimum herabzusetzen. Wie fein die Pflanze auf ihre Lebensfaktoren reagiert, erhellt die Tatsache, daß das ins Tal verpflanzte Edelweiß allmählich den leuchtenden Haarfilz einbüßt und „grün" wird, weil der neue Standort im Tal der Pflanze eine weit größere Wasserzufuhr ermöglicht und als eine Folge davon der Haarfilz immer schütterer wird.

Auch die Edelraute (*Artemisia Muttelina*), das filzige Felsenblümchen (*Draba tomentosa*) der Alpen und v. a. tragen ihr seidenes oder filziges Haarkleid, indes die leuchtend roten Blütenkelche und die Unterseite der Laubblätter der Alpenrosen (*Rhododendron hirsutum*) zottige braune Härchen aufweisen. Nicht nur in den Alpen, auch auf den Kämmen der Sierra Nevada, in den Hochgebirgen Griechenlands, in den Pyrenäen, Abruzzen, Karpathen, im Kaukasus und Himalaja finden wir an den besonnten und dem Winde ausgesetzten Stellen der Felsgehänge Pflanzen in Seide oder Wolle gehüllt.

Aus dem gleichen Grunde haben auch die Pflanzen der Mittelmeerküsten, Bäume und Sträucher, durch Behaarung grau erscheinendes Laub, das der Landschaft eine charakteristische Note verleiht.

Von den Mediterranpflanzen ist das Oleanderblatt (*Nerium oleander*) durch die Verteilung der Haare besonders bemerkenswert. Ein Oberhautpräparat der Blattunterseite, auf die gleiche Weise wie beim Edelweiß hergestellt, zeigt besonders entlang der Gefäßbündel kreisrunde Höhlen, von deren Rändern längliche, schmale, spitze Haare so dicht gegen das Höhleninnere ragen, daß man nicht bis auf den Grund dieser kleinen Höhle in der Oberhaut sehen kann. Entfernt man aber diese Haare und stellt man mit der Mikrometerschraube tiefer ein, dann sieht man hier die Spaltöffnungen gruppiert. Besonders deutlich zeigt dies ein Blattquerschnitt. Also auch hier wieder eine Schutzvorrichtung gegen zu starke Verdunstung (Transpiration). Durch die Höhlung wird mit Hilfe einer bedeutend geringeren Anzahl von Haaren wieder der notwendige dunstgesättigte Raum hergestellt. Die Pflanze bildet hier eine andere und einfachere Form des Transpirationsschutzes aus, als der felsige Standort in den Alpen.

Auch in den Wüsten und Steppen findet man viele behaarte Pflanzen, wie in den ägyptisch-arabischen Wüsten, in Südrußland, Ungarn, in den Hochsteppen von Iran, denn auch hier muß die Pflanze überall mit dem Wasservorrat sehr haushälterisch umgehen.

Doch hat das Haarkleid der Pflanze häufig noch einen anderen Zweck als nur den der Herabminderung der Verdunstung. Ein Beispiel dafür bieten zahlreiche Arten der Gattung Königskerze, so *Verbascum thapsiforme*. Ein mikroskopisches Präparat der Oberhaut der Blattunterseite zeigt einen flockigen Überzug vielzelliger Haare. Die Zellen sind an einer Längsachse in einzelnen Abständen quirlartig angeordnet (Abb. 1 b). Diese Haare lösen sich nun überaus leicht los, wovon man sich überzeugen kann, wenn man das Blatt oder Blütenblatt fest durch die Finger zieht. Wenn nun Tiere diese Pflanzen abweiden, bleiben die sich leicht loslösenden Haare in den Schleimhautfalten des Maules zurück und verursachen lästiges Jucken, so daß sie von den Tieren dann stets gemieden werden. So kann das Haarkleid auch einen Schutz gegen Tierfraß darstellen.

In ähnlicher Weise wirken wohl auch die Stechborsten des Natternkopfes (*Echium vulgare*), die über die Oberhaut des Stengels und der Blätter verstreut erscheinen. Ein mikroskopisches Präparat der Stengeloberhaut ist noch leichter herzustellen als ein solches der Blattoberhaut, da der Stengel stets eine gewisse Festigkeit aufweist und man ein kurzes Stengelstück nur mit dem Messer zu ritzen braucht, um dann das abstehende Ende der Oberhaut mit der Pinzette abzuziehen.

Wie wehrhaft die Blätter des Riedgrases (*Carex stricta*) sind, zeigt uns im Mikroskop ein Oberhautpräparat ganz vom Rande des Blattes. Mit einiger Geschicklichkeit gelingt es, die Oberhaut von einer Blattseite über den Rand gegen die andere Blattseite abzuziehen. Einzelne Oberhautzellen sind hakig vorragend mit ziemlich starker Spitze. Dadurch wird der Rand scharf

und schneidend. Auch echte Gräser, wie z. B. der Schwingel (*Festuca arundinacea*) besitzen solche Widerhaken an ihrem Blattrand.

Besonders klar tritt der Zweck des Schutzes gegen Tierfraß bei den Brennhaaren der Brennessel (*Urtica dioica*) hervor. Solche finden sich reichlich über die Blattoberhaut verstreut und erscheinen im Mikroskop als einzellige Haare von ziemlicher Länge. Sie sitzen mit ihrer keulenförmigen Erweiterung einem förmlichen Sockel von Oberhautzellen auf, die über die Epidermis hervorragen (Abb. 1g). An der Spitze ist das Haar geknickt und endet in einem kugeligen Köpfchen. Dieses bricht bei geringster Berührung in schräger Ebene ab, da die Zellwand an der Haarspitze durch eingelagerte Kalk- oder Kieselverbindungen hart und spröde ist, während die Zellwand der Haarbasis weich und biegsam bleibt, daher elastisch ist und bei dem Berührungsdruck wie ein Gummiball wirkt. Durch den Druck der Berührung wird der harte obere Haarteil fest auf die weiche Basis aufgedrückt und das in der Haarzelle enthaltene Gift durch die feine Öffnung an der Haarspitze in die Wunde gespritzt. Lange Zeit hielt man den Inhalt der Brennhaare für Ameisensäure, heute glaubt man ihn aber mit giftigen Eiweißkörpern identifizieren zu können, die noch in minimaler Menge Reiz- bezw. Giftwirkungen im tierischen Organismus auszulösen vermögen. Besonderes Interesse verdient die Tatsache, daß von Brennesseln, die in großer Fläche kultiviert wurden, wie dies in Kriegszeiten geschah, um die feine seidenglänzende Bastfaser des Stengels für Textilzwecke zu gewinnen, nur die an den Rändern der Kultur wachsenden Exemplare ihre Brennhaare entwickelten, während den innen im dichten Bestande lebenden Nesseln solche Haare fehlten.[1]) Ein Beispiel dafür, wie sich die Pflanze im dichten Bestande einer Kultur anders entwickelt und neuen Lebensbedingungen anpaßt.

Unsere heimischen Brennesseln sind in bezug auf die Wirkung ihrer Brennhaare noch ganz harmlos im Vergleich zu ihren tropischen Verwandten, deren Brennhaare schwere Haut- und Nervenerkrankungen, ja sogar durch ihre Giftwirkung, wie die Haare der *Urtica urentissima* der Insel Timor, den Tod hervorrufen können. Die Giftigkeit dieser Brennhaare erinnert an die Wirkung des Schlangenbisses, wie überhaupt Brennhaare und Giftzähne einer gewissen Analogie nicht entraten.

Ähnliche Wirkungen wie die Brennhaare der einheimischen Nessel rufen die Drüsenhaare der bekannten Zimmerpflanzen *Primula obconica* und *Pr. sinensis* bei manchen Menschen hervor. Diese Drüsenhaare sind über die Blattoberhaut ziemlich dicht aneinanderstehend verstreut und lassen sich mit der Oberhaut leicht abziehen. Sie erscheinen im Mikroskop als mehrzellige Haare mit kugeliger Endzelle (Abb. 2h), welche die gelbliche Giftmasse abscheidet. Diese ruft bei Menschen, die dagegen eine Idiosynkrasie haben, d. h. gegen dieses Gift überempfindlich sind, Hautausschläge, ja sogar oft sehr heftige Entzündungen hervor, sobald Gifttröpfchen, die an den weichen Drüsenhaaren der Pflanze herabträufeln, auf die Haut des Menschen kommen.

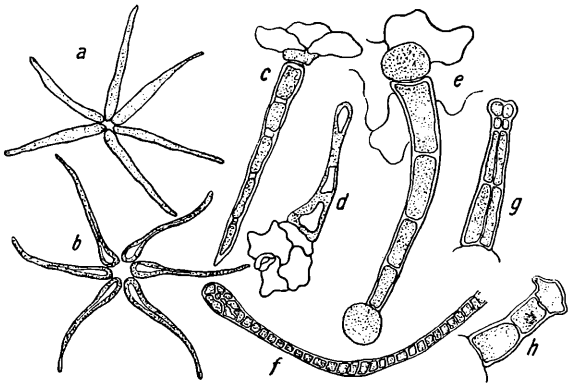


Abb. 2. *a* Haar der Malve (Käsepappel) (*Malva alcea*). *b* = Haar vom Blatt der Königskerze (*Verbascum phlomoides*). *c* = Haar vom Blatt der Brunelle (*Brunella grandiflora*). *d* = Haar vom Blatt des Löwenmaules (*Antirrhinum majus*). *e* = Haar vom Blatt der Nestwurz (*Neottia nidus avis*). *f* = Haar von der Kürbisblüte (*Cucurbita pepo*). *g* = Haar von der Hauswurz (*Sempervivum tectorum*). *h* = Drüsenhaar der Aurikel (*Primula sinensis*)

Die Drüsenhaare an den grundständigen Blattrosetten unseres in Gebirgen vorkommenden Fettkrautes (*Pinguicula alpina*) scheiden winzige Mengen eiweißverdauender Fermente aus, die der Pflanze das Verdauen kleiner Insektenkörper ermöglichen und sie so in die Reihe der insektenfressenden Pflanzen stellen. Auch bei den ausländischen Vertretern dieser interessanten biologischen Gruppe, wie bei der Venusfliegenfalle (*Dionaea muscipula*), bei den Kannenpflanzen (*Nepenthes*-Arten) sind es Drüsenhaare der Blätter, welche die eiweißverdauenden Säfte abscheiden.

Während hier die Haare auf Verdauung tierischen Eiweißes eingerichtet sind, gibt es am Rande unserer Äcker zierliche blau- und rotblütige Pflänzchen, die zarte Safthaare ausbilden und sie den besuchenden Insekten als willkommene Nahrung an Stelle von Honig kredenzen. Es sind die Gauchheilarten (*Anagallis arvensis* und *A. caerulea*). Sie besitzen an ihren Staubfäden zahlreiche Haare, die von Insekten während ihres Blütenbesuches ausgesaugt oder abgefressen werden. Die Betrachtung des Staubfadens mit der Lupe zeigt schon diese Safthaare, die man auch an den Staubfäden der Königskerze, wie an denen der als Zimmerpflanze beliebten *Tradescantia*-Arten findet.

Auch für die Verbreitung der Pflanzen sind Haarbildungen wichtig. Denken wir an die Schließfrüchtchen des Löwenzahnes (*Taraxacum officinale*) mit ihren als Fallschirm wirken-

[1]) Diese Mitteilung verdanke ich Herrn Hofrat Professor Josef Häusler, Wien, der diese Erfahrung an den von ihm durchgeführten Nesselkulturen machte.

den, zierlichen Haarschöpfen, in die sich der Wind verfängt und sie weit vom Standorte der Mutterpflanze verweht, oder an unsere heimische Liane, die Waldrebe (*Clematis vitalba*), deren Früchtchen mit zierlicher Feder versehen, den Flug ins Weite antreten. Diese Haarfeder entwickelt sich nach dem Verblühen aus dem Griffel. Die Samen von Pappeln und Weiden tragen an ihrer Basis feine Haarbüschel zu dem gleichen Zwecke, ebenso die Fruchtstielchen des Rohrkolbens (*Typha* sp.), einer Zierde seichter Gewässer. Lustig fliegen die Haarflocken mit den kleinen Früchtchen der Waldanemone (*Anemone silvestris*) durch die Lüfte. Öffnet sich die Kapsel der Schlangenwurz (*Cynanchum vincetoxium*), dann glänzen uns die Seidenhaare der Samen entgegen. Ausländische Verwandte (Asclepiadeen) dieser Pflanze besitzen besonders schöne Seidenhaare, so daß man versuchte, sie als vegetabilische Seide verwerten zu können, doch erweisen sich die Haare als zu brüchig und lassen sich daher nicht verspinnen. Auf feuchten Wiesen erfreuen uns die duftigen Seidenflocken des Wollgrases (*Eriophorum* sp.), bestimmt, mit den Früchtchen von dannen zu ziehen, gleichwie das Federgras oder Frauenhaar (*Stipa pennata*) mit langer, seidig behaarter Granne die seinen in die Fremde schickt.

Wie bedeutungsvoll auch diese Haarbildungen für den Menschen sind, zeigt uns die Kapsel der Baumwollarten (*Gossypium*), aus der nach der Samenreife die weißen Samenhaare hervorquellen, die ob ihrer Länge und Dauerhaftigkeit sich der Mensch als Textilfaser nutzbar machte. Wehe, wenn um die Zeit des Aufspringens der Kapseln Winde die Samenhaare mitreißen, die Baumwollernte ist dann gefährdet, großer wirtschaftlicher Schaden die Folge.

Im Mikroskop erscheinen die Baumwollhaare, die man beispielsweise als Gewebselemente aus einem Restchen Chiffon mit der Pinzette herauszieht, flach mit etwas aufgewulstetem Rande und mehrmals gedreht. Die Spitze des Haares ist kegelig, spatelförmig oder kolbig verdickt, oft bei den Haaren derselben Sorte verschieden gestaltet. Um diese Haarspitze zu sehen, müßte man die Haare einer Baumwollkapsel selbst entnehmen. Die Basis des Haares ist kegelförmig. Das Haar ist 2½ bis 3 cm lang, die häufigste maximale Breite liegt zwischen 19 bis 38 μ.

Aus diesen wenigen Beispielen läßt sich der mannigfaltige Zweck der Pflanzenhaare erkennen; sie dienen entweder als Schutz vor zu starker Verdunstung oder gegen die Feinde in der Tierwelt, manchmal auch als wärmende Hülle, oder zur Verbreitung von Früchten und Samen durch den Wind, ja einer Gruppe von Pflanzen helfen sie nicht nur die Insekten einfangen, sondern diese durch eiweißlösende Fermente verdauen, ganz gegen die sonst sanfte Art der Pflanzen. Es möge nun noch an einigen Beispielen auf die Formenfülle dieser Pflanzengebilde verwiesen werden.

So finden wir schöne Sternhaare an den Blättern der Käsepappel (*Malva alcea*) und zwar besonders an deren Unterseite (Abb. 2a), etwas anders geformte Sternhaare an Blättern und Blüten der Königskerze (*Verbascum phlomoides*) (Abb. 2b), während die großblättrige Brunelle (*Brunella grandiflora*) an der Blattunterseite vielgliedrige Haare auf rosettiger Basis trägt (Abb. 2c). Anders wieder ist das Haar des großen Löwenmauls (*Antirrhinum majus*) geformt, sichtbar an Blattunterseite und Blütenblatt (Abb. 2d), während die bleiche Nestwurz (*Neottia nidus avis*) an Stengel und Blüten mehrzellige Haare mit kugeligem Köpfchen zeigt, die in gelblicher Farbe schimmern (Abb. 2e). Von besonderer Länge sind die Trichome der Kürbisblüte (*Cucurbita pepo*), vielzellig und schlank, mit mehrzelligem Köpfchen gekrönt (Abb. 2f) und orangefarbig. An die Drüsenhaare der Primel (*Primula* sp.) (Abb. 2h) erinnern die mehrzelligen und in ein Köpfchen endigenden Haare an den Stengeln und Kelchen der Hauswurz (*Sempervivum tectorum*) (Abb. 2g). Auf einigen niedrigen Basalzellen erhebt sich die lange Haarzelle, die man an der Blattunterseite der gemeinen Schafgarbe (*Achillea millefolium*) beobachten kann (Abb. 1 f). Die Oberhaut der Blätter von der Levkoje (*Matthiola annua*) bedecken hufeisenförmige Haare mit zierlichen Abzweigungen (Abb. 1 d). Der nah verwandte Goldlack (*Cheiranthus cheiri*) besitzt, hauptsächlich an seiner Blattunterseite, tauförmige Haare, die in der breiten Mitte von einem kleinen Zellsockel getragen werden (Abb. 1c). Die Blätter der Ananas (*Ananas sativa*) erscheinen dem unbewaffneten Auge kleiig, d. h. wie mit Kleie bestreut. Mit der Pinzette läßt sich dieser Anflug überaus leicht abnehmen. Im Mikroskop gibt er sich als eine Menge von schildartigen Haaren zu erkennen. Auf einem niedrigen Fußgestell in der Mitte gehen Zellenstrahlen radial aus, die wieder miteinander verwachsen (Abb. 1e) und so eine Art Schuppe bilden, die man als Schülfer bezeichnet. Bei silberglänzenden Schülfern erscheinen die Blätter seidengrau, wie bei dem Sanddorn (*Hippophaë*) in den Donauauen, bei glanzlosen Schülfern kleiig, wie bei Ananas und vielen ihrer Verwandten.

Dieser kurze Streifzug durch einen kleinen Ausschnitt der Pflanzenwelt zum Zwecke des Studiums der Haarbildungen oder Trichome, sowie ihrer im Pflanzenleben zu erfüllenden Aufgaben möge jeden Freund des Mikroskops auf Pflanzenoberhäute verweisen, die so reiche Schönheit in ihrem Haarkleide bergen und immer mehr den Gedanken vertiefen helfen, daß keine Pflanze zu unscheinbar oder zu bekannt oder gewöhnlich sein kann, als daß man sie nicht im Mikroskop durchforschen sollte, um sich an ihrem wunderbaren Bau zu erfreuen.

Kleine Mitteilungen

Die Mikrophotographie als graphisches Problem behandelt Petersen in den Verh. der phys.-med. Ges. zu Würzburg, N. F., Bd. LII, S. 45, 1927. Bei der Mikrophotographie handelt es sich auch bei der Wiedergabe farbiger Objekte um eine Schwarz-Weiß-Darstellung, bei der die Bildwirkung ausschließlich durch Abstufungen der Helligkeitswerte bestimmt wird und die Farbe als solche ohne Bedeutung ist. Auch bei der Mikrophotographie wird eine Berücksichtigung der Art, wie ein Graphiker ein bestimmtes Problem lösen würde, oft von Vorteil sein und dazu führen, auf die detaillierte Wiedergabe minder wichtiger Teile zu verzichten und diese nur flächenhaft wiederzugeben. Oft läßt sich durch eine entsprechende Einfachfärbung (z. B. mit Gallein) ein rein graphischer Kontrast erzielen. Das Filter hat in diesem Falle die Komplementärfarbe der angewendeten Farbe, gegen Grün hin, durchzulassen. Grünfilter sind, wenn nicht andere Momente dagegen sprechen, schon deshalb vorzuziehen, weil der Korrektionszustand der meisten Systeme für diese Farbe der beste ist. Als Filter für Gallein wird empfohlen: a) 25 Teile einer konz. Lösung von Pikrinsäure in dest. Wasser, 200 Teile einer 10%igen Lösung von krist. Kupfersulfat in dest. Wasser und 100 Teile dest. Wasser; oder b) eine durch Kochen hergestellte Lösung von 14 g krist. Kupfersulfat, 0,25 g Kaliumbichromat und 4 g Chromalaun in 300 ccm dest. Wasser.

Bei einem bunten Bild (Mehrfachfärbung) müssen die Farbenwerte in Helligkeitswerte umgesetzt werden, doch ergeben sich hier erhöhte Schwierigkeiten wegen der verschiedenen Farbenempfindlichkeit der Netzhaut und der Plattenschicht. Das Rot erscheint dem Auge immer hell, das Blau jedoch dunkel; die photographische Platte hingegen läßt diese Farbenwerte umgekehrt erscheinen. Diesem Nachteil kann durch Anwendung von Lichtfiltern abgeholfen werden. Als Beispiel dient ein Pankreaspräparat, das nach Beizung mit Phosphorwolframsäure mit Gallein und Anilinblau gefärbt wurde. Die Kerne sind dunkelrot, die Bindegewebsfasern satt blau, die sezernierenden Endstücke und Ausführungsgänge erscheinen in blauen Tönen verschiedener Sättigung. Aus dieser blauen Umgebung heben sich die Langerhansschen Inseln hellrot ab, so daß ein schöner Kontrast zustande kommt. Bei der Aufnahme mit einem Grünfilter erscheint das dunkle Blau der sezernierenden Drüsenstücke nicht dunkler als das helle Rot der Inseln, also eine unzulängliche Kontrastwirkung. Ein Orangefilter (eine schwache Lösung von Orange G in dest. Wasser) hingegen ergibt richtige Helligkeitswerte: Die satt roten Kerne bleiben auch hier für die Platte dunkel, das Blau jedoch wird durch die starke Abdeckung der blauen Strahlen dunkel und läßt das Hellrot der Inseln in entsprechender Helligkeit hervortreten. Die gebräuchliche Hämalaun-Eosinfärbung ist im allgemeinen ein recht undankbares Objekt. Bei kräftiger Kernfärbung (besonders mit Eisen- oder Chromhämatoxylin) und gleichzeitiger schwacher Eosinfärbung (letztere fällt bei Eisenhämatoxylin ohnedies meist schwächer aus; d. Ref.) lassen sich bei Anwendung eines Gelbfilters noch entsprechende Helligkeitswerte erzielen; bei kräftiger Eosinfärbung ist jedoch auch hinter einem Orangefilter eine Unterbelichtung der roten Partien nicht zu umgehen und wenn auch das Negativ ein gutes Aussehen besitzt, so sind die Kopien dann doch nicht befriedigend, weil sie meist eine Umkehr der Helligkeitswerte zeigen. Dagegen ergibt Hämalaunfärbung in Verbindung mit Orangefärbung meist Präparate, die sich bei Verwendung eines Gelbfilters gut zur photographischen Wiedergabe eignen. Präparate, die mit Hämatoxylin (am besten Eisenhämatoxylin nach Heidenhain oder Weigert; d. Ref.) und dann mit Pikrofuchsin (nach van Gieson) gefärbt wurden, geben selten befriedigende Resultate, weil in den rot gefärbten Teilen meist jede Struktur fehlt; darin liegt übrigens manchmal auch ein Vorteil, so dann, wenn es sich um eine scharfe Hervorhebung der (rot gefärbten) Bindegewebsfasern handelt. Auch abgeblaßte Präparate (die Fuchsinfärbung geht auch bei sorgfältiger Herstellung der Präparate rasch zurück) zeigen im Photogramm mitunter noch die Kontraste des frischen Präparats.

Dr. R. Baecker, Wien

Gute Abzüge von wenig gelungenen mikrophotographischen Aufnahmen sind am ehesten zu bekommen, wenn — wie K. John in Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 470 bis 471, anregt — nach einer Aufnahme großen Formats (mindestens 13:18) eine Verkleinerung auf ½ oder ⅓ unter Verwendung hart kopierender, hochglänzender Gaslichtpapiere (oder von Diapositiven) vorgenommen wird. —r

Für die **Weiterbehandlung in Zelloidin eingebetteter Schnittserien** macht Olga v. Fischer (Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. 1925. **42**, 171—73) einige Abänderungsvorschläge. Als unterste Schicht wird käufliches Kollodium, das zu 50% mit Ätheralkohol verdünnt worden ist, empfohlen. Bis zur Beschickung des Objektträgers mit den Serienpräparaten wird mit 70% Alkohol bedeckt, der hernach durch Fließpapier zu entfernen ist. Für die zweite Schicht wird eine Lösung aus ⅓ Kollodium und ⅔ 95% Alkohol (durch Kupfersulfat entwässert, außerdem $^1/_{60}$—$^1/_{30}$ des Volumens 95% Alkohol zugesetzt) empfohlen; diese Schicht muß länger als sonst üblich trocknen. Danach aber können die Platten in 80% Alkohol aufbewahrt oder sogleich verarbeitet werden. Für letztere Möglichkeit wird ein Gestell aus Zinkblech mit drei aufklappbaren Wänden zur gleichmäßigen Durchfärbung der Präparate beschrieben. Eine Darstellung der gewöhnlichen Hämalaun-Eosinfärbung und die Hervorhebung des Vorteils, Hunderte von Schnitten schnellstens gleichmäßig zu verarbeiten, beschließen die kleine Abhandlung. Dr. Pfeiffer

© Elsevier GmbH. http://www.elsevier.de/

Versuche über die **Fixierung von Protozoen** führte H. Fortner (Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. 1925, **42**, 129—33) mit 5% Kaliumcyanidlösung KCy aus, die eine ideale Fixierungsflüssigkeit sein würde, wenn nicht die Beizung des Plasmas durch sie unmöglich wäre. Darum wurden bei der Fixierung von Paramaecium- und Colpoda-Arten Zusätze von verschiedenen Lösungen gemacht, von denen gut geeignet erscheinen 1% $PtCl_4$-(Platinchlorid-)Lösung oder — besonders bei Mikrotomverarbeitung — konzentrierte $K_2Cr_2O_7$-(Kaliumdichromat-)Lösung.
Dr. Pfeiffer

Einen einfachen Auswaschapparat z. B. zur Entfernung der Fixierungsflüssigkeiten beschreibt A. Antonow in Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. 1925. **42**, 175—77 (mit Textfig.). Nachdem die Präparate in einen Glastrichter gebracht worden sind, wird dieser an der weiten Öffnung — oder, sofern es sich um sehr kleine Präparate handelt, besser beiderseits — mit Musselingaze überzogen. Das Trichterrohr wird alsdann mit dem Wasserleitungshahne durch einen Schlauch verbunden. Der Vorteil dieser Auswascheinrichtung besteht neben der großen Einfachheit darin, daß die Präparate dann nach geöffnetem Wasserhahne durch den Wasserstrudel fortgesetzt getroffen werden, da durch das von unten eintretende Wasser die Objekte immer von neuem gehoben werden. Soll mit einer andern Flüssigkeit ausgewaschen werden, so läßt sich der Trichter durch einen Schlauch nach Art eines Saughebers mit dem Flüssigkeitsgefäß verbinden. —r

Nach der **Form des plasmolysierten Protoplasten** sucht F. Weber (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. 1925. **42**, 146—56, mit 8 Textfig.) die Zustandsänderungen bei der Kopulationsbereitschaft von Spirogyren (nach seiner begründeten Auffassung: den Viskositätsgrad der Zellen) zu beurteilen. Er gibt gleichzeitig eine Übersicht über die bisher von den Objekten bekannten Plasmolyseformen: konvexe, eckige, Krampf- und Schraubenplasmolyse — und hebt hervor, daß bei Wiederholung seiner vergleichenden Untersuchungen der Verlauf der Plasmolyse vom Beginne an im Mikroskop verfolgt werden muß, und daß die Zeit des Eindringens plasmolysierender Lösungen ebenso wie deren Konzentration genau zu beachten sind. Es scheint zwei Tage vor der Kopulation die Plasmaviskosität erhöht zu werden, um am Tage der Kopulation selbst wieder auf das gewöhnliche Maß abzufallen. Dr. Pfeiffer (Bremen)

Zur **Untersuchung der Lamellensysteme der Knochen** werden unter Ausschluß der sonst gebräuchlichen Schleifmethoden von Hans Petersen in Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop. 1926, **43**, 355—360, ausführliche Vorschriften gegeben. Er empfiehlt Entkalkung durch Einlegen der Knochen in 5% Salzsäure (in 10% Kochsalzlösung), eventuell nach vorheriger Fixierung in Formol-Alkohol o. a. Der Zeitpunkt der Schneidefähigkeit wird durch eingestochene Nadeln erprobt. Sodann erfolgt Auswaschen und Wässern und die Herstellung der Gefrierschnitte (40 bis 50 μ). Die Weiterbehandlung kann verschieden sein: Einschließen in Dammarharz, Färben mit Gallein o. a.; ungefärbte fettfreie (Anwendung von Xylol!) Präparate in 5% Chloralhydratlösung, 10% NaCl (eventl. unter Zusatz von Chloralhydrat, ebenso solchen Zusatz bei 10% $CaCl_2$); Hervorhebung der Knochenfibrillen durch 5% Phosphorwolframsäure (Verfärbung am Licht schadet nicht), eventl. nach 1 Tag Überführung in Chloralhydrat oder auch in Harz, resp. nach Galleinfärbung Übertragung 1 Tag in Phosphorwolframsäure.

Gleichzeitig sei hier auf das von F. Proell (Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikroskop. Anat. 1926, **3**, 461—471; 7 Abb.) beschriebene Verfahren aufmerksam gemacht, das bei der Knochenuntersuchung wertvolle Dienste leisten kann. Es besteht in einer vitalen Anfärbung mit 1% alizarinsulfosaurem Natrium (Grübler), das physiologischer Kochsalzlösung oder Ringerlösung zugesetzt ist und in einer nach dem Körpergewicht (und daraus errechneten Menge der Blutflüssigkeit) bestimmten Menge intramuskulär oder intravenös eingespritzt wird. Dr. H. Pfeiffer (Bremen)

Zum **Nachweis des K in Pflanzenzellen** empfiehlt N. Patschovsky (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1925. **43**, 489—497) alkoholische 96% Pikrinsäurelösung, von der ein Tropfen dem Pflanzenschnitte zugesetzt wird. Die entstehenden Kristallnadeln stellen das Pikrat $C_6H_2(NO_2)_3OK$ dar und können bei verlangsamter Kristallisation (Injektion des Reagens in das Organ) durch dickere Prismen und Mischkristalle ersetzt werden. —r

Als **mikrochemisches Reagens auf Stärke und Aleuron** dient F. Netolitzky (Festschrift A. Tschirch, Leipzig 1926, S. 362—365) das „Alkoholat" aus 1 Teil Ätzkali und 9 Teilen 96% Alkohol, das die Sichtbarmachung der Stärke in Zellen gestattet, auch wenn diese außerdem Fett und Aleuron enthalten (beide werden ohne stärkere Zellwandquellungen gelöst). —r

Die **anatomischen Unterschiede der Licht- und Schattennadeln** von Arten der Gattung Abies untersuchte F. Taubert in Mitteld. Deutsch. Dendrolog. Ges. 1926, S. 206—252. Die Schattennadeln und solche geringen Alters besitzen nur unterseits und in wenigen Reihen Spaltöffnungen, ferner unter der Nadeloberseite gewöhnlich nur eine Schicht Palisadenzellen, außerdem selten oder schwach Wachsausscheidungen; die Verdickungen der äußeren Epidermiswände und der Kutikula sind schwach. Die Lichtnadeln zeigen in diesen Eigentümlichkeiten deutliche Unterschiede. Je nach Alter, Baumhöhe und Belichtungsgrad sind Übergänge festzustellen. Weiter wird die Beständigkeit gegenüber Veränderungen der Umwelt untersucht. — Vgl. auch den Aufsatz über „Der Lebensfaktor Licht im anat. Bau der Pflanzen" in diesem Heft. —r

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, 1. Juni 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de

Die Natur gefällt, reißt an sich, begeistert — nur weil sie Natur ist
A. von Humboldt

Flechten als Zerstörer von Kirchenfenstern

Während die meisten Pflanzenklassen auf gewisse Standortsverhältnisse oder bestimmte Klimate angewiesen sind, fällt bei den Flechten jede Beschränkung fort. Sie werden ja geradezu die ersten „Pioniere der Pflanzenwelt" genannt, weil sie die extremsten Standorte, wo keine andere Pflanzengruppe mehr Fuß fassen kann, mit Vorliebe besiedeln. Auf den höchsten Felsklippen der Gebirge, in den Tundren der Polarländer, wenn sie nur einige Monate schneefrei sind, auf den trockensten Baumrinden — überall finden sich Flechten, oft als letzter Rest des Pflanzenwuchses. Man ist geneigt, anzunehmen, daß es wohl überhaupt kein Substrat zu geben scheint, auf dem die Flechten sich nicht ansiedeln. Auf Knochen, Fayencen, ja sogar auf Glasscherben von Flaschen hat sie Dr. B o u l y in dem Park von Versailles angetroffen, und eine Amerikanerin, Fräulein M e l l o r, konnte kürzlich auf Kirchenfenstern verschiedener französischer Kirchen der Normandie und der Champagne sogar 16 Flechtenarten feststellen. Die prächtigen kostbaren Kirchenfenster waren mit kleinen Löchern dicht besät (s. Abb. 1-5) und ihre Farbe an manchen Stellen völlig blind. In erster Linie konnte Frl. Mellor unter dieser sonderbaren Flechtengesellschaft Pertusarien und Placodien feststellen, die weit regelmäßiger auf Bäumen und Felsen, statt in Kirchen vorkommen.

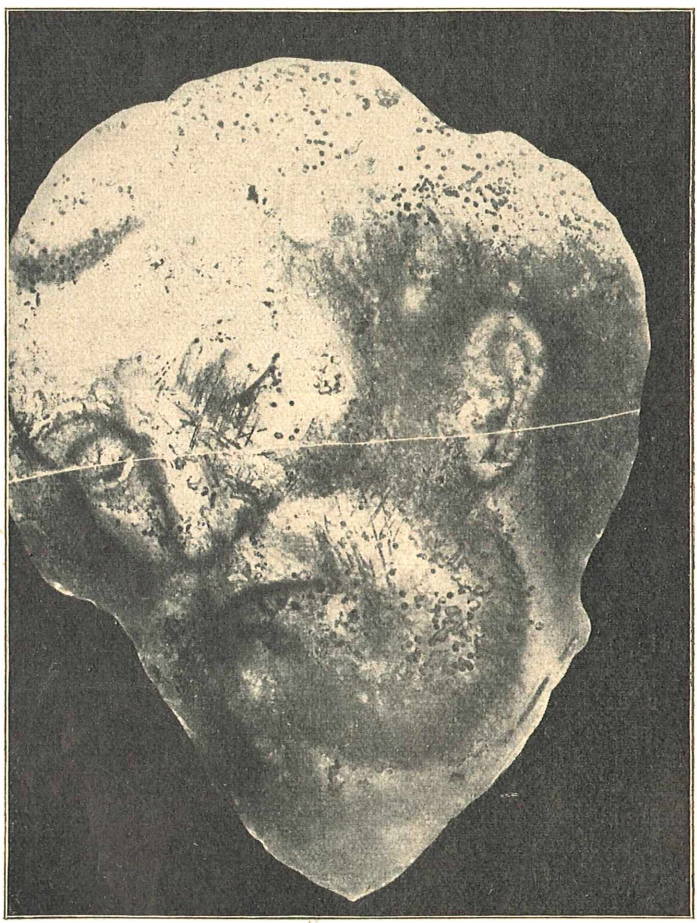


Abb. 1. Kopf aus einem Kirchenfenster vom 16. Jahrhundert. Die Löcher rühren von Flechten her. Boyer phot.

Unter dem Einfluß der Feuchtigkeit der Luft greifen nun diese Flechten die Silikate des Glases an, und die hierbei sich bildenden Basen verwandeln sich, indem sie die Kohlensäure aus der Luft aufnehmen, in Kalzium- und Natriumkarbonate, die das Regenwasser schließlich auflöst und auswäscht. Dieser chemische Vorgang hat aber seinerseits eine mechanische Zerstörung des Glases zur Folge. Die Angriffspunkte dieser Zersetzung, die das Blindwerden der Farben zur Folge hat, sind auf dem Glase deutlich wahrnehmbar.

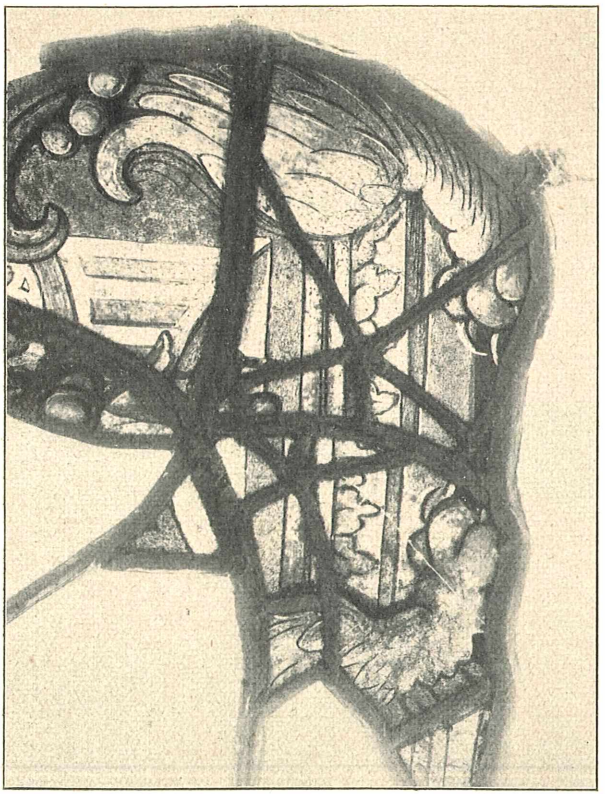


Abb. 2. Eine Stelle aus einem Kirchenfenster, die von Flechten angegriffen ist. Die Teile, die in Gelbweiß gemalt sind, blieben mehr verschont als die andern. Boyer phot.

Frl. Mellor hat nicht nur das blind gewordene Glas eingehend untersucht, sondern außerdem im Mikroskop festgestellt, daß in den Rhizinen, also in den Hyphenbündeln, mit denen der Thallus oder das Lager der Flechte am Substrat verankert ist, sowie in der Basalscheibe selbst genau die gleichen Glassplitterchen abgelagert sind, aus denen das blindgewordene Glas gebildet ist. Daraus konnte Frl. Mellor mit Recht schliessen, daß das angegriffene Glas infolge des Auswaschens der bereits erwähnten Karbonate in seinem Gefüge mechanisch gelockert worden ist. Auf den verdorbenen Kirchenfenstern hat Frl. Mellor vor allem *Xanthoria parietina* (wohl die gemeinste Flechte an Rinden, Brettern, Mauern, Ziegeln, Leder, Knochen, Eisen und Glas), ferner *Placodium murorum* und *Pertusaria leucosera* ermittelt. Von dieser letzten Art enthielten 0,8 mm dicke Schnitte zahlreiche Glassplitter (Blättchen und Scheibchen) im Gewebe abgelagert. Gerade diese Schnitte legen aber Zeugnis ab für eine mechanische Abtragung der Oberfläche des Glases durch die Flechten, und zwar um so deutlicher, als diese Korrosion des Glases zuerst an solchen Stellen erschien, an denen die Flechten am dichtesten auf dem Fenster stehen.

Herr A d. D a v y hat diese Befunde von Frl. Mellor durch seine Untersuchungen an Kirchenfenstern im Departement Mayenne nicht nur bestätigt, sondern bei dieser Gelegenheit sogar noch eine neue Art dieser pflanzlichen Schädlinge entdeckt und schließlich noch festgestellt, daß diese Zerstörung des Glases durch die Flechten weder von dem Alter noch von der Farbe der Fenster abhängt, daß aber andererseits gewisse Farben, wie Grau und Gelbweiß, oft das Glas vor jedweder Beschädigung zu schützen vermögen.

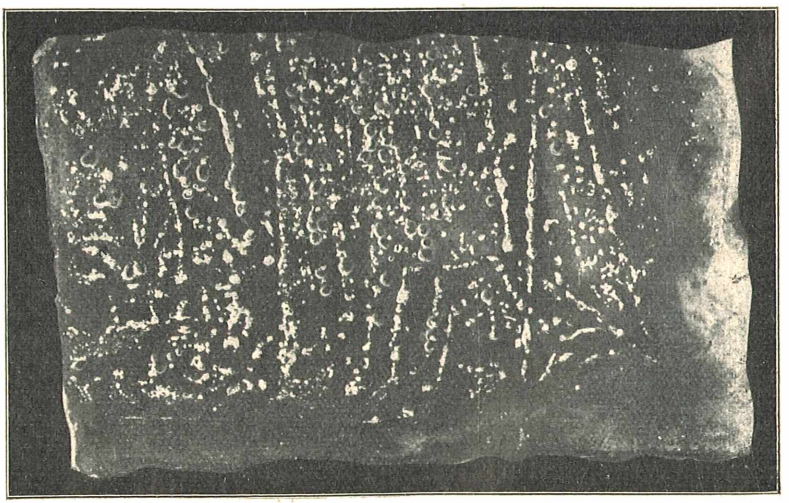


Abb. 3. Teil eines Kirchenfensters, das mit Flechten übersät ist. Nur die in Gelbweiß gemalten Stellen blieben verschont. Boyer phot.



Abb. 4. Beginn einer Beschädigung durch Flechten an einem Kirchenfenster aus dem Mittelalter. Boyer phot.

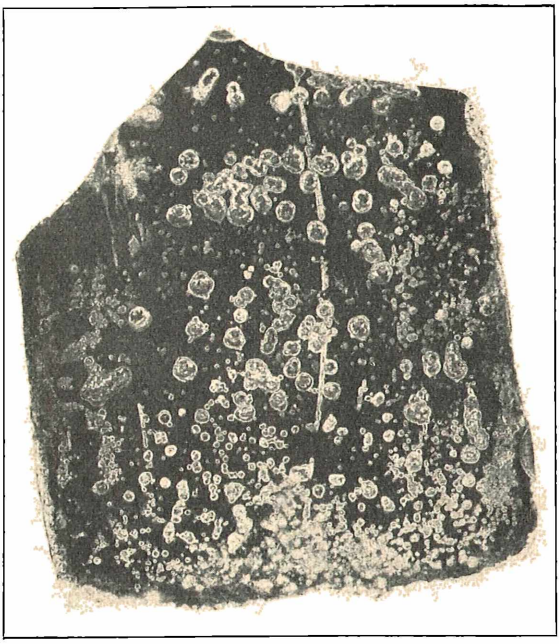


Abb. 5. Ein Kirchenfenster aus dem 14. Jahrhundert mit schweren Schädigungen durch Flechtenbefall. Boyer phot.

Die geographische Verbreitung der Glasfensterflechten scheint recht ausgedehnt zu sein. Oft wachsen sie auf Kirchenmauern ganz nahe der Fenster, die sie anfallen. Wichtig ist ferner die gemachte Feststellung, daß solche Kirchenfenster, wenn sie nach Norden und Westen angebracht sind, weit leichter verderben als diejenigen, die nach Süden oder Osten gerichtet sind, denn diese erhalten weniger Regen und bleiben deshalb von dem Befall der Flechten verschont. Zum Glück gehören diese gefährlichen Flechten zu den am langsamsten wachsenden Pflanzen, die man kennt, so daß man recht gut die Fenster gegen ihre Angriffe schützen kann, wenn man sie öfters nachsieht und jährlich wäscht. —i—

Glastiere

Von Dr. **August Koeppel,** Passau

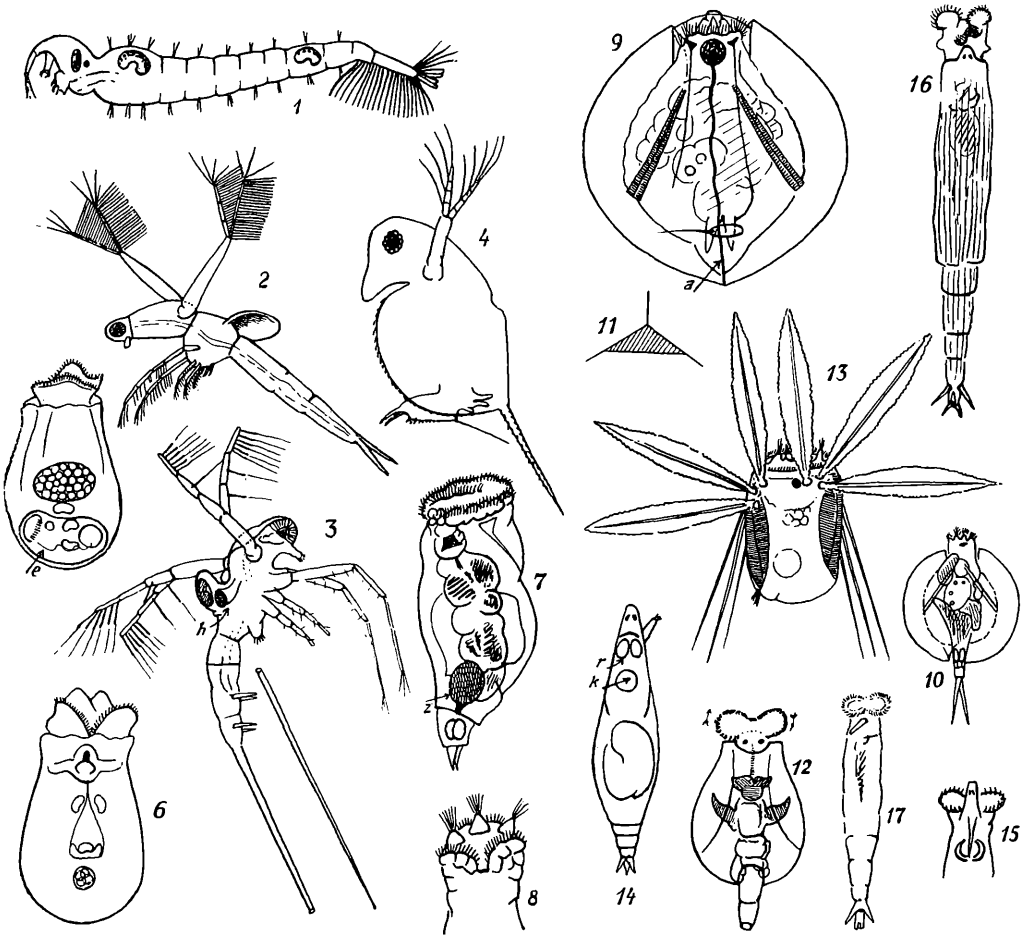
Überall in der belebten Welt gefällt sich Mutter Natur in der Verwendung von Farben. Ich erinnere im Pflanzenreich besonders an Blätter, Blüten und Früchte und im Tierreich vor allem an Meerespolypen und Insekten, an Amphibien, Schlangen und Vögel; da, wo sich vereinzelt die weiße Farbe findet, ist sie eine schützende Anpassungserscheinung oder es handelt sich um bleiche Kinder der Finsternis. Um so mehr muß es befremden, daß es auch Tiere gibt, deren Körper völlig farblos und durchsichtig ist wie gewöhnliches Fensterglas, die ich daher oben Glastiere genannt habe. Als selbstverständlich mag beigefügt sein, daß dies nicht für ihren Darminhalt gilt und daß man sie erst einige Zeit hungern lassen muß, wenn sie völlig durchsichtig werden sollen.

Die biologische Bedeutung ihrer Farblosigkeit ist schwer zu erkennen; wenn ihnen auch hiedurch der Fang der Beute erleichtert oder umgekehrt das Gefressenwerden erschwert werden mag, so bleibt immerhin die Tatsache bestehen, daß viele trotz ihrer hyalinen Beschaffenheit gefressen werden; die Felchen (*Coregonus*) der großen Seen ernähren sich bekanntlich nur von planktischen Krebschen, und zwar vor allem den glashellen Formen, *Bythotrephes* wurde bekanntlich 1857 im Mageninhalt von Blaufelchen des Bodensees entdeckt.

© Elsevier GmbH. All rights reserved. www.elsevier.de/

Das Hauptkontingent der Unsichtbaren stellen die Rädertierchen und Kleinkrebschen, außerdem finden sich auch Vertreter unter den Würmern und Insektenlarven; die Urtierchen kommen merkwürdigerweise nicht in Betracht, da bei allen das Plasma durch seine eingelagerten Körnchen grau erscheint. sonderem Maße den hohen Genuß, wie durch Fenster in ihr Inneres schauen zu können. Mit einem Wort, ihr Kristalleib bildet das Entzücken jedes Mikroskopikers, und so möchte ich mit den folgenden Zeilen ganz besonders auf sie aufmerksam machen.

Ich beginne mit dem Paradebeispiel der



Glastiere

1 = Larve der Büschelmücke *Sayomyia* (*Corethra*). Der Körper ist beim lebenden Tier im Wasser vor der Fiederflosse geknickt; die Fiedern sind als Strahlen gezeichnet. 2 = *Leptodora hyalina*. 3 = *Bythotrephes longimanus*. *h* = Herz. 4 = *Daphne longispina hyalina*. 5 u. 6 = *Asplanchna priodonta*. *e* = Embryo. 7 u. 8 = *Hydatina senta*. *z* = Eizelle. 9, 10 u. 11 = *Euchlanis triquetra var. hyalina*. 9 = Das Tier in Todeskontraktion; der Rückenkiel *a* ist schwach wellig. 11 = Querschnitt des Körpers, bei Kopfstellung gesehen. 12 = *Pterodina*. 13 = *Polyarthra platyptera*. 14 u. 15 = *Rotifer röperi*. *r* = Räderorgan. *k* = Kaumagen. 16 = *Rotifer trisecatus*. 17 = *Callidina socialis*

Alle durchsichtigen Tierchen sind von einer ganz eigenartigen Schönheit; die Zeichnungen geben dieselbe in keiner Weise wieder, da sie aus schwarzen Strichen bestehen, die in der Tat nicht vorhanden sind, weil keine Schattenlinien auftreten. Außerdem sind viele der Glastiere von einer ganz unbeschreiblichen Zartheit und fesseln schon aus diesem Grunde jeden Beobachter. Man begreift sofort, daß nur das Wasser ihre Existenz ermöglicht und daß sie nur winzig sein können, um bei ihrer Bewegung unter dem Widerstand ihres Mediums nicht zu leiden. Dabei hat man in beunsichtbaren Wassergeister, der gespenstischen Larve der Büschelmücke *Sayomyia* (*Corethra*) (Abb. 1) und verweise zur näheren Orientierung auf meinen Aufsatz: „Der Hecht der Schnakenlarven" im Mikrokosmos XV., 1921/22, S. 110 ff. Obwohl das Tier 1 cm lang wird, ist es im ruhigen Zustand doch äußerst schwer zu sehen und wird nur durch seine 2 Paar schwarzgefleckten Tracheenblasen verraten; bei scharfem Hinsehen allerdings, besonders bei schnellender Bewegung desselben, wird es infolge der anderen Lichtbrechung seines Körpers ebenfalls etwas sichtbar.

© Elsevier GmbH. Alle Re[illegible]; http://www.elsevier.de/

Fast noch schwerer sichtbar, wenn dieses Wort überhaupt hier am Platze ist, sind die beiden Kleinkrebschen großer Seen *Leptodora hyalina* (Abb. 2) und *Bythotrephes longimanus* (Abb. 3). Ich habe beide mit dem Planktonnetz aus 50 m Tiefe im Bodensee heraufgeholt, erstere allerdings auch in knietiefen Fischteichen der Oberpfalz (Holzhaus bei Schwandorf) in Menge gefangen. Trotz ihrer Größe — sie werden so groß wie die vorhin genannte Larve — sind erstere, selbst wenn sie in größerer Anzahl im engen Raum des Planktonnetzglases beisammen sind, völlig unsichtbar, jedoch für den Kenner an der eigenartigen Kräuselung des Wassers, die sie durch den Schlag ihrer Ruderantennen verursachen, sofort erkennbar. *Bythotrephes*, dessen Körper 2 mm groß ist, erreicht mit seinem Riesenstachel die gleiche Länge des Gesamtkörpers. Bei beiden erscheinen als Kabinettstückchen natürlicher Feinkunst die Ruderfühler, die in ihrer Farblosigkeit und Befiederung einen geradezu märchenhaft schönen Eindruck machen. Bei diesen beiden Planktern können, wenn sie ausgewachsen sind, die schwarzen Augen ebenfalls zum Verräter werden, besonders wenn man den Fang mit der Lupe durchmustert.

Beide Krebschen gehören nebst dem großäugigen, ebenfalls durchsichtigen *Polyphemus pediculus* zu den Wasserflöhen oder Kladozeren; während bei diesen 3 Formen Körper und Beine frei sind, d. h. nicht in einer sattelartigen Doppelschale stecken, weswegen sie noch einen krebsartigen Eindruck machen, ist der Körper aller übrigen von ihr etuiartig umschlossen.

Auch hier gibt es eine glasartige Form, die in vielen hyalinen Varietäten, z. B. im Bodensee sich findet, nämlich die *Daphne longispina hyalina* (Abb. 4); diese *Hyalodaphnia* hat einen in der Mitte eingekerbten Rücken, einen langen bedornten oberen Endstachel und so durchsichtige Schalen, daß man den ganzen Krebskörper darin deutlich sehen kann. Im Anschluß an diese „Glasschalen" sei bemerkt, daß ebensolche Gehäuse in Form von festsitzenden Wohnröhren auch bei Cothurnien und Blumenrädertierchen vorkommen; speziell die von *Stephanoceros* sind oft so unglaublich durchsichtig, daß man die Tiere stundenlang mikroskopieren kann, bis man durch Abblendung des Spiegels die Konturen ihrer Behausung wahrnimmt.

Während hier aber die Rädertierchen selbst in allen ihren Teilen infolge ihrer Färbung deutlich zu sehen sind, gibt es auch eine grössere Zahl freischwimmender mit unsichtbarem Körper.

Abb. 5 und 6 zeigen uns *Asplanchna priodonta*, die ich in großer Menge unter unzähligen *Volvox aureus* in einem See des Bayrischen Waldes mit dem Planktonnetz gefangen habe. Ihr Körper ist ein ei- oder birnförmiger Sack mit einer ungemein zartknitterigen Kutikula; der obere Rand trägt als Räderorgan einen Wimperbesatz. Den Tieren fehlt ein Fuß; auch besitzen sie keinen Darm und keinen After, sondern nur einen Blindmagen. Alle Organe sind an glashellen Fäden aufgehängt. Die Augen sind winzig und die Kiefer gleichen einer Greifzange. Die Tierchen vermögen schnell und gleichmäßig zu schwimmen, doch sind sie sehr empfindlich und gehen auf dem Objektträger bald ein. Sie sind Riesen ihres Geschlechtes und ungeheuer gefräßig; ihre Nahrung besteht in Rädertieren, Wasserflöhen und Volvoxtöchtern. Der ganze Leib ist von einer bezaubernden Klarheit und läßt sogar bis ins Kleinste den Bau der im mütterlichen Körper befindlichen Jungen deutlich erkennen.

Nicht minder groß ist die 2zehige *Hydatina senta* (Abb. 7), die man in Wassergräben findet, die etwas verjaucht sind, aber infolge von Selbstreinigung geruchlos wurden; sie sind in erster Linie Vegetarianer und stopfen ihren Kaumagen mit Euglenen voll. Ihre Haut ist stark runzelig und völlig farblos, der Kopfrand ist wulstig und besteht aus lauter eiförmigen oder kugeligen bläulichen Gebilden, die mit strudelnden Wimpern besetzt sind; die Haarpinsel auf den Kopfzapfen (Abb. 8) sind bewegungslos; Augen fehlen.

Während der Habitus dieser Tiere bei der Ortsbewegung etwas veränderlich ist, zeigt uns Abb. 9 ein Rädertierchen von einem starren scheibenförmigen Umriß; es heißt *Euchlanis triquetra var. hyalina*. Der fast kreisrunde Körperschild, auf dem wie beim Brustbein der Vögel senkrecht ein Rückenkiel (Abb. 11) aufsitzt, ist von einer fabelhaften Durchsichtigkeit und Farblosigkeit. Das Räderorgan ist wohl entwickelt und setzt sich aus lauter bewimperten Höckern zusammen (Abb. 10). Der Körper ist mäßig schlank und liegt, ähnlich wie bei den Schildkröten, zwischen Rücken- und Bauchschild; 2 quergestreifte Muskeln dienen seiner Befestigung. Der kurze Fuß endigt in 2 lange Zehen und trägt eine lange Borste. Der kugelige Magen ist braungelb und enthielt viele Diatomeen; oberhalb des Kauers liegt ein rotes Pigmentauge. Ich fand diese wunderbaren Tiere stets in dichten Algenrasen, die ihren Lieblingsaufenthalt bildeten.

Ein Kind der Freiwasserzone wie die erst genannten Krebschen und *Asplanchna* ist *Polyarthra platyptera* (Abb. 13). Dieses winzige durchsichtige Lebewesen hat einen oben und unten abgestumpften Körper, auf dessen beiden Schultern nach der einen Seite je drei Ruderflossen und nach der anderen je drei Ruderstangen sitzen; durch Schlagen mit diesen Organen hält es sich im Wasser schwebend. Die ungemein hyalinen Ruderflossen sind blattförmig und am Rande zart gesägt und tragen eine kräftige Mittelrippe; auch die borstenförmigen Ruderstangen sind völlig farblos. Auffallend ist die kräftige Seitenmuskulatur, die besonders deutlich die Querstreifung zeigt; unterhalb des Wimpersaumes sitzt ein nackenständiges rotes Pigmentauge. Diese Rädertierchen finden sich selbst im Winter unter dem Eise in größeren Seen besonders der Voralpen.

Zwischen Moosen und im Schlamm findet man *Rotifer röperi*, ein schlankes rotäugiges

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

Rädertier, das trotz seiner höheren Organisation kleiner als die einzelligen Pantoffeltierchen ist, die gleichzeitig mit ihm vorkommen. Im kriechenden Zustand (Abb. 14) ist es von spindelförmiger Gestalt, im schwimmenden (Abb. 15) zeigt es ein wohlentwickeltes, lebhaft strudelndes Räderorgan. Das Tierchen ist so durchsichtig und farblos, daß man seine Umrisse nur bei starker Abblendung richtig sieht.

Diesem Zwerg gegenüber erscheint als ein Riese seines Geschlechtes *Rotifer trisecatus* (Abb. 16). Er arbeitet sich ungemein gewandt und sicher durch den feinen Detritus auf faulenden Pflanzenteilen durch und schiebt dabei, wenn nötig, den Fuß fernrohrartig zusammen, so daß nur die 2 langen Sporen herausschauen und die Längsstreifung des Leibes besonders deutlich wird. Er biegt beim Kriechen den Rumpf so ab, daß seine 3 Zehen beim Kopfteil sind, dabei krümmt er oft seine Sporen und Zehen und greift damit wie ein Affe. Er kann sich so kontrahieren, daß er wie eine kurze dicke Birne aussieht. Er hat einen kurzen Nackentaster und 2 dunkelrote Äuglein. Seine Farblosigkeit erstreckt sich sogar auf den Darm; unter einer größeren Anzahl findet man auch blaßrötliche Exemplare.

Alle bis jetzt beschriebenen Formen erfreuen sich bis zu einem gewissen Grade des Lichtes; ihre Pigmentlosigkeit ist daher, außer in der Freiwasserzone, vielfach schwer verständlich. Anders liegen die Verhältnisse bei denjenigen, die im Finstern leben, wofür ich 2 Beispiele anführen möchte:

Abb. 12 zeigt uns das Rädertierchen *Pterodina*, das ich in großen Mengen als Asselkommensalen beobachtet habe. Es hat einen birnähnlichen schmucklosen Panzer, der am oberen Rand etwas ausgebuchtet, völlig farblos und wunderbar durchsichtig ist. Die zehenlosen Tiere waren plan-konvex und hatten 2rote Punktaugen. Sie saßen auf und unter den Kiemendeckeln von Jungwasserasseln und hatten ihre Eier zwischen sich, ein Beweis dafür, daß sie sich auf dieser lebenden Unterlage vermehrten. Die 2 mm kleinen Asseln waren wie die frisch dem Muttersack entschlüpften Bärentierchen (*Macronyx*) so glashell, daß man zwischen ihren Kiemen die höckerigen einzelligen *Loxophyllum aselli* durchschwimmen sah. Diese, sowie schlanke Formen finden sich auch in den wogenden Tracheenkiemen unter den „Kiemendeckeln" von Eintagsfliegenlarven.

Diese Art von Kommensalen, die auf einem Wirt leben, ohne ihn zu schädigen und die zugleich in dem von ihm bewegten Wasser auch ihre Nahrung finden, nennt man Epöken. Daß aber hier auch eine Art von Synökie vorkommt, d. h. daß der Kommensale auch die Wohnung des Wirtes zu Schutzzwecken mitbenützt, beweist folgender Fall.

Beim Studium von Köcherfliegenlarven fand ich zwischen den Tracheenkiemenfäden einer in einer feinen Sandröhre hausenden Larve eine Herde von ungefähr 30 schlanken Rädertierchen. Diese *Callidina socialis* (Abbild. 17) waren hyalin und blind; sie saßen nicht auf ihren Sporen, sondern auf einem Zapfen mit 3 Zehen. Daß sie trotz der anscheinend ungünstigen Lage auf ihre Rechnung kamen, d. h. nicht umsonst ihre Rädchen schnurren ließen, bewiesen ihre mit Chlorophyll gefüllten Gedärme. Die Alten und die Jungen saßen, nach Gruppen getrennt, gern beisammen und machten die wogende Bewegung der Tracheenkiemenfäden mit.

Derartige Fälle gehören gewiß zu den reizvollsten Kapiteln unserer schönen Süßwasserbiologie; eine Menge von Fragen drängt sich unwillkürlich dem Beobachter auf, wenn er der Entstehung und Bedeutung dieser Vergesellschaftungen nachgehen will, um so mehr natürlich, wenn es sich um völlig farblose Lebewesen dabei handelt.

Mit der Schilderung dieser beiden Wohnungsspezialisten sei meine Arbeit, die sich noch durch manches Beispiel vergrößern ließe, beendet. Mögen alle Interessenten an der mikroskopischen Betrachtung derselben die Freude eines Kunstgenusses haben und bei der Erforschung ihrer Ökologie und Biologie durch Auffinden neuer Momente jener Befriedigung teilhaftig werden, die der Lohn jeder ernsten Arbeit ist. —

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß ich sämtliche Zeichnungen nach dem Leben angefertigt habe. —

Der Lebensfaktor Licht im anatomischen Bau der Pflanze

Schluß von Seite 175

Von Dr. **H. Pfeiffer,** Bremen

3. Einstellung auf bestimmte Lichtmengen und Lichtschutz. — Zur Ausnutzung gedämpften Lichtes findet oft das Prinzip der Sammellinse Anwendung durch die Pflanze. In solchen Fällen (Leuchtmoos *Schistostega osmundacea* (Abb. 9), Leuchtalge *Chromophyton Rosanoffii*) werden die einfallenden Lichtstrahlen durch konvex gewölbte Zellen auf die an der Rückwand der Zelle angesammelten Blattgrünkörper (oder bei *Chromophyton* auf den dort befindlichen einzigen Chromatophor) konzentriert (63; 56). Das Leuchten der betreffenden Organismen kommt durch totale Reflexion an der hinteren Zellwand zustande (Abb. 10; weitere Beispiele s.: 16). Ähnliche „Lichtfänge", die zu schwaches Licht sorgfältig zu sammeln vermögen, gibt es auch bei höheren Pflanzen (Abb. 12), wo papillöse Vorwölbungen auf den Blättern diese optischen Leistungen ergeben (29, S. 579). Auch Stahl (83) erblickt in den Erhebungen der Epidermiszellen bei sogen. Sammetblättern außer der Einrichtung zur raschen Trocknung der Spreiten in der angegebenen Weise fungierende optische Apparate, ja geradezu „Lichtsinnesorgane" der Pflanze (83,

29, 31, 32). Durch die Forschungen der letzten Jahrzehnte hat sich allerdings die Anschauung verbreitet, daß für die Arbeit der Blätterzellen viel bedeutsamer als die Strahlenrichtung der stufenweise Lichtabfall als solcher ist (26 80, 78, 44, 64, aber auch: 34;

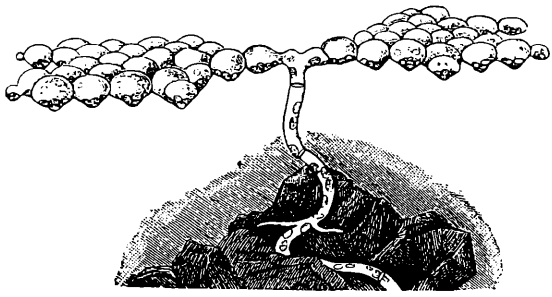


Abb. Seitliche Ansicht des im Dunkeln leuchtenden Vorkeimes des Leuchtmooses *Schistostega osmundacea* (Nach Noll, stark vergr.)

ferner neuerdings: 6, 7, 59, 60, 61, 27). Die von Wager (91) gegen Haberlandts Ansicht vorgebrachten Einwände werden von letzterem beantwortet (33).

Zum Beweis der optischen Funktion der Oberhautwölbungen hat Haberlandt den bekannten „Linsenversuch" angestellt. Nach Abtragen der Oberhaut mittels scharfen Oberflächenschnittes und Übertragen auf ein schwach mit Wasser benetztes Deckglas (die vorgewölbten Außenwände müssen trocken bleiben!), legt er das Präparat umgekehrt auf den Glasring einer feuchten Kammer und stellt das Mikroskop auf die Innenfläche der Oberhautzellen ein. Bei ungefähr

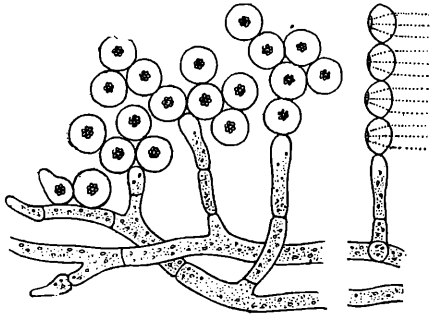


Abb. 10. Schematische Darstellung des Strahlenganges in den „Sinnesorganzellen" des Leuchtmooses, von vorn und von der Seite gesehen (Nach Wilhelm Roth)

senkrechtem Strahleneinfall ergibt sich in jeder Zelle ein helles Mittelfeld und eine dunkleré Randzone, bei schrägem Lichteinfall tritt eine Verschiebung der hellen Fläche ein (vgl. Abb. 12). Unterschiede in dem Wirkungsgrad der „Lichtfänge" ergeben sich aus dem Maße der Vorwölbung und der stofflichen Beschaffenheit verdickter Partien in der Außenmembran (Abb. 14—16). So sollen nach Haberlandt die von Heinricher entdeckten verkieselten „Zellwandpfropfen" in den Blattoberseiten von *Campanula persicifolia* (pfirsichblättrige Glockenblume) dort als Sammellinsen dienen. Nur einem anderen Typus, der aber in gleichem Sinne wirksam wird, gehören die Pflanzen mit solchen Blättern an (Abb. 17—18), bei denen die Außenfläche der Oberhautzellen eben, dagegen die Innenwände gegen das Mesophyll vorgestülpt sind (*Hedera helix* [Efeu]). Durch totale Reflexion ist aber auch bei eben gestalteten Außen- und Innenwänden die Möglichkeit des Lichtfanges gegeben (18). Doch ist nach den Ergebnissen der angeführten Arbeiten vielleicht überhaupt die Bedeutung der Lichtrichtung für die Zellen lange Zeit überschätzt worden (s. auch: 62 und 35!).

Schon bei *Tropaeolum majus* (Kapuzinerkresse), *Campanula persicifolia* und einigen anderen sind die Blattränder zur Lichtaufnahme nach der Haberlandtschen An-

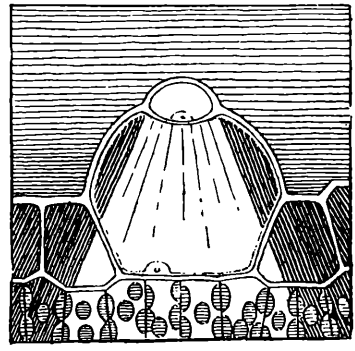


Abb. 11. „Lichtsinnesorgan" (Ocellus) von der Blattoberseite der *Fittonia Verschaffelti*: die obere „Linse" soll konzentrierend, die untere verstärkend auf die Beleuchtung der in den Palisadenzellen unter der Oberhaut gelegenen Blattgrünkörperchen (Chlorophyllkörner) wirken (Nach Haberlandt, 370mal vergr.)

sicht besonders geeignet. Bei weiterer Arbeitsteilung kommt es sodann zu lokalen Lichtsinnesorganen aus einer oder wenigen Zellen (Ocellen); über derartige Bildungen, die hauptsächlich fremdländische Pflanzen zeigen, mag in der angegebenen Literatur gleichfalls nachgelesen werden (Abb. 11, 13). Doch sei hier noch erwähnt, daß die Schwellung direkt unterhalb des Sporenendes bei dem Algenpilz *Pilobolus* auch als Ocellus gedeutet worden ist (8).

Der Linsenversuch Haberlandts ist von diesem auch noch etwas abgeändert worden. Er hat die in der beschriebenen Weise abgetragene Oberhaut des betr. Blattes auf ein mit Wasser spärlich benetztes Stück photographischen Kopierpapiers gelegt und senkrecht beleuchtet. Nach der üblichen Fixierung des photographischen Bildes zeigt die Beobachtung mit einer genügend starken Lupe die geschwärzten (weil am stärksten beleuchteten!) Mittelfelder der Oberhautzellen und die lichteren (in der Pflanze weniger beleuchteten!) Randzonen. Am besten gelingt der Versuch natürlich in jenen Sonderfällen, bei

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

denen die Brechungsweise der vorgewölbten Außenwand nach Krümmung und Materialaufbau derart ist, daß die „Außenlinsen" auf der Innenwand ein scharfes optisches Bild entwerfen können (31; 78). In solchen Fällen (Akelei, *Tradescantia*, sowie bei der Aracee *Anthurium* aus dem tropischen Amerika) läßt sich sogar das dort entstehende Bild photographisch aufnehmen (Abb. 19—20). Man hat nur vor dem (plan gestellten!) Mikroskopspiegel einen Gegenstand (Gipsabguß, Tulpengruppe) anzubringen und das stark beleuchtete Mittelfeld der Oberhautzellen scharf auf die Blendenöffnung des Mikroskops einzustellen, um innerhalb letzterer deutliche Abbilder der Gegenstände beobachten und mittels einer Kamera auch aufnehmen zu können. — Einen ökologischen Vorteil für die betr. Pflanzen kann man aus dieser Eigentümlichkeit allerdings nicht ableiten!

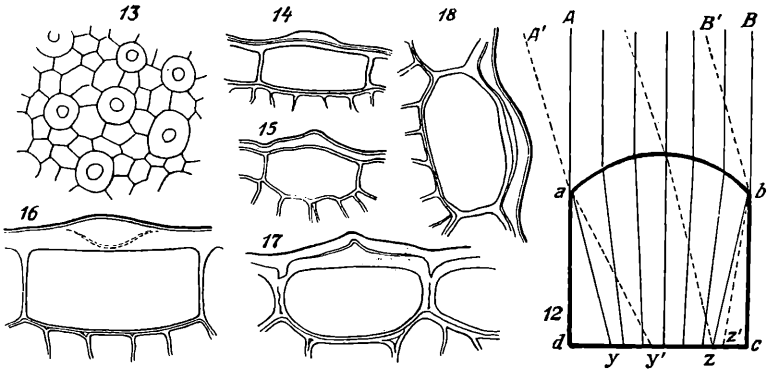


Abb. 12. Schematische Darstellung des Strahlenverlaufes der Lichtbündel *AB* und *A'B'* in einer mit vorgewölbter Außenwand versehenen Oberhautzelle *abcd*. Bei senkrechtem Lichteinfall (*AB*) zeigt die Innenwand *dc* ein helles Mittelfeld *yz*, welches bei schrägem Lichteinfall (*A'B'*) gegen die dunklere Randzone nach *y'z'* verschoben wird. — Abb. 13. Das „Lichtsinnesorgan" der *Fittonia*, von oben her gesehen. — Abb. 14—18. Oberhautzellen der Blattoberseite von (14) einer indo-malayischen Aracee (*Colocasia antiquorum*), (15) der Akelei, (16) der pfirsichblätterigen Glockenblume (*Campanula persicifolia*), (17) dem kleinen Singrün (*Vinca*) und (18) einer Geißblattart (*Lonicera fragantissima*) — Sämtlich nach Haberlandt

Auch auf den Metallglanz (Blauglanz) der Blätter hauptsächlich von tropischen Schattenpflanzen sei hier nur hingewiesen. Die Erscheinung wird durch eingelagerte Kutinkörnchen verursacht, die ein vom Physiker so bezeichnetes „trübes Medium" bedingen und vermutlich in irgendeiner Weise (s. u.!) mit dem Lichtgenusse der Organe in Zusammenhang zu bringen sind (20).

Hier müssen sodann manche Einrichtungen besprochen werden, die gewöhnlich als Lichtschutz gedeutet werden. Dahin gehört außer der Verlagerungsfähigkeit der Blattgrünkörperchen (Abschn. 2) das Verhalten mancher Meeresalgen, deren hell beleuchtete Individuen in prachtvoll blauem oder grünem Lichte irisieren (2, 86). Bei näherer Untersuchung hat sich gezeigt, daß bei ihnen die Chromatophoren auf die Innen- und Seitenwände gewandert sind, dem Lichte aber zugekehrt eine lamellöse Masse aufgetreten ist und offenbar die Lichtreflexion bewirkt. Die Deutung weißer Haare an stark beleuchteten Algen als Lichtschutz (2) ist nicht so sicher; es ist nämlich auch schon angenommen worden, daß jene bei der erforderlich werdenden stärkeren Nährsalzaufnahme der Alge herangezogen werden. Auch die Kernersche Hypothese des Lichtschutzes durch roten Farbstoff (Hansen, Pflanzenleben, Leipzig 1913) und die Stahlsche Deutung (83) des Nutzens der Rotfärbung dahin, daß auch Wärmestrahlen dadurch aufgefangen und für die Pflanze ausnutzbar werden, ist noch unentschieden.[1]) Allerdings würde die Rotfärbung gerade vieler Alpenpflanzen damit erklärt werden können, daß an jenen Standorten chemisch besonders wirksame Ultraviolettstrahlungen auf die Pflanze wirken können (43). Im ganzen aber wird man die Bildung roten Farbstoffes heute mehr mit der Wärmeökonomie als mit dem Lichtverbrauch in Beziehung bringen. Besser begründet ist schon der durch Zurückwerfung übermäßigen Lichtes bedingte Lichtschutz (84) an der Oberfläche gewisser, an stark besonnten Flächen wachsender Orchideen (*Orchis Morio, O. fusca, Platanthera bifolia* usw.). In weit stärkerem Maße aber gilt diese Erscheinung wiederum für tropische Pflanzen (30). Nur teilweise läßt sich etwas ähnliches (1) für die Filzbekleidung von Pflanzenteilen (Quitte [*Cydonia vulgaris*]) annehmen, wenn in jener Einrichtung nicht statt dessen oder überwiegend ein Trockenschutzmittel gesehen werden soll.[2]) Besonders interessant aber ist ein Befund an südafrikanischen Wüstenpflanzen (53); gewisse Sonnenpflanzen beziehen hier ihr Licht wie durch ein „Fenster", indem die Blätter am Boden bleiben und nur einen kleinen blattgrünfreien Teil an das Licht treten lassen.

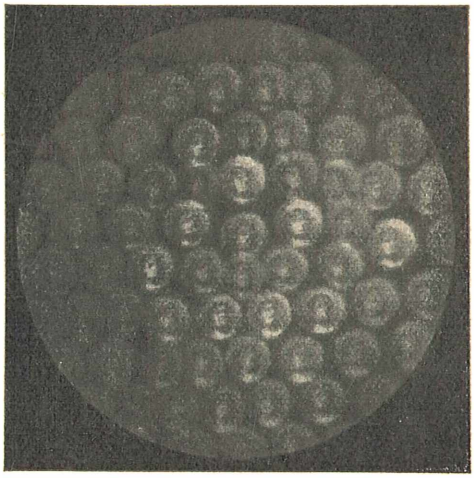
4. Der Wirkungsmechanismus der Lichtumgebung; Schlußbemerkungen. — Sicher haben die mannigfachen Erscheinungen nach starker

[1]) Die Hypothese Stahls von der Wärmeabsorption hat gleichfalls ihre Schwächen, wenn man an die herbstliche Rotfärbung auch tropischer Blätter (55) oder an die geringere Widerstandsfähigkeit gerade der rotblätterigen Formen gegen Kälte (48) denkt, wenn auch andererseits der bessere Ernährungszustand rotblätteriger Formen (87) für jene Deutung spricht.

[2]) Vgl. auch die Ausführungen weiter oben über den Blauglanz von Blättern!

Belichtung kaum unmittelbar etwas mit den Wirkungen des Lichtes zu tun (46, S. 45). Die gegenteilige Annahme einer direkten Lichtwirkung auf die Palisadenbildung (24) hat sich bei der Nachuntersuchung (21, S. 495) nicht bestätigt. Die richtende Wirkung von Lichtstrahlen auf die Entwicklung gestreckter Zellformen wird dadurch freilich nicht berührt

Beschäftigung mit andern, hier auch noch aufgeworfenen Fragen ratsamer erscheinen lassen. Daß aber auch so „einleuchtende" Ansichten über den vermeintlichen ökologischen Nutzen gewisser Erscheinungen nicht schon deshalb unsere Zustimmung finden dürfen, weil sie früher eine verbreitete Annahme besaßen oder diese noch



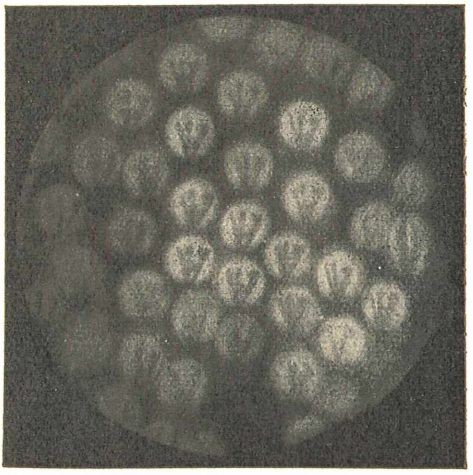


Abb. 19—20. Die pflanzliche Oberhautzelle als Kamera (*Tradescantia*). Als Beweis für die optische Wirksamkeit der Vorwölbungen von Oberhautzellen in ihrer äußeren Wand ist (links, 19) ein Portrait und (rechts, 20) eine Gruppe von Tulpen aufgenommen worden (Nach Francé)

(69, 49, 35, S. 269 f.). Mit dieser Lichtwirkung sind wahrscheinlich kombiniert eine „trophische", die auf der durch Belichtung geförderten Assimilationstätigkeit der Pflanze beruht, und ein mehr „blastisches" (entwicklungsförderndes) Moment, das von Klebs (42) auf die Entstehung und Auswirkung eines katalytischen (chemische Vorgänge beschleunigenden) Stoffes zurückgeführt wird. Bücher (4) bezeichnet die Ursache der an Pflanzenorganen auftretenden einseitig-symmetrischen Ausbildung, die nach Unterdrükkung der durch Belichtung bedingten Krümmungen auftritt, als Heliotrophismus und hebt dadurch die besondere Bedeutung gerade auch der Ernährungsverhältnisse hervor (66, S. 52; 67, S. 34, 37, 200). Durchaus unsicher ist aber, wie damit die Beobachtungen (22) zu vereinen sind, daß die durch Verdunkelung ausgeschalteten Anteile des Pflanzenkörpers in ihren besonderen Veränderungen (Zunahme der assimilierenden Gewebe und Vermehrung der Leitbündelelemente, bei *Pelargonium* und *Acer* auch besondere Förderung gerade des Siebteiles) weitgehende Übereinstimmungen mit den Abänderungen nach künstlichen Entblätterungen zeigen.

Dem aufmerksamen Leser werden nicht nur die Ausführungen über den Wirkungsmechanismus die heutige Unvollständigkeit unserer Kenntnisse gezeigt haben. Die große Schwierigkeit, hier zu unanfechtbaren und ausreichend bewiesenen Folgerungen zu kommen, wird mindestens für den Anfang die heute haben, wird unsere Übersicht einiger Meinungen über den Lichtschutz und den Lichtfang zeigen können. Dennoch ist mit Sicherheit festzuhalten, daß die Belichtung der Pflanze auch im anatomischen Aufbau zu formen vermag — oft freilich in derselben Richtung und in ähnlichem Rahmen wie ganz andere Energiequellen. Schwieriger ist wieder die allgemeine Beschreibung der anatomischen Merkmale der belichteten und der verdunkelten Pflanze, sofern man dabei an das gesamte Pflanzenreich gleichzeitig denkt. Daß verschiedene Kräfte auf die Ausgestaltung des anatomischen Baues der Pflanzengewebe manchmal die gleiche oder eine ganz ähnliche Wirkung ausüben, legt übrigens den Gedanken nahe (66, S. 49), daß in jenen Fällen die letzte Ursache der Wirkung beider eine gemeinsame, physikalisch oder chemisch (kolloidchemisch?) zu umschreibende Erscheinung ist, die allerdings heute wohl kaum schon mit ausreichender Sicherheit vermutet werden kann.

Angegebene Literatur.

(1) Baumert, Beitr. z. Biol. d. Pfl. **9** (1907). (2) Berthold, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **13** (1882). (3) Bonnier, Rev. gén. de Bot. **7** (1895); s. auch: Bull. Bot. de France **35** (1888). (4) Bücher, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **43** (1906). (5) Budde, Bot. Arch. **4** (1923). (6) Buder, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **56** (1917). (7) Buder, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **38** (1920). (8)

Buller, Transact. Brit. Mycolog. Soc. **7** (1921). (9) A. Däniker, Dissert. Zürich 1923. (10) Deats, Amer. Journ. of Bot. **12** (1925). (11) Detto, Die Theorie der direkten Anpassung usw., Jena 1904. (12) Dufour, Ann. sc. nat., Bot. 7 sér. **5** (1887). (13) Arnold Engler, Mitteil. Schweiz. Centralanst. forstl. Versuchw. **1** (1911). (14) Farenholtz, Beih. Bot. Ctbl., 1. Abt., **31** (1913). (15) Feitel, Bot. Ctbl. **87** (1900). (16) Garjeanne, Beih. Bot. Ctbl. **26** (1910). (17) W. W Garner, C. W Bacon und H. A. Allard, Journ. Agric. Res. **27** (1924). (18) Gaulhofer, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Cl., **117** (1908). (19) Gaulhofer, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **26a** (1908). (20) Gentner, Flora **99** (1909). (21) Goebel, Organographie d. Pfl., 2. Aufl., **1**, Jena 1913. (22) Goos, Beitr. z. allg. Bot. **2** (1923). (23) A. Goris u. H. Deluard, Compt. rend. Acad. Paris **174** (1922). (24) Grosgliks, Bot. Ctbl. **20** (1884). (25) Günthart, Beih. Bot. Ctbl., I. Abt., **35** (1917). (26) v. Guttenberg, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **23** (1905). (27) v. Guttenberg, ebendort **37** (1919). (28) Haberlandt, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **13** (1882). (29) G. Haberlandt, Die physiologischen Leistungen der Pflanzengewebe, Breslau 1882. (30) G. Haberlandt, Eine botanische Tropenreise, Leipzig 1893. (31) G. Haberlandt, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, Leipzig 1905. (32) G. Haberlandt, Sitz.-Ber. Akad. Wien **117** (1908). (33) G. Haberlandt, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **47** (1910). (34) G. Haberlandt, Sitz.-Ber. Preuß. Akad. Berlin (1916). (35) G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, 6. Aufl., Leipzig 1924. (36) H. C. Hanton, Amer. Journ. of Bot. **4** (1917). (37) R. B. Harvey, Bot. Gaz. **74** (1922). (38) Heinricher, Flora **109** (1917). (38a) Hesselmann, Beih. Bot. Ctbl. **17** (1904). (39) Huber, Österr. Bot. Ztschr. **64** (1914). (40) St. Jonesco, Compt. rend. Acad. Paris **172** (1921). (41) Jost, in: Benecke u. Jost, Pflanzenphysiologie, 4. Aufl., Bd. **2**, Jena 1923. (42) G. Klebs, Sitz.-Ber. Heidelberger Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl. (1917). (43) Kluyver, Österr. Bot. Ztschr. **63** (1913). (44) Kniep, Biol. Ctbl. **27** (1907). (45) Kühlhorn, Dissert. Göttingen 1904. (46) Küster, Pathologische Pflanzenanatomie, dritte Aufl., Jena 1925. (47) Leist, Mitteil. naturforsch. Ges. Bern 1889. (48) B. Lidforss, Botaniska Notiser 1909. (49) Liese, Beitr. z. allg. Bot. **2** (1923). (50) Lingelsheim, Beih. Bot. Ctbl., II. Abt., **34** (1917). (51) O. Loebel, Dissert. Königsberg 1888, auch in: Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **20** (1889). (52) P. L. Lohr, Dissert. Basel 1915. (53) Marloth, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **38** (1901). (54) Fr. J. Meyer, Assimilationsgewebe, Berlin 1923. (55) Miyoshi, J. Coll, Science Univ. Tokyo 1909. (56) Molisch, Sitz.-Ber. Akad. Wien **110** (1901). (57) Fr. Morton, Österr. Bot. Ztschr. **64** (1914). (58) A. Müller, Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. **40** (1904). (59) Nienburg, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **36** (1918). (60) Nienburg, ebendort **40** (1922). (61) Nienburg, Wiss. Meeresuntersuch., Abt. Helgoland, N.F. **15** (1922). (62) P A. Nikitin, Ztschr. Russ. Bot. Ges. **8** (1923). (62a) A. Nilson, Bot. Ctbl. **27** (1886). (63) Noll, Arb. bot. Inst. Würzburg **3** (1888). (64) Nordhausen, Ztschr. f. Bot. **2** (1910); s. auch: Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **21** (1903) und **30** (1912). (65) Pantanelli, Arch. sci. biol. **4** (1923). (66) H. Pfeiffer, Grundlinien zur Entwicklungsmechanik der Pflanzengewebe, Berlin 1925. (67) H. Pfeiffer, Das abnorme Dickenwachstum, Berlin 1926. (68) N. E. Pfeiffer, Bot. Gaz. **81** (1926). (69) Pick, Bot. Ctbl. **11** (1882). (70) Priestley u. Ewing, New Phytol. **22** (1923). (71) Rippel, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **33** (1915). (72) Ed. Rübel, Beih. Bot. Ctbl., I. Abt., **37** (1920). (73) B. Schloß-Weill, ebendort **35** (1918). (74) H. Schmidt, Dissert. Erlangen 1904. (75) Schönfeld, Beitr. z. Biol. d. Pfl. **12** (1914). (76) H. Schulze, Beih. Bot. Ctbl. **12** (1900). (77) P. N. Schürhoff, Die Plastiden, Berlin 1924. (78) Seefried, Sitz.-Ber. Akad. Wien **116** (1907). (79) G. Senn, Die Gestalts- und Lageveränderungen der Pflanzenchromatophoren. Leipzig 1908; s. auch: Ztschr. f. Bot. **11** (1919). (80) Sperlich, Sitz.-Ber. Akad. Wien **116** (1907). (81) E. Stahl, Bot. Ztg. **38** (1880). (82) E. Stahl, Jenaische Ztschr. f. Naturwiss. **16** (1883). (83) E. Stahl, Ann. jard. bot. Buitenzorg **13** (1896). (84) E. Stahl, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **27** (1909). (85) Stålfelt, Meddel. fr. Statens Skogs Försögsanst. **18** (1921). (86) Svedelius, Svensk Bot. Tidskr. **3** (1909). (87) Tischler, Beih. Bot. Ctbl. **17** (1905). (88) Davy de Virville, Compt. rend. Acad. Paris **172** (1921). (89) Davy de Virville u. R. S. Douin, ebendort **172** (1921). (90) Marie S. de Vries, Rec. trav. bot. Néerland. **14** (1917). (91) H. Wager, Ann. of Bot. **23** (1909). (92) Jos. Wassermann, Bot. Arch. **5** (1924). (93) J. Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig 1907.

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

Protascus subuliformis Dang., ein epidemieartig auftretender Nematodenpilz[1])

Von Ing. **G. Kostka,** Wien

Dieser morphologisch und biologisch gleich bemerkenswerte Pilz wurde von E. Maupas als Parasit in *Rhabditis teres* Schw. und *Rh. Giardi* Maup. entdeckt. Die behafteten Nematoden fanden sich in einem Moospolster, das als Verpackungsmaterial für Blindschleichen gedient hatte und von deren Auswurfstoffen durchfeuchtet war. Der ganze Entwicklungszyklus des *Protascus*, sowie die Infektion der Würmer konnte im hängenden Tropfen beobachtet werden und ließ eine spezifische Anpassung des Pilzes an seine Wirte erkennen.

Zunächst ergab sich bei den Kulturversuchen die merkwürdige Tatsache, daß nur die obengenannten Nematoden befallen wurden, während andere Würmer z. B. *Cephalobius, Dorylaimus, Tylenchus* und *Diplogaster* widerstandsfähiger waren. Diese Immunität hängt offenbar mit einer größeren Resistenz der Kutikula zusammen, während die *Rhabditis*-Arten durch die zarte Struktur ihrer Körperdecke gewissermaßen „prädisponiert" erscheinen.

Die Sporen von *Protascus subuliformis* sind keulenförmig, schwach bogig gekrümmt und gehen in eine feine Spitze aus (s. Abb. 1A).

Länge: 20—25 μ.

Breite: Kopfseite 3 μ; Spitze etwa 0,6 μ.

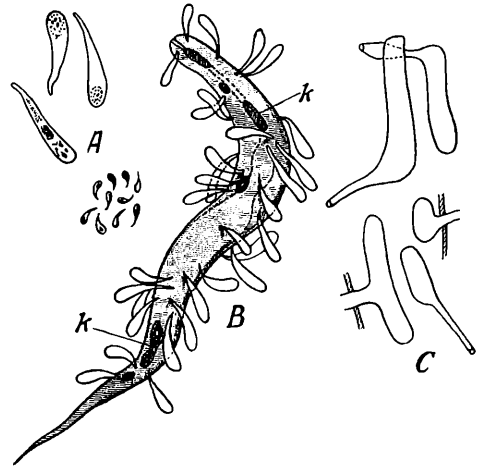
Da sie unbeweglich sind, erfolgt die Infektion nicht aktiv, sondern kann nur durch direkte Berührung mit dem Wurmkörper zustande kommen.

Die Art des Haftenbleibens der Sporen ist sehr charakteristisch und konnte von Maupas wiederholt in den Kulturen beobachtet werden.

Die lebhaft beweglichen Nematoden kommen mit den freiliegenden Sporen leicht in Kontakt, diese bleiben jedoch nur dann in der Epidermis haften, wenn die dünne Spitze der Spore berührt worden ist!

Da sich mikroskopisch kein mechanischer Haftapparat nachweisen läßt, muß angenommen werden, daß die Spitze zugleich ein physiologischer Adhäsionsmechanismus ist, weil die einmal eingedrungenen Sporen trotz der Beweglichkeit der Würmer und der vielfachen Reibung nicht wieder abfallen oder abgestoßen werden. Selbst nach dem Auskeimen, wobei der Sporeninhalt als nackter Protoplasmaschlauch austritt, bleibt die leere Sporenhülle in der Kutikula hängen. Die Infektion ist auch nicht an eine bestimmte, für das Steckenbleiben der Sporen besonders geeignete Partie der Wurmoberfläche beschränkt, es läßt sich vielmehr beobachten, daß manche Exemplare ihrer ganzen Länge nach mit Sporen gespickt sind (s. Abb. 1B). Obwohl das Festhaften der Sporen von Maupas nicht restlos geklärt werden konnte, ist es naheliegend anzunehmen, daß die Sporenmembran an der eingedrungenen Spitze durch die Ausscheidung der kutikulalösenden Enzyme (Chitinase?) gleichfalls zum Quellen gebracht und derart klebstoffartig verankert wird.

Durch die feine, kaum 0,3—0,4 μ breite Öffnung in der Epidermis schlüpft der Keimling in das Körperlumen des Wirtes und entwickelt sich hier zu einem schlauchförmigen,



Protascus subuliformis Dang. — *A* Sporen; unten etwa 280mal, oben 1460mal vergr. *B* = Junge *Rhabditis*-Larve mit zahlreichen, in der Epidermis steckenden Sporen; die dunkeln Flecke sind Keimlinge (*k*) des Parasiten. 385mal vergr. *C* = Retortenförmige Sporangien. 640mal vergr. Sämtlich nach Maupas

anfangs querwandlosen Myzel. Die Pathogenität des Pilzes kommt nicht sofort nach der Infektion zur Geltung und die Nematoden zeigen ihre normale Beweglichkeit. Mit fortschreitender Entwicklung des Pilzes oder bei einem zahlenmäßig starken Sporenbefall zeigt sich erst das typische Erkrankungsbild.

Die ersten pathologischen Symptome äußern sich in einer allgemeinen Schwächung der Kontraktibilität, die schließlich in eine lethargische, tetanieähnliche Lähmung übergeht. Die Nematoden liegen fast unbeweglich und sind spiralförmig, S-förmig oder bogig verkrümmt. Zugleich läßt sich als Wirkung der vom Pilz ausgeschiedenen proteolytischen Enzyme eine Aufhellung der inneren Organe, namentlich des Ösophagus feststellen und der Inhalt des Wurmkörpers wird allmählich aufgelöst und resorbiert. Damit tritt auch der Tod des befallenen Organismus ein.

Da der Pilz sozusagen in seiner Nahrung „schwimmt", entwickelt er sich rapid; bei einer Breite von 3,5—10 μ erreicht der Zellschlauch eine Länge von 200—400 μ.

[1]) Vergl. G. Kostka, Nematodenfangende Pilze, Mikrokosmos XXI., 1927/28, S. 151.

© Elsevier GmbH. Reproduction only with permission. http://www.elsevier.de/

Das Protoplasma erscheint nackt und ohne Zellhaut, doch dürfte eine solche trotzdem zur Ausbildung kommen und sich nur wegen ihrer Feinheit innerhalb des Wurmkörpers schwer nachweisen lassen. Auch die Tatsache, daß vor Eintritt der Sporangienbildung Querwände angelegt werden und die Sporangien selbst kräftige Begrenzungsmembranen ausbilden, läßt einen Schluß auf diese Fähigkeit zu. Einen exakten Nachweis, der allerdings nur durch Plasmolyseversuche erbracht werden kann, hat Maupas nicht versucht.

Der Zellschlauch, der seine vegetative Wachstumsperiode beendet, zerfällt nun in polyenergide Zellabschnitte, die sich gegeneinander durch zarte Querwände abschließen und gegen die Kutikula des Wurmes zuwachsen. Sobald diese von den zylindrischen Zellfragmenten erreicht ist, wird ein langer papillenartiger Fortsatz durch die Körperhaut hindurchgetrieben und mit einer Pore die Verbindung mit dem umgebenden Medium hergestellt. Gewöhnlich wächst der Fortsatz noch über die Wurmhaut hinaus, so daß ein röhren- oder retortenförmiges Organ entsteht (Abb. 1R). Der Inhalt des Sporangiumsackes wird in die oben beschriebenen Sporen verwandelt, die darin (endogen) in verschiedener Anzahl (8—200) ausgebildet werden. Sobald die Sporangien reif sind, werden die Sporen plötzlich mit großer Vehemenz durch die Pore ausgestoßen.

Außer diesen Sporangien mit keulenförmigen Sporen bildet *Protascus subuliformis* noch sexuelle Zygosporen nach vorhergehender isogamer Kopulation. Die Kernverhältnisse sowie die Keimung dieser Zygosporen hat Maupas nicht näher untersuchen können, so daß die systematische Stellung dieses Pilzes sich nicht mit Sicherheit feststellen läßt.

Maupas hält ihn für einen Phycomyzeten, der in die Nähe der Merolpidiazeen (*Synchytrium*) einzureihen wäre; R. Maire will ihn als Vertreter einer eigenen Familie (*Protascaceae*) aufgefaßt sehen, die zwischen den Lagenidiazeen und den Ancylistazeen steht. Dangeard, der diesen Pilz zuerst beschrieben hat, rechnet ihn dagegen zu den Hemiascineen, einer primitiven Ascomyzetengruppe.

Eine Entscheidung dieser systematischen Fragen muß vorläufig zurückgestellt werden, bis ein glücklicher Zufall den *Protascus subuliformis* wieder auffinden und die fehlenden Details ergänzen läßt.

Literatur.

Maupas, E., Sur un champignon parasite des Rhabditis. Bull. de la soc. d'histoire nat. de l'Afrique du Nord Alger, 7e année No. 3, 15 mars 1915, S. 34—49, 13. Abb.
Maire, R., Remarques sur le Protascus subuliformis ebd. S. 50—51.
Dangeard, Le botaniste, sér. IX, 1906, S. 256.

Über biogene Entkalkungen

Von Dr. **Leo Minder,** Zürich

Wer fleißig Algenwatten aus Tümpeln und Brunnentrögen durchmikroskopiert hat, dem werden zwischen dem lichten Grün mehr oder weniger dunkle Kristallbildungen, oft ganze körnige Aggregate aufgefallen sein. Das ist meist kohlensaurer Kalk, der sich aus dem Wasser selbst, unterstützt von der Assimilationstätigkeit der Pflanze (biogen) ausgeschieden hat. Derartige Erscheinungen sind in der Natur weit verbreitet und oft von einer Großartigkeit, daß ihnen eine geologische Bedeutung zukommt. Um zum Kern dieser Entkalkungsprobleme zu gelangen, schalten wir eine theoretische Erörterung aus der Chemie des Süßwassers ein.

Was wir gemeinhin als „Süßwasser" bezeichnen, ist nicht reines Wasser, sondern eine verdünnte Lösung von Salzen und Gasen, der sich noch, doch gewöhnlich in untergeordneten Mengen, organische Stoffe aus verschiedensten Verunreinigungsquellen beigesellen können. Den einfachsten Maßstab über die Menge des „festen" Gelösten gibt der Abdampfrückstand, nach Übereinkunft auf den Liter Wasser berechnet. Dieser kann von wenigen bis zu Tausenden Milligrammen (mg) betragen, hält sich aber meist in den Grenzen von etwa 100 bis 400. Normalerweise sind die Hauptkomponenten der gelösten Salze kohlensaurer Kalk und schwefelsaurer Kalk (Gips). Unter diesen ist wiederum in der großen Mehrzahl der Fälle der kohlensaure Kalk, der uns weiterhin hauptsächlich beschäftigen soll, der am meisten vertretene Stoff.

Kohlensaurer Kalk, $CaCO_3$, ist in reinem Wasser bis zu etwa 10—20 mg auf den Liter löslich. Und doch sind Wasser mit einem Kalkgehalt in diesen Spuren selten; in Wirklichkeit treffen wir gewöhnlich ein Mehrfaches. Wie ist das möglich? Einzig deshalb, weil wir immer im Wasser noch einen anderen Stoff, ein Gas vorfinden, das die Lösungskraft für Kalk ganz gewaltig vergrößert; das ist die weit verbreitete und auch in der Atmosphäre zugegene Kohlensäure. Kohlensäure, Kalk und Wasser treten zusammen in Bindung und es entsteht doppeltkohlensaurer Kalk, der verhältnismäßig leicht löslich ist. Chemisch ausgedrückt: $CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$. Diese Lösung vollzieht sich vor allem im Erdboden. Jeder Ackerboden, jeder Waldboden ist ein Herd intensiver Zersetzungen. Hier werden abgestorbene Pflanzenteile und Tierleichen durch die Tätigkeit der Bakterien abgebaut, wobei u. a. erhebliche Mengen Kohlensäure entstehen. Der einsickernde Regen beladet sich mit diesem Gas, dringt tiefer, und löst aus dem Gesteinsmaterial Kalk heraus. Wo dann ein munterer Quell hervorsprudelt, ist aus dem „destil-

© Elsevier... http://www.elsevier.de/

lierten" Wasser, dem Regenwasser, unsere Salzlösung geworden.

Nun müssen wir uns aber noch eine Verwicklung gefallen lassen. Nämlich nicht die gesamte, dem Sickerwasser einverleibte Kohlensäure kann der Kalklösung dienen, sondern immer nur ein Teil. Ein anderer ist als „Rest"-Kohlensäure nötig, um den doppeltkohlensauren Kalk in Lösung zu halten. Man hat hier zahlenmäßige Beziehungen gefunden, von denen ich einige anführen will.

Litermilligramm Kalk [1]):	Benötigen als „Rest"-Kohlensäure: (in lmg)
11.5	0.0
102.2	2.4
204.5	17.2
300.1	64.7
403.4	149.1

Diese Zahlenreihen zeigen deutlich, daß die zugehörige „Rest"-Kohlensäure mit steigendem Gehalt an doppeltkohlensaurem Kalk sehr rasch zunehmen muß, so daß also die Kalklösung nicht ins Ungemessene gehen kann. Tatsächlich geht sie auch selten über etwa 350 lmg $CaCO_3$. Der Kohlensäuregehalt des Sickerwassers und der Kalkreichtum des Untergrundes sind neben der Lösungszeit die wichtigsten Faktoren für den Kalkgehalt einer Quelle.

Nun ist aber in jedem Elementarbuch der Chemie zu lesen und jede Limonadenflasche beweist es, daß Kohlensäure in Wasser leicht löslich ist. In der Tat kann bei gewöhnlichem Druck und gewöhnlicher Temperatur ein Liter Wasser etwa 2—3 g Kohlensäure aufnehmen. Wenn das ohne Einschränkung gelten würde, dann müßten unsere Seen und Flüsse derart mit Kohlensäure beladen sein — Kohlensäure steht ja auch in beliebigen Mengen in der Luft zur Verfügung — daß darin wohl jedes Tierleben unmöglich wäre. Hier kommt das Gesetz von Henry zu Hilfe, das wir für unsere Zwecke passend etwa so formulieren können: Lagert über einer Wassermasse ein Gasgemisch, so ist die Lösungsfähigkeit jedes einzelnen Gases außer der eigentlichen Löslichkeit gegeben durch seinen Raumanteil im Gemisch. Luft enthält aber nur rund $^1/_{2000}$ Kohlensäure. Ist sie einzige Kohlensäurequelle, dann ist ein Liter Wasser bei einem Gehalt von 1—2 (je nach der Temperatur) mg Kohlensäure gesättigt. Viel Kohlensäure kann nur ins Wasser kommen, wo reichlich Kohlensäure vorhanden ist, wie z. B. im Erdboden. Unsere Zahlen veranschaulichen eine gegenseitige Abhängigkeit, ein chemisches Gleichgewicht zwischen Kalk und Kohlensäure. Entziehe ich dem Wasser von der „Rest"-Kohlensäure [2]), dann ist das Gleichgewicht gestört — es muß Kalk ausfallen. Wer diesen Betrachtungen mit etwelcher Aufmerksamkeit gefolgt ist, wird leicht ersehen, daß einzig physikalisch-chemische Ursachen schon sehr bald genügen, aus dem Wasser Kalkausfällungen zu bewirken. Denn die meisten unterirdischen Wässer — Quell- und Grundwasser — enthalten, wenn sie zu Tage treten, viel mehr Kalk und damit Kohlensäure, als der Atmosphärenzustand erlaubt. Viel intensiver wirkt, wo vorhanden, die Assimilationstätigkeit der grünen Wasserpflanzen kohlensäureentziehend, die oft rasch und reichlich Kalk zur Ausscheidung bringt. Wie die Landpflanzen aus der Luft, so decken die Wasserpflanzen ihren Kohlensäurebedarf aus dem Wasser. Recht oft jedoch treten beide Entzugsarten gepaart auf, wobei bald die eine, bald die andere im Vordergrund steht. Wir wollen die eine als „chemisch", die andere als „biogen" bezeichnen und einige der hervorgerufenen Bildungen nennen.

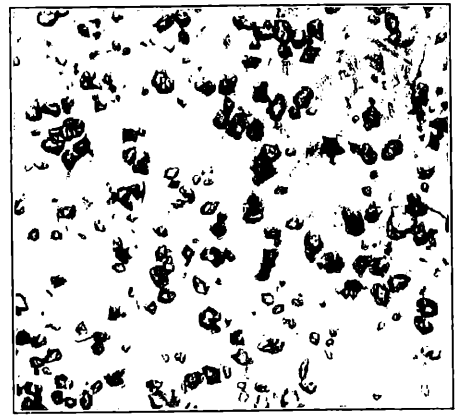


Abb. 1. Planktogen ausgefällter Seekalk. Große Kristalle des Frühjahrs, 90mal vergr. Zürichsee. Dem Bodensatz einer Planktonprobe entnommen. Nach einer Mikrophotographie des Verf. aus Zeitschr. f. Hydrologie

Quelltuff. Kalkabsatz bei Quellaustritten. Kann rein chemische Ursache haben, jedoch beim Vorhandensein von Algen und Moosen auch stark biogen beeinflußt sein. Quelltuffabsätze erreichen oft erhebliche Dimensionen.

Seekreidebildungen. Oft viele Meter mächtige, manchmal schneeweiße Kalkabsätze in seichten Gewässern oder am überfluteten Ufersaum tiefer Seen. Das bei der Brandung am Ufer zerspritzende Wasser läßt leicht Kohlensäure entweichen und Kalk ausfallen. Meist oder wohl immer wird der Vorgang biogen unterstützt durch untergetauchte Pflanzen und das assimilierende Plankton. Dieser Vorgang führt über zur eigentlichen

planktogenen Entkalkung vieler Seen, bei der wir nun etwas verweilen wollen. Was wir darunter zu verstehen haben, mag am besten meine eigene, erstmalige Beobach-

[1]) Einem allgemeinen begründeten Brauch folgend ist hier nicht die Menge des doppeltkohlensauren, sondern des einfach kohlensauren Kalkes ($CaCO_3$) angegeben, was aber an unseren Ausführungen prinzipiell nichts ändert.

[2]) Nach der üblichen Terminologie „freie, zugehörige" Kohlensäure genannt.

tung dieser Erscheinung erläutern. Als ich am 14. April 1920 auf dem Zürichsee meine üblichen Messungen und Untersuchungen vornahm, fiel mir eine außergewöhnliche Trü-

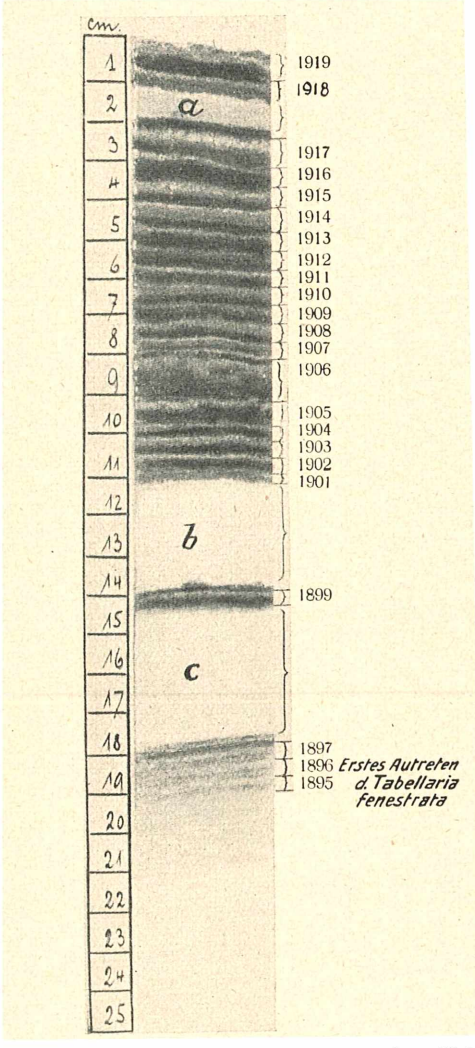


Abb. 2. Geschichteter Tiefenschlamm aus dem Zürichsee. Probe aus 138 m Seetiefe, Febr. 1920. Jede Jahresschicht besteht aus einer grauen Sommerschicht (Kalk) und einer schwarzen Winterschicht (stark durchsetzt mit ausgefaultem Plankton, insbes. *Oscillatoria rubescens*). Die Schichtung begann mit der ersten Hochproduktion von *Tabellaria fenestrata*, 1896. Die großen hellen Zwischenlagen (*a*, *b*, *c*) stammen von Uferrutschungen her, die uns in diesem Zusammenhang weiter nicht interessieren. Nach F. Nipkow aus Zeitschr. f. Hydrologie

bung des Wassers auf. Das Plankton lag in der ersten kräftigen Frühjahrsentfaltung. Besonders gegen den Seeausfluß war die Vegetationsfarbe überlagert durch einen Stich ins Milchig-weißliche. Die versenkte weiße Scheibe (Secchi-Scheibe) entschwand dem Blick schon in 1,4—1,6 m Tiefe, entgegen 6 m im Monat zuvor. Die Züge mit dem feinen Planktonnetz förderten neben den großen Planktonmengen des Zürichsees eine Unzahl feiner Kalkkristalle und Kristallaggregate in der Größe von durchschnittlich etwa 40 μ zutage (Abb. 1). Der Gedanke lag nahe, daß die Kristalle vom Wasser selbst herstammten, und wenn er richtig war, so mußte sich der Kalkentzug im Wasser nachweisen lassen. Und das war auch der Fall; das Wasser der oberen, vom Pflanzenplankton belebten Schichten zeigte einen erheblich geringeren Kalkgehalt. Die genauere Untersuchung hat dann ergeben, daß die Entkalkung eine jährlich wiederkehrende rhythmische Erscheinung ist und in direktem Zusammenhang mit der Planktonentfaltung steht; daß alsdann keine Kohlensäure mehr nachweisbar ist und der Kalkgehalt, der im Zürichsee normalerweise 125 lmg beträgt, bis auf 90 mg absinken kann. Etwas einfacher gesagt: Das assimilierende Pflanzenplankton entzieht dem Wasser in den oberen Schichten (bis etwa auf 10 m Tiefe) im Frühjahr die gesamte Kohlensäure und führt zu einer intensiven Entkalkung in Form kleiner Kristalle. Der Kalk fällt als Calcit aus. Oft kann man Rhomboeder erkennen. Über den Sommer nimmt die Kristallgröße ab; zumeist trifft man dann nur noch feine, unbestimmt geformte Kalkgerinnsel, oft von Schleimflöckchen (vom Plankton herrührend?) zusammengehalten. Im Frühjahr sind Kristalle nicht selten an Planktonalgen ankristallisiert; auch habe ich sie schon inmitten der großen Gallertkugeln gesehen, die bei der vegetativen Vermehrung der Alge *Pandorina morum* entstehen. Diese planktogene Entkalkung ist nicht etwa eine Eigentümlichkeit des Zürichsees; sie ist in vielen Seen nachgewiesen und steht in Zusammenhang mit dem biologischen Charakter des Gewässers einerseits und dem Kalkgehalt andererseits. Aber eine interessante Erscheinung ist eigentümlich für den Zürichsee: Die Entkalkung, im heutigen Tempo wenigstens, reicht erst auf einige Jahrzehnte zurück. Wir wissen das einmal dank verschiedener Kalkbestimmungen aus früheren Zeiten und neuerdings aus den Veröffentlichungen von Dr. Nipkow über seine Schlammuntersuchungen. Nipkow entnimmt mit sorgfältig senkrecht in den Seegrund eingestochenen Glasröhren (Naumannsche Rohrlote) Schlammzylinder. Bei genügender Tiefe, d. h. dort, wo keine Grundfauna mehr den Schlamm ständig durchpflügt, besitzt dieser einen ganz charakteristischen Aufbau, und zwar nach Jahreslagen, ähnlich wie sie beim Dickenwachstum unserer Hölzer entstehen; diese Jahreslagen konnten an Hand bekannter biologischer Erscheinungen im See genau festgelegt werden (Abb. 2). Eine Ursache dieser Schichtung ist in der wechselnden Korngröße der niedersinkenden Kalkkristalle zu suchen: Große Kristalle im Frühjahr, kleine im Sommer, getrennt durch reine Planktonabsätze im Winter, wenn die Entkalkung ruht. Den ersten Jahresabsatz finden wir mit dem Jahr 1896. Die früheren Absätze sind nicht geschichtet und überhaupt wenig charakteristisch. Wie kam das? Die Erscheinung hängt zusammen mit Umstim-

mungen im Planktoncharakter des Zürichsees, besonders einer gewaltigen Vermehrung des Planktons seit 1896, als erstmals die Planktonalge *Tabellaria fenestrata* (Abb. 3) in ungeheuren Mengen auftauchte und im Verlaufe weniger Jahre noch von anderen „Eindringlingen" gefolgt wurde. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei auf die Fußnote, Seite 128 meines Aufsatzes „Über Auxosporenbildung bei der Planktonbacillariacee *Melosira islandica*" (s. Literaturangabe) verwiesen, wo diese Frage näher behandelt ist. Die Planktonzunahme selbst hatte ihre primäre Ursache in der Besiedelung der Ufer, die dem See eine Menge Abwässer zuführte, ihn gewissermaßen „düngte", d. h. an Planktonnährstoffen anreicherte. Im ganzen genommen ist der Zürichseeschlamm von heute kein reines Kalksediment, sondern durchsetzt mit organischen Stoffen, die vom abgesetzten Plankton herstammen, etwas Schwefeleisen u. a. m. Es ist die „Gyttja", der Faulschlamm nährstoffreicher (eutropher) Seen. Indes ist doch der ganz überwiegende Anteil Kalk, und es drängt sich hier die Frage auf, was für eine Bedeutung dieser biogenen Entkalkung für die Entwicklungsgeschichte des Sees zukommt. Nach den Nipkowschen Untersuchungen beträgt der Jahresabsatz einige, vielleicht 4 bis 5 mm. In 1000 Jahren kommen wir damit auf 4—5 m. Und da die letzte Eiszeit, die erst unsere Seebecken freimachte, nach den neueren Berechnungen in die Zeit von 23 000 bis 9000 v. Chr. verlegt wird, ergibt sich von selbst, daß der Zürichsee — das gleiche Absatztempo von heute bis zurück zum Abschmelzen der Gletscher vorausgesetzt — seine seichteren Teile, besonders den Abschnitt etwa von Wädenswil bis aufwärts zum Rapperswilerdamm längst eingebüßt haben müßte. Das würde wohl der Hälfte des Umfanges des eigentlichen, heute 67 km² großen Zürichsees (ohne Obersee, der einen ganz anderen biologischen Charakter hat) entsprechen. Allochthone, d. h. von außen kommende Mineralabsätze, spielen beim Zürichsee keine große Rolle, weil der Hauptzufluß, die Linth, seine Mineraltrümmer früher im Obersee deponierte, heute in den Walensee abgibt.

Gewiß ein ausgezeichnetes Beispiel, das hier genau verfolgt werden konnte, wie das Ineinandergreifen der verschiedensten Faktoren sich an einer, wenn auch — mit menschlichen Zeitmaßen gerechnet — langsamen geologischen Umbildung beteiligen, an deren Ursprung der Mensch bzw. die menschliche Kultur steht. In eine Kausalkette gebracht, können wir den ganzen Komplex von Erscheinungen etwa so formulieren: Dem Bau der beiden Seebahnen am Zürichsee folgte eine derart gesteigerte Dichte der Besiedelungen um den See, daß die Ufer heute zu den dichtest besiedelten Gebieten gehören. Entsprechend nahmen die dem See zugeführten Abwassermengen zu und reicherten ihn an Pflanzennährstoffen (von besonderer Bedeutung ist der Stickstoff!) an. Es kam der Zeitpunkt, wo gewisse Planktonalgen ihr Lebensoptimum fanden, worauf sie mit einer ungestümen Vermehrung antworteten. Und nun wurde und wird der See chemisch auch anderweitig beeinflußt: Kohlensäure wird dem Wasser entzogen und Kalk setzt sich ab — immerdar festgehalten im Sediment, bis er einst wieder als Süßwasserkalk emportaucht, um von neuem den erdzerstörenden und erdbildenden Kräften seinen Tribut zu zollen.

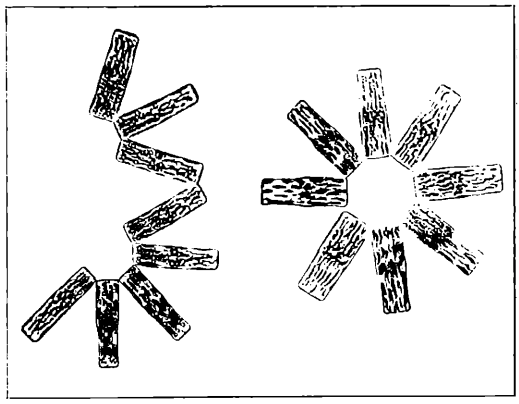


Abb. 3. *Tabellaria fenestrata* (Ktz.), häufige Planktonalge, 274mal vergr. Löste durch ihr Massenauftreten im Zürichsee 1896 erstmals die kräftige planktogene Entkalkung aus und ist seither einer der dominierenden Phytoplankter des Zürichsees. L. Minder phot.

Literatur:

Minder, L., Über biogene Entkalkung im Zürichsee. Verhandl. d. Internat. Vereinigung für Limnologie, Kiel 1922.

— Biologisch-chemische Untersuchungen im Zürichsee. Zeitschr. f. Hydrologie III, Heft 3/4 (1926).

— Über Auxosporenbildung bei der Planktonbacillariacee *Melosira islandica* var. *helvetica*. Mikrokosmos XX., 1926/27 (Heft 6), S. 127.

Nipkow, F., Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen des Schlammabsatzes im Zürichsee. Zeitschr. f. Hydrologie, I, Heft 1/2 (1920).

— Über das Verhalten der Skelette von planktischen Kieselalgen im geschichteten Tiefenschlamm des Zürich- und Baldeggersees. Zeitschr. f. Hydrologie, IV, Heft 1/2 (1927).

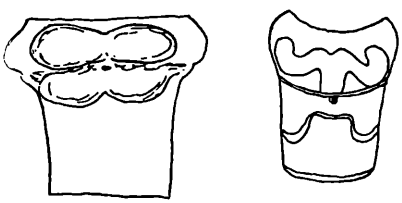
Die deutschen Arten der Süßwasser-Cyclopiden

Von **Friedrich Kiefer,** Dilsberg b. Heidelberg

Im 4. Heft des laufenden Mikrokosmos-Jahrganges (S. 71) habe ich eine kurze Darstellung der neuesten Anschauungen vom Cyclopiden-System zu geben versucht. In jenem Aufsatz konnte ich aber des Raumes wegen nur den ersten Teil der mir gestellten

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

Aufgabe lösen. Der zweite, für die meisten Leser ohne Zweifel wichtigere Teil mußte auf später zurückgestellt werden, nämlich die Übersicht über die Arten und Unterarten. Jeder, der wissenschaftlich verläßliche Bestimmungen seines Copepoden-Materiales ausführen möchte, aber nicht in der Lage ist, die umfangreiche, weit zerstreute und zum Teil schwer zugängliche Literatur zu übersehen, empfindet es als eine bedauerliche Lücke, daß die für unser Gebiet in Betracht kommenden neueren Bestimmungswerke, also van Douwes Copepoda in Brauers „Süßwasserfauna Deutschlands" und Waglers Übersicht in Brohmers „Fauna von Deutschland" zu unvollständig oder gar ungenau sind, als daß danach von einem Fortgeschrittenen befriedigend gearbeitet werden könnte. So möge denn der vorliegende Aufsatz als zweiter Teil meiner Arbeit gelten. Freilich muß ich mich, um die einzelnen Formen einigermaßen genau kennzeichnen zu können, auf die bis



2 1

Süßwasser-Cyclopiden. 1 *Eucyclops prasinus* Sars. 2 Receptaculum seminis von dgl. von *E. macrurus* Fischer

jetzt in unserm Faunengebiet festgestellten Arten und Unterarten beschränken, ohne daß ich mich indes ganz streng an die politischen Grenzen des Deutschen Reiches halte. Ich werde vielmehr auch einige wenige Formen mit in die Schlüssel aufnehmen, die noch nicht auf deutschem Boden gefunden worden sind, die sich aber vielleicht doch noch entdecken lassen.

1. Gattung Macrocyclops Claus

1. Furkaläste innen behaart; am Endglied des 4. Innenastes sind beide Innenrandborsten stark entwickelt . 2
   Furkaläste innen unbehaart; am Endglied des 4. Innenastes ist die distale Innenrandborste sehr stark verkümmert **albidus** (Jur.)
2. Behaarung des Furkainnenrandes dicht; der proximale Teil der Hyalinmembran am Endglied der Vorderantenne ist grob gezähnt . . . . . **fuscus** (Jur.)
   Behaarung des Furkainnenrandes spärlich; die Hyalinmembran ganzrandig oder höchstens fein gezähnelt **distinctus** (Rich.)

Als Schmeil vor 36 Jahren die Cyclopiden Deutschlands bearbeitete, war die heute als *distinctus* bezeichnete Form erst von drei Fundorten bei Halle a. d. Saale bekannt; sie wurde damals als Bastard zwischen *fuscus* und *albidus* angesehen. Neubaur hat 1913 diese Frage an Hand eines reicheren Materiales eingehend studiert. Das Ergebnis seiner vielen Kreuzungs- und Rückkreuzungsversuche war aber durchaus negativ: keine der drei Formen paarte sich mit dem entsprechenden Geschlecht einer der andern Formen. Dies und die Tatsache, daß *M. distinctus* auch in solchen Gewässern angetroffen wird, in denen nur die eine oder gar überhaupt keine der beiden andern Arten vertreten ist, veranlassen mich, die Richardsche Form als eine selbständige Art anzusehen, und dieser Ansicht stimmen heute die namhaftesten Copepoden-Forscher bei.

2. Gattung Eucyclops Claus

1. Furkaläste kurz, weniger als dreimal so lang wie breit; Rec. seminis wie in Abb. 1 **(Tropocyclops) prasinus** Fisch.
   Furkaläste mindestens etwa viermal so lang wie breit; Rec. seminis wie in Abb. 2 **(Eucyclops s. str.)** 2
2. Außenrand der Furkaläste mit einer an der Seitenrandborste beginnenden längeren Längsreihe von Dörnchen (= Säge) 3
   Außenrand der Furkaläste nur über der Basis der Seitenrandborste mit einigen Dörnchen oder überhaupt ohne Säge 6
3. Hyalinmembran der drei letzten Glieder der Vorderantenne ganzrandig 4
   Hyalinmembran der drei letzten Glieder der Vorderantenne gezähnelt . 5
4. Furkaläste etwa bis fünfmal so lang wie breit; Sägedörnchen kräftig; Dorn innen am rudimentären Füßchen sehr breit . . . . . **serrulatus** Fisch.
   Furkaläste schlank, bis siebenmal so lang wie breit; Sägedörnchen sehr fein; Dorn innen am rudimentären Füßchen schlanker **speratus** Lillj.
5. Furkaläste mäßig lang; Membran des Endgliedes der Vorderantennen proximal grob gezähnelt (etwa 11—14 Zähnchen) . . . . . **Lilljeborgi** Sars
   Furkaläste sehr lang; Membran an der fraglichen Stelle fein gezähnelt (etwa 22—25 Zähnchen) **macruroides** Lillj.
6. Furkaläste mäßig lang (Tiere sind blind) **Graeteri** Chappuis
   Furkaläste außergewöhnlich lang (bis 10mal so lang wie breit — Tiere mit Auge) **macrurus** Sars

Hierher gehört auch der aberrante *E. teras* E. Graeter, der bis jetzt erst in Höhlen der Schweiz gefunden worden ist. Im ganzen besitzt er die Merkmale einer „*serrulatus*"-Form, trägt aber am rudimentären Füßchen nur zwei Anhänge statt deren drei, nämlich eine apikale Borste und einen inneren Dorn.

Während ältere Copepodenforscher sogar bezweifelten, ob *macrurus* als eine selbständige Art gegenüber *serrulatus* aufrecht zu erhalten sei, sind heute die besten Kenner unserer Tierchen der Ansicht, daß nicht nur diese beiden Arten auseinandergehalten werden müssen, sondern daß darüber hinaus von *serrulatus* selbst noch einige weitere Formen

abgetrennt werden müssen. In unserem Faunengebiet sind es *E. speratus, Lilljeborgi* und *macruroides*, in den Tropen noch viele andere. Wenn sich die Selbständigkeit dieser Formen schon durch die Beständigkeit ihrer Merkmale als genügend begründet erweist, so wird sie noch bestätigt durch die Tatsache, daß schon oft mehrere dieser Formen in demselben Gewässer, ja in demselben Fange erbeutet worden sind, ohne daß, wie es doch in solchem Falle zu erwarten wäre, Übergänge von der einen zur andern festgestellt werden konnten. So habe ich z. B. im Bodensee schon in einem Fange erhalten *E. serrulatus, speratus, macruroides* und *macrurus* — jede Form in typischer Ausbildung. Es ist also wohl an der Zeit, endlich diese als selbständig erkannten Arten auch streng auseinanderzuhalten. Ich habe schon wiederholt jene kritiklose Art des Bestimmens getadelt, die jeden Cyclopen mit einer Serra dieserhalb kurzerhand *„serrulatus"* nennt.

3. Gattung Paracyclops Claus

1. Vorderantennen elfgliedrig **affinis** Sars
   Vorderantennen achtgliedrig 2
2. Dörnchenreihe über der Basis der furkalen Seitenrandborste kurz, schräg nach innen bis zur dorsalen Mitte ziehend **fimbriatus** Fischer
   Diese Dörnchenreihe zieht nach einer Biegung in der Mitte bis nahe zur Basis jedes Astes **poppei** Rehberg

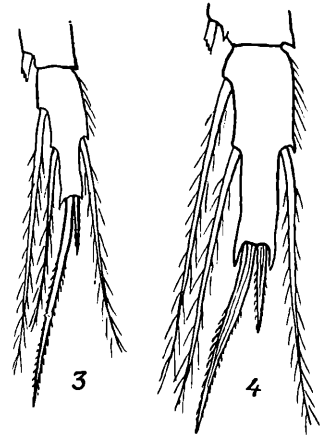
Die bis jetzt als *„fimbriatus"* bezeichnete Form ist ohne Zweifel eine Sammelart, von der jedenfalls 1—2 Arten oder wenigstens Unterarten abgetrennt werden müssen.

4. Gattung Ectocyclops Brady

Von dieser Gattung sind bislang überhaupt erst zwei Arten bekannt. Die eine ist der weit verbreitete **E. phaleratus** (Köch), die andere der nur in Ostafrika und Madagaskar gefundene *E. compactus* Sars. *Phaleratus* hat gewöhnlich zehngliedrige Vorderantennen. Da indes auch schon Exemplare mit elf- und andererseits solche mit nur neungliedrigen Antennen beobachtet worden sind, empfiehlt es sich, diesem Punkte besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

5. Gattung Mesocyclops Sars

1. Rudiment. Füßchen eingliedrig, Vorderantennen zwölfgliedrig (**Metacyclops**) **gracilis** Lillj.
   Rudiment. Füßchen zweigliedrig, Vorderantennen siebzehngliedrig 2
2. Stachel des Endgliedes vom rudiment. Füßchen seitlich eingelenkt, Verbindungsmembran der Füße des 4. Paares jederseits mit einem spitzen Zahnvorsprung (**Mesocyclops s. str.**) **leuckarti** Cls.
   Stachel des Endgliedes vom rudiment. Füßchen am Ende eingelenkt; Verbindungsmembran der Füße des 4. Paares jederseits mit einem runden Höcker (**Thermocyclops**) 3
3. Am Endglied des vierten Innenastes ist der innere Enddorn kürzer als der äußere . . . . . **Dybowskii** Lande
   Am Endglied des vierten Innenastes ist der innere Enddorn bedeutend länger als der äußere 4
4. Der innere Enddorn am Endglied des vierten Innenastes ist außerordentlich lang (Abb. 3) . . . **oithonoides** Sars
   Dieser Enddorn ist nicht so auffallend verlängert (Abb. 4) **hyalinus** Rehbg.



Süßwasser-Cyclopiden. 3 = Endglied des 4. Innenastes von *Mesocyclops oithonoides* Sars. 4 = Dass. von *M. hyalinus* Rehberg

6. Gattung Cyclops O. F. Müller

a) Untergattung Cyclops s. str.

1. Vorderantennen siebzehngliedrig 2
   Vorderantennen vierzehngliedrig **insignis** Claus
2. 4. und 5. Thoraxsegment in große „Flügel" ausgezogen 3
   Diese beiden Segmente nicht flügelförmig, sondern nur in kleinere seitliche Spitzen vorgezogen 4
3. Furkaläste verhältnismäßig kurz, Dornformel 3. 4. 4. 3 . . . **scutifer** Sars
   Furkaläste lang und schlank, Dornformel 2. 3. 3. 3 . . . . . **vicinus** Uljanin
4. Furkaläste verhältnismäßig kurz, etwa 5—6mal so lang wie breit . . . 5
   Furkaläste lang und schlank, etwa 7mal so lang wie breit 6
5. Endglied des rudiment. Füßchens verhältnismäßig plump, sein Dorn so lang wie das Glied; furkale Endborsten relativ kurz . . . . **strenuus** Fischer
   Endglied des rudiment. Füßchens schlank, sein Dorn sehr kurz, furkale Endborsten relativ lang . . . . . **lacustris** Sars
6. Endglied des rudiment. Füßchens normalgestreckt, sein Dorn in der Mitte des Innenrandes; innerste furkale Endborste etwa doppelt so lang wie die äußerste **abyssorum** Sars
   Endglied des rudiment. Füßchens verkürzt, sein Dorn deswegen näher dem Ende zu eingelenkt; innerste furkale Endborste nur wenig länger als die äußerste **miniatus** Lillj.

Die Formen dieser Gruppe mit siebzehngliedrigen Vorderantennen wurden bei uns bis jetzt fast ausnahmslos mit *strenuus* vereinigt. M. E. liegt aber hier der gleiche Fall vor wie bei den *serrulatus*-Ähnlichen: die verschiedenen *strenuus*-Formen, die man tatsächlich unterscheiden kann und die zum Teil auch schon Schmeil wohl kannte, sind am besten als selbständige Arten zu bewerten. Es muß dazu freilich gesagt werden, daß sie viel schwieriger auseinandergehalten werden können als die Formen von *Eucyclops* s. str. — In Deutschland kommen außer dem typischen *strenuus* und *insignis* noch sicher vor: *vicinus* (das in Schmeils großem Werk auf Taf. II, Fig. 12 dargestellte Weibchen ist unsere Art — mir selbst lag sie schon vor aus Württemberg und Brandenburg) und *scutifer* (als diese Art angesprochene Tiere kenne ich aus der Umgebung von Berlin). Von den drei andern oben aufgeführten Formen dürfte bei uns noch am ehesten *miniatus* festzustellen sein. Ich kenne ihn aus England, Frankreich, Polen und Ungarn. Bezüglich der beiden andern mußte ich mich an die Beschreibungen von Sars halten, da sie selbst mir leider noch nicht unter die Augen gekommen sind.

b) **Untergattung Megacyclops Kiefer**

Hierher zählen nur die beiden Arten **viridis** und **gigas.** Sie lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

Furkaläste verhältnismäßig kurz; innerste Endborste über doppelt so lang wie die äußerste ..... **viridis** (Jur.)
Furkaläste verhältnismäßig lang; innerste Endborste weniger als doppelt so lang wie die äußerste .. ... **gigas** Claus

Die Unterschiede beider Formen beruhen also nicht in der Körpergröße, zu welcher Ansicht freilich der Name „*gigas*" leicht verleitet, sondern in erster Linie in Bau und Bewehrung der Furkaläste. Bei genauem Zusehen lassen sich meist auch noch Unterschiede am Endglied des 4. Innenastes und am rudimentären Füßchen auffinden.

c) **Untergattung Acanthocyclops Kief.**

1. Vorderantennen 17gliedrig 2
   Vorderantennen 12- oder 11gliedrig. . 4
2. Receptaculum seminis schmetterlingsförmig; Sinneskolben des 12. Gliedes der ♀ Antenne außergewöhnlich lang **sensitivus** Gr. u. Ch.
   Receptaculum seminis nicht schmetterlingsförmig; Sinneskolben des 12. Antennengliedes nicht besonders stark entwickelt 3
3. Dornformel der Schwimmfußaußenastendglieder 3. 4. 4. 4 ... **robustus** Sars
   Dornformel der Schwimmfußaußenastendglieder 2. 3. 3. 3 .. **vernalis** Fisch.
4. Vorderantennen 12gliedrig; Furkaläste innen behaart **venustus** Norm. u. Scott
   Vorderantennen 11gliedrig 5
5. rudimentäre Füßchen zweigliedrig; Schwimmfußäste dreigliedrig **Kieferi** Chappuis
   rudiment. Füßchen eingliedrig; Schwimmfußäste zweigliedrig 6
6. von den beiden Enddornen am Endglied des vierten Innenastes ist der innere etwa doppelt so lang wie der äußere **varicans** Sars
   von diesen beiden Dornen ist der äußere sehr kurz, kaum ¼ des inneren **bicolor** Sars

Sowohl bei *robustus* als auch bei *vernalis* besteht die Neigung, eine mehr oder weniger große Anzahl der Fiederborsten der Schwimmfußäste in Stacheln oder Dornen umzuwandeln. Thallwitz hat diese Verhältnisse an sächsischen Tieren eingehend untersucht und verschiedene Varietäten von beiden Arten aufgestellt. Des Raumes wegen kann darauf hier leider nicht näher eingegangen werden. — — *Kieferi* und *sensitivus* sind ausgesprochene Grundwasserbewohner. Jener ist in Siebenbürgen entdeckt und dann bei uns in einer Höhle des Siebengebirges wiedergefunden worden; dieser dagegen ist bislang erst aus einigen Brunnen der Umgebung Basels bekannt. *venustus* (syn. *C. crinitus* Graeter) wurde bis jetzt in einer Höhle der Schweiz und in einem Grundwasserbrunnen bei Basel beobachtet. In England kommt er in Taggewässern vor.[1])

d) **Untergattung Diacyclops Kiefer**

1. Sämtliche Schwimmfußäste 3gliedrig. 2
   einzelne oder alle Äste 2gliedrig. 5
2. Vorderantennen 17gliedrig 3
   Vorderantennen 14- oder 12gliedrig. 4
3. Endglied des vierten Innenastes gestreckt, sein innerer Enddorn kürzer als der äußere ... **bicuspidatus** Claus
   Endglied des vierten Innenastes gedrungen, sein innerer Enddorn länger als der äußere **bisetosus** Rehberg
4. Vorderantennen 14gliedrig; Endbewehrung des vierten Innenastendgliedes, wie etwa bei *bicuspidatus* **bicuspidatus odessanus** Schmank
   Vorderantennen 12gliedrig; Endbewehrung des vierten Innenastendgliedes wie etwa bei *bisetosus* **crassicaudis** Sars
5. Beide Äste des 1. und der Innenast des 2. Fußpaares zwei-, die übrigen Äste dreigliedrig — oder nur der Innenast des 4. Paares dreigliedrig 6
   alle Äste zweigliedrig 12
6. Vorderantennen 16gliedrig 7
   Vorderantennen 11gliedrig 8
7. Furkaläste vier- bis viereinhalbmal so lang wie breit. .. . **languidus** Sars
   Furkaläste nur zweieinhalbmal so lang wie breit **languidus disjunctus** Thallwitz

[1]) Inzwischen stellte ich ihn auch für Deutschland fest, und zwar vorerst nur in einem ♀ Exemplar, das von Herrn W Klie in dem bei Bremerhaven gelegenen Wollingster See gesammelt worden ist.

8. Beide Äste des 1. und der Innenast des 2. Fußpaares zwei-, die übrigen Äste dreigliedrig, zwei lange Furkalendborsten 9
alle Äste bis auf den dreigliedrigen Innenast des 4. Fußpaares zweigliedrig; nur eine lange Furkalendborste **unisetiger** Graeter

9. furkale Seitenrandborste in der Mitte des Astes eingelenkt; Endglied des 4. Innenastes langgestreckt . 10
furkale Seitenrandborste etwa zu Beginn des distalen Drittels oder noch weiter dem Ende zu eingelenkt; Endglied des 4. Innenastes gedrungen, seine beiden Enddornen ebenso. 11

10. rudimentäres Füßchen deutlich zweigliedrig, beide Glieder liegen außerhalb des Körpers . **nanus** Sars
rudimentäres Füßchen deutlich zweigliedrig, Grundglied jedoch zum Teil oder schon ganz unter die Kutikula des Thoraxsegmentes verlagert **nanus forma diaphanoides** Graeter
rudimentäres Füßchen erscheint nur noch eingliedrig, da das Grundglied mehr oder weniger vollständig vom Thoraxsegment „eingeschmolzen" worden ist **nanus incertus** Wolf

11. Furka gestreckt, vier- bis fünfmal so lang wie breit . **languidoides** Lillj.
Furka kürzer, nur etwa dreimal so lang wie breit **languidoides clandestinus** Kiefer

12. Analoperkulum nicht auffallend stark entwickelt; zwei lange Furkalendborsten 13
Analoperkulum groß, dreieckig; nur eine lange Furkalendborste **unisetiger forma biarticulata** Kiefer

13. Endglied des vierten Innenastes mit zwei Enddornen bewehrt . . . 14
Endglied des vierten Innenastes mit nur einem sehr langen Enddorn bewehrt **minutus** Claus

14. von diesen beiden Enddornen ist der innere rund doppelt so lang wie der äußere . . . . . **varicans** Sars
der äußere Enddorn ist sehr klein, nur etwa ¼ des inneren **bicolor** Sars

Die Untergattung *Diacyclops* ist also in unserem Gebiet die formenreichste der Cyclopiden überhaupt. Die in einer fortschreitenden Verkümmerung sich auswirkende Entwicklung ist, wie ich schon wiederholt ausgesprochen habe, hier in vollem Gange. Dafür noch zwei in der obigen Zusammenstellung nicht verzeichnete Beispiele: Lowndes fand in England eine Form des *bicuspidatus*, bei der an allen Schwimmfußästen die beiden Endglieder miteinander verschmolzen waren, die Äste also nur noch zweigliedrig erschienen; diese Form wurde „*var. symarthrus*" genannt. — Von *languidus* hat Schmeil seinerzeit Exemplare mit lauter dreigliedrigen Fußästen beobachtet. Thallwitz nannte diese Form, die ohne Zweifel einen Rückschlag auf ein früheres Stadium des *languidus* darstellt, *forma atava*. — Ob die drei angeführten Formen des *C. nanus* in der beschriebenen Weise aufrechterhalten werden können, müssen erst weitere Funde zeigen. — Eine Art „*diaphanus* Fischer" erscheint in meiner Zusammenstellung nicht mehr. Ich habe schon früher nachgewiesen, daß der Fischersche *diaphanus* eine durchaus ungenügend beschriebene, nicht sicher wiederzuerkennende Art ist, die, da sie zu mancherlei Mißverständnissen und Irrtümern Anlaß gegeben hat, am besten überhaupt aus der Liste der guten Arten gestrichen wird. An ihre Stelle tritt als sichere Art *minutus* Claus. — *unisetiger* ist eine ausgesprochene Grundwasserform und bei uns erst aus einer Wasserleitung bei Donaueschingen bekannt. — *varicans* und *bicolor*, die schon weiter oben in der Untergattung *Acanthocyclops* mitangeführt worden sind, erscheinen hier nochmals; denn ich bin immer noch nicht ganz schlüssig, welcher dieser beiden Gruppen sie endgültig zuzuweisen sind.

Der Spinatschimmel
(*Peronospora Spinaciae* (Grev.) Laub.)

Von Prof. Dr. **Jakob Eriksson,** Stockholm [1])

Wenige Wochen nach der Saat der Spinatsamen treten die ersten Krankheitsflecke auf den Blättern hervor. Diese Flecken sind in der Regel ziemlich groß, unregelmäßig verteilt und voneinander gut getrennt. Oben sind sie gelbweiß bis weiß, unten mit einem graublauen

[1]) Wir entnehmen diesen Aufsatz mit Erlaubnis des Verlags dem soeben in der Franckh'schen Verlagshandlung erschienenen Werke „Die Pilzkrankheiten der Garten- und Parkgewächse" des bekannten schwedischen Phytopathologen Prof. Dr. Jakob Eriksson (1928, geb. RM 13.50). Das Buch enthält eine übersichtlich und klar angeordnete Aufzählung und Beschreibung der wichtigsten Arten von Pilzkrankheiten der Garten- und Parkgewächse (mit Einschluß des Weinstocks) unter jeweiliger Anführung der dagegen zu verwendenden Vorbeugungs- und Bekämpfungsmittel. Unterstützt werden die Ausführungen durch 245 gute Schwarzweiß-Bilder. Gerade die eingehende Darlegung und zeichnerische Wiedergabe auch der anatomischen Verhältnisse der einzelnen Krankheiten machen dieses in erster Linie für den praktischen Pflanzenschutz bestimmte Werk auch für den Mikroskopiker lesenswert. Anm. d. Schriftl.

Schimmel dicht bedeckt. Im späteren Entwicklungsstadium zeigt sich das befallene Blatt über seine ganze Fläche fast gleichmäßig mit Pilzschimmel überdeckt und gelbweiß.

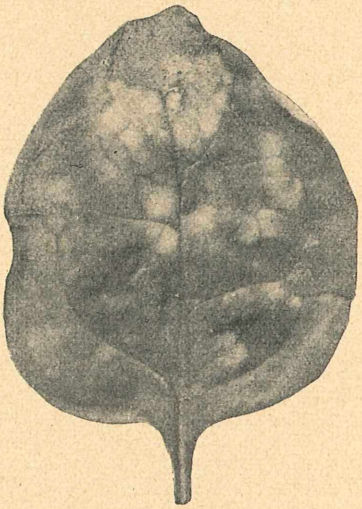


Abb. 1. Spinatschimmel (Orig.)

Zugleich wird oft die Blattspreite gebuckelt und der Rand schwach eingerollt. Bei schweren Fällen können nur die allerersten Blätter zu Küchenzwecken verwendet werden. Vorzeitig müssen die kranken Pflanzen weggeschafft und neue Saat von Spinatsamen gemacht werden.

Der Schimmelflaum ist von dicht gestellten, zarten, aufrechten, dichotomisch (gegabelt) verzweigten Pilzfäden, den Konidienträgern, gebildet, die in ihren Spitzen ovale Konidien abschnüren.

Bei diesem Pilze scheinen keine Überwinterungssporen (Oosporen) zur Entwicklung zu kommen, vielmehr überwintert der Pilz von einem Jahre bis zum anderen als latentes Plasma in den Samen, die aus kranken Spinatbeeten geerntet worden sind. In den Blattzellen, den Palisaden, sowie in den Schwammgewebezellen einer aus kranken Samen erwachsenen Spinatpflanze findet man bei mikroskopischer Untersuchung eine trübe, schwer durchsichtige Plasmamasse, die in den entsprechenden Blattzellen eines gesunden Spinatstammes nicht vorkommt. Mit Hilfe geeigneter Färbemethoden läßt sich die in den kranken Zellen vorhandene trübe Plasmamasse bei sehr starker Vergrößerung (2500:1) in eine kolloidale Flüssigkeit mit eingelagerten minimalen faden- oder körnerähnlichen Körperchen auflösen. Die trübe Masse ist durch eine symbiotische Verschmelzung zwischen dem eigentlichen Plasma der Nährzelle und dem Plasma des Pilzes gebildet. Sie ist ein sogenanntes Mykoplasma im Ruhestadium. Auch im Bau der Chlorophyllkörner ist eine gewisse Verschiedenheit zwischen einem kranken und einem gesunden Stamme wahrzunehmen. Die Körner der kranken Zellen sind im Innern lockerer und an der Oberfläche unebener, d. h. sie scheinen in Auflösung begriffen zu sein. In einem etwas mehr vorgeschrittenen Entwicklungsstadium lösen sich die Chlorophyllkörner auf und ihre Inhaltsstoffe gehen in den Plasmakörper über. So geschieht es auch zum größten Teile mit dem Zellkern. In der so erstarkten Plasmamasse, die die Nährzelle vollständig oder teilweise ausfüllt, entstehen jetzt mehrere (3—10) Nukleolen verschiedener Größe (Mykoplasma in Nukleolstadium).

Mit der Auflösung der Chlorophyllkörner und dem Hervortreten der Plasmanukleolen ist das Reifestadium des Mykoplasmas eingetreten und der bis dahin intrazellulare, plasmaartige Pilzkörper fertig, aus seinem Gefängnis herauszutreten, um in den Interzellularräumen ein selbständiges Leben als schmarotzender Fadenpilz anzufangen.

Aus einer größeren intrazellularen Stoffanhäufung gießt sich der Pilzkörper, wahrscheinlich mit Hilfe der in der Zellwand vorhandenen Plasmodesmenbahnen, als ein breiter Plasmodiumschlauch in den Interzellularraum aus. Ist der Pilzschlauch einmal ausgetreten, so wächst er weiter und weiter aus und nimmt die Natur eines wirklichen Myzelfadens an. Gewisse Myzelfäden entwickeln sich zu männlichen (Antheridien), andere zu weiblichen (Oogonien) Organen. Durch Verschmelzung der Stoffelemente dieser Organe werden Oosporen gebildet. Diese Sporen sind echte Sommersporen, sogleich fertig auszukeimen. Der durch eine Spaltöffnung austretende Keimschlauch entwickelt

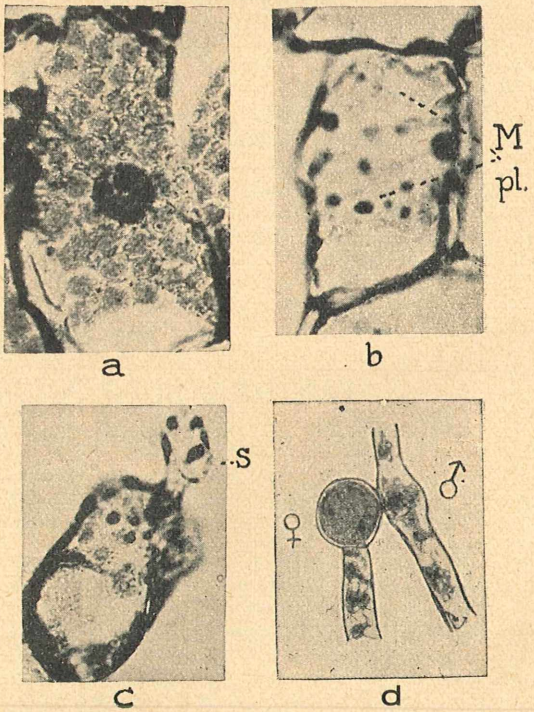


Abb. 2. Spinatschimmel. — *a* = Mykoplasma im Ruhestadium. *b* = Mykoplasma im Reifestadium mit Nukleolen. *c* = Plasmaausgüsse. d = Befruchtungsakt zwischen Antheridium (♂) und Archegonium (♀) (Orig.)

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

sich zu einem gegabelt verzweigten Luftmyzel, das Konidien abschnürt. Diese primären Konidien sind als Zoosporangien tätig, d. h. ihr Inhalt teilt sich in einer Mehrzahl von Zoosporen, die nach dem Austreten ins Freie unmittelbar auskeimen.

Um das Neuentstehen des Pilzes auf den frisch angelegten Spinatbeeten zu erklären,

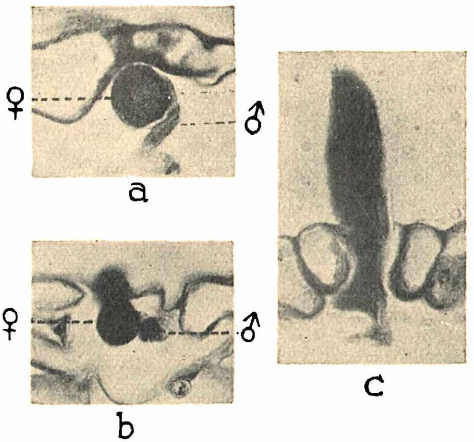


Abb. 3. Spinatschimmel. — *a* = fertige Oospore, unter der Epidermis liegend, mit angehefteten Antheridienresten. *b* = Oospore auskeimend. *c* Oospore ausgekeimt (Orig.)

hat man früher verschiedene Hypothesen aufgestellt. Meistens hat man, mit Rücksicht auf die ausgebliebene Oosporenbildung auf der Spinatpflanze selbst, zu den Oosporen des nahe verwandten, lange als ganz identisch betrachteten Pilzes auf *Chenopodium album* (Gem. Gänsefuß) u. a. seine Zuflucht genommen und aus diesen Oosporen den primären Krankheitsausbruch im neuen Jahre herleiten wollen. Aber man hat auch dieses Wiedererscheinen auf lebens- und infektionskräftige Pilzhyphen solcher Spinatbeete zurückführen wollen, die im Herbste angelegt wurden und für Überwinterung bestimmt waren. Keine dieser Erklärungen hat sich indessen gegen die Kritik stichhaltig gezeigt.

Die Krankheit wurde zum ersten Male im Jahre 1824 aus Schottland (Edinbourgh) beschrieben. Der Krankheitserreger, *Botrytis effusa* genannt, wurde indessen von späteren Forschern mit dem auf zahlreichen anderen Chenopodiaceen (*Chenopodium, Blitum, Atriplex*) wahrgenommenen *Peronospora effusa* identifiziert, bis endlich im Jahre 1906 der Spinatschmarotzer als selbständige Pilzart unter dem Namen *Peronospora Spinaciae* (Grew.) Laub. ausgeschieden wurde. Seit etwa 40 Jahren ist die Krankheit aus zahlreichen Orten in Europa und Nordamerika gemeldet worden.

Schutzmaßregel: Wer sich im voraus eine gesunde Spinaternte sichern will, säe nur solche Samen aus, von denen er mit Sicherheit weiß, daß sie aus gesunden Spinatpflanzen geerntet worden sind.

Literatur:

Magnus, P., *Peronospora effusa* Grew. auf den überwinternden Spinatpflänzchen bei Berlin. Arb. Bot. Ver. Pr. Brand., 1887, S. 14—15.

Halsted, B. D., The Spinach Mildew. N. Jers. Agr. Coll. Exp. Stat., 1890, S. 4—6.

Laubert, R., Der falsche Meltau (*Peronospora*) des Spinats und des Gänsefußes. Gartenfl., 1906, S. 435—440, 461—464.

Eriksson, J., Zur Entwicklungsgeschichte des Spinatschimmels. Ark. Bot. Bd. 15, Nr. 15, 1918, S. 1—25. — Sur l'histoire du developpement du *Peronospora Spinaciae* (Grew.) Laub. Analyse par M. E. Foëx. Revue Génér. Botan., Paris, T. 32, 1920, S. 552—560.

Kleine Mitteilungen

Die **Kristallisations- und Lösungsvorgänge** von p-Azo-oxyphenetol und Gelatine, sowie von NH_4Cl, Naphthalin und m-Nitroanilin untersuchte W. Kraemer (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1927. **44**, 476—477, Taf. VII bis VIII) mit dem Schlierenmikroskop der Fa. W. u. H. Seibert, Wetzlar. Die beschriebenen Vorteile des weiten Anwendungsbereiches (flüssige Kristalle, durch Druck doppelbrechend gewordene Substanzen, Mischungs- und Erstarrungserscheinungen u. v. mehr) und für polarisationsmikroskopische Untersuchungen der Wegfall des unteren Nikols sind trotz der anfänglichen Schwierigkeit der einzelnen Einstellungen (Objekt im Hellfeld, Diaphragma auf Mattscheibe und dann erst Dunkelfeldbeleuchtung) so bedeutend, daß auch schon das weniger günstige Sonnenlicht die vielseitige Anwendbarkeit des Instrumentes und der zugehörigen Ergänzungsteile beweisen kann. —r

Ob **oxydierende Fermente auch in lebenden Zellen der Pflanzen** auftreten und sich durch entsprechende Farbenreaktionen kenntlich machen lassen, untersucht E. Küster in Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927. **44**, 31—36. Als Merkmal der Lebenstüchtigkeit der Zellen wählt er die Erscheinung, ob sich die Protoplasten der Zellen hinterher mit norm. KNO_3-Lösung noch plasmolysieren lassen oder nicht. Außer den sicher ungeeigneten Reaktionen ließ sich mit Pyrogallol an Arten von *Solanum* und *Allium* ausgesprochene Lebendfärbung erzielen, auch war durch nachträgliche Anwendung von H_2O_2 die beabsichtigte Reaktion auf oxydierende Fermente möglich. Doch bezweifelt Verf. die Eindeutigkeit der durch das letztere Reagens erzielbaren Violett- und Rotfärbung. Die meisten Versuche verliefen überhaupt negativ. —r

Nach dem Grade der **Verholzung der Schließzellmembranen** unterscheidet K. Kaufmann (Planta 1927. **3**, 27—59) drei Typen: Verholzung der gemeinsamen Wand der Schließzellen; außerdem einer Lamelle zu beiden Seiten der Vorhofleiste; aller Wände außer

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

einer dünnen Stelle der Bauchwand. Der Nachweis der Verholzung wurde nach Plaut mit Dimethylamidoazobenzol erbracht; die Reaktion mit Phloroglucin und HCl ergab dagegen nur an jungen Blättern gute Resultate. Eine Abnahme der Durchlässigkeit für Wasserdampf soll durch die Verholzung nicht eintreten. —r

Die **Darstellung winziger Blutgefäße** beispielsweise in gewissen Borstenwürmern (nämlich Oligochaeten) und in kleinen Fischen (bis 5 cm Länge) nimmt P. Słonimsky (Ztschr. f. wiss. Mikrosk. 1927 **44**, 1—8, Taf. 1) mit frischen Lösungen von Benzidin in destill. Wasser (bis 2%) unter Zugabe von 2% Essigsäure vor; ferner ist in 1—3% Perhydrollösung zu übertragen. Wegen des geringen Eindringungsvermögens des Benzidins kommt hauptsächlich Injektion in Betracht, doch hat er auch Ganzfärbungen nach Übertragen der Tierchen aus destill. Wasser in die Benzidinlösung und später in Perhydrol unternommen. Die Anwesenheit von Hämoglobin scheint notwendig zu sein. —r

Als **Kernfixierungsmittel** empfehlen R. Noël und G. Mangenot (Compt. rend. Soc. Biol. 1922. **87**, 1130—1132) statt der bekannten Mischungen von Flemming, Zenker, Carnoy u. v. a. verdünnte Formollösungen, z. B. für höhere Pflanzen wässerige, isotonische Lösung von Saccharose 1000 Teile + Formol 80 Volumteile. —r

Mikrochemische Reaktionen auf Kupfer, Rhodan und Pyridin, sowie auf Nickel, Zink und Cadmium. In einem ausführlichen Referat gibt G. Spacu in der Zeitschr. f. analytische Chemie, 1924, S. 330 eine Reihe Reaktionen bekannt, die auch für den Mikrochemiker wertvoll sind. Sie sind auch zur quantitativen Bestimmung der betreffenden Metalle, sowie von Rhodan und Pyridin zu benutzen. — Zum Kupfernachweis versetzt man eine neutrale, nicht zu konzentrierte Kupfersalzlösung mit einigen Tropfen Pyridin und wenig Ammon- oder Kaliumrhodanidlösung. Es fällt sofort ein flockiger grüner Niederschlag aus, etwa von der Farbe von Scheelescher Grün. Die Reaktion ist sehr empfindlich: 5 mg Kupfer in 1 Liter werden noch bei Verwendung von 10 ccm Flüssigkeit nach einiger Zeit als deutlicher hellgrüner Niederschlag nachgewiesen.

Noch erheblich höher getrieben wird die Empfindlichkeit der Reaktion durch Hinzufügen einiger Tropfen Amylalkohol zu der trüben Lösung und Umschütteln derselben. Der Niederschlag findet sich dann auf und an der Trennungslinie der Flüssigkeiten. Chloroform statt des Amylalkohols löst den Niederschlag mit grüner Farbe. Auf diese Weise läßt sich noch 1 Teil Cu in 800 000 Teilen Lösung nachweisen.

Säuren müssen vorher durch Abdampfen entfernt und der Rückstand wieder mit Wasser aufgenommen werden; schwach saure Lösungen kann man direkt mit Pyridin in geringem Überschuß, und nachher mit einigen Tropfen Rhodanlösung versetzen. Der entstehende grüne Niederschlag ist in heißem Wasser schwer löslich; beim Erkalten scheidet er sich in Form grüner Nädelchen ab. In überschüssigem Pyridin ist der Niederschlag löslich; daher Vorsicht beim Zusatz von Pyridin (1 bis 2 Tropfen!). —

Der Pyridinnachweis wird ausgeführt, indem man zu einer verdünnten Kupfersulfatlösung nebst einigen Tropfen Kalium- oder Ammonrhodanid die pyridinhaltige Flüssigkeit zugibt, worauf sofort der grüne Niederschlag entsteht. Auch hier ist die Empfindlichkeit sehr groß; 5 mg Pyridin in 10 ccm wässeriger Flüssigkeit geben noch eine Fällung; sogar 1 mg Pyridin war nach 10 Minuten noch feststellbar.

Die bisher für die Pyridinfeststellung benutzte Kadmiumchloridreaktion ist erheblich weniger empfindlich. In einer 12 mg Pyridin in 10 ccm enthaltenden Lösung erschien erst nach 5 bis 6 Stunden ein geringer, aus farblosen Nädelchen bestehender Niederschlag.

Die Reaktion auf Rhodan wird in ganz ähnlicher Weise ausgeführt. Die höchstens 10%ige Kupferlösung wird mit einigen Tropfen Pyridin und dann mit der rhodanhaltigen Lösung versetzt und geschüttelt. Falls bei sehr verdünnten Lösungen kein Niederschlag entsteht, versetzt man mit wenig Chloroform und schüttelt; die geringsten Spuren Rhodan bewirken eine Grünfärbung des Chloroforms. Es lassen sich so 0,2 mg Rhodan in 10 ccm Lösung nachweisen. —

Infolge der quantitativen Abscheidung des Kupfers konnte Spacu einige mikro- und makrochemische Methoden ausarbeiten, deren Resultate laut Angabe mit solchen auf elektrolytischem Wege erhaltenen vollkommen übereinstimmen. Die Verfahren zum Nachweis von Nickel, Zink und Kadmium sind denen zur Bestimmung des Kupfers völlig analog.

Auch für diese Metalle gibt der Autor quantitative Methoden an, ferner maßanalytische Methoden zur Bestimmung des Pyridins, die aber für den mikroskopierenden Mikrochemiker naturgemäß weniger Interesse bieten.

Der Pyridinnachweis gelingt sehr schön in Brennspiritus, sowie in Verdünnungen desselben, was Referent feststellen konnte.

E. Fahrenholtz

Bei Dunkelfelduntersuchungen von Objekten, die mit fluoreszierenden Farbstoffen behandelt worden sind, findet in Übereinstimmung mit H. Siedentopf (Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop. 1921, **38**, 237) außer Beugung auch Fluoreszenz statt, wie die gründlichen mikroskopischen Untersuchungen von Charlotte Kern (ibid. 1926, **43**, 305 bis 337) deutlich gezeigt haben. Für die Farbwirkung der Mikroorganismen sind also entgegen M. Berek (ibid. 1921, **38**, 245) nicht allein Beugungserscheinungen, sondern auch Fluoreszenzwirkungen bedeutsam. Nachdem Kern die Apparate und Untersuchungsmethoden besprochen hat, werden Befunde an fluoreszierenden Farbstofflösungen (Eosin gelöst in verschiedenen Alkoholen, Azeton, Pyridin und Wasser, je 5 verschiedene Konzentrationen) und an Körpern geschildert, die mit sol-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

chen gefärbt worden sind. Mit zunehmender Dicke oder mit zunehmender Konzentration der Flüssigkeit nimmt die Erscheinung bis zu einem Maximum zu und wieder ab (beide Kurven nicht identisch); wichtig sind das Lösungsmittel und die Zusätze verschiedener Art. Es wird geschlossen, daß zum Fluoreszieren von Körpern mit rauher Oberfläche bloßes Benetzen, für poröse Körper aber ein Eindringen nötig ist. Weiter wird die Fluoreszenz neben Beugungserscheinungen untersucht und dabei die Gestalt der Gebilde (linear wie viele Fasern, kugelförmig usw.) und die Apertur der Objektive (Leuchtbildkondensor von Zeiß, Liste Mikro 406) berücksichtigt, und endlich werden Beugungserscheinungen an Eosinkristallen im monochromatischen und weißen Lichte und an Körpern betrachtet, die mit Eosin gefärbt worden sind. Die Umrißfärbung der Kristalle ist danach auf die unterschiedlichen Absorptionsgebiete der verschieden dicken Stellen zurückzuführen. Die untersuchten Blutkörperchen, die mit Eosin gefärbt sind, zeigen gleichfalls nur Beugung; doch kann hier jene Erklärung nicht zutreffen. Durch Anwendung der Eosinfärbung auf Kristalle, Glaswolle und Asbest wird gezeigt, wie trotzdem ausschließlich Beugung auftritt. Dr. Pfeiffer (Bremen)

Die **Planktonuntersuchungen der Havel** bei Potsdam, die R. H. Bethge (*Melosira* und ihre Planktonbegleiter, Pflanzenforschung, Heft 3, Jena, G. Fischer, 1925) durchführte, bringen eine gute systematische Durchforschung der Süßwasserformen jener Gattung. Alle diejenigen, die sich mit diesen außerordentlich variablen Algen beschäftigen, sowie überhaupt alle Algologen, die der Kubikzentimetermethode mittels der Kolkwitzschen Planktonkammer Interesse entgegenbringen, werden mit Nutzen die kleine Broschüre (82 Seiten, 6 Textfiguren, 3 Taf.) benutzen. Dr. Pfeiffer, Bremen

Das **Paraffin-Zelloidin-Einbettungsverfahren nach Maximow** (Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. 1909. **26**) wurde von A. Tschernjachiwsky-Kiew (ebenda 1925, ersch. 1926, **42**, 443—44) derart vereinfacht, daß absoluter Alkohol und Äther möglichst vermieden, allgemein an Reagentien gespart und „idealscharfe" Mikrotommesser entbehrlich werden. Das Verfahren verläuft folgendermaßen: Schneiden in 65% Alkohol; Übertragen auf den mit dünner Schicht von Eiweißglyzerin überzogenen Objektträger; Pressen der Schnitte mit mehrfachen Fließpapierlagen; nach Übergießen mit Nelkenöl Übertragen in drei Behälter absol. Alkohols je 5—10 Min.; Überführen der mit Zelloidin durchtränkten Objekte über Chloroform, Chloroform-Paraffin in reines Paraffin (nicht zu hohe Temperatur!) und auf die mit Eiweißglyzerin versehenen und mit einigen Tropfen 30% Alkohol befeuchteten Deckgläser; Glätten der Schnitte durch leichtes Erwärmen usf. —r

Zum Vorkommen von Acetaldehyd in Früchten und anderen Pflanzenteilen. Im Verlauf seiner Untersuchungen über das Vorkommen von Acetaldehyd konnte C. Griebel (Z. f. N. G. 1925, **49**, 105) noch in folgenden Familien das Vorkommen des genannten Stoffes feststellen:

Gramineae: *Zea Mays* L. (Weizen), fast reife Körner)
Araceae: *Arum maculatum* L. (Gefleckter Aronsstab), (unreif)
Bromeliaceae: *Ananas sativus* Lindl. (reif)
Iridaceae: *Iris pseudacorus* L. (Wasser-Schwertlilie), (ganz unreif)
Musaceae: *Musa sapientum* L. (Banane), (nachgereift)
Juglandaceae: *Juglans regia* L. (Gemeine Walnuß), (unreife, 2 cm dicke Frucht und reifer Samen)
Fagaceae: *Quercus pedunculata* Ehrh. (Stiel-Eiche), (fast reif)
Moraceae: *Morus nigra* L. (Schwarzer Maulbeerbaum), (fast reif)
Berberideae: *Berberis vulgaris* L. (Gemeiner Sauerdorn), (reif)
Saxifragaceae: verschiedene *Ribes*-Arten (Stachel- und Johannisbeeren), (unreif bis fast und völlig reif)
Rosaceae: die verschiedenen Gattungen (unreif bis reif)
Caesalpiniaceae: *Ceratonia siliqua* L. (Johannisbrot-Baum), (reife Früchte)
Rutaceae: *Citrus trifoliata* L., *Phellodendron japonicum* Maxim. (Zitronenbaum), (beide unreif)
Euphorbiaceae: *Ricinus communis* L. (unreif)
Celastraceae: *Evonymus latifolia* Scop. (Spindelbaum), (reif)
Rhamnaceae: *Rhamnus alpina* L. (Wegdorn), (reif)
Vitaceae: *Vitis vinifera* L. (Weinstock), (reif), *Ampelopsis quinquefolia* Mich. (Wilder Wein), (reif)
Thymelaeaceae: *Daphne mezereum* L. (Seidelbast), (reif)
Elaeagnaceae: *Hippophaë rhamnoides* L. (Sanddorn), (reif)
Cornaceae: *Cornus mas* L. (Hartriegel), (unreif und reif)
Oleaceae: *Ligustrum vulgare* L. (Rainweide), (reif), *Chionanthus virginia* L. (Schneeflokkenstrauch), (fast reif)
Solanaceae: *Atropa belladonna* L. (Tollkirsche), (reif), *Nicandra physaloides* Gärtner (Giftbeere), (fast reif); *Solanum nigrum* L. (Schwarzer Nachtschatten), (reif); *S. dulcamara* L. (Bittersüßer Nachtschatten), (reif)
Caprifoliaceae: *Sambucus nigra* L. (Schwarzer Holunder), (reif) *Lonicera Xylosteum* L. (Gemeines Geißblatt), (reif)
Cucurbitaceae: *Cucurbita pepo* L. (Kürbis), (Fruchtfleisch und Samen).

E. Fahrenholtz

Agar als Einschlußmittel für die Untersuchung von Bakterien im Dunkelfeld. Bei Dunkelfeldbeobachtungen lebender Bakterien stören oft ihre schnellen Bewegungen, die die Untersuchung von Einzelheiten des Baus unmöglich machen. Da empfiehlt es sich nach Shmamine (Zentralbl. f. Bakt. I. Orig.-Bd. 101, H. 4/5, S. 279), Nähragar als Einschlußmittel zu verwenden. Man benutze

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

einen Fleischwasseragar mit 3% Agargehalt, erwärme ihn im Wasserbad bis zum Schmelzen, lasse auf 40° abkühlen und bringe einen Tropfen davon mit der Platinöse auf einen zuvor über der Bunsenflamme erwärmten Objektträger, der auf einer erwärmten Petrischale bereit liegt. Nun mische man mit einem Platindraht eine kleine Menge des Bakterienmaterials darunter, achte jedoch darauf, daß beim Umrühren die gewölbte Gestalt des Agartropfens erhalten bleibt, damit beim Darauflegen des Deckglases keine Luftblasen eingefangen werden. Nachdem das ebenfalls erwärmte Deckglas schnell daraufgedrückt ist, läßt man durch Bestreichen des Objektträgers von unten mit kaltem Wasser erkalten und umrandet mit einem Wachsring. Es empfiehlt sich, große Objektträger und Deckgläser zu verwenden.

Die Bewegung der Organismen ist nicht erloschen, wohl aber so weit gehemmt, daß sie leicht beobachtet werden kann. Besonders Spirochäten (z. B. *Spirochaete dentium* im Zahnbelag) sind mit dieser Methode gut sichtbar zu machen. Auch Geißeln sind ausgezeichnet zu erkennen und in ihrem Bewegungsmechanismus gut zu studieren. Sollen die Bewegungen z. B. für photographische Aufnahmen vorübergehend ganz aufgehoben werden, so lege man das Präparat für einige Zeit in den Eisschrank. Will man den Entwicklungsgang einer bestimmten Zelle, ihre Vermehrung und ihr Absterben für längere Zeit verfolgen, so stelle man das Mikroskop samt Präparat in den Brutschrank, um von Zeit zu Zeit die eingetretenen Veränderungen durch erneute Beobachtung derselben Stelle des Präparats festzustellen. Dr. O. Arnbeck (Berlin)

Die **zur Paraffineinbettung empfohlenen Papierkästchen** verschiedener Größen werden nach O. Vodrážka (Ztschr. f. wiss. Mikroskopie 1927. **44**, 37—40) durch Umlegen des Papiers an den Längs- und sodann an den Kurzseiten um Holzschablonen hergestellt und wie üblich innen mit Glyzerin bestrichen, damit eine leichte Ablösung des Paraffinblockes erzielt wird. —r

Zur Technik der gleichzeitigen Holz-Zellulose-Doppelfärbung. Unter dem Titel: „Eine ideale Holz-Zellulose-Doppelfärbung" teilte Dr. F. Buxbaum in Heft 9 des Mikrokosmos, XX., 1926/27, mit, daß es ihm gelungen sei, verholzte und unverholzte Membranen in einer Lösung von Chrysoidin in Hämatoxylin Delafield verschieden zu färben. Jedoch hat diese Methode, wie Dr. Buxbaum angibt, und wie ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann, den Nachteil, daß die Objekte nur in Glyzeringelatine eingebettet werden können, da das Chrysoidin in Alkohol rasch ausgezogen wird. Die Echtfärbung der verholzten Membranen wird durch die Bestandteile des Hämatoxylins anscheinend verhindert. Es ist bei meinen Versuchen das Chrysoidin zwar in den seltensten Fällen ganz verschwunden, doch war die Farbe immer derart abgeblaßt, daß sie als unbrauchbar bezeichnet werden mußte, im Gegensatz zu der, die ich beim Färben in getrennten Lösungen erhielt. Ich suchte deshalb nach einem anderen blauen Farbstoff, der das Hämatoxylin zu ersetzen imstande ist. Als solcher hat sich das Benzoazurin bewährt. Es wurde meines Wissens hauptsächlich bei der Papieruntersuchung verwendet, wo es zur Ermittlung des Zellstoffes dient. Als gut wirksame Lösung verwende ich eine Mischung aus: 1 T. konz. Chrysoidinlösung in Wasser, 1 T. destill. Wasser und 3 T. konz. Benzoazurinlösung in Wasser. Die Flüssigkeit besitzt eine eigenartige, schmutzigbraune Farbe, durch die man sich nicht abschrecken lassen darf. Nach einiger Zeit setzt sich ein flockiger brauner Niederschlag ab. Filtrieren empfehle ich nicht, da ein großer Teil des Benzoazurins vom Filter adsorbiert wird. Der Niederschlag stört jedoch die Färbung nicht, setzt sich auch nicht in den Schnitten fest, wie ich durch Versuche nachgewiesen habe. Gefärbt wird mindestens eine halbe Stunde. Dann wird in destilliertem Wasser gewaschen, in 96%igem Alkohol differenziert und über absoluten Alkohol oder Karbolxylol in Xylol gebracht. Unverholzte Zellwände sind dann kräftig blau, verholzte je nach dem Grad der Inkrustierung mehr oder weniger orangegelb gefärbt. Es ergibt sich also bei vielen Objekten (sehr auffallend z. B. bei *Vitis rumicisperma*) statt der Doppel- eine Drei- oder Mehrfachfärbung. Bei sämtlichen untersuchten Objekten war es gleich, ob ich sie unvorbehandelt oder nach Bleichung mit Eau de Javelle oder Chloralhydrat in die Farblösung brachte. Über die Haltbarkeit der Präparate in Kanadabalsam kann ich noch nichts aussagen, glaube aber, daß sie durchaus genügend ist. Im übrigen kann auch ich das Chrysoidin als Holzfarbstoff nur empfehlen, da die damit erhaltenen Färbungen von ganz außerordentlicher Schärfe und Schönheit sind. H. Thaler, München

Neue Entwickler für Mikroaufnahmen. Mikroaufnahmen sollen ein besonders feines Korn haben, das man nur durch einen geeigneten Entwickler erzielen kann. Als sehr gut geeignet bewährt sich folgende Zusammensetzung: Wasser 200 ccm; Metol 3 g; Natriumsulfit kristallisiert 30 g und 4 ccm einer 10%igen Brom-Kalilösung.

Von anderer Seite wird der beliebte Metol-Hydrochinon-Entwickler empfohlen, dem man zur Verfeinerung des Kornes einen Zusatz von Borax gibt. Die Zusammensetzung ist folgende: Bei 50° C löst man 1 g Metol in 50 ccm Wasser. Außerdem löst man 10 g Natriumsulfit in 50 ccm Wasser von 70° und fügt dieser Lösung 2,5 g Hydrochinon zu. Ferner löst man 40 g Natriumsulfit in 200 ccm Wasser von 70° und setzt 1 g Borax zu. Dann werden die 3 Lösungen zusammengegeben und durch weitere 200 ccm kaltes Wasser verdünnt. Man kann auch noch mehr Natriumsulfit zugeben, wodurch das Korn noch feiner wird, der Entwickler aber noch langsamer arbeitet. Überhaupt muß man bei diesen Feinkornentwicklern mit etwas längerer Entwicklungsdauer rechnen; bei dem oben angegebenen Boraxentwickler dauert die Entwicklung durchschnittlich 20 Minuten. Dr. H. Schütze

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung Stuttgart, 6. Juli 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.biologiezentrum.at

Sieh, so ist Natur ein Buch, lebendig,
Unverstanden, doch nicht unverständlich.
Goethe.

Das Limnoplankton im Kreislauf des Jahres

Von **K. Diederichs,** Eutin

I. Frühlingsplankton

Auf die Zusammensetzung des Planktons unserer Seen hat die Jahreszeit einen großen Einfluß. Jeder, der sich aus irgendeinem Grunde mit der Schwebewelt des Wassers beschäftigt, wird bald diese Erfahrung machen. Besonders deutlich tritt uns dieses Periodizitätsphänomen entgegen, wenn wir in einem bestimmten Untersuchungsgebiet systematisch das ganze Jahr die Planktonentwicklung verfolgen. Der Rhythmus im Auftreten und Verschwinden einzelner Planktonarten im Laufe des Jahres ist nun einer ganz regelmäßigen Gesetzmäßigkeit unterworfen, so daß man von einem regelrechten Wasserfrühling, -sommer, -herbst und -winter sprechen kann.

Im Frühjahrsplankton herrschen zunächst die Pflanzen, und zwar die Bazillariazeen, vor, die in der kälteren Jahreszeit überhaupt ihre üppigste Entwicklungsperiode erreichen. Unsere Planktonfänge aus den Monaten März und April sind nahezu reines, einförmiges Diatomeenplankton (Abb. 1—4) und erst im letzten Drittel des Aprils und anfangs Mai gesellt sich zunächst spärlich, dann immer reichlicher Zooplankton hinzu. Besonders hervorragend beteiligt ist die Diatomeengattung *Melosira* (s. Abb. 1) mit drei Arten, die etwa im März ihr Wachstumsmaximum erreicht. Bis in die tiefsten Schichten ist das Wasser völlig von ihren langen, fadenartigen Zellverbänden durchsetzt, die hauptsächlich der Untergattung *Melosira distans* angehören, spärlicher treten *M. varians* und *M. Binderiana* dazwischen auf. Ferner findet man vereinzelte Exemplare der Gattung *Cyclotella* (s. Abb. 1) und *Asterionella*. Die erstere Gattung ist mit den Melosiren nahe verwandt, während aber die Einzelzellen dieser zu langen Fäden vereinigt sind, leben die Cyclotellen als Einzelindividuen in der Regel frei und sind nur selten durch Gallerte zu Gruppen vereinigt. *Asterionella* ist eine echte Planktondiatomee; ihre zarten Frusteln hängen sternförmig zu 6—8—10 durch Gallertausscheidung zusammen; und zwischen ihnen ist eine feine Gallerthaut ausgespannt, die ohne weiteres schwer sichtbar ist, nach Versuchen von Voigt aber an lebenden Exemplaren durch Färbemethoden deutlich in die Erscheinung tritt. Ende April beginnen die Melosiren mehr und mehr zu verschwinden, am häufigsten findet man sie noch in den tieferen Wasserschichten; Ende Mai fehlen sie dann ganz. Umso üppiger entwickeln sich dann die *Cyclotella*- und *Asterionella*-Arten, die untermischt mit *Fragillaria construens, F. capucina, Diatoma vulgare* und *Tabellaria fenestrata* die Hauptmasse des pflanzlichen Planktons bilden. Die Zickzackketten der *Diatoma* sind freilich noch in der Minderzahl, aber ausgangs des Monats Mai sind auch sie zahlreich vertreten.

Wie ungeheuer groß die Mengen an Planktonalgen unter günstigen Bedingungen sein

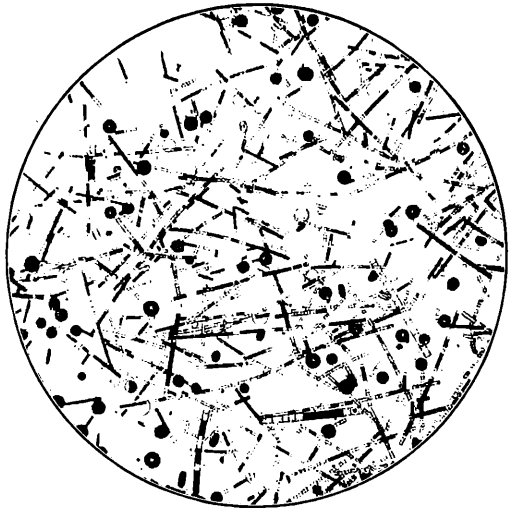


Abb. 1. *Melosira*- und *Cyclotella*-Plankton. Diederichs phot.

können, hat man häufiger berechnet, und Prof. Zacharias teilt in seinen Forschungsberichten einiges darüber mit. Er kam zu dem Ergebnis, daß das Melosirenplankton am 7. April im großen Plöner See, dessen Flächeninhalt 3130 ha beträgt, das enorme Gewicht von 55 469 Zentnern haben müßte. Ende Mai, mit Beginn der wärmeren Jahreszeit, ist das erste Periodizitätsphänomen der Bazillariazeen vorüber, um dann noch einmal wieder bei Eintritt der kälteren Jahreszeit aufzutreten; besonders in tieferen Gewässern ist das der Fall. Ein Grund für diese Erscheinung ist wohl einmal darin zu suchen, daß durch die außerordentliche Wucherung der Diatomeen gar bald eine Kieselsäurearmut des Wassers die Folge ist, so daß die Abnahme dieser Säure, die ja zum Aufbau des Kieselgerüstes der Diatomeen notwendig ist, auch einen Rückgang der Diatomeenflora

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

veranlaßt. Nun sinken aber die Schalen der abgestorbenen Kieselalgen in großen Mengen zum Grunde des Gewässers, so daß der Schlamm oft völlig davon durchsetzt ist.



Abb. 2. *Tabellaria*-Plankton (*Tabellaria asterionelloides*). Diederichs phot.

Allmählich gelangen sie hier dann wieder in Lösung, um als freie Kieselsäure sich dem Wasser abermals beizumengen, das dadurch eine beträchtliche Zunahme daran erfährt. Damit wäre nun schon eine Vorbedingung der zweiten Diatomeenwachstumsperiode erfüllt, und die sinkende Temperatur gibt den ersten Anstoß zur neuen Entfaltung. Hinzu kommt aber noch ein weiterer wichtiger Faktor, worauf als erster der Amerikaner Whipple hingewiesen hat, nämlich die Wasserzirkulationsperioden des sich erwärmenden und wieder erkältenden Wassers im Frühling und Herbst, die ihrerseits eine freie Luftzirkulation im Wasser bedingen.

Mit dem Beginn der wärmeren Jahreszeit fängt neben dem Phytoplankton auch das Zooplankton an, eine Rolle zu spielen. Es sind zunächst verschiedene Rädertierarten, die allmählich in wachsender Menge auftreten, unter ihnen besonders die Gattung *Synchaeta*, von denen *S. tremula* und *S. pectinata* schon im kälteren Wasser der Monate März und April leben, um dann am Ende des Monats Mai wieder seltener zu werden. Diese Rotatorien sind kleine, schwimmgewandte Geschöpfe, die im Plankton ihrer Kleinheit und Durchsichtigkeit halber leicht übersehen werden, zumal da sie mit einfachen Medien schlecht zu fixieren sind, weil sie leicht zur Unkenntlichkeit einschrumpfen. Selten fehlt die Gattung *Anuraea*, von welchen *A. cochlearis* mehr eine Form des wärmeren Wassers ist: sie kommt dementsprechend vom Mai ab in größerer Menge im Plankton vor, während *A. aculeata* fast das ganze Jahr hindurch zu finden ist. Ihnen gesellt sich als frühes Planktonrotator *Polyarthra platyptera* hinzu, das mit Hilfe seiner blattförmigen, beweglichen Körperanhänge imstande ist, sich ausgezeichnet schwebend im Wasser zu halten. Häufig finden wir bei *Anuraea* und *Polyarthra* die abgelegten Eier am hinteren Körperende angeklebt, aus denen in der wärmeren Jahreszeit ohne jede Befruchtung nur Weibchen hervorgehen. Erst wenn der Frost die Lebensbedingungen verschlechtert, erscheinen Männchen, die aber viel kleiner sind als die weibliche Art, oft auch noch ganz verschieden gestaltet. Die befruchteten Dauereier sind dickschalig geschützt, so daß sie den Winterfrösten nicht erliegen. — Von den Krustazeen sind beide große Gruppen, die Kopepoden und die Kladozeren, im Frühjahrsplankton zunächst nur spärliche Gäste. Erst um die Mitte des Monats Mai nehmen sie mehr und mehr an Zahl zu. Die Kopepoden zerfallen in drei Familien, wovon hier nur zwei in Frage kommen, die Calaniden und Cyclopiden, von denen man verschiedene Arten um die Mitte des Mai schon recht zahlreich im Plankton findet, besonders den bedeutungsvollsten Vertreter der Calanidengruppe *Diaptomus graciloides*, etwas seltener *D. gracilis*. Beide Arten sind durch ihre mächtigen 25gliedrigen Ruderantennen ausgezeichnet. Die Weibchen tragen um diese Zeit fast sämtlich rundliche Eierballen am Hinterleib, und tatsächlich liegt auch die ausgeprägteste Vermehrungsperiode

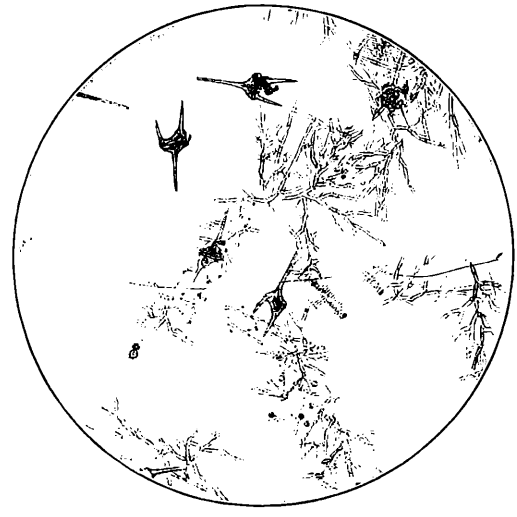


Abb. 3. *Dinobryon*-Plankton. Diederichs phot.

in den Monaten April und Mai. In gewissen Zeiten, die oft schnell vorübergehen, findet man dann größere Mengen von Naupliden und ältere Larven, die einen großen Prozentsatz des Planktons ausmachen. Von den zu dieser Familie gehörenden *Eurytemora*krebschen findet man auch jetzt häufiger die einzige im Süßwasser vorkommende Art *Eurytemora lacustris*, die aber hauptsächlich in tieferen Wasserschichten lebt. Die Cyclopiden unterscheiden sich von den Calaniden durch gedrungenen Körperbau und kürzere Ruder-

antennen, die nur 8 bis 17 Glieder aufweisen. Im Frühjahrsplankton treffen wir am häufigsten *Cyclops strenuus* und *C. oithonoides*, deren Weibchen beiderseits des Hinterleibes traubenförmige Anhäufungen von Sommereiern tragen. Während man die Kopepoden im Frühjahrsplankton doch schon immerhin unter günstigen Bedingungen zahlreicher antrifft, findet man Vertreter der Kladozeren erst vereinzelt, höchstens einzelne Exemplare von *Bosmina longirostris* und *B. coregoni*. Ihr Erscheinungsmaximum fällt in die Sommer- und Herbstmonate.

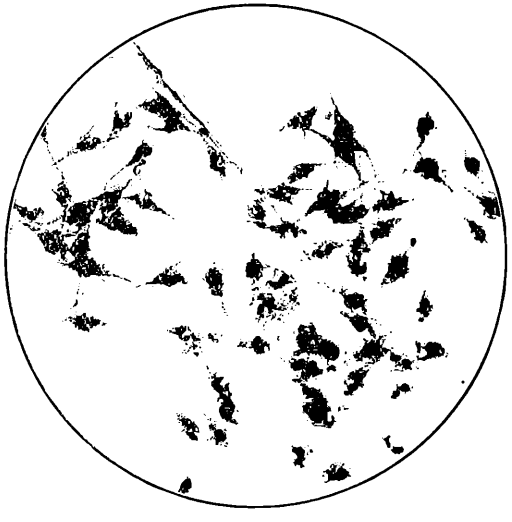


Abb. 4. *Ceratium*-Plankton (*Ceratium hirundinella*). Diederichs phot.

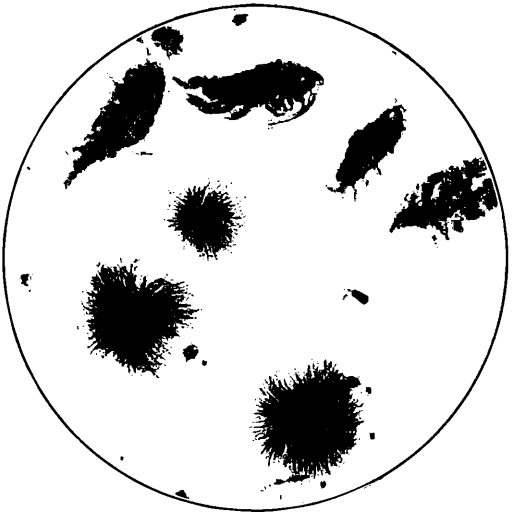


Abb. *Gloiotrichia echinulata* und Krustazeenplankton. Diederichs phot.

Was nun die Präparation des von mir gesammelten Frühlingsplanktons anbelangt, das in Pfeifferscher Lösung fixiert und in Alkohol aufbewahrt in kleinen Proben von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich ist, so wird es in den meisten Fällen wohl nur lohnend sein, sich Präparate vom Phytoplankton anzufertigen, da die Vertreter des Zooplanktons noch viel zu spärlich sind, um eine wünschenswerte Ausbeute zu erlangen. Ein vorzügliches Fixierungsmittel für Planktonalgen ist die Pfeiffersche Lösung, die aus je einem Teil Formalin 40%, Holzessig rectific. und Methylalkohol besteht. In dieser Mischung kann das gesammelte Material lange Zeit aufbewahrt werden. Der Zellinhalt der Algen bleibt auch für feinere Untersuchungen gut erhalten. Zur dauernden Aufbewahrung kommt das fixierte Material jedoch in Alkohol von etwa 70%, nachdem das Gemisch von Pfeiffer nahezu mit Wasser ausgewaschen ist. Wünscht man sich Dauerpräparate herzustellen, so ist das ganz einfach. Zunächst wird der Alkohol durch Auswaschen wieder entfernt und ein kleines Tröpfchen des in destilliertem Wasser übertragenen Algenmaterials möglichst dünn auf einem peinlichst reinen und entfetteten (evtl. mit Äther) Objektträger ausgebreitet. Unter einer Glasglocke gegen Staub geschützt verdunstet das Wasser auf dem Objektträger schnell, und jetzt wird ein Tropfen Kanadabalsam oder Styrax auf die Algen gegeben und das Deckgläschen vorsichtig aufgelegt. So hergestellte Präparate veranschaulichen sehr schön die Zellelemente. Wünscht man aber die Kieselzelle allein, ohne Inhalt, dann muß anders verfahren werden. Ein sauberes Deckgläschen wird auf einem dünnen ebenen Blech, am besten aus Neusilber oder Nickel, bis zur Rotglut erhitzt und nach dem Erkalten mit einer Spur des in destilliertem Wasser befindlichen Diatomeenmaterials beschickt. Nach dem Verdunsten des Wassers wird abermals auf dem Nickelblech kräftig geglüht, wodurch alles, bis auf den Kieselpanzer der Algen, verbrennt. Das Material haftet jetzt fest am Deckgläschen und kann mühelos am besten in Styrax oder in Luft eingebettet werden. Soll in Luft eingeschlossen werden, dann stellt man sich aus einer dicken alkoholischen Schellacklösung zunächst einen Ring auf dem Objektträger her. Nach wenigen Tagen ist ein solcher Ring getrocknet; dann legt man das Deckgläschen auf und erwärmt leicht, wodurch es auf dem Ring festhaftet. Zum besseren Festhaften aber ist es nötig, in der üblichen Weise einen Lackring anzulegen.

Winke zur Anreicherung von Zellinhaltskörpern zur mikroskopischen Untersuchung

Von Prof. Dr. Fritz Netolitzky, Cernauti (Rumänien)

Die weite Verbreitung von Kristallen des oxalsauren Kalkes im Pflanzenreich ist bekannt und doch sind die Schwierigkeiten nicht gering, wenn es sich darum handelt, ihre Form und gar ihre chemische Zusammensetzung einwandfrei festzustellen; denn das Gewebe und verschiedene Zellinhaltstoffe können recht störend wirken, so daß man oft längere Zeit nötig hat, bis ein günstig liegender Kristall einige Feststellungen erlaubt. Es haben daher schon die alten Pflanzenanatomen Versuche zur Anreicherung der Kristalle gemacht, indem sie in ähnlicher Weise vorgingen, wie bei der Gewinnung von Stärke aus Wurzeln und Früchten: Sie schlämmten die Gewebstrümmer. Buchner (1811) war der erste, der den kristallinischen Bodensatz aus dem Safte der Meerzwiebel untersuchte, Nees von Esenbeck (1835) spülte frische Schnittflächen von Aloëblättern mit Wasser ab und gewann ausreichende Kristallmengen, ebenso Meyen (1837) aus Opuntien und Agaven. E. E. Schmid (1856) zerrieb die fleischigen Teile eines Kaktus (*Mamillaria*) auf einem feinen Reibeisen, tat den Brei in ein Beutelchen und knetete dieses unter Wasser aus; die nachfolgende Schlämmung mit Wasser ergab so reine Kristalle, daß ihre chemische Formel einwandfrei festgestellt werden konnte. In ähnlicher Weise arbeitete Sanio (1857) mit der fein zerriebenen Rinde von Ahorn, Berg (1859) mit Guajakholz und Kraus (1891) mit dem Pulver der Seifenrinde *(Quillaja)*. Holzner (1864) läßt die Schalen der Meerzwiebel faulen, um den lästigen Schleim loszuwerden, schlämmt den Rückstand mit Wasser und erhält eine genügende Menge der feinen Kristallnädelchen, um ihre chemische Zusammensetzung (oxalsaurer Kalk) feststellen zu können. Ziegenspeck (1914) knetet den Brei der Meerzwiebel unter Wasser wie Schmid und sammelt die Kristallnadeln mittels der Zentrifuge zur genauen chemischen Bestimmung. Endlich hat Zwicky (1914) die Blätter eines *Mesembryanthemum* mit wenig Wasser zerrieben, den stärker verdünnten Brei im Sedimentierapparat absitzen lassen und die mit Pflanzenresten verunreinigten Kristalle dadurch weiter gereinigt, daß er mit Glyzerin das spezifische Gewicht der Flüssigkeit erhöhte, wodurch die störenden Zelltrümmer zum Teile abgeschöpft werden konnten.

Da die Oxalatkristalle ein höheres spezifisches Gewicht haben als die sie umhüllenden Zellwände und die meisten übrigen Inhaltsstoffe, übergoß ich das feinst zerriebene trockene Pflanzenmaterial im Schütteltrichter mit Chloroform. In der Ruhe setzten sich nun sofort alle schwereren Bestandteile zu Boden und konnten von dem oben schwimmenden Anteile leicht getrennt werden.

Als geeignete Grundstoffe sind zu empfehlen: feinstes Pulver der Seifenrinde (*Quillaja*) zur Darstellung der prächtigen Einzelkristalle, die man in beliebiger Menge gewinnen kann. Das Pulver der Seifenwurzel (*Saponaria*) und das der Rhabarberwurzel (*Rheum*) liefert uns die besonders großen morgensternförmigen Drusenkristalle und aus dem Pulver der Eichenrinde können, wenn es nur genügend fein ist, Unmassen von Einzelkristallen und Drusen gesammelt werden.

Hat man genügende Mengen von Ausgangsmaterial zur Verfügung, etwa Abfallstoffe der Technik nach Extraktion der löslichen Inhaltstoffe, so wird man nicht mit dem teuren Chloroform die Sedimentierung beginnen, sondern wird das Pulver in einem der gebräuchlichen Schlämmapparate behandeln. Als ich einmal einige Kilogramm von extrahiertem Rhabarberpulver zur Verfügung hatte, übergoß ich es in einem Kübel mit Wasser und schöpfte nach einiger Zeit das Schwimmende ab. Der reichliche Bodensatz kam in einen hohen Glasstutzen mit der nötigen Menge Wasser und nun setzte sich die Kristallmasse rascher ab als die leichteren anderen Pflanzenbestandteile, die durch Schwenken und Drehen des Gefäßes aufgewirbelt und von der weißlichen Kristallschicht abgegossen werden konnten. Letztere wurde mit starker Essigsäure ausgekocht, auf einem Filter gesammelt, gut ausgewaschen und getrocknet. Mit den auf diese Weise gewonnenen Kristallen kann man nun in aller Bequemlichkeit die verschiedenen Versuche anstellen. Will man besonders reine Kristalle erhalten, so wird man die Masse noch einmal möglichst fein pulvern, weil immer noch Zellreste an den Kristallen haften. Nach dem Trocknen kann man im Scheidetrichter mit Chloroform behandeln, in dem sich die verunreinigenden Sandkörnchen schneller zu Boden setzen als die Oxalatkristalle, so daß man jene entfernen kann, ebenso den Rest der leichteren Zelltrümmer. Vorteilhaft ist statt der Verwendung des Chloroforms (Spez. Gewicht 1,5) die des technisch benützten Tetrachlorkohlenstoffes (Spez. Gew. 1,6) oder des Bromoforms (Spez. Gew. 2,9). Hat man letzteres zur Verfügung, so kann man durch allmähliche Verdünnung mit Alkohol oder Äther aus demselben Pflanzenpulver eine Reihe verschieden schwerer Inhaltskörper als Bodensatz gewinnen.

Handelt es sich um geringe Mengen eines Pflanzenpulvers, aus dem man besondere Zellinhaltskörper zur genaueren Untersuchung

anreichern möchte, so arbeitet man mit entsprechend kleinen Scheidetrichtern oder besser mit Glasröhren in Form von Büretten, deren gerader Auslauf mit einem Quetsch- oder Glashahn verschlossen ist. Letzterer ist besser, da er eine genauere Beobachtung des Bodensatzes gestattet, ersteren kann man sich leicht selbst herstellen. Das Glasrohr wird nicht zu eng gewählt, mit der Flüssigkeit gefüllt (Wasser, Chloroform usw.) und das Pflanzenpulver — das so fein als möglich sein muß — wird auf die Flüssigkeit geschüttet. Nun rührt man mit einem Stabe oder Drahte die Flüssigkeit und das Pulver gut durch, damit immer neue Pulverteile Gelegenheit haben, niederzusinken, denn sonst hindert eine dicke Pulverschicht die höher oben gelegenen schwereren Bestandteile am Absinken. Auf diese Weise gelingt es, aus einem einzigen fein gepulverten Blatte bei Anwendung von Chloroform als Flüssigkeit fast reine Kristallpräparate zu erhalten und man kann sich auf diese Weise eine Sammlung anlegen, wie sie derzeit noch nicht besteht. Die Betrachtung der oft wunderbar regelmäßigen Kristalle verschafft einen ästhetischen Genuß, der die kleine angewendete Mühe reichlich belohnt.

Außer den Kristallen gibt es noch eine Menge von Zellinhaltskörpern, die durch eine geeignete Wahl der Sedimentierflüssigkeit zur Untersuchung angereichert werden können. Immer ist es nötig, daß die Zellen möglichst zerkleinert sind, damit ihre Inhaltskörper frei gelegt sind und zu Boden sinken können. Handelt es sich um Stärke, so benützt man Wasser als Schlämmittel. Will man Aleuronkörner oder Globoide anreichern, so darf man natürlich kein Wasser nehmen, weil sich in diesem die Körner verändern oder ganz lösen; hier kommt man mit Benzin, Petroleum, Alkohol, Chloroform zum Ziele. Fette Pulver sind vorher zu entfetten. An Aleuronkörnern, die mit Benzinschlämmung rein dargestellt wurden, gelang mir der Nachweis, daß die Globoide einen beträchtlichen Anteil an Kali besitzen, was bis dahin nicht bekannt war (s. auch Arthur Meyer, Morphol. und physiol. Analyse der Zelle 1920. S. 59).

Überhaupt harrt noch eine Menge von Dingen ihrer Lösung. Da sind zum Beispiele die sogenannten Inkluseu der Dattelfrüchte und des Johannisbrotes, die sich unschwer aus dem Pulver oder aus dem Brei ausschlämmen lassen und doch fehlen noch eingehende, besonders durch makrochemische Methoden bestätigte Untersuchungsergebnisse. Noch weniger unterrichtet sind wir über Zellfüllungen und Zellausgüsse, die häufig als „Pigment-Körper" aus ihren Hüllen herausfallen, aber deren Anreicherung zu guten Präparaten oder gar zum Zwecke der chemischen Untersuchung noch kaum versucht wurde. Und doch gelingt auch hier, allerdings nur in besonders feinen Pulvern, die Ansammlung dieser Körper (z. B. aus der Samenschale des Flachses) durch Schlämmen oder Absetzenlassen in Flüssigkeiten, deren spezifisches Gewicht je nach dem Einzelfalle gewählt werden muß. Ähnliches gilt von den Zystolithen, von den Kieselfüllungen und dergl.

Bei manchen Dingen kommt man mit der Pulverung nicht zum gewünschten Ziele. Da gilt es dem Einzelfall die Arbeitsweise anzupassen, indem man etwa das Pflanzenorgan faulen läßt. Das tat, wie oben erwähnt wurde, bereits Holzner bei der Gewinnung von Raphidenkristallen aus der Meerzwiebel. Und in der Tat ist dies Verfahren bei der schleimigen Hülle der Kristalle sehr zweckmäßig, weil letztere so ungemein leicht sind, daß die geringsten anhaftenden Verunreinigungen das spezifische Gewicht derart beeinflussen, daß die Kristalle auch mit der Chloroformmethode noch nicht in genügender Menge und Reinheit gewonnen werden konnten. Hat man aber faulen lassen, so geht es besser und man erhält wenigstens für mikroskopische Präparate befriedigende Ergebnisse.

Statt durch Fäulnis, kann man auch die Zellwände durch Verbrennen los werden, sei es durch die Flamme, sei es auf nassem Wege durch ein Gemisch von Schwefel- und Chromsäure. Verkieselte Zellwände und Kieselkörper kann man damit in Menge und von besonderer Schönheit gewinnen, wenn man mit reichlicherem Ausgangsmaterial beginnen kann und dann schlämmt.

Ich habe Hühner mit bestimmten Nahrungsmitteln gefüttert, den Kot geschlämmt und Präparate erhalten, die ohne jedes „Aufhellungsmittel" ausgezeichnet klare Gewebsbilder zeigten. Der Kaumagen hatte ideal zerkleinert, die Verdauungssäfte hatten „aufgehellt"

Will man etwa Gartenerde untersuchen, so überschüttet man sie am besten mit Bromoform, in welchem der ganze „Sand" absinkt, während alles Organische obenauf schwimmt. Den Sand kann man dann weiter in seine Bestandteile zerlegen, wenn man zur Trennung Flüssigkeiten verwendet, die ein noch höheres spezifisches Gewicht haben, als es das des Bromoform ist. Mit dieser Methode haben die Mineralogen aus feinstem Gesteinspulver die einzelnen Bestandteile zu weiteren Untersuchungen und chemischen Bestimmungen gewinnen können. Den schwimmenden Anteil auf dem Bromoform kann man durch Zusatz von Alkohol oder anderer spezifisch leichten Flüssigkeiten Schritt für Schritt (durch tropfenweises Zugeben) in Fraktionen zerlegen, die man auf Uhrschälchen oder in kleinen Röhrchen sammelt und mikroskopiert. Vielleicht gelingt es auf diese Weise, der Schwierigkeiten Herr zu werden, die sich bei der Untersuchung von sandigem Torf auf den Gehalt von Pollenkörnern und anderer organischer Reste ergeben haben. Handelt es sich um die Verarbeitung größerer Mengen, so wird man auch hier zuerst die billigen Schlämmverfahren benützen und dann den zur Untersuchung erwünschten Anteil weiter verarbeiten.

© Fischer GmbH, Alle Rechte vorbehalten | http://www.biologiezentrum.at

Über den Gewebebau und die technische Verwertbarkeit einheimischer Hölzer

Von Dr. Elise Hofmann, Wien

I.: Nadelhölzer.

Seit urältesten Zeiten bietet das Holz dem Menschen das Material für den Bau des Hauses und zur Herstellung von Werkzeugen mannigfaltiger Art.

So war es dem Steinzeitmenschen unentbehrlich und die vollkommene Ergänzung für allerlei Hausrat und manches Gerät. Erst nur mit Faustkeilen ausgerüstet, lehrte ihn der

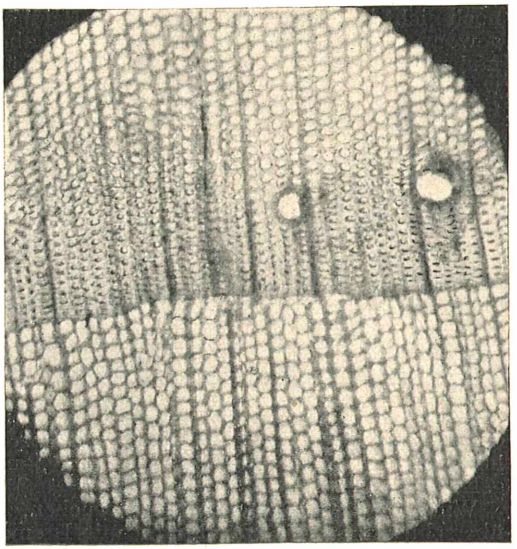


Abb. 1. Fichte (*Picea excelsa*), Holzquerschnitt. Erklärung im Text. Hofmann phot.

unerbittliche Kampf mit der Umwelt das Beil fertigen, erst aus Stein, dann aus Bronze und so gab der prähistorische Mensch der Hacke den Stiel aus Holz geschnitzt, zur Gewinnung eines günstigen Angriffspunktes und besseren Ausnützung seiner Muskelkraft.

Zahlreiche solcher Beilhelme aus heimischem Rotbuchenholz konnte ich in den Pflanzenresten der Mondseer Pfahlbauten und des Hallstätter prähistorischen Salzberges an der Hand des Mikroskops nachweisen.[1]) Löffel, Messer, Pfriemen, Deckel und Gefäße schnitt der vorgeschichtliche Mensch aus jenem Stoffe, den ihm die Wälder reichlich boten, er spannte schon in ältester Zeit den Bogen aus Eibenholz, wie uns die „Edda" kündet von Gott Uller, der auf spiegelglatter Fläche dahineilt mit dem eibenen Bogen. Es fügte damals der Mensch klobige Balken zur Hütte, rammte in den Seeboden den Pfahlrost aus heimischen Stämmen, die Hütte zu tragen und unterhielt mit dem Holz das Feuer am häuslichen Herd.

Und bis in unsere heutigen Tage behielt das Holz seinen Wert in der Technik und im Wirtschaftsleben des Menschen, ja noch mannigfaltiger wurden seine Verwendungsmöglichkeiten infolge des Artenreichtums unserer Hölzer und ihrer hochzuschätzenden und technisch verwertbaren Eigenschaften.

Wenn die Struktur des Holzes, d. i. der durch das Mikroskop erkennbare, innere anatomische Aufbau die Ursache wertvoller Eigenschaften ist, dem Holz auch seine ästhetische und handwerklich verwertbare Wirkung gibt, lohnt es sich wohl, diesen inneren Aufbau bei den verschiedenen Holzarten kennen zu lernen. Aber auch in anderem Belange gibt uns das Mikroskop Aufschlüsse. Nicht immer leicht und treffsicher vermag auch das praktisch geübte Auge makroskopisch die Holzarten zu bestimmen. Die mikroskopischen Quer-, Radial- und Tangentialschnitte stellen einwandfrei die Holzart fest. Denn die Formen der Zelle, ihre Anordnung zu Verbänden und Geweben und besonders die mannigfaltige Skulptur der Zellwände sind die untrüglichsten Symptome für die Diagnostizierung der Gattung und vielfach sogar auch der Art.

So ladet uns das Holz durch seine mannigfaltige Verwendungsweise und durch seine äußere Erscheinung einzutreten in das große herrliche Reich des Mikrokosmos, um unsere

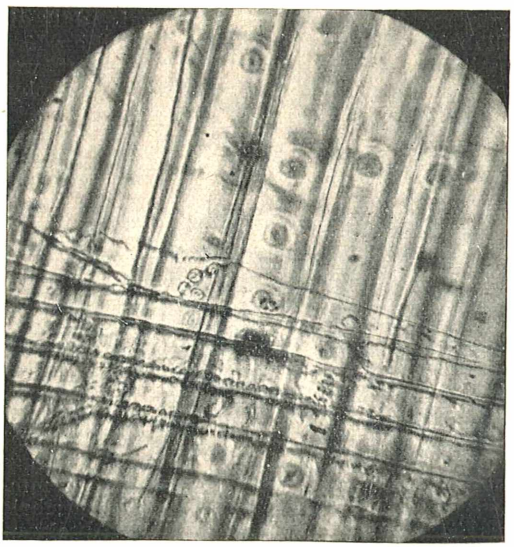


Abb. 2. Fichtenholz, radial. Erklärung im Text. Hofmann phot.

[1]) E. Hofmann: Pflanzenreste der Mondseer Pfahlbauten. Sitz.Ber. d. Akad. d. Wissenschaft Wien, Mathem.-naturw. Klasse, Bd. 133, Heft 9, 1924.

E. Hofmann: Prähistorische Holzfunde des Hallstätter Ortsmuseums. Österr. Bot. Zeitschrift 1926, Heft 10—12.

Erkenntnis zu vertiefen, Wirkungen zu ergründen und Schönes zu schauen.

Zur Gewinnung von Schnitten behufs Erkennung der Gewebe der Holzart, haben wir zuerst das zu untersuchende Holzstück so zu

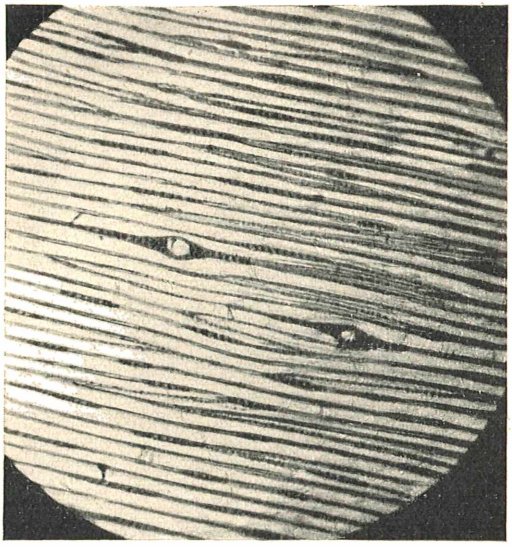


Abb. 3. Fichtenholz, tangential. Erklärung im Text. Hofmann phot.

orientieren, daß wir erkennen, nach welcher Richtung hin der Querschnitt, Radial- und Tangentialschnitt geführt werden muß. Der Querschnitt verläuft senkrecht auf die Gefäßbündel und zeigt dem freien Auge schon die Jahresringe als konzentrische Kreise. Radialschnitte liegen in der Längsrichtung des Stammes und treffen den radial verlaufenden Markstrahl. Dieser Schnitt zeigt dem freien Auge Sommer- und Herbstholz in parallel verlaufenden Fladern oder Masern (Holzadern). Der Tangentialschnitt wird senkrecht auf den Radialschnitt geführt.

Vor Gewinnung eines mikroskopischen Schnittes sind nun an dem zu untersuchenden Holzstück in diesen drei Richtungen mit dem scharfen Federmesser ebene Flächen herzustellen. Das Präparat wird nun in der Weise gewonnen, daß man die betreffende Fläche wiederholt mit Wasser befeuchtet und nach genügender Durchtränkung mit dem Rasiermesser anritzt und derartig in den Holzkörper eindringt, daß eine möglichst dünne Lamelle sich abheben läßt, die dann einen besonders durchsichtigen Schnitt abgibt, wenn sich dieses Schüppchen an dem Rasiermesser hobelspanartig aufrollt. Mit der Präpariernadel breiten wir sodann das Präparat auf dem Objektträger im Wassertropfen aus und legen das Deckglas mit dem hängenden Tropfen auf.

In der Regel zeigen die Schnitte zahlreiche Luftblasen, die durch gelindes Erwärmen des Präparates auf dem Objektträger über einer Gas- oder Spiritusflamme ausgetrieben werden.

Besonders geeignete Schnitte durch sehr harte Hölzer oder Schnitte in größerer Fläche werden mit dem Schlittenmikrotom und nach der Methode J. Kisser (Wien) unter Dampfstrahl erzeugt.

Die charakteristische Struktur der Holzarten zeigt sich besonders im Stammholz, das im Nachfolgenden beschrieben und im mikroskopischen Bilde dargestellt werden soll, weniger deutlich im Astholz.

Der zu so vielfacher Verwendung geeigneten Fichte (*Picea excelsa*), im größten Teile Europas verbreitet, soll der erste Platz in dieser Abhandlung eingeräumt werden. Das Holz ist strohgelb bis rötlichweiß mit schwachem Seidenglanz, weit heller als Tannenholz.

Der mikroskopische Querschnitt durch dieses Holz (Abb. 1) zeigt uns ein engmaschiges, überaus regelmäßiges Gefüge. Es sind die im Querschnitt getroffenen Elemente des Nadelholzes, die Tracheiden; sie erscheinen in dieser Schnittrichtung mehr oder weniger quadratisch. Das Nadelholz ist der Hauptsache nach nur aus solchen, im Längsschnitt länglich und schmal erscheinenden Zellelementen aufgebaut, die gegen das Ende zu sich verjüngen. Es zeigt somit einen bedeutend einfacheren Bau als das Laubholz. In der Abbildung sehen wir eine Zone dünnwandiger Zellen mit weitem Lumen abwechselnd mit einer Zone dickwandiger Zellen mit enger Lichtweite. Die erste Zone ist das Frühholz, weil es im Frühjahr und Sommer gebildet wird, die andere das Herbstholz oder Spätholz. Beide Zonen sind mehr oder we-

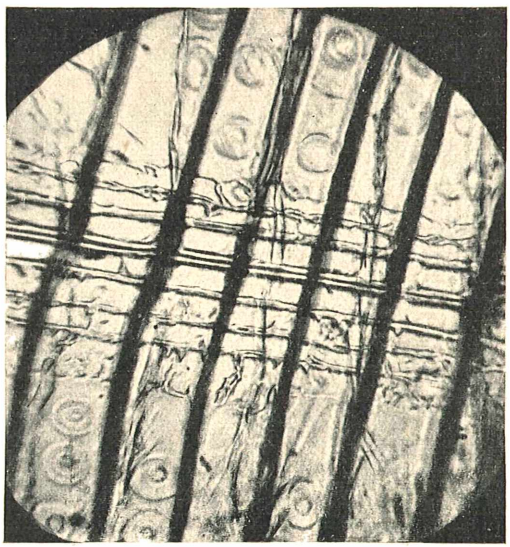


Abb. 4. Föhre (*Pinus silvestris*), radial. Erklärung im Text. Hofmann phot.

niger scharf gegeneinander abgegrenzt und setzen in ihrer Aufeinanderfolge den Jahresring zusammen, denn in jedem Jahre entstehen diese beiden so differenzierten Gewebselemente. Zwischen die Tracheiden sind Harzgänge eingelagert, die im Querschnitt in ihrem kreisförmigen Lumen getroffen werden und in der Abbildung deutlich sichtbar sind.

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Stellen wir nun einen Längsschnitt durch das Fichtenholz her und zwar einen Radialschnitt (Abb. 2), da sehen wir die Tracheiden in ihrem Längsverlaufe und an ihrer Wand, der Radialwand, konzentrische Kreise, die für alle Nadelhölzer oder Koniferen so charakteristischen Hoftüpfel.

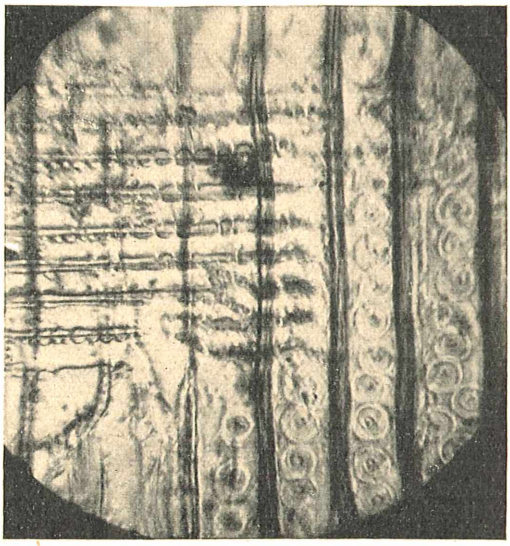


Abb. 5. Tanne (*Abies alba*), radial. Erklärung im Text. Hofmann phot.

Sie dienen dem Säfteaustausch zwischen den Tracheiden, da an der Stelle des inneren kleinen Kreises die Zellwand sehr dünn ist und die Nährstoffe diffundieren läßt. Haben wir durch den Längsschnitt einen Jahresring getroffen, dann finden wir wieder neben einer Schicht weitlumiger Frühholztracheiden eine solche dickwandiger, sehr englumiger Spätholztracheiden. Dadurch entstehen im mikroskopischen Bilde dicht aneinander gelagerte Streifen.

Im Radialschnitt fallen uns Zellbündel auf, die senkrecht auf die Tracheiden verlaufen, plötzlich auftauchen, dann wieder verschwinden, schmälere und breitere Bänder bilden.

Es sind dies die für die Speicherung der Nährstoffe wichtigen Markstrahlen. Bei stärkerer Vergrößerung können wir ihren zelligen Aufbau gut beobachten. Wir finden da zwei Elemente (Abb. 2). In der Mitte des Markstrahlbandes sind rechteckige, mauerziegelartige Zellen zu sehen, deren Wand mit kleinen einfachen Tüpfeln versehen ist. Diese Markstrahlzellen bezeichnet man als die parenchymatischen. Sie werden zu beiden Seiten, also oben und unten vom Markstrahlrand von etwas schmäleren, an den Enden sich verjüngenden Zellen flankiert, deren Wände kleine Hoftüpfel aufweisen. Diese Zellen ähneln in gewisser Hinsicht den Tracheiden des Holzkörpers, daher bezeichnet man sie als tracheidale Markstrahlzellen. Der Markstrahl der Fichte ist somit aus parenchymatischen und tracheidalen Markstrahlzellen aufgebaut. Hat man vom Fichtenholz nur ein mikroskopisch kleines Stückchen, das Markstrahlen aufweist, dann kann man aus dem Bau des Markstrahles mit Sicherheit auf diese Koniferenart schließen.

Ein völlig anderes Bild erhalten wir vom Tangentialschnitt der Fichte. (Abb. 3). Wir sehen hier wieder die in ihrer Längenausdehnung markanten Tracheiden. Doch zeigen diese die Hoftüpfel nicht so wie der Radialschnitt in der Flächenansicht als konzentrische Ringe, sondern im Profil. Es wölben sich die Wände benachbarter Tracheiden nach beiden Seiten gegen das Innere der Zelle zu von der dünnwandigen Mittellamelle kraterförmig auf, und es sind ähnliche Bildungen an der Tracheidenwand sichtbar, wie sie Abb. 2 an der schräg verlaufenden Wand der tracheidalen Markstrahlzelle zeigt. Auch die Markstrahlen sehen wir hier nicht als breite Bänder, sondern in der Stirnseite, also quer getroffen, als zierliche, spindelartige Gebilde, bestehend aus den übereinander gelagerten Zellen der einzelnen Markstrahlzellreihen. Es finden sich ein- und mehrreihige Markstrahlen, letztere mit einem Harzgange zum Unterschiede von der Tanne, die nur einreihige Markstrahlen besitzt. Die Harzgänge erscheinen auch hier in ihrem kreisförmigen Lumen getroffen und sind an ihrer Innenseite mit Epithelzellen ausgekleidet, was bei starker Vergrößerung deutlich sichtbar wird.

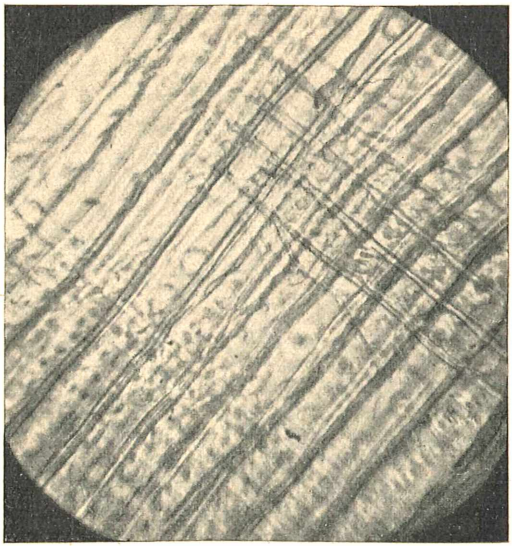


Abb. 6. Lärche (*Larix decidua*), radial. Erklärung im Text. Hofmann phot.

Mannigfaltig sind die Verwendungsarten der Fichte. Geringes Gewicht, Elastizität, der zumeist gerade Schaft und die Leichtigkeit der Bearbeitung befähigen dieses Material als Bauholz, für Balken, Träger, Türen, Treppen, Fußböden, Täfelungen u. a. In Bretter zersägt

bilden sie das Rohmaterial für den Schreiner, die feinringigen Spalthölzer werden für Dauben und Spindeln, ja auch als Resonanzholz für die Instrumentenfabrikation verwendet. Bei der Schiffsbemastung konkurriert sie mit Kiefer und Lärche. Fichte bildet auch das Material für die Papiermasse.

Einen sehr ähnlichen mikroskopischen Querschnitt wie die Fichte weist auch die

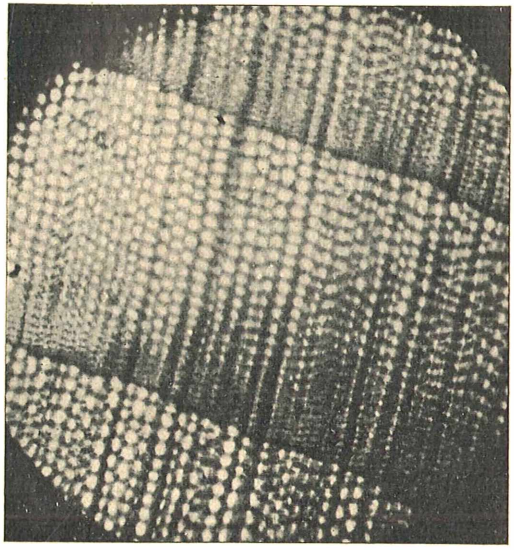


Abb. 7. Eibe (*Taxus baccata*), quer. Erklärung im Text. Hofmann phot.

Föhre auf (*Pinus silvestris*), die ebenso im Herbstholz Harzgänge führt. Die Nadelhölzer lassen sich überhaupt am besten an den Längsschnitten voneinander unterscheiden.

Ein mikroskopischer Radialschnitt von der Föhre (Abb. 4) zeigt wieder die langen Tracheiden mit den Hoftüpfeln, sowie die senkrecht auf die Tracheiden verlaufenden Markstrahlen. Bei stärkerer Vergrößerung können wir im Markstrahl der Föhre die beiden Elemente: in der Mitte parenchymatische und am Rande tracheidale Markstrahlzellen, beobachten. Die parenchymatischen Zellen weisen aber hier große Lochporen auf, woran alle Föhrenarten kenntlich sind, die tracheidalen zackig verdickte Wände mit kleinen behöften Tüpfeln.

Dieser Markstrahlbau unterscheidet die Föhre von der Fichte, sowie den übrigen Nadelhölzern.

Der mikroskopische Tangentialschnitt der Föhre ist dem der Fichte ebenfalls sehr ähnlich, zeigt einreihige und mehrreihige Markstrahlspindeln, letztere mit Harzgängen in der Mitte.

Das grobe, langfaserige Föhrenholz wird wegen seiner Härte und Dauerhaftigkeit zu Erd- und Wasserbauten verwendet, auch als Unterlage für Fourniermöbel, da es gut spaltbar und nicht sehr zähe ist. Wegen seines Harzreichtumes eignet es sich zur Herstellung von Terpentinöl, Pech und Kienruß. Als Brennholz gibt es rasche Hitze. Das engringige, geradwüchsige und vollkernige Holz bildet das geeignetste Material für Masten und Rahen im Schiffsbau.

Das gelblichweiße, glanzlose Tannenholz (*Abies alba*) zeigt im mikroskopischen Querschnitt wieder das bekannte engmaschige Netz quergeschnittener Tracheiden, besitzt aber, als besonderes Merkmal für die Erkennung, keine Harzgänge.

Für die Diagnose dieses Holzes im Mikroskop ist wieder der Radialschnitt maßgebend. Wir sehen die Tracheiden mit den Hoftüpfeln (Abb. 5), sowie den Markstrahlbau. Der Markstrahl ist bei der Tanne nur aus parenchymatischen Zellen aufgebaut, deren Wände gleichmäßig verdickt erscheinen, sowohl Längs- als auch Querwände. Die vor uns liegende Radialwand der Markstrahlzelle ist mit kleinen, einfachen Tüpfeln besetzt. Wieder ist hier der Markstrahlbau für die Gattung charakteristisch.

Im Tangentialschnitt finden wir nur einreihige, harzganglose Markstrahlen.

Das leichte Tannenholz ist geradspaltig, biegsam und tragkräftig. Zufolge seiner leichten Spaltbarkeit wurde es von den vorgeschichtlichen Hallstattmenschen zur Herstellung von Leuchtspänen und Fackeln verwendet. Von den 2000 von mir untersuchten Spänen aus dem Hallstätter Salzberge sind 1500 von Tanne, 500 Fichte. Heute wertet man seine Spaltbarkeit bei der Erzeugung von Schindeln aus. Die Spaltbarkeit mag vielleicht mit dem einfachen parenchymatischen Markstrahlbau in Zusammenhang stehen.

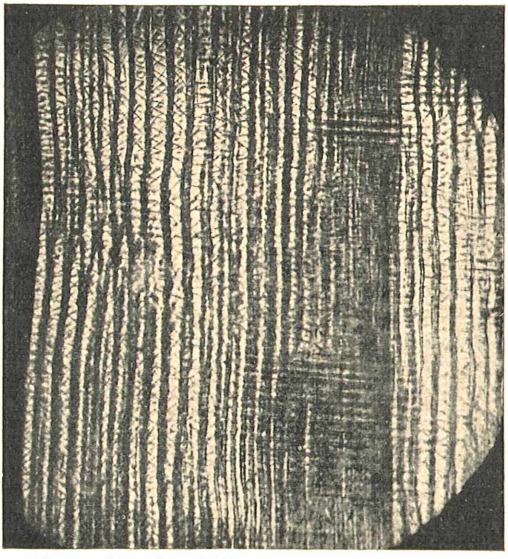


Abb. 8. Eibe, radial. Erklärung im Text. Hofmann phot.

Seine große Dauerhaftigkeit macht das Holz für Wasser- und Erdbauten sehr geschätzt. Tanne ist ferner für Schwellen, Türen, Fenster und zu Täfelungen besonders geeignet. In

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

bezug auf den Brennwert steht sie Fichte und Föhre nach.

Dem Fichtenholze in seinem inneren Aufbau sehr ähnlich ist das Lärchenholz (*Larix decidua*). Das gelblich-rötliche Holz zeigt im mikroskopischen Querschnitt ein ähnliches Bild wie das der Fichte, im Spätholz befinden sich ebenfalls Harzkanäle.

Überaus große Ähnlichkeit mit der Fichte weist es auch im mikroskopischen Tangentialschnitt auf. Dieser zeigt einreihige und mehrreihige Markstrahlspindeln, welch letztere wieder einen Harzgang, so wie bei *Picea*, einschließen.

Fichte und Lärche sind in ihrem Holze anatomisch schwer unterscheidbar. Es kommt hier auf den Markstrahl im Radialschnitt an. Parenchymatische und tracheidale Zellen bauen ihn auf. Die den Rand bildenden tracheidalen Zellen zeigen nun bei der Lärche ziemlich stark vorspringende und einspringende Buchten (Abb. 6); dies ist das einzige Unterscheidungsmerkmal gegenüber der Fichte, die nur sehr selten zu solcher Buchtenbildung neigt, und wenn dies der Fall ist, die Buchten nicht so markant ausbildet.

Das Lärchenholz ist das härteste und auch im Wasser dauerhafteste Holz unter den Koniferen und wird daher mit Recht als die „Eiche" unter den Nadelhölzern bezeichnet. Seine Dauerhaftigkeit im Wasser dürfte dem großen Harzgehalt zuzuschreiben sein. Daher kommt es in erster Linie für Erd-, Brücken- und Wasserbauten in Betracht. Es gilt wegen seiner großen Elastizität und Spaltbarkeit ebenso als gutes Drechslerholz. Das engringige und tiefbraunrote Holz der „Alpenlärche" wird dem der „Graslärche" vorgezogen. Das Harz wird zu „venetianischem Terpentin" verarbeitet. Als Brennholz spielt es keine Rolle.

Eines unserer schönsten und festesten Hölzer ist die Roteibe (*Taxus baccata*). Sie wächst überaus langsam, ist daher sehr dicht, hart und zähe.

Ein Beweis des langsamen Wachstums sind die schmalen Jahresringe, die der mikroskopische Querschnitt (Abb. 7) zeigt. Die Tracheiden beider Zonen sind relativ enge, ihr feinmaschiges Netz wird von Harzgängen nicht durchbrochen.

Der Radialschnitt zeigt als auffälliges Merkmal für die Eibe Spiralverdickungen (Abb. 8) in den Tracheiden. Die Spiralen verlaufen so, daß sie die Höftüpfel umschließen. Der Markstrahl besteht nur aus parenchymatischen Zellen mit einfachen Tüpfeln an deren Wänden. Auch im Tangentialschnitt sind die Spiralverdickungen der Tracheiden deutlich sichtbar. Die Markstrahlen erscheinen in diesem Schnitt als einreihige, harzganglose Spindeln.

Einst in vorgeschichtlicher Zeit das wichtige Rohmaterial für Messer, Dolche und Bogen, geschätzt ob seiner hohen Elastizität und Härte, wird es heute infolge dieser hervorragenden Eigenschaften für feine Kunstschnitzereien und Drechslerarbeiten verwendet. Es läßt sich zufolge seines dichten Zellgefüges und seiner Härte spiegelglatt bearbeiten. Seine schöne Maserung tritt bei Fournieren vorteilhaft vor. Da es sich vollkommen schwarz beizen läßt, ist es als „deutsches Ebenholz" ein vollwertiger Ersatz für das echte.

Aus den Forsten fast verschwunden, ist die Eibe ein wertvoller Baum für Garten- und Parkanlagen. Das edle Holz wird als Handelsware aus Kaukasien zu uns gebracht.

Dieser kleine Streifzug durch unsere wichtigsten einheimischen Nadelhölzer zeigt, wie mit dem anatomischen Bau die technische Verwertbarkeit Hand in Hand geht. Und was der vorgeschichtliche Mensch an wertvollen Eigenschaften der einzelnen heimischen Hölzer trefflich in seinem dunklen Drange zu nutzen wußte, wie uns z. B. die Funde der Pfahlbauten lehren, dies alles in seiner Ursächlichkeit zu erfassen. ermöglicht uns heute das Mikroskop.

Einige mikrotechnische Ratschläge für Anfänger

Von Prof. Dr. R. M. Bošuek, Tábor, C.S.R.

Es gibt in der zoologischen Mikrotechnik bekanntlich eine solche Fülle von Rezepten und Ratschlägen, daß es bei der Bearbeitung irgend einer Aufgabe heute weit weniger schwierig ist, überhaupt dafür eine passende Methode zu finden, als vielmehr unter den vielen Rezepten gerade das geeignetste herauszufinden. Diese Schwierigkeit macht besonders dem Anfänger zu schaffen, der noch über wenig Erfahrung verfügt. Daher dürften wohl folgende „Ratschläge" gerade dem Anfänger besonders willkommen sein, sie sind in jahrelanger Praxis von mir erprobt. Gewiß wird der Fortgeschrittene darunter manche alte bekannte Methode finden, doch ich sehe nicht ein, weshalb man sie außer acht lassen soll, wenn sie nicht nur dem Anfänger gute Dienste leistet, sondern ihn auch vor manchen bitteren Enttäuschungen bewahrt.

1. Fixieren der Objekte nach Bouin. Das Bouinsche Fixiergemisch gehört in die Reihe der Formol- oder Pikrinsäuremischungen und ist bereits seit langer Zeit in die Mikrotechnik eingeführt. Es setzt sich zusammen aus Pikrinsäure (konzentriert, wässerig) 75 T., Formol (Rein, „absolut") 20 T. und Eisessig 5 T. Bouin hat dieses Fixiergemisch zuerst zu Untersuchungen von Salmonideneiern gebraucht. In neuester Zeit wird es von Prof. R. Krause (Mikr. Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen) wieder besonders angelegentlich empfohlen. Beim Fixieren der Wirbeltierorgane leistet das Bouinsche Fixiergemisch nämlich ausgezeichnete Dienste; das

habe ich auch bei manchen Wirbellosen festgestellt. Die Erfolge bei Gliedertieren (niederen) und Weichtieren waren besonders befriedigend, weil die Flüssigkeit (trotz des Chitinskelettes) sehr gut eindringt und fast keine Gewebsveränderungen hervorruft. Als besondere Vorzüge des Bouinschen Fixiergemisches sind seine einfache und billige Zusammensetzung, sein rasches Eindringen, seine gute Durchfixierung auch von größeren Stücken und schließlich die Möglichkeit hervorzuheben, Objekte auch ohne Nachteil längere Zeit in dem Gemisch liegen lassen zu können. Als einzigen Nachteil führt man gewöhnlich die intensive Gelbfärbung infolge der Pikrinsäure an, die in der Lösung enthalten ist, so daß man dann zuviel Alkohol braucht, um die Säure später wieder herauszuziehen und die Stücke zu entfärben. Allerdings braucht man Alkohol, um die gelbe Pikrinfärbung wieder vollständig wegzuschaffen, — obwohl man auch zu diesem Zweck zum Lithiumkarbonat greifen könnte; aber ich glaube, daß das Pikrin, das ja in den verschiedensten Färbungen vorkommt, nicht nur wenig stört, sondern manchmal sogar als bleibend wünschenswert ist. Übrigens verblaßt doch diese Pikrinfarbe durch die nachfolgende Weiterbehandlung in der Alkoholreihe und durch die Vorbereitung zum Einbetten fast gänzlich. Ich kann der Meinung von R e g a u d, daß die Bouinsche Flüssigkeit vor jeder Benützung frisch anzusetzen sei, nicht beipflichten, doch empfehle ich, die einmal gebrauchte Menge nicht nochmals zum Fixieren, auch nicht von anderen Objekten zu benützen. Die Wirkung der Bouinschen Flüssigkeit richtet sich nach der Größe und der inneren Beschaffenheit der zu fixierenden Objekte. Für 1 cm dicke Stücke z. B. des kleinen Neunauges erwies sich eine Einwirkung von 24 Stunden Dauer als genügend. Das Abspülen der fixierten Stücke mit Wasser ist zwecklos. Man überführt sie sofort in allmählich steigende Alkohole. Wenn auch die Pikrinsäure im Gemisch schon schwach entkalkend wirkt, so empfiehlt es sich dennoch, knochenhaltige Stücke nach dem Fixieren nochmals in eine entkalkende Mischung zu übertragen. Für solche Fälle empfehle ich folgende Lösung: Formol (absolut) 15 T., Salpetersäure (1,40) 5 T. und destill. Wasser 8 T. Diese Lösung ist wiederholt zu erneuern, bis die Entkalkung beendigt ist. Dann ist gründlich zu wässern, damit die Salpetersäure wieder herausgeschafft wird. Sobald also das von den Objekten abfließende Wasser neutral reagiert und blaues Lackmuspapier nicht mehr rötet, kann in die Alkoholreihe überführt werden. Der Anfänger kann zu dem Bouinschen Gemisch festes Vertrauen haben. Bei genauer Befolgung des angegebenen Verfahrens kann er an den Objekten nichts verderben, denn auch fast alle üblichen Färbungen sind möglich.

2. Xylol oder Chloroform als Intermedium? Der Anfänger bevorzugt nur zu gern sehr rasch verlaufende Verfahren und daher greift er in diesem Falle zuerst zum Xylol, das das sonst ziemlich langweilige Eindringen in das Objekt und seine Einbettung beschleunigt. Die allen Anfängern eigene Ungeduld führt aber gerade bei der Anwendung des Xylols oft zu vielen Enttäuschungen und meist zu einem vorzeitigen Abschluß einer sonst nicht hoffnungsvoll begonnenen Arbeit. Das Xylol braucht nämlich eine ganz bestimmte Zeit, um das Objekt für die nachträgliche Paraffinbehandlung gründlich durchdringen zu können, und diese wenn auch noch so kurze Frist genügt bereits, um neben den guten Eigenschaften auch die schlechten des Xylols deutlich hervortreten zu lassen. Die Objekte werden zwar aufgehellt und für den Paraffineinschluß vorbereitet, aber währenddessen entstehen andererseits in ihnen verschiedene Umbildungen, Schrumpfungen und vor allem eine recht empfindliche Brüchigkeit. Diese kann man zwar in manchen Fällen später wieder etwas beseitigen, aber man erzielt doch nicht mehr die Erfolge wie bei der früheren Konsistenz des Objektes und eventl. Schrumpfungen sind überhaupt nicht mehr zu beseitigen. Die höhere und ziemlich lang einwirkende Temperatur des geschmolzenen Paraffins kann aber diese Übelstände noch verstärken. Schon die kleinste Spur von Wasser im Alkohol ruft eine störende milchweiße Trübung des Xylols hervor, Selbst wenn man dann die ganze Arbeit mit größerer Vorsicht nochmals von neuem beginnt, um diese Trübungen zu vermeiden, kann man doch niemals voraussagen, ob und wie diese Behandlung überhaupt dem Objekt zusagen wird, so daß man am besten von einer solchen Wiederholung absieht. Auch muß noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß bei längerem Stehenbleiben (schon in der Vorratsflasche) die im Xylol enthaltene Säure frei wird, was sich darin zeigt, daß solches Xylol dann deutlich s a u e r reagiert. Das kann aber bei der Behandlung gewisser Objekte recht nachteilig sein. Beim Chloroform bestehen solche Gefahren überhaupt nicht. Daher möchte ich auch an dieser Stelle die Anfänger ganz nachdrücklich auf das Chloroform als Intermedium hinweisen, das man für diesen Zweck zu Unrecht sehr stark vernachlässigt. Es arbeitet freilich langsamer als Xylol, wirkt aber äußerst schonend. Man braucht keine Schrumpfungen zu befürchten, selbst wenn die Objekte längere Zeit darin liegen bleiben. Auch werden die Stücke nicht brüchig und nehmen das Paraffin gut und schnell in sich auf. Ich benutze das Chloroform bei der Paraffineinbettung ganz allgemein, und zwar hat sich mir dabei folgender Arbeitsgang am besten bewährt: Die Objekte, die die Paraffineinbettung überhaupt zulassen, werden nach bekannter Vorbehandlung in reines Chloroform eingelegt. Nach einer Stunde stelle ich die weithalsige Flasche (oder Schale) mit den Objekten in einen Wärmeschrank bei 30° C und lasse sie mindestens 1—2 Stunden darin stehen. (Die Flasche wird während dieser Zeit etwas offen gelassen.) Dann gebe ich allmählich soviel

Paraffinspäne (weiches Paraffin) hinzu, wie sich in dem Chloroform lösen, bis schließlich ein Paraffinbrei entsteht. In diesem Zustande bleiben die Objekte nochmals 6—8 Stunden bei konstanter Wärme im Ofen stehen. Nun wird das von dem Chloroform gelöste Paraffin durch reines, flüssiges Paraffin vom gleichen Schmelzpunkt ersetzt. Nach etwa einer halben Stunde wird dieses Paraffin nochmals gewechselt und schließlich das Objekt in

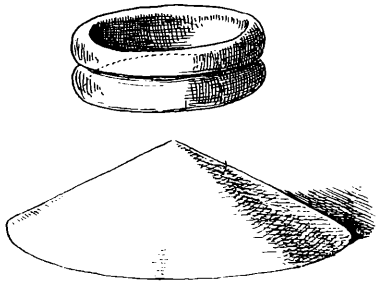


Abb. 1. Erklärung im Text.

der bekannten Weise eingebettet, worüber in der Mikrokosmos-Buchbeilage von Dr. Stehli „Mikrotomie" alles Nähere nachzulesen ist. Wenn auch das Verdampfen des Chloroforms etwas langsamer vor sich geht als beim Xylol, so sind doch dafür die Durchdringung der Objekte, deren Einbettung und spätere Schneidbarkeit (stets bei Verwendung der richtigen Paraffinsorten!) ganz vorzüglich. Man sagt hier und da dem Chloroform nach, daß die Objekte, wenn sie zum ersten Male hineinkommen, lang an der Oberfläche schwimmen. Diese Erscheinung ist nur vorübergehend und verschwindet in den meisten Fällen wieder von selbst. Diesem Umstand kann man dadurch vorbeugen, daß man das Objekt recht langsam und stufenweise aus dem absoluten Alkohol in das Intermedium überführt, nötigenfalls unter leichter Erwärmung des Gefäßes mit den Objekten auf dem Wasserbad, eventl. auch einige Tropfen von reinem Schwefeläther zusetzt. Sonst empfehle ich die übliche Giesbrechtsche Senkmethode, die in der bereits erwähnten Buchbeilage gleichfalls beschrieben wird. Wenn auch das Chloroform im Verhältnis etwas teurer als Xylol ist, gebe ich dennoch dem Anfänger niemals Xylol als Intermedium zuerst in die Hand.

3. Das Aufkleben der Schnitte mit Eiweißglyzerin-Wasser. Den Anfänger ärgern bei dieser Methode einmal die Luftblasen, die gewöhnlich gerade unter den empfindlichsten Stellen der Schnitte stecken bleiben, sodann die häufige Faltung der Schnitte, die dann an diesen Stellen nicht selten eintrocknen. Gegen diese Nachteile helfe ich mir schon seit langer Zeit auf folgende Weise: In eine flache, breite und mitteltiefe Glasschale mit mäßig erwärmtem destilliertem Wasser lege ich einen Teil der leicht gewellten Schnitte. (Bei Serienschnitten muß genau die Reihenfolge der einzelnen Schnitte beibehalten werden.) Sie strecken sich schwimmend sofort vollständig aus. Dann schiebe ich den hauchartig mit Eiweißglyzerin bestrichenen Objektträger langsam und vorsichtig unter die schwimmenden Schnitte und hebe ihn vorsichtig schräg so weit in die Höhe, daß die Schnitte auf dem Objektträger haften bleiben. Dann ordne ich die Schnitte auf dem Objektträger in möglichst gerade Linie, sauge vorsichtig das überschüssige Wasser ab, und lege den Objektträger zum Trocknen auf den Wärmekasten. Eine Faltung kann bei dieser Handhabung niemals vorkommen. Auch das Auftreten von Luftblasen ist recht selten.[1])

4. Das Aufspannen dünner Membranen und der Haut. Die mikrotechnischen Ratgeber empfehlen hierzu regelmäßig Rähmchen oder gefensterte Platten aus Kork, Wachs usw., sowie auch Kaktus- oder Igelstacheln zum Befestigen. Für manche Arbeiten muß eine solche Membrane oder ein Hautstück längere Zeit aufgespannt bleiben. Nun greifen aber die Reagenzien, die wir inzwischen benützen, häufig Rähmchen und Platten an. Nicht selten leiden auch die Stacheln erheblich darunter, oder es schwimmen schließlich Kork, Wachs usw. an der Oberfläche der benützten Flüssigkeit.

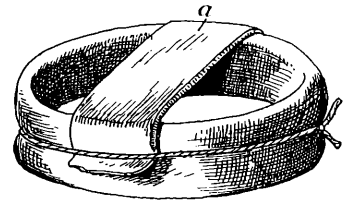


Abb. 2. Erklärung im Text.

Seit zwei Jahren bediene ich mich nun hierzu einer besonderen Einrichtung, wie sie die nebenstehende Abb. 1 zeigt. Sie besteht aus einem Ring aus massivem Glas von mindestens

[1]) Das Aufkleben mit Eiweißglyzerin und Wasser läßt sich übrigens auch recht bequem direkt auf dem Objektträger ausführen, ohne Gefahr zu laufen, daß sich Luftblasen bilden oder daß sich die Schnitte rollen: Der Objektträger wird hauchartig mit Eiweißglyzerin bestrichen, und etwas Wasser darauf gebracht (es braucht keineswegs destilliertes Wasser zu sein, Leitungswasser ist ebenso geeignet) und die Schnitte mit einem weichen Pinsel vom Mikrotommesser aufgelegt und ganz leicht angedrückt. Die Schnitte werden sich beim Berühren mit Wasser ohne weiteres strecken. Ist dies nicht der Fall, und der Objektträger vollständig mit Schnitten belegt, dann zieht man ihn mehrmals durch die Spiritusflamme, natürlich so, daß das Paraffin nicht schmilzt. Die Schnitte strecken sich ohne weiteres. Der Objektträger wird dann schräg gehalten und das überschüssige Wasser mit Filtrierpapier an einer Kante des Objektträgers aufgefangen. Sollten trotz aller Vorsicht wirklich noch einige kleine Luftblasen auf dem Objektträger zurückgeblieben sein, so lassen sie sich mit einer heißen Nadel bequem entfernen. Dr. Stehli

2 cm Durchmesser, der in der Mitte seines Umfanges eine tiefe, runde Rinne trägt und im Innern eventl. glatt geschliffen sein kann. Er wird derart auf einen niedrigen Kegel aus Holz aufgesetzt, daß die Kegelspitze nicht über die obere Öffnung des Ringes herausragt, dem Ganzen aber einen festen Halt gewährt. Nun lege ich die zu untersuchende Membran auf die obere Seite der Ringöffnung, stecke den Ring zur besseren Unterstützung beim Aufspannen auf die Kegelspitze und spanne nun recht straff die Membran darüber, biege ihre freien Ränder auf die seitliche Rinne des Ringes um, wo ich sie nun mit Seidenfaden gut festbinde. Die Membran ist wie auf einer Trommel gespannt und läßt sich mit dem Ring mühelos in die verschiedenen Flüssigkeiten übertragen, ohne an deren Oberfläche zu schwimmen oder ohne sonstwie benachteiligt zu werden. Kaktus- oder Igelstacheln sind bei diesem Verfahren überhaupt überflüssig. Der Seidenfaden, der rings in der Rinne verläuft, haftet fest. Nach Beendigung aller notwendigen Arbeiten und entsprechender Härtung schneiden wir vorsichtig den Faden durch, ziehen die Membran ab und schneiden die umgebogenen Ränder daran weg. Die weitere Behandlung ergibt sich dann von selbst.

Diese Einrichtung ist ebenso einfach wie billig und genügt häufig auch zur Behandlung von Hautstücken. Dickere oder mit Haaren oder Schuppen bedeckte Hautstücke aufzuspannen, erfordert einen ähnlichen Ring, aber von etwas größerem Durchmesser. Wir schneiden die Haut in Streifen (a), spannen sie mit ihren beiden kürzeren Enden fest über den Ring und binden diese wie vorhin an dessen Rinne mit einem Faden fest (s. Abb. 2). Doch darf in diesem Falle der Durchmesser des Ringes nicht zu groß sein, sonst biegt sich die aufgespannte Haut gerne etwas nach innen.

5. Zum Einschluß von wasserhaltigen Objekten kommt nur die Glyzeringelatine in Betracht. Glyzerin allein leistet niemals solch gute Dienste, ja sie führt sogar verschiedene Nachteile mit sich. Auch von den verschiedenen anderen Einschließungsmedien, die ich eingehend probiert habe, hat mich keines befriedigt. Das sogen. Apáthysche Gemisch (Gummi arabicum und Zucker in Wasser gelöst und eingedickt und einige Thymolkristalle zur besseren Haltbarkeit zugesetzt) oder die Lävulose-Lösung haben recht unangenehme Eigenschaften. In verdünnter Lösung bieten sie gegenüber dem Glyzerin gar keinen Vorteil und in eingedicktem Zustande scheiden sie im Laufe des allmählichen Eintrocknens zahlreiche nadelförmige Kristalle aus, die nicht nur im Präparat störend wirken, sondern es direkt verderben können. Objekte, deren Wassergehalt in gewissem Grade auch bei dem endgültigen Einschluß nicht sinken darf, lege ich in eine sehr verdünnte Lösung von Glyzeringelatine-Wasser (am besten in einem größeren Uhrglas) und dampfe dann auf dem Wasserbad langsam das Wasser ein, sobald das Objekt auf den Boden der Lösung gesunken ist; dieses Eindampfen wird so lange fortgesetzt, bis die Glyzeringelatine nach dem Erkalten wieder ihre fast knorpelartige Beschaffenheit annimmt. Natürlich muß man zum Färben derartiger Objekte Farbstoffe wählen, die auch durch längeres Verweilen im Wasser nicht ausgezogen werden. Nach dem Erkalten wird aus der erstarrten Masse das Objekt mit einem genügend großen Stückchen Gelatine herausgestochen und auf den Objektträger gebracht, der zuvor so viel angewärmt wird, daß die Gelatine gerade darauf haftet, aber ja nicht flüssig wird. Nun legt man auch das gleichfalls vorher ein wenig erwärmte Deckglas auf, und läßt das ganze gründlich kalt werden. Nun erst erwärmt man das ganze Präparat von neuem bis zum Flüssigwerden der Glyzeringelatine und drückt gleichzeitig das Deckglas fest. Man kann sicher sein, daß bei dieser Arbeit keine Luftblasen entstehen, nur muß der Druck sanft und gleichmäßig sein, und bis zum Wiedererstarren der Glyzeringelatine dauern. Spuren des Einschlußmittels, die unter dem Deckglas hervortreten, sind vorsichtig abzuwischen.

Kaktorubin, ein neuer Pflanzenfarbstoff

Hans Molisch (Ber. d. Dsch. Bot. Gesellschaft 1928, H. 3, S. 205—211) stellte neuerdings fest, daß an frischen Wundflächen verschiedener Kakteen ein ziegelroter bis karminroter Farbstoff entsteht, wenn Pflanzenstücke 2—5 Tage im feuchten Raum und etwas naß gehalten werden. Diese bisher unbemerkte Erscheinung kann man am besten auf folgende Weise herbeiführen: Man zerschneidet einen Sproß in mehrere Stücke, benetzt diese mit gewöhnlichem Wasser, legt sie auf nasses Filtrierpapier in die Petrischale und hält sie 2—5 Tage recht naß. Die Wundfläche und auch das Papier färben sich rot. Gute Ergebnisse lassen sich auch erzielen, wenn man haselnußgroße Stücke so in ein Probierglas legt, daß das kleinere Ende ins Wasser, das größere in die Luft ragt und das Rohr mit einem Korken schließt. Die Untersuchung zeigt, daß nur die abgestorbenen Zellen der Wundfläche sich röten, nicht aber die darunter liegenden lebenden Gewebepartien. Der entstandene Farbstoff, den der Entdecker Kaktorubin nennt, ist im Wasser nur spurenweise löslich, in Alkohol, Glyzerin, Äther, Benzol, Olivenöl unlöslich. 10%ige Mineralsäuren und Essigsäure erzeugen eine gelbbraune Mißfarbe; Ammoniak (10%) ruft nach einigen Tagen Entfärbung hervor, ebenso Kalilauge (10%); während die Farbe sich in Sodalösung durch einige Tage hält. Der neue Stoff ist also hiernach weder Anthokyan noch eine andere der bekannten roten Pflanzenstoffe wie Bakteriopurpurin, Phykoery-

thrin usw. Der Farbstoff entstand bei 28 wahllos untersuchten Kakteenarten der Gattungen *Opuntia, Mamillaria, Echinopsis, Cereus, Phyllocatus, Epiphyllum* u. a. in 27 Fällen; nur bei *Peireskia trinervia* blieb er aus.

Das Kaktorubin entsteht postmortal nicht nur im Stamm, sondern auch in der Wurzel. Die Menge ist verschieden. Manche Gattungen wie *Echinops*, färben sich sehr stark, andere wie *Echinocactus* viel weniger. Niemals findet sich der Farbstoff in den intakten lebenden Zellen, sondern entwickelt sich erst nach dem Absterben aus dem in den lebenden Zellen vorhandenen farblosen Chromogen. Dabei ist es nicht einerlei, wie der Tod herbeigeführt ist. Tötet man das Gewebe z. B. durch siedendes Wasser oder durch Dämpfe von Äther, Alkohol usw., bleibt die Bildung aus. Dieses Verhalten wie auch die Tatsache, daß die abgestorbenen Zellen feucht gehalten werden müssen, spricht dafür, daß es sich bei der Bildung um einen enzymatischen Vorgang handelt, denn das siedende Wasser und die giftigen Dämpfe haben doch augenscheinlich die in Frage kommenden Enzyme unwirksam gemacht. Man muß sich wohl vorstellen, daß in der lebenden Zelle Enzyme und Chromogen räumlich getrennt sind und erst beim Absterben zusammenprallen und nun die Bildung des Kaktorubins nach einiger Zeit in die Wege leiten. Ganz rätselhaft bleibt jedoch folgender Befund. Wenn man frische Kakteen, anstatt sie einfach mit dem Messer oder durch Brechen zu verletzen, in der Reibschale zerreibt, so unterbleibt beim Stehen an der Luft in dem naß gehaltenen Gereibsel jede Spur der Farbstoffbildung. So ist es wohl auch zu erklären, daß Chemikern, die über Kakteen gearbeitet haben, die Kaktorubinbildung völlig entgangen ist. Eine allerdings wenig befriedigende Erklärung wäre etwa die Annahme, daß die unter dem toten Wundgewebe liegenden lebenden Zellen Enzyme in die abgestorbenen nachschieben und die Farbbildung hierdurch fördern, während im feinen Gereibsel keine lebenden Zellen mehr sich finden. Feststellen läßt sich ferner, daß für die Überführung von Chromogen in Farbstoff Sauerstoff nötig ist, denn taucht man die Stücke im Probierglas unter eine Schicht von ausgekochtem Wasser, unterbleibt die Rötung ebenso wie im luftleeren Raum.

Es liegt der Gedanke nahe, ob der Farbstoff nicht mit dem Cochenillefarbstoff verwandt oder gar identisch sei, denn dieser entsteht ja in der Cochenille- oder Nopalschildlaus (*Coccus cacti*), die auf Kakteen lebt, vornehmlich auf gewissen Opuntia-Arten. Untersuchungen ergaben aber, daß Kaktorubin und Cochenillerot — vornehmlich Karminsäure — nicht identisch sind. Trotzdem besteht natürlich die Möglichkeit, daß das Mutterchromogen in beiden Fällen dasselbe ist, und daß zwischen beiden Farbstoffen doch eine Verwandtschaft besteht. Da Kaktorubin auf keine Weise zur Kristallisation gebracht werden konnte, auch kaum löslich ist und nur in ganz geringen Mengen gewonnen werden konnte, war es vorläufig unmöglich, näher in das Wesen dieses neuen Farbstoffes einzudringen, der geradezu als ein charakteristisches Merkmal der Kakteen-Familie betrachtet werden kann, und der von neuem bestätigt, daß die Verwandtschaft der Pflanzen auch in ihrem Chemismus zum Ausdruck kommt. Mit dem in Blüten und Sprossen der Kakteen vorkommenden Anthokyan darf er natürlich nicht verwechselt werden.

Heute, wo Kakteenhaltung große Mode ist, dürfte die Materialbeschaffung nicht schwierig sein. So mögen diese Mitteilungen Anregung geben, sich mit dem neuen interessanten Farbstoffe zu beschäftigen, dessen Wesen noch keineswegs geklärt ist.

Dr. Olufsen

Fang und Beobachtung von Moosamöben

Gewisse in Moosen allgemein verbreitete Amöben können nach Otto Mattes (Archiv für Protistenkunde, Bd. 47, H. 3, S. 387 bis 412) leicht zu jeder Zeit auf folgende Weise beschafft werden. Man saugt eine Pipette mit nicht zu enger Öffnung (1,5—2 mm) voll von Wasser und senkt die Spitze in den Moosrasen. Jetzt preßt man den Gummihut zusammen und läßt sofort mit dem Drucke nach. Dadurch wird das Wasser in den Rasen gespritzt und sofort wieder aufgesogen. Am besten wiederholt man das Verfahren an derselben Stelle verschiedene Male. Den Inhalt der Pipette, der neben vielen anderen Organismen und Detritus auch die Amöben mitgerissen hat, überträgt man in ein Uhrschälchen. Man erkennt die mittelgroßen und großen Amöben schon bei 16facher Lupenvergrößerung, und zwar am besten unmittelbar nach der Übertragung, solange sie sich noch nicht in die fließende Form verwandelt haben. Da man sie nicht leicht zwischen Sandkörnchen, denen sie in ihrer kugeligen Gestalt mit vielen zähflüssigen Pseudopodien sehr ähneln, entdeckt, ist es ratsamer und erleichtert einem die Arbeit, wenn man Moos benutzt, das möglichst nicht auf sandigem Boden gewachsen ist. Sehr geeignet erwiesen sich deshalb auch Moose, die z. B. auf Teerpappe eines Schuppens gesammelt waren.

Genauere Untersuchungen vieler Örtlichkeiten und verschiedener Moose ergaben, daß das Vorkommen der Moosamöben nicht an bestimmte Moosarten gebunden ist, daß man sie fast immer findet in Moosen, die an schattigen, nicht zu nassen Stellen Überzüge über Steine, Mauern, Dächer usw. bilden, während man sie auf Moosen des Waldbodens und ähnlicher Stellen vielfach vergeblich sucht. Fast nie jedoch verfehlt man sie auf den oft ganz unscheinbaren Moosansiedlungen, die auf

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

Grabsteinen, Mauern u. dergl. schattiger Friedhöfe wachsen. Hier ist es das an derartigen Stellen sehr häufige Laubmoos *Ceratodon purpureus*, das besonders günstige Lebensbedingungen bietet, denn seine Rasen liefern oft auffallende Mengen von Amöben. Dieses Moos eignet sich auch besonders gut dazu, einmal festzustellen, wo im Moosrasen die Tierchen eigentlich sich vornehmlich aufhalten. Es zeigt sich, daß es die Wasserbehälter sind, die an der Verwachsungsstelle von Blatt und Stengel zustande kommen. Sie sammeln Tau und Regenwasser, indem bei feuchtem Wetter die Blätter vom Stengel abstehen. Bei Trockenheit krümmen sich die Blätter aufwärts und legen sich den Stengeln an, hierdurch die Verdunstung des gesammelten Wassers herabsetzend. Schon bei der lebenden, frischgrünen Pflanze schimmert an diesen Stellen eine dunkle Ansammlung von Detritus durch, der bei genauerer Untersuchung als aus Schmutz, zahlreichen Algen (*Ulothrix* sehr häufig), Rotatorien u. a. bestehend sich erweist und auch unsere Amöben enthält. Neben *Arcella* scheinen sie besonders die grünen oberen Teile der Moospflanze zu bevorzugen, während Rotatorien, Foraminiferen, Nematoden mehr an den unteren, nicht mehr assimilierenden Moosteilen sich aufhalten.

Die günstigsten Temperaturen für die Lebensentfaltung scheinen zwischen 10° und 18° C zu liegen. Bei höheren Temperaturen sterben sie bald ab, während sie tiefere Grade gut vertragen. Es zeigte sich z. B., daß Moosrasen, die bei Winterkälte 10° C aufwiesen und dann bei Zimmertemperatur aufgetaut wurden, Amöben lieferten, die sich zwar alle in der Kältestarre befanden, die aber nach 30 Minuten bereits innere Protoplasmaströmungen zeigten und dann auch bald zur Bildung von Pseudopodien schritten, um schließlich nach etwa 2 Stunden auch die kontraktile Vakuole erkennen zu lassen.

Bei der Durchsichtigkeit der Formen untersucht man in erster Linie am lebenden Objekt. Die Tiere vertragen auf dem Objektträger einen ziemlich starken Deckglasdruck. Die Bewegungserscheinungen, Nahrungsaufnahme, Defäkation usw. werden bei Vitalfärbung mit sehr verdünnter wässriger Methylenblaulösung erleichtert. Sie zeigen eine „rollende" oder „fließende" Bewegung, d. h. daß bei ersterer die Pseudopodienbildung ohne Anhaften an der Unterlage stattfindet, während bei letzterer innige Berührung zustande kommt.

Bei den auf obige Weise also zu jeder Jahreszeit leicht zu beschaffenden Amöben handelt es sich vornehmlich um zwei meist zusammen vorkommende Formen, die früher als „Erdamöben" bezeichnet wurden, und die wohl als zwei verschiedene Arten angesehen werden müssen, um *Amoeba sphaeronucleolus* und *A. terricola*. Erstere, 75 μ groß, mit sehr durchsichtigem Entoplasma und gewöhnlich kugeligem Kern, letztere 110 μ, ja bis 200 μ groß, undurchsichtiger, mit ovalem Kern und mit in größeren Ballen liegenden Nahrungskörpern, die während der Verdauung eine auffallend dunkelbraune Färbung annehmen. Dr. Olufsen

Kleine Mitteilungen

Die **Engelmannsche Bakterienprobe** zum Nachweis des Assimilations-Sauerstoffs gründet sich auf die Beobachtung, daß in Bewegung begriffene Bakterien sofort ihre Geißeltätigkeit einstellen, wenn ihnen der Sauerstoff entzogen ist, während bei Zutritt geringster Sauerstoff-Spuren auch die Bewegung sofort wieder beginnt.

Die als Sauerstoff-Indikatoren in Betracht kommenden Organismen müssen vor allem drei wesentliche Eigenschaften besitzen:

1. eigenbeweglich (begeißelt),
2. positiv aerotaktisch,
3. empfindlich gegen geringe O-schwankungen.

Die richtige Wahl der Indikatorbakterie ist also für den Erfolg maßgebend. Sehr brauchbar sind gewisse Fäulnisbakterien, die man leicht erhält, wenn man halbierte Erbsen einige Tage in Leitungswasser faulen läßt. Molisch empfiehlt in seiner „Mikrochemie der Pflanzen" weitere Anhäufungsversuche mit verschiedenen Substanzen. Ohne Ausprobieren wird man wohl nicht auskommen können.

Sehr empfehlenswert ist die Anlage von Rohkulturen aus den lebhaft schwärmenden Anhäufungen. Strasburger-Koernicke überimpft einen Tropfen in Reagenzröhrchen mit Cohnscher Normallösung, in der nach einigen Tagen milchige Trübung eintritt und die gewünschten Bakterien in großer Menge und im geeigneten Schwärmzustand vorhanden sind. Das planmäßige Suchen nach einem besonders geeigneten und sauerstoffsensiblen Organismus wurde bisher noch nicht vorgenommen; gewöhnlich wurde das *Bct. termo*, *Bct. vulgare* oder *Bct. fluorescens* nach dieser Methode erhalten, aber nicht näher auf seine Artzugehörigkeit untersucht. Die auf der Oberfläche sich bildende Hautvegetation besteht aus verschleimten unbeweglichen Individuen, die für die Engelmannsche Probe unbrauchbar sind.

Literatur:

Engelmann, Botanische Zeitung, 39. Jg. 1881, S. 441;
ebd. 41, 1883, S. 1;
ebd. 44, 1886, S. 43.
Pflügers Archiv 57, 1894, S. 375.

Weitere Angaben bei Molisch (Mikrochemie), Benecke, Lehrbuch d. Pflanzenphysiologie I, Jena 1924; Schneider-Zimmermann, Botanische Mikrotech-

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

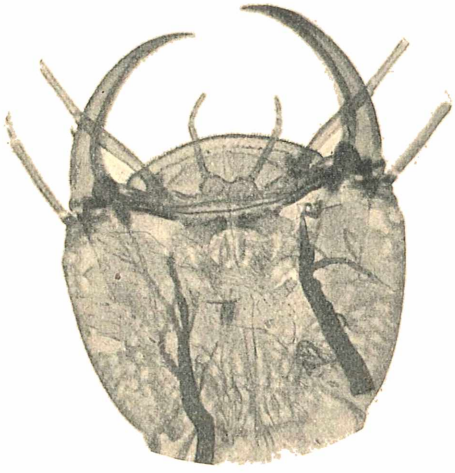
nik S. 164 und in einem demnächst im Mikrokosmos erscheinenden Artikel.

Ing. Kostka, Wien

Die Herstellung ungefärbter Spermien-Präparate nach der Bresslauschen Opalblaumethode. Auf Seite 169 in Heft 9 des laufenden Mikrokosmos-Jahrganges gibt E. Gutbrod der Annahme Ausdruck, das Bresslausche Opalblau-Ausstrichverfahren sei schon in Vergessenheit geraten bezw. es sei nichts über seinen Ausbau bekannt geworden. In Bd. 85, H. 1 und 2, der Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte schildert K. Zeiger die Herstellung von Spermien-Dauerpräparaten nach der Opalblaumethode („Das Ausstrichverfahren mit gelatinierenden Farbstofflösungen, eine einfache Methode zur Anfertigung ungefärbter Dauerpräparate von Spermien"), ein in embryologischen Kursen bewährtes, haltbare Präparate lieferndes Verfahren. Die Technik ist nach Zeiger folgende: Die Objektträger werden gründlich gereinigt und entfettet. Seitlich auf den Objektträger setzt man mit einer Glaspipette ein Tröpfchen spermienhaltiger, am besten der Schnittfläche des Nebenhodens entnommener Flüssigkeit; man kann natürlich auch den Saft einer Hodenschnittfläche verwenden. Verdünnung mit physiol. NaCl-Lösung ist nur erforderlich, wenn der Tropfen sehr klein und dickflüssig ist. Neben den Spermientropfen bringt man mit einem Glasstab einen größeren Tropfen unverdünnter, vor Gebrauch zur Lösung ausgeflockter Teilchen ganz kurz aufgekochter (Reagenzglas) Opalblaulösung. Beide Tropfen werden vermischt (Glasstab) und dann rasch und gleichmäßig mit einer Objektträgerkante ausgestrichen. Man läßt den Ausstrich lufttrocken werden; das Erstarren kann man beschleunigen, indem man zimmerwarme Luft oder die heiße Luft einer Bunsenflamme (nicht die Flamme selbst) über den Ausstrich bläst. Die Beschleunigung ist für feinere Strukturen zu empfehlen (Randfaden). Der lufttrockene Ausstrich wird mit Kanadabalsam eingedeckt. Die richtige Dicke des Ausstriches ist Sache der Erfahrung. Das fertige Präparat zeigt die Spermien hell und scharf konturiert auf blauem Grund.

Bargmann

Mikrophotographien ohne Kamera. Seiberts „Promi" hat mir in der Schule zu Projektions- und Zeichenzwecken schon wiederholt sehr gute Dienste geleistet. Ferner benutze ich die Promilampe mit Gehäuse und Kondensor bei abgenommenem Objektiv als Beleuchtungsquelle bei der Mikrophotographie auch bei allerstärksten Vergrößerungen; bei Ölimmersion $^1/_{12}$ und Okular 4 beträgt die günstigste Belichtungszeit mit Hauff orthochrom. Landschaftsplatte (14° Sch.) bei vorgesetzter Gelbscheibe 10—12 Minuten. Ich benutze eine gewöhnliche Ernemann-Handkamera mit Zeiß-Tessar 1: 6,3, die lichtdichte Verbindung zwischen Okular und Kameraobjektiv wird mit Isolierband bezw. Leukoplast hergestellt. Nun war es mir aber nicht möglich, sehr große Objekte, z. B. den Kopf einer großen Gelbrandlarve, mit dieser Anordnung ganz auf die Platte zu bekommen. Da half ich mir mit dem „Promi" und bei der Projektion mit ihm mit dem Objektiv Pb wurde dann das Objekt



Kopf der Gelbrandkäferlarve. Mikroprojektion mit Seiberts „Promi" auf eine Diapositivplatte. Belichtungszeit 2 Sek. 8f. vergr

ganz ausgezeichnet (s. Abb.). Ich projizierte ganz einfach das Präparat auf die Platte Nachdem in der Dunkelkammer (es kann mit gelbem Licht gearbeitet werden) auf ein Blatt Papier scharf eingestellt wird, vertauscht man das Papierblatt (Kartonblatt in der Stärke der Platte) mit einer Diapositivplatte, Schichtseite nach oben. Die Belichtungszeit beträgt bei etwa 30 cm Abstand des Objektivs von der Platte 2 Sekunden. Eine kreisrund ausgeschnittene Vignette aus schwarzem Papier ist zur scharfen Abgrenzung notwendig. Das Verfahren ist äußerst einfach und arbeitet sehr schnell. Bei Einzelentwicklung und -Fixage kann man in 2 Stunden bei starken Bädern bequem 1 Dutzend Aufnahmen belichten, entwickeln und fixieren.

Lehrer Otto Kawaletz

Zur Einbettung in Paraffin schlägt G. Fricke (Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1928. **45**, 53—54) eine flache Schale aus starkem rostbeständigem Eisenblech vor, in die ein Rost aus weitmaschiger, verzinkter Drahtgaze gelegt ist. Ein nach außen führendes Trichterrohr in der Mitte einer Schmalseite dient zum Eingießen von Wasser. Beim Gebrauch wird die Schale mit den Paraffinbehältern über dem Bunsenbrenner erhitzt und nach dem Ordnen der Objekte vom Feuer entfernt und durch eingegossenes Wasser abgekühlt. —r

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 3. August 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

Die menschliche Wissenschaft gleicht einer Kugel, die ununterbrochen wächst. In dem Maße wie ihr Umfang zunimmt, wächst auch die Zahl ihrer Berührungspunkte mit dem Unbekannten.
(Pascal 1623—1662.)

Mißbildungen an den Schalen der Walnüsse im Sommer des Jahres 1927

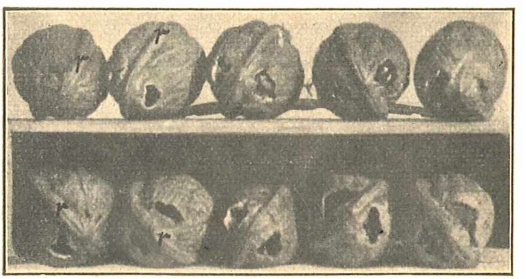
Von Prof. Dr. **Heineck,** Alzey (Rheinhessen)

In unserem Garten steht ein etwa 20 Jahre alter Walnußbaum, der im vorigen Jahr einen sehr reichlichen Behang an Nüssen zeigte. Bis zu fünf Früchten drängten sich an den Zweigenden zusammen.

Wir lassen die Nüsse am Baum hängen, bis sie reif sind, sich freiwillig aus der grünen Fruchtschale lösen und zu Boden fallen.

Beim Einsammeln fiel mir auf, daß sehr viele Nüsse an ihrem spitzen Ende größere Löcher zeigten, die von Vögeln (Meisen) herzurühren schienen; denn ihr Kern war angepickt (Abb. 1, 9). Doch es kamen auch Schalen mit viel kleineren Löchern vor, wie Abb. 1, 2 zeigt. Anfangs interessierte mich nur die

1 2 3 4



6 7 8 9 10

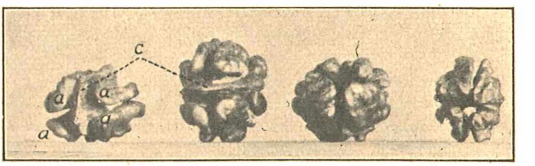
Abb. 1. Nüsse mit Löchern in den Schalen. Heineck phot.

Prozentzahl der Löcher zeigenden Nüsse. Ich zählte die an einem Tag gesammelte Ausbeute und fand 59⅓ Prozent davon.

Solche Mißbildung an Walnüssen scheint im Jahr 1927 in unserer Gegend allgemein gewesen zu sein; denn ich wurde öfters von Kollegen und auch anderen Nußbaumbesitzern nach der Ursache dieser angeblichen „Krankheit" der Nußfrüchte gefragt. Sie muß auch besonders häufig gewesen sein; denn sonst wäre sie so nicht aufgefallen. In früheren Jahren habe ich nichts davon gemerkt, obgleich wir viele Nüsse essen.

Im Kosmos-Handweiser für Naturfreunde, 1924, Heft 12, S. 363 sind auch solche mit Löchern versehenen Nüsse abgebildet und der Verfasser sagt, daß sich eben solche Nüsse in dem nassen Sommer 1916 gezeigt hätten. Das ist aber in unserer Gegend in den Jahren 1916 und 1924 sicher nicht der Fall gewesen; denn sonst hätte ich davon gehört und es wäre mir auch selbst aufgefallen.

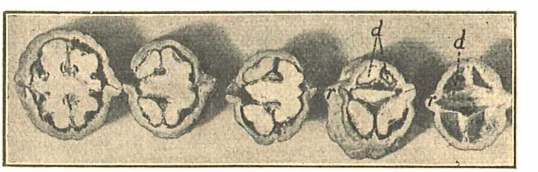
Der Verfasser der Notiz im „Kosmos" zitiert einen Aufsatz des Garteninspektors Schönberg in Hohenheim, der in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Band 27, Heft 1, S. 25—38 aus dem Jahr 1927 abgedruckt ist. Dieser stützt sich wieder auf das Pomologische Handwörterbuch von Christ (Leipzig 1802) und auf dessen vollständige Pomologie (Frankfurt a. M. 1812). Der Verfasser schreibt, er habe in Hohenheim öfters Nüsse gefunden, deren Schalen an der „Spitzenseite" mehr oder weniger durchlöchert waren, so daß bei manchen die obere Kernhälfte entblößt lag. Der offen liegende Kern wäre meist nicht dunkel gefärbt gewesen, hätte bitter geschmeckt und wäre von Vögeln angepickt worden. Das war im Jahr 1916. Er fand die Früchte mit den Schalenmängeln etwas kleiner als die anderen, sie wurden auch früher als die anderen reif, d. h. sie fielen früher ab, und zwar die am meisten verkümmerten zuerst, so daß bei der normalen Ernte meist nur noch Früchte vorkämen, die kleinere Defekte aufwiesen. Soweit der Verfasser.



1 2 3 4

Abb. 2. Nußkerne: 1 u. 2 von unten, 3 u. 4 von oben. Heineck phot.

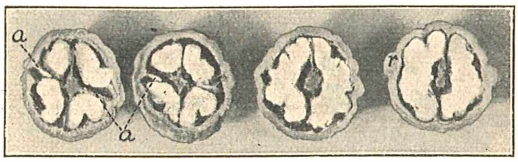
Es handelt sich in diesem Falle nach dem Bericht um einen großfrüchtigen Nußbaum, dessen Früchte das Ausmaß 50 × 42 mm hatten. Schönberg zählte nur 3—5% solcher Nüsse mit mangelhaft entwickelter Schale. Bei diesen hätte der Kern den Innenraum der Schale auch nicht ganz ausgefüllt und der Leerraum sei zur Zeit der Fruchtreife mit der den Schalen anhängenden „Füllmasse" ange-



5 4 3 2 1

Abb. 3. Querschnitte von Nüssen in der unteren Hälfte. Heineck phot.

füllt gewesen. Seine Abb. 1 zeigt 3 Nüsse, von denen die rechte normal ist, während die beiden anderen kleiner, also verkrüppelt sind und



4 3 2 1

Abb. 4. Querschnitte von Nüssen in der oberen Hälfte. Heineck phot.

Schalendefekte (Löcher) aufweisen. Diese befinden sich aber nicht, wie oben beschrieben, an der „Spitzenseite" der Nüsse, sondern an deren stumpfem Ende. Auch liegen die Löcher nicht symmetrisch auf beiden Schalenhälften, wie das bei meinen Nüssen (Abb. 1) der Fall ist, sondern nur auf einer.

Schönberg sieht auch als Ursache dieser Schalenmängel die nassen Sommer an.

In meinem Aufsatz handelt es sich um kleinere Nüsse, deren Ausmaß nicht 25 × 20 mm übersteigt. Der Prozentsatz der befallenen Früchte war, wie oben gesagt, viel größer. Die Lochnüsse waren auch nicht früher reif als die normalen. Die unteren Kernenden waren nicht dunkel gefärbt und schmeckten auch nicht anders als die gesunden. Von einer die Löcher verdeckenden Schutzhaut schreibt Schönberg nichts, ebensowenig wird sie von dem Verfasser der Kosmosnotiz erwähnt.

Diese Schutzhaut scheint mir bei der ganzen Mißbildung der Nußschale die Hauptsache zu sein, und als ich sie (Abb. $1_{1, 3, 7, 8, 10}$) entdeckt hatte, fingen die befallenen Nüsse erst an mich zu interessieren. Diese Haut ist anfänglich recht dünn, wird aber allmählich dicker und deckt den Kern zu. Den Nüssen mit größeren Löchern fehlt sie; denn die an den Zweiglein hängenden Meisen

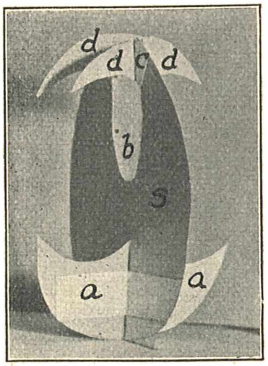


Abb. 5. Modell der Scheidewände. Heineck phot.

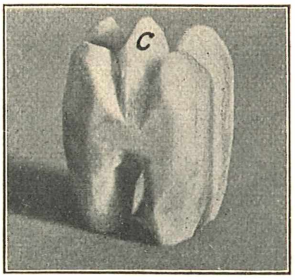


Abb. 6. Modell des Nußkerns. Heineck phot.

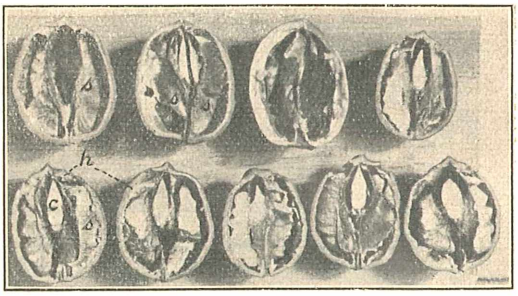
picken sie weg, erweitern auch noch die Löcher, weil hier die Schalen dünn und brüchig sind, und fressen den Kern an.

Wo an der Nuß befinden sich nun diese mangelhaften Stellen und was ist wohl die Ursache ihrer Entstehung?

Ehe diese Fragen beantwortet werden konnten, galt es festzustellen, wie eine normale Nuß aufgebaut ist. Da ich in der mir zugänglichen Literatur nichts darüber fand, stellte ich mit Hilfe der Laubsäge Quer- und Längsschnitte her und fertigte mit deren Hilfe Modelle des Kernes und der mannigfaltigen Scheidewände, die von der Innenseite der harten Nußschale ausgehen und den Samen durchziehen (Abb. 5 und 6). Die Abb. 3—4 zeigen die Querschnitte.

Das Modell des Nußkernes ist aus einer Kartoffel geschnitten und das der Scheidewände aus Pappdeckel zusammengeleimt. Das erstere ist einfach zu machen, wenn man sich einen normalen Nußkern als Muster aufstellt. Das letztere ist nicht so einfach; denn die Scheidewände bleiben beim Knacken der Nüsse nicht immer ganz, sondern reißen meistens ab, und man muß schon recht viele Früchte vorsichtig aufdrücken, bis man die eine oder die andere Scheidewand unversehrt

1 2 3 4



5 6 7 8 9

Abb. 7. Längsschnitte von Nüssen, und zwar 1, 2, 4—9 senkrecht und 3 parallel der Naht. Heineck phot.

erhält. Am besten ist es noch, wenn man mit der Laubsäge durch viele Nüsse Querschnitte macht und so den Verlauf der Scheidewände studiert. Wichtig ist es auch, festzustellen, wie diese zu der Naht der Schale orientiert sind.

Der Nußkern besteht aus zwei Hälften, die im unteren Teil, also am spitzen Ende der Nuß, durch eine Brücke (Abb. 6) miteinander verbunden sind. Diese Brücke *c* ist auch sichtbar auf Abb. 2, $_{1, 2}$ und Abb. 7, $_{4—9}$. Sie läuft unten spitz und schneidenförmig aus und ist der natürlichen Naht der Nußschale parallel.

Im oberen Teil, am stumpfen Ende der Nuß, sind die beiden Kernhälften durch eine von der Innenwand der harten Schale entspringende derbe Scheidewand getrennt, die parallel der Naht verläuft (Abb. 4 u. 5 bei *a*). Senkrecht zur Naht der Nußschale zieht nun noch eine große Scheidewand von gleicher Beschaffenheit durch den Nußkern (Abb. 5 und 7 bei *s*). Sie muß sich aber in der Mitte der Nuß teilen, weil hier ja die Brücke die beiden Kernhälften verbindet (Abb. 5*b*). Ihre beiden Teile ziehen sich bis an das spitze Ende der Nuß (Abb. 5*b*), und tragen hier noch zwei

senkrecht zu ihnen verlaufende, schaufelartig gestaltete, halbmondförmige kleine Scheidewände, welche die Spitze der Verbindungsbrücke der beiden Kernhälften schützend umgeben (Abb. 5*d*). Der obere stumpfe Teil des Nußkernes wird durch die beiden Hauptscheidewände (Abb. 5*a* und *s*) in vier Teile geteilt (Abb. 2, $_{3-4}$, und Abb. 4, $_{3-4}$). Damit nun die Kernviertel (Abb. 2*a*) an der Schalenspitze, die direkt unter den Löchern der mißgebildeten Schalenhälften liegen, einen gewissen Schutz gegen die Unbilden der Witterung haben, zieht sich eine Schutzhaut (Abb. 7, $_{4, 5, 6, 8}$ bei *h*), die wie die normalen Scheidewände auch an der Innenwand der harten Nußschale entspringt, über je zwei Kernviertel derselben Seite und legt sich an die schaufelförmigen Scheidewände (Abb. 5*a*) an.

Diese Schutzhaut ist, wie oben schon gesagt, anfangs weich, wird später hart, erreicht aber nicht die Beschaffenheit der normalen Scheidewände oder gar der harten Nußschale.

Wie kann man sich nun diese mangelhafte Ausbildung der beiden Schalenhälften erklären? Ich denke mir folgendermaßen. Die Ausbildung der Steinzellen schreitet vom stumpfen Ende der Frucht nach der Spitze zu fort; denn durch die hier liegende weiche, schwarzgefärbte, spaltartige Stelle dringen eine Menge Gefäßbündel in die Nuß ein und breiten sich an der Innenwand der Schale und in den Scheidewänden aus. Die Ausbildung der Steinzellen scheint zuerst an der Naht zu geschehen; denn ihre Ränder sind immer dick wulstartig aufgetrieben und sehr hart. Auch bei den mißbildeten Nüssen ist diese Naht immer sehr gut ausgebildet (Abb. 1 und 3 bei *r*). Die weitere Ausbildung der Steinzellen nimmt nun am stumpfen Ende der Frucht ihren Anfang und schreitet im Laufe des Sommers nach der Spitze zu fort. Da nun das Wetter im Jahr 1927 nicht besonders günstig war, so wurde die Ausbildung der harten Schale nicht fertig und es blieben Löcher übrig, die notdürftig, wie oben gesagt, zugestopft wurden. Die Ränder der Löcher sind dünn und brüchig. Woher aber nun der Anstoß zur Bildung der Schutzhaut kommt, wage ich nicht zu entscheiden.

Es wäre nun erwünscht, wenn auch andere Meinungen über diese Mißbildungen laut würden.

Die Histotopographie nach Christeller

Von Dr. med. **Paul Rostock**, Bochum

Die topographische Untersuchungsweise ist bisher in der menschlichen Histologie nicht besonders gepflegt worden. Natürlich finden bei der Betrachtung eines gewöhnlichen mikroskopischen Präparats topographische Überlegungen Anwendung, aber sie sind doch nur begrenzter Art, hauptsächlich wegen der geringen Größe der üblichen mikroskopischen Schnitte. Man war bisher also in der Untersuchung größerer Objekte gezwungen, die Ergebnisse der Betrachtung mehrerer Einzelschnittpräparate gedanklich zusammenzusetzen, um eine topographische Gesamtübersicht über ein Organ und seine Veränderungen zu bekommen.

Für praktische und wissenschaftliche Medizin ist es aber erwünscht, wenn man dünnste Schnitte durch ganze Organe herstellen kann. Die Neurohistologie hat diesen Wunsch zum Studium der Leitungsbahnen im Gehirn zuerst empfunden. Aber nur ein großes und schwer zu handhabendes Spezialinstrumentarium in Verbindung mit umständlichen Einbettungsmethoden hat auf diesem Gebiete zum Ziele geführt.

Die Anwendung dieser Methoden auf andere Organe ist bisher nur ausnahmsweise versucht worden. Es ist das unbestreitbare Verdienst von Christeller, die Aufmerksamkeit auf dies Gebiet erneut gelenkt und unter Ausarbeitung einer einfachen Technik und an einem reichen Material gezeigt zu haben, ein wie ausgezeichnetes Hilfsmittel diese Untersuchungsmethode für normale und pathologische Anatomie sowie für den Unterricht ist.

In einem vorbildlich ausgestatteten Atlas mit 182 farbigen Abbildungen (Erwin Christeller, Atlas der Histotopographie gesunder

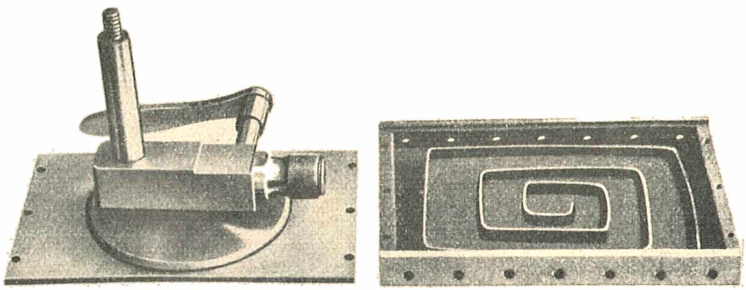


Abb. 1. Erklärung im Text

© Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag, http://www.elsevier.de/

und erkrankter Organe. Verlag Georg Thieme in Leipzig) ist einmal die Technik der Methode beschrieben. Dann aber bringen wundervolle Reproduktionen von gefärbten Schnitten durch ganze Organe Proben davon, was man bei weiterem Ausbau aus dieser Untersuchungsweise ziehen kann. Beispiele von Erkrankungen aller Organe sind im Bilde festgehalten und auch in erläuterndem Text beschrieben.

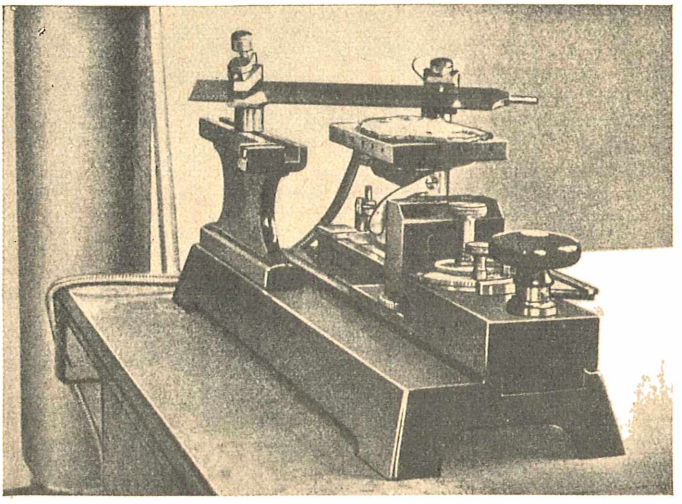


Abb. 2. Erklärung im Text

Die Untersuchungsart ist nicht nur für den Pathologen, sondern auch für jeden Mikroskopiker wertvoll. Daher sei hier kurz die Technik geschildert und an ganz wenigen Beispielen gezeigt, was man erreichen kann. Hierin habe ich mir leider aus technischen Gründen sehr große Beschränkungen auferlegen müssen. Um so mehr kann das Studium des Christellerschen Atlas empfohlen werden. Seine Betrachtung ist für sich allein ein ästhetischer Genuß.

Die zu untersuchenden Organe werden entweder ganz oder in mehreren Zentimeter breiten Scheiben in 10%igem Formalin fixiert, dann in Scheiben von ½ bis ⅓ cm Dicke geschnitten, 1 bis 2 Tage in Formalin nachgehärtet und gründlich in fließendem Wasser ausgewaschen. Zur Herstellung von Gefrierschnitten sind wegen der Größe der Organe besondere Vorrichtungen erforderlich. Die gewöhnlichen Gefriermikrotome reichen wegen ihres kleinen Gefriertisches nicht aus. Die Firma E. Leitz hat daher mehrere größere Gefriertische konstruiert, die neben ihren Abmessungen noch die Besonderheit haben, daß, wie Abb. 1 zeigt, in sie eine Zwischenwand eingebaut ist, die in spiraligen Windungen vom Zentrum zum Rande senkrecht verläuft; sie zwingt die Kohlensäure, alle Windungen zu durchlaufen, bis sie entweichen kann. Auf diese Weise wird sicher eine gleichmäßige Abkühlung der ganzen Platte erreicht. Die Gefrierkammer selbst wird auf ein gewöhnliches Schlittenmikrotom gesetzt, wenn man nicht ebenfalls ein von der Firma Leitz gebautes neues Grundschlittenmikrotom benützen will, das wegen seiner Konstruktion (s. Abb. 2) ein sicheres Schneiden gewährleistet und ein Ausweichen des Messers verhindert.

Das Gefrieren selbst erfordert Übung und Geduld. Zwischen Organ und Tischplatte legt man am besten ein Blatt Seidenpapier. Die Kohlensäure läßt man stoßweise einströmen und läßt das Objekt nur ganz langsam (in 20—30 Minuten) frieren. Ein Splittern des gefrorenen Blockes muß vermieden werden. Das Schneiden selbst geschieht ähnlich wie bei Zelloidinblöcken mit 45° zur Schnittrichtung geneigtem Messer. Von ihm werden die Schnitte in eine Wasserschale mit schwarzem Boden getan, ausgebreitet und auf eine entsprechend große Glasplatte aufgezogen.

Um sie in ihrer Form genau dem Original anzupassen, verfährt man folgendermaßen. Der evtl. wieder aufgetaute Originalblock wird auf den Tisch gelegt, auf ihn die Glasplatte mit dem Schnitt, der durch Auftropfen von Wasser zum Schwimmen gebracht wird. Mit der Nadel richtet man nun den Schnitt genau so wie das darunterliegende Original. Das Wasser wird mit Filtrierpapier abgesaugt und durch Alkohol ersetzt, stets unter Korrektur von etwa dabei auftretenden Verschiebungen. Ist das Wasser durch Alkohol genügend verdrängt, dann wird der Schnitt mit einer dünnen, alkoholisch-ätherischen Zelloidinlösung begossen. Wenn das Lösungsmittel verdunstet ist, dann färbt man den Schnitt in der auch sonst in der Histologie

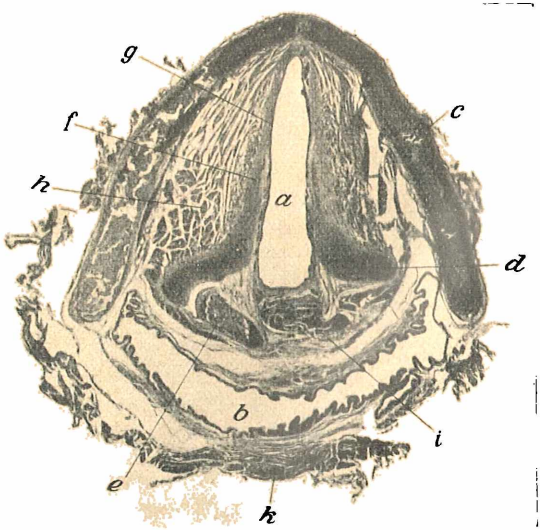


Abb. 3. Erklärung im Text

üblichen Weise. Es sind alle Färbearten anwendbar. Nach dem Färben werden die Schnitte in Kanadabalsam unter große Deckgläser eingeschlossen. Man läßt das Präparat unter mäßigem Druck einige Tage trocknen, bis der Rand des Balsams erstarrt ist. Dann kann man die fertigen Präparate mit der Lupe oder noch besser mit dem Projektionsapparat betrachten. Auch die Reproduktion ist sehr einfach, da man durch einfaches Kontaktverfahren Negative, Diapositive oder Positive auf photographischem Papier herstellen kann.

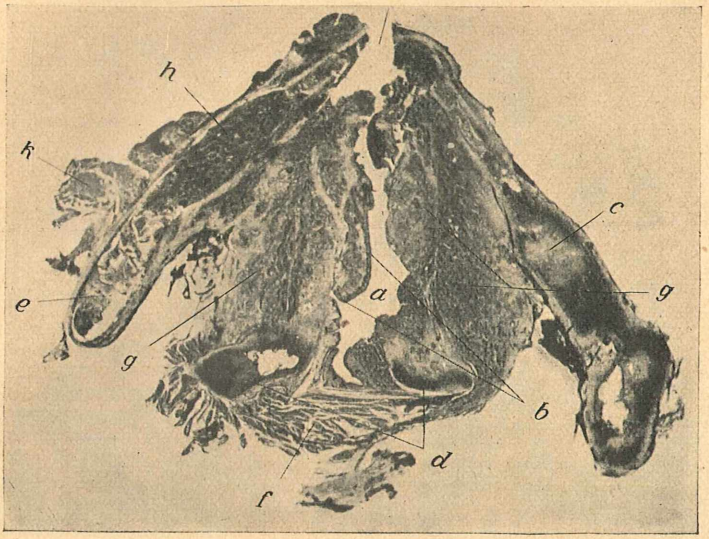


Abb. 4. Erklärung im Text

An ganz wenigen Beispielen sei nun gezeigt, was diese Untersuchungsmethode leistet. Es muß dabei aber hervorgehoben werden, daß die Abbildungen, die hier gebracht werden, sich nicht im entferntesten mit den Originalbildern des Atlas messen können, denn es sind ja nur Schwarz-Weiß-Reproduktionen der in Wirklichkeit farbigen Schnitte.

Nebeneinander sollen die Abb. 3 und 4 betrachtet werden, die sich auf den Kehlkopf beziehen. Zunächst einmal sehen wir auf Abb. 3 einen Horizontalschnitt durch einen gesunden Kehlkopf mit der Stimmritze (*a*) und seiner Schleimhautauskleidung (*g*) sowie die Stimmknorpel (*f* + *d*) mit der dazugehörigen Muskulatur (*h* + *i*). Der Schildknorpel (*c*) enthält, wie dies im Alter häufig ist, einige Verkalkungsherde. Hinter dem Kehlkopf sieht man das zusammengefaltete Lumen der Speiseröhre (*b*). Und im Vergleich dazu gibt Abb. 4 einen Schnitt durch einen von Krebs zerstörten Kehlkopf.

Die Krebsmassen (*g*) sind gegen die Stimmritze vorgewuchert, sind bei *h* in den Schildknorpel eingebrochen und haben den ganzen Kehlkopf mit seiner Umgebung schwerst zerstört. Besser als Worte es können, zeigen die Bilder diesen Zustand.

Als weiteres Beispiel sollen noch zwei Abbildungen aus der Pathologie der Niere gebracht werden.

Angeborene Nierenzysten zeigt die Abb. 5. In großen Zügen erkennt man noch die Form der Niere; man kann Rinde, Mark und die in das Nierenbecken hereinragenden Pyramiden deutlich unterscheiden. Aber in die ganze Nierensubstanz eingelagert sind unzählige verschieden große Hohlräume, eben die Nierenzysten, die sich hauptsächlich in der Nierensubstanz finden, und teilweise über die Oberfläche der Niere herausragen. Nur wenige reichen bis in die Marksubstanz herein. Die Nierenzysten sind Fehlbildungen, die der Mensch mit auf die Welt bringt.

Und schließlich zeigt Abb. 6 eine Niere, die in ihrem unteren Pol vollkommen normal gebaut ist. Dagegen enthält sie in ihrem oberen Abschnitt eine bösartige Geschwulst, das Hypernephrom oder den Grawitzschen Nierenkrebs. Die Lagebeziehungen des Fremdlings im Körper zum Nierengewebe und sein Vor-

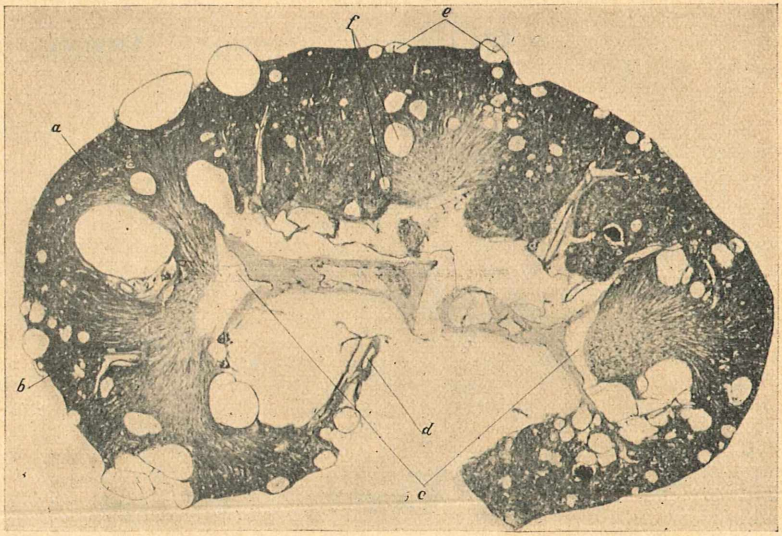


Abb. 5. Erklärung im Text

© Elsevier GmbH, Urheberrechtlich geschützt. www.elsevier.de/

dringen gegen die gesunde Niere (bei *d*) lassen sich wiederum selten klar aus dem Präparat erkennen.

Diese wenigen Beispiele mögen zeigen, was die Methode leisten kann. Ich wollte durch meine Zeilen die Anregung geben zum Studium der Histotopographie Christellers. Sowohl auf dem Gebiete menschlicher und tierischer Pathologie als auch auf dem der reinen Zoologie wird sie sicher noch schöne Ergebnisse zeitigen.

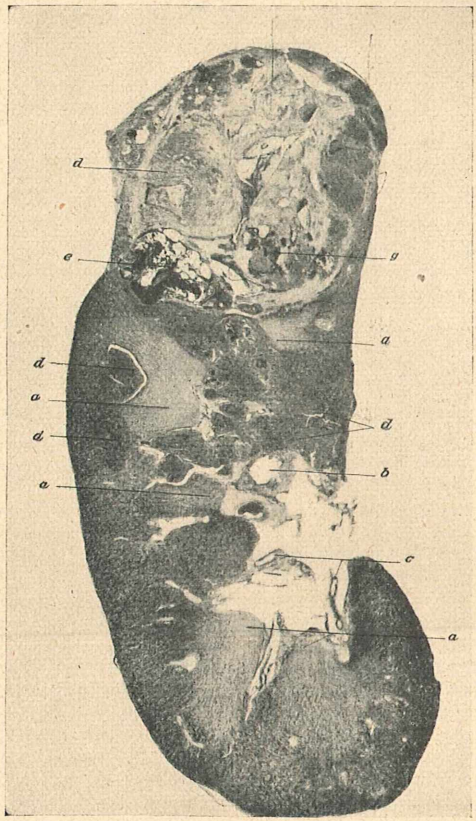


Abb. 6. Erklärung im Text

Reife und unreife Bananen

Von Dr. Franz Buxbaum, Graz

Es wird wohl wenige Menschen geben, die die wohlschmeckenden und nahrhaften Bananen nicht zu schätzen wissen, aber wenigen Freunden dieser Frucht und des Mikroskopes dürfte es bekannt sein, welch interessante mikroskopische Untersuchungen uns dieses Obst bietet.

Bevor wir aber auf diese Untersuchungen eingehen, wollen wir einmal kurz den Aufbau der Banane kennen lernen. Im biologisch-morphologischen Sinne ist sie eine echte Beere, die aus einem dreifächerigen Fruchtknoten (also aus drei Fruchtblättern) hervorgegangen ist. Nun wird manchem schon aufgefallen sein, daß diese Beere keine Kerne enthält, während die käuflichen Samen von Zierbananen so groß und hartschalig sind, daß man ähnliche Gebilde in den eßbaren Früchten doch unbedingt bemerken müßte. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß diese Bananen Kulturformen sind, bei denen sich die Früchte — nicht aber die Samen — auch dann entwickeln, wenn keine Befruchtung stattgefunden hat. Wir nennen diese Erscheinung „Parthenocarpie". Sie ist nicht selten auch bei Orangen zu beobachten, kann aber auch bei verschiedenen wild wachsenden Pflanzen eintreten („taube Früchte!").

Machen wir einen Querschnitt durch eine reife Banane, so zeigt sich uns folgendes Bild (Abb. 1): Der äußere Teil, die „Schale" (*a*), wird von zahllosen braunen Punkten durchsetzt, die innen ziemlich groß und locker, nach außen zu hingegen immer kleiner und zahlreicher werden. Dies sind die längsgerichteten Gefäßbündel, die stets von meist 5 sogenannten „Milchsaftschläuchen" begleitet sind. Diese Schläuche sind es, die uns später eingehender

© Elsevier GmbH. All rights reserved. http://www.elsevier.de/

beschäftigen werden, weshalb ich sie vorläufig nur erwähnen will. Das „Mark" (*b*), der eßbare pulpöse Teil hingegen erscheint im Querschnitt ziemlich gleichmäßig gelblichweiß, und zeigt ganz deutlich die drei gleichfalls weichen Scheidewände, die früheren Scheidewände der Fruchtfächer. In den Winkeln, die die Scheidewände miteinander bilden, sieht man häufig noch kleine Vorsprünge, die verkümmerten Samenanlagen. Die pulpöse Gewebsschicht unter der Schale hat durch Entwicklung von Parenchymzellen die ganzen Fächer zwischen den Scheidewänden erfüllt. Dieses weiche Mark ist also eine sekundäre Zellwucherung und infolgedessen fehlen ihm Gefäßbündel vollständig. Nur die primäre Außenschicht und die — natürlich gleichfalls primären — Scheidewände enthalten solche, doch verlaufen sie hier, im Gegensatz zur Rinde quer zur Längsachse, weshalb sie auch im Querschnitt kaum bemerkt werden.

Es wird den Lesern aufgefallen sein, daß ich früher von „Milchsaftschläuchen" gesprochen habe, sie aber noch nie beim Verspeisen einer Banane eine Milch austreten gesehen haben. Würden sie jedoch eine unreife Frucht angeschnitten haben, etwa eine Beere der in unseren Gewächshäusern ziemlich häufig fruchtenden *Musa Cavendishii* Paxt., die im reifen Zustand ebenfalls gegessen werden kann, dann würde ihnen auch der Milchsaft nicht entgehen, der als klebrige Flüssigkeit aus den Milchröhren austritt. Eine Kostprobe von der unreifen Frucht würde sie aber auch darüber belehrt haben, daß der reiche Gerbstoffgehalt die Banane in diesem Zustand völlig ungenießbar macht. Das Verschwinden des Milchsaftes und des bitter-zusammenziehenden Geschmackes sind eben genau so typische Erscheinungen der Reifung, wie die Umwandlung des größten Teiles der Stärke im Markparenchym in Zucker, die durch diastatische Fermente vollzogen wird.

Was aber mit dem Milchsaft und den Gerbstoffen bei der Reifung geschieht, ist erst vor nicht allzulanger Zeit durch Untersuchungen C. Griebels endgültig aufgeklärt worden, die wir im Nachstehenden selbst erproben wollen.

Der eine oder der andere Mikrokosmos-Leser wird vielleicht Gelegenheit finden, aus einem Gewächshaus eine unreife Banane zu erhalten, mitunter, wenn auch selten, sieht man auch am Markte Bananen, die noch vollständig grün sind, bei denen also die Nachreifung nicht beendet ist. Auch eine solche Frucht kann eventuell zur Not für die Untersuchungen an unreifen Früchten verwendet werden.

Der Milchsaft, der der unreifen Frucht beim Anschneiden entquillt, entspringt, wie wir uns leicht überzeugen können, nur der Schalenschicht der Banane. Nach einiger Zeit gerinnt er an der Luft. Sein Geschmack ist herb, zusammenziehend, blaues Lackmuspapier, oder Lackmuslösung, die ihm zugesetzt wird, wird rot; seine chemische Reaktion ist also sauer. Unter dem Mikroskop erkennen wir die Ursache seiner schwach milchigen Trübung. Es sind dies große, farblose Kugeln, die das Licht stark brechen. Sie sind sehr gleichmäßig in der Größe und so groß, daß man sie schon bei 10facher Vergrößerung erkennen kann (Durchmesser etwa 30 μ). Da sie von Sudanglyzerin gefärbt werden, hielt sie Jähkel für Öltropfen. Dagegen geben sie mit 1%iger Osmiumsäure, die Fette und Öle härtet und zugleich schwärzt, keine Reaktion, und selbst

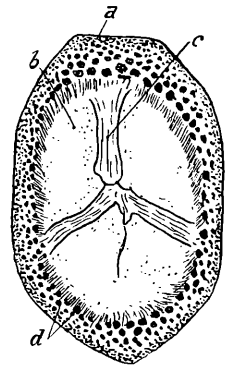


Abb. 1.

Abb. 1. Querschnitt durch eine reife Banane. *a* = Schale, *b* = Mark, *c* = Scheidewände, *d* = Milchsaftschläuche

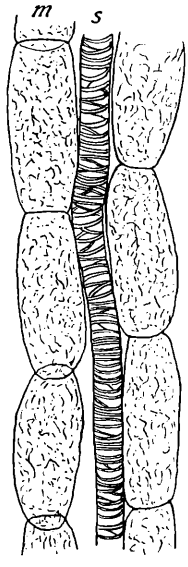


Abb. 2. Gefäß (*S*) mit Milchsaftschläuchen (*M*) aus dem Mark einer reifen Banane

Abb. 2.

24stündiges Verweilen in starker Kalilauge vermag keine Verseifung herbeizuführen, wie dies bei einem Öl unbedingt — schon nach kurzer Zeit — erfolgen müßte. Aus diesem chemischen Verhalten können wir mit Sicherheit schließen, daß die Kugeln weder ein Fett noch ein Öl sein können. Erwähnen möchte ich noch das Verhalten der Kugeln gegenüber konzentrierter Schwefelsäure. Bei deren Einwirkung entstehen vorübergehend feine Kristalle im Innern des Tropfens, die von der Mitte ausgehen und den Kugeln infolgedessen das Aussehen eines Sphäriten geben. Die Kristalle zeigen keine deutliche Doppelbrechnung.

Behandeln wir den geronnenen Milchsaft mit heißem Chloroform, so wird er unter Bildung von weißen Flocken teilweise gelöst. (Beim Erhitzen des Chloroforms ist wegen seiner Feuersgefahr und seiner Narkosewirkung natürlich große Vorsicht am Platze.) Wir filtrieren die Lösung durch ein kleines Filter, und lassen das Chloroform verdunsten. Es bleibt nun ein fadenziehender, anfangs stark klebriger Stoff zurück, der alle Eigenschaften von Rohkautschuk besitzt. Da der flockige Niederschlag beim Auflösen mit Wasser keine Kugeln mehr enthält, ist somit der Beweis erbracht, daß diese aus Kautschuk bestehen.

Der in Wasser gelöste Filtrierrückstand hingegen färbt sich mit Vanillin + Salzsäure kirschrot, mit verdünnter Eisenchloridlösung bläulich. Außerdem gibt er Fällungen mit

Gerbstoffreagentien wie Coffein-, Chinin- und Gelatinelösungen. Dieselben Reaktionen gibt auch der frische Milchsaft und wir können aus diesen Tatsachen zusammenfassen, daß der Milchsaft, der in den Schläuchen der Schale enthalten ist, aus gelösten Gerbstoffen besteht, in denen Kautschuktropfen suspendiert sind. Auch die in den primären Teilen des Markes



Abb. 3. Milchsaftschläuche einer überreifen Banane

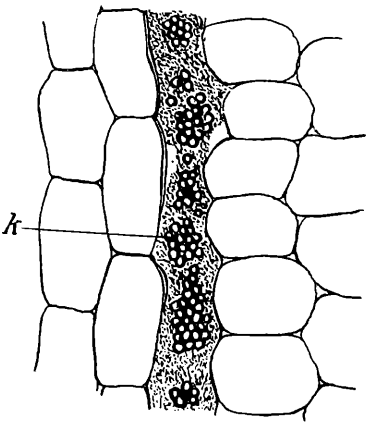


Abb. 4. Milchsaftschlauch aus der Schale einer reifen Banane. — *K* = Kautschukkügeln

verlaufenden Milchsaftschläuche enthalten Gerbstofflösungen, doch fehlen ihnen die Kautschukkugeln vollständig.

Wie ich schon oben erwähnte, wird beim Reifen der Banane die im Fruchtparenchym massenhaft enthaltene Stärke in Zucker verwandelt und außerdem entsteht das typische Bananen-Aroma, das von Amylazetat herrührt. Der herbe Geschmack verschwindet dabei vollständig und daher war Jähkel der Meinung, daß der entstandene Zucker einfach den Gerbstoffgeschmack überdecke. Daß dies nicht möglich ist, beweisen gewisse schlechte Birnensorten, die trotz eines hohen Zuckergehaltes den zusammenziehend herben Gerbstoffgeschmack beibehalten. Ricciardi war daher der Meinung, daß der Gerbstoff überhaupt beim Reifungsprozeß abgebaut werde und verschwindet, eine Ansicht, die entschieden einleuchtend erschien.

Was mit dem Gerbstoff in Wirklichkeit geschieht, wollen wir nun an einer reifen Banane untersuchen, und dabei die Milchsaftschläuche selbst genauer ansehen.

Wir nehmen ein Stück vom Mark einer reifen Banane und zerdrücken es in einer Porzellanschale unter Wasserzusatz mit dem Finger, was ganz leicht vonstatten geht. Dabei müssen wir darauf achten, daß wirklich alle größeren Stückchen sorgsam zerdrückt werden, denn gerade die Teile, die dem Zerkleinern den größten Widerstand entgegensetzen, enthalten die für unsere Untersuchungen wichtigen Teile. Nun gießen wir den im Wasser suspendierten feinen Schlamm ab, der aus den isolierten Parenchymzellen besteht, setzen wieder Wasser zu und wiederholen dieses Schlämmen so lange, bis der größte Teil der Parenchymzellen entfernt ist und nur mehr ein fädiger Rückstand zurückbleibt, der aus den Gefäßbündeln der Scheidewände und der äußeren Markteile besteht. Um den Vorgang zu beschleunigen, kann man auch vor dem Zerdrücken und Schlämmen die Scheidewände vom übrigen Parenchym trennen, und sie dann allein behandeln. Die feinen Fäden, die zurückbleiben, sind anfangs farblos und durchscheinend, werden aber von dem im Wasser enthaltenen Sauerstoff nach einiger Zeit bräunlich. Nur bei überreifen Bananen sind sie zum Teil schon in der Frucht gebräunt.

Diese Fasern nehmen wir nun unters Mikroskop und untersuchen sie bei etwa 60—100-facher Vergrößerung. Wir sehen nun in der Mitte ein zartes Spiralgefäß, das zu beiden Seiten von Ketten auffallend großer Zellen, den für die Gattung Musa (Banane) charakteristischen „Milchsaftschläuchen" oder Sekretschläuchen begleitet ist. Mitunter wird ein Gefäß auch von 3—4 solcher Schläuche begleitet. Die einzelnen Zellen der Milchsaftschläuche sind schon durch ihre Größe von den Parenchymzellen des Markes verschieden; man erkennt sie aber auch am vollständigen Stärkemangel, während in den Parenchymzellen doch immer noch unregelmäßig geformte, meist längliche Stärkekörner enthalten sind. Sie sind tonnen- bis walzenförmig, oft bis mehr als viermal so lang als dick, und am Ende etwas eingezogen. Eine mit 19 Teilen Wasser verdünnte Eisenchloridlösung färbt den Inhalt dieser Schläuche erst bläulich, später grünlichbraun, Vanillin mit Salzsäure ergeben wieder eine tiefrote Färbung und bei Zusatz von Kali- oder Natronlauge wird er erst gelb, dann bei Luftzutritt, also besonders in der Nähe des Deckglasrandes, rotbraun. Wir sehen also, daß der Gerbstoff auch in der reifen Banane enthalten ist, und zwar, wie wir uns durch einen Querschnitt überzeugen können, wie bei der unreifen Frucht nur in den Milchsaftschläuchen.

Durch Drücken aufs Deckglas können wir die Zellketten der Milchsaftschläuche leicht zum Zerfallen bringen und dabei können wir die bemerkenswerte Beobachtung machen, daß selbst dann, wenn die Schläuche prall gefüllt erscheinen, kein Flüssigkeitsaustritt erfolgt. Daraus können wir schon ohne weiteres schließen, daß der Inhalt nicht mehr flüssig, sondern in Form eines Gels koaguliert (geronnen) sein muß. Untersuchen wir eine überreife Banane, die durch ihre schwärzliche Verfärbung erkennbar ist, so können wir diese Tatsache noch besser erkennen, da das Gel in den Milchsaftschläuchen in solchen Früchten schon viel Wasser abgegeben hat und die Zellen daher geschrumpft sind.

Kautschukkugeln finden wir in diesen Schläuchen jedoch niemals. Machen wir aber einen Längsschnitt durch ein Stück von der Schale, so können wir eine andere Form von Milchsaftschläuchen, — genau genommen die einzige Form, die diesen Namen verdient — feststellen. Diese Schläuche sind nicht aus so regelmäßigen tonnenförmigen Zellen aufge-

baut, wie die des pulpösen Markteiles, sondern passen sich in der Form mehr oder weniger den Zwischenräumen des Parenchyms an, das hier aus dicht gefügten Zellen besteht. Infolgedessen haben sie eine mehr unregelmäßige Form, reich an Ausbuchtungen und Zacken. Der wesentlichste Unterschied gegenüber den Schläuchen des Markes ist aber im Inhalt gegeben. Bei reifen Bananen ist auch hier der Schlauchinhalt koaguliert und hebt sich nicht selten, besonders bei überreifen Früchten, von den Zellwänden ab. Die mehr oder minder homogene oder feinkörnige Hauptmasse dieses Gerinnsels zeigt genau die gleichen Gerbstoffreaktionen, die wir bei den früher besprochenen Schläuchen feststellten. Dagegen finden wir innerhalb dieses Inhaltskörpers Gruppen und Haufen großer, farbloser Kugeln, die die Gerbstoffreaktion nicht geben. Wir erkennen in ihnen unschwer die Kautschukkugeln, die wir in der Milch der unreifen Bananen kennen gelernt haben.

Wenn wir uns nun fragen, wieso trotz des reichen Gerbstoffgehaltes bei reifen Bananen kein bitterer zusammenziehender Geschmack zu verspüren ist, so können uns unsere Untersuchungen leicht darüber Aufschluß geben. Daß der Gerbstoffgeschmack nicht bloß vom Zucker überdeckt wird, können wir noch daran erkennen, daß die isolierten Milchsaftschläuche, auch wenn wir durch wiederholtes Schlämmen den Zucker restlos weggelöst haben, nicht bitter schmecken. Es bleibt also nur die eine Antwort übrig, daß die Gerbstoffe dadurch, daß sie in den Schläuchen der reifen Bananen geronnen sind, unlöslich, und dadurch für unsern Geschmacksinn nicht mehr wahrnehmbar sind. Als wesentlichen Unterschied zwischen reifen und unreifen Bananen können wir demnach festhalten, daß unreife Bananen löslichen, reife aber unlöslichen Gerbstoff enthalten.

Die Ursache der Gerinnung der Gerbstoffe kann man in reifen Bananen ebenfalls chemisch auffinden, doch ist dieses Verfahren für einen Ungeübten nicht leicht ausführbar, weshalb ich nur das Ergebnis dieser Untersuchung festlegen will. Man kann nämlich in reifen Bananen ziemlich große Mengen von Azetaldehyd nachweisen, das sich mit den Gerbstoffen zu unlöslichen Körpern verbindet. Ganz der gleiche Vorgang findet auch bei den sogenannten Gerbstoff-Inklusen anderer Früchte, namentlich bei den Rosaceen statt.

Entwicklungsgeschichtliche Studien am Kleinhirn der Maus

Von **W. Keuscher**

(Aus dem Mikroskopischen Laboratorium der psychiatrischen Universitätsklinik Jena)

Wenn wir uns mit der einschlägigen Literatur beschäftigen, die sich mit der Anatomie und Physiologie des menschlichen und tierischen Kleinhirns befaßt, so gewinnen wir den Eindruck, daß es sich bei dem Kleinhirn um ein Organ handelt, dem eine wichtige Funktion innerhalb des Zentralnervensystems zukommt. Was den anatomischen und histologischen Aufbau des Kleinhirns anbelangt, so können die Untersuchungsergebnisse wohl als abgeschlossen gelten, anders ist es dagegen mit seiner Funktion und Entwicklung. Hier bestehen noch gewisse Meinungsverschiedenheiten. Aus diesem Grunde ist in neuester Zeit der Hirnforschung die Phylogenie und Ontogenie des Kleinhirns wieder der Gegenstand eifriger Forschungen geworden. Bei den experimentellen Untersuchungen, die an Säugetieren ausgeführt wurden, hat sich herausgestellt, daß das Kleinhirn als ein Hauptorgan der Bewegungsregulierung anzusehen ist, dem die gesamte Tonusregulierung zur Aufrechterhaltung der dynamischen und statischen Koordination aller Bewegungen obliegt. Diese Vorgänge lassen sich besonders gut bei Vögeln experimentell nachweisen, da ja hier das Kleinhirn stark entwickelt ist. Auch bei den niederen Säugetieren läßt sich im Verhältnis zum Großhirn ein gut entwickeltes Kleinhirn feststellen. Während dieses beim Menschen noch vollständig und bei einigen ihm nahestehenden Affenarten zum Teil vom Großhirn überlagert wird, finden wir, die Reihe der Säugetiere abwärts gehend, das Kleinhirn nicht mehr vom Großhirn überbrückt. Ein Zeichen,



Abb. 1. Erklärungen im Text

daß dem Kleinhirn der niederen Säugetiere eine wichtige Rolle zukommt. Daß das Kleinhirn einen verantwortungsvollen Dienst im Gesamtorganismus zu verrichten hat, läßt sich auch dahin erklären, daß es beim Menschen sowie bei den Tieren verhältnismäßig früh zur Entwicklung und Reife gelangte. Besonders schön lassen sich die verschiedenen Stufen der Entwicklung bei jungen Mäusen und Ratten studieren, da hier die Gehirnentwicklung in verhältnismäßig kurzer Zeit zum Abschluß gelangt. Die Aufnahme 1 zeigt uns eine Anzahl von weißen Mäusen, deren Gehirne freigelegt und in den verschiedensten Lebensaltern aufgenommen sind. Um die Gehirne der einzelnen Individuen besser zur Darstellung zu bringen, mußten diese etwas vergrößert werden. Die mit einem Pfeil markierten Stellen zeigen den uns interessierenden Teil, das Kleinhirn an. In der Abb. 1 stellt (*a*) einen kurz vor der Geburt stehenden Mäusefoetus dar mit einem Gehirn von 5 mm Länge, bei (*b*) handelt es sich um eine Maus, die einen Tag gelebt und ein Gehirn von 7 mm hatte, während bei einer vier Tage alten Maus (*c*) das Gehirn schon 8 mm, bei einer 10 Tage alten Maus (*d*) 1 cm und bei einer 15 Tage alten Maus (*e*) 1,2 cm lang war. Nach den angestellten Berechnungen ergab sich, daß das Gehirn der Mäuse in den ersten 15 Tagen rund einen halben cm zugenommen hatte. Insbesonders ist es, wie auch aus der Abb. ersichtlich, der mittlere und hintere Kleinhirnlappen, der eine erhebliche Ausdehnung erfährt und sich vorwiegend in die Breite entwickelt. Was die Histologie des Kleinhirns anbelangt, so wissen wir, daß der histologische Aufbau bei allen Tierklassen ungefähr der gleiche ist. Dadurch wird auch die Einheitlichkeit der Funktion des Kleinhirns gekennzeichnet. Die gewissen Differenzen und Abweichungen, die sich in der histologischen Struktur des Kleinhirns ergeben, fallen, soweit sie erwähnt werden können, in die Zeit seiner Ontogenie. Die histogenetische Entwicklung vollzieht sich unter denselben Verhältnissen wie im Großhirn. Der Aufbau der Zellen in den in der Entwicklung begriffenen Gebieten ist der gleichartige wie im übrigen Zentralnervensystem. Man rechnet bei der gesamten Rindenanlage im Kleinhirn mit der Tätigkeit von zwei Keimschichten. Einmal einer solchen, die sich zur sogen. Grundplatte hinzieht, und einer zweiten, deren Ursprungsort in den Ganglienhügeln des Ober- und Unterblattes zu suchen ist. Beide Keimschichten vereinigen

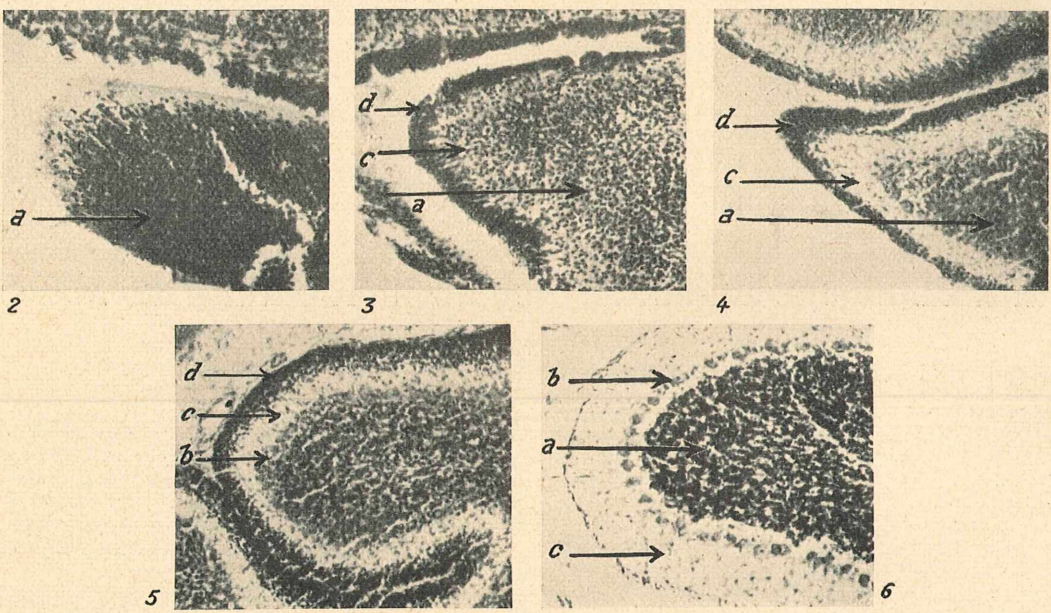


Abb. 2—6. Erklärungen im Text

sich und bilden später, wenn die eigentliche Entwicklung abgeschlossen ist, in ihrer Gesamtheit die Kleinhirnrinde.

In Abb. 2 ist ein Stück der Kleinhirnrinde der kurz vor der Geburt stehenden Maus sichtbar, in der nur eine Schicht von Zellen (*a*) nachweisbar ist, die eine dichte, kompakte Masse darstellt. Bei der einen Tag alten Maus (Abb. 3) setzt schon eine gewisse Differenzierung der Zellen ein. Die embryonale Körnerschicht (a) erfährt eine Auflockerung, während von der Matrix (*d*) sich Zellen lösen und nach dem inneren Teil der Kleinhirnrinde abwandern, so daß dadurch die spätere Molekularschicht (*c*) entsteht. Diese ist in der Rinde der vier Tage alten Maus (Abb. 4) schon weit vorgeschritten, und zwar dadurch, daß sich von der Matrix (*d*) ununterbrochen noch Zellen lösen und in die Molekularschicht (*c*) eindringen, wodurch die Matrix verschmälert wird und die Molekularschicht an Breite gewinnt. Während der Entwicklung des Kleinhirns finden wir eine Anordnung der Zellen, die sich von

den frühesten Anfängen bis in die mittlere Entwicklungszeit genau verfolgen lassen, und zwar beginnen sich die jüngeren Rindenanlagen immer unter den älteren zu entwickeln, so daß die oberen Zellen, die am Rand der Matrix liegen, älteren und die darunter liegenden jüngeren Datums sind. In Abb. 5 der 10 Tage alten Maus wird eine neue Schicht von Ganglienzellen, die Purkinjeschen Zellen (b), sichtbar, deren Entwicklungshergang bereits schon in den früheren Präparaten nachweisbar ist. Sie gruppieren sich am Rand der Körner- und Molekularschicht und gelten neben den Pyramidezellen im Großhirn mit zu den größten im Zentralnervensystem. Bei den letztgenannten drei Abbildungen sind eine Anzahl von Kernteilungen bei starker Vergrößerung sichtbar, die in Abb. 6 der Kleinhirnrinde der 15 Tage alten Maus nicht mehr nachgewiesen werden können. Hier gilt demnach die Entwicklung als abgeschlossen und die charakteristische Schichtung der Kleinhirnrinde, bestehend aus der Körnerschicht *a*, der Purkinjeschen Schicht *b* und der Molekularschicht *c*, treten klar und deutlich hervor.

Was die Technik anbelangt, sei kurz erwähnt, daß die Gehirne der Mäuse freigelegt und in einer 10%igen Lösung des käuflichen Formalins zu Fixierung kamen. Danach wurden die Gehirne aus den Schädeln entfernt, nach der üblichen Paraffinmethode eingebettet und in einer 2%igen Cresylviolettlösung gefärbt. Die Färbung geht so von statten, daß die entparaffinierten Schnitte 10 bis 15 Minuten in dem Farbtrog verweilen und dann in 96- und 100%igem Alkohol so lange differenziert werden, bis sich die blaugefärbten Zellen von dem hellen Untergrund abheben. Nach dem Entwässern werden sie in Kanadabalsam eingebettet. Sämtliche Aufnahmen wurden mit dem Objektiv A, das eine achtfache Eigenvergrößerung besitzt, bei einem Balgauszug von 29 cm mit dem neuen mikrophotographischen Apparat der Firma Zeiß (Jena) aufgenommen.

Einiges über Pollen von Bastardpflanzen

Von Privatdozent Dr. **P. N. Schürhoff**, Berlin

Die Pollenentwicklung bei Bastarden zeigt fast stets gewisse Unregelmäßigkeiten, die sich unter normalen Verhältnissen in der Natur nicht vorfinden, so daß sie also, wenn sie regelmäßig auftreten, ein gutes Kennzeichen für die Bastardnatur einer Pflanze sind.

Bevor wir diese Abweichung betrachten, müssen wir uns den normalen Vorgang der Pollenentwicklung ins Gedächtnis zurückrufen. Damit wir in der Lage sind, diese Stadien selbst zu beobachten, wollen wir zuerst auf die Methode der Darstellung dieser einzelnen Stadien eingehen, unter Benutzung solcher Verfahren, die ohne Anwendung eines Mikrotoms möglich sind.[1])

Bei der Herstellung der Präparate müssen wir unterscheiden zwischen solchen Stadien, die die Entwicklung des Pollenkorns betreffen, und solchen, die die fertigen Pollenkörner darstellen. Die ersteren Stadien kennzeichnen sich dadurch, daß sie innerhalb einer ganz zarten Zellmembran, die später verschleimt, sich entwickeln, so daß die einzelnen Inhaltsbestandteile sehr gut sichtbar gemacht werden können. Hingegen sind die fertigen Pollenkörner von einer dicken Membran umgeben, die meistens einen sehr komplizierten Bau zeigt, und Farbstoffe leicht aufnimmt, so daß der Inhalt des Pollenkorns sich nur in besonderen Fällen deutlich sichtbar machen läßt.

Zu unseren Untersuchungen benötigen wir ganz junge Blüten und werden uns für die normalen Entwicklungsstadien möglichst an die Monokotyledonen halten, da diese große und gut färbbare Kerne besitzen.

Für die Untersuchung wählen wir solche Blütenknospen aus, die etwa ein Drittel der Größe erreicht haben, wie diejenigen, die sich gerade öffnen. Von diesen jungen Blütenknospen angefangen nehmen wir alle Stadien

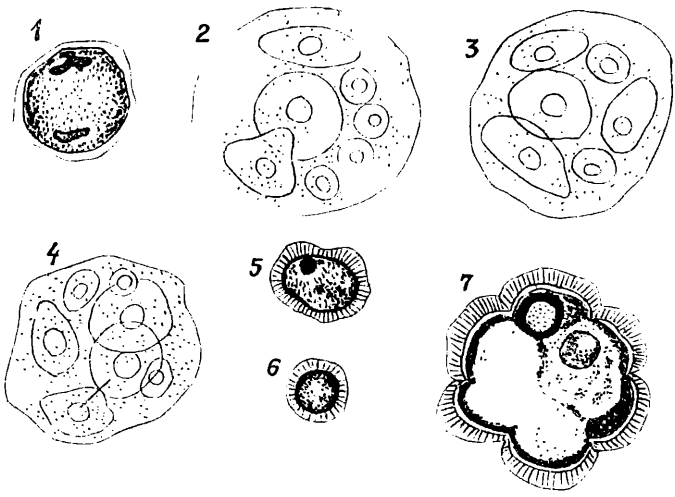


Abb. 1. Pfefferminze (*Mentha piperita*). 1 = Heterotyppische Teilung der Pollenmutterzelle mit abirrenden Chromosomen. (Vergr. 1125.) — 2—4 = Bildung überzähliger Pollen aus einer Pollenmutterzelle. (Vergr. 1125.) — 5 u. 6 = Zwergpollen. (Vergr. 1500.) — 7 = Zweikerniges Pollenkorn aus derselben Anthere wie die Zwergpollen. (Vergr. 1500.)

[1]) Besonders geeignet zum Studium der normalen Pollenentwicklung sind die vom Mikrokosmos vertriebenen Sigmundschen Präparate.

bis zur sich öffnenden Blütenknospe. Von den Blütenknospen schneiden wir die Spitze ab, damit das Fixierungsreagens gut eindringen kann; sollte es sich um größere Knospen, z. B.

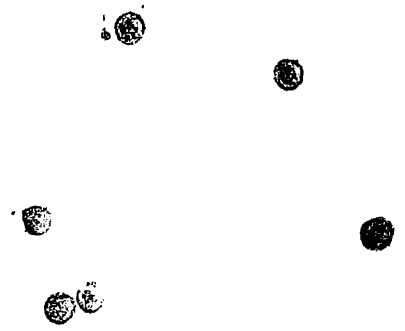


Abb. 2. Mikrophotographie von normalen Pollen und Zwergpollen (= *x*) aus derselben Anthere (Chloralhydratpräparat). (Vergr. 140)

von Liliaceen handeln, so werden wir die einzelnen Staubbeutel herauspräparieren. Zur Fixierung verwenden wir die Mischung von Carnoy (4 Teile Alkohol oder Brennspiritus und 2 Teile Eisessig). Damit die Fixierungsflüssigkeit schnell eindringt und die Luft aus dem Gewebe entfernt wird, lassen wir die Flüssigkeit mit dem eingelegten Material einmal kurz aufkochen (Vorsicht! Feuergefährlich!).

Die Färbung nehmen wir nach der Methode von Heitz vor, wie sie im Mikrokosmos XX., 1926/27, S. 143 beschrieben ist. Wir geben einen Tropfen Karminessigsäure[1]) auf den Objektträger, legen einen Staubbeutel aus dem Fixierungsgemisch in diesen Tropfen und zerzupfen ihn hierin mit den Präpariernadeln. Dann überdecken wir mit einem Deckgläschen und kochen über einer kleinen Flamme eine Zeitlang, ersetzen dann die Karminessigsäure durch frische, und nun ist das Präparat zur Untersuchung fertig. Bemerkt sei noch, daß sich das Material in der Carnoyschen Lösung viele Monate hält. In unserem Präparat erkennen wir nunmehr die verschiedenen Stadien der Entwicklung der Pollenmutterzelle, und stellen fest, daß zuerst 2 Kerne gebildet werden und dann durch nochmalige Teilung 4 Kerne, die den vier entstehenden Pollenkörnern entsprechen.

Bei pflanzlichen Bastarden finden wir nun mit seltenen Ausnahmen, daß statt 4 Pollenkörner häufig mehr aus einer Pollenmutterzelle entstehen. Untersuchen wir den Pollen einer reifen Anthere einer Bastardpflanze in Chloralhydratlösung (vergl. die Mikrophotographie, Abb. 2), so können wir feststellen, daß häufig sich ganz kleine Pollenkörner zwischen den normalen vorfinden. Ihre Membran ist ebenso dick wie die der normalen Pollenkörner, so daß sie hieran als Pollenkörner gut erkannt werden können. Diese „Zwergpollen" sind ein charakteristisches Merkmal für Bastarde. Über ihre Entstehung werden uns Präparate von jungen Blüten, die nach der oben genannten Methode fixiert und gefärbt sind, unterrichten.

Bei der Diakinese paaren sich bekanntlich die väterlichen und mütterlichen Chromosomen, um während der Reduktionsteilung getrennt und auf die beiden Tochterkerne verteilt zu werden. Diese Paarung setzt eine starke Affinität der entsprechenden väterlichen und mütterlichen Chromosomen voraus. Ist nun Vater und Mutter artverschieden, so ist natürlich diese Affinität bedeutend verringert, was sich darin zeigt, daß nicht alle Chromosomen zu einer Paarung schreiten. Die nicht gepaarten Chromosomen können sich nun sehr verschieden verhalten, indem sie entweder nicht an der Wanderung nach einem der Pole teilnehmen, oder diese Wanderung verspätet antreten, so daß sich inzwischen bereits die beiden Tochterkerne gebildet haben. Die Folge ist dann, daß das oder die zurückbleibenden Chromosomen ebenfalls einen Kern bilden, welcher natürlich entsprechend der geringen Chromosomenzahl sehr klein ist. Solche „Extrakerne" oder „Zwergkerne" können sowohl bei der ersten Teilung als auch bei der zweiten in der Pollenmutterzelle auftreten, und diese kleinen Kerne geben dann später einem entsprechend kleinen Pollenkorn ihren Ursprung. Es entstehen dann also aus einer Pollenmutterzelle statt der normalen 4 Pollenkörner deren mehrere, z. B. 5, 6, 7, die sich in ihrer Größe, wie schon hervorgehoben, wesentlich voneinander unterscheiden.

Als Bastarde für die vorliegenden Untersuchungen eignen sich z. B. *Mentha piperita* (Pfefferminze), *Syringa*-Bastarde und besonders Rosen und andere Gartenpflanzen.

[1]) Die Karminessigsäure wird hergestellt, indem man 45 Teile Eisessig mit 55 T. Wasser mischt, hierzu Karmin im Überschuß tut, einige Zeit aufkocht, erkalten läßt und dann filtriert.

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten. http://www.biologiezentrum.at

Der Feuerstein als mikroskopisches Untersuchungsobjekt

Von **K. Diederichs,** Eutin

Während in den Kreisen der Fachgeologen der Feuerstein neuerdings eingehende Beachtung findet, bringt der Liebhabermikroskopiker ihm nur wenig Interesse entgegen. Leider mit Unrecht, denn auch an diesem äußerlich unscheinbaren Gestein ist viel zu studieren, und nicht nur allein interessante Formenschönheiten, sondern eingehendes Studium vermag noch viel Neues und Unbekanntes zutage zu fördern, da über die eigentliche Entstehungsgeschichte des Feuersteins noch vieles unaufgeklärt ist.

Allerdings ist der Feuerstein ein sehr hartes Material, dessen Bearbeitung zur mikroskopischen Untersuchung ziemliche Ausdauer erfordert. Aber es gibt auch heute eine Methode, die es ermöglicht, ohne allzu große Mühe gute, zweckentsprechende Untersuchungspräparate anzufertigen. Nämlich die von dem Kieler Geologen, Professor Wetzel, eingeführte Splittermethode (s. Mikrokosmos XVII, 1923/24, S. 109). Ganz freilich wird man der Schliffmethode, wie sie sonst in der Gesteinsuntersuchung üblich ist, nicht entraten können, und hier setzt die Schwierigkeit ein, denn ohne maschinelle Einrichtung ist es kaum möglich, genügend dünne Schliffe von einiger Flächenausdehnung herzustellen. Die Geschäftsstelle des Mikrokosmos stellt daher ihren, für diesen Zweig der Mikroskopie interessierten Mitgliedern ein gutes, an fossilen Einschlüssen reiches Feuersteinpräparat zur Verfügung. Die Abbildungen 1—3 sind ein kleiner Ausschnitt aus diesem Präparat und alles, was auf den Bildern an organischen Einschlüssen zu sehen ist, findet der Mikroskopiker auch in jedem der 100 Schliffe, und zwar an jeder beliebigen Stelle des Schliffes.

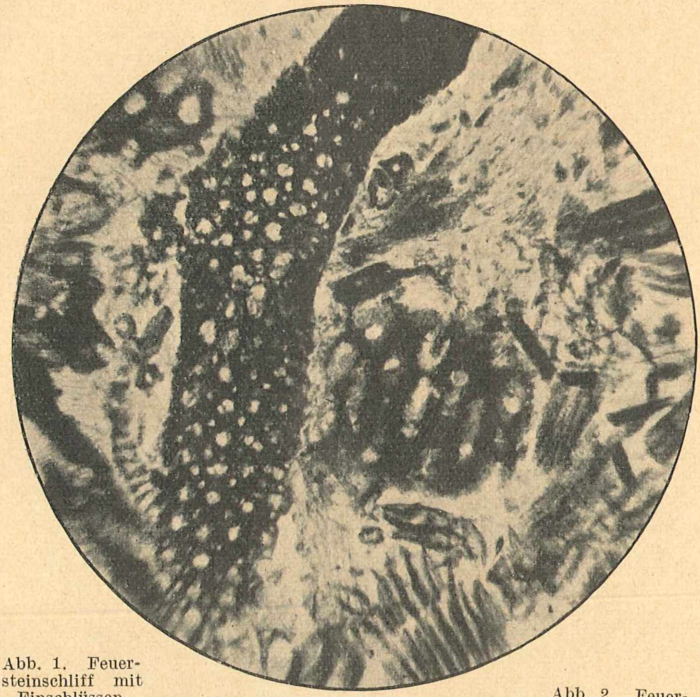


Abb. 1. Feuersteinschliff mit Einschlüssen. 58f. vergr. Diederichs phot.

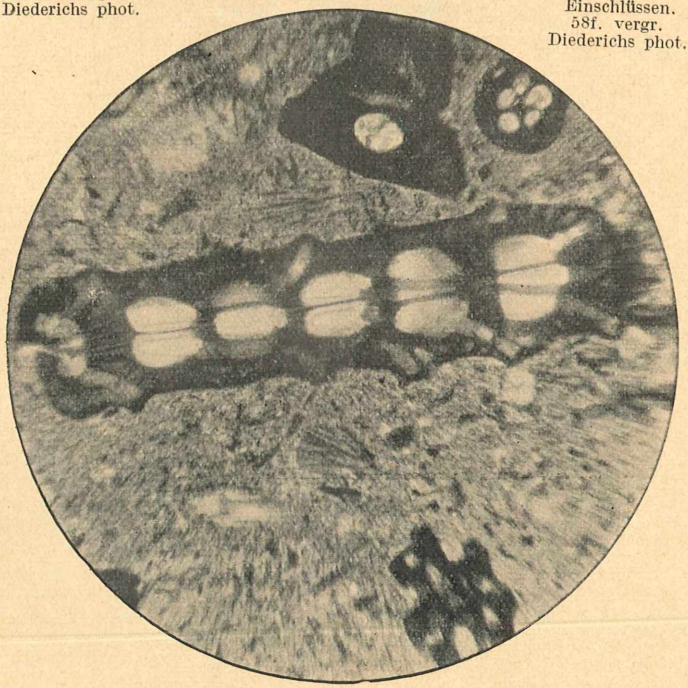


Abb. 2. Feuersteinschliff mit Einschlüssen. 58f. vergr. Diederichs phot.

Der Feuerstein ist kryptokristallinischer Quarz, von gelber, gelb-grauer bis schwarzer Farbe; er kommt anstehend in großen, unregelmäßig gestalteten Knollen in der Kreide vor und auch im norddeutschen Diluvialsande in Form von baltischen Geschieben. Und gerade die letzteren interessieren uns hier am meisten, da dieses Gestein oft zahlreiche, gut erhaltene

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. Nutzung nur gemäß Lizenz. www.elsevier.de/

organische Einschlüsse birgt; während die in Deutschland im Kreidefelsen anstehenden Feuersteine nur arm daran sind (s. Mikrokosmos XIX, 1925/26, S. 114). Daß gerade in dem Feuerstein, der im außerdeutschen Kreidemeer entstanden ist, so viele Tierreste erhalten sind, erklärt Prof. Wetzel damit, daß die Bildung dieser „primären Feuersteine" sehr frühzeitig erfolgte, so daß auch vergängliche Organismenreste vor ihrer Zerstörung von der Kieselsäure durchdrungen sind, die sie dann als vorzügliches Konservierungsmittel im verhärteten Zustande durch die Jahrtausende erhalten hat. Man findet also beim Durchmustern von Feuersteinpräparaten nicht allein gut erhaltene Reste von Tieren, denen ein Kalk- oder Kieselgerüst eigen war, wie z. B. Schwämme, Radiolarien, Foraminiferen, Bryozoen usw., sondern auch solche chitinöser Art.



Abb. 3. Feuersteinschliff mit Einschlüssen. 58f. vergr. Diederichs phot.

Kleine Mitteilungen

Gegenüber der gewöhnlichen Auffassung vom **Bau der Zelle** (A. Schultze, Flemming) versucht A. Söderström (Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. 1926, **43**, 465—486; 4 Fig.) nach Untersuchungen an Polychäteneiern und nach kritischer Übersicht über frühere Auffassungen in der Literatur ein neues Schema zu gewinnen, das freilich vor 50 Jahren in den Grundzügen angenommen war, dann aber vergessen wurde, und das bemerkenswerterweise einen sehr viel innigeren Zusammenhang zwischen Kern und Plasma vorsieht, als bei der üblichen Teilung in diese Zellelemente angenommen wird. Das Wesentliche der Zelle sind danach der Kern und die diesen umgebende Grenzschicht (vielleicht in der Literatur als der mißdeutige Ausdruck „Kernhaut" bekannt). Nach Meinung des Verf. besitzen die Grenzschicht oder der Kern oder beide plasmatische Stränge, die eine Zwischenstrangmasse (Interfilarsubstanz Flemmings) durchsetzen; Ref. möchte dabei der Befürchtung Ausdruck geben, daß die Theorie des Verf. gar leicht in Zukunft ein gleiches Schicksal erleben könnte, wie Flemmings Faden-, Altmanns Körnchen- oder Bütschlis Wabenstruktur es erfahren haben, d. h. daß man zu der noch gar nicht sehr lange angenommenen Ansicht zurückkehrt, daß es überhaupt keine allgemein gültige Struktur der Zelle gibt, sondern die jeweilige strukturelle Ausbildung nur den anatomischen Ausdruck einer gewissen Funktionslage und einer kolloidchemischen Mischung oder Entmischung des Caryo-(Kern-) und Cyto-(Zell-)Plasmas darstellt. Dr. Pfeiffer (Bremen)

Eine Methode der **Kalk- und Zellkernfärbung mittels alaunsaurem Fuchsin** beschreibt Dr. Gedeon Erös im „Centralbl. f. allgem. Pathologie u. pathologische Anat." Bd. 42. Die in Paraffin oder Zelloidin-Paraffin eingebetteten Gewebe werden geschnitten und die Schnitte über Xylol, Alkohol in Wasser gebracht. Dann werden sie 10 bis

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. www.elsevier.de/

15 Minuten lang in einer mit Alaun kalt gesättigten 1%igen sauren Fuchsinlösung gefärbt. Nach kurzem Abspülen mit Wasser werden sie mit Fließpapier getrocknet. Die Differenzierung, die man mehrfach unter dem Mikroskop kontrollieren muß, erfolgt 1 bis 12 Stunden lang in einer Lösung von 3 ccm konzentrierter Salzsäure in 97 ccm absolutem Alkohol. Nachher werden die Schnitte nochmals in absolutem Alkohol ausgewaschen und über Xylol in Kanadabalsam eingebettet.

Bindegewebe und Muskulatur sind blaßrosa gefärbt, die Kerne sind rot mit scharfer Chromatinstruktur, das kalkhaltige Gewebe ist lebhaft rot. P Rostock, Bochum

Eine weitere Anwendung der Bresslau-Färbung. Bei der Betrachtung von Infusorienpräparaten, die nach der Methode von Prof. Bresslau hergestellt sind, fallen an den dünneren Ausstrichstellen stets die mit eingeschlossenen Bakterien ins Auge. Allerdings mögen sie bei Anwendung schwächerer Vergrößerung häufig übersehen oder nicht als Bakterien erkannt werden. Aber schon bei Betrachtung mit Objektiv VI sind sie wunderbar klar zu erkennen. Der Opalblauausstrich eignet sich demnach sehr gut als Ersatz für das Burrische Tuscheverfahren. Auf einen gut abgeflammten Objektträger wird ein Tröpfchen Bakterienaufschwemmung gesetzt und mit dem Glasstab ein etwa gleich großes Tröpfchen Opalblaulösung getan. Die Mischung beider Tropfen und das dünne Ausstreichen geschieht entweder mit dem anderen Ende des Glasstabes oder mit einem Draht. Es eignen sich hierzu ganz vorzüglich die Büronadeln oder Heftklammern aus elliptisch gebogenem Draht. Die Klammer wird aufgebogen und mit einem Ende der Ausstrich vollführt. Der Vorteil gegen Tusche liegt darin, daß auch säurebildende Bakterien auf diese Art eingeschlossen werden können, ohne daß es wie bei Tusche Gerinnungshöfe gibt. Um z. B. *Bact. acidis lactici* (das Milchsäurebakterium) in Tusche einzuschließen, müssen sie verhältnismäßig umständlich mit Schlemmkreide neutralisiert werden. In Opalblau ist dies nicht nötig. In Ausstrichen aus Joghurt-Ferment erscheinen die kleineren Milchsäurestäbchen ebenso gut, und man möchte sagen, plastisch wie die größeren *Bac. bulgaricus* und die Streptococcenketten. Bei dem Joghurt-Ausstrich machte sich eine interessante Erscheinung bemerkbar. Bei allen Ausstrichen, die mit dem Glasstab auf gut abgeflammten Objektträger vorgenommen waren, lagen die *B. bulg.*-Stäbchen fast parallel in der Ausstrichrichtung, der Längsrichtung des Objektträgers. Bei Ausstrichen, die mittels eines Drahtes (Metall) oder auf nicht abgeflammten Objektträger vorgenommen wurden, trat diese Erscheinung nicht auf. Ich möchte deshalb die Vermutung aussprechen, daß es sich um eine reibungselektrische Erscheinung handelt, die den Bakterienstäbchen eine schwache Ladung influiert. Es wäre wünschenswert, auf diese Erscheinungen zu achten und durch Beobachtung aller Begleitumstände die Bedingungen festzulegen. F. Hellwig

Aktivin statt Eau de Javelle. Jedem Liebhabermikroskopiker, aber auch jedem, der beruflich viel mit botanischen Studien beschäftigt ist, wird bekannt sein, daß die vielgebrauchte Javellesche Lauge sehr schlecht haltbar ist, an Intensität rasch einbüßt und besonders in hellen Flaschen in kurzer Zeit ganz unwirksam wird. Man ist stets gezwungen, mit Lösungen zu arbeiten, deren Wirkungsgrad dauernd geändert ist, und für bestimmte Fälle wird es schließlich nicht zu umgehen sein, sich die Lauge selbst herzustellen, wobei die Klärung nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereitet, vom Zeitverlust ganz zu schweigen.

Seit mehreren Jahren ist speziell für die Textilbranche ein Präparat im Handel, das chemisch als Paratoluolsulfochloramidnatrium anzusprechen ist, und die Handelsbezeichnung „Aktivin" trägt. (Erhältlich von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos.) Eine 5 %ige Lösung dieses Salzes in Wasser ergibt mindestens die gleiche Wirkung wie frisch bereitete Javellesche Lauge und ist sehr gut haltbar. Außerdem ist aber das Aktivin in trockenem Zustand fast unbegrenzt lagerfähig, soferne man es in Glasstopfenflaschen verwahrt, schnell und rückstandslos löslich, sehr gut und rasch auswaschbar. Ich habe das Präparat vielfach versucht und meine Erfahrungen wurden auch von anderer Seite bestens bestätigt. Vorstehende Zeilen sollen weitere Kreise auf dieses Produkt lenken, um möglichst vielseitige Erfahrungen sammeln zu können. Chemiker H. Mayer, München

Die Bestimmung des Stomata-Oeffnungszustandes mit Hilfe von Cellophan. Cellophan ist ein dünnes, leichtes, durchsichtiges und biegsames Papier. Es besteht aus faserloser, porenfreier Zellulose und ist in gefärbten und ungefärbten Folien allgemein in Papierhandlungen für wenig Geld zu kaufen. Das Papier ist äußerst hygroskopisch. Legt man einen Streifen z. B. auf die Handinnenfläche, so biegt er sich an den Enden sofort nach aufwärts.

Friedl Weber (Ber. d. Deutsch. botan. Gesell. Bd. **45**, 1927, S. 534—535) konnte nun feststellen, daß dieses Verhalten vorzüglich geeignet ist, auf einfachste, billigste und geradezu ideale Weise bei Blättern die Transpirationsgröße und damit auch indirekt die Spaltöffnungsweite zu ermitteln, überhaupt allerhand interessante biologische Studien am Blatte anzustellen. Man kann z. B. mit dieser neuen „Cellophan-Methode" schnell und auf bequeme Art ermitteln, ob Blätter nur auf der Oberseite oder beiderseits Stomata (Spaltöffnungen) führen, zu welchen Tageszeiten sich diese schließen und öffnen. Es läßt sich unter anderem z. B. auch ermitteln, daß die Blätter mancher Pflanzen, nach deren Bauart man eine geringe Wasserabgabe erwarten sollte (Gemeiner Huflattich (*Tussilago farfara*) mit Haarfilz auf der Unterseite, Gemeiner Oleander (*Nerium oleander*) mit eingesenkten Stomata u. a.), doch eine erhebliche stomatäre Transpiration aufweisen. Besonders gute Dienste leistet die neue Methode auf Schulausflügen und

© Elsevier GmbH, Alle Rechte vorbehalten. http://www.elsevier.de/

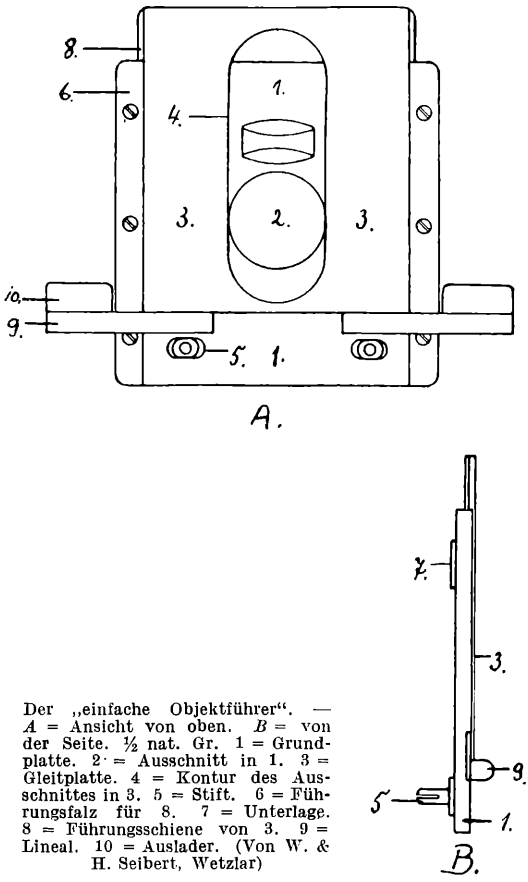
sonstigen Exkursionen, da sich Cellophanstreifen ohne geringste Belastung leicht mitführen lassen.

Die Methodik ist höchst einfach. Man schneidet aus den käuflichen Cellophan-Folien Streifen auf Vorrat in Größen zu etwa 10 bis 60 mm Länge und 5—25 mm Breite und verwendet sie je nach Größe der zu untersuchenden Blätter. Bei der Untersuchung faßt man einen Streifen am einen Ende mit trockenen Fingern und legt ihn flach auf den Blatteil. Sind nun die Spaltöffnungen weit geöffnet und infolgedessen die Wasserabgabe groß, so biegen sich die Streifen sofort aufwärts, um nach einigen Sekunden senkrecht zur Blattfläche zu stehen. Es ist überraschend zu sehen, wie die Zeit, die zur Erreichung dieser Stellung nötig ist, in zuverlässiger Weise ein Maß für den Öffnungszustand der Stomata gibt. An vielen Hunderten von einzelnen Blättern und an verschiedenen Pflanzen wurde mikroskopisch nachgeprüft, daß tatsächlich der Spaltöffnungszustand und die Geschwindigkeit und Intensität, mit der die hygroskopische Aufwärtskrümmung der Streifen vor sich geht, gut übereinstimmen. Es ist dabei nur nötig, sich an dem jeweiligen Papier etwas einzuarbeiten, denn es gibt im Handel Papiere verschiedener Stärken, und die ganz dünnen Sorten krümmen sich erheblich schneller als die stärkeren und mittelstarken. Mit jedem Streifen lassen sich mehrere Bestimmungen machen.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die Cellophan-Methode dasselbe auf erheblich einfachere Weise leistet, was andere Methoden, wie das bekannte Umfärben des Kobaltpapieres nach Stahl, die Infiltrationsmethode nach Molisch usw. auch vermögen. Neben dem Nachteil, daß das Papier bei regen- und taunassen Blättern nicht verwendbar ist, steht der Vorteil, daß man, ohne das Blatt zu schädigen, beliebig viele Untersuchungen an ihm vornehmen kann. Dr. Olufsen

Die **Untersuchung lebhaft sich bewegender niederer Tiere** ist durch gewisse Kunstgriffe sehr zu erleichtern, auch wenn man zur Schonung des Materials oder aus anderen Gründen nicht die üblichen Verfahren anwenden will (H. Fortner, Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1928. **45,** 64—67). Physikalisch kann man die empfohlene Arbeitsweise die Anwendung des gespannten Tropfens (kleiner Raum bei großer Oberfläche) nennen. F. empfiehlt nach Überziehen des Deckglases mit Paraffin dessen längsstreifenweise Entfernung und sodann das Auflegen (quer dazu) von Glasfäden, die eventl. durch Benutzung einer angewärmten Nadel festzukleben sind. Wenn dann zu dem mit Wasser eingetragenen Objekte noch etwas Wasser zugeführt wird, kann das Präparat auf eine feuchte Kammer gebracht werden. Mehrere andere Verfahren nach demselben Prinzip werden auch noch geschildert. —r

Einen **Objektführer,** der grob und fein Bewegungen in fünffacher Art ermöglicht, beschreibt H. Boenig in Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1928. **45,** 40—45. Der von W. u. H. Seibert, Wetzlar, gelieferte Apparat besteht aus der Grundplatte mit kreisrundem Ausschnitt und der ebenfalls durchbrochenen Gleitplatte, die jene Bewegungen eigentlich



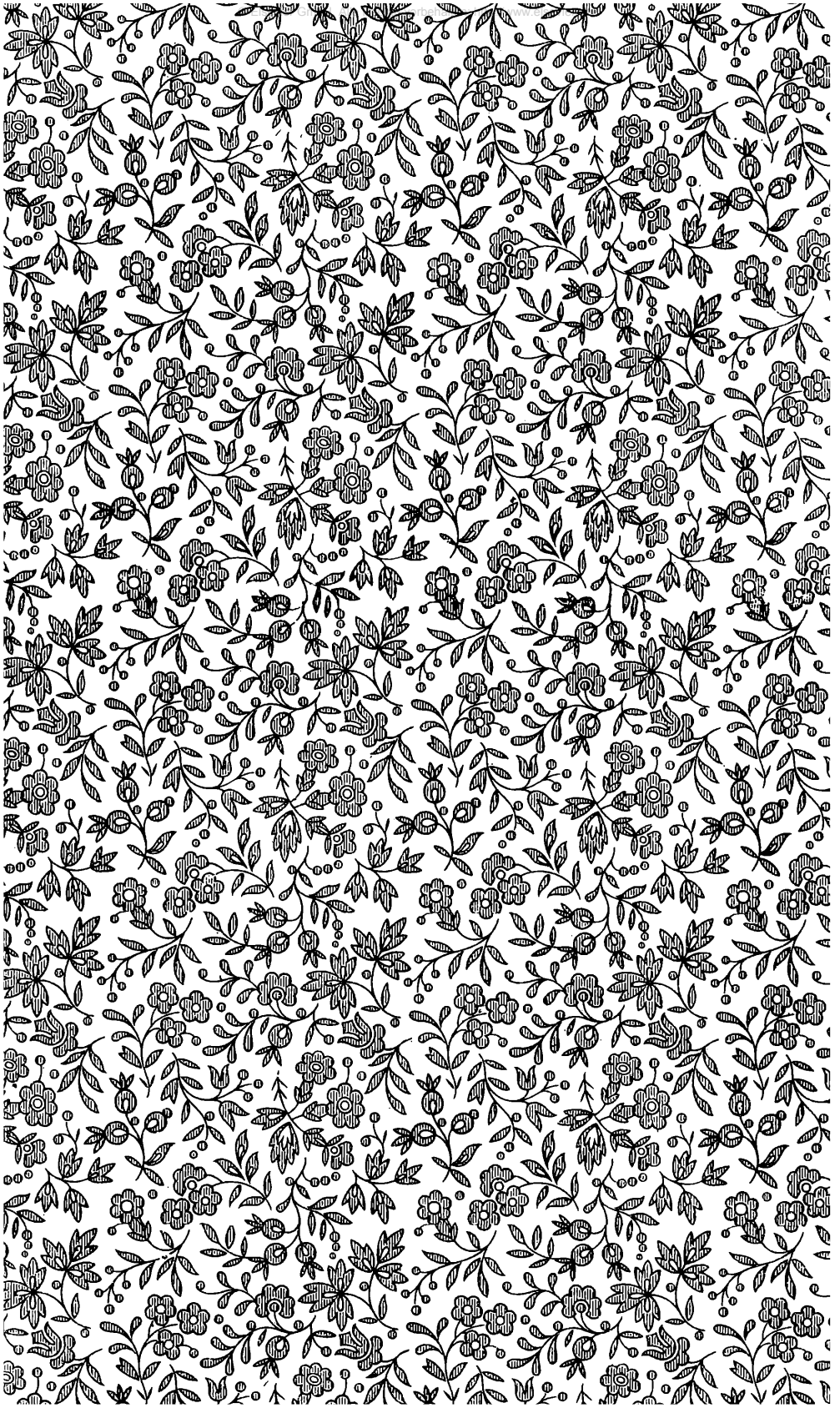
Der „einfache Objektführer". — *A* = Ansicht von oben. *B* = von der Seite. ½ nat. Gr. 1 = Grundplatte. 2 = Ausschnitt in 1. 3 = Gleitplatte. 4 = Kontur des Ausschnittes in 3. 5 = Stift. 6 = Führungsfalz für 8. 7 = Unterlage. 8 = Führungsschiene von 3. 9 = Lineal. 10 = Auslader. (Von W. & H. Seibert, Wetzlar)

erst ermöglicht. Sie besitzt außer den längsseitigen Führungsschienen und als Abschluß gegen das Instrument ein Lineal. Besondere Auslader sollen extra große Objektträger stützen. —r

Die Entwässerung durch alkoholische Flüssigkeiten verschiedener Konzentration wird durch eine von der Fa. F. L. Fischer-Freiburg gelieferte und von O. Ranke in Ztschr. f. wiss. Mikroskop. 1928. **45,** 46—50, beschriebene Einrichtung sehr vereinfacht und auch bei Abwesenheit des Bearbeiters (nachts) ermöglicht. Die neue Konstruktion, der beim Kauf eine Gebrauchsanweisung beigegeben wird, ähnelt im Prinzip einer Wasseruhr. Ranke hebt die vielseitige Nützlichkeit der Einrichtung, hauptsächlich für den Krankenhauspathologen, hervor; doch dürfte das Verfahren auch sonst zweckmäßig sein. r —

Gesetzliche Formel für den Rechtsschutz in den Vereinigten Staaten von Nordamerika:
Copyright by Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 7. September 1928

© Elsevier GmbH. Alle Rechte vorbehalten; http://www.elsevier.de/



Alle Rechte vorbehalten

