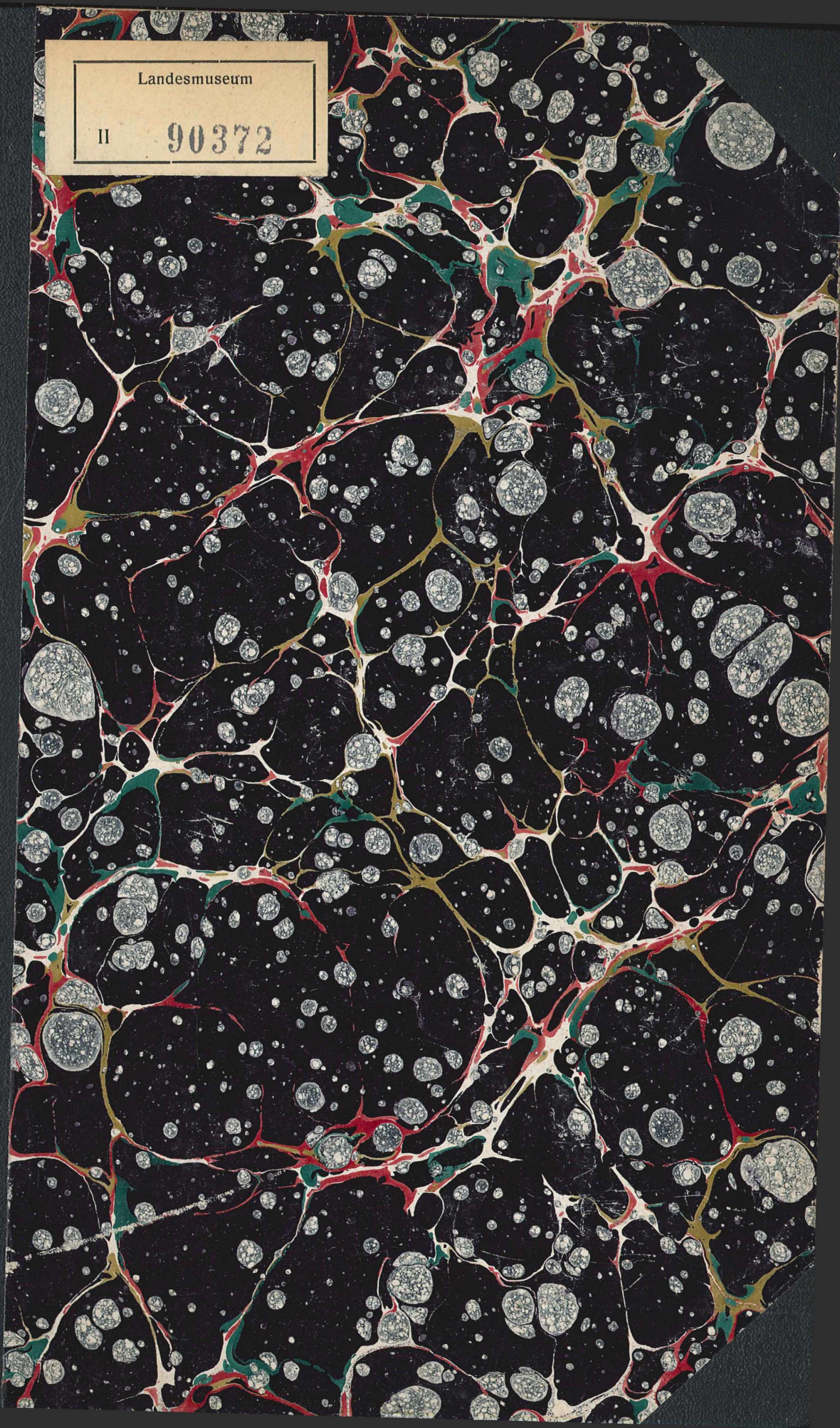
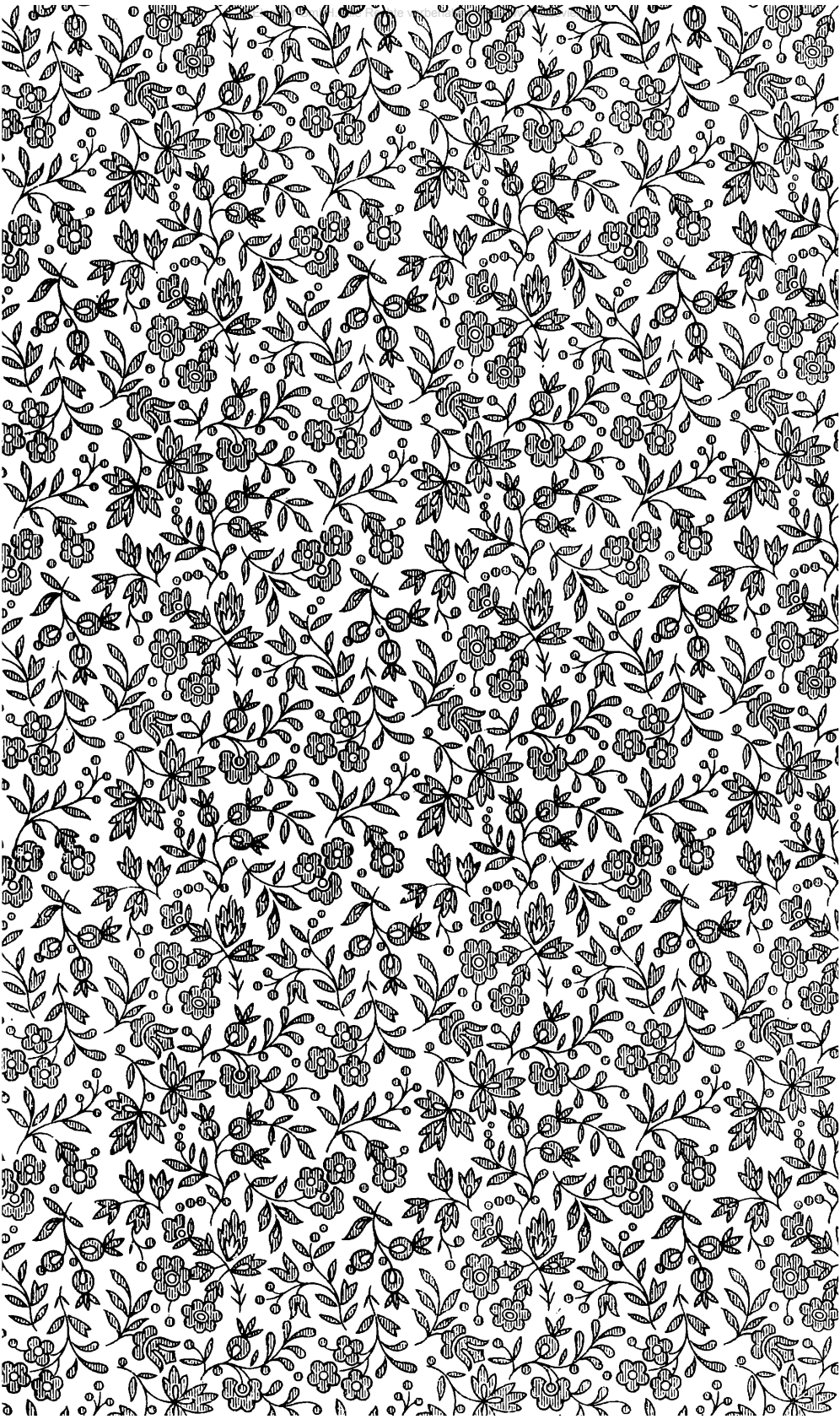


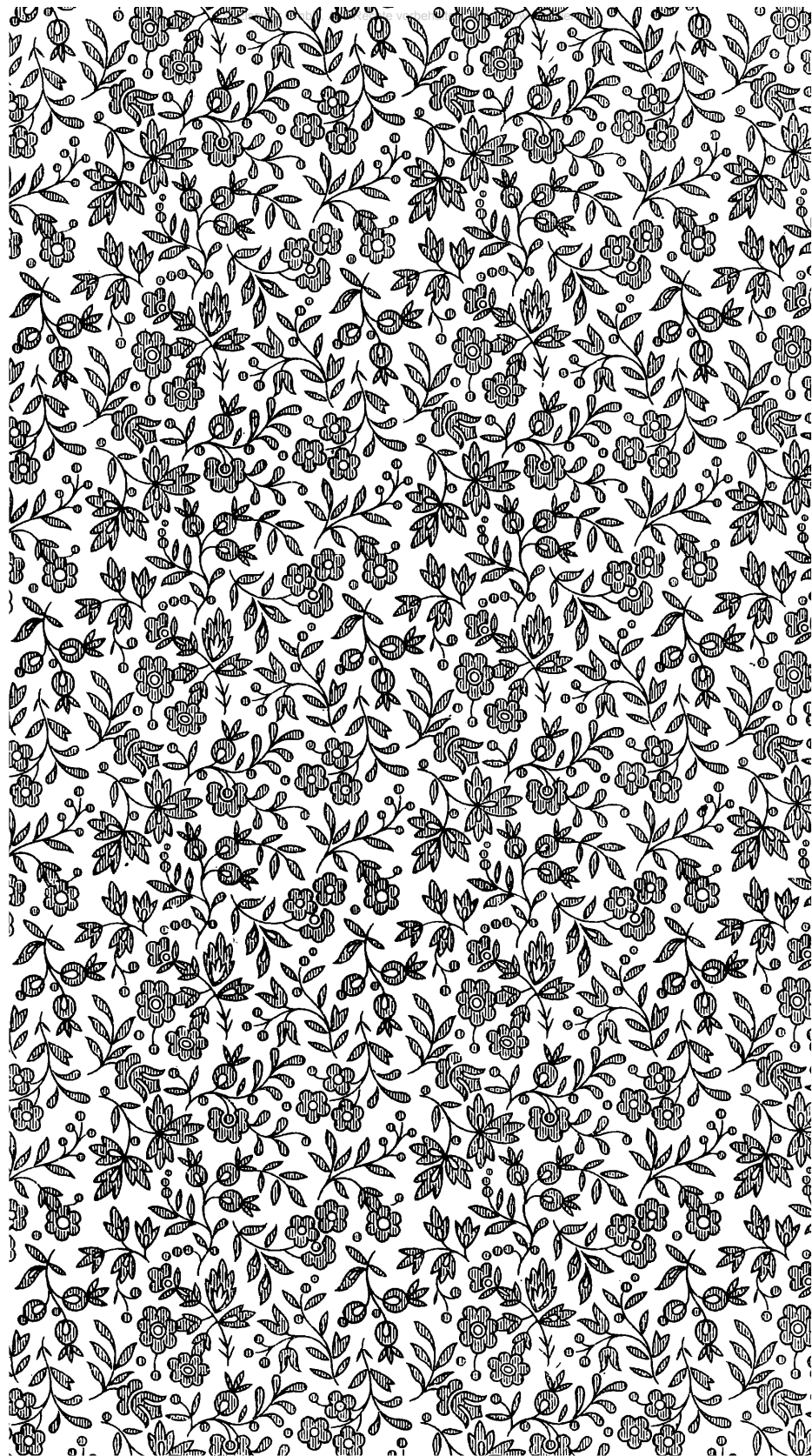
Landesmuseum

II

90372









MIKROKOSMOS

Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie und mikroskopische Technik

BAND XV

1921/22

Zugleich

Jahrbuch der Mikroskopie

Mit diesem Jahrgang erhielten die Abonnenten
kostenlos folgende Buchbeilage:

Prof. D. W. Migula,

MEERESALGEN UND ARMLEUCHTER-GEWACHSE

Ein Hilfsbuch zum Erkennen, Bestimmen, Sammeln, Untersuchen
und Präparieren der am häufigsten vorkommenden Formen.

Alle Rechte, auch das Übersetzungsrecht vorbehalten.

Für Nordamerika: Copyright 1922 by Frandkh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

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

MIKROKOSMOS

Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikro-
biologie Mikrochemie u. mikroskopische Technik

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

Zugleich

Jahrbuch der Mikroskopie

Unter Mitarbeit von Dr. R. Bauch, Freising; Prof. Dr. E. Bresslau, Frank-
furt a. M.; Seminarprorektor Dr. P. Brohmer, Elsterwerda; Dr. A. Erden-
brecher, Erlangen; Dr. H. Gams, München; Dr. E. Herwig, Marburg a. Lahn;
Priv.-Doz. Dr. F. Hollendonner, Budapest; R. Keller, Prag; Dipl.-Ing.
K. Kinkelin, München; Priv.-Doz. Dr. L. Köppe, Halle; Oberstudien-
direktor Dr. Koeppe, Amberg; G. Kostka, Brünn; Dr. E. Löwi, Wien;
Prof. Dr. W. Migula, Eisenach; Dr. L. Minder, Basel; Dr. H. Pfeiffer,
Bremen; P. Rostock, Jena; Prof. Dr. Sanarelli, Rom; Dr. E. Scheffelt,
Bernau; Tierarzt B. Schroeder, Dobrilugk N. L.; Prof. Dr. W. J. Schmidt,
Bonn; Rektor W. Schneider, Friedrichsfeld b. Wesel; Dr. P. N. Schürhoff,
Berlin; Prof. Dr. Fr. Sigmund, Stuttgart; Graf H. Vitzthum, Mittenwald;
J. Winkelmann, Berlin; Prof. Dr. M. Wolff, Eberswalde, u. v. a.

Herausgegeben

von

Dr. Georg Stehli

Fünftehnter Jahrgang

1921/22



FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG, STUTTGART

90 372

Verfasserverzeichnis.

Mit * versehene Arbeiten sind illustriert.

- Arnbeck, Otto**, Über den Ablauf vitaler Bakterienfärbung u. die biologische Wirkung der Färbung auf die Keime. 102.
— —, Vergleichende Untersuchungen der Färbemethoden zum Nachweis von Tuberkelbazillen. 102.
— —, Ammoniumpikrat als Ersatz für Lugolsche Lösung. 216.
— —, Die Geißeln der Bakterien.* 227.
Baecker, Ing. Rich., Beispiele für das mechan. System der Blütenpflanzen.* 16.
— —, Neuere Untersuchungen über die Vorgänge bei der Kohlensäureassimilation u. beim Abbau der Stärke. 229.
Bauch, Dr. R., Die Bedeutung der Brandpilze für allgemein-biologische Probleme.* 156.
Bennin, E., Ein neues Planktonsieb.* 171.
— —, Die Schwebewelt der Warthe bei Landsberg. 182.
Bernstein. Über die mikroskopisch feststellbaren funktionellen Veränderungen der Gefäßkapillaren nach Adrenalinzusatz. 48
— —, Ein selbstgebauter Kymograph.* 239.
Boser, Schnelleinbettung ohne Thermostat. 103.
Brehm, Dr. V., Über Morphologie, Biologie u. Systematik wasserbewohnender Dipterenlarven.* 190.
Breßlau, Prof. Dr. E., Ein Verfahren zur Schnellanfertigung gefärbter Dauerpräparate von Infusorien u. anderen Protozoen.* 130.
Brohmer, Seminarprorektor Dr. P., Das Mikroskop im Naturgeschichtsunterricht der Volksschule. 29.
— —, Das Mikroskop im Naturgeschichtsunterricht der Lehrerbildungsanstalten.* 139.
— —, Der Maikäfer.* 173.
Buxbaum, F., Ein billiger Ersatz für Siebeimerchen.* 119.
— —, Eine neue haltbare Algenfärbung. 120.
Christaller, Dr. med. E., Die Wickersheimer-sche Flüssigkeit. 101.
Diederichs, K., Süßwasserplankton der ostholsteinischen Seen.* 149.
Donau, Dr. J., Über eine neue Projektionsfederwage für Vorlesungsversuche.* 135.
Ebel, Dr. A., Ein mikrophotographischer Apparat.* 137.
Erdenbrecher, Dr. A., Einiges über Natriumsilikate.* 55.
Erpelding, K., Eine neue Farbreaktion. 198.
Gams, Dr. H., Aus der Lebensgeschichte der Flechten.* 187.
Götz, Walter, Ein zusammenlegbares Präpariermikroskop.* 69.
Gurnik, Dr. W., Splintholz u. Kernholz.* 78.
Herwig, Dr. Ernst, Methoden zur Fixierung u. Einbettung von embryologischem Material.* 92.
Hollendonner, Dr. F., Verkohlung u. Photographieren von Pflanzengewebe.* 214.
Kästner, Alfred, Über die Morphologie der Hauswinkelspinne.* 230.
Keller, Rudolf, Mikroskopische Elektroanalyse.* 98.
Kinkelin, Dipl.-Ing. K., Farbstoffe für Bakterienfärbung. 38.
— —, Farbstoffe des Altertums. 166.
Klemm, Ewald, Schöne Algenpräparate. 66.
Koepfel, Oberstudiendirektor Dr. Aug., Ein Doppelatmer.* 1.
— —, Der Hecht der Schnakenlarven.* 110.
— —, Die Trompetentierchen.* 205.
Köppe, Priv.-Doz. Dr. Leonhard, Die mikroskopische Erforschung des lebenden Auges.* 81.
Kostka, G., Vorkommen u. Nachweis des Chitins im Tier- u. Pflanzenkörper. 84.
Löwi, Dr. med. E., Methode zur Differenzierung der Tuberkelbazillen. 67.
— —, Eine Verbesserung der alten Kochmethode des Sputums zur Anreicherung der Tuberkelbazillen. 216.
— —, Über eine einfache u. ökonomische Methode der Blutfärbung. 235.
Mädler, A., Selbsterstellung eines elektr. Thermo-Regulators für elektrisch geheizte Thermostaten.* 237.
Malten, Dr. med., Ein neuer Objektträgerhalter.* 72.
Martius, Dr. G., Über die Reinigung städtischer Abwässer, mit besonderer Berücksichtigung der biologischen Methoden.* 224.
Mayer Meggenhofen, A., Zum Mikroskop-Ratgeber. 172.
Minder, Dr. L., Zur Mikroskopie des Mehles u. der Gebäcke. 27.
— —, Zur Mikroskopie des Kernobstes.* 53.
— —, Der Sago u. die Tapioka.* 221.
Pfeiffer, Dr. H., Einführung in die mikroskopische Lebewelt städtischer Straßenrinnen u. Pfützen.* 49, 89, 121, 162.
Pötzsch, Dr., Der Schauschrank.* 143.
Pritzsche, K., Vier Preisfragen des Mikrokosmos zum 1. September 1921. 96.
Rohr, Gertrud von, Neue Untersuchungen über die Atmung der Insekten.* 42.
Rostock, Paul, Trugbilder bei Betrachtung mikroskopischer Schnitte.* 13.
— —, Peptonselfstbereitung. 28.
— —, Trypsinbouillon zur Prüfung auf indolbildende Bakterien. 46.

- Rostock, Paul**, Selbstbereitung von bakteriologischer Peptonlösung. 46.
- , Fehler bei der Zuckerbestimmung durch Hefegärung. 46.
- , Neuer Blutausstrichapparat. 48.
- , Die Darstellbarkeit polgefärbter Stäbchen bei verschiedenen Bakterienarten. 48.
- , Eine neue Färbe- u. Durchleuchtungsmethode für Gonokokken. 67.
- , Gonokokkenzüchtung in verdünnter Luft. 67.
- , Chromnickelstahl als Platinersatz bei bakteriologischen Arbeiten. 72.
- , Eine entkalkende u. entwässernde Fixierungsflüssigkeit. 102.
- , Eine neue Färbemethode der Zellulose. 103.
- , Eine neue Methode zum Färben der *Treponema pallidum*. 104.
- , Paraffinöl, Petroleum, Tetralin als Vorharze in der Einbettungstechnik. 120.
- , Ein neuer Nährboden zur Diagnostik u. Züchtung im Blute kreisender Streptokokken. 176.
- , Dreifachfärbung histologischen Zwecken. 176.
- , Eine neue Pikrokarminmethode. 198.
- , Methode zum mikrochemischen Nachweis von Harnstoff in der Niere mittels Xanthydrol. 198.
- , Eine entkalkende u. entwässernde Fixierungsflüssigkeit. 199.
- , Eine neue histologische Technik für Sehnenuntersuchung. 199.
- , Eine einfache Methode um Präparate nach Golgi-Cox dauerhaft zu machen. 236.
- Schäfer, Direktor A.**, Zum Preisausschreiben des Mikrokosmos. 60.
- Schauer, C. E.**, Fernrohrlupe mit Objektträger.* 28.
- Scheffelt, Dr. E.**, Die Einzeller der südeutschen Moore.* 113.
- Schroeder, B.**, Über tierische Parasiten.* I. 62. II. 210.
- Schmidt, Prof. W. J.**, Was ist beim Gebrauch des Mikroskop-Ratgebers zu beachten? 153.
- , Einige Kunstgriffe beim Markieren von Präparatstellen mit Tuscherings auf dem Deckglas. 160.
- Schneider, Wilh.**, Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.* 20, 33, 73, 105, 145, 177, 201.
- Seiler, F.**, *Daphne longispina* var. *hyalina* forma.* 28.
- , Die Besiedelung des Depotsceins bei Bönigen am Brienzersee.* 204.
- Stehli, Dr. Georg**, Geldentwertung u. Wissenschaft. 161.
- Timmer, cand med. G.**, Über die mikroskopische Darstellung einiger Bakterienarten.* 5.
- Ubrig, Apoth.**, Zum Nachzeichnen der Farben bei mikroskopischen Objekten. 120.
- Vitzthum, Graf H.**, *Myobia brevikamata* Haller. 66.
- , *Macrocheles spec.* 102.
- , *Uropoda marginata*. 234.
- , *Discopoma regia* Vitzthum. 236.
- Walther, Br.**, Bryozoen.* 168.
- Wasserloos, Stud.-Rat Dr. E.**, Ein neuer Wasserschwäbger zur Planktonkunde.* 196.
- Wetzel, Studienassessor Otto**, Meeresplankton u. Mikroskop. I.* 126.
- , Ein Planktonschmarotzer.* 103.
- Winkelmann, J.**, Die anorganischen Wachstumserscheinungen.* IV 8. V 217.
- Wollenberg, Ernst**, Mein Handmikrotom.* 136.

Inhaltsverzeichnis.

Mit versehene Arbeiten sind illustriert.

- Abwässer, städtischer**, Über die Reinigung, mit besonderer Berücksichtigung der biologischen Methoden. Von G. Martius.* 224.
- Agar-Agar**, gebrauchtes, ist wieder zu benutzen. 199.
- Algenfärbung**, Eine neue haltbare. Von F. Buxbaum. 120.
- Algenpräparate**, schöne. Von E. Klemm. 66.
- Ammoniumsalzen**, das Vorhandensein von, in den Zellen. 118.
- Ammoniumpikrat** als Ersatz für Lugolsche Lösung. Von O. Arnbeck. 216.
- Anatomische Präparate**, Über durchsichtige. 46.
- Atmung der Insekten**, Neue Untersuchungen über die. Von G. v. Rohr. * 42.
- Auge**, Die mikroskopische Erforschung des lebenden. Von L. Köppe.* 81.
- Bakterien**, Die Geißeln der. Von O. Arnbeck. 227.
- Bakterien**, indolbildende. Trypsinbouillon zur Prüfung auf. Von P. Rostock. 46.
- Bakterien**, Metachromasie der, durch polychromes Metylenblau. 47.
- Bakterienarten**, Über die mikroskopische Darstellung einiger. Von G. Timmer.* 5.
- Bakterienarten**, Darstellbarkeit polgefärbter Stäbchen bei verschiedenen. Von P. Rostock. 48.
- Bakterienfärbung**, Über den Ablauf vitaler, und die biologische Wirkung der Färbung auf die Keime. Von O. Arnbeck. 102.
- Bakterienfärbung**, Farbstoffe für. Von K. Kinkelin. 38.
- Bau, mikroskopischer, der Wirbeltiere**, Einführung in die Untersuchung des. Von W. Schneider.* 20, 33, 73, 105, 145, 177, 201.
- Blut**, Interessante Zahlen über das. 215.
- Blutausstrichapparat**, Ein neuer. Von P. Rostock. 48.

- Blütenpflanzen. Beispiele für das mechanische System der. Von R. Baecker. * 16.
- Blutfärbung. Über eine einfache und ökonomische Methode der. Von E. Löwi. 235.
- Brandpilze. Die Bedeutung der, für allgemeine biologische Probleme. Von R. Bauch. * 156.
- Bryozoen. Von Br. Walther. * 168.
- Bücherschau. 68, 88, 104, 120, 144, 176, 199.
- Chitin. Vorkommen u. Nachweis des, im Tier- u. Pflanzenkörper. Von G. Kostka. 84.
- Chlorophyll, kristallisiertes. 28.
- Chondriosomen. Fixierungsmethode zur Erhaltung von. 138.
- Chromnickelstahl als Platinersatz bei bakteriologischen Arbeiten. Von P. Rostock. 72.
- Daphne longispina* var. *hyalina* forma? Von F. Seiler. * 28.
- Darmflagellaten. Einige Schnelfärbungen von 235.
- Deckgläser. Apparat zur Umrandung der, mit Paraffin für Dauerpräparate. * 215.
- Depoteseelen bei Bönigen am Brienzersee. Die Besiedelung des. Von F. Seiler. * 204.
- Differenzierung der Tuberkelbazillen. Eine neue Methode zur. Von E. Löwi. 67.
- Dipterenlarven, wasserbewohnender. Über Morphologie, Biologie und Systematik. Von V. Brehm. * 190.
- Discopoma regia* Vitzthum. Von Vitzthum. 236.
- Doppelatmer. Ein. Von A. Koepfel. * 1.
- Dreifachfärbung zu histologischen Zwecken. Von P. Rostock. 172.
- Drüsen des Mundes. Die. * 46.
- Dunkel- zum Hellfelde. Die Durchführung des Überganges vom. 197.
- Elektroanalyse, mikroskopische. Von R. Keller. * 98.
- Einzeller. Die, der süddeutschen Moore. Von E. Scheffelt. * 113.
- Eisen in einer Lösung, Nachweis von. 32.
- Embryologischem Material. Methoden zur Fixierung u. Einbettung von. Von E. Herwig. * 92.
- Farbreaktion. Eine neue. Von K. Erpel-ding. 198.
- Farbstoffe des Altertums. Von K. Kinkelin. 166.
- Fernrohrlupe mit Objektträger. Von C. E. Schauer. * 28.
- Fixierungsflüssigkeit. Eine entkalkende und entwässernde. Von P. Rostock. 102, 109.
- Flamme. Färben der, durch verschiedene Stoffe. 32.
- Flechten. Aus der Lebensgeschichte der. Von H. Gams. * 186.
- Gefäßkapillaren. Über die mikroskopisch feststellbaren Veränderungen der, nach Adrenalinzusatz. Von Bernstein. 48.
- Geldentwertung u. Wissenschaft. Von G. Stehli. 161.
- Gewebsfärbungen. Die Verstärkung von, mit Anilinfarben durch Zusatzmittel. 235.
- Glychämalaun. Von P. Mayer. 216.
- Gonokokken. Eine neue Farbe- u. Durchleuchtungsmethode der. Von P. Rostock. 67.
- Gonokokkenzüchtung in verdünnter Luft. Von P. Rostock. 67.
- Handmikrotom. Von E. Wollenberg. * 136.
- Hämochromogenkristalle nach Takayama. Die Darstellung der. 216.
- Harnstoff in der Niere. Methode zum mikrochemischen Nachweis von, mittels Xanthydrol. Von P. Rostock. 198.
- Hauswinkelspinne. Über die Morphologie der. Von A. Kästner. * 230.
- Hautkapillaren. Das Verhalten der. 234.
- Hecht der Schnakenlarven. Von A. Koepfel. * 110.
- Hefenwasserpeptonagar als Ersatz für Fleischwasserpeptonagar. 48.
- Hesperidinsphäriten. Verhalten von. 199.
- Ilex aquifolium*. Die Entwicklungsgeschichte der. 197.
- Infusorien und anderen Protozoen. Ein Verfahren zur Schnellanfertigung gefärbter Dauerpräparate von. Von E. Bresslau. * 130.
- Insekten. Neue Untersuchungen über die Atmung der. Von G. v. Rohr. * 42.
- Keime, pathogene, auf Papiergeld. 119.
- Kernobst. Zur Mikroskopie des. Von L. Minder. 53.
- Kieselsäurehaltige Strukturen. Erkennung von. 119.
- Kohlensäureassimilation, Neuere Untersuchungen über die Vorgänge bei der, und beim Abbau der Stärke. Von R. Baecker. 229.
- Kulturen in Petrischalen. Demonstrieren von. 27.
- Kupffersche Sternzellen der Leber. Eine histochemische Reaktion zur Darstellung der. 198.
- Kymograph. Ein selbstgebaute. Von H. Bernstein. * 239.
- Lebewelt, mikroskopische. Einführung in die, städtischer Straßenrinnen u. Pflützen. Von H. Pfeiffer. * 49, 89, 121, 162.
- Macrocheles spec.* Von Vitzthum. 102.
- Maikäfer. Der. Von P. Brohmer. * 173.
- Markieren von Präparatstellen mit Tusche-ringen auf dem Deckglas, Einige Kunstgriffe beim. Von W. J. Schmidt. 160.
- Meeresplankton u. Mikroskop. I. Von O. Wetzel. * 126.
- Mehl und Gebäck. Mikroskopie des. Von L. Minder. 27.
- Mikrophotographischer Apparat. Von A. Ebel. * 137.
- Mikroskop. Das, im Naturgeschichtsunter-richt der Volksschule. Von P. Brohmer. 29.
- Mikroskop. Das, im Naturgeschichtsunter-richt der Lehrerbildungsanstalten. Von P. Brohmer. * 139.
- Mikroskopischen Objekten. Zum Nachzeichnen der Farben bei. Von Ubrig. 120.
- Mikroskopischen Schnitten. Trugbilder bei Betrachtung von. Von P. Rostock. * 13.
- Mikroskop-Ratgeber. Was ist beim Gebrauch des, zu beachten? Von W. I. Schmidt. 153.
- Mikroskop-Ratgeber. Von A. Mayer Meggenhofen 172.
- Mikrotechnik. Aus der. 118 138, 199.
- Moore, Die Einzeller der süddeutschen. Von E. Scheffelt. * 113.

ein fiederborstiges Sternchen krönt, berühren. In ihrem ganzen unappetitlichen Äußern passen sie vorzüglich zu ihrem Lebensraum, und doch möchte ich die Naturfreunde einladen, sie nicht mit Verachtung zu strafen, sondern auch ihnen einmal einige Stunden der Beobachtung zu widmen, zu der sie ja eigentlich ob ihrer Geschmacksverirrung förmlich herausfordern; denn es steht zu erwarten, daß sie als Sonderlinge uns auch

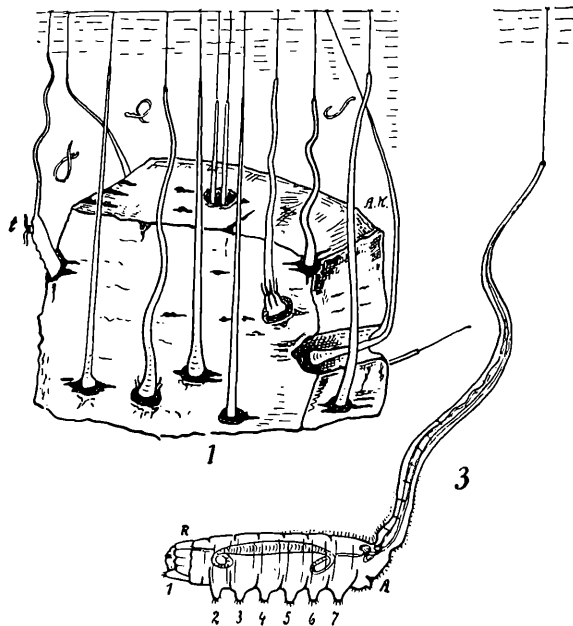


Abb. 1 u. 3. Ein Doppelatmer. Nach der Natur gezeichnet von A. Koeppel. Erklärung im Text.

Sonderbarkeiten zu erzählen haben und dem ist in der Tat so.

Wer zum Studium dieser Tiere weder eine offene Senkgrube noch eine Jauchepfütze in der Nähe hat, verfare nach meinem Rezept und werfe in ein mit Regenwasser gefülltes Faß altes Laub, allerlei Abfälle des Gartens und besonders auch viele Schnecken, bis durch deren Zersetzung eine stinkige, dunkelfarbige Brühe entsteht. Um den allenfalls zu erwartenden Kolonisten passenden Unterschlupf zu schaffen, legte ich noch einige aus einem Rhabarberwurzelstock geschnittene Klötzchen hinein, die viele Löcher und Spalten hatten. Anfangs Juni fischte ich nun ein solches heraus und gab es, natürlich mit viel Flüssigkeit, in ein großes Einmachglas zur Beobachtung. Was ich erwartet und gewünscht hatte, war eingetreten:

alle Kammern waren besetzt, die größeren sogar zweifach; die Inwohner selbst waren unsichtbar bis auf ihre weißen Schwänzchen, die aus den Röhren herausschauten und durch ihren parallelen Verlauf einen ganz eigenartigen Anblick (Abb. 1) boten. Nun war Gelegenheit gegeben, diese mittelst einer guten Lupe aus nächster Nähe zu betrachten; dabei entpuppten sie sich als Atemröhren, die sich umso länger streckten, je tiefer ich die schwimmende Insel untertauchte.

Jede Atemröhre ist ein körperlanger, elastischer, kontraktile Schlauch, in dessen Lumen 2 Tracheen laufen, die aus dem oberen Ende ein wenig herausragen und daselbst häufig mit winzigen Vortizellen besetzt sind. Er ist nicht fernrohrartig einziehbar wie z. B. der Fuß von *Rotifer* (*Actinurus*) *nep-tunius*, sondern seine Tracheen bilden darin Krümmungen und Schleifen, und wenn nötig noch im Ende des Rumpfes ein ganzes Knäuel von Schlingen, die oft bis zur Körpermitte reichen. Strecken die Tiere nun die Röhre völlig aus, was unter peitschenden oder schlängelnden Bewegungen geschieht, so entwirrt sich dieses Knäuel zu 2 parallelen, manchmal 10 cm langen Tracheen, die mittelständig verlaufen und aus der Mündung einige cm kerzengerade vorschießen (Abb. 1 und 2).

Dieses nicht am Kopf, sondern am Körperende sitzende Organ ermöglicht es seinen Besitzern in Flüssigkeiten wochenlang zu leben, die annähernd luftfrei sind und dafür Ammoniak, Kohlendioxyd und Schwefelwasserstoff gelöst enthalten, da es nach Art des Taucherschlauches eine Verbindung mit der Außenluft herstellt. Schneidet man es an seiner Wurzel ab, so steigt das Tier notgedrungen zur Oberfläche, an der es mehrere Tage lebt. Die beiden Schlauchtracheen erweitern sich im Körper nicht unbedeutend (Abb. 3) und enden am Kopf mit kleinen, braunen, hörnchenartigen Stigmenträgern.

Diese wohl manchem Naturfreund bekannten Tatsachen lassen sich leicht bis in alle Einzelheiten feststellen; dabei möchte ich jedem Praktiker Geduld empfehlen und ihn aufmuntern, die Tiere mehrere Stunden nacheinander zu beobachten; vielleicht wird er dann auch Augenzeuge eines Vorgangs,

den ich nirgends in der einschlägigen Literatur beschrieben fand. Als nämlich die 6 Bewohner eines kleinen Klötzchens, das ständig untergetaucht schwabte und mit den Atemröhren wie an der Oberfläche aufgehängt erschien, längere Zeit in ungestörter Ruhe ihr beschauliches Dasein genossen, streckten plötzlich 4 davon ziemlich gleichzeitig ihr Körperende etwas heraus und entfalteten prächtige Tracheenkiemen; nachdem diese ungefähr 10 Minuten geschlagen hatten, verschwanden sie wieder, wie sie gekommen waren. Das gleiche konnte ich mehrere Tage hintereinander beobachten. Die nähere Untersuchung die nebenbei bemerkt, äußerst zeitraubend war, ergab folgendes Resultat.

Diese innere Tracheenkieme sitzt auf einem kurzen, querovalen Zapfen, der aus der Afteröffnung vorgestreckt wird; sie ist ein einheitliches Gebilde von geweihartigem Gepräge (Abb. 4), dessen einzelne Sprossen aus einem basalen (*b*) und einem Endglied (*e*) bestehen (Abb. 5); dieses ist durch 2 Muskeln in jenes rückziehbar und wird erst außerhalb (Abb. 2, *st*) des Körpers vorgeschoben, was am Anfang der Atembewegungen sehr deutlich zu sehen ist. Diese selbst erfolgen schaukelnd, indem zuerst die eine Hälfte und dann die andere mit gekrümmten Fingern schlägt (Abb. 1, *t*); nach 15 Sekunden, in denen 15 derartige „Pulse“ stattfinden, folgt stets eine Pause von einigen Sekunden. Während dessen schlagen die Dorsaltracheen des Körpers synchronisch gegeneinander; hören die Kiemen kurze Zeit auf, so setzen auch sie aus, die daneben liegenden Blutgefäße jedoch pulsen weiter.

Die Tracheenkieme ist ausgestreckt halb so groß als der Rumpf lang ist. Um sie mikroskopieren zu können, ist es nötig, sie während ihrer Tätigkeit mit der Präparierschere rasch abzuschneiden, da sie im eingezogenen Zustand zu einem kurzen, dicken Pinsel zusammengeballt im Hinterleib vor dem After steckt; ist dies geschehen, so stellt sie momentan ihre Bewegungen ein und kann ebenso wie die ausgestreckte Atemröhre bequem untersucht werden.

Ist schon der Bau dieser ganz einzigartigen Tracheenkieme hochinteressant, so gilt das gleiche von ihrer Funktion. Nach meinen Beobachtungen benützten die Larven sie nur, als ihnen ohnedies durch die Atemschläuche die Luftzufuhr gesichert war.

Freie Tiere lebten, wenn sie entsprechend tief getaucht waren, eine volle Stunde ohne diese, benützten aber auch die Kiemen niemals, sondern arbeiteten sich darnach durch Körperkrümmungen an die Oberfläche; als ich das Klötzchen mit den 6 in den Röhren steckenden Larven über Nacht 15 cm tief versenkt hielt, waren am andern Morgen alle tot; sie waren also trotz ihrer zweierlei Atmungswerkzeuge ertrunken. Überhaupt scheinen sie von den Kiemen nur ganz vereinzelt Gebrauch zu machen (im Tag höchstens $\frac{1}{4}$ Stunde), da ihre Anwendung infolge

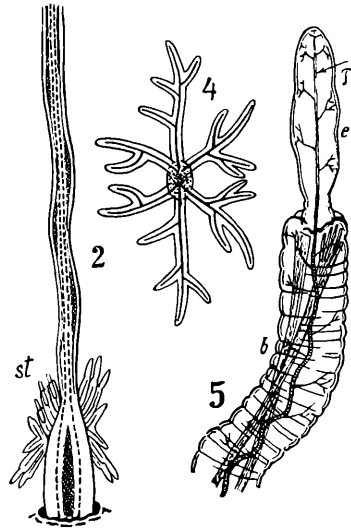


Abb. 1, 2, 4 u. 5. Ein Doppelatmer. Erklärung im Text. — Die punktierte Linien in Abb. 2 sind die Tracheen (dorsale Ansicht).

des äußerst dürftigen Tracheensystems (Abb. 5 *T*) wohl recht wenig nützt.

Wozu sind diese Organe dann überhaupt vorhanden? Ich denke mir die Sache folgendermaßen. Diese Larven lebten ursprünglich in Sümpfen und waren mit Tracheenkiemen wie z. B. die Larven von Eintagsfliegen und Steinfliegen ausgestattet. Als sie aber allmählich in Stinkwasser übersiedelten, in dem der Nahrungserwerb besonders leicht war, genügten wegen seines äußerst geringen Sauerstoffgehalts die Kiemen nicht mehr und so waren sie genötigt, die Luft von außen zu holen. Dazu benützten sie nach bewährter Wasserinsektenart die Spitze ihres Hinterleibs, der bei seiner Weichheit sich allmählich in die Länge streckte und dem Besitzer dadurch den Ortswechsel ersparte.

Während also der Hinterleib größtenteils

schwanzartig aussieht, ist der Brustteil der Larve auffallend entwickelt und stellt sozusagen den Rumpf des Tieres dar. Infolge seiner allseitigen zarten Behaarung, die nur in der Nähe der Schwanzwurzel stärker wird, ist er in der Regel so stark verschmutzt, daß die ohnedies wenig deutliche Gliederung schwer zu sehen ist. Zu diesem Zwecke bringe man das Objekt in eine flache Küvette mit reinem Wasser, in der es ohne jegliche Nahrung 2 bis 3 Wochen aushält, immer sauberer wird und täglich leicht mit der Lupe beobachtet werden kann. Dann sieht man deutlich die Scheinfüßchen mit ihrem Krallenkränzchen und zugleich wieder etwas ganz Eigenartiges. Der augenlose sogenannte Kopf ist nämlich stets von einem wulstigen Ringwall (Abb. 3, R) verdeckt und tritt erst hervor, wenn dieser zurückgeht, was intermittierend bei der wellenförmigen Kriechbewegung des Tieres stattfindet. Gleichzeitig klappen die an seiner Unterseite anliegenden und daher unkennbaren Vorderfüßchen (1) nach unten und scharren automatisch etwas Detritus von der Unterlage ab, den das kleine Mündchen aufnimmt, über dem 2 winzige Fühler stehen; in dieser Stellung ist deutlich zu sehen, daß die Larve 7 Paar Füßchen hat.

Auch in dem klaren, lufthaltigen Wasser der Küvette benutzte das Tier nie seine Tracheenkieme (mit Ausnahme seiner letzten Lebensstage, wo es sie aber vor Schwäche kaum entfalten konnte), sondern atmete durch sein ringelförmig gelegtes Schwänzchen, sich stets unter dem Wasserspiegel haltend; dies ist gewiß ein Beweis dafür, daß es den Gebrauch der Tracheenkiemen fast verlernt hat.

Sein Lebenselement ist eben die vielfach ganz luftfreie Jauche; doch stellt es unter den Anaerobionten (= ohne Luft Lebenden) einen Spezialistentyp dar, der der Natur

insofern ein Schnippchen schlägt, als er den in seiner Umgebung fehlenden Sauerstoff aus der chemisch gewiß auch nicht einwandfreien Luft über der Jauche in Gasleitungsröhren zu beziehen versteht.

Und so lernen wir aus dem Studium der Rattenschwanzmade, wie in der Einleitung angedeutet, mancherlei Absonderliches; vor allem, daß der Allmutter Natur auch der für uns widerlichste Ort wohl geeignet erscheint, um ihn mit ihren Kindern zu besiedeln. Auch in der Jauche triumphiert das Leben, zeigt dabei aparte Formen und stellt die tollsten Fragen. Wir sehen ferner, daß zwar auch hier als Larve eines Zweiflüglers die gewohnte Made auftritt, daß sie aber mit Füßchen ausgestattet ist und uns dadurch an Raupen erinnert; kein Wunder, denn diese Kotbewohner müssen, wenn das Flüssigkeitsniveau steigt und ihr langer Stigmenträger zu kurz wird, ihren Ort wechseln können; außerdem kriechen sie nach einiger Zeit ans Land (Abb. 1 a), um sich an einem passenden Platz zu verpuppen und schließlich als bienenähnliches Insekt ihre Metamorphose zu beendigen. Wir beobachten ferner, daß die Tracheenkieme aus der Afteröffnung (Abb. 3 A) hervortritt und daß während ihrer Tätigkeit Kot ausgestoßen wird, eine Erscheinung, die bei dem sumpfbewohnenden Kiemenwurm *Dero* zur Dauereinrichtung wurde. Wir erfahren außerdem, daß der Kopf bei Tieren, die im feinen Detritus wie in einer Art Speisebrei leben, der nebensächlichste Körperteil ist und daß infolgedessen seine Mundgliedmaßen auf ein Minimum reduziert sind. All diese Besonderheiten verschwinden jedoch vor der Tatsache, daß diese Tiere 2 organisch nicht miteinander verbundene Atmungswerkzeuge haben, von denen die Aufgabe des einen so unverständlich wie die des andern klar und verständlich ist.

Über die mikroskopische Darstellung einiger Bakterienarten.

Von cand. med. **G. Timmer.**

Von allen Gebieten der Mikroskopie ist das der Bakterienkunde eines der interessantesten. Es ist deshalb recht bedauerlich, daß dieser Forschungszweig fast ausschließlich von Spezialisten bearbeitet wird, da es dem ausübenden Mikroskopiker fast stets an Material fehlt, um eigene Untersuchungen darüber anzustellen. Mikroskopische Präparate sind so leicht und mühelos anzufertigen und ergeben so interessante und wertvolle Resultate, daß es sich wohl verlohnt, einen kurzen Blick auf ihre Anfertigungsart zu werfen und wenigstens einige leichter zu beschaffende Bakterienarten im Dauerpräparat zu fixieren. Was freilich für die Beschränkung der Bakteriologie auf ein ganz bestimmtes Spezialfach von ausschlaggebender Bedeutung ist, darf auch bei unsern Arbeiten nicht vernachlässigt werden, und deshalb will ich meinen Anleitungen einige kurze Leitsätze über die Behandlung bakterienhaltigen Materials vorausschicken. Zuoberst steht der Grundsatz: Jedes Material, das auf Bakterien verdächtig ist, ist als infektiös und deshalb für uns und unsre Umgebung höchst gefährlich zu betrachten. Auch wenn man mittels mikroskopischer Untersuchung keine Bakterien gefunden hat, darf man es deshalb nicht leichtfertig behandeln, da auch wenige, dem Auge sich entziehende Mikroorganismen, wenn sie in den menschlichen Körper gelangen und dort einen günstigen Nährboden finden, durch außerordentlich schnelle Vermehrung schaden können. Wir müssen deshalb folgendes beachten:

1. Alle bakteriologischen Untersuchungen dürfen nur in einem Raum vorgenommen werden, der nicht zu Wohnzwecken und besonders zur Nahrungsaufnahme benutzt wird.

2. Alle Instrumente usw. sind nach Gebrauch durch mindestens 10 Minuten dauerndes Sterilisieren in kochendem Wasser keimfrei zu machen. Apparate, die das Auskochen nicht vertragen (Gummi u. ä.), werden durch Einlegen in Sublimatlösung 1: 1000 (giftig!) oder Alkohol (Brennspiritus genügt) gereinigt.

3. Wenn keine Berührung der Hände mit infektiösem Material mehr erfolgt, müssen diese eine Viertelstunde lang gründlichst mit Wasser und Seife gewaschen und mit Sublimatlösung 1: 1000 nachgespült werden. Goldene Ringe usw. sind vorher abzulegen, da sie durch das Quecksilber des Sublimats (Hg Cl_2) angegriffen werden.

4. Etwaige Reste des Untersuchungsmaterials werden vernichtet, indem man sie mit Wasser und Chlorkalk zu einem Brei vermengt.

Unsere ersten Untersuchungen führen wir aus an einem Material, das sich gelegentlich jeder selbst leicht verschaffen kann. Unsere menschliche Haut zeigt von Zeit zu Zeit

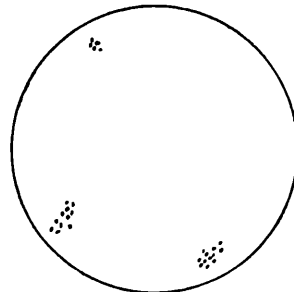


Abb. 1. Staphylokokken.
Aneinanderlagerung in unregelmäßigen Häufchen.

an ihrer Oberfläche kleine Eiterpustelchen, die dadurch entstehen, daß auf der Haut befindliche, eitererregende Bakterien in die Haarbalgdrüsen gelangen. Dort werden sie von den Abwehrsubstanzen des Blutes, den weißen Blutkörperchen, durch Aufnahme und Verdauung im Körper der Leukozyten vernichtet. Aus solchen weißen Blutkörperchen und einer großen Menge freier Bakterien besteht in der Hauptsache der Eiter. Um die darin enthaltenen Mikroorganismen zu untersuchen, drückt man den Inhalt eines Eiterbläschens auf einen mit Alkohol und Äther gereinigten Objektträger. Mittels eines zweiten Objektträgers fertigt man ein Ausstrichpräparat an, dessen Herstellung in dem Aufsatz von Paul Rostock: Die pathologischen Formbestandteile des menschlichen Blutes, auf Seite 175,

Heft 10, Jahrgang 14 des Mikrokosmos beschrieben wurde. Man kann statt der beiden Objektträger auch 2 Deckgläschen benutzen, die man später auf einem Objektträger mit Kanadabalsam oder Zedernholzöl befestigt. Das Präparat läßt man lufttrocknen werden und zieht es dann zur Fixierung mit der bestrichenen Seite nach oben langsam 3mal durch eine Gas- oder Spiritusflamme. Für den Fall, daß man mit bloßem Auge nicht mehr unterscheiden kann, welches die bestrichene Glasseite ist, hauche man das Glas an. Die unbestrichene Seite beschlägt sich dann mit einem gleichmäßigen Nebel, während sich auf der bestrichenen die Struktur des Ausstriches zeigt. Zur einfachsten Färbung stellt man sich wässrige Methylen-

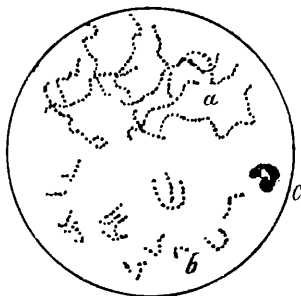


Abb. 2. Streptokokken.
a lange Ketten, b kurze Ketten, c zum Vergleich ein weißes Blutkörperchen (Leukozyt).

blaulösung nach Loeffler her: 30 ccm konzentrierte alkoholische Methylenblaulösung werden mit 100 ccm 0,01 prozentiger Kalilauge versetzt. Von dieser Farblösung gibt man mit einer Pipette auf die bestrichene Seite des Objektträgers soviel eben darauf Platz hat ohne überzulaufen und läßt ungefähr 5 Minuten einwirken. Danach spült man mit Wasser ab und trocknet mit Fließpapier. Dann Balsam und Deckglas. Man kann nunmehr das Präparat mit Immersion untersuchen. Man sieht dann neben den weißen Blutkörperchen, die hier auch als Eiterkörperchen bezeichnet werden, besonders 2 verschiedene Arten von Bakterien, die sich durch ihre Anordnung unterscheiden. Einzelne liegen nämlich in traubenförmigen Gruppen aneinander, während andere mehr oder weniger lange Ketten bilden. Beide Arten bestehen aus runden, punktförmigen Leibern, die wir Kokken nennen. Die erste Art (Abb. 1) wird gebildet durch den *Staphylokokkus* (σταφύλι =

Traube) *pyogenes* (pyogenes = eitererregend), die zweite Art (Abb. 2) durch den *Streptokokkus pyogenes*. Beide sind bekannt als Ursache vieler teilweise schwerer Erkrankungen, z. B. Furunkel, Angina. Sehr schöne Färberesultate ergeben die Doppelfärbungen, z. B. die Gramsche Färbung, die auch für die Unterscheidung der einzelnen Bakterienarten von Wichtigkeit ist:

1. Färbung mit Anilinwasser—Gentianaviolettlösung (4 ccm Anilin mit 100 ccm Wasser (destill.) im Kölbchen kräftig schütteln und filtrieren. Zu 10 ccm des Filtrats 20 Tropfen konzentrierte alkoh. Gentianaviolettlösung) 1—2 Minuten.

2. Abgießen, 30 Sekunden bis 2 Minuten Jodjodkalilösung (Jod 1,0, Jodkali 2,0, destill. Wasser 300 ccm).

3. Entfärben in absolutem Alkohol, bis das Präparat farblos erscheint.

4. Nachfärben 1 Minute mit wässriger Fuchsinlösung. Abspülen, trocknen.

Bei dieser Färbung erscheint das Gewebe rot, die Bakterien schwarzblau. Die Gramsche Färbung ist in der Bakteriologie ein außerordentlich oft angewandtes und nicht zu entbehrendes Hilfsmittel zur Unterscheidung der einzelnen Bakterienarten geworden. Es färben sich nämlich nicht alle Bakterien auf diese Weise, sondern nur ein Teil, den man als grampositiv bezeichnet. Solche grampositiven Bakterien sind z. B. *Staphylokokkus* und *Streptokokkus pyogenes*, *Milzbrandbazillus*, *Diphtheriebazillus*, *Pneumokokkus* (Erreger der Lungenentzündung). Gramnegativ (nicht nach Gram färbbar) sind u. a. *Typhus*-, *Influenza*-, *Keuchhusten*-, *Cholera*bazillus, *Gonokokkus* (Tripper), *Meningokokkus* (Hirnhautentzündung). Sehr gute Erfolge gibt auch die Färbung nach Jenner-May, wie sie im oben erwähnten Aufsatz von P. Rostock beschrieben worden ist.

Um auch ein Beispiel für eine gramnegative Bakteriengruppe zu haben, fertigen wir uns ein Präparat vom *Bacterium coli* an. Dieser Mikroorganismus lebt normalerweise im Dickdarminhalt des Menschen, so daß wir ihn gewinnen können, wenn wir ein kleines Partikelchen Kot zu einem Ausstrich benutzen und färben. Wir finden dann neben allerhand Gewebsresten pflanzlicher und tierischer Herkunft auch eine Reihe stäbchenartiger, schlanker, manch-

mal etwas gekrümmter Bakterien: das *Bacterium coli commune*. Kolibakterien sind dadurch interessant, daß sie ungefähr 4 bis 12 seitliche Geißeln besitzen (Abb. 3), die jedoch bei der gewöhnlichen Färbemethode nicht sichtbar hervortreten. Gelangen sie beim Menschen irgendwie in das Innere des Körpers, z. B. bei perforierter (durchgebrochener) Blinddarmentzündung, so können sie zu den schwersten Krankheitserscheinungen mit oftmals tödlichem Ausgang Anlaß geben.

Leicht mit Kolibazillen zu verwechseln sind die *Tuberkelbazillen*, die eine ähnliche stäbchenförmige Gestalt besitzen und in dem Auswurf der an Lungentuberkulose Erkrankten reichlich zu finden sind. Da es kaum möglich ist, solches Versuchsmaterial zu erhalten, beschränken wir uns auf die Untersuchung des oftmals auch beim Menschen als Krankheitserreger vorkommenden Tuberkelbazillus des Rindes. Von der Milch tuberkulöser Kühe, die man sich gelegentlich leicht verschaffen kann, fertigen wir ein Ausstrichpräparat an. Die Tuberkelbazillen darin kann man mit Sicherheit auf die Weise darstellen, daß man sich ihrer Eigenschaft bedient „säurefest“ zu sein, d. h. sie werden, einmal gefärbt, durch Säureeinwirkung nicht wieder entfärbt. Der Gang der Färbung ist folgender:

1. Färben in Karbolfuchsin 2 Minuten über der Flamme unter wiederholtem Aufkochen. (Karbolfuchsin: 100 ccm 5% Karbolsäure + 10 ccm gesätt. alkoh. Fuchsinlösung.)

2. Entfärben in Salzsäurealkohol bis zur völligen makroskop. Farblosigkeit.

3. Nachfärben mit Loefflerscher Methyleneblaulösung (s. o.) 1 Minute.

4. Abspülen in Wasser.

Gewebe u. ä. und alle Bakterien blau mit Ausnahme der Tuberkelbazillen, die sich als rote Stäbchen kennzeichnen.

Eine andere Art von Bakterien sind die Spirillen und Spirochäten, die korkzieherartig gewundene Gebilde darstellen. Bekannt ist aus dieser Familie die *Spirochaete pallida*, der Erreger der Syphilis, von der wir uns jedoch kaum Material werden verschaffen können. Weniger bekannt ist jedoch, daß jeder Mensch auf dem Belag

seiner Zähne eine Verwandte dieser Spirochäten, die *Spirochaete dentium*, beherbergt, die auf dieselbe, sehr elegante Weise wie die *Sp. pallida* sichtbar gemacht werden kann. Man bedient sich dazu des sogen. Tuscheverfahrens, indem man einen Tropfen spirochätenhaltigen Materials, hier etwas mit einem Skalpell von den Zähnen abgekratzten Belags, auf einem Objektträger mit einem kleinen Tropfen schwarzer chinesischer Tusche verreibt, so daß eine vollkommen gleichmäßige Mischung entsteht. Diese streicht man mit einem zweiten Objektträger zu einem dünnen, gleichmäßigen Abstrich aus und läßt trocknen. Die Spirochäten heben sich dann als hellglänzende Spiralen vom dunklen Hintergrunde ab. Spirochäten

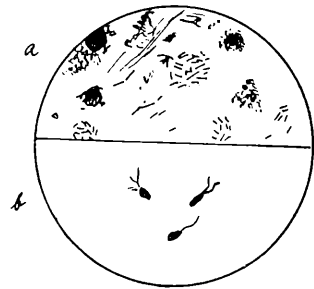


Abb. 3. *Bacterium coli commune*.
a Mit schwacher, b mit starker Vergrößerung.

kann man auch nach Giemsa färben (s. P. Rostock l. c.).

Mit den oben erwähnten Färbemethoden kann man fast alle Bakterien darstellen, zu deren Unterscheidung man jedoch noch anderer Hilfsmittel bedarf, die aber Gegenstand einer späteren Beschreibung sein mögen.

Zum Schluß möchte ich jedoch nicht verfehlen, nochmals auf die eingangs erwähnten Vorsichtsmaßregeln hinzuweisen, deren Unterlassung besonders dann einen unverantwortlichen Leichtsinns darstellt, wenn zufällig jemand in den Besitz hochvirulente Keime enthaltenden Materials kommt (z. B. Ausscheidungen von Typhuskranken usw.) Bei der notwendigen Vorsicht aber sind bakteriologische Arbeiten ohne jede Gefahr und wegen ihrer guten Resultate und leichten Behandlungsweise ein dankbares Gebiet für jeden ausübenden Mikroskopiker.

Die anorganischen Wachstumserscheinungen.

Von J. Winkelmann.

IV.

Wir sahen im vorigen Aufsatze (s. Mikrokosmos 1920/21, S. 211), daß neben der Kohäsion die Hauptrolle der Diffusion zufällt, die es den Molekülen möglich macht, auch in solchen Medien zueinander zu kommen, in denen sie durch freie Bewegung in unregelmäßigen Bahnen (vergl. kinetische Gastheorie und Osmose) nicht mehr vorwärts kommen würden. Solche Medien aber sind es gerade im Tier- und Pflanzenkörper, in denen sich die Bau- und Zerfallstoffe bewegen müssen. Wie nun beim Diffundieren in

die Gelatine nicht verpilzt oder fault. Bei quantitativen Versuchen muß man allerdings frische geschmolzene Gelatine nehmen. Diese zeigt andere Eigenschaften als alte. In der alten Gelatine (oder in lang erwärmter) bildet sich Gelatose, die die Bildungen oft beeinflusst (vergl. im folgenden Aufsatz: rhythmische Diffusionen). Fehlt ein Heißwassertrichter, kann man sich dadurch helfen, daß man Flasche und Trichter in ein zugedecktes Wasserbad setzt (Abb. 1).

Die Reaktionen können ausgeführt werden:

1. Auf Glasplatten (vergl. Einleitung).
2. In Kapillaren.
3. In gewöhnlichen Röhren (2—7 mm).
4. In Reagenzgläsern.
5. In Bechergläsern und dergl.

Nr. 1 ist am geeignetsten zur mikroskopischen Untersuchung. Bei kleinen Platten (Objektträgern) spielen die Ränder der Gelatineschicht schon eine beeinflussende Rolle.

Auch Kapillaren (Nr. 2) lassen sich gut beobachten, besonders wenn man sie in Kanadabalsam einschließt.

Auch Nr. 3 kann man noch mit schwachen Vergrößerungen untersuchen. Weil hier die Wände weiter vom Zentrum liegen, ist ihr Einfluß nicht so leicht bemerkbar.

Nr. 5 ergibt sehr eindrucksvolle Bilder, wenn man die Diffusion von der Mitte aus erfolgen läßt, die Gallerte nach Beendigung des Vorganges durch schwaches Erwärmen herauslöst und zerschneidet. Man kann so Bildungen herstellen, die Achaten in der Größe und Schönheit völlig gleichen (vergl. Ostwald: Die Welt der vernachlässigten Dimensionen).

Auch Reagenzgläser (Nr. 4) kann man zer Splittern und Scheiben aus der Gelatine schneiden, die dann weiter mikroskopisch und chemisch untersucht werden. Pringsheim benutzte Röhren Nr. 3, die man mit Gelatine füllen und in Lösungen einstellen kann wie die Kapillaren Nr. 2. Man kann auch die Röhren U-förmig biegen und von 2 Seiten Lösungen in die vorher eingebrachte Gelatine diffundieren lassen. Eine Modifikation dieser sehr praktischen Anordnung nach Pringsheim gibt Liesegang im Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden Abt. 3 B, Heft 1 (Abb. 2 d. A.).

Merkwürdig und nicht ganz aufgeklärt ist die Tatsache, daß alte oder wenig gereinigte Gelatine die Fällungen oft besser entstehen läßt als ganz frische. Bei den einzelnen Versuchen wird hierauf zurückzukommen sein. Vorzeitiges Eintrocknen der Platten muß auch vermieden werden.

Welche Arten der Diffusion in einem Medium sind nun möglich? Vorausgesetzt, das Medium beteiligt sich an den chemischen Vorgängen nicht.

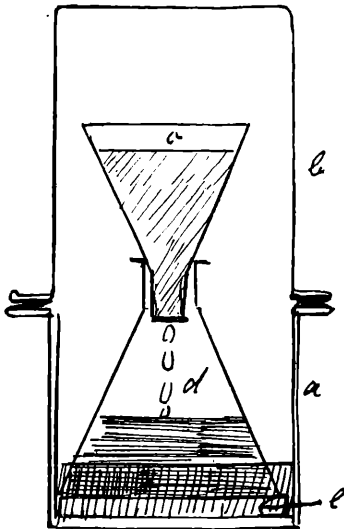


Abb. 1. a Wasserbad, b großes Becherglas (Konservendbüchse usw.), c kurzer Trichter, d Auffanggefäß, e durchlöcherter Blech.

solchen Medien die Moleküle gegenseitig sich beeinflussender Stoffe umsetzen und ablagern, soll in diesem Aufsatze besprochen werden.

Als Medium benutzen wir im allgemeinen 5—10 % Gelatine. Diese wird zuerst gereinigt durch 24 stundenlanges Auslaugen der Folien in kaltem, destilliertem Wasser, das mehrfach gewechselt wird. Nach dem Abgießen des letzten Wassers wird auf dem Wasserbade schwach erwärmt und aufgefüllt, bis eine 10 %ige Lösung entsteht.

Dies geschieht am einfachsten so: Man bringt an einem Becherglas eine Marke an, die die herzustellende Menge anzeigt, z. B. 200 cm. Nun werden 20 g Gelatine hineingewogen, ausgelaut und geschmolzen. Dann wird bis zur Marke verdünnt. Die Lösung wird recht heiß filtriert und in kleineren Flaschen aufgehoben. Zusatz von Thymol ist empfehlenswert, damit

1. Im Medium sind keine Stoffe verteilt.

A) Ein Stoff diffundiert allein (Abb. 3, 1).

Die Diffusion wird kenntlich gemacht durch einen Indikator, der in so geringem Maße zugesetzt ist, daß sein Einfluß in Fortfall kommt. Z. B. Lackmus, Phenolphthalein, aber auch Spuren von Silbernitrat bei der Diffusion von Chloriden; Bleiazetat bei der Diffusion von Karbonaten u. a. m. Auch die Farbe oder Lichtbrechung zeigt oft die Diffusion an.

B) Zwei Stoffe in gleicher Richtung (Abb. 3, 2).

Z. B. Eisenchlorid in salzsaurer Lösung. Die Salzsäure diffundiert schneller als das Eisenchlorid (Erkenntlich an der Lichtbrechung.)

C) Zwei Stoffe in verschiedener Richtung, die sich chemisch nicht beeinflussen (Abb. 3, 3).

Z. B. Kalziumchlorid gegen Salzsäure. Diese können sich in der Schnelligkeit der Diffusion beeinflussen, da von ihrem Zusammentreffen an jeder plötzlich in einem anders zusammengesetzten Medium diffundiert als vorher.

D) Zwei Stoffe in verschiedener Richtung, die sich beeinflussen (Abb. 3, 4). Es entsteht ein

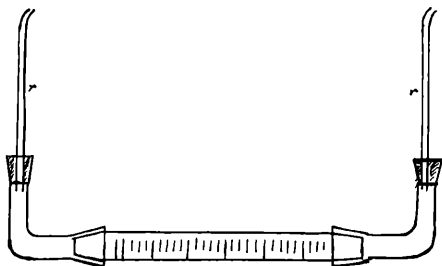


Abb. 2. Die langen Glasröhren r sind nur nötig, wenn der Apparat geneigt werden soll.

Niederschlag, und außer diesem ein gelöster Stoff, der vom Orte der Entstehung an weiter diffundiert, also ein neues Diffusionszentrum gebildet hat, was nicht übersehen werden darf. Auch der Niederschlag kann erst übersättigt gelöst bleiben und von seinem Entstehungs-orte aus diffundieren.

2. Im Medium selbst sind Stoffe, flüssig oder in fester Form, verteilt.

A) Ein Stoff diffundiert (a) und beeinflusst den zweiten (b) (Abb. 3, 5).

Es entsteht ein Niederschlag (c), der auch übersättigt diffundieren kann, und ein neuer Stoff (d), der vom Entstehungs-orte nach beiden Seiten weiter diffundiert.

Bei allen Versuchen ist zu beachten, daß, besonders bei größeren Konzentrationen, auch das Lösungsmittel (Wasser) dem gelösten Stoff entgegendiffundiert (Quellungen, Schrumpfungen, Blasen- und Tropfenbildungen). Flache Schichten können hierdurch völlig entwässert werden (s. a. a. O.).

B) Zwei Stoffe diffundieren gegen einen im Medium verteilten, z. B. in der Bettsubstanz Silbernitrat (a) (Abb. 3, 6). Es

diffundieren gleichzeitig Natriumchlorid (b) und eine geringe Menge Kaliumbichromat (c). Es bildet sich zuerst Chromsilber, das vom nachfolgenden Natriumchlorid in Chlorsilber verwandelt wird.

Möglich ist natürlich noch die Vertauschung der diffundierenden Stoffe mit den im Medium ruhenden. Noch kompliziertere Fälle sind

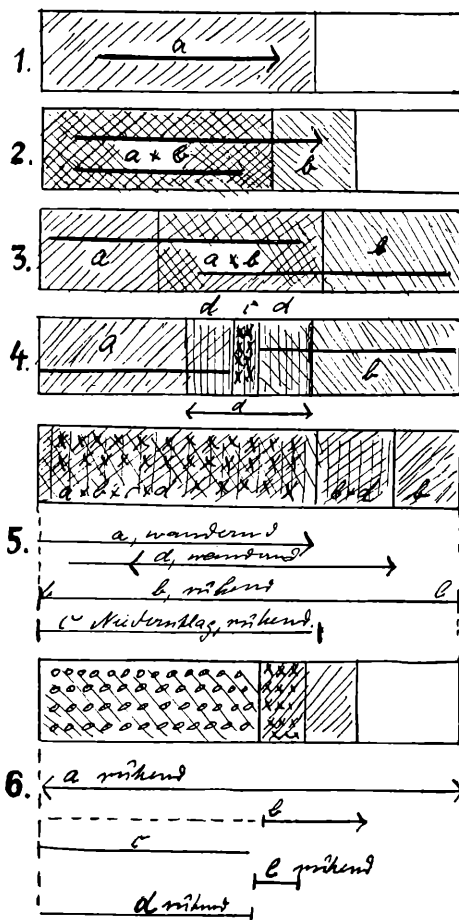


Abb. 3. 1. Ein Stoff a wandernd. 2. Zwei Stoffe a u. b wandernd in gleicher Richtung. 3. Zwei Stoffe a u. b in verschiedener Richtung, die sich beeinflussen. Produkt c fest und d flüssig. 5. Ein Stoff a wandernd, ein Stoff b ruhend. Produkt c ruhend, Produkt d nach zwei Richtungen wandernd. 6. Auf einen Stoff a wirkt b , das c bildet, c wird von c in d umgewandelt. Das wieder freiwerdende b wandert vor.

oft schwer zu verfolgen, bieten aber in ihrem Verlauf die interessantesten Erscheinungen. Die in folgendem beschriebenen Fälle ordnen sich alle in dieses System ein.

Schnelligkeit der Diffusion.

Versuch 21. 5–10%ige Gelatine wird, falls sie sauer reagiert, mit so wenig wie möglich Natronlauge oder Sodalösung neutralisiert. Ein Überschuß ist aus theoretischen Gründen

zu vermeiden. Dann wird eine geringe Menge Lackmuslösung zugesetzt. (Jeder andere Indikator, der gegen Säure-Lauge umschlägt, ist natürlich ebenfalls benutzbar.) Mit dieser Gelatine wird eine Reihe Reagenzgläser gefüllt. Dem zweiten, dritten usw. werden steigende Mengen Lauge tropfenweise zugesetzt. Nach dem Erstarren wird verdünnte Salzsäure aufgegossen. Zu verschiedenen Zeiten wird das Fortschreiten der Rotfärbung abgelesen. Der Umschlag von rot gegen blau ist ganz scharf. Auf diesen Punkt sei in bezug auf ähnliche Vorgänge in Lebewesen hier besonders hingewiesen. Je mehr Lauge nun die Gelatine enthält, je langsamer dringt die Säure vor. Trägt man die gefundenen Zeiten in ein

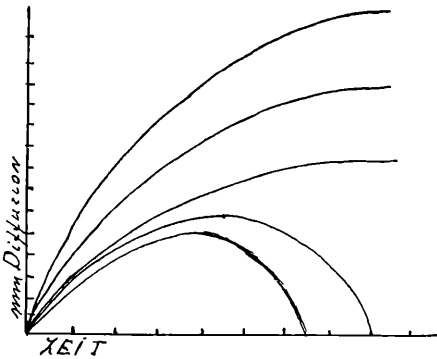


Abb. 4. (Erklärung im Text.)

Koordinatensystem ein, erhält man ungefähr folgendes Bild (Abb. 9):

Je nach Konzentration liegen die Kurven natürlich anders. Aber sie zeigen uns folgendes. Die Diffusion erfolgt zuerst schnell, später langsamer und hört schließlich ganz auf. Ja, bei zwei Fällen verläuft sie sogar rückwärts. Die Salzsäure drang vor, neutralisierte das Alkali und rückte weiter. Sie kann jedoch nicht weiter diffundieren, bevor alles ihr im Wege Liegende neutralisiert ist. Bei den letzten Fällen aber war an einem Punkte, dem Kulminationspunkte der Kurve, der Überschuß der Salzsäure verbraucht. Und nun dringt seinerseits wieder das Alkali in die Gallerte zurück, in der es verbraucht war, und neutralisiert die dort zurückgebliebene Säure. Es dringt also jedesmal die stärkere Komponente gegen die schwächere vor.

Reine Membranbildung.

Versuch 22. Auf eine erstarrte Gelatine, der etwas Lackmus zugesetzt ist, setzt man im Abstand von einigen Zentimetern zwei Tropfen gleich starker Säure und Lauge. Die Diffusionskreise und ihr Vorrücken sind deutlich erkennbar. Wo sie sich treffen, entsteht eine scharfe Abplattung. Diese Linie wirkt wie eine Membran, ohne eine solche zu sein, denn sie hält beide Stoffe ab, durch sie hindurchzudringen. Es wird hier, wie Liesegang sagt, das Morphologische durch das Dynamische ersetzt, was wohl zu beachten ist und gerade

im Zellbau der Tiere und Pflanzen sicher eine große Rolle spielt. Wird die Weglänge verkürzt, so braucht deshalb nicht das Eingewanderte überhaupt verringert worden zu sein. Im Gegenteil. Die vorhandenen Natriumionen beseitigen die einwandernden Chlorionen, so daß die vordringende Säure immer wieder in säurefreie Teile kommt. Und die Diffusion der Säure in säurefreiem Medium ist größer als in saurehaltigem. „Der Weg ist also genau von der Menge zu unterscheiden“ (Liesegang).

Versuch 23. Gelatine + relativ viel % Alkali + Lackmus auf einer Glasplatte. Als Tropfen verdünnte Salzsäure. Die rote Diffusion dringt vor, bleibt stehen, geht zurück. Das Alkali, anfänglich in Ruhe, kommt auch in Bewegung, da es am Orte der Säurewirkung verschwindet. Auch hier entstehen wie schon früher beschrieben zwei Diffusionsströme. Der zentrifugale der Säure und der zentripetale des Alkali. Dieses wird oft übersehen und ist doch so wichtig, besonders wenn es sich um geologische Zeiträume handelt.

Versuch 24. 10%ige Gelatine wird mit kohlensaurem Kalk oder Baryum verrührt, Lackmuslösung zugesetzt und schnell auf einer Glasplatte zum Erstarren gebracht. Als Impftropfen Säuren verschiedener Konzentration. Hier dringt die Säure immer weiter vor, da ihr nichts entgegen diffundieren kann. Ist die Säure verbraucht, schließt sich die Klärung, die sie hervorgebracht, nicht wieder. Das entstehende Kalziumchlorid wandert der Säure vor. Die entstehende Kohlensäure entweicht bei nicht zu großer Säurekonzentration nicht in Blasen, sondern auf dem Diffusionswege.

Versuch 25. 10%ige Gelatine + kohlensaurer Kalk + Natriumkarbonat + Lackmus. Als Impftropfen diverse Säuren. Das gebildete Kalziumchlorid dringt vor und bildet mit dem Natriumkarbonat neuen kohlensaurigen Kalk. Es legt sich also um den Lösungskreis ein nach außen wandernder Ring von neuem kohlensaurem Kalk an.

Als Pringsheim zuerst Niederschläge in Gallerten beobachtete, fand er, daß die sich bildenden Niederschlagsmembranen undurchlässig für die reagierenden Körper seien. Schon Bechold und Ziegler wiesen 1906 nach, daß dies nicht mehr der Fall, wenn man nachträglich die Konzentration des einen Salzes erhöhte. Es wanderte dann nachträglich durch die Membran hindurch und der Niederschlag bildete sich neu, die Membran an der Seite des schwächeren Salzes verstärkend. Nur wenn alle Teile der Membran Molekül an Molekül liegen ohne Gelatine zwischen ihnen, hört die Durchlässigkeit für andere Körper auf. Eine Ausnahme tritt ferner ein, wenn ein Salz sich in wässriger Lösung, das andere sich in Gelatine befindet. Das Salz in der wässrigen Lösung kann schwächer sein und doch in die Gelatine eindringen (Reagenzglasversuch). Seine Moleküle sind gewissermaßen besser disponibel. Aus ähnlichen Gründen diffundiert schwächere Lösung langsamer als stärkere.

Neue Diffusionszentren.

Zwei Lösungen, die aufeinander treffen, bilden stets ein drittes Diffusionszentrum. Dieses hat die Form des entstehenden Niederschlages, also z. B. eines Streifens. Von ihm aus diffundiert das neugebildete Salz weiter und kann die entstehenden Niederschläge wesentlich beeinflussen. Man beobachtet diese Vorgänge beim Gegeneinanderdiffundieren von Eisenchlorid und Silbernitrat. Auch auf der Seite des Silbers sieht man nach einiger Zeit an der Quellung ein Vordringen von Säure. Da die Salzsäure alle an der Berührungsschicht verbraucht wird, handelt es sich hier um neugebildete Salpetersäure, die von hier aus diffundiert. Liesegang sagt: Denkt man daran, daß die Zentrosomen Diffusionszentren sein könnten, so würde man einen Teil der Vorgänge zwischen ihnen durch Entstehung eines neuen Diffusionszentrums deuten können. Vergl. auch Leduc: „Das Leben“, Kapitel über Zellteilung, auf das später vielleicht noch einmal besonders zurückgekommen werden kann.

Niederschlagsfreie Höfe.

Versuch 26. 5 ccm 10 %iger Gelatine + 1 ccm 2 %iges Natriumchlorid. Nach dem Erstarren auf einer Glasplatte Impftropfen von ziemlich konzentriertem Silbernitrat (etwa 20 % oder mehr) im Abstände von etwa 3 cm voneinander. Bildung von Chlorsilber. Fixieren durch Belichtung. Nach einiger Zeit scheinen die Tropfen aufeinander zuzuwachsen (Abb. 10). Schließlich gehen sie ineinander über unter Freilassung eines Hofes in der Mitte. Grund: zwischen den Tropfen wird das Natriumchlorid schneller verbraucht, weil nichts nachdiffundieren kann. Daher schnellere Diffusion des Silbernitrats in der an Natriumchlorid ärmeren Zone. Schließlich ist alles Natriumchlorid verbraucht und eine Zone in der Mitte bleibt frei.

Wiederholung des Versuches mit anderen Konzentrationen, kleineren Tropfen und kleineren Abständen. Bildung ganzer Zellplatten mit gleichen Zwischenräumen. Das Salz in der Gallerte muß bei diesen Versuchen im Verhältnis zum andern relativ schwach sein. Auch mit andern Komponenten probieren. Absaugen der überschüssigen Tropfen in verschiedenen Stadien des Versuches und Eintrocknenlassen der Platten. Man beobachtet währenddessen von Zeit zu Zeit auch bei stärkeren Vergrößerungen.

Endogene und exogene Vorgänge.

Versuch 27. Gelatine + sehr wenig Natriumchlorid auf eine Platte gegossen. Daneben mehrere Streifen Gelatine, der nach und nach mehr Natriumchlorid zugesetzt wird. Nach dem Erstarren eintauchen in 5 % Silbernitratlösung oder Bepinseln damit. Es zeigt sich folgendes: Die ganz schwachen Natriumchloridstreifen sind nur schwach trübe; die Trübung nimmt mit dem Natriumchloridgehalt und mit der Zeit zu und läßt sich mechanisch nicht entfernen. Sie liegt innerhalb der Gelatine (endogen). Bei einigen

Streifen jedoch hat sich das Chlorsilber nicht in der Gelatine, sondern auf ihr gebildet (exogen). Es sind diejenigen Streifen, deren Natriumgehalt größer als der Silbergehalt der aufgegossenen Lösung ist.

Dasselbe Resultat läßt sich auch im Röhrchen instruktiv zeigen. Hier sieht man ferner, daß sich bei längerer Einwirkung bei einer bestimmten Konzentration der Niederschlag nur an der Oberfläche der Gelatine, aber noch in ihr bildet (perigen).

Bei den exogenen Vorgängen wird aus der Gelatine gewissermaßen das Salz heraus-

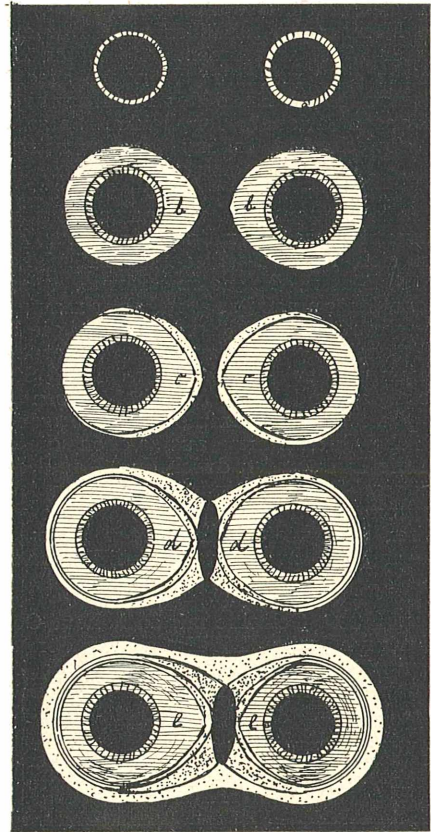


Abb. 5. Chlorsilberpräparat in verschiedenen Stadien durch Belichtung fixiert. Scheinbare chemische Fernwirkung (b u. c), Hof- und Lenniskatenbildung (d u. e).

gelaugt. Nach Beendigung des Vorganges (im Röhrchen) kann man nun ganz konzentrierte Silbernitratlösung aufgießen, ohne in der Gelatine eine Trübung zu erhalten. Dieser Vorgang ist für geologische Betrachtungen beachtenswert.

Versuch 28. Erweiterung dieses Versuches in Röhrchen. Wechsel in der Konzentration bei Lösungen. Man versuche:

Bleiazetat gegen Chlornatrium
 „ „ Chromate
 Silbersalze
 Baryumsalze

Baryumsalze	gegen Karbonate, Phosphate und Silikate
Kalziumsalze	Karbonate, Phosphate und Silikate
Silbersalze	Karbonate, Phosphate und Silikate
Eisensalze	Karbonate, Phosphate und Silikate

u. a. m. Man wechsele zwischen Gelöstem und Gelatinehaltigem.

Versuch 29. Wiederholung in schwacher Gelatine + wenig Salz der einen Reihe gegen konzentriertere der andern Reihe auf dem Objektträger (vergl. vorigen Aufsatz). (Aufbewahren für spätere Beobachtungen.)

Die Membranen schließen sich in mannigfaltigster Weise zusammen. Sie bilden Zellen mit einer oder mehreren Wänden, besonders wenn man gegen Ende der Membranbildung die Konzentrationen der beiden Salze aufs neue abwechselnd erhöht (durch Zutropfen lassen). Man sieht ferner Auswüchse, Knollen, Wurzeln und haarähnliche Fortsätze (besonders in dünnen und halbstarren Gelatinen). Im Innern dieser Membranringe oder Zellen bilden sich mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllte Blasen, Vakuolen, Kerne, plasmaähnliche Strömungen u. a. m. Der mangelnde Raum gestattet nicht, hier näher auf die Fülle der Erscheinungen einzugehen. (Vergl. die Abbildungen der früheren Aufsätze.) Streng genommen handelt es sich bei diesen Versuchen ja nicht um komplette Zellen, sondern um flache Querschnitte aus solchen, die oben durch die Luft, unten durch das Glas des Objektträgers begrenzt sind. Man kann jedoch ruhig von Zellen sprechen, da die Vorgänge dieselben sind wie in kompletten Zellen, nur gewissermaßen zwei- statt dreidimensional.

Pseudomorphosen.

Versuch 30. Gelatine mit so hohem Gehalt an Natriumchlorid, daß dieses nach dem Eintrocknen auskristallisiert. Die eingetrocknete Platte wird mit 5—10 % Silbernitrat bestrichen. Das Chlorsilber schlägt sich in Form der Natriumkristalle ab. Die Zwischenräume sind fast klar, enthalten also wenig oder kein Natriumchlorid. Man kann die Platte auswaschen und das Chlorsilber zu Silber durch photographische Entwickler reduzieren. Die Kristallform bleibt scharf erhalten. Auch das umgekehrte Bild läßt sich erreichen, doch würde dieses hier zu weit führen (vergl. Liesegang: Kolloidchemie des Lebens). Man versuche auch die Morphosen von Kaliumbichromat in Silberchromat, Bleichromat, ferner in geicher Weise die Bildung von Karbonaten, Phosphaten und Silikaten alles auf dem Objektträger und unter Beobachtung auch mittels stärkerer Vergrößerungen.

Versuch 31. Auf 5 % Gelatine mehrere Tropfen von Natriumchlorid. Nach dem Eintrocknen Auswaschen und wieder Trocknen.

Dort, wo die Kristalle gestanden, hatte die Gelatine ihre Form angenommen.

Man wiederhole mit andern leicht kristallisierenden und durch Fällungen gut nachweisbaren Salzen.

Bei beiden Versuchen ist an Stelle eines Stoffes ein anderer getreten, der die Form des ersten angenommen hat.

Ähnliches findet auch beim Rosten des Eisens, bei Umwandlung von Blei in Mennige usw. statt. Auch Schaumspat z. B. hält man für eine Verwandlung von kohlensaurem Kalk in Gips.

Der Vorgang ist folgender: ber Stoff A (NaCl) wird von einem Stoff B (AgNO₃) angegriffen. A wird durch C (AgCl) ersetzt. Nun diffundiert B in C weiter und bildet so aus A neue Schichten von C. Niemals aber diffundiert B in A, was wiederum wohl zu beachten ist.

Entwässerung von Gallerten.

Versuch 32. 10 % Gelatine in einem Reagenzglas, darauf 2 % Trikaliumphosphat. Die Gallerte schrumpft stark, die Lösung vermehrt sich. Ebenso, wenn man diesen Versuch auf einer Platte anstellt.

Versuch 33. Man werfe ein Stückchen 5—10 % Gelatine in eine 60—80 %ige Trikaliumphosphatlösung. Sie wird völlig ausgetrocknet. Auch ein Stück Zucker auf 10 % Gelatine gelegt, verflüssigt sich und die Gelatine trocknet unter dem Stück aus. Es handelt sich hier ebenfalls um Diffusionsvorgänge. Diese kommen jedoch nicht in Betracht, wenn es sich um Gerbungen der Gelatine handelt, hier preßt die Gelatine selbst das Wasser aus.

Versuch 34. Tropfen von Eisenchlorid auf 10 % Gelatine auf Glasplatte. Oder desgl. im Röhrchen. Die Gelatine schrumpft hier. Noch stärker sind die Vorgänge bei den unlöslichen Ferrozyaniden. Liesegang beschreibt folgenden Versuch:

Versuch 35. Ein Glasrohr gefüllt mit Gallerte aus 40 ccm 5 % Gelatine und 10 ccm ½ %igem Ferrozyankalium wurde nach dem Erstarren in 10 % Kupferchloridlösung gelegt. Nach einigen Stunden war nur noch ein brauner, ganz dünner Gelatinefaden in der Röhre.

Das Wachstum der Röhrenknochen.

Versuch 36. Es wird zuerst in warmer 10 % Gelatine, die Chlorkalzium enthält, durch Zusatz von Trikaliumphosphat eine Emulsion hergestellt. Ein Reagenzglas wird mit Gelatine gefüllt, der etwas Ammoniak oder Trikaliumphosphat beigemischt ist. Über diese kommt eine Schicht der oben hergestellten Emulsion und auf diese eine schwache Salzsäure. Diese löst das Phosphat der Emulsion auf. Das gelöste Chlorkalzium wandert vor. Beim Erreichen der unteren Schicht wird es aufs neue gefällt. Hieraus läßt sich nach Liesegang folgende Theorie des Wachstums der Röhrenknochen ableiten: Das Innere der Knochen besteht aus einem Diffusionszentrum von Säure. Außen befinden sich Alkalien. Die Säure löst innen Knochenerde auf, die nach außen diffundiert und dort von den Alkalien gefällt wird. Dieses Wachstum durch Apposition wird verstärkt durch Zufuhr von Kalksalzen, die nicht aus dem

Knochen stammen. Es findet also gleichzeitig Abbau und Anbau statt, und nicht zu verschiedenen Zeiten, wie man für pathologische Verhältnisse wenigstens bisher ziemlich allgemein annahm.

Kalziumphosphatmembrane.

Kalziumphosphat spielt in Form von Lösungen, in kolloidaler Verteilung, als Membran, als Bestandteil des Blutes und Aufbaukörper der Knochen im lebenden Körper eine große Rolle. Man muß hier nur streng unterscheiden zwischen solchen Membranen, in denen der eigentliche Membranbildner allein vorhanden ist und solchen, in denen er noch Fremdkörper einschließt. Je nach diesen Verhältnissen können die Membranen völlig verschiedene Eigenschaften haben. Eine Kalziumphosphatmembran z. B. enthalte noch Gelatine. Dann erfolgen die Vorgänge in ihr wie in reiner Gelatine, nur langsamer. Sie ist durchlässig für stärkere Lösungen von Chlorkalzium, Kaliumphosphat und Salze, die nicht mit ihr reagieren.

Versuch 37. Tropfen untereinander äquivalenter Lösungen von Chlorkalzium und Trikaliumphosphat bilden auf Gelatine zwischen sich eine Membran in Form eines Niederschlages in gerader Linie. Verstärkt man später das eine Salz, so wächst der Niederschlag nachträglich nach der Seite des schwächeren Salzes weiter. Man entfernt die Gelatine rechts und links der Membran und gießt neue auf. Darauf Tropfen von Kalziumchlorid und Silbernitrat. Es lagert sich Chlorsilber auf der Seite des Silbernitrates ab, nicht aber auf der anderen, da das Silbernitrat auf dem Wege

durch die Membran in Phosphat verwandelt würde.

Schließlich können Membrane, die frei von Kolloiden sind, gänzlich undurchlässig für andere Körper werden.

Versuch 38. Man befreie Schalen von Hühnereiern von dem inneren Häutchen und gieße Lösungen von Kalziumchlorid, Kaliumphosphat, Silbernitrat, Natriumchlorid, Kaliumbichromat u. a. m. hinein. Selbst nach einigen Tagen noch gelingt es nicht, diese Salze auf der Außenseite nachzuweisen. (Vorsicht vor feinen Sprüngen in der Schale.)

Versuch 39. Man schichte konzentrierte äquivalente Lösungen (drei und mehrfach normal) von Kalziumchlorid und Trikaliumphosphat übereinander. Hier bilden sich mit der Zeit fast glasharte Schichten.

Bei vielen Reaktionen kann nun der sich bildende Niederschlag noch in übersättigtem Zustande gelöst bleiben. Gerade Kolloide, wie Gummi, Agar-Agar und Gelatine befördern dies, wie sie ja auch auf metallische Kolloide als Schutzkolloid wirken, und diese vor dem Ausfallen bewahren. Diese übersättigt gelösten Substanzen diffundieren weiter, bis sie schließlich plötzlich ausfallen. Es entstehen so rhythmische Fällungen, die zuerst von Liesegang beobachtet wurden. Aber schon 1872 hatte Harting eine konzentrische Streifung beobachtet, als er künstlich die Struktur von Mollusken-Schalen nachahmen wollte. Mit diesen geschichteten Strukturen und rhythmischen Fällungen sowie rhythmischen Kristallisationen soll uns der nächste Aufsatz beschäftigen.

Trugbilder bei Betrachtung mikroskopischer Schnitte.

Von Paul Rostock.

Die älteren Mikroskopiker haben sehr viel häufiger, als wir es heute tun, von den Geweben, die sie untersuchen wollten, Zupfpräparate angefertigt. Die fortschreitende Technik brachte es mit sich, daß diese alte Gewohnheit immer mehr in Fortfall gekommen ist, denn man konnte sich vor nicht sehr langer Zeit für verhältnismäßig wenig Geld ein gut arbeitendes Mikrotom anschaffen. Die verfeinerten und speziellen Färbemethoden taten das Ihre dazu. Und so kam es denn, daß der Mikrotomschnitt das Zupfpräparat fast vollkommen verdrängte. Das ist sehr zu bedauern. Es soll nicht verkannt werden, daß es ein bedeutender Fortschritt war, als man gelernt hatte, tadellose und vor allen Dingen gleich dicke und lückenlose Schnittserien von den Geweben und Organen anzufertigen. Aber

durch die Vervollkommenung unserer mikroskopischen Technik mußten wir den Nachteil in Kauf nehmen, daß die Bilder, die ein Schnitt bietet, in mancher Richtung schwierig zu deuten sind. In den nachfolgenden Zeilen sollen diese Schwierigkeiten einer kurzen Betrachtung gewürdigt werden.

Die Form der Zellen, wie wir sie in einem Schnitt sehen, entspricht nicht immer ihrer wirklichen Gestalt. Um uns dies klar zu machen, denken wir uns ein Bündel von 4 nebeneinanderliegenden Spindelzellen, wie sie Abb. 1 in einem Schnitt zeigt, der parallel zu dem Verlauf des Zellkörpers geht.

Wir wollen uns nun überlegen, was für Bilder wir erhalten würden, wenn wir den Schnitt in einer anderen Richtung gelegt hätten. Wir sehen, daß wir nacheinander

Rundzellen mit kleinem und mit großem Kern, anscheinend kernlose Rund- und Spindelzellen und typische Spindelzellen in allen nur denkbaren Übergangsformen erhalten. Im Einzelfall, zumal wenn man nur einen einzigen Schnitt vor sich hat, ist

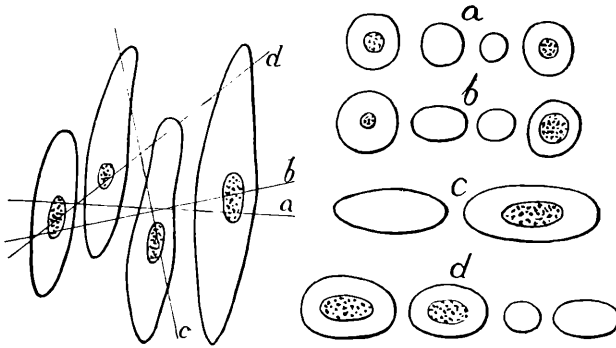


Abb. 1. Optisches Bild von in vier verschiedenen Richtungen geschnittenen Spindelzellen.

es ganz unendlich schwer, sich ein genaues und richtiges Bild von der Form der vorliegenden Zellen zu machen, besonders wenn man berücksichtigt, daß die Zellen ja verhältnismäßig selten so parallel in den Geweben gelagert sind, wie wir es im obigen Fall der Einfachheit halber annehmen. Der Anfänger kann bösen Täuschungen ausgesetzt sein, wenn er diese Verhältnisse nicht beachtet. So mancher gelehrte Streit in der wissenschaftlichen Literatur ist nur dadurch zustande gekommen, daß man es versäumte, diese Überlegung anzustellen. Die Anfertigung eines Zupfpräparates klärt uns in einfachster Weise über die wahre Gestalt der Zellen auf, die wir vor uns haben. Schon aus diesem Grunde wird es stets seinen Wert behalten. Aber andererseits wird es in besonders schwierigen Fällen unumgänglich nötig sein, Serienschritte anzufertigen und durch Kombinierung der verschiedenen Schnitte sich ein plastisches Bild von der Lagerung und Gestalt der fraglichen Zellen oder Gewebe zu machen.

In besonders schöner Weise gelingt dies durch die Anwendung des Born-Peterschen Plattenmodellierverfahrens. Dies näher zu schildern überschreitet jedoch den Rahmen dieses Aufsatzes.

Andere, ebenfalls durch verschiedene Schnittführung bedingte mikroskopische Trugbilder trifft man häufig bei der Untersuchung drüsiger Organe an. Sie bereiten erfahrungsgemäß dem Anfänger recht erheb-

liche Schwierigkeiten. Daher sollen sie hier etwas eingehender erörtert werden. Stellen wir uns einen blind endenden Drüsen-schlauch einer einfachen tubulösen Drüse vor, den wir wiederum in seiner Längsrichtung geschnitten haben, so erhalten wir ungefähr ein Bild, wie es Abb. 2 a zeigt.

Verändern wir nun die Schnitt-richtung, so erhalten wir verschiedene kreisförmige bis längsovale Gebilde in allen Übergängen.

Bisher haben wir immer nur angenommen, daß die Schnitte, die wir anfertigen, sehr dünn sind, sozusagen nur eine mathematische Ebene darstellen. Dies ist aber keineswegs der Fall. Und gerade die Schnitte der Anfänger pflegen meist eine recht erhebliche Dicke zu haben. Dies kompliziert die

mikroskopischen Bilder noch mehr. Gehen wir wieder von der Drüse aus, die wir in Abb. 2 a betrachtet haben, denken wir uns, daß der Schnitt, den wir angefertigt haben, die zwischen den Linien a und b (Abb. 3) gelegenen Teile enthält, so erhalten wir unter dem Mikroskop ein Bild, wie es schematisch in a oder b dargestellt ist, je nachdem wir den Schnitt von unten oder von oben betrachten.

Wir sehen also nichts von einem Hohlraum, sondern haben einen kompakten Zellhaufen vor uns.

Verlaufen nun die inneren Drüsenwände nicht parallel, sondern haben sie die in

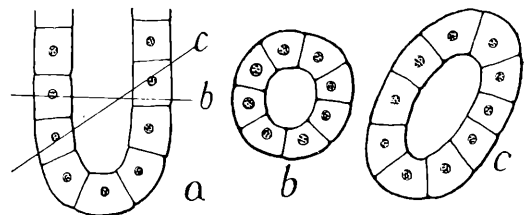


Abb. 2. Drüsen-schlauch in verschiedenen Ebenen geschnitten.

Abb. 4 dargestellte Form, so ergibt sich eine neue Schwierigkeit. Stellen wir uns wiederum vor, unser Schnitt enthält die zwischen a und b gelegenen Teile, so erhalten wir unter dem Mikroskop das in Abb. 4 dargestellte Bild.

Die Drüsenwandung erscheint fälschlich als aus einer mehrschichtigen Reihe von Epithelzellen gebildet. In Wirklichkeit handelt es sich jedoch um ein einschichtiges,

kubisches Epithel. Trugbilder anscheinender Mehrschichtigkeit werden sich naturgemäß um so weniger geltend machen, je dünner die Schnitte sind. Wenn der Schnitt

der Befunde nicht unwesentlich erschweren. Nur ein Fall soll noch kurz angedeutet werden. Abb. 6 a zeigt einen gewunden verlaufenden, mit mehrschichtigem Epithel ausgekleideten Gang (die einzelnen Zellen sind nicht mitgezeichnet), etwa den Aus-

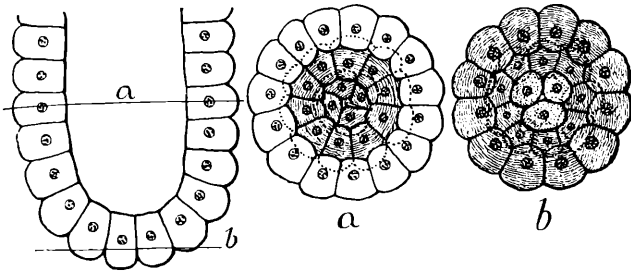


Abb. 3. Schnitte durch Drüsenkuppen.

wirklich senkrecht das Drüsenlumen trifft und die Entfernung beider Schnittebenen nur die Dicke einer einfachen Zelllage beträgt, so wird diese Täuschung nicht entstehen können. Daher kommt es gerade bei diesen Untersuchungen ganz besonders darauf an, ausreichend dünne Schnitte anzufertigen. Bei dickeren Schnitten kann man sich die Beurteilung dadurch erleichtern, daß man durch Bewegen der Mikrometerschraube feststellt, daß die mehrschichtig erscheinenden Zellen nicht genau in einer Ebene liegen, also nicht in jedem Gesichtsfeld gleich deutlich erscheinen. Überhaupt setzt uns das Drehen der Mikrometerschraube instand, einen körperlichen Eindruck von den untersuchten Objekten zu erhalten.

Aber auch bei ganz dünnen Schnitten kann eine Mehrschichtigkeit von epithelbekleideten Flächen in Drüsen oder ähn-

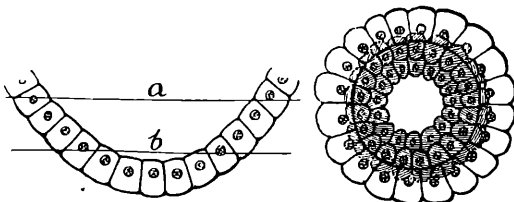


Abb. 4. Schnitt durch sich verjüngenden Drüsenschlauch.

lichen Gebilden vorgetäuscht werden, wenn ihre Flächen streckenweise ganz eben oder flach gekrümmt sind. Fällt nun gerade einmal die Schnittebene mit dieser Fläche zusammen, so erhält man an Stelle der Lichtung ein mosaikähnliches Flächenbild. (Abb. 5.)

Die bisher betrachteten Möglichkeiten sind durchweg Grenzfälle. Nun kommen in der Praxis alle nur erdenklichen Übergänge und Kombinationen vor, welche die Deutung

führungsgang einer Drüse. Bei der eingezeichneten Schnittrichtung erhalten wir ein Bild, wie es Abb. 6 b veranschaulicht.

Der Fall zeigt, daß es ganz unmöglich ist, sich ohne Vergleichung mehrerer Schnitte ein Bild von der wahren Gestalt zu machen.

Andere Möglichkeiten kann sich jeder mit geringer Mühe zurechtlegen. Zweck dieser Zeilen sollte nur sein, zu kritischer Betrachtung der mikroskopischen Schnittbilder anzuregen und auf die Notwendigkeit hinzuweisen, sich stets eine plastische Vorstellung von den untersuchten Geweben und Organen durch Betrachtung mehrerer Schnitte oder durch Anfertigung von Zupfpräparaten zu verschaffen.

Am einfachsten stellt man derartige Zupf-

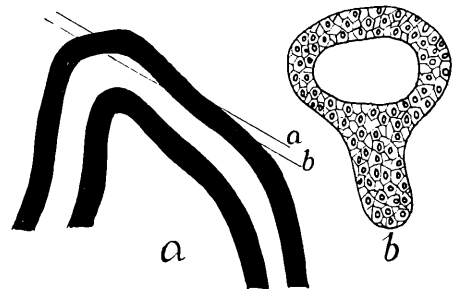


Abb. 6. Flachschnitt durch einen Drüsenausführungsgang.

präparate so her, daß man kleine Gewebstücke auf dem Objektträger in einem Tropfen physiologischer Kochsalzlösung mittels zweier spitzer Präpariernadeln in möglichst kleine Teilchen zerfasert, sie mit einem Deckglas bedeckt und dann unter dem Mikroskop untersucht. Am besten ist es naturgemäß, wenn man die Organe frisch überlebend untersucht. Man kann jedoch auch aus fixiertem Gewebe Zupfpräparate herstellen.

Beispiele für das mechanische System der Blütenpflanzen (Anthophyten).

Von Ing. **Rich. Baecker.**

Die Gewebe der Pflanzen werden nach dem Vorgange älterer Anatomen auch heute noch meist in Haut-, Strang- und Grundgewebe geschieden. Diese Einteilung bezieht sich aber ausschließlich auf die topographische Anordnung, ohne die oft sehr verschiedenartige funktionelle Bedeutung der Gewebeelemente entsprechend zu berücksichtigen.

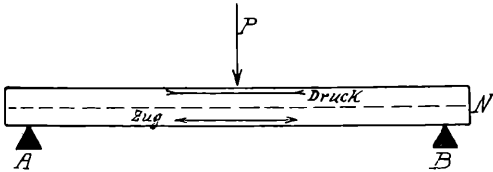


Abb. 1. Erklärung im Text.

So stellen schon die eine topographische Einheit bildenden Fibrovasalbündel hochkomplizierte Gewebekomplexe mit mehrfachen physiologischen Leistungen dar; in erhöhtem Maße tritt die funktionelle Verschiedenwertigkeit beim Grundgewebe in Erscheinung, das je nach seiner Beschaffenheit als Speicher- und Assimilationsgewebe, als Sekret- und Exkretbehälter, als mechanisches Gewebe u. a. fungieren kann. Bezüglich der Anordnung und Verteilung des mechanischen Gewebesystems haben die Untersuchungen Schwendeners und anderer Autoren gezeigt, daß die Natur wie in anderen Fällen auch im Pflanzenreiche das vom Menschen unter dem Zwange der äußeren Verhältnisse vor allem in der Technik verfolgte Prinzip des sparsamen Bauens, d. i. das Erzielen eines Optimums der Wirkung mit einem Minimum an Materialaufwand, auch ihrerseits meisterhaft durchgeführt hat. Zum besseren Verständnis sei vorerst eine kurze Exkursion in das Gebiet der Festigkeitslehre vorgeschickt: Wird ein auf den Stützen A und B (Abb. 1) frei aufliegender Balken gleichmäßig oder durch eine Einzelkraft (P) belastet, so treten bei gleichzeitiger Deformation in der Oberseite Druck-, in der Unterseite Zug-

spannungen auf, während das in der Mittelebene (N) liegende Material nicht beansprucht wird (neutrale Faser). Davon macht die Technik bei Anwendung des I-(Doppel-T)-Eisens vielfach Gebrauch. Die beiden oben und unten liegenden Gurtungen dieses Profils nehmen die Zug- und Druckkräfte auf, der die Gurtungen verbindende dünnere Steg dient als Füllung und zur Aufrechterhaltung des Abstandes der Gurtungen voneinander. Dieses I-Eisen ist aber nur in der Richtung der Stegebene biegeunfähig; wenn eine erhöhte Festigkeit nach allen Richtungen senkrecht zur Trägerachse erzielt werden soll, dann muß eine andere Konstruktion gewählt werden, die wir mit einer für den Zweck dieser Darstellung ausreichenden Richtigkeit aus der Anordnung von drei solchen Trägern nach der Abb. 2 ableiten können. Denkt man sich die in einer Kreislinie liegenden Gurtungen tangential gegeneinander abgesteift oder zu einem geschlossenen Ringe vereinigt, wobei die Stege entfallen können, so entsteht ein Kastenträger bzw. eine hohle Säule, die beide in der Technik als biege- und gleichzeitig druckfeste Konstruktionen oft verwendet werden. Nach im wesentlichen gleichen Prinzipien sind, wie in den folgenden Zeilen an der Hand von Beispielen gezeigt werden soll, auch die Sprosse und andere Organe der Blütenpflanzen gebaut¹⁾.

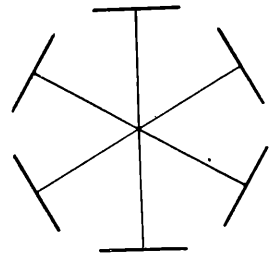


Abb. 2. Erklärung im Text.

um die erforderliche Festigkeit zu erzielen. Daß es sich dabei um ganz bedeutende Anforderungen handelt, wird

¹⁾ Ein mechanisches System ist auch bei den Archegoniaten (Moose und Farne) schon angedeutet, aber noch nicht so klar entwickelt.

klar, wenn man bedenkt, welchen Biegebbeanspruchungen z. B. die hohen, schlanken Halme der Gramineen und Zyperazeen ausgesetzt sind; eine vereinigte Druck- und Biegebbeanspruchung liegt bei den Bäumen vor, deren Stamm die gewaltige Last der belaubten Krone tragen und auch den vom Wind herrührenden Biegekräften Widerstand leisten können muß.

Das der Festigung der Pflanze dienende mechanische Gewebesystem, dessen Gesamtheit als Stereom (Festigungszellgewebe) bezeichnet wird, kann aus Sklerenchym, Kollenchym oder Bastfasern bestehen. Die Sklerenchymzellen sind in der Regel überall von gleichem Durchmesser (isodiametrisch), haben verholzte, meist von zahlreichen Poren durchsetzte Membranen und dienen, von den Schalen mancher Früchte und Samen abgesehen, meist lokalen Zwecken (in der Rinde, im Blatt von *Thea* u. dgl.); das Kollenchym ist ein parenchymatisches, lebendes, in der Regel chlorophyllführendes Gewebe, dessen Zellen zur Wahrung der Wachstumsfähigkeit, der Dehnbarkeit und des besseren Stoffaustausches an bestimmten Stellen unverdickt bleiben und das daher zur Festigung noch wachsender Teile verwendet wird; die Bastzellen sind typische prosenchymatische, scharf zulaufende, oft mit schiefen Tüpfeln versehene Zellen, deren Membranen stark, vielfach bis zum Schwinden des Lumens verdickt und geschichtet sind. In ausgewachsenem Zustand sind Bast- und Sklerenchymzellen tot und ohne plasmatischen Inhalt. Zu den Bastzellen gehören auch die dem Holzkörper eingelagerten Librifasern mit stets verholzten Membranen. Zur Untersuchung der chemischen Beschaffenheit der mechanischen Zellen eignen sich, abgesehen von den gebräuchlichen Reaktionen mit Anilinsulfat und Phloroglucin-Salzsäure Kontrastfärbungen mit Safranin-Hämatoxylin (mit starkem Differenzieren des Safranin) und mit Methylgrün-Alaunkarmin-Sudan (s. Mikrokosmos 1920/1, S. 207).

Die Verteilung des mechanischen Gewebes und seine Anordnung ist außerordentlich mannigfaltig und wurde von Schwendener für die Monokotylen systematisch geordnet. Hier kann es sich nur darum handeln, einige typische Fälle zu besprechen, für die das Material leicht zu beschaffen ist.

Nach dem System des aus zwei über Kreuz gestellten I-Trägern bestehenden Kasten-

trägers ist der Stengel der Labiaten (z. B. von *Glechoma radicans*, *Lamium luteum*) gebaut (Abb. 3); die Gurtungen bestehen, da eine Festigung des Stengels schon im wachsenden Zustande erforderlich ist, aus für die Labiaten überhaupt charakteristischem Eckenkollenchym, die Füllung wird von dem Leitungsgewebe und dem parenchymatischen Grundgewebe gebildet, wobei die an den vier Ecken liegenden Xyleme die Wirkung der Kollenchymstränge unterstützen.

Das in der Regel aus einem mehr oder minder mächtigen Sklerenchymring bestehende mechanische System des zweiten Grundtypus, der hohlen Säule, kann in zweifacher Weise angeordnet sein, entweder unmittelbar unter der Epidermis, wie im Stengel von *Zea mays* (die Bastbelege der Bündel dienen nur dem Schutze der Siebteile), oder weiter innen, als durchlaufende Umhüllung der Siebteile der äußersten Bündel, wobei zwischen Sklerenchymring und Epidermis ein der primären Rinde angehöriges, meist

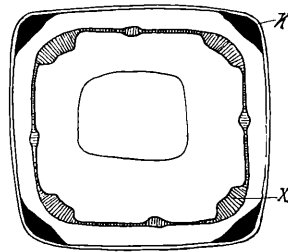


Abb. 3. K Kollenchym,
X Xylem.
Erklärung; im Text.

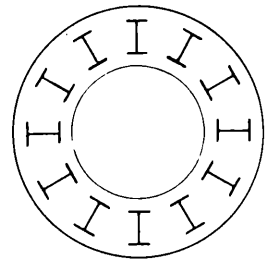


Abb. 4.
Erklärung im Text.

chlorophyllführendes Parenchym liegt, wie bei *Aristolochia siphon* und *Ruscus aculeatus*. Dieser Typus ist bei vielen Pflanzen in verschiedenartiger Weise ausgestaltet, so bei *Molinia coerulea* durch gegen die Epidermis vorspringende Bastrippen.¹⁾ Der früher erwähnte *Ruscus* (oft fälschlich als *Ilex* bezeichnet) ist insofern bemerkenswert, als neben dem Sklerenchymring nicht nur die Bündel von starken Bastbelegen begleitet sind, sondern auch das ganze Grundgewebe stark verdickte Membranen besitzt, die zur Aufrechterhaltung des Flüssigkeitsaustausches zahlreiche weite Poren besitzen. Durch diese starke Sklerenchymatisierung des ganzen Stengels, die sich in erhöhtem Ausmaße auch bei anderen Liliaceen (*Dracaena*) fin-

¹⁾ Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie.

det, entsteht eine nahezu homogene, massive, feste Säule, eine Bauform, die zwanglos zu der Konstruktion des gleichzeitig druck- und biegungsfesten Stammes der Koniferen und Laubhölzer überleitet.

Nur in verhältnismäßig seltenen Fällen liegen der Verteilung des Stereoms so klare mechanische Verhältnisse zu Grunde; in der Regel sind die Gurtungen mehrfach aufgelöst und bilden z. B. bei den Zyperazeen jede für sich einen selbständigen Träger mit je zwei Gurtungen, wodurch das in Abb. 4 dargestellte Schema entsteht. So finden wir im Halme des als Zimmerpflanze oft gezo-genen *Cyperus* in regelmäßigen Abständen subepidermale Baststränge, mit denen an das Xylem der in demselben Radius gelegenen Gefäßbündel angelehnte mechanische Stränge korrespondieren (Abb. 5); diese beiden

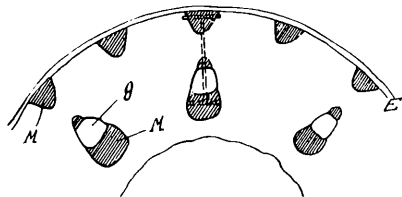


Abb. 5. E Epidermis, g Gefäßbündel, M mechanisches Gewebe. Erklärung im Text.

Stränge bilden die Gurtungen eines Trägers (in der Abb. strichliert eingezeichnet), dessen Füllung von dem Gefäßbündel und parenchymatischen Zellen gebildet wird. Dem Siebteil jedes Bündels liegt noch ein kleines Bastbündel mit lokalmechanischer Funktion an. Noch komplizierter ist die Verteilung des Stereoms bei *Scirpus*, in dessen Halm zwischen den Hauptträgern, deren Füllung aus Luftinterzellularen und Parenchym besteht, zur tangentialen Versteifung sekundäre Träger eingeschoben sind (Abb. 6). Da bei den Gramineen und Zyperazeen das Längenwachstum der Halme unmittelbar über jedem Knoten erfolgt und das Gewebe daher dort lange in meristematischem Zustande verbleibt, muß die Festigung der Halme an diesen Stellen durch die entsprechend versteifte Blattscheide erfolgen. Bei dem überall verbreiteten Ruchgras *Anthoxanthum odoratum* finden wir einen peripher gelagerten Sklerenchymring (Abb. 7) und radial gestellte Träger, deren Füllung je ein größeres Gefäßbündel bildet; dazwischen liegt noch je eine subepidermale Bastrippe, der an

der Innenseite je ein kleineres Bündel anliegt.

Von den Sprossen der Dikotylen, deren mechanischer Bau, soweit es sich nicht um Sträucher und Bäume handelt, in der Regel ziemlich verwickelt ist, wollen wir zunächst den Stengel von *Cychorium Intybus* betrachten, dessen Querschnitt schematisch in Abb. 8 dargestellt ist. An den Kanten des Stengels und gegenüber den kleineren Bündeln sind in der primären Rinde, die von dem Gefäßkörper durch eine Schicht größerer Zellen getrennt ist, stärkere Kollenchymstränge eingelagert, während das übrige, der Assimilation dienende Rindenparenchym aus dünnwandigen Zellen besteht. Im Gefäßkörper wechseln größere und kleinere Bündel regelmäßig miteinander ab, die kleineren liegen unter den Ecken, die größeren an den flachen Seiten des Stengels. Zwischen je zwei benachbarte Bündel sind mächtige Sklerenchymstränge eingelagert, die einerseits die Gurtungen der supponierten radial gestellten Träger bilden, andererseits aber auch als tangential Versteifungen fungieren. Die Siebteile der an den Ecken liegenden und daher Beschädigungen mehr ausgesetzten Bündel sind außerdem durch schwächere Baststränge geschützt. Ähnlich ist der Stengel von *Rumex acetosa* und anderen Ampfern gebaut.

Einen vollständig abweichenden, dem Liantentypus entsprechenden Bau zeigen aus-

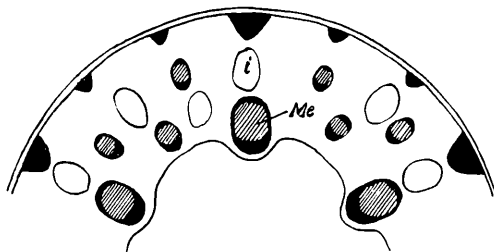


Abb. 6. i Interzellularen, Me Mestom. Erklärung im Text.

gewachsene, holzige Sprosse von *Clematis vitalba* (Waldrebe). Da es sich bei dieser um eine Schling- oder Kletterpflanze handelt, ist ihr Stamm nur auf Zug und Biegung, nicht aber auf Druck beansprucht; andererseits bedingt aber das vergleichsweise geringe Ausmaß der Querschnittfläche, daß ein verhältnismäßig großer Teil davon auf das Leitungs-gewebe (sowohl für Wasser als auch für die

(ge) Assimilate) entfallen muß. An womöglich über den ganzen Querschnitt reichenden Schnitten, die vorteilhafter Weise mit den oben angegebenen Farbstoffen gefärbt werden, sehen wir daher, daß der Holzkörper durch relativ breite, primäre (d. h. bis ins Mark reichende) Markstrahlen in mehrere Sektoren unterteilt ist, so daß eine ausreichende Biegsamkeit gewährleistet ist; die Holzgefäße haben sehr weite Lumina und sind schon mit freiem Auge erkennbar. Jedem Holzsektor entspricht ein mächtiger, am Querschnitt einer dicken, bikonvexen Linse gleichender Siebteil, der außen von einem der Kontur der Phloeme folgenden, durchlaufenden Bastbeleg geschützt wird. In der Mitte jedes Bastbogens springt rechts und links je ein Bogenansatz in das Innere des Siebteils vor. Außerdem sind noch korrespondierend jedem Sektor im Rindenparenchym isoliert gelagerte Bastbündel vorhanden. Durch diese Anordnung des mechanischen Gewebes ist ein ausreichender Schutz

verlaufender, teils von der Oberseite zur Unterseite reichender, teils subepidermal liegender Träger (ähnlich wie bei der Blattscheide von *Anthoxanthum*) angeordnet.

Von Blattstielen sei vorerst nur auf jenen der Phoenix-Palme hingewiesen. Der im Querschnitt halbkreisförmige Blattstiel ist von zahlreichen, verhältnismäßig schwachen Gefäßbündeln durchzogen, deren jedes von einer Sklerenchymscheide umgeben ist. Diese ist bei den peripher liegenden Bündeln außerordentlich kräftig entwickelt und reicht bis an die Epidermis, während bei den inneren Bündeln ihre Dicke allmählich abnimmt. Durch diese leichte Biegsamkeit mit großer Zugfestigkeit vereinigende Bauform ist der Blattstiel den starken Beanspruchungen durch die Stürme der Tropen sehr vollkommen angepaßt.

Als letztes Beispiel seien die sekundären Sprosse von *Equisetum hiemale* erwähnt. Dünne Querschnitte lassen erkennen, daß



Abb. Erklärung im Text.

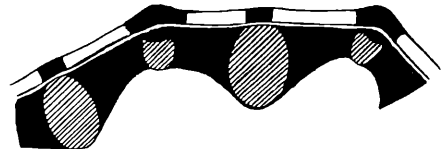


Abb. 8. Erklärung im Text.

der gerade bei Lianen gefährdeten großen und dabei zarten Siebteile gegeben, ohne daß die Schmiegsamkeit des Stammes beeinträchtigt würde.

Die Blätter werden durch Wind und Regentropfen auf Biegung und Zug (Zerreißen) beansprucht. Dieser Art der Inanspruchnahme entspricht auch die Verteilung des mechanischen Systems, für deren Studium sich besonders die Blätter der Gramineen und Zyperazeen eignen (sehr schöne Präparate geben auch die Blätter des Neuseeländischen Flachs, *Phormium tenax*). Das Stereom ist gewöhnlich in der Form längs-

jeder der vier als Assimilationsgewebe ausgebildeten, längsverlaufenden Flügel an der Außenkante durch einen mehrzelligen Sklerenchymstrang versteift ist. Hier finden wir also das Schema der gekreuzten Träger in anderer Form wiederholt.

Die angegebenen Beispiele, die sich durch weitere selbständige Untersuchungen leicht erweitern lassen, zeigen, daß die Natur auch auf dem Gebiete der Festigung des Pflanzenkörpers mit ganz einfachen Mitteln Wirkungen erzielt, wie sie der Mensch erst auf der Höhe seiner technischen Kultur verwirklichen konnte.

Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.

Von **Wilh. Schneider.**

A. Vorbemerkungen.

Es ist die Aufgabe der folgenden Darstellung, den Anfänger in ein Gebiet einzuführen, das erfahrungsgemäß von den Freunden mikroskopischer Arbeit wenig gepflegt wird. Glaubt er doch vielfach, nur mit Benutzung einer umständlichen und teuren Arbeitseinrichtung zu befriedigenden Ergebnissen kommen zu können. Demgegenüber ist zu betonen, daß man auch mit geringen Mitteln sich eine auf eigene Anschauung gegründete Kenntnis des feineren Aufbaus der Wirbeltiere verschaffen kann. Dieser Einblick ist umso wertvoller und fesselnder, als er uns auch mit den Bausteinen unseres eigenen Körpers bekannt macht.

Eine Anleitung für den Anfänger soll, vom Leichten zum Schweren führend, allmählich die technischen Schwierigkeiten überwinden lehren. Ich war mir daher, als die Aufforderung der Schriftleitung des „Mikrokosmos“ an mich herantrat, sofort darüber klar, daß auf die übliche Anordnung nach Geweben und Organen ganz zu verzichten sei. Das ist nur ein scheinbarer Nachteil. Wer seine Präparate aufmerksam zu durchmustern und vor allem zu zeichnen sich gewöhnt, dem ordnen sich die gewonnenen Einzelanschauungen leicht zu einem klaren Gesamtbild, abgesehen davon, daß sich ein solches an der Hand der erarbeiteten Dauerpräparate jederzeit wieder gewinnen läßt.

Für die Auswahl der Methoden ergibt sich aus unserem Ziele die Möglichkeit, einige wenige, allgemein anwendbare Behandlungsweisen aufzuführen und so die Zahl der Fixierungsflüssigkeiten und Farben zu beschränken, ohne doch auf die Darstellung wichtiger Einzelheiten verzichten zu müssen. Wirklich notwendig sind für unsere Arbeit nur die folgenden Hilfsmittel:

1 gewöhnliche und 1 feinere (Stick-) Schere;

1 Küchenmesser;

1 Pinzette;

1 Rasiermesser mit breiter Klinge, beiderseits hohl oder auf einer Seite flachgeschliffen;

2 Präpariernadeln, am besten feine Nadeln, die mit einer Flachzange in Federhalter eingesteckt werden;

einige Glasstäbe, durch Zuschmelzen von Glasröhren über Spiritus- oder Gasflamme zu erhalten;

2 Pipetten, hergestellt durch Ausziehen von Glasröhren in eine feine Spitze und Überstreifen eines Stückes Gummischlauch, der durch ein zugeschmolzenes Röhrchen abgeschlossen wird;

1 gewöhnlicher Pinsel;

einige Probiergläschen;

einige kleine Gefäße zum Färben (Vogelfutternäpfchen oder Uhrschildchen);

Filterpapierstreifen von Deckglasbreite (18 mm) und etwa doppelter Länge;

Objekträger und Deckgläser (am besten quadratische von 18 mm Länge).

Ferner:

Formalin;

Brennspiritus;

destilliertes Wasser;

Kaliumhydroxyd (in Stangenform dicht verschlossen aufbewahren; wenig Lösung herstellen; Glasstopfen der Vorratsflasche gut mit Vaseline einreiben);

Eisessig;

Schwefelsäure;

Salzsäure;

Salpetersäure;

Glyzerin;

Hämalaun (oder eine andere Hämatoxylinfarbe für Kernfärbung, z. B. H. nach Delafield);

Eosin gelblich;

Boraxkarmin.

Für Dauerpräparate:

Glyzeringelatine;

Maskenlack (oder eine andere Umrandungsmasse, z. B. Krönigscher Kitt, Goldsize, Heidenhainscher Deckglaskitt);

flüssiges Terpeneol;

Xylol;

neutraler Kanadabalsam in Xylol gelöst.

Die Farbstoffe bezieht man in Substanz von Dr. G. Grübler, Leipzig, oder, was ich aus eigener Erfahrung ganz besonders empfehlen möchte, in Tablettenform aus der chemischen Fabrik Bram, Leipzig. Ein Abwiegen wird dadurch überflüssig. Die Materialien für Dauerpräparate habe ich

in gleicher Güte von Grübler, Leitz-Frankfurt und Hilgers-Bonn bezogen. Die übrigen Flüssigkeiten kann man auch in jeder Apotheke kaufen.¹⁾

Um den Kursisten zu befähigen, sich selbständig in weiterführende Lehrbücher der Histologie einzuarbeiten, und um seine Freude am selbsthergestellten Präparat zu erhöhen, sind gelegentlich noch 2 andere Fixierungsflüssigkeiten (die eine chromsäure-, die andere sublimathaltig) und eine Dreifachfärbung angegeben. Wer mit den Kosten zu rechnen hat, sei aber nochmals darauf hingewiesen, daß er mit den vorhin aufgeführten Mitteln ausreicht. Ausgenommen sind einige ganz spezielle Methoden, deren Ausführung nicht gut zu umgehen war. Mit Vorbedacht wurde der Untersuchung frischen Materials ein breiter Raum zugewiesen; der Anfänger ist zu leicht geneigt, sie zugunsten schön gefärbter Dauerpräparate zu vernachlässigen. Um auch die Materialbeschaffung möglichst einfach zu gestalten, sind im allgemeinen nur zwei leicht erreichbare Objekte, der Frosch und die junge Katze, in den Kreis der Betrachtung gezogen.

B. Das Töten der Tiere.

Frösche faßt man an den Hinterbeinen und schlägt sie kräftig mit dem Kopf auf die Tischkante. Dann wird der Kopf mit der Schere abgetrennt und das Rückenmark durch Einführen einer Stopfnadel in den Wirbelkanal zerstört. Junge Katzen setzt man unter eine Glasglocke, in eine Zigarrenkiste oder sonst ein dicht schließendes Gefäß und bringt einen Bausch chloroformgetränkte Watte hinzu. Auch Schwefeläther ist brauchbar, doch sind Katzen gegen Chloroform empfindlicher. Wenn Betäubung eingetreten ist, legt man das Tier mit dem Rücken auf ein Brett und bindet die Beine an vier zu dem Zweck eingeschlagene Nägel. Nun durchtrennt man mit dem Messer die Brusthaut, löst sie nach rechts und links ab und durchschneidet mit der Schere auf beiden Seiten die Rippen. Durch Herausnahme des mittleren Teiles legt man das Herz bloß und tötet das Tier durch Anschneiden der Herzkammern.

¹⁾ Außerdem ist die Geschäftsstelle des „Mikrokosmos“ jederzeit in der Lage, alle erforderlichen Farbstoffe, gebrauchsfertigen Farblösungen, Reagenzien, Utensilien usw. in kürzester Zeit zu besorgen, sofern sie sie nicht selbst vorrätig hält.

C. Die Untersuchung.

I. Untersuchung frischen Materials.

a. Ohne Vorbehandlung.

1. Speichelpräparat. Wir fahren mit dem Messer leicht über den mittleren Teil unserer Zunge und bringen das Abgeschabte mit der Nadel auf die Mitte des gereinigten Objektträgers. Vorher haben wir ein mit Spiritus gereinigtes Deckglas so auf den Deckel des Deckglasschächtelchens gelegt, daß sein Rand übersteht und es leicht mit der Pinzette gefaßt werden kann. Wir setzen es mit der Kante auf den Objektträger, hindern es durch eine mit der Linken gehaltene Nadel am Weitergleiten und lassen es nun langsam sinken.¹⁾ Mit schwacher Vergrößerung²⁾ suchen wir eine Stelle, wo die abgeschabten gelblichen Massen ganz dünn liegen und untersuchen nun mit stärkerem Objektiv²⁾ unter möglicher Abblendung des Lichts.

Zunächst werden uns jedenfalls scharf begrenzte Kreise von verschiedener Größe auffallen. Bei Einstellung auf den optischen Durchschnitt haben sie einen schwarzen Ring mit innerer farbiger Begrenzung; beim Heben des Tubus verschwindet der Rand, und kleinere Kreise zeigen dunkle Färbung, die bei größeren in der Mitte heller ist. Wir haben Luftblasen vor uns, deren Kennzeichen wir uns zur Vermeidung von Täuschungen fest einprägen wollen. Weiter bemerken wir große, flache, unregelmäßig gerundete Gebilde mit rundem Kern, der wegen seiner stärkeren Lichtbrechung deutlich hervortritt. Es sind Epithelzellen, wie sie — in mannigfacher Form — alle Hohlräume des Körpers auskleiden. Das Epithel der Zunge ist, wie wir später finden werden, mehrschichtig. Die äußeren Zellen werden immerzu abgestoßen und von unten her ersetzt. Die stark lichtbrechenden Körnchen und Stäbchen, die der Oberfläche der Zellen oft in großer Menge ansitzen, stellen Bakterien dar. Beim weiteren Durchsuchen des Präparates finden wir kleine, kreisrunde Zellen mit nierenförmigem oder eingeschnürtem Kern. Diese Lymphkörperchen sind — nament-

¹⁾ Diese Vorsicht ist bei dem vorliegenden Präparat nicht unbedingt nötig, da es sich nicht um Vermeidung von Luftblasen handelt; doch wollen wir uns von vornherein an ordnungsmäßiges Arbeiten gewöhnen.

²⁾ Objektive von etwa 0,30 und 0,85 num. Ap. reichen für alle Fälle unserer Arbeit aus.

lich am Zungenrunde — durch das Epithel hindurchgewandert und gehen nun zugrunde. Das erkennen wir daran, daß manche von ihnen schon keinen Kern mehr besitzen, ferner daran, daß die kleinen Körnchen, in die der Zellinhalt zerfällt, in fortwährender zitternder Bewegung sind. Diese *Brown'sche Molekularbewegung* ist keine Lebenserscheinung, sondern beruht auf Diffusionsvorgängen. Schließlich beobachten wir noch mehr oder weniger zahlreiche kleine *Fetttröpfchen*. Sie sind kreisrund und scharf begrenzt, zeigen aber das entgegengesetzte Verhalten wie Luftblasen, da sie im Unterschied von diesen das Licht stärker brechen als die Speichelflüssigkeit. Im optischen Querschnitt sind sie demnach gleichmäßig schattiert, beim Heben des

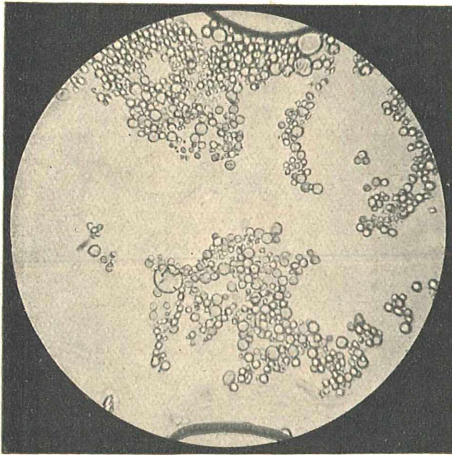


Abb. 1. Fetttröpfchen in Milch.

Tubus werden sie heller und haben einen dunklen Saum. Da sie immerhin im Anfang übersehen werden können, ihre Kenntnis aber wichtig ist, wollen wir sie im nächsten Präparat gesondert betrachten. Zuvor halten wir das Beobachtete durch eine nicht zu klein gehaltene Zeichnung fest, wobei uns die Zeichenkarten des „Mikrokosmos“ gute Dienste leisten. Wir gewöhnen uns daran, die benutzten Geräte nach dem Gebrauch zu reinigen und wischen auch die vom Atem getroffenen Metallteile unseres Instrumentes mit einem weichen Tuche ab.

2. Milch. Ein Tropfen ungekochter Milch wird auf dem Objektträger mit einem Deckglase bedeckt. Hierbei gilt — wie immer — die Regel, daß die Flüssigkeit den Raum

unter dem Deckglase gerade ausfüllen soll. Tritt sie unter dem Rande hervor, so ist sie mit einem Streifen Filtrierpapier abzusaugen; im entgegengesetzten Fall wird eine kleine Menge am Deckglasrande zugesetzt. Im übrigen lehrt die Erfahrung bald, die Größe des Tropfens richtig zu bemessen. Die Untersuchung mit dem stärkeren Objektiv zeigt in einer klaren Flüssigkeit zahllose *Fetttröpfchen* verschiedener Größe, an denen sich die oben angegebenen Kennzeichen leicht studieren lassen (Abb. 1).

3. Hornschicht der Froschhaut. Man bringe einen Grasfrosch in einen Glasbehälter, dessen Boden fingerbreit mit Wasser bedeckt ist. Da die in Anpassung an das Landleben verhornte oberste Zellschicht von Zeit zu Zeit abgestoßen wird, finden wir meist schon am nächsten Tage Hautfetzen in der Flüssigkeit schwimmen, die in einem Wassertropfen untersucht werden. Das Epithel besteht aus vieleckigen Zellen mit deutlichem Kern. Stärkere Vergrößerung lehrt, daß die Zellen nicht fest aneinanderschließen, sondern durch feine Zwischenzellräume getrennt sind, die von zarten Verbindungsfäden überbrückt werden. Wir wollen bei dieser Gelegenheit die Herstellung eines Dauerpräparates kennen lernen. Einen kleinen Hautfetzen bringen wir mit der Nadel in ein Schälchen mit Eosinlösung¹⁾ und prüfen in Zwischenräumen nach Abspülen in Wasser unter dem Mikroskop (schwache Vergrößerung ohne Deckglas!) den Fortschritt der Färbung. Ist diese rosarot geworden, so übertragen wir in Wasser; bei Überfärbung ziehen wir den Überschuß mit verdünntem Spiritus aus. Nun erwärmen wir ein Stückchen Glyzeringelatine auf dem Objektträger, bis es eben schmilzt, und entfernen etwa auftretende Luftblasen, indem wir sie mit der erwärmten (nicht heißen!) Nadel nach dem Rande hin ziehen.²⁾

¹⁾ Als Vorratslösung stellt man eine 1%ige Lösung in destilliertem Wasser her. Zum Gebrauch wird die Vorratslösung mit der vierfachen Menge Wasser verdünnt.

²⁾ Die Luftblasen werden mit Sicherheit vermieden, wenn man die Gelatine in Probierröhrchen abfüllt, vor dem Gebrauch den oberen Teil erwärmt und mit dem Glasstab einen Tropfen entnimmt. Da sich bei dieser Arbeitsweise die Menge der Gelatine besser abpassen läßt, möchte ich sie dem Anfänger besonders empfehlen; sie ist nur scheinbar umständlicher.

Dann breiten wir das Hautstückchen, nachdem wir durch Auftupfen auf Filtrierpapier das überschüssige Wasser entfernt haben, in der — nötigenfalls noch einmal erwärmen — Gelatine aus und legen unter den bei 1 angeführten Vorsichtsmaßregeln das schwach angewärmte Deckglas auf. Sollten sich trotzdem Luftblasen gebildet haben, so versuchen wir, sie mit einem steifen Haar (z. B. Schnurrbarthaar) oder durch Heben des Deckglases an einer Seite (mit der Nadel, wobei natürlich die andere Deckglasseite zu stützen ist) zu entfernen. Sind ihrer nicht viele und stören sie nicht die Beobachtung, so können wir sie auch belassen. Bis zum Erstarren des Einschlußmittels üben wir einen möglichst gleichmäßigen Druck auf das Deckglas aus (ich benutze dazu die Geschosse der Infanteriemunition) und bringen dann das Präparat für einige Stunden in ein Gemisch von 1 Teil Formalin und 9 Teilen Wasser. Diese Nachbehandlung erspart uns das Anbringen eines Abschlusses, der sonst nach einigen Monaten mit Maskenlack oder Krönigschem Kitt hergestellt werden muß.¹⁾ Das vorsichtig mit einem Leinenlappen gereinigte Präparat wird mit Klebezetteln (vom „Mikrokosmos“, Grübler, Leitz-Frankfurt a. M. usw. zu billigem Preise zu beziehen) versehen und genau beschriftet.²⁾ Zur Aufbewahrung eignen sich am besten Mappen mit gestanzten Fächern, in denen die Präparate wagrecht liegen.

4. Flimmerepithel des Frosches. Wir schneiden mit der feinen Schere ein Stückchen aus der den Gaumen des Frosches auskleidenden Haut heraus, stellen mit schwachem Objektiv auf den Rand des Stückchens ein und gehen dann zu stärkerer Vergrößerung über. Im Wasser schwimmen zahlreiche ovale Plättchen, rote Blutkörperchen, die alle nach der Seite des stärksten Flimmerschlages hin strömen. Die den Epithelzellen aufsitzenden Flimmer selbst können wir zunächst nicht unterscheiden, da die Bewegung zu schnell ist; sie werden erst mit dem langsamen Absterben des Gewebes deutlich (Abb. 2). Wir unterbrechen daher die Beobachtung, um sie

nach etwa 2 Stunden wieder aufzunehmen. Inzwischen hindern wir das Austrocknen des Präparates durch Verbringen in eine feuchte Kammer. Als solche dient eine Käseglocke, deren Rand in einen Teller mit Wasser taucht. Auf den Teller setzen wir eine umgekehrte Untertasse und legen auf diese den Objektträger. Nach Ablauf der angegebenen Zeit wird wahrscheinlich die Flimmerung noch nicht gänzlich aufgehört haben. Wir können aber feststellen, daß jede Zelle an ihrer freien Fläche mit zahlreichen Flimmerhärchen versehen ist.

In der bisher angegebenen Weise behandeln wir noch **Fischschuppen**. (Dauerpräparate nach No. 3, aber ohne Färbung.) **Zykloidschuppen** hat u. a. die Plötze (*Leuciscus rutilus*): Konzentrische

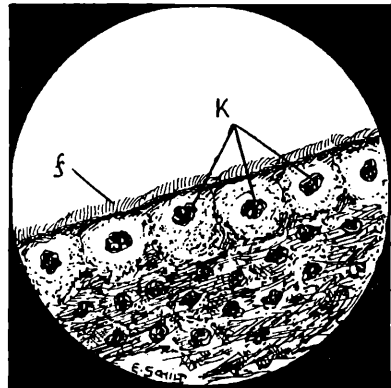


Abb. 2. Rand eines Rachenschleimhautstückchens des Frosches mit Flimmerepithel. *f* Wimpersaum, *K* Kerne der Wimperzellen.

und radiäre Streifung, verästelte dunkle Pigmentzellen, Guaninkristalle. **Ktenoidschuppen** (ebenso, aber mit Zähnen am Hinterrande) hat der Barsch.¹⁾

5. Haare (trockener Einschluß). Auf ein mit Bleistift gezeichnetes Quadrat 18:18 mm oder auf ein Deckglas²⁾ legen wir einen sauberen Objektträger und bringen mit dem Pinsel einen der Deckglasgröße entsprechenden Wall aus Kanadabalsam oder Maskenlack an, der nicht hoch zu sein braucht. Ist die so hergestellte Deckglas-

¹⁾ Die Weise des Verkittens wird noch erörtert werden.

²⁾ Ich pflege rechts die Bezeichnung des Objekts, links die Behandlungsweise anzugeben; doch ist das selbstredend Geschmacksache.

¹⁾ Plakoidschuppen (Hautzähne) von Selachiern sind nur gelegentlich zu bekommen; ganze Hautstücke junger Haie sind in Gelatine oder Kanadabalsam (s. später) einzuschließen.

²⁾ Am saubersten werden derartige Präparate, wenn man runde Deckgläschen benutzt.

zelle fast trocken, so verteilen wir in ihr möglichst gleichmäßig die abgeschnittenen Haarstückchen (kleine Mengen nehmen!), legen das Deckglas auf und drücken es an, so daß ein dichter Abschluß erreicht wird. Nun ziehen wir nochmals einen Lackrand, der auf Deckglas und Objektglas übergreift, und lassen trocknen. Zur Vorsicht können wir nach dem Trocknen des ersten noch einen zweiten Verschuß anbringen. Als Material sind besonders zu empfehlen Haare von Schaf, Fledermaus, Maus, Maulwurf.

Haare können auch ohne weiteres in einen Tropfen *Kanadabalsam* eingelegt und mit Deckglas bedeckt werden. (Vom Menschen weiße Barthaare: Oberhaut, Mark und Rinde.) Luftblasen stören dabei nicht, da sie nach einiger Zeit verschwinden. Ebenso werden *Federn* (Dunen von jungen Tauben oder Hühnchen, von Deckfedern die Spitze) behandelt. Beobachtung an Deckfedern: Äste I. und II. Ordnung (Rami und Radien), an letzten Häkchen (Radioli).

6. Blut. Wir reinigen die Fingerspitze mit Spiritus, stauen das Blut durch Streichen zur Spitze hin und stechen mit einer ausgeglühten, wieder erkalteten Nadel ein. Den ersten Blutstropfen wischen wir ab, den zweiten bringen wir auf den Objektträger, legen rasch das bereitgehaltene Deckglas auf und umranden es sofort mit Vaseline, die wir mittels eines Streichholzes ziemlich dick auftragen. Die Untersuchung mit starker Vergrößerung zeigt die roten Blutkörperchen als kreisrunde Plättchen von gelblicher Farbe, die keinen Zellkern haben und daher in der Mitte eingedellt sind. Wo sie sehr dicht liegen, ordnen sie sich leicht geldrollenartig an. Hier und da liegen farblose „weiße“ Blutkörperchen mit meist eingeschnürtem Kern, manche erfüllt von stark glänzenden Körnchen.¹⁾ — Einem ohne Luftabschluß hergestellten Präparat setzen wir am Rande Wasser zu, während wir gleichzeitig an der entgegengesetzten Seite des Deckglases ein Streifen Filtrierpapier von Deckglasbreite anlegen, so daß das Wasser angesogen wird. Wir sehen, wie der Blutfarbstoff, das Hämoglobin, in das Wasser übertritt und die roten Blutkörperchen unter Zerplatzen verschwinden. Offenbar rührt die Erscheinung daher, daß

der osmotische Druck des Inhalts der Blutkörperchen größer ist als der des Wassers. — Nun fügen wir in derselben Weise zu einem neuen Präparat einen Tropfen einer etwa 10%igen Kochsalzlösung. Die Blutkörperchen schrumpfen ein und nehmen zackige Gestalt an (Stechapfelform): Der osmotische Druck der Kochsalzlösung war zu stark. — Machen wir schließlich den Versuch mit einer 0,75%igen Kochsalzlösung, so bleiben die Blutkörperchen unverändert. Wir haben also in dieser „physiologischen Kochsalzlösung“ ein Mittel kennen gelernt, das uns die Untersuchung frischer tierischer Gewebe in ziemlich unverändertem Zustande ermöglicht. Wir werden sie immer anwenden, wenn wir diesen Zweck verfolgen.¹⁾

Zum Vergleich können wir Blut von Vertretern aller Wirbeltierklassen untersuchen, doch warten wir besser damit, bis wir gelernt haben, Dauerpräparate von Blut herzustellen.

Wie Blut werden auch die Samenfäden (Spermien) behandelt. An der Keimdrüse eines Stieres (vom Metzger oder aus dem Schlachthof) oder eines Kaninchens wird der Nebenhoden durchschnitten und ein Tröpfchen der hervortretenden Flüssigkeit auf dem Objektträger mit physiologischer Kochsalzlösung vermischt. Beobachtung: Kopf, Mittelstück, Schwanzfaden; Bewegung (bei einseitigem Ansaugen der Flüssigkeit Schwimmen gegen den Strom).

Die *Blutbewegung* beobachten wir an einer Kaulquappe, deren Vorderkörper mit feuchter Watte unwickelt ist. Nach einigem Zuwarten ermattet das Tier, so daß man den Schwanz mit Deckglas bedecken und mit stärkerer Vergrößerung untersuchen kann. Auch die Schwimmhaut des Frosches zeigt die fesselnde Erscheinung sehr schön. Man kann die gespreizten Zehen mit Nadeln auf einer durchlochten Korkplatte befestigen.

7. Lockeres Bindegewebe. Ein Stückchen der zwischen den Muskeln liegenden zarten Haut wird auf dem trockenen Objektträger

¹⁾ Die Lösung ist nicht lange haltbar; man stelle sie also häufiger und in kleinen Mengen frisch her. Sie wird in der Folge kurz als Kochsalzlösung bezeichnet werden.

¹⁾ Näheres darüber später.

unter öfterem Anhauchen mit Nadeln zu einer möglichst feinen Schicht ausgebreitet, mit Deckglas bedeckt und nach Zusatz eines kleinen Tropfens der 0,75 %igen Kochsalzlösung untersucht. (Starke Abblendung des Lichts durch Zuziehen der Irisblende oder Einsetzen der kleinsten Zylinderblende!) Wir erkennen fast farblose, wellenförmig gebogene, teilweise sich überkreuzende Bündel von Bindegewebsfasern, dazwischen vielleicht hier und da Fetttropfen. Bei sorgfältigem Zusehen finden wir einzelne Fasern, die sich durch größeren Glanz (stärkere Lichtbrechung) auszeichnen, die elastischen Fasern. — Wir fügen nun einen Tropfen Eis-

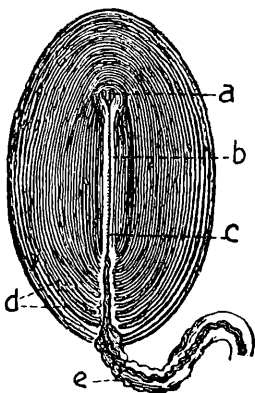


Abb. 3. Lamellenkörperchen der menschlichen Haut. *a* angeschwollenes, geteiltes Ende des Achsenzylinders. *b* Innenkolben, *c* Achsenzylinder, *d* Lamellen. *e* Nerv. (Aus Sigmund, Physiol. Histologie d. Menschen- u. Säugetierkörpers.)

essig am Deckglasrande zu und beobachten, wie die Bindegewebsbündel aufquellen, dabei immer heller werden und schließlich fast nicht mehr wahrzunehmen sind. Dagegen bleiben die elastischen Fasern ganz unverändert und treten infolgedessen jetzt sehr deutlich hervor. Wir besitzen also in der Essigsäure ein Mittel, kollagenes (beim Kochen Leim gebendes) und elastisches Bindegewebe zu unterscheiden. Unser Präparat zeigt uns aber noch eine andere Wirkung der Essigsäure. Wir können die Kerne der Bindegewebszellen, die uns vorher entgangen waren, leicht feststellen. Günstige Stellen zeigen uns wohl auch den verästelten Zelleib, besonders da, wo dem Plasma glänzende Körnchen eingelagert sind.¹⁾ Untersuchung der Fetttropfen ergibt, daß sie in Fettzellen liegen und diese mehr oder weniger vollständig ausfüllen, so daß das Plasma

mit dem kleinen Kern ganz an eine Seite gedrückt ist. Das Fett ist durch die Essigsäure nicht angegriffen worden.

In gleicher Weise fertigen wir Präparate des zwischen den Darmschlingen ausgebreiteten Gekröses der jungen Katze an: Doppelte Schicht flacher Epithelzellen; Anhäufung von Fettzellen in der Nähe der Blutgefäße (Fettgewebe). — Weiter untersuchen wir die im Gekröse (Mesenterium) der Katze als bläschenförmige, ovale Gebilde mit bloßem Auge erkennbaren Lamellenkörperchen (Abb. 3) (Pacinnischen Körperchen, wahrscheinlich Druckempfindungen vermittelnd) in Kochsalzlösung: Konzentrisch gelagerte, bindegewebige Kapseln, eintretender Nerv, dessen

Achsensylinder das Körperchen durchzieht, und hier von dem feinkörnigen Innenkolben umgeben ist. — Dünndarmzotten bringt man zur Anschauung durch

Ausschneiden eines schmalen Streifchens aus der Darmwand (Abspülen in Kochsalzlösung): Zylinderepithel

mit Stäbchensaum, helle Becherzellen, Blutgefäßnetz (Abb. 4). Ebenso zu behandeln: Magenschleimhaut (schlauchförmige Drüsen mit Haupt- und Belegzellen) und Schleimhaut des Dickdarms (Becherzellen).

8. Hyaliner Knorpel. Einem Frosch spalten wir die Brusthaut und schneiden den Schwertfortsatz des Brustbeins heraus, den wir durch Schaben von dem umgebenden Gewebe befreien. Der Rand des Knorpels ist so dünn, daß wir ihn mit starker Vergrößerung untersuchen können. In einer gleichmäßigen Grundsubstanz liegen zahlreiche Knorpelzellen, die ihre Höhlen vollkommen ausfüllen. Die Wand der Höhlen ist stärker lichtbrechend (Knorpelkapseln). (Forts. folgt.)



Abb. 4. Flächenansicht des Kaninchendünndarms mit injizierten Blutgefäßen der Zotten. (Aus Sigmund, Physiol. Histologie d. Menschen- u. Säugetier-Körpers.)

¹⁾ Zur Übung im Beobachten empfiehlt es sich, nochmals ein Präparat in Kochsalzlösung herzustellen und nun auch darin die Bindegewebszellen oder doch ihre Kerne auszusuchen.

Ein praktisches Reagenzglas für das bakteriologische Laboratorium hat W. Fornet herausgebracht und im Centralblatt f. Bakteriologie I. Abtlg. Originale (Bd. 86, Heft 7/8) beschrieben. Dieses „Fornetsche Reagenzglas“ ist ein sogen. „doppeltes“ Reagenzglas, d. h. über das glattwandige, nicht aufgebogene Reagenzglas wird eine Glaskappe gestülpt, die 5—6 cm über das Reagenzglas übergreifen muß und möglichst dicht, wenn auch nicht luftdicht, anliegen soll. Dadurch werden die vielen Nachteile des bis jetzt allgemein gebräuchlichen Reagenzglases mit Wattestopfen- oder Papierstopfenverschluß vermieden. Derartige Nachteile bestehen darin, daß der Wattestopfen als Staubbänger wirkt, daß das Abbrennen der Watte unbequem ist, einen unangenehmen Geruch erzeugt und Hände und Reagenzgläser beschmutzt, daß Teile der Watte in die Kulturflüssigkeit hinabfallen oder leicht am Reagenzglas kleben bleiben, wo sie beim Einfüllen, Umfüllen und Überimpfen erheblich stören. Beim Gebrauch des „Fornetschen“ Reagenzglases hat sich ein senkrechtes Laboratoriums-Stativ bewährt, an dem mehrere hölzerne Reagenzglashalter wagrecht und parallel zueinander angebracht sind. In diese Klammern werden die Reagenzgläser eingespannt. Abimpfungen und Überimpfungen lassen sich dann durch leichtes Lüften der Glaskappe sauber und schnell ausführen. Steriles Arbeiten wird hierdurch wesentlich erleichtert. Theoretische Bedenken gegen diese neuen Reagenzgläser, die von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos geliefert werden können, wurden durch die Erfahrungen widerlegt. Selbst bei monatelanger Aufbewahrung im Laboratorium oder im Brutzimmer blieben die darin befindlichen flüssigen oder festen Nährböden dauernd steril, die Reinkultur lebensfähig.

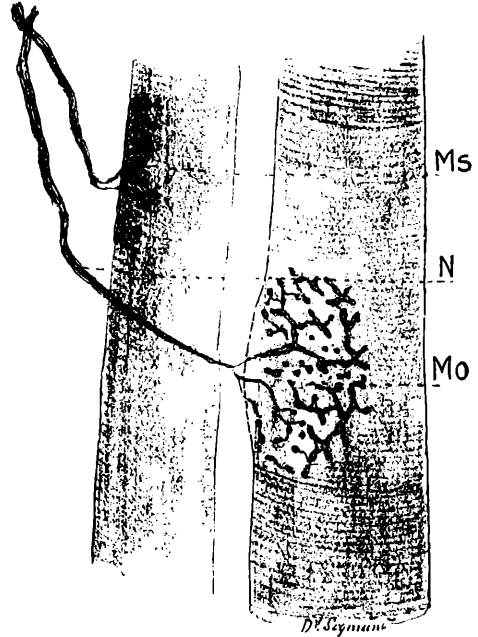
—i—

Die Innervation des Muskels läßt sich an der beigegebenen Abb. leicht verfolgen. Ein Nerv tritt zwischen den bindegewebigen Hüllen in den Muskel ein und fasert sich auf. In jedes kleinere Muskelfaserbündel tritt nun gewöhnlich quer zu seinem Faserverlaufe ein dünner Nerv ein, der an jede Muskelzelle eine Nervenfasern abgibt. Die Eintrittsstelle des Nerven in die Muskelzelle ist durch ein besonderes Organ, die **Nervenplatte**, gekennzeichnet. Das Ende des Nervenfadens löst sich nämlich im Sarkolemm (Zellhaut der Muskelzelle) in ein hirschgeweihähnliches Astwerk auf, zwischen dem man bisweilen noch kernige Gebilde nicht nervöser Natur wahrnehmen kann. Der Nervenreiz in dieser beschriebenen Nervenfasern (motorischer Nervenfasern) läuft zentrifugal direkt vom Gehirn bzw. Rückenmark zur Muskelzelle und tritt in der motorischen Platte auf sie über; von ihr aus läuft eine Kontraktionswelle nach beiden Enden der Muskelzelle.

Neben diesen motorischen Platten finden sich noch hier und da an ganz dünnen Muskelfasern winzige, langgestreckte Platten mit

zahlreichen kleinen Kernen, von denen aus ein dünner Nervenfasern abgeht; es sind dies die sensiblen Nervenplatten, die das Muskelgefühl vermitteln. Der Reiz verläuft in ihnen zentrifugal zum Gehirn.

Jede physiologische zusammenwirkende Muskelgruppe ist in der grauen Rinde des Großhirns lokalisiert. Die Gehirnzentren für die willkürlichen Muskelbewegungen liegen im menschlichen Gehirn zu beiden Seiten des Scheitels und ziehen sich von hier gegen die Schläfen herab. Von dieser Region gehen



Zwei Muskelfasern der Ringelnatter mit motorischen Nervenplatten. (Vgr. etwa 400 lin.). *Ms* motorische Platte in Seitenansicht. *Mo* motorische Platte in Oberflächenansicht. *N* motorischer Nerv. (Aus Sigmund, *Physiol. Histologie d. Menschen- und Säugetierkörpers*.)

zentrifugaleitende Nervenfasern ohne Unterbrechung durch das Rückenmark und enden in der grauen Masse der beiden Vorderhornsäulen desselben. Diese motorischen Faserbündel sind in den gegen das Gehirn zu gelegenen Teilen des Rückenmarkes am dicksten und werden gegen das Körperende zu immer dünner, weil in jedem Rückenmarksquerschnitt einige Fasern in die graue Substanz einmünden. Die Stränge sind pyramidenförmig zugespitzt und heißen demnach auch **Pyramidenstränge**. Ihr Bau ist einem Kabel zu vergleichen, das unter dem Pflaster einer langen Straße läuft und in jedes Haus nach links und rechts einen Leitungsdraht abgibt. Aus der grauen Substanz der Vorderhornsäule geht erst jene Nervenfasern ab, die ununterbrochen bis in die zugehörige Muskelzelle heranreicht.

Zur Mikroskopie des Mehles und der Gebäcke.

Unter diesem Titel veröffentlicht Th. v. n Fellenberg in den „Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene“ des Schweiz. Gesundheitsamtes (1918 Band IX, Heft 2 und 3) eine verblüffend allgemein verwendbare, ausgezeichnete Hilfsmethode bei der Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel. Sie ist vorerst bestimmt, um bei sehr stärkereichen Materialien, in denen die Gewebsfragmente verhältnismäßig zurücktreten, diese freizulegen, wie bei Mehlen und Gebäcken; leistet aber ebenso gute Dienste zur Aufhellung von Gewürz- und Drogenpulvern jeder Art. Ganz besonders noch eignet sie sich zur Mikroskopie von gerösteten, insbesondere stark gerösteten Stoffen, wie das bei Kaffee und Kaffeesurrogaten der Fall ist. Jeder Nahrungsmittelmikroskopiker weiß, wie schwer es manchmal gerade da ist, opakere Gewebs Elemente bis zur gewünschten Deutlichkeit aufzuhehlen. Diese Methode hat, mir wenigstens, noch nie versagt.

Das Prinzip ist nicht neu: Behandeln des Materials vorerst mit verdünnter Säure, dann mit verdünnter Lauge. v. Fellenberg gibt folgende Vorschrift:

„0,5 g Mehl oder im Mörser zerriebene Backware wird im Reagensglas unter Umschütteln mit 10 ccm 10%iger Salpetersäure versetzt und 5 Minuten lang unter öfterem Umschwenken im Wasserbade erhitzt, noch eine Minute über freier Flamme gekocht, zentrifugiert, die Flüssigkeit abgegossen, der Rückstand mit einigen ccm 5–10%iger Natronlauge aufgekocht, mit 10–15 ccm Wasser verdünnt, zentrifugiert, die Lösung abgegossen und der Rückstand mikroskopiert.“

Ich habe die Methode in dieser Form schon seit ihrem Erscheinen geübt, ohne daß sich ein Bedürfnis eingestellt hätte, sie nach irgend einer Richtung abzuändern.

Als Zentrifuge kann jede kleine Handzentrifuge dienen. Als Zentrifugengläser sind die kleinen, ca. 15 ccm fassenden, durchaus praktisch. Eine Bemerkung verdient die Frage, ob mit 5- oder 10%iger Lauge zu arbeiten sei. Nach meinen Erfahrungen genügt eine 10%ige Lauge vollends. Bei Verwendung von stärkerer Lauge besteht eine gewisse Gefahr, daß zartere Gewebsfragmente angegriffen werden. Das Aufkochen hat nur kurz zu geschehen.

Fettreiche Materialien müssen zuerst entfettet werden. Ich mache das in der Regel so, daß ich zu der Substanz im Reagensglas etwa 20–30 ccm Äther gebe und das Reagensglas, ohne es sich selbst zu überlassen, aufs Wasserbad bringe (Vorsicht!). Nach einigen Minuten des Siedens ist die Entfettung gewöhnlich weit genug getrieben. Dann lasse ich absetzen, was rasch geschieht. Nun wird der überstehende Äther in ein kleines Becherglas gegossen, und das Reagensglas nochmals aufs Wasserbad gebracht, um den noch zurückbleibenden Äther zu verdampfen, das ebenfalls vorsichtig geschehen muß. Die Substanz ist rasch trocken. Nun wird sie wie üblich weiterbehandelt. Das Becherglas mit der Ätherfettlösung kann nach Belieben ebenfalls noch

bis zur völligen Verdampfung aufs Wasserbad gestellt werden. Das zurückbleibende Fett kann dann noch zur Sinnesprüfung benützt werden.

Wie wirkt die Methode? Ich kann mich hier zwar nicht auf chemische Einzelheiten einlassen. Wer darüber näheren Aufschluß will, lese die kleine Schrift, oder vor allem die entsprechende Spezialliteratur nach. Die Hauptsache ist, daß die störende Stärke gelöst wird und die Eiweißkörper abgebaut werden. Daneben treten noch all die Veränderungen der Zellfragmente ein, die der Mikroskopiker mit dem Kollektivbegriff „Aufhellung“ bezeichnet. Die Hauptvorteile der Methode sind:

Ihre Einfachheit. In 10 Minuten ist, wenn man ein kochendes Wasserbad vor sich hat, der ganze Prozeß beendet.

Ihre weitgehende Verwendungsmöglichkeit. Ich bin bei gewöhnlichen Nahrungsmitteluntersuchungen noch selten in die Lage gekommen, andere Methoden herbeiziehen zu müssen. Ich untersuche das genügend zerkleinerte Material in Wasser und setze gleichzeitig die Behandlung in Gang. Sind die Wasserpräparate durchmustert, so ist auch schon das aufgehellte Material zur Stelle.

Sie liefert auf einmal ein hinreichendes Untersuchungsmaterial und eignet sich ausgezeichnet zu serienweiser Untersuchung.

Sie gibt prächtig klare Bilder. Wer einmal die leuchtenden Steinzellen, die prächtig klaren Fasern, die hübschen Gefäße, Haare usw. gesehen hat, wird die Methode nicht mehr missen wollen.

Und dann ist ein wichtiger Vorteil noch der, daß es vielleicht mit keiner Methode gelingt, so rasch und sicher schöne Dauerpräparate zu erzielen. Ich halte mir von allen möglichen reinen Gewürzen usw. und Verfälschungsmitteln aufgehelltes Material in Wasser in beschrifteten Präparatengläschen vorrätig. Das erleichtert die Untersuchung sehr. Wer mikroskopische Dauerpräparate herstellen will, nehme mit der Pipette etwas Material heraus, gebe es in einen Tropfen Glyzeringelatine, lege das Deckglas auf, umziehe es mit einem Lackring und das Präparat ist — marktfähig.

Auf etwas hat man bei der Herstellung von Dauermaterial zu achten: daß nach dem Zentrifugieren des in Lauge liegenden Bodensatzes, dieser mehrmals mit Wasser tüchtig ausgewaschen wird. Das macht man ganz einfach so, daß die Lauge abgegossen und das Zentrifugenglas mit Wasser gefüllt wird. Dann schüttelt man tüchtig durch, zentrifugiert und wiederholt diese Manipulation noch 2–3mal. Läßt man diese Vorsicht außer acht, so geht die Aufhellung mit der Zeit zu weit und das Präparat verdirbt. — Dr. L. Minder,

Will man **Kulturen in Petrischalen demonstrieren**, so geschieht es gern, daß die Ungeschicklichkeit irgend einer Schülers oder Hörers die Schale oder den Deckel auf den Boden fallen läßt. Beide fixiert man sauber und einfach, indem zwischen die Schalenränder ein Bröckchen Kork irgend welcher Form gepreßt wird. — Dr. M.

Daphne longispina var. hyalina forma?
Im letzten Planktonfang im Thunersee vom 20. August 1921 fand ich eine Daphne, die unter die Gruppe *longispina* gehört, und zwar zur Form *hyalina*.

Die Maße betragen: Schalenlänge ohne Stachel 1,42 mm, Schalenhöhe 0,73 mm, Kopflänge 0,5 mm, Länge des Stachels 0,92 mm. Stachel ist rückwärts (aufwärts) gebogen. Rückenfortsätze schwach entwickelt. Hinterkörper mit 6 Dornen, die letzte am längsten. Endkralle aller Länge nach feingestrichelt. Das Auge ist klein, Kristallinsen treten gut hervor. Schnabel ein bißchen abgestumpft. Kopf hoch gekielt. Stirn konvex, über dem Auge am stärksten.

Nun das Eigentliche an dieser Form. Am Hinterkopf auf dem Kiel befinden sich 2 kurze Dornen (Abb.)

Die Zeichnung wurde mit Hilfe des großen Abbeschen Zeichenapparates gemacht. (Vergr. 20:1.)

Nach Brauers Süßwasserfauna, Heft 10, *Phyllopoda*, konnte ich diese Form nicht näher bestimmen. Ist vielleicht einer unter den Phyllopoden kennern, der mir Auskunft geben kann? Einem Spezialisten würde mein Dauerpräparat ohne weiteres zur Verfügung stehen.

Bis dahin ist mir nur 1 Exemplar zu Gesicht gekommen. — F. Seiler, Lehrer, Matten-Interlaken (Schweiz).

Eine Methode zur **Peptonselbstbereitung** beschreibt Fritz Bramik im Zentralblatt für Bakteriologie Abb. 1, Originalband 86, Heft 5. Durch Pepsinverdauung in schwefelsaurer oder in 0,4 %iger salzsaurer Lösung von feuchtem Fibrin kann man sich ein Produkt herstellen, das dem Wittepepton gleichwertig ist. Durch Weiterverdauung dieses Pepsinpeptons mittels Pankratin erhält man eine Peptonlösung, die schneller und deutlicher die Indolreaktion gibt als das Wittepepton.
P Rostock.

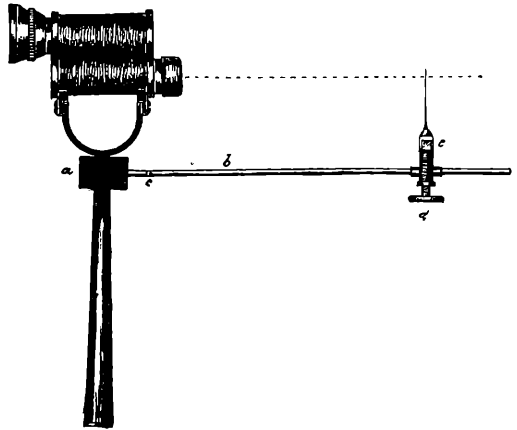
Kristallisiertes Chlorophyll in Form von mikrokristallinen Sechsecken und Dreiecken hat R. Kolkwitz (Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch., Jg. 38, 1920, S. 245) aus *Galeopsis tetrahit* (Hanfnessel, gem. Hohlzahn) und *Asparagus officinalis* (gem. Spargelkraut) gewonnen; auch kräftig entwickelte Blätter von *Mentha aquatica* (Wasserrminze) u. a. m. sind ein gutes Ausgangsmaterial. Die Gewinnungsmethode, ausgebildet im Anschluß an die Arbeiten von Borodin, Monteverde und Willstätter ist sehr einfach.: Man stellt (ohne Erwärmen) tiefgrüne Extrakte mit wenig Alkohol her und läßt einige Tropfen davon auf dem Objektträger langsam verdunsten. Gleich-

zeitig entstehen dann auch die rötlichen Kristalle des Karotins und Xanthophylls.

Fernrohrlupe mit Objektträger. Ich bin im Besitz einer Fernrohrlupe von Zeiß, die ich als Fernrohr, Präparierlupe am selbstgebauten Stativ und als Handlupe verwende. Als Handlupe hat diese, wie alle Handlupen stärkerer Vergrößerungen und weiter Objektstände, den Nachteil, daß die Schwan- kungen der Hand ein gutes Sehen erschweren, um so mehr, wenn das Objekt mit der anderen Hand gehalten werden muß.

Um diesem Übelstand abzuhelpen, habe ich mir einen Objektträger angefertigt, der in jeder Weise Abhilfe schafft.

Am Handgriff steckte ich, wie in der Abb. ersichtlich, einen Ebenholzwürfel *a* auf, der mit einem konischen Bohrloch versehen ist, damit dieser auf dem Handgriff festsetzt. In die eine Stirnseite des Würfels ist eine 18 cm lange Messingstange *b* eingeschraubt, die bei *c* ein Gelenk besitzt. Auf dieser Messingstange befindet sich ein beweglicher Reiter, der mit der Stellschraube *d* in den Brennpunkten der verschiedenen Vergrößerungen festgestellt werden kann. Dieser Reiter hat oben einen runden Zapfen *e*. Auf diesem können 1. eine Nadel zum Aufspießen der Objekte, 2. eine Kornettpinzette, 3. ein Halter für ein kleines Sammelglas zur Beobachtung lebender Ob-



jekte, 4. eine kleine gekittete Küvette zur Beobachtung von Makroplankton und 5. eine Klemme zur Befestigung von Dauerpräparaten aufgesteckt werden. Diese verschiedenen Halter sind auf dem Zapfen *e* drehbar. Durch die Bewegung der Messingstange im Gelenk *c* können die Objekte höher oder tiefer in die optische Achse eingestellt werden. Die seitliche Verschiebung ist möglich durch Drehen des Reiters auf der runden Messingstange oder durch Drehen des Ebenholzwürfels auf dem Handgriff.

Das unruhige Schwanken der Objekte im Gesichtsfeld und Brennpunkt ist verschwunden, an dessen Stelle ist ein klares ruhiges Sehen getreten. Die rechte Hand ist zum Zeichnen und eventl. Präparieren am Objekt frei geworden.
C. E. Schauer.

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 Mikroskop im Naturgeschichtsunterricht der Volksschule.

Von Seminarprorektor Dr. **Brohmer.**

Eine Weltanschauung ohne Kenntnis der mikroskopischen Lebewesen, der Zellen und Gewebe des Menschen wie der höheren Pflanzen und Tiere ist heute nicht mehr denkbar. Jede Schule hat aber die Aufgabe, die Bildung einer Weltanschauung in die Wege zu leiten, und auch in der Volksschule müssen die Grundsteine dazu gelegt werden. Nach ihrer Entlassung aus der Schule haben aber die wenigsten Volksschüler Gelegenheit, mikroskopische Objekte zu betrachten. Ihnen bleibt eine wichtige Seite aus dem Reich des Lebendigen verborgen, wenn die Schule nicht die Aufgabe in die Hand nimmt, ihre Schüler in die Wunderwelt des Mikroskops einzuführen.

Der Lehrer, der die strahlenden Augen der ihm anvertrauten Kinder gesehen hat, wenn sie zum ersten Male einen Wassertropfen mit Pantoffeltierchen betrachtet haben, wird diesen Eindruck nie vergessen und wird seinen Versuch öfters wiederholen. Zweifellos bringen die Kinder diesen nicht alltäglichen Betrachtungen großes Interesse entgegen, und der Unterricht, der Interesse erweckt, hat bei dem Aufbau weiterer Erkenntnisse leichtes Spiel, gründet sich doch auf dem Interesse der Fortschritt im geistigen Leben.

Daß das Mikroskop auch im Unterricht der Volksschule angewendet werden muß, könnte man noch mit vielen hochtönenden Phrasen zu erweisen versuchen. Ich will hier nur einige methodische Gesichtspunkte anführen. In der Naturwissenschaft ist die Natur das beste Veranschaulichungsmittel; Bilder und Tafelskizzen sind nur Ersatz, wenn das Naturobjekt nicht

selbst vorgeführt werden kann. Dieser Satz gilt auch für mikroskopische Gebilde, deren Kenntnis wir dem Schüler vermitteln müssen. Ferner: wir müssen aus der Fülle der Naturgegenstände und Naturvorgänge vor allem solche auswählen, die für den Menschen wichtig sind oder die die Naturerkenntnis des Schülers besonders fördern. Beides kann man von den Einzellern unter den Tieren und Pflanzen behaupten. Viele krankheitserregende Urtiere und niedere Pflanzen bedrohen das Leben des Menschen, seiner Haustiere und Nutzpflanzen. Andere tiefstehende Lebewesen sind ihm äußerst nützlich, man denke z. B. an Bodenbakterien, an Hefepilze. Vor allem aber erschließt die Kenntnis vom Bau und Leben der Einzeller und der Zelle überhaupt erst das rechte Verständnis für die biologischen Vorgänge; wenn auch die Schule nicht, wie es die Wissenschaft tut, von diesen Belehrungen ausgehen kann, so gilt doch auch für sie, was Verworn in seiner „Allgemeinen Physiologie“ (S. 55) sagt: „Worauf uns die Betrachtung jeder einzelnen Funktion des Körpers immer wieder hindrängt, das ist die Zelle. In der Muskelzelle liegt das Rätsel der Herzbewegung, der Muskelkontraktion; in der Drüsenzelle liegen die Bedingungen der Sekretion; in der Epithelzelle, in der weißen Blutzelle liegt das Problem der Nahrungsaufnahme, der Resorption, und in der Ganglienzelle schlummern die Geheimnisse der geistigen Vorgänge sowie die Regulierung aller Körperformen.“ In elementarer Weise können wir auch in der Oberstufe der Volksschule zu dieser Einsicht führen, aber zu einem nicht nur oberflächlichen Eindringen in diese

Fragen ist die Anwendung des Mikroskops unbedingt notwendig.

Freilich stehen der allgemeinen Verwendung des Mikroskops im Naturgeschichtsunterricht der Volksschule mannigfache Hindernisse entgegen. Sie sind aber nicht unüberwindlich, und einige praktische Fingerzeige können vielleicht dazu beitragen, daß unser Ziel erreicht wird. Da ist zunächst die Tatsache zu erwähnen, daß in den meisten Landschulen kein Mikroskop vorhanden ist. Wer als Lehrer auf dem Lande angestellt ist oder war, weiß in der Regel ein Lied davon zu singen, wie sich die Gemeinden zur Anschaffung neuer Lehrmittel stellen. Hat man es in der Vorkriegszeit versäumt, für billiges Geld ein Mikroskop anzuschaffen, so wird man bei den jetzigen Teuerungsverhältnissen wenig Neigung zeigen, die erhöhte Summe zu bewilligen. Vielleicht erklärt sich aber doch manche Gemeinde bereit, dem Stande der Wissenschaft, den Strömungen der Methodik und den Bedürfnissen des Lebens Rechnung zu tragen: dann sei man klug wie die Schlange, aber ohne Falsch wie die Taube! Der Lehrer kaufe ein Mikroskop, das in jeder Hinsicht ausbaufähig ist. Dem Leser des „Mikrokosmos“ brauchen in dieser Richtung keine näheren Anweisungen gegeben zu werden. Man bedenke immer, daß für die Bedürfnisse der Volksschule im allgemeinen schwache Vergrößerungen ausreichen; man vermißt solche jedenfalls öfters als starke. Zahlreicher werden leider die Fälle sein, in denen die Landgemeinden die Anschaffung eines Mikroskops nicht genehmigen. Besitzt der Lehrer selbst ein solches Instrument, so wird er es für den Unterricht gern zur Verfügung stellen, andernfalls muß er zusehen, wo er sich ein Mikroskop leihen kann. Wo ein Wille ist, da ist auch ein Weg!

Steht dem Lehrer ein Mikroskop zu Gebote, so ergeben sich neue Schwierigkeiten. Es fehlt an fertigen Präparaten. Sie müssen vom Lehrer selbst angefertigt werden. Wer seit Jahren selbst mikroskopiert und diese Zeitschrift gelesen hat, wird in dieser Beziehung nicht in Verlegenheit geraten, und für ihn ist es überflüssig, hier Anleitungen zu geben; für den Anfänger möchte ich jedoch einige praktische Hinweise geben. Am besten und einfachsten ist es, wenn man die Präparate in der Unterrichtsstunde vor den Augen der Kinder anfertigen kann. Es ist möglich bei

fast allen pflanzlichen Objekten, die für die Volksschule in Betracht kommen, und auch bei vielen zoologischen Präparaten. Beispiele lehren am besten: Man will den Kindern Aufgußtierchen, z. B. das Pantoffeltierchen, zeigen. Ein Tropfen Wasser wird aus dem Gefäß mit dem Heuaufguß genommen, auf einen gesäuberten Objektträger gebracht, und ein Deckgläschen wird daraufgelegt — das Präparat ist fertig. Bald lernen die Kinder selbst, solche einfachen Präparate herzustellen, und sie sind stolz, wenn sie mit dieser Aufgabe betraut werden. Ganz ähnlich verfährt man, wenn man Algen, ein Moosblatt oder andere durchsichtige Pflanzenteile demonstrieren will, auch alle mikroskopischen Wassertiere (*Daphnia*, *Cyclops*, *Rotatorien* usw.) können lebend im Wassertropfen untersucht werden. Ehe das Präparat völlig eingetrocknet ist, müssen Objektträger und Deckglas gereinigt werden. Schon etwas schwieriger ist es, Pflanzenschnitte anzufertigen. Ich nehme an, daß nicht etwa ein Mikrotom zur Verfügung steht, sondern denke an die allereinfachsten Verhältnisse und stelle nur die primitivsten Methoden für den Anfänger dar. Der Lehrer will den Aufbau der Pflanzen aus Zellen zeigen; er muß zu diesem Zweck wenigstens zwei Präparate vorführen, eins sei ein Querschnitt durch einen Flaschenkork, ein anderes die Oberhaut einer beliebigen Pflanze. Am leichtesten ist das erstgenannte Präparat herzurichten. Man schneidet mit einem Rasiermesser ganz dünne Teilchen ab, die durchscheinend sein müssen. Nach einiger Übung wird es gelingen. Dann überträgt man den Schnitt ebenfalls in einen Tropfen Wasser auf einen Objektträger und legt ein Deckgläschen darüber. Die Oberhaut einer Pflanze läßt sich mit dem Rasiermesser abziehen; es gelingt nicht bei allen Pflanzen gleich gut. Das Präparat wird im übrigen ebenso angefertigt wie das vorige.

Verwickelter wird schon die Arbeit, wenn es sich um Objekte handelt, die aufgeheilt werden müssen, weil sie undurchsichtig sind. Als Beispiel diene ein kleines Insekt, etwa der Menschenfloh. Betrachten wir ihn unter dem Mikroskop, ohne daß eine Behandlung vorausgegangen ist, so erkennen wir nur die Umrisse, der ganze Körper erscheint schwarz und läßt Einzelheiten nicht unterscheiden. Ein klein wenig kann man sich in solchen Fällen helfen, wenn man mit auffallendem

Lichte arbeitet; die Blende des Mikroskops wird ganz geschlossen, so daß das vom Spiegel kommende Licht nicht stört. Besser aber ist es, wenn man sich ein Dauerpräparat anfertigt, was nicht allzuschwer ist. Man legt das Tierchen oder die Insektenteile (z. B. Fühler oder Mundwerkzeuge, Stachel der Biene) zuerst in 70 % Alkohol, worin man sie beliebig lange aufbewahren kann, dann in 94 % Alkohol (mindestens 3 Stunden), dann in Nelkenöl (2—24 Stunden), das die Aufhellung bewirkt. Man prüfe unter dem Mikroskop bei schwächster Vergrößerung, ob die Chitinteile durchsichtig genug geworden sind! Ein Objektträger wird sodann sorgfältig gereinigt, und auf ihn bringt man einen Tropfen Kanadabalsam, der in Xylol gelöst ist. In die Mitte dieses Tropfens legt man den Chitinteil, dann ein Deckgläschen darauf, und das Präparat ist fertig. Allerdings ist vorläufig noch die Gefahr vorhanden, daß der Kanadabalsam beim Schräghalten des Objektträgers unter dem Deckgläschen herausfließt; man lege also das Präparat wagerecht zum Trocknen hin. Nach einiger Zeit ist das Xylol verdunstet, und der Balsam ist glashart geworden; ein solches Präparat hält sich „ewig“. Auf weitere Verfahren der mikroskopischen Technik wollen wir im Rahmen dieses Aufsatzes nicht eingehen, sondern uns den eigentlichen schulpraktischen Fragen zuwenden.

Zuerst ist zu überlegen, welche Naturgegenstände der Volksschüler mit Hilfe des Mikroskops betrachten soll. Ich bin weit davon entfernt, etwa zu fordern, daß in jeder Naturgeschichtsstunde mikroskopiert oder daß die Methode der höheren Schule auf die Volksschule übertragen werden soll. Man kann aber den Satz aufstellen, daß alle die mikroskopischen Verhältnisse, die im Naturgeschichtsunterricht besprochen werden, auch veranschaulicht werden müssen. Hierfür sind Abbildungen und Tafelskizzen nur ein Notbehelf. Eine klare Vorstellung kann sich in der Seele am besten durch Betrachtung des Naturobjektes bilden, Abbildung und Faustskizze können dabei unterstützend wirken. Welche Präparate dem Kinde zu zeigen sind, muß der Lehrer selbst nach seinem Stoffplan und nach Maßgabe der ihm zur Verfügung stehenden Hilfsmittel entscheiden.

Wichtiger ist die Frage, wie beim Demonstrieren mikroskopischer Gegenstände zu

verfahren ist. Den Kindern ist es im allgemeinen nicht möglich, die wesentlichen Züge des geschauten Präparates ohne weiteres zu erfassen, weil ihnen das Mikroskopieren etwas Ungewohntes ist und weil ihnen Gesichtspunkte für die Betrachtung fehlen. Der Grundsatz, daß man bei jedem Unterricht von der Anschauung ausgehen soll, muß hier eine Umdeutung erfahren. Unter Anschauung verstehen wir in der Pädagogik nicht etwas Äußerliches, nicht die Veranschaulichung, sondern ein psychisches Gebilde, das durch die Kunst des Lehrers erst geformt werden muß. Aus der bloßen Wahrnehmung wird eine Anschauung, wenn sie die wesentlichen Merkmale in richtiger Ordnung enthält. Zu diesem Zwecke ist es nötig, daß die Kinder vor der mikroskopischen Betrachtung auf das Wesentliche aufmerksam gemacht werden, daß ihnen Gesichtspunkte für die Beobachtung gegeben werden. Am einfachsten und eindrucksvollsten geschieht es, wenn der Lehrer eine Tafelskizze des Präparates entwirft und an ihr das Wesentliche zeigt. Dann wird das mikroskopische Sehen zur Wiedererkennung (deutende Apperzeption). Verfährt man nicht in dieser Weise, so werden die Kinder nur Unwesentliches auffassen. Freilich muß der Lehrer bestrebt sein, auch bezüglich des mikroskopischen Sehens die Kinder allmählich selbständiger zu machen.

Gewöhnlich steht nur ein Mikroskop zur Verfügung; da entstehen leicht Störungen, die durch die nicht beschäftigten Kinder verursacht werden. Der Lehrer muß es verstehen, alle Kinder zu betätigen. Nach fester Ordnung gehen sie zum Mikroskop; ein Schüler schaut hindurch, ein zweiter — aber niemals ein dritter! — steht wartend daneben. Wer das Präparat betrachtet hat, zeichnet das Gesehene in sein „Beobachtungsheft“, ein Büchlein, in das auch andere Naturbeobachtungen usw. eingetragen werden. Die Kinder, die auf das Mikroskopieren auf ihrem Platze warten, müssen ebenfalls beschäftigt werden. Sie zeichnen Tafelskizzen ab oder notieren sich einige Stichworte, die der Lehrer angeschrieben hat. Wichtig ist es, daß stets die mikroskopischen Bilder aufgezeichnet werden; sind diese Nachbildungen auch zuerst unvollkommen, so werden sie doch durch Übung immer besser, und nichts schärft die Beobachtungsgabe mehr als das Zeichnen.

Nach und nach sind die Kinder auch in die selbständige Anwendung des Mikroskops einzuführen, indem man kleine Handgriffe, wie z. B. das Einstellen des Spiegels, von begabten Schülern oder Schülerinnen ausführen läßt.

Man sieht, es stehen der Anwendung des Mikroskops in der Volksschule viele Schwierigkeiten entgegen.

Mit gutem Willen lassen sie sich aber überwinden, und wenn das dem Lehrer gelungen ist, so wird er selbst seine Freude an dem Interesse der Kinder haben, und die Kinder werden es ihm immer danken, daß er bestrebt war, ihnen die Augen für die Wunder der Schöpfung zu öffnen.

Kleine Mitteilungen.

Direkte Wachstumsbeobachtungen an Pflanzen können recht gut auch im Unterricht durchgeführt werden. Erforderlich ist dazu nach F. Kaiser nur ein Mikroskop, dessen Oberseite sich in wagrechte Lage bringen läßt. Selbst nicht umlegbare Instrumente sind brauchbar, da man sie leicht durch Einsetzen in ein geeignetes Gestell aus nicht zu dünnen Brettchen in die nötige Horizontallage bringen kann. Außerdem ist für den Versuch erforderlich ein kleines Reagenzglas (sogen. Glühröhrchen) von 6–8 cm Länge (je nach der Größe des Objektisches) und etwa 8 mm Weite, das man folgendermaßen herrichtet. Man schneidet aus Karton eine Tafel von der ungefähren Gestalt des Objektisches und bringt an der Stelle, wo sich die Öffnung des Tisches befindet, einen Ausschnitt an, der etwas größer sein muß, als diese Öffnung. Ferner schneidet man diejenigen Ecken der Tafel, welche die für die Federklammern bestimmten Löcher des Objektisches verdecken, so weit aus, daß jene auch bei Verschiebung der Tafel noch frei bleiben. Auf diesem Kartonstück befestigt man das Reagenzglas so, daß sein Boden nach der Säule des Mikroskops gerichtet ist, wenn man die Tafel auf den Objektisch legt. Die ganze Vorrichtung wird auf dem bei der Beobachtung senkrecht liegenden Objektisch durch Federklammern festgehalten.

Als Objekte eignen sich die eben erst hervortretenden Wurzelspitzen kleiner Samen (z. B. eines Senfkorns), die man vorher auf feuchtem Fließpapier hat quellen lassen. Man umwickelt das gekeimte Samenkorn mit einem trockenen Fließpapierstreifen so, daß die Wurzel aus der Umhüllung herausragt. Die Papierhülle macht man so dick, daß sie sich in dem Reagenzglas, das man vorher zur Feuchterhaltung seines Innenraumes etwa $\frac{1}{2}$ cm hoch mit Wasser gefüllt hat, leicht verschieben läßt. Hat man die geeignete Stelle für den Papierpfropfen (mit Samenkorn) gefunden, so tränkt man ihn noch mit Wasser.

Wird dann die Kartontafel auf dem Objektisch befestigt, so befindet sich die Wurzel in ihrer natürlichen Lage mit der Spitze nach unten.

Die Beobachtung erfolgt bei schwacher, etwa 50facher Vergrößerung, bei der die Wand des Röhrchens noch nicht stört. Um nun das Vorrücken der Wurzelspitze verfolgen zu können, genügt es, daß man im Okular eine Marke anbringt, indem man einen feinen Seidenfaden quer über seine Blende spannt. Bei Anwendung eines Okularmikrometers kann man das Wachstum messen. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist bei Zimmertemperatur so groß, daß das Vorrücken der als stumpfer Kegel erscheinenden Wurzelspitze bereits nach 5 Minuten deutlich sichtbar ist.

Einfache Schulversuche. 1. Nachweis von Eisen in einer Lösung. Man löst eine geringe Menge (etwa eine Messerspitze) Ferrichlorid in Wasser. Zusatz von einer Lösung von Rhodankalium bewirkt eine blutrote Färbung.

2. Herstellen von Pergamentpapier. Man taucht einen Streifen von Filtrierpapier einen Augenblick in verdünnte Schwefelsäure (2 Teile Schwefelsäure, 1 Teil Wasser) und wäscht das Papier in Wasser, am besten in laufendem Wasser, aus. Das Papier hat sich in Pergamentpapier (Amyloid) verwandelt und gibt mit Jodlösung eine Blaufärbung.

3. Zum Nachweis, ob Papier aus Holz hergestellt ist, bestreicht man das betreffende Papier mit einer Lösung von salzsäurem Anilin. Ist Holzstoff in dem Papier vorhanden, so färbt es sich gelb.

4. Das Färben der Flamme durch verschiedene Stoffe. In die farblose Flamme eines Bunsenbrenners bringt man mittels eines Platindrahts ein Körnchen von Chlorkalium. Die Flamme wird violett gefärbt, wie von allen Kaliumsalzen. Natriumsalze färben die Flamme gelb, Baryumsalze grün, Strontiumsalze karminrot, Kalziumsalze rotgelb.

Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.

Von **Wilh. Schneider.**

(Fortsetzung von Seite 25.)

b) Schnitte durch frisches Material.

9. Hyaliner Knorpel im Schnitt. Der Knorpel ist so vorzüglich schneidbar, daß wir ihn zum Einüben der Schneidtechnik heranziehen. Ein Rippenende (etwa 3 cm lang) von der jungen Katze (oder vom Kalb) fassen wir so zwischen die drei ersten Finger der linken Hand, daß der Daumen etwas tiefer steht als der Zeigefinger und dieser als Auflage für das Messer dienen kann. Das Heft des Messers wird so weit zurückgeklappt, daß es recht fest und bequem in der Hand liegt (Abb. 5). Die Klinge ist gut mit Kochsalzlösung zu befeuchten, da sonst die Schnitte zerreißen. Wir setzen den unteren Teil der Schneide auf und schneiden ziehend, nicht drückend, d. h. so, daß ein möglichst großer Abschnitt des Messers am Schnitt beteiligt ist. Zu dem Zweck muß der rechte Arm ganz frei bleiben, während der linke aufgestützt oder gegen die Brust gedrückt wird. Man schneidet immer in der Richtung gegen den Körper, nie von sich ab. Der erste Schnitt wird verworfen; die anderen werden mit dem Pinsel in ein Schälchen mit Kochsalzlösung gebracht. Sie brauchen durchaus nicht groß zu sein, sollen aber in unserem Falle wenigstens an einer Stelle die Oberfläche des Knorpels mitgefaßt haben. Aus einer größeren Zahl von Schnitten sucht man den dünnsten aus, indem man das Glasschälchen auf einen schwarzen Untergrund stellt. Durch anfängliche Mißerfolge lasse man sich nicht entmutigen; geduldige Übung macht den Meister. —

Ein Vergleich unserer Schnitte (Abb. 6 und 7) mit No. 8 (starke Vergrößerung und Abblendung) zeigt, daß abgesehen von einer geringeren Größe der Zellen gleiche Verhältnisse herrschen. An den Stellen, wo die Knorpeloberfläche vom Schnitt getroffen ist, erkennen wir einen bindegewebigen

Überzug, das Perichondrium, das allmählich in den Knorpel übergeht. Daher sind dessen Zellen in der Nähe des Perichondriums langgestreckt und parallel der Oberfläche angeordnet. — Benutzen wir Knorpel von einem nicht frisch getöteten Tier, so werden wir die Knorpelzellen geschrumpft finden. Dieselbe Erscheinung beobachten wir, wenn am Rande Spiritus zugesetzt wird. Die Knorpelkapsel wird dadurch, daß sich das Protoplasma von der Wand zurückzieht, deutlicher erkennbar. Wenn es auch Mittel gibt, die die Form der Zelle besser erhalten, so kann unsere Beobachtung uns doch lehren, daß durchaus nicht alles, was wir am fixierten

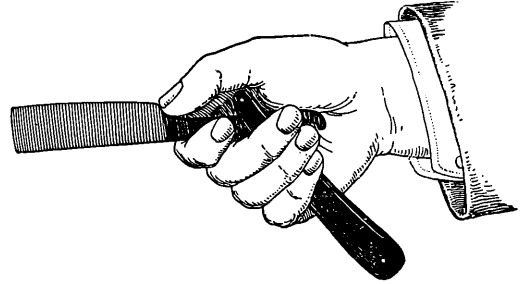


Abb. 5. Wie man das Rasiermesser halten soll.

(und gefärbten) Präparat sehen, auch in der lebenden Zelle vorhanden sein muß. Wir werden also die vergleichsweise Untersuchung lebender (bezw. überlebender) Gewebe nicht vernachlässigen dürfen.

Für die Herstellung feiner Schnitte ist die gute Instandhaltung des Rasiermessers unerläßliche Vorbedingung. Man soll sich die dazu nötigen Handgriffe aneignen, um vom Schleifer unabhängig zu sein. Da schartig gewordene Messer doch von diesem wiederhergestellt werden müssen, so reichen wir mit einem blauen „Wasserstein“ völlig aus, der früher

mit Aufreiber etwa 3 Mark kostete.¹⁾ Mit diesem bringt man auf dem mit Wasser benetzten Stein einen feinen Brei hervor,

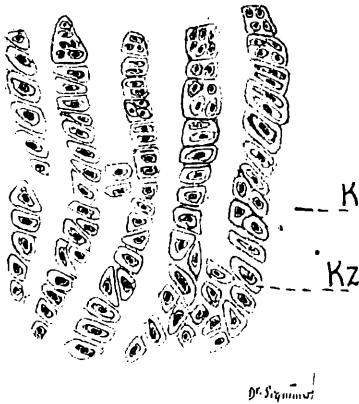


Abb. 6. K = Knorpelsubstanz. Kz = Knorpelzelle (Plasma geschrumpft). Vergr. ca. 450. (Aus Sigmund, Physiologische Histologie d. Menschen- und Säugetierkörpers.)

der mehrfach erneuert wird. Das Messer wird, die Schneide voran, in Schleifen über den Stein bewegt, wobei

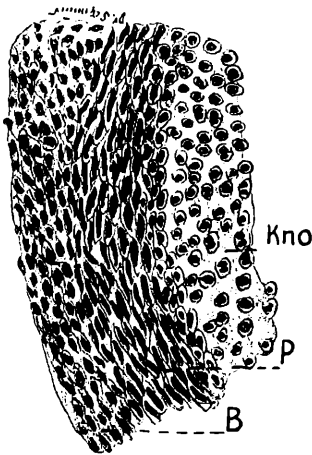


Abb. 7. Ein Stück Knorpel mit angrenzender Knorpelhaut (Perichondrium). Kno = Knorpel. P = innere Knorpelhaut (Perichondrium). B = äußere bindegewebige Schicht der Knorpelhaut, ohne scharfe Grenze in das übrige Bindegewebe übergehend. (Vergr. ca. 380.) (Aus Sigmund, Physiol. Histologie des Menschen- und Säugetierkörpers.)

Schneide und Rücken aufliegen müssen (Abb. 8). Anfangs kann man dabei einigen Druck ausüben, der im weiteren Verlauf

immer schwächer wird. Sind wir an einem Ende des Steines angekommen, so wenden wir das Messer um den Rücken, nie umgekehrt. Von Zeit zu Zeit ist die Schneide zu prüfen (vorher abwischen); sie soll beim Aufsetzen auf die Fingerbeere „kleben“, d. h. leicht in die Hornschicht der Haut eindringen, und ein frei gehaltenes Kopfhair durchtrennen, ohne daß dieses ausweicht. Ist das der Fall, so ziehen wir das Messer, nunmehr mit dem Rücken voran, einige Male über den Streichriemen (Abb. 9), wobei beim Wenden das oben Gesagte zu beachten ist. Die besten Streichriemen sind die auf der hölzernen Unterlage fest aufliegenden, die gelegentlich mit einer Paste eingerieben werden. Man lege sie immer auf die Kante

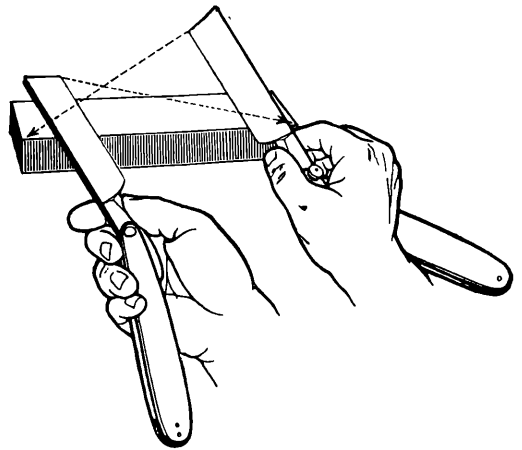


Abb. 8. Abziehen des Messers auf dem Stein. (Aus Stehli, Mikrotomie.)

und schütze bei Einstecken in das Futteral die Streichflächen durch einen Papierstreifen. Hat der Streichriemen eine braune und eine schwarze Seite, so benutze man zunächst die braune, nach Abwischen die schwarze. Das Abwischen geschieht am besten mit einem Stückchen Rehleder (oder Fensterleder).

Wir üben die Schneidetechnik weiter am Ohrknorpel (z. B. von Pferd, Kalb oder Schwein). Er ist durchzogen von einem Netz elastischer Fasern: Elastischer Knorpel.

Schnitte durch die Zwischenwirbelscheiben zeigen Faser- (Bindegewebs-) knorpel mit Bündeln von Bindegewebsfasern. In beiden Fällen Prüfung mit Essigsäure. Verkalkten Knorpel treffen wir in den

¹⁾ Die vielfach empfohlenen sogenannten belgischen (gelben) Steine sind sehr teuer; ich habe sie in langer Praxis nie nötig befunden. — Die gegenwärtigen Preise ändern sich so oft, daß Angaben darüber zwecklos sind.

tieferen Schichten des Oberschenkelkopfes vom Frosch. Aufbrausen nach Zusatz von Essigsäure (Nachweis von kohlensaurem Kalk).

c) Zerzupfen und Isolieren frischen Materials.

10. Quergestreifte Muskeln. Von einem enthäuteten Froschschenkel tragen wir mit der Schere ein dünnes Muskelscheibchen in der Richtung der Fasern ab und bringen es auf den Objektträger. Dann setzen wir 2 Präpariernadeln an einem Ende an und ziehen das Bündel in 2 Hälften auseinander. Mit der einen Hälfte wiederholen wir das Verfahren und fahren unter öfterem An-

Höhe liegen, so ergibt sich das Bild einer Querstreifung. — Wir fügen dem Präparat Wasser zu (Ansaugen mit Fließpapier). Nach einiger Zeit sehen wir an einzelnen Stellen eine zarte Haut sich von

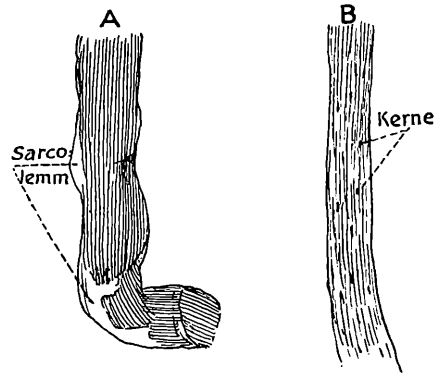


Abb. 10. Quergestreifte Muskelfaser vom Frosch (n. Stöhr). A = Wirkung des Wassers. B = Wirkung der Essigsäure. (Aus Stridde, Zoologie.)

der Muskelfaser abheben, das S a r k o l e m m a. — Zusatz von Essigsäure zu einem neuen Präparat läßt die spindelförmigen K e r n e deutlich hervortreten. Das Protoplasma der Zellen ist bis auf Reste in der Bildung der Muskelfibrillen aufgegangen (Abb. 10).

In gleicher Weise zerfasere man N e r v e n f a s e r n des Frosches, am besten einen der starken Nerven, die man nach Entfernung sämtlicher Eingeweide zu den Schenkeln ziehen sieht. Möglichst schnell arbeiten und das Präparat öfters anhauchen! Beobachtung: Markscheide, Achsenzylinder,

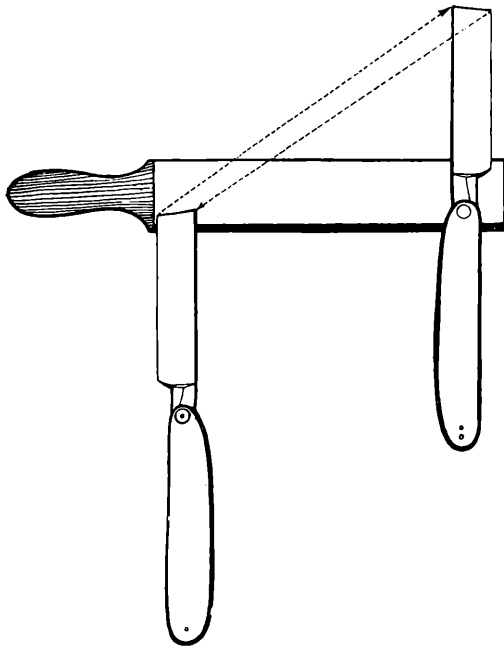


Abb. 9. Abziehen des Messers auf dem Streichriemen. (Aus Stehli, Mikrotomie.)

hauchen (um das Austrocknen zu verhüten) so lange fort, bis wir genügend feine Fasern erhalten, was unterm Mikroskop zu prüfen ist. Nun wird ein Tropfen Kochsalzlösung zugesetzt und das Deckglas aufgelegt. Wir erblicken ziemlich dicke M u s k e l f a s e r n, die bei stärkerer Vergrößerung eine feine Längsstreifung aufweisen, hervorgerufen durch die Zusammensetzung aus feinsten Fädchen, den M u s k e l f i b r i l l e n. Jede Fibrille ist aus matten (doppeltbrechenden) und glänzenderen (einfachbrechenden) Scheiben aufgebaut, und da diese Abschnitte bei allen Fibrillen derselben Faser in gleicher

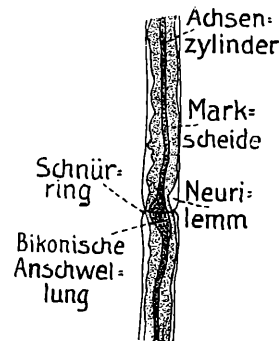


Abb. 11. Nervenfasern d. Kaninchens. (Nach Stöhr aus Stridde.)

Ranviersche Schnürringe. Bei Wasserzusatz Austritt von (Myelin-)Tropfen (Abb. 11). — Ferner untersuchen wir S e h n e n, die wir dadurch gewinnen, daß wir einer Maus mit den Fingernägeln ein Stück des Schwanzes

abkneifen und an dem Ende ziehen. Zupfen in Kochsalzlösung; später Zufügen von Eisessig (Sehnenzellen).

11. Glatte Muskeln. Wir wollen nun ein chemisches Mittel zum Isolieren kennen lernen. Ein Stückchen der Darmwand eines Frosches übergießen wir im Glasschälchen

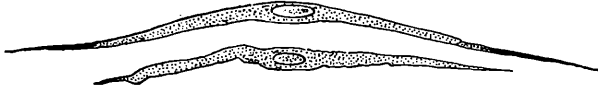


Abb. 12. Zwei glatte Muskelfasern aus dem Dünndarm des Frosches. (Nach Stöhr aus Stridde.)

mit einer Lösung von 1 Gewichtsteil Kaliumhydroxyd (Ätzkali) in 2 Gewichtsteilen destillierten Wassers. Nach einer kleinen Stunde zerfällt das Stückchen beim Umrühren mit dem Glasstabe in seine Bestandteile. Wir entnehmen mit der Pipette etwas Bodensatz und untersuchen in der Kalilauge, da ein Zusatz von Wasser das Präparat verderben würde. Beschmutzen des Objektivs ist peinlichst zu vermeiden; gegebenenfalls wird das Objektiv sofort mit destilliertem Wasser gereinigt und mit einem weichen (oft gewaschenen) Leinwandlappen abgewischt.¹⁾ Die glatte Muskulatur besteht aus langgestreckten, spindelförmigen Fasern, die in der Mitte einen Kern enthalten. Glatte Muskelfasern haben also im Gegensatz zu quergestreiften Zellenwert (Abb. 12).

Wie No. 11 behandeln wir ein Stückchen vom Nackenband des Rindes, das die Dornfortsätze der Halswirbel verbindet. Man muß aber nach Einwirkung der Kalilauge zerzupfen: Elastische Fasern, meist eigenartig hin und her gebogen. Elastische Fasern sind also nicht nur gegen Essigsäure (s. No. 7), sondern auch gegen Kalilauge widerstandsfähig. — Dieses Reagenz ermöglicht daher auch die Darstellung des elastischen Faser-netzes der Lunge. (Ein Scheibchen mit der Schere abschneiden, auf dem Objektträger mit Kalilauge und Deckglas bedecken, etwas Wasser zusetzen.)

12. Flimmerepithel. (Vergl. No. 4.) Ein Stück von der Luftröhre der Katze wird

aufgeschnitten, mit Nadeln auf einem Kork befestigt (Innenseite nach oben!) und dieser auf eine nicht zu hohe (weithalsige) Flasche gesetzt, die zum Teil mit Eisessig gefüllt ist. Nach einer Viertelstunde nimmt man mit einem Messer etwas von dem Epithel ab, bringt es in einen Wassertropfen und rührt mit der Nadel um, so daß die Zellen isoliert werden. Vor dem Aufsetzen des Deckglases werden einige Haare (z. B. Augenwimpern) in den Tropfen gelegt, um die Zellen vor Druck zu schützen. Bei starker Abblendung sind Wimpersaum und Kern der Zellen leicht zu erkennen. In gleicher Weise verfähre man mit der Speiseröhre des Frosches (Flimmerzellen), ferner mit der abgelösten Schleimhaut von Magen und Darm der Katze (Zylinderepithel, Schleimzellen). Statt der Essigsäure läßt sich Drittelalkohol (40 ccm Brennspritus von 90 % + 60 ccm

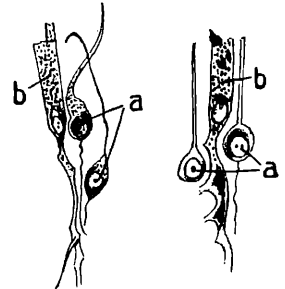
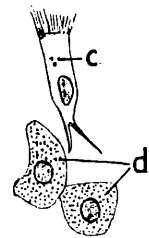


Abb. 13. Durch Mazeration zerfallene Elemente des Riechepithels vom Kaninchen. a = Riechzellen. b = Stützzellen. c = Wimperzellen. d = Drüsenzellen. (Nach Stöhr a. Sigmund, Physiol. Histologie.)



Wasser) verwenden, was besonders für Dauerpräparate zu empfehlen ist. Nachdem das Epithel 6—24 Stunden in der Flüssigkeit (nur wenige ccm nehmen) gelegen hat, wird es mit der Pinzette einige Male in einen Tropfen verdünnten Glycerins gestoßen. Dann rührt man mit der Nadel um, fügt einige Haare bei, legt das Deckglas auf und umrandet nach No. 5. Tritt das Glycerin unter dem Deckglas hervor, so ist es vorsichtig mit Fließpapier zu entfernen, da sonst der Kitt nicht haftet. Kanadabalsam ist als Abschluß für Glycerin-

¹⁾ Das gilt natürlich auch für Verunreinigungen mit anderen Zusatzflüssigkeiten, die bei Beachtung des unter No. 2 Gesagten selten vorkommen. Kanadabalsam wird mit einem in Alkohol getauchten Lappen möglichst schnell entfernt.

präparate nicht zu empfehlen; nach meinen Erfahrungen bröckelt er bei älteren Präparaten leicht ab. Krönigschers Kitt¹⁾ ist dagegen für eckige Deckgläser sehr geeignet. Zum Auftragen sind billige Deckglasspatel käuflich zu haben; doch genügt ein 2 cm von seinem Ende rechtwinklig umgebogener und hier plattgehämmerter, starker Draht. Man erwärmt den Spatel in der Spiritus- oder Gasflamme, nimmt etwas von der Masse ab und legt zunächst durch aufgesetzte Tropfen die Ecken des Deckglases fest. Dann setzt man den Spatel auf den Deckglasrand und zieht den Kitt auf den Objektträger hinüber. Der Verschluss soll einige Millimeter auf Deck- und Trageglas übergreifen.²⁾ — Mit Drittelalkohol behandeltes Riechepithel (an einem in der Mittellinie durchsägten Schädel an der bräunlichen Färbung kenntlich) zeigt Riechzellen von schlanker Form, nur in der Gegend des Kernes kugelig angeschwollen, dickere Stützzellen mit zackigem Grunde und Flimmerzellen (Abb. 13). — Zur Untersuchung der Linsenfasern legt man die Linse (Katze, Rind, Pferd) auf 1—2 Tage in die Isolierungsflüssigkeit und zerzupft.

13. Elemente des Haares. Ein Haar wird auf dem Objektträger oder in einem Uhrschälchen mit einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure erwärmt, bis es sich stark krümmt. Dann ersetzt man die Säure durch Wasser, legt das Deckglas auf und drückt es mit der Nadel so stark an, daß das Haar zerfällt: Oberhautschuppen, Rinden- und Markzellen. — Ebenso lassen sich die Hornzellen der Fingernägel isolieren.

14. Harnkanälchen. Die Niere einer Maus wird halbiert und in konzentrierte Salzsäure auf mehrere Stunden eingelegt, dann mit destilliertem Wasser ausgewaschen und in einem Glasschälchen geschüttelt. Vorsichtiges Übertragen der Kanälchen in verdünntes Glycerin, Schutz-

haare, Umranden. Das Ergebnis ist für den Anfänger schwer deutbar und daher mit den später zu besprechenden Schnittpräparaten zu vergleichen.

d) Anfertigung von Schliffen.

15. Knochenschliff. Von dem Knochen irgend eines Säugers sägen wir, nachdem er längere Zeit im Freien oder im Wasser

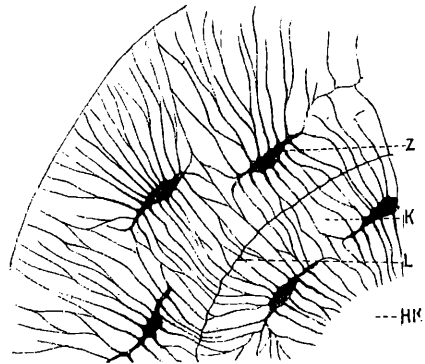


Abb. 14. Querschnitt durch den Knochen eines Rindes. Z = Knochenzellen mit Ausläufern. K = Knochengrundsubstanz. L = Grenzfläche einer Knochenlamelle. HK = Haversscher Kanal. Vergr. ca. 350. (Aus Sigmund, Physiol. Histologie.)

gelegen hat, mit der Laubsäge ein Plättchen quer zur Längsrichtung ab, je dünner, umso besser. Nun stellen wir mit dem Aufreißer auf dem Abziehstein einen Brei her, legen das Knochenscheibchen hinein und führen es unter Andrücken mit dem Finger in kreisförmiger Bewegung über den Stein. Nach kurzer Zeit ist die Unterfläche eben geschliffen. Sie wird mit Wasser gereinigt, getrocknet und dann poliert, indem sie in der angegebenen Weise über straff gespanntes, mit Kreidepulver eingepudertes Rehlleder geführt wird. Wir reiben sie noch auf reinem Rehlleder ab und kitteten die jetzt glänzende Seite mit dickem Kanadabalsam (oder Siegellack) auf einen glatten Korkstopfen. Der Kitt muß dabei die Scheibe auf allen Seiten umfassen. Dann wird die obere Fläche so lange auf dem Stein abgeschliffen, bis der Knochen ganz durchscheinend geworden ist. Öfteres Anfeuchten verhindert das Weichwerden des Kittes. Schließlich wird auch die Oberseite poliert, der Schliff mit Benzin oder Xylol (bzw. Alkohol) abgelöst und getrocknet. Man kann ihn trocken einschließen (s. No. 5); schöner wird aber das Präparat nach folgendem Verfahren: Auf dem Objektträger erwärmt

¹⁾ Er besteht aus 2 Teilen Wachs und 7 Teilen Kolophonium, die man unter vorsichtigem Erwärmen zusammenschmilzt. Besser fertig zu beziehen.

²⁾ Wer auf das Äußere großen Wert legt, mag für Dauerpräparate runde Deckgläser und Maskenlack anwenden. Die Lackringe werden am gleichmäßigsten bei Benutzung einer Drehscheibe. Anweisung zur Selbstanfertigung eines solchen findet man im „Mikrokosmos“ Jg. 6. S. 182.

man einen großen Tropfen Kanadabalsam (Vorsicht!), bis das Lösungsmittel verdampft ist, was man daran erkennt, daß der Balsam beim Erkalten gleich hart wird. In die wieder verflüssigte Masse legt man den Schliff hinein, dreht ihn sofort mit einer Nadel auf die andere Seite, bringt das Deck-

versorgen und von ineinandergeschachtelten (im Querschliff also konzentrische Ringe bildenden) Knochenlamellen umgeben sind. Zwischen diesen verlaufen unregelmäßig die Schaltlamellen, in der Nähe der Oberfläche die dieser parallelen Hauptlamellen. Die Räume, in denen die

Knochenzellen lagen, treten mit Luft gefüllt scharf hervor. Stärkere Vergrößerung zeigt, daß diese Knochenhöhlen durch verzweigte Ausläufer in Verbindung stehen (Abb. 14). Das gewonnene Bild ergänzen wir durch Vergleich mit einem Längsschliff (Abb. 15). An manchen Stellen ist die Verbindung der Haversschen Kanäle untereinander sowie mit der äußeren und inneren Oberfläche (Markhöhle) des Knochens zu sehen.

Schliffe durch Zähne (am besten Längsschliff durch einen menschlichen Schneidezahn) werden in gleicher Weise hergestellt, nur braucht man keine Scheibe herauszusägen, sondern schleift den Zahn bis gegen die Mitte auf Schmirgelpapier ab, um sodann auf dem Schleifstein mit der Arbeit fortzufahren. Untersuchung:

1. Krone: Zahnbein mit gebogenen, nach außen verzweigten Dentinröhrchen und einzelnen unverkalkt gebliebenen Stellen (Interglobularräumen); Schmelz, aus Schmelzprismen aufgebaut. 2. Wurzel: Zahnbein, dessen Röhrchen gegen das Zement hin durch die Körnerschicht (Anhäufung kleiner Interglobularräume) unterbrochen werden; Zement mit Knochenhöhlen.

(Fortsetzung folgt.)

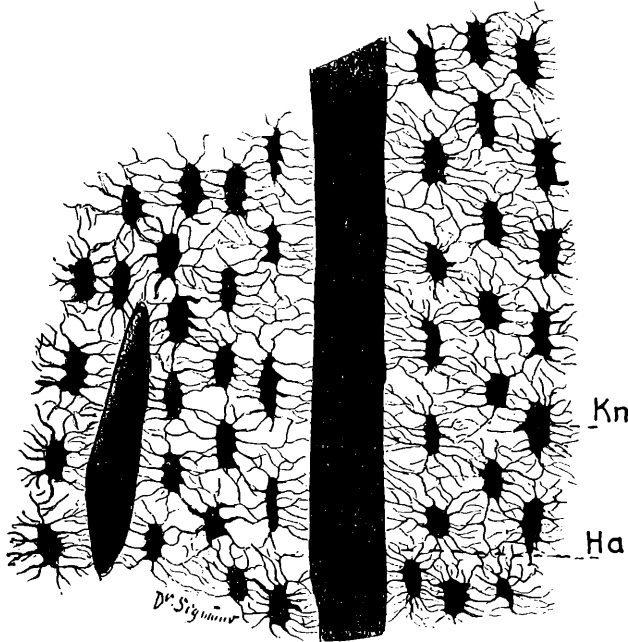


Abb. 15. Knochen des Rindes, längs. Kn = Knochenzelle. Ha = Haversscher Kanal. Vergr. ca. 380. (Aus Sigmund, Physiol. Histologie.)

glas auf und drückt es fest an, um die Luftblasen nach dem Rande zu treiben. Es beeinträchtigt nicht die Brauchbarkeit, wenn noch einzelne Luftblasen mit eingeschlossen bleiben.

Die Durchmusterung mit schwacher Vergrößerung zeigt die Querschnitte der Haversschen Kanäle, die den Knochen mit Blut

Farbstoffe für Bakterienfärbung.

Von Dipl.-Ing. Chemiker K. Kinkelin.

Die Anwendung von Farbstoffen in der Mikroskopie hat in den letzten Jahrzehnten eine ausgedehnte Erweiterung gefunden. Sowohl bei dem Studium der Zellstruktur als insbesondere bei bakteriologischen Untersuchungen sind eine große Anzahl von Anilin-

Farbstoffen mit außerordentlichem Erfolg angewandt worden. Es seien hier von den vielen nur genannt: Fuchsin, Methylviolett, Methylgrün, Nigrosin, Anilinbraun, Naphthylblau, Methylenblau, Hämatoxylin, Cochenille.

Alle diese Farbstoffe in ihrer Entstehungsweise und Zusammensetzung zu betrachten würde hier zu weit führen. Es sollen im folgenden hauptsächlich die für die Untersuchung von Bakterien wichtigen Farbstoffe aus den Vorgenannten herausgegriffen werden.

Das Fuchsin ist einer der wichtigsten Teerfarbstoffe der Triphenylmethanreihe und wird im großen nach dem Nitrobenzolverfahren aus dem Anilinöl für Rot (dem sogen. Rotöl), einem Gemisch aus Anilin, Paratoluidin und Orthotoluidin hergestellt, in dem man Anilin, Toluidin und deren salzsaure Salze mit Nitrobenzol und Nitrotoluol bei Gegenwart von Eisen und Chlorzink auf 190 Grad erhitzt. Die metallisch glänzende Schmelze wird mit siedendem Wasser behandelt und die erhaltene Lösung des Fuchsins mit Kochsalz ausgefällt. Ein älteres, früher allgemein übliches Verfahren der Oxydation mit Arsensäure ist jetzt völlig aufgegeben, dagegen haben sich neuere Darstellungsmethoden wie das Behandeln des aus Anilin und Formaldehyd erhaltenen Diamidodiphenylmethans bei Gegenwart eines Oxydationsmittels mit Anilin oder die Gewinnung auf elektrolytischem Wege bereits ziemlich eingeführt. In chemischer Hinsicht ist Fuchsin ein Gemisch aus Parafuchsin und gewöhnlichem Fuchsin. Aus Wasser umkristallisiert bildet es dunkelgrüne, metallisch glänzende Kristalle, die sich in Alkohol, Amylalkohol und Wasser mit roter Farbe lösen; in Äther ist es unlöslich, durch Alkalien und Reduktionsmittel wird es entfärbt.

Nahe verwandt mit dem Fuchsin ist das Methylviolett, ein Pararosanilin, bei dem in den Aminogruppen 5 Wasserstoffatome durch Methylgruppen substituiert sind. Meist enthält es aber als Beimengungen noch das Tetramethylderivat und das Hexamethylviolett. Das Methylviolett wird durch Oxydation von Dimethylanilin mit Kaliumchlorat und Kupferchlorid dargestellt. Um mehr rötliche Farbtöne zu erzielen nimmt man ein Gemenge von Dimethylanilin und Methylanilin; durch Auskochen des Reaktionsproduktes mit Salzsäure erhält man die Chlorwasserstoffverbindung der Basen, die mit Kochsalz ausgefällt wird. Das Methylviolett kommt in metallisch grün-glänzenden Stücken oder auch als Pulver, selten jedoch kristallisiert in den Handel. Es ist in Wasser und Alkohol mit violetter Farbe

löslich, die wässrige Lösung wird auf Zusatz von Salzsäure grün.

Ein weiterer wichtiger Farbstoff für die Bakterienfärbung ist das Methylenblau, ein Thiazinfarbstoff. Man erhält ihn, wenn man eine salzsaure Lösung von Nitrodimethylanilin mit Schwefelwasserstoff reduziert, die entstehende Verbindung mit Eisenchlorid behandelt und schließlich durch Zusatz von Chlorzinklösung und Kochsalz den Farbstoff ausfällt. Zurzeit stellt man das Methylenblau nur mehr nach dem Thiosulfatverfahren her, indem man Paraamidodimethylanilin bei Gegenwart von Natriumthiosulfat oxydiert, die entstandene Thiosulfosäure durch Oxydation mit Dimethylanilin und Chromat und darauffolgendes Kochen mit Chlorzinklösung in das Leukomethylenblau überführt. Dieses gibt dann mit Eisenchlorid den Farbstoff, ein vierfach alkyliertes Lauthsches Violett. Man erhält das Methylenblau als dunkelblaues Pulver oder in kupferartig glänzenden Nadeln, die in Wasser und Alkohol mit tiefblauer Farbe löslich sind.

Von Fuchsin, Methylviolett und Methylenblau stellt man sich für die verschiedenen Untersuchungen am besten je eine wässrige und eine alkoholische konzentrierte Lösung her, und zwar nach folgendem Verfahren: Man gibt in ein Kölbchen mit Wasser oder Alkohol solange Farbstoff, bis er sich nicht mehr löst, sondern am Boden bleibt. Bei Gebrauch filtriert man die benötigte Menge ab und gießt dafür wieder das betreffende Lösungsmittel nach. Solange noch Farbstoff auf dem Boden ist, ist die Lösung gesättigt.

Viel gebraucht wird auch die Karbol-fuchsinlösung, die man nach Ziehl herstellt, indem man 1 g Fuchsin mit 5 g kristallisierten Karbolsäure verreibt und die Mischung zuerst mit 10 g absoluten Alkohol, dann mit 100 g destilliertem Wasser in die Flasche spült, und das Löfflersche Methylenblau, das aus 30 ccm konzentrierter alkoholischer Methylenblaulösung und 100 ccm wässriger 0,01%iger Kalilösung besteht. Beide Lösungen sind unbegrenzt haltbar.

Auf Deckglaspräparate braucht man einige Tropfen dieser Farbstofflösungen nur kurze Zeit unter vorsichtigem Erwärmen einwirken lassen; dann spült man mit Wasser den Farbstoff ab und trocknet an der Luft. Erst nach dem völligen Austrocknen schließt man in

Kanadabalsam ein. Bei Schnittpräparaten, für die sich übrigens Karbolfuchsin weniger eignet, läßt man, falls sie unter Erwärmen leiden würden, das Methylenblau längere Zeit einwirken, spült dann ebenfalls mit Wasser und überträgt in Kanadabalsam, nachdem man vorher die Schnitte eintrocknen läßt oder Anilin zwischen Wasser und Xylol einschaltet. Eine Reihe anderer Methoden sind in dem ausführlichen ersten Band des Handbuches der mikroskopischen Technik: Apparate und Arbeitsmethoden der Bakteriologie von Dr. A. Reitz in ausführlicher und einfach auszuübender Weise geschildert.

Außer den oben genannten Farbstoffen, die in den meisten Fällen sowohl zur Färbung von Bakterienkapseln, als auch der Geißeln und des Zellinhaltes anwendbar sind, werden für spezielle Fälle noch eine Reihe anderer Farbstoffe angewandt.

So benötigt man zum Beispiel zur Färbung der Tuberkelbazillen bei der Hermannschen Methode Kristallviolett und Bismarckbraun.

Kristallviolett oder **Violett 6B** besteht aus der Chlorwasserstoffverbindung des Hexamethylparosanilins und bildet metallisch grünglänzende in Wasser mit violetter Farbe lösliche Kristalle. Die benötigte Lösung stellt man sich aus 3 g Kristallviolett und 97 g 95%igem Alkohol her.

Bismarckbraun (Vesuvín, Phenylenbraun) ein Amidoazofarbstoff, wird aus Dinitrobenzol durch Einwirken reduzierender Substanzen, zum Beispiel Zink und Salzsäure, oder durch Einwirkung von salpetriger Säure auf Metaphenylendiamin dargestellt. Es ist ein braunes, wasserlösliches Pulver. Angewandt wird der Farbstoff in einer Lösung von 2 g Bismarckbraun in 60 ccm 95%igem Alkohol und 40 ccm destilliertem Wasser. Diese Lösung bereitet man sich jedesmal frisch.

Bei der Tuberkelfärbung nach Gasis verwendet man eine Eosinlösung, die aus 1 g Eosin, 5 g absolutem Alkohol und 100 g destilliertem Wasser besteht. Unter dem Namen **Eosin** vereinigt man eine große Reihe von prachtvollen Teerfarbstoffen, die sämtliche als Halogen- oder Nitroderivate des Fluoreszeins aufzufassen sind. Von den ersten wird das durch Bromierung von Fluoreszein erhaltene Natrium- oder Ammoniumsalz des Tetrabromfluoreszeins als **Eosin schlechthin**, **Eosin B E**, wasserlöslich bezeichnet. Es erscheint im Handel als ein

braunrotes, mit Wasser rote grünfluoreszierende Lösungen bildendes Pulver. Eine, besonders reine, kristallisierte Modifikation wird als **Eosin A** bezeichnet. Führt man an Stelle von Brom Jod ein, so erhält man das Tetraiodfluoreszein, dessen Natriumsalz unter dem Namen **Eosin J**, **Pyrosin**, als wasserlöslicher Farbstoff benützt wird.

Die wässrige Lösung der Bromfluoreszeine zeigt im durchfallendem Licht eine prächtige Rosafärbung, im auffallenden je nach Konzentration ein reines Gelb bis Gelbgrün, die Jodeosine besitzen nur sehr geringe oder gar keine Fluoreszenz. Für einige andere Verfahren genügt auch eine alkoholische Stammlösung, die analog den oben genannten alkoholischen Stammlösungen hergestellt wird.

Zum Nachfärben der Diphtheriebazillen nach Neißer verwendet man eine filtrierte Lösung von 2 g Chrysoidin in 300 g heißem destilliertem Wasser. **Chrysoidin** (salzsaures Diamidoazobenzol), ein zur Gruppe der Azofarbstoffe gehöriger gelber Teerfarbstoff, wird durch Einwirken von Metaphenylendiamin auf salzsaures Diazobenzol dargestellt und ist wasserlöslich. Die heiße konzentrierte wässrige Lösung gesteht aber beim Erkalten zu einer blutroten Gallerte. Sein salzsaures Salz kristallisiert in rötliche Nadeln und ist ziemlich wasserlöslich. Man wendet Chrysoidin in einer Lösung von 2 g Farbstoff in 300 g heißem Wasser an, die man filtriert.

Von den in verschiedenen Methoden noch häufiger angewandten Farbstoffen seien dann außerdem genannt: Thionin, Safranin, Pyronin, Methylgrün, Karmin und Tropäolin 00.

Lauths Violett (Thionin), ein schon lange bekannter Thiazinfarbstoff, wird durch Oxydation von Paraphenylendiamin mit Eisenchlorid in saurer, schwefelwasserstoffhaltiger Lösung dargestellt und besteht aus der Chlorwasserstoffverbindung des Imidamidothiodiphenylimids. Das schwarzgrüne metallischglänzende Pulver ist im kochenden Wasser mit violetter Farbe löslich; konzentrierte Schwefelsäure gibt eine gelbgrüne Lösung, die beim Verdünnen mit Wasser erst blau, dann violett wird. Angewandt wird Thionin sowohl in alkoholisch gesättigter Lösung als auch in einer Mischung von 10 g gesättigter wässriger Thioninlösung mit 88 g destilliertem Wasser und 2 g verflüssigter Karbolsäure.

Safranin gehört zu den Azinfar-

stoffen und ist ein Phenazin, in dessen beide Phenylreste je eine Methyl- und Amidogruppe eingetreten ist, während der mittlere Stickstoff mit Cl und C_6H_5 verbunden ist. Zu seiner Darstellung oxydiert man eine Mischung von Paratoluyldiamin, Orthotoluidin und Anilin mit chromsaurem Kalium, filtriert, sättigt die Lösung genau mit Salzsäure und fällt den Farbstoff durch Kochsalz. Das Safranin, dessen verschiedene Töne durch die Buchstaben T, B, G bezeichnet werden, kommt als grünlichschwarzes, oder rotbraunes Pulver oder auch in Kristallform in den Handel. Es löst sich ziemlich schwer in kaltem, leichter in heißem Wasser mit scharlachroter Farbe. Zum Nachfärben verwendet man es in konzentrierter alkoholischer Lösung.

Pyronin ist ein basischer Xanthenfarbstoff mit schönem, bläulichrotem Ton. Das Pyronin entsteht, wenn man Formaldehyd mit Dimethylmetaaminophenol vereinigt, das hiebei ausgeschiedene Tetramethyldiaminodioxidyphenylmethan durch Erhitzen mit konzentrierter Schwefelsäure in das entsprechende Xanthen überführt und dieses mit salpetriger Säure behandelt; es ist also Tetramethyldiaminoxantheniumchlorid. Das grünglänzende Kristallpulver gibt mit Wasser und Alkohol eine rote, gelbfluoreszierende Lösung, die durch Salzsäure hellorange wird. Konzentrierte Schwefelsäure gibt eine rotgelbe Lösung, die auf Wasserzusatz rot wird. Verwendet wird Pyronin in einer Lösung von 1 g Farbstoff in 100 g destilliertem Wasser.

Methylgrün, ein Triphenylmethanfarbstoff, besteht aus der Zinkchloridverbindung des Chlormethylhexamethylparosanilin-Chlorwasserstoffs und wird durch Behandeln von Methylviolett mit einer Lösung von Chlormethyl in Amylalkohol und nachherigen Zusatz von Chlorzink dargestellt. Man erhält das Methylgrün in grünen Kristallen, die sich in Wasser leicht mit blaugrüner Farbe lösen. Die meistgebrauchte Lösung besteht aus 1 g Methylgrün in 100 g destilliertem Wasser.

Karmin wird bei der Gramschen Schnittfärbung zum Nachfärben angewandt. Der prachtvolle rote Farbstoff, der aus der Kochenille durch Ausziehen mit Wasser und nachheriger Fällung mit verdünnten Säuren, meist unter Zusatz von Eiweiß, Gelatine oder Alaun hergestellt wird, kommt als ein feurigrotes Pulver in den Handel. Karmin ist unlöslich in Wasser, löst sich aber in Ammoniak. Für den Gebrauch löst man 1 g Karmin in 1 g Ammoniak, gibt dann noch 50 ccm destilliertes Wasser hinzu und soviel Pikrinsäure, bis ein Niederschlag entsteht. Dieser wird durch wenige Tropfen Ammoniak wieder gelöst. Man fügt dann noch einige Tropfen Karbolsäure hinzu.

Tropäolin 00 ist ein orangegelber Farbstoff und besteht aus dem Natriumsalz des Sulfanilsäureazodiphenylamins; er wird auch Diphenylorange oder Säuregelb D genannt. Angewandt wird der Farbstoff in wässriger Lösung.

Zur Präparation von Schneekristallen. Eine Umfrage. Mit der kleinen Notiz in Heft 4 des „Mikrokosmos“ 1919/20, S. 96 über ein einfaches Verfahren, die Kristalle in aller Ruhe im Zimmer zu beobachten, hatten wir gleichzeitig die Bitte um Angabe weiterer Präparationsverfahren, vor allem zur Herstellung einfacher Mikrophotographien von Schneekristallen verbunden. Da offenbar dieser

Hinweis übersehen wurde, folgen wir gerne einem inzwischen vielfach geäußerten Wunsche und bitten nochmals besonders die Praktiker unter unsern Mitgliedern, ihre Erfahrung über die zweckmäßige Präparation dieser prachtvollen Gebilde der Schriftleitung des „Mikrokosmos“ bekannt zu geben, die sie dann zu Nutz und Frommen aller „Mikrokosmos“-Leser an gleicher Stelle veröffentlichen wird.

Neue Untersuchungen über die Atmung der Insekten.

Von Gertrud von Rohr.

Die Untersuchungen, über die im folgenden kurz berichtet werden soll, wurden von mir im Winter 1920/21 gemeinsam mit Prof. v. n Buddenbrock im Zoologischen Institut der Universität Berlin ausgeführt.

Die Insekten atmen bekanntlich durch Tracheen. Es sind dies Luftröhrchen, die, von der Haut ausgehend, sich im Körper immer feiner und feiner verzweigen und alle Gewebe durchziehen. Ihre Endigungen liegen an der Grenze der Sichtbarkeit und führen den Sauerstoff der Atmosphäre direkt zu jeder einzelnen Zelle. Die verbreitetste zoologische Auffassung von der Tracheenatmung der Insekten geht dahin, daß die Tracheen in ihrer Funktion den Lungen der Säugetiere gleichzusetzen sind; sie sollen sowohl den Sauerstoff aus der Luft zu den Geweben führen als auch die von den Geweben ausgeschiedene Kohlensäure wieder nach außen befördern. Bei den unendlich kleinen Dimensionen der Tracheenendröhrchen liegt die Frage nahe, ob nun in diesen engen Röhrchen überhaupt eine Gasbewegung in zwei entgegengesetzten Richtungen denkbar sein kann. Verschiedene moderne Forscher haben diese Frage verneint und die Theorie aufgestellt, daß das Tracheensystem nur zur Einatmung des Sauerstoffs diene, der Abtransport der Kohlensäure aber gar nicht durch die Tracheen geschähe, sondern daß diese vom Blute aus den Geweben weggeschwemmt und durch die Haut oder den Darm nach außen abgegeben werde. Diese Anschauung stützt sich auf verschiedene Versuche, besonders des dänischen Physiologen K r o g h. Er analysierte mit besonders hierfür konstruierten Apparaten die Luft der Tracheen verschiedener Insekten und fand, daß der Gehalt an Kohlensäure stets bedeutend geringer war, als er es hätte sein müssen, wenn die dem eingeatmeten Sauerstoff entsprechende CO_2 -Menge wieder in die Tracheen käme. Er schloß hieraus, daß die Kohlensäure hauptsächlich auf anderem Wege, nicht durch die Tracheen entfernt würde.

Wir haben es unternommen, diese äußerst wichtige Frage mit anderen Methoden und anderem Material nochmals nachzuprüfen.

Als Versuchsobjekt diente uns die Stabheuschrecke *Dixippus morosus* (Abb. 1). Diese merkwürdigen Tiere verharren den ganzen Tag über in einer Art Starrezustand. Einem dünnen Ästchen vergleichbar, hängen sie regungslos im Gezweig und erwachen erst mit Eintritt der Dunkelheit zu ihrem eigentlichen Leben.

Technik. Wir benutzen für unsere Versuche das sogenannte K r o g h'sche Respirometer. Dieses besteht aus einem U-förmig gebogenen Glasrohr von 0,35 bis 0,5 mm innerem Durchmesser, in dem sich eine leicht bewegliche Flüssigkeit (gefärbtes Petroleum) befindet. (Abb. 2.) Kurz vor ihrem Ende (bei f und g) gabeln sich die beiden Schenkel des U-Rohres in einen vertikalen und einen horizontalen Ast, von denen die horizontalen Äste je ein Gefäß tragen (a und b), während die vertikalen mit Gummischläuchen (c und d) überzogen sind, die durch einen gemeinsamen Quetschhahn (e) geschlossen werden können. Das Gefäß a dient als Behälter des Tieres, dessen Atmung untersucht werden soll, b dient als sogenanntes Ausgleichgefäß. In a werden außer dem Tiere noch einige Kubikzentimeter Natronkalk hineingetan, eine Substanz, die CO_2 absorbiert. Das Ausgleichgefäß b bleibt leer. Der Apparat wird in ein Wasserbad gehängt und bleibt darin mindestens 20 Minuten stehen, ehe der Quetschhahn e geschlossen wird. Dies geschieht, um jede, auch die geringste Temperaturschwankung zu vermeiden, die zwischen den beiden Gefäßen eintreten könnte. Dann erst beginnt der eigentliche Versuch. In a vermindert sich die Gasmenge dauernd um den von den Tieren aufgenommenen Sauerstoff, da die von ihnen ausgeschiedene Kohlensäure durch den Natronkalk absorbiert wird. In b bleibt der Gasdruck konstant. Es tritt daher in a eine Druckänderung gegenüber dem Gefäß b ein, die dadurch ausgeglichen



Abb. 1.
Dixippus morosus.

wird, daß die Flüssigkeitssäule im Manometer auf der Seite des Tierbehälters steigt. Man kann nun an der hinter dem U-Rohr angebrachten Skala von 5 zu 5 Minuten den Stand der Flüssigkeitssäule ablesen

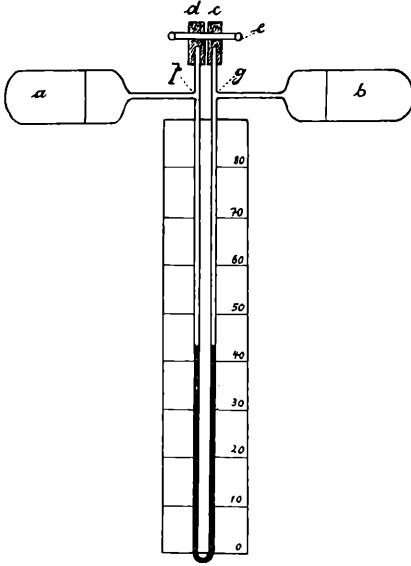


Abb. 2. Das Kroghsche Respirimeter. Erklärung im Text.

und erhält auf diese Weise ein Maß für die Menge des in einer bestimmten Zeit aufgenommenen Sauerstoffs. Macht man einen entsprechenden Versuch, ohne Natronkalk in den Tierbehälter zu tun, so findet man in der Steighöhe der Flüssigkeit im Manometer ein Maß für $O_2 - C O_2$, d. h. für die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs vermindert um die abgegebene Kohlensäure. Durch Subtraktion der beiden Gleichungen I. $O_2 = x$ und II. $O_2 - C O_2 = y$ erhält man $C O_2 = x - y$.

Wir haben den Kroghschen Apparat je nach den Zwecken der einzelnen Experimente in verschiedener Weise modifiziert.

Hautatmung. Um die Frage nach der Ausscheidung der Kohlensäure bei *Dixippus* zu prüfen, haben wir einen anderen Weg gewählt als Krogh, nämlich die direkte quantitative Messung der Hautatmung im Respirimeter. Sehr zugute kamen uns dabei die Form und die Bewegungslosigkeit unseres Versuchstieres. Die bei diesen Versuchen benutzte Variante des Kroghschen Apparats ist in Abb. 3 dargestellt. Durch ein Loch im Boden des Gefäßes a, über das das Gefäß b mit einem Schliff herübergreift, ist das Versuchstier so durchgesteckt, daß sich

das Hinterende im Gefäß b, das Vorderende im Gefäß a befindet. Das Tier wird mit Klebwachs am Boden des Gefäßes a gut angeklebt. Außerdem werden ihm mit Lanolin und Klebwachs sämtliche Luftlöcher des in das Gefäß b hineinragenden Hinterleibs sowie die Analpartie zugeklebt. Wir haben jetzt im Gefäß b einen Hautsack, der durch keine Öffnungen mit der umgebenden Luft in Verbindung steht und sind, indem wir b an das Manometer anschließen, imstande, die Hautatmung des halben Tieres genau zu bestimmen. Der andere Schenkel des Manometers trägt ein entsprechendes Ausgleichgefäß. Die offengelassenen Stigmen des Vordertieres vermögen die ganze Stabheuschrecke genügend mit Sauerstoff zu versorgen. Das freie Ende des Gefäßes a ragt über das Wasserbad hinaus in die Atmosphäre. Die übrigens sehr mühsamen Versuche ergaben interessanterweise ein durchaus anderes Resultat, als es die Kroghsche Hypothese fordert: nur etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Gesamtkohlensäure wird durch die Haut ausgeschieden, so daß also bei weitem die meiste Kohlensäure durch die Tracheen entfernt wird. Wir müssen uns daher mindestens für *Dixippus* wieder zu der alten Auffassung von der Funktion des Tracheensystems bekennen.

Temperaturwirkung. Es ist lange bekannt, daß bei den Kaltblütern eine Er-

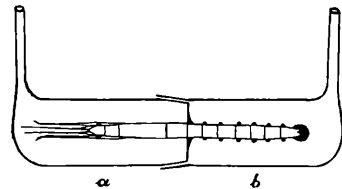


Abb. 3. Erklärung im Text.

höhung der Temperatur eine bedeutende Steigerung der Atmung zur Folge hat. Die Wirkung der Temperatur ist eine doppelte: einmal steigert sie direkt die Stoffwechselvorgänge im Körper, zweitens erhöht sie die willkürlichen Bewegungen der Tiere, die ihrerseits eine beträchtliche Zunahme der Atmung hervorrufen. Den Naturforscher interessiert vornehmlich der erste Punkt: die Art, wie zunehmende Temperatur die chemischen Prozesse im Körper beschleunigt. Hinsichtlich dieses Problems galt früher allgemein die Ansicht, daß die Temperatur im Körper genau so wirke wie

bei chemischen Prozessen im Reagenzglas, wo nach der van't Hoff'schen Regel eine Beschleunigung der Reaktion um das 2- bis 3fache erfolgt, wenn die Temperatur um 10 Grad steigt. Wenn man diese Abhängigkeit des Stoffwechsels von der Temperatur in einem Koordinatensystem zur Darstellung bringt, erhält man eine sogenannte Exponentialkurve.

Um diese Verhältnisse im Experiment genau zu prüfen, ist natürlich eine Ausschaltung der besprochenen Willkürbewegungen nötig, die das Resultat fälschen würden. Sämtliche älteren Autoren haben den Fehler gemacht, diesen Punkt nicht zu berücksichtigen. Krogh war der erste, der diesen Fehler vermied, indem er seine Versuchstiere narkotisierte oder mit Curare behandelte. Er fand für alle untersuchten

der Temperaturkurve verwischen. Versuche mit anderen bewegungslosen Insekten ergaben dasselbe Resultat. Möglicherweise kann man die geradlinige Temperaturkurve als Norm für alle sich wirklich nicht bewegenden Tiere auffassen. Wir können die Stabheuschrecken praktisch als solche betrachten. Die Krogh'schen Versuchstiere (Wirbeltiere) waren vielleicht insofern nicht ganz bewegungslos, als auch in der Narkose die bedeutende Herzarbeit sich fortsetzt, die mit steigender Temperatur stark zunimmt.

Atmung in verschiedenen Gasen. Um die Atmung eines Tieres in verschiedenen Gasen zu studieren, bedarf es nur einer kleinen Änderung an dem Krogh'schen Respirometer. Man verbindet die dem Manometerrohr abgewandten Enden der Gefäße a und b (s. Abb. 2) mit einem Gummi-

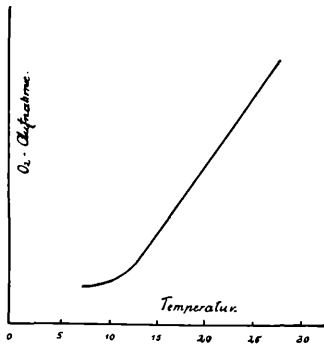


Abb. 4. Erklärung im Text.

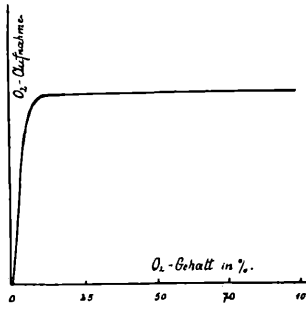


Abb. 5. Erklärung im Text.

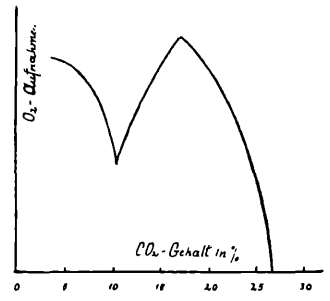


Abb. 6. Erklärung im Text.

Tiere eine identische Kurve, die er als Normalkurve bezeichnet. Ihre Wesenheit besteht darin, daß sie nicht der van't Hoff'schen Regel entspricht, vielmehr nimmt die durch die Temperatur bewirkte Beschleunigung mit steigender Temperatur stetig ab.

Bei *Dixippus* ist eine Narkotisierung überflüssig, da die Tiere den ganzen Tag über in Starre liegen. Sie sind daher speziell für das Studium der Temperaturwirkung geradezu ideale Objekte. Merkwürdigerweise fanden wir eine ganz andere Gesetzmäßigkeit als Krogh. Eine Temperaturkurve von *Dixippus* verläuft so, daß sie in ihrem ersten Abschnitte leicht gekrümmt ist und dann in eine vollkommen gerade Linie übergeht (Abb. 4). Der Punkt des Überganges läßt sich nicht genau festlegen. Er liegt etwa zwischen 8 und 15 Grad. Oberhalb 34—36 Grad löst sich die Starre, es setzen bei den Stabheuschrecken Bewegungen ein, die das Bild

schlauch, der mit Hilfe eines Quetschhahnes geschlossen werden kann. Jetzt schließt man das Manometerende d an einen Gasometer, das Manometerende c an einen Blasenähler an und ist dann imstande, das betreffende Gas in jeder beliebigen Menge und Schnelligkeit durch das Respirometer zu schicken.

Unsere Versuche an *Dixippus* in Gasgemischen mit verschieden hohem Sauerstoffgehalt haben ergeben, daß *Dixippus* wie man dies auch bereits von anderen Insekten wußte, schon bei 10% O₂ mit Sauerstoff gesättigt ist, d. h., selbst wenn man dem Tiere eine höhere Sauerstoffkonzentration bietet, ist es nicht in der Lage, mehr davon aufzunehmen. Unterhalb 10% geht die O₂-Aufnahme stark zurück. Ein Bild einer solchen Sauerstoffkurve gibt Abb. 5.

Versuche über die Atmung in kohlenensäurehaltiger Atmosphäre waren bisher niemals an Insekten ausgeführt worden. Sie

bieten technisch nicht unerhebliche Schwierigkeiten, auf die hier aber wegen des beschränkten Raumes nicht näher eingegangen werden kann. Man hatte bisher für alle Tiere ganz allgemein angenommen, daß CO_2 in niederen Konzentrationen erregend, in höheren lähmend wirkt. Bei *Dixippus* liegen die Dinge nicht so einfach. Wir finden, wenn wir die CO_2 -Konzentration allmählich anwachsen lassen, zunächst ein Absinken der O_2 -Aufnahme bis zu einem Minimum bei etwa 8–15% CO_2 , gleich darauf aber merkwürdigerweise ein plötzliches Anwachsen zu einem zweiten Gipfelpunkt. (Abb. 6.) Erst von diesem an sinkt die Atmung stetig ab, bis bei noch höherer Konzentration schließlich Lähmung und Tod erfolgt. Es ist nachweisbar, daß dieser schnelle Anstieg der Atmung, der oft zu einer noch größeren Sauerstoffaufnahme als der normalen führt, auf dem Auftreten von Atembewegungen infolge von Sauerstoffmangel beruht. Wir müssen annehmen, daß die Kohlensäure in irgend einer uns nicht näher bekannten Weise die O_2 -Aufnahme durch die Gewebe beeinträchtigt, und daß hierdurch Atemnot und kompensatorische Atembewegungen sich einstellen. Auffallend ist übrigens an diesen Versuchen noch eins: daß nämlich bei so verhältnismäßig hoher Kohlensäurespannung (25%) die Tiere immer noch CO_2 ausscheiden. Da man annehmen muß, daß die Atmung der Insekten ein reiner Diffusionsprozeß ist, kann man hieraus schließen, daß die CO_2 -Spannung der Gewebe außerordentlich hoch ist.

Atembewegungen, die im normalen Zustande der Stabheuschrecken fehlen, treten stets auf, wenn das Insekt Sauerstoffmangel leidet. Man kann sie willkürlich erzeugen entweder dadurch, daß man dem Tiere weniger als 4% O_2 in der einzuatmen- den Luft darbietet oder durch kurzes Untertauchen in Wasser oder durch Einatmenlassen hochprozentiger Kohlensäuregemische. In allen diesen Fällen sucht das Tier durch energische Kontraktionen des ganzen Körpers die Luft in den Tracheen schneller und häufiger zu erneuern, als es ohne diese Bewegungen der Fall sein könnte. Es ist uns gelungen, einiges Nähere über den Mechanismus der Lufterneuerung zu erfahren. Im allgemeinen durchstreicht der Atemstrom den Körper von hinten nach vorn, es wird

also durch die hinteren Luftlöcher eingeatmet, durch die vorderen ausgeatmet. Experimentell läßt sich die Tatsache, daß die vorderen Stigmen der Expiration dienen, auf folgende Weise zeigen. Man bringt ein Tier unter Wasser. Binnen kurzer Zeit setzen infolge Sauerstoffmangels Atembewegungen ein. Jetzt nimmt man das Tier so weit aus dem Wasser heraus, daß nur der Vorderleib eingetaucht ist. Der Hinterleib mit seinen 7 kleinen Stigmen bleibt in der Luft. Es zeigt sich nun tatsächlich, daß aus den großen vorderen Stigmen dauernd Luftblasen hervortreten, die sich ablösen. Dieser Versuch lehrt also, daß der Luftstrom in der Hauptsache in der Richtung von hinten nach vorn den Körper passiert. Den gleichen Schluß können wir auch noch aus der folgenden Tatsache ziehen: Betrachtet man ein atmendes Tier unter der Lupe, so sieht man deutlich, daß die vordersten Stigmen sich immer in dem Moment öffnen, wo der Rumpf des Tieres sich zusammenzieht, d. h. während der Ausatmung. Sie schließen sich während der Einatmung.

Schließlich können wir noch die Frequenz der Atembewegungen in Abhängigkeit von

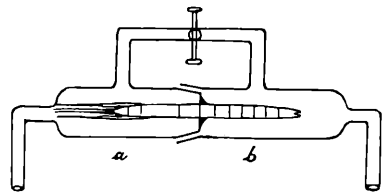


Abb. Erklärung im Text.

verschiedenen äußeren Umständen am Krogshen Respirometer studieren. Wir benutzen dazu einen ähnlichen Apparat wie für die Versuche über Hautatmung (s. Abbild. 7). Das zu untersuchende Tier ist wieder durch ein Loch am Boden des Gefäßes a durchgesteckt und mit Klebwachs festgeklebt. b ist an a mittels eines Schiffs angefügt, beide Gefäße sind mit ihren Enden mit dem Manometer verbunden. Die Stigmen des Tieres bleiben in diesem Versuche unverklebt, die Gefäße a und b stehen also durch das Tracheensystem der Stabheuschrecke in Verbindung. Änderungen des Luftvolumens beider Gefäße werden infolgedessen sofort ausgeglichen. Wir können also am Manometer kein kontinuierliches Steigen

beobachten wie sonst. Dafür sind die einzelnen Atemzüge des Tieres, bei denen die Luft zwischen Vorder- und Hinterkörper hin- und hergeschoben wird, als ein deutliches Hin- und Herschwanken der Flüssigkeitssäule sichtbar. Läßt man ein Tier in Gasgemischen von abnehmendem O_2 -Gehalt oder ansteigender $C O_2$ -Konzentration atmen, so können wir mit Hilfe dieses Apparats genau den Punkt festlegen, in dem die Atembewegungen einsetzen. Wir haben so ein schönes Mittel in der Hand, die Ab-

hängigkeit der Atembewegungen von den verschiedensten Umständen wie Temperatur, Zusammensetzung der Atemluft usw. zu untersuchen.

Wir hoffen durch diese Untersuchungen die noch mangelhaften Kenntnisse von der Atmung der Insekten um einiges gefördert zu haben. Aber wir sprechen es gern aus, daß das Hauptverdienst Krogh zukommt, der durch die geistvolle Erfindung seines Apparates erst die Grundlage derartiger Untersuchungen geschaffen hat.

Kleine Mitteilungen.

Ueber durchsichtige anatomische Präparate berichtet Dr. A. Gradenwitz in der „Umschau“ (1912) folgendes: Professor W. Spalteholz-Leipzig hatte schon seit mehreren Jahren die Beobachtung gemacht, daß auch dicke Muskeln und die Haut mit den ganzen darunter liegenden Fettgeweben durchsichtig werden, wenn man sie wie mikroskopische Präparate in graduiertem Alkohol entwässert und dann durch Nelkenöl oder besser Xylol in Kanadabalsam überführt. Theoretische Erwägungen und praktische Versuche ergaben als Vorbedingung für das Durchsichtigwerden von organischem Gewebe die Gleichheit des Brechungsindex des Gewebes und der Aufbewahrungsflüssigkeit. Da sich durch Mischung von zwei Substanzen mit recht auseinanderliegendem Brechungsvermögen Flüssigkeiten von beliebigem Brechungsindex herstellen lassen, war somit theoretisch die Möglichkeit gegeben, jedes pflanzliche und tierische Gewebe, selbst Knochen nach vorhergegangener Entkalkung, durchsichtig zu machen. Trotz großer Schwierigkeiten, welche die nunmehr angestellten praktischen Versuche bereiteten — denn nicht jede Mischung mit geeignetem Brechungsindex hat die erforderlichen konservierenden Eigenschaften und das Ausprobieren der richtigen Mischung erfordert viel Zeit und Mühe — sind bereits recht schöne Resultate erzielt worden. Als Hauptkonservierungsmittel verwendet Spalteholz das künstliche Wintergrünöl (Salizylsäuremethylester, Brechungsindex 1,534 — 1,538) und Isoafröl (Brechungsindex 1,577), durch deren Mischung sich der Brechungsquotient weitgehend abändern läßt. Spalteholz empfiehlt, zu seiner Methode 1. nur gut fixiertes Material zu benutzen, 2. die Präparate stets gut zu bleichen (am einfachsten in käuflichem Wasserstoffsuperoxyd, das man mit Ammoniak neutralisiert oder schwach alkalisch macht) und 3. die Präparate, da sich die optischen Flüssigkeiten nicht mit Wasser mischen, vorher sorgfältig in Alkohol zu entwässern, aus absolutem Alkohol zunächst in Benzol und aus diesem erst in die optische Mischung zu übertragen.

Die nach dem Spalteholz'schen Verfahren hergestellten durchsichtigen Präparate lassen alle Teile im Inneren in ihrer zwischen hellgelb und dunkelbraun variierenden Eigenfarbe deutlich erkennen, deren Brechungsindex sich erheblich von dem der Umgebung unterscheidet; Gefäße und Nerven werden meist ganz durchsichtig. Besonders deutlich treten aber die mit farbigen oder undurchsichtigen Massen injizierten Hohlräume und auch künstlich gefärbte Gebilde hervor.

Fehler bei der Zuckerbestimmung durch Hefegärung beschreibt C. Lange in der Berliner klinischen Wochenschrift, 1921, Nr. 33. Die bei der Hefegärung des Urins mitunter beobachtete sogenannte „falsche Gärung“ wird durch indirekte Harnstoffgärung hervorgerufen. Es bildet sich aus dem Harnstoff auf dem Umweg über Nitrit Stickstoff. Daher bezeichnet man diesen Fehler als „Nitritfehler“. Ein sog. „Karbonatfehler“ tritt dadurch auf, daß sich aus den Karbonaten des Urins Kohlensäure entwickelt. Den Nitritfehler kann man durch Prüfung mit Natronlauge ausschalten, welches die Kohlensäure absorbiert. Alkalischer Urin ist für die Zuckeruntersuchung unbrauchbar. Man sollte daher stets frischen Urin untersuchen. Die Preßhefe gibt wegen der bakteriellen Verunreinigungen keine richtigen Resultate. An ihrer Stelle können Reinkulturen von Colibazillen benutzt werden. P. Rostock.

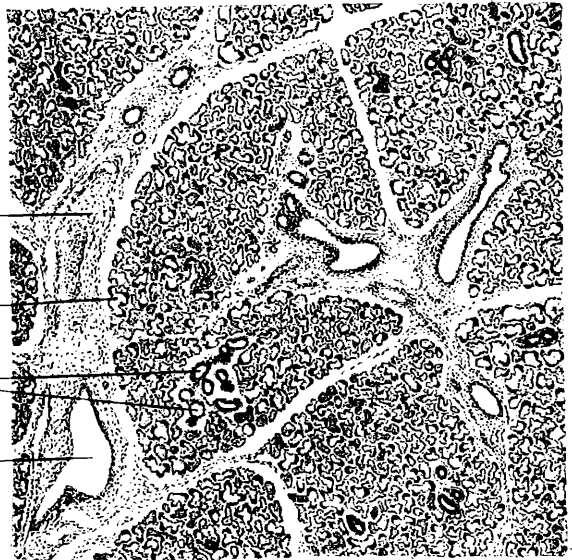
Ein Rezept zur **Selbstbereitung von bakteriologischer Peptonlösung und über die Trypsinbouillon zur Prüfung auf indolbildende Bakterien** berichtet W. Frieber im Zentralblatt für Bakteriologie, Abt. I. Originalband 86, Heft 5. 1 Kg. Fibrin, 3 Liter Wasser, 20 ccm konzentrierte Schwefelsäure werden gut gemischt. Dann werden 15—20 g Peptinum germanicum Witte zugesetzt. Das Gemisch wird öfters umgerührt, nach 2 Tagen neutralisiert und mit Chloroform oder Toluol versetzt. Es kann so als Peptonstammlösung beliebig lange aufbewahrt werden. P. Rostock.

Die Drüsen des Mundes sind zusammengesetzte, tubulöse oder alveoläre Drüsen (Röhrchen- und Säckchendrüsen), deren Zellen

entweder nur Speichel (Speicheldrüsen) oder ein eiweißhaltiges Sekret (Eiweißdrüsen) oder beide Sekrete absondern (gemischte Drüsen). Der typische Bau der Mundhöhlendrüsen geht aus der beigegebenen Abbildung hervor. Die ganze Drüsenmasse setzt sich aus zahlreichen Läppchen zusammen, die durch faseriges Bindegewebe zu einem traubigen Gebilde verkittet werden. Der Bau einer Weintraube versinnbildlicht uns auch am besten den der genannten Speicheldrüse. Der dicke Traubensiel und die sich immer mehr verzweigenden und dünner werdenden Fruchtsielchen stellen das System der Ausführungsgänge der Drüse dar, die Beerenfrüchte selbst, hohl gedacht, sind die sezernierenden Drüsenendläppchen. Die Abb. zeigt die Ausführungsgänge im Querschnitt: weiltumige, gefaltete Anfangsteile (= Ausführungsgänge), kreisrunde oder ovale Mittelstücke (= Sekretrohren), deren Wand aus einem einschichtigen Epithel besteht. Die Epithelzellen sind hochzylindrisch, besitzen einen runden, zentral gelegenen Kern; ihr basales Ende ist deutlich gestreift. Die Mittelstücke gehen in sogenannte Schaltstücke über, engere Röhren mit einschichtigem, niedrigem Epithel und großem, rundem Kern; die Schaltstücke münden in die Höhlung der Endsäckchen selbst. Diese bestehen aus einer dünnen, bindegewebigen Hülle (*Membrana propria*) und den polygonalen, sezernierenden Epithelzellen, die das enge Drüsenlumen umschließen. Nicht alle Epithelzellen sind von der gleichen Art. Die größere Menge, die fast allein das Drüsenlumen begrenzt, besitzt einen starken, an die Wand gedrückten Kern; es sind dies die Schleim- oder mukösen Zellen. An den Außenrand des Endsäckchens schmiegen sich mehrere Zellen mit rundem Kern (Eiweißzellen). Da sie meist in die Form eines Halbmondes zusammengedrängt sind, heißen sie Ebnersche Halbmonde. Trotz ihrer exzentrischen Lage stehen auch sie mit dem engen Zellumen durch zwischenzellige Kanälchen in Verbindung. Den gleichen Bau zeigen die Unterkieferdrüse und die Lippenrüsen. Reine Eiweißdrüsen sind die Zungenrüsen in der Nähe der umwallten und blättrigen Geschmackspapillen und die Ohrspeicheldrüse des Menschen. Reine Schleimrüsen finden sich beim Menschen nur an der Vorderfläche des weichen Gaumens, entlang der Zungenründer und in großer Menge an der Zungenwurzel.

Diese sezernierende Tätigkeit der Mundhöhlendrüsen erfolgt unter dem Einfluß von Nerven, und zwar des *Nervus facialis* und des *N. sympathicus*; in beiden verlaufen sowohl echte Sekretionsnerven als auch solche Fasern, welche die zuleitenden Blutgefäße erweitern oder verengern. Dies die Drüsen durchfließende Blut bringt den Drüsenzellen die Rohstoffe, aus dem sie ihre spezifischen

Sekrete aufbauen. Daß diese erst in den Drüsen erzeugt werden und nicht schon im Blute vorhanden sind, beweist die experimentell erhärtete Tatsache, daß die Drüsen auch dann noch sezernieren, wenn alle zuleitenden Gefäße unterbunden sind. Im gesunden Körper findet die Absonderung auf dem Wege des Reflexes statt, wobei unter normalen Verhältnissen dünnflüssiger Speichel erzeugt wird. Die Erregung des betreffenden, im verlängerten Rückenmark gelegenen Reflexzentrums geschieht durch die Geruchs- und Geschmacksnerven und die sensiblen Fasern der gesamten Mundhöhle. Auch von der Großhirnrinde aus kann das Reflexzentrum



Unterzungenspeicheldrüse des Schafes. a = Ausführungsgang. b = Sekretrohren. c = Endsäckchen. d = Bindegewebe. (Aus Sigmund, Physiol. Histologie des Menschen- u. Säugetierkörpers.)

zur Speichelsekretion angeregt werden. Sobald wir im Hungerzustand an wohlgeschmeckende Speisen denken, geht ein Reiz von der betreffenden Gehirnpartie zum Reflexzentrum der Speichelsekretion und „es läuft uns das Wasser im Munde zusammen“. Die Menge des täglich abgesonderten Speichels ist je nach der Größe des Tieres und seiner Nahrung verschieden groß. Beim Menschen beträgt sie täglich ungefähr zwei Liter, beim Pferde zirka 40 Liter und beim Rinde 60 Liter.

Der wirksame Bestandteil des Mundspeichels ist das Ptyalin, wodurch die Polysaccharide der Nahrung (hauptsächlich Stärke), die infolge ihres hoch aufgebauten Molekels im Darne nicht aufgesaugt werden können, nach und nach in Disaccharide (die Stärke in Maltose) verwandelt werden.

Über **Metachromasie der Bakterien durch polychromes Methylenblau** berichtet R. Dargallo (Barcelona) in Rev. esp. de Medicina y Cirujia, Jahrgang 1921, Heft 4, Seite 125 bis 126. Er konnte bei seinen Versuchen feststellen, daß die „grampositiven“ Bakterien durch das polychrome Methylenblau

blauviolett, die „gramnegativen“ Bakterien rotviolett gefärbt werden. Danach werden die Bakterien je nach ihrer Art mehr oder weniger gefärbt. Diese differentialdiagnostisch wertvolle Reaktion soll nach Angabe des Verfassers technisch viel einfacher sein als die übliche Gramsche Methode. Es ist aber im konkreten Falle nicht immer leicht, die einzelnen Farbtöne der Bakterien richtig einzuschätzen. Aus diesem Grunde wird die altbewährte und eindeutige Gramsche Färbemethode immer ihren Wert behalten, zumal ihre Ausführung recht einfach ist.

Einen **neuen Blutausstrichapparat** beschreibt Dr. R. Weiß in No. 31 der Münch. med. Wochenschrift. Der von der Verbandstoffabrik Oskar Skallet, Berlin N. 24, Johannisstraße 20, hergestellte „Blutausstrichschlitten“ soll es ermöglichen, einen „homogenen, nicht allzu dünnen Ausstrich zu erhalten“. Gewöhnlich geht aber das Bestreben dahin, gerade möglichst dünne Ausstriche zu untersuchen. Ob daher der Apparat sich in der Praxis bewähren wird, erscheint zweifelhaft. Geübte Untersucher werden ihn sicher entbehren können. P. Rostock.

Ueber die mikroskopisch feststellbaren funktionellen Veränderungen der Gefäßkapillaren nach Adrenalinzusatz. In der Zeitschr. f. experimentelle Pathologie und Therapie (Bd. 21, Heft 3, S. 232 ff.) beschreibt J. K u k u l k a seine Versuche und Ergebnisse über Adrenalin-einwirkung auf die Gefäßkapillaren. Zu diesen Versuchen dienten Nickhäute, die ohne jede Zerrung dem Auge eines Frosches entnommen waren. Sie dürfen makroskopisch nicht trübe aussehen und die Kapillaren sollen nur wenig Blutkörperchen enthalten. Die Nickhäute werden mit der Innenseite nach oben in einem Tropfen Ringerlösung oder isotonischer Kochsalzlösung (0,7 %) auf dem Objektträger ausgebreitet. Der Flüssigkeitswechsel geschieht in der Weise, daß auf der einen Seite des Deckglases mit Filterpapier abgesaugt, während auf der anderen ein Tropfen zugesetzt wird. Die Einwirkung von Adrenalin macht sich nach 10—20 Min. bemerkbar und erreicht nach weiteren 10—20 Minuten ihren Höhepunkt. Die Gefäßwände rücken aneinander und durch Querschnittverkleinerung tritt eine deutliche Längsfaltung der Gefäßwand auf. Die spindelförmigen Zellen, die an einzelnen Stellen in die Gefäßwand eingelagert sind, verdicken sich und springen in das Lumen des Gefäßes vor. Alle diese Veränderungen bilden sich bei erneutem Zusatz von Ringerlösung wieder zurück. — Bernstein.

Hefenwasserpeptonagar als Ersatz für Fleischwasserpeptonagar. R. G u g g e n h e i m e r schreibt im Bakteriol. Zentralbl. 1916, (I), Bd. 77, S. 363, daß in der militärärztlichen Akademie in München seit Mai 1915 bei Be-

reitung von Nährböden das Fleischwasser durch Hefenwasser nach der Methode von Will ersetzt wurde. So diente für Bereitung von Impfstoff nur noch Hefenwasserpeptonagar, auf dem selbst in dünnen Schichten Cholera- und Typhusbazillen besser und gleichmäßiger wachsen als auf dickeren Agar-schichten mit Fleischextrakt. Auch für Herstellung von Spezialnährböden, besonders Blutnährböden nach Dieudonné und Baerthlein und Gildemeister, ist das Hefenwasser geeignet.

Nerventod und Nervenentartung. Wie bei den übrigen Organen des lebenden Körpers gilt auch für die Nerven das Gesetz des funktionellen Reizes. Übung erhöht die Reizbarkeit und vermindert den Widerstand in der Reizleitung, andauernde Untätigkeit vermindert die Erregbarkeit bis zur vollständigen Vernichtung. Die charakteristischen Erscheinungen beobachtet man bei Gliederamputationen. Sowohl die sensiblen, von den Hautsinnesorganen kommenden, als auch die motorischen, zu den abgetragenen Muskelpartien gehörigen Nerven schrumpfen außerhalb und innerhalb des Rückenmarkes.

Wird ein Nervenfasern von seiner zugehörigen Ganglienzelle getrennt, so geht das zellfreie Stück schon nach vier bis sechs Stunden (bei Warmblütlern) zugrunde; daraus folgt wohl, daß die Ganglienzelle das Ernährungszentrum des ganzen Neurons ist. Im Gehirn hören nach Eintritt des Todes die Funktionen sofort auf, etwas länger dauern sie im Rückenmark (namentlich in der weißen Substanz). Sodann sterben die großen Nervenstämmen ab, darauf die Nerven der Streckmuskeln, später die der Beugemuskeln (nach drei bis vier Stunden), am längsten bleiben die sympathischen Fasern am Leben (am Darms bis zehn Stunden).

Die Darstellbarkeit polgefärbter (pestbazillen-ähnlicher) Stäbchen bei verschiedenen Bakterienarten beschreibt E. Epstein im Archiv für Hygiene, Bd. 90, Heft 4. Nach seinen Untersuchungen ist die Polfärbung der Bakterien keine auf bestimmte Bakterienarten (Pestbazillen, Pasteurellagruppe) beschränkte Eigenschaft. Auch sehr zahlreiche Stämme z. B. der Typhus-Coli-Gruppe zeigen Polfärbung, wenn man Präparate von B o u i l l o n k u l t u r e n oder von Blut, betw. Exsudatflüssigkeit eines Versuchstieres der A l k o h o l f i x a t i o n unterwirft. Dieselben Stäbchen zeigen nach Wachstum auf festen Nährböden (z. B. Agar-Agar) und nach Hitze-fixation keine Polfärbung. Epstein hält daher auf Grund seiner Versuche die Polfärbbarkeit für eine vitale Eigenschaft, die durch das Wachstum auf wasserreichen Nährböden hervorgerufen wird. P. Rostock.

Einführung in die mikroskopische Lebewelt städtischer Straßenrinnen und Pfützen.

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

Der lange erwartete Regen ist gefallen. Die Straßenrinnen vor den Häusern sind noch von einzelnen Pfützen erfüllt. Da treibt es den Mikroskopiker, der Stadt ein Bild von ganz eigenartigem Gepräge und ganz eigenartiger Zusammensetzung abzulauschen. Einfach ist unsere **Ausrüstung**: ein kleiner Hammer und Spitzmeißel, ein Messer mit möglichst einer breiten und einer schmalen Klinge, das zum Graben des Schlammes dienen mag, ein paar Stäbchen aus Holz oder dergl. für den gleichen Zweck, verschiedene verschleißbare Glasröhrchen und Gläser und ein kleiner Teil geklebter Papiersäckchen, eine gute Lupe und unser Notizbuch mit Bleistift. Das **Ziel** unserer Exkursion ist ebenfalls einfach und vermag größere landschaftliche Erwartungen nicht zu rechtfertigen. Machen wir also den Straßenrinnen einen Besuch! Durch die Jahreszeit braucht das Sammeln nicht beschränkt zu sein, ebenso nicht durch die Art der Straße. Doch sei im Voraus bemerkt, daß besonders die Rinnen kleinerer Vorstadtstraßen uns besonders reiche Ausbeute versprechen. Beim **Sammeln** verfährt man am besten so, daß man einen Teil des erdigen oder steinigen Substrates ablöst. Das geschieht meist ohne Mühe. Bei Steinen muß der Meißel nachhelfen. Wenn das Substrat nicht zu zerkleinern ist, so kratze man mit einem Löffel oder Messer die Rasen ab. Zum Transport wird das Gesammelte gut in Papier verpackt, auf dem Fundort und Datum zu vermerken ist. Schlamm kann auch in kleinen Glasröhrchen gesammelt werden. In vielen Fällen ist es vorteilhaft, die Rasen zu Hause aufzuweichen. Größere Bewohner müssen gleich am Fundort einer Probe mit der Lupe unterworfen werden, damit nicht planlos gesammelt zu werden braucht. Man tut gut, einen festen Standort längere Zeit auf seine Lebewelt zu untersuchen. Erst wenn man eine gewisse Über-

sicht über die Mannigfaltigkeit der auftretenden Formen gewonnen hat, kann man einen Blick auch auf andere Fundorte (verschieden nach Lage, Feuchtigkeit, Wärme, Licht und Schatten) richten. Häufig lohnt es sich auch, die Lebewesen zu Hause weiter zu kultivieren. Hierüber, wie über Fixierungs- und Färbungsmethoden soll bei den einzelnen Abschnitten die Rede sein, die uns auch schon in dem vorliegenden Entwurf einen Einblick in den Formenreichtum der Lebewelt selbst so entlegener und unbeachteter Örtlichkeiten werden gewähren können. Hinweise auf biologische Untersuchungen werden nur so weit gegeben, als sie über den Rahmen der in den Lehrbüchern angeschnittenen Fragen hinausgehen und ein besonderes Interesse beanspruchen.

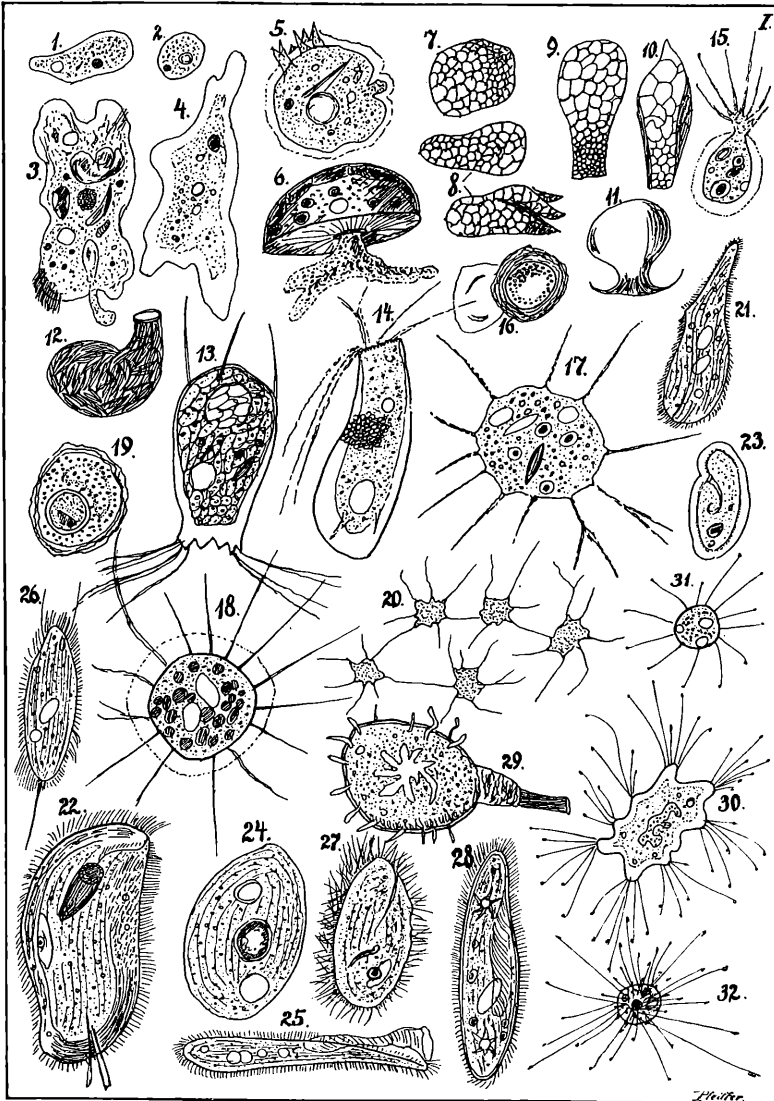
I. Kapitel. Wurzelfüßler (Rhizopoden).

Stellen wir zu Hause aus dem gesammelten fein verteilten Schlamm in einfacher Weise unter Wasser ein Präparat her, so finden wir neben andern auch Lebewesen, die winzigen, abgerundeten Schleimklümpchen gleichen. Allmählich bekommen sie Leben, strecken ihre weichen Protoplasmaleiber in Gestalt wurzelförmiger Fortsätze aus und ziehen sie wieder ein. Wir haben es mit **Amöben**-Arten (Taf. I, Abb. 1—4) zu tun. Ähnlich, aber mit ziemlich dicker, gallertiger Hülle versehen sind die Zellen von **Amphizonella** (Abb. 5). Den Lesern ist sicher der feinere Bau (Kern, Bläschen oder Vakuolen) der genannten Tierchen bekannt. Den vorstehenden **Lobosa** gegenüber stehen die mit Schalen versehenen **Testacea**. **Arcella** (Abb. 6) hat eine uhrglasförmige Gestalt von feiner Gitterstruktur. Ihre Oberseite ist erhaben gebogen und braun gefärbt. Der an Kernen und großen Bläschen reiche Plasmaleib füllt die Schale nicht ganz. **Diffugia** (Abb. 7—11) baut die sehr verschieden gestalteten, meist kugeligen bis langgestreckten Schalen aus Fremdkörpern auf, die mittels Protoplasma oder einer chitinosen Masse gebunden gehalten werden. Ähnlich sieht auch **Lecquereusia** (Abb. 12) aus, die aber durch einseitige Wendung der Schalenmündung und spiralisches Weiterwachsen des Schalenhalses (höchstens $\frac{1}{2}$ Windung) etwas retorten-

förmig gestaltet wird. Die elliptischen oder birnenförmigen Schalen von *Euglyphia* (Abb. 13) sind in schiefen Reihen mit kieseligen, kreisförmigen oder sechseckigen Plättchen bedeckt. Auffällig ist die weite Mündung des Gehäuses. Bei der verwandten Gattung *Cyphoderia* (Abb. 14) sind die Schalen ähnlich aufgebaut, aber mehr beutelförmig gestaltet und mit halsartig gerader oder nach der Seite gewandter Öffnung versehen. Die Plättchen der

Schale sind außerdem kleiner Beutelförmig sind auch die Schalen bei *Platoum* (Abb. 15/16). Die Schalenmündung ist hier allerdings stark seitlich verschoben. Interessant ist die Möglichkeit dieser Gattung (wie der folgenden), Kolonien aus mehreren Einzelweszen zu bilden. Während bei *Platoum* (wie meistens) die Schale größer als das umschlossene Tier ist (Tieferstellung mit der Mikrometerschraube!), liegt sie bei der Gattung *Lecythium* dicht dem

Körper auf. Die dazu gerechneten Vertreter sind ferner ausnahmslos kleiner. Die Heliozoen (Sonnentierchen) zeichnen sich durch ihre kugelige Gestalt aus. Ihre stets feinkörnigen, strahlenförmigen Fortsätze, die fast stets allseitig von der Körperoberfläche ausstrahlen (Name!), haben in der Mitte einen Achsenfaden. Die Neigung zur Bildung kolonialer Verbände ist hier noch häufiger als bei den Testaceen. Nach meinen Beobachtungen scheinen die hierher gehörenden Rhizopoden frische, unverdor bene Gewässer zu lieben und an zeitweise trockenen Wohnorten nicht fort kommen zu können. Die wenigen Formen, die man gelegentlich aus den Straßenrinnen kennen lernen kann (nur skelettlose Arten), werden sicherlich als Zysten vom Winde hinzuge trieben sein. Aus Infusionen konnte ich dahin verschlagene Vertreter aus 2 Gattungen feststellen. Der Körper von *Nuclearia* (Abb. 17—19) ist amöboid veränderlich, kugelig oder scheibenförmig bis langgestreckt und lap-pig. Die nur in geringer Zahl auftretenden kontraktilen Vakuolen weisen nur eine träge Tätigkeit auf. Größere Kolonien von Einzelweszen ganz ähnlichen Aussehens, aber etwas kleiner, werden zur Gattung *Monobia* (Abb. 20) gerechnet. (Vergl. Penard in Mikroskoposmos II S. 59, Neubearbeitung S. 97).



Tafel I: Rhizopoden. — Ziliaten und Suktorien.

1. *Amoeba Limax* Duj. 2. *A. Guttula* Duj. 3. *A. terricola* Greeff. 4. *A. princeps* Ehrb.
5. *Amphizonella* spec. 6. *Arcella vulgaris* Ehrb. 7. *Diffugia globulosa* Duj. 8. *D. marsupiformis* Wall. 9. *D. pyriformis* Perty. 10. *D. acuminata* Ehrb. 11. *D. urceolata* Carc. 12. *Lecquereusia spiralis* Lecl. 13. *Glypha* spec. 14. *Cyphoderia* spec. 15. *Platoum* spec. 16. Zyste desselben Tieres. 17. *Nuclearia* spec., nackt. 18. ebenso, aber mit Gallerthülle. 19. Zyste des gleichen Tieres. 20. *Monobia confluens* Aim. Schneid. 21. *Amphileptus* spec. 22. *Chilodon cucullus* O. F. M. 23. *Ch. curvidentis* Grub. 24. *Glaucoma* spec. 25. *Lembus* spec. 26. *Loxocephalus* spec. 27. *Paramaecium Bursaria* Ehrb. 28. *P. caudatum* Ehrb. 29. *Tokophrya infusioformis* St. 30. *Trichophrya* spec. 31. *Sphaerophrya* spec. 32. *Podophrya* spec.

Das Vorkommen der aufgeführten Wurzelfüßler in Straßenrinnen ist zwar nur — wie bei allen weiter unten angeführten Zusammenstellungen — nach geduldig längere Zeit durchgeführten Proben festzustellen, beweist aber wieder, daß nicht die geographische Lage des Wohnortes, sondern dessen physikalisch-chemische Eigentümlichkeiten bei Wurzelfüßlern den Ausschlag bei der Zusammensetzung der Arten und Individuen geben. Immerhin treffen wir nur solche Vertreter, die durch Winde in Form von Dauerzuständen (Zysten) gewissermaßen hierher verschlagen wurden. Oft empfiehlt es sich, den ausgetrockneten Schlamm mit destill. Wasser zu begießen und die Aufgüsse (Infusionen) längere Zeit vor Luftinflüssen geschützt aufzubewahren. Zur Bestimmung benutze man außer den von Dr. Steiner in Mikrok. VII S. 4 ff. angegebenen Schriften von Penard die Zusammenfassungen von Claparède und Lachmann in Mém. instit. Gènevoise Band V—VII (fast 800 S.).

Hinweis auf biologische Untersuchungen. — Die Vakuolen scheinen nach vorgekommenen Versuchen ziemlich vergängliche Gebilde zu sein, wenn sie auch unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen wohl nur gelegentlich und vereinzelt schwinden und sich wieder neu bilden. Durch heftige mechanische und elektrische Reizungen wiesen Verschwinden der Vakuolen nach Hertwig und Lesser (Arch. f. mikr. Anat. X. Suppl.) und Kühne (Untersuchungen über das Protoplasma, Leipzig). Über die Einzelheiten beim Schwinden gehen ihre Darstellungen auseinander. Wie weit die Lebenstätigkeit der Tiere durch solche Versuche beeinträchtigt wird, ist m. W. noch unbekannt.

Den Biologen interessieren ferner die Vorgänge bei der Bildung von Kolonien, wozu ich verweise auf die Arbeiten von Fresenius (Abh. der Senckenbergischen naturforschend. Gesellsch. II.), R. Hertwig (Jenaische Zeitschr. X.) und Cienkowski (Arch. f. mikrosk. Anat. XII.). Ebenso kann hier nur hingewiesen werden auf die Eigentümlichkeit der Tiere, bei Eintritt ungünstiger Lebensbedingungen sich mit einer selbsttätigen Ausscheidung gebildeten Zystenhaut zu umkleiden; vergl. Sorokin (Morpholog. Jahrb. IV.) und Hertwig und Lesser (s. oben).

Technische Bemerkungen. Die Farbstoffe für Lebendfärbungen werden in physiologischer Kochsalzlösung oder in Brunnenwasser gelöst (s. Pfeiffer in Mikrokosmos XIV S. 47). Neutralrot (1:800) färbt bei lebenden Tieren häufig Kerne, Nahrungsvakuolen (gelbrot: basisch, kirschrot: sauer), fettartige und andere Plasmastoffe. Beim Absterben tritt Entfärbung ein. Auch Auramin (1:2000) färbt zuweilen die Kerne. Hübsch ist die von Ružicka beschriebene Doppelfärbung aus 0.05 Prozent Methyleneblau und 0.05 Prozent Neutralrot (s. Pfeiffer). Nirenstein beschrieb zuerst eine Färbung mit Dimethylami-

doazobenzol (einige Tropfen der alkoholischen Lösung zu Wasser zugesetzt, so daß man eine hellgelbe Lösung erhält). Die Mineralsäuren der Vakuolen bewirken dabei einen Farbumschlag zu Fuchsinrot. Das Plasma färbt sich, allerdings meist erst nach einigen Stunden, hellgelb. Als Säurenachweis für die Nahrungsvakuolen kann man ferner außer Kongorot auch Bismarckbraun oder Methylorange anwenden. Eine verdünnte Lösung von letztem Reagens wird durch Säuren rot, durch Alkalien gelb. Bismarckbraun verwandte ich in stärkster Verdünnung (1:25—30 000), nicht wie Brandt 1:3000.

Zum Fixieren werden die Rhizopoden mit einer Pipette rasch in ein Gemisch aus 30 cm³ Pikrinsäure und 10 cm³ Eisessig eingeführt und nach 12—20 Stunden in 70 Prozent Alkohol ausgewaschen. Schaudinn verwendet eine Lösung aus 2 cm³ konz. wässriger Sublimatlösung, 1 cm³ 90 Prozent Alkohol und einigen Tropfen Eisessig und wäscht mit 60 Prozent Jod-Alkohol aus.

Zum Färben kann man außer dem später bei Eugleninen erwähnten Farbstoff verwenden: 1. Grenachers Hämatoxylin; nur nach Sublimatfixierung! — Farbflüssigkeit wird mit destill. Wasser verdünnt. 1—2 Tg. färben, dann event. mit salzsauerm Alkohol differenzieren. Durch Auswaschen mit schwach ammoniakalischem Alkohol wird die Färbung haltbar. Weitere Überführung — Alkohol — Xylol — Balsam. — 2. Weigerts Eisenchloridhämatoxylin. Dazu muß vorher behandelt werden mit Lösung aus 4 cm³ Eisenchlorid (klar!), 1 cm³ Salzsäure (gereinigt!) und 100 cm³ Wasser. Die Farblösung besteht aus 1 g Hämatoxylin in 100 cm³ 96 Prozent Alkohol. Differenzieren und Auswaschen wie oben angegeben.

Von der Herstellung von Präparaten war früher im Mikrokosmos die Rede Bd. III, S. 100 (Neubearb. 284), IX, S. 118 usw.

II. Kapitel. Wimper- und Fangarmtierchen (Ziliaten und Suktorien).

Wenn wir einem gewandten Taschenspieler zuschauen, wenn er die zauberähnlichen Wirkungen seiner täuschenden Kunst in einer Jahrmarktsbude vor unsern Augen entfaltet, werden wir leicht zur staunenden Bewunderung hingerissen, die uns schließlich unwillkürlich die Äußerungen des Beifalls entlockt, die gewöhnlich seine gelungenen Vorführungen zu begleiten und zu belohnen pflegen. Wird es uns aber nun einmal gestattet, sein Theater zu betreten, ihm im eigentlichen Sinne in die Karten zu sehen, wie sehr kommen wir da von unserem Erstaunen zurück, wenn wir wahrnehmen, welch komplizierter Vorrichtungen er bedarf, welche Hilfsmittel ihm zur Hand gehen müssen, um Erfolge vorzutäuschen, die am Ende mit den angewendeten Mitteln in keinem Verhältnisse stehen! Und finden wir nicht auch in andern Verhältnissen des Lebens, daß das Ergebnis der kühnsten Anstrengungen des Menschen nur einen geringen Preis für die aufgewendete Mühe be-

deutet? Der gerade Gegensatz dazu ist die Natur. Dabei brauchen wir nicht nach den Sternen zu greifen, um ihre Wunder zu entwickeln. Unternehmen wir nur einmal planvolle Studien der Bewegung der von uns gesammelten **Wimpertierchen**, die sich von den im I. Kapitel besprochenen Protozoen sofort durch die Bekleidung mit Wimpern (Zilien) unterscheiden, die in regelmäßiger Anordnung von einem zum andern Pol des Körpers, entweder ganz gerade oder in verschiedenem Maße schraubelig ziehen. Bei den Beobachtungen zu beachten wären die Beziehungen von Zahl, Größe und Stärke der Wimpergebilde zur Bewegungsart (freies Schwimmen unter Drehung um die Längsachse, gleitendes Kriechen auf der Unterlage, gerad- und gebrochenlinige Fortbewegung usw.). Im allgemeinen scheinen die Zilien willkürlich vom Tier bewegt zu werden. Wenn man aber die Wimperorgane des Mundes und Schlundes auch bei sonstiger Ruhelage in Bewegung sieht, so möchte man einen Vergleich mit der unwillkürlichen Herz- und Muskelthätigkeit höherer Tiere nicht von der Hand weisen (Literatur bei M a u p a s in Arch. de zool. expérim. I, S. 427 ff.).

Über das S a m m e l n sei noch an eine Regel erinnert. Da die Ziliaten nach ihrer Lebensweise in erster Linie Wassertiere sind, werden wir nur in feuchten Rinnen zuweilen einige feststellen können. Mindestens werden wir ohne Mühe Zysten von Tieren sammeln, die erst nach Herstellung von Aufgüssen zu neuem Leben erwachen. In solcher Weise ahmen wir nach, was in der Natur nach jedem Regenguß oder nach jeder Überschwemmung geschieht. Natürlich wird die Bevölkerung eines Aufgusses rascher geschehen, wenn das verwendete Wasser schon Ziliaten enthält, was bei ungekochtem Wasser eintritt. Für unsere Zwecke haben aber nur Infusionen mit a b g e k o c h t e m Wasser Wert.

Die V e r t e i l u n g der einzelnen Formen ist nach meinen Erfahrungen ziemlich einheitlich, wenn auch zugegeben werden muß, daß ein gewisser Wechsel in der Zusammensetzung nach Jahreszeit und Feuchtigkeit vorkommen zu beobachten ist. Die s y s t e m a t i s c h e Literatur zur Bestimmung der Arten ist weit zerstreut. Da eine möglichst vollständige Zusammenstellung noch fehlt, ist die Bestimmung nicht einfach. Eine Hilfe leisteten mir dabei: Deby in Bull. soc. Belge de Microsc. IV, S. LV ff.; Mereschkowsky in Arch. f. mikr. Anat. XVI, S. 153 ff.; Kent, A manual of the infusoria II, London 1882; Entz in Mitt. zool. Station Neapel V, S. 289 ff.; Gourret und Roeser in Arch. zool. expérim. 2. sér., Bd. IV, S. 443 ff.; Möbius in Arch. f. Naturgesch. 1888, S. 81 ff., sowie Stokes in Journal of Trenton nat. hist. society Bd. I, S. 71—344.

Durch einen heuförmigen Körperumriß, dessen Vorderteil rüsselartig zuläuft, wie durch fehlenden Schlund zeichnet sich der grobe Nahrung (Infusorien und dergl.) bevorzugende *Amphileptus* (Abb. 21) aus. Dagegen erkennt

man *Glaucoma* (Abb. 24) an der eiförmigen, nur vorn wenig verjüngten Gestalt. Auffällig ist ihre stetige, mäßig rasche Bewegung. Majestätisch gleiten sie ohne Stocken auf der Bauchseite dahin. Ungefähr von derselben Größe (oder etwas länger) und ähnlicher Bewegung sind die Zellen von *Lembus* (Abb. 25), deren vordere Hälfte halsartig verjüngt ist und (echte oder falsche?) Falten aufweist. Die schmale Peristomrinne (Schlundrinne) erinnert an die verwandte Gattung *Paramacium* (Abb. 27—28). Dessen einseitige Abplattung finden wir wieder bei *Chilodon* (Abb. 22—23). Die Zellen haben hier ungefähr eiförmigen Umriß. Die wieder mehr langgestreckten Zellen von *Loroccephalus* (Abb. 26) fallen sogleich durch eine am Hinterende schief abstehende längere Borste wie durch den fehlenden Schlund auf.

Außer den vorstehend aufgeführten Formen gehören sicher zu gelegentlichen Bewohnern austrocknender Örtlichkeiten noch viele derjenigen Ziliaten, die typische B a k t e r i e n f r e s s e r sind, daher in Infusionen vorzügliche Bedingungen ihrer Ernährung und raschen Vermehrung finden.

Die Suktorien unterscheiden sich von den Ziliaten wesentlich durch das Vorhandensein von Saugarmen (Tentakel genannt), die in zwei Grundformen auftreten, entweder ziemlich kurz und meist beträchtlich dick (*Tokophrya infusionum* Stein — Abb. 29) oder viel länger, gleichmäßig dünn und meist mit einem Knopf endigend. Verästelt scheinen sie nie zu sein. Das Verkürzen geschieht stets, das Ausstrecken wohl meist ziemlich langsam. Einzelheiten über den Körperbau mit Hinweis auf weitere Literatur siehe in den Abhandlungen von R. H e r t w i g (Morpholog. Jahrb. I, S. 20 ff.), B ü t s c h l i (Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie XXXVIII, S. 49 ff.), E n t z (ebendort, S. 167 ff.), M a u p a s (Arch. de zool. expérim. IX, S. 299 ff.) und P l a t e (Zoolog. Jahrb. III, S. 135 ff.).

Von ähnlicher Größe wie die erwähnte *Tokophrya* ist auch *Trichophrya* (Abb. 30), bei der die Tentakel auf lappigen Fortsätzen entspringen. Dagegen sind *Sphaerophrya* (Abb. 31) und *Podophrya* (Abb. 32) erheblich kleiner, von kugeligem Gestalt und weisen die Tentakeln allseits auf. Diese scheint sich nur durch das gleichzeitige Vorkommen längerer und kürzerer Tentakeln von der ersten Gattung zu unterscheiden (?).

Hinweis auf biologische Untersuchungen. — Über den Einfluß des Lichtes auf die Tiere liegen m. W. nur spärliche Angaben vor. Entziehung des Lichtes soll die Bewegung steigern, aber auf die Vermehrung ohne Folge sein. Bei Sauerstoffmangel wird wahrscheinlich das Licht aufgesucht (s. E n g e l m a n n, Pflügers Arch. f. d. gesamte Physiol. XXIX, S. 387 ff.). Über die Wirkung steigender Temperatur vergl. R o b b a c h s Abhandlung (Verhandl. d. physik.-medic. Gesellsch. Würzburg, Neue Folge II, S. 179 ff.), worin auch von Einwirkungen chemischer Stoffe gehandelt wird. Über diesen Gegenstand beachte auch C l a r k (Ber. d. D. Bot. Ges. VI, S. 273 ff.).

Technische Bemerkungen brauchen hier nicht wiederholt zu werden, soweit darüber schon bei den Rhizopoden gesprochen wurde.

Zur Fixierung wurde beim Studium der Zilien früher nach Platners Vorgang die sehr langsam wirkende Lösung aus 1,7 g Eisenchlorid und 60 cm³ 70%iger Alkohol verwandt. Ausgewaschen wird dann mit 50%igem Alkohol, dem 0,5—1 Prozent Oxalsäure zugesetzt ist. Gefärbt wird mit Alizarin.

Der Kern wird sichtbar, wenn man einen Tropfen Jodlösung zusetzt, noch besser bei Zusatz von stark verdünnter Schwefelsäure, die den sich scharf abgrenzenden Kern braun erscheinen läßt. Bei absterbenden Tieren wird übrigens der Kern manchmal von selbst sichtbar.

Die Nahrungsaufnahme beobach-

tet man, wenn etwas pulverisiertes Karmin (oder Indigo) im Uhrschildchen mit dem Finger in Wasser verrieben und davon etwas dem Präparat zugeführt wird, das aber nicht mit Gelatinelösung versetzt sein darf. Diese (etwa 3 %ig, in einem Becherglase schwach erwärmt, dem Wasser des Präparates in der gleichen Menge zugefügt) dient zur Verlangsamung der Bewegung. Die gleiche Aufgabe leistet auch Alga-Carrageen (in Drogengeschäften käuflich), wovon man eine kleine Menge in Wasser in einem Uhrschildchen zu dicklicher Beschaffenheit aufquellen läßt.

Benützt werden sollten auch Steckelbergs Angaben über Färbung und Fixierung in Mikrok. VII, S. 289 ff. — S. ferner Bd. III, S. 100 (Neubearbeitung 284), IV 261, V. 225 und IX. 143! (Fortsetzung folgt.)

Zur Mikroskopie des Kernobstes.

Von Dr. L. Minder.

Die Kriegszeit mit all ihren Folgeerscheinungen hat auch dem Lebensmittelmikroskopiker manche harte Nuß zum Knacken gegeben. Die ungeheure Preissteigerung der Nahrungs- und Genußmittel und damit die üppig aufgeschossene Ersatzstoffindustrie hat ihm fast täglich Aufgaben zugemessen, wie sie vor dem Kriege nur selten an ihn herantraten. Insbesondere wurde dabei ein Mangel schwer empfunden: daß ein großer Teil neu auftauchender Ersatzstoffe und Verfälschungsmittel mikroskopisch noch gar nicht durchgearbeitet war. Da hieß es und heißt es noch heute, auf eigene Füße stehen; selber sammeln und untersuchen, und wenn dann noch etwas Glück mithalf oder mithilft, so gelargen mitunter fast unlösbar erscheinende Aufgaben zu einem befriedigenden Abschluß. Man denke z. B. an ein Kaffeesurrogat aus einer ganzen Reihe von Rohmaterialien zusammengestellt von denen bisweilen sogar mehrere als Kaffee-Ersatz früher nicht verwertet wurden und demnach auch in der Literatur nicht erwähnt oder gar beschrieben sind.

Zu derartigen, bisher in der Ersatzstoffindustrie wenig verwerteten Materialien gehört das Kernobst. Zwar dürfte (für uns in der Schweiz wenigstens) die Zeit endgültig vorbei sein, da aus vergorenen, getrockneten und gemahlenen, natürlich für die Ernährung völlig wertlosen Obstresten kartenfreie „Patisseriemehle“ hergestellt wurden. Doch scheinen sich z. B. fein zerstückelte

und geröstete Birnen und Äpfel vorläufig noch, oder vielleicht endgültig, einen viel wichtigeren Platz als früher in der Ersatzmittellindustrie, als immerhin brauchbare Kaffeesurrogate oder Zusätze zu solchen, gesichert zu haben. Eine kurze Beschreibung ihrer diagnostisch wichtigen Gewebelemente dürfte sich also aus diesem Grunde schon rechtfertigen.

Die ältere Literatur über Nahrungs- und Genußmittel hat sich mit der Mikroskopie des Kernobstes nicht viel befaßt. Möller Hanausek und Nevinny wiesen Birnenmehl als Bestandteil der sog. „Matta“¹⁾ nach. Erst neuerdings gibt Hartwich (in dem in der

¹⁾ „Matta“ (vom italienischen *matto* = töricht; eine zum Betören bestimmte Substanz) ist ein hauptsächlich früher gebräuchlich gewesener Handelsname für gepulverte Substanzen, die zum Verfälschen der gepulverten Gewürze dienen und im großen hergestellt werden. Diese Verfälschungsmittel sind in der Farbe derart gewählt, daß sie dem Gewürz, zu dessen Verfälschung sie bestimmt sind, sehr gut gleichen. Hartwich untersuchte Zimtmatta, weiße und schwarze Pfeffermatta und Pimentmatta, die durchweg wesentlich aus gemahlenen Olivenkernen bestanden. Hanausek gibt weiter an: Pfeffermatta für schwarzen Pfeffer, bestehend aus Hirsekleie. Pfeffermatta für weißen Pfeffer, bestehend aus Weizenmehl, Gerstenmalz, Hirsegries, Weizenkleie, Ruß und Paprika. Pimentmatta, bestehend aus Birnenmehl und brandiger Gerste. (Vergl. Beythien, Hartwich und Klimmer, Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung, Bd. 2, Seite 262.)

Fußnote zitierten klassischen Werke, Bd. 2, Leipzig 1915) nähere Details über die Mikroskopie der Apfelfrüchte. In der Folge nenne ich jedoch nur diejenigen Gewebelemente, die sich in meiner Praxis als besonders charakteristisch, und auch zur Diagnose als hinreichend erwiesen haben.

Wie immer in der Nahrungsmittelmikroskopie, ist dem Analytiker am meisten gedient, je relativ größer die Zahl der diagnostisch verwertbaren Gewebelemente eines bestimmten Materials ist.

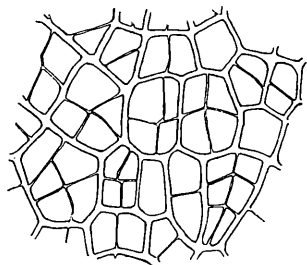


Abb. 1. Epidermis der Birne.

Verhältnisse leider in den meisten Fällen nicht so günstig wie etwa beim Kaffee, bei einigen Gewürzen usw., wobei fast jedes im Gesichtsfeld erscheinende Element auf seine

Zugehörigkeit bestimmt werden kann. Das gilt in besonderem Maße auch vom Kernobst.

Unsere wichtigsten Kernobstarten gehören der Pflanzengattung *Pirus* an: *Pirus communis* = Birnbaum, *Pirus malus* = Apfelbaum. Beide Obstarten werden in zahlreichen Spielarten gezüchtet.

Als Gewebe mit gemeinsamen mikroskopischen Merkmalen bei Äpfeln und bei Birnen ist zunächst die Epidermis zu nennen. Diese zeigt bei beiden einen ziemlich übereinstimmenden, ganz eigenartigen Bau (Abb. 1). Die Zellwände erscheinen weißlich. Insbesondere aber fällt auf, daß die meist drei- bis viereckigen Zellen zu Gruppen von zwei, drei, vier, selten auch mehreren zusammengefaßt sind. Diese Gruppierung hebt sich dann noch besonders dadurch hervor, daß die umfassenden Zellwände (in radialer Richtung) meist stärker verdickt sind, wodurch eine sehr charakteristische Fensterung zustande kommt. Wer diese Epidermis auch nur einmal etwas näher angesehen hat, wird sie mit Leichtigkeit auch am kleinsten Gewebefetzchen wieder erkennen. Da dieser gleiche Bau der Epidermis auch bei der Quitte vorkommt, die nicht der Gattung *Pirus* angehört (*Cydonia*), dürfte es sich hier weniger

um ein Verwandtschaftsmerkmal, als vielmehr um eine Konvergenzerscheinung handeln.

Das Fruchtfleisch des Apfels besitzt keine charakteristischen Zellstrukturen. Hingegen ist die Birne (und die Quitte) dadurch ausgezeichnet, daß zwischen das zartwandige Gewebe des Fruchtfleisches die bekannten Steinzellengruppen eingelegt sind (Abb. 2). Steinzellen sind nun allerdings im Körper der höheren Pflanze weit verbreitet und kommen in den verschiedensten Geweben und Organen vor, so daß ihre Zugehörigkeit im mikroskopischen Bild nicht immer leicht entscheidbar ist. Hingegen wird man, sofern sie kleine enggefügte Häufchen bilden, denen noch Fragmente von großzelligem und dünnwandigem Parenchym anhaften, Steinzellen der Birne vor sich haben.

Die Untersuchungstechnik ist einfach. Sollen Früchtezubereitungen (Konfitüren usw.) auf das Vorhandensein von Kernobstarten geprüft werden, so wird man mit der Pinzette, evtl. unter Zuhilfenahme der Lupe kleine Fetzen herausfischen und sie etwa in Chloralhydrat untersuchen. Ebenfalls

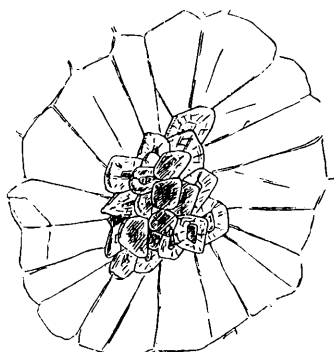


Abb. 2. Steinzellengruppe aus dem Fruchtfleisch der Birne.

wird man auf Steinzellgruppen achten, die als winzige Körnchen erscheinen und diese zu identifizieren suchen. Aus der Anwesenheit von nur Epidermisfragmenten, oder diesen neben Steinzellen, wird man auf Äpfel oder Birnen schließen. Wie schon angedeutet, hat die Quitte einen mit der Birne weitgehend übereinstimmenden Bau, so daß Quitte und Birne mikroskopisch nicht leicht zu unterscheiden sind. Jedoch ist eine Unterscheidung der Quitte für die Birne wegen

ihres höheren Preises nicht gut denkbar. Sollen jedoch umgekehrt Birnenbestandteile etwa in Quittenkonfitüre nachgewiesen werden, was allerdings ziemlich schwierig ist, so sei auf die Angaben von Hartwich (l. c. Bd. 2, S. 165) verwiesen. Beim Verdacht, daß ein Gemisch von Äpfeln und Birnen vorliegt, könnte der Mikroskopiker geneigt sein, die feineren Unterschiede im Bau der Epidermis beider an Vergleichspräparaten mit heranzuziehen. Ich halte das vorläufig nicht oder nur bedingt für ratsam. Man darf nicht übersehen, daß die einzelnen Varietäten von Äpfeln und Birnen im Bau der Epidermis unter sich etwas verschieden sind, so daß derjenige, der auf dem Gebiete nicht schon eine bedeutende Erfahrung besitzt, leicht zu Fehlschlüssen kommt. Man wird in diesem Falle vielmehr darnach trachten, Epidermisfetzen mit einem möglichst großen Komplex von anhaftendem Gewebe zu finden und in diesem auf Steinzellen fahnden.

Liegt ein geröstetes Material, etwa ein Kaffeesurrogat vor, so kocht man es mehrmals tüchtig aus; mit großem Vorteil läßt sich auch gleichzeitig immer die Methode von Fellenberg („Zur Mikroskopie des Mehles und der Gebäcke“, Mikrokosmos 1921/22, Heft 1, S. 27) anwenden. Ist das Material stark geröstet, so wird man mit dieser Methode viel rascher und sicherer zum Ziele kommen.

Über die Bedeutung, die die Kenntnis der

Gewebelemente des Kernobstes für die Gewürzverfälschungen hat, ist das Nötige schon gesagt worden.

Mit dieser Darstellung soll natürlich das Anwendungsgebiet der Mikroskopie des Kernobstes für die Praxis keineswegs erschöpft sein; es ist nur das erwähnt, was etwa jedem, der sich mit Lebensmittelmikroskopie beschäftigt, in die Hände kommen mag. Zum Schlusse sei nur noch auf eine Anwendung hingewiesen, die gleichzeitig zeigt, wie mit dem Wachsen unserer mikroskopischen Kenntnisse immer weitere Gebiete vom Mikroskop erobert werden: die Aufdeckung von Verfälschungen des Weines mit Apfel- und Birnenwein. Es kommt (in der Schweiz) nicht gerade selten vor, daß die teuren Weine mit den billigen Obstweinen verfälscht werden. Gelingt es, etwa im Sediment von Weinen oder im Bodensatz von Fässern, Gewebelemente von Obst nachzuweisen, so ist damit die Fälschung mindestens sehr wahrscheinlich gemacht. Ein derartiger Hinweis ist dem Lebensmittelchemiker umso wertvoller, als es chemisch überhaupt nicht möglich ist, geringere Mengen (etwa 10 %) von Obstwein in Wein nachzuweisen. Man beachte also, daß die praktische Mikroskopie ein Gebiet ist, in dem auch der Liebhaber mit Erfolg tätig sein kann, und der Mikroskopiker vom Fach wird ihm nur Dank wissen, wenn er ihn hilft, es gründlich auszuweiten und zu vertiefen.

Einiges über Natriumsilikate.

Von Dr. A. Erdenbrecher.

Vorliegende Abhandlung soll nicht etwa als chemische Arbeit gedacht sein. Die chemischen Theorien und Probleme finden nur soweit Berücksichtigung, als sie nötig sind, die Aufnahmen zu erklären und zu selbständigen Versuchen anzuregen. Sie soll vielmehr die Freunde der Mikroskopie auf ein sehr vernachlässigtes Gebiet hinweisen, auf das Gebiet der Kristallisationsvorgänge. Bietet schon in ästhetischer Hinsicht das Betrachten dieser wundersamen Gebilde dem Laien einen hohen Genuß, so wird aber der mehr Freude noch erleben, der, chemisch geschult, auch in dieser Hinsicht das Geschaute zu deuten vermag.

Viele Salze mit sogenanntem Kristall-

wasser verwittern an der Luft, sie bedecken sich mit einer mehligen Kruste und zerfallen zuletzt in ein lockeres Pulver. Die Kristallmasse gibt an die trockene Luft Wasser ab und zerfällt. Der Wissenschaftler würde sagen: „Ist die Tension des Wasserdampfes der Luft geringer als der Dampfdruck der betreffenden Kristalle, so geben sie Wasser ab und verwittern.“ Das Wasser tritt meistens bei diesen als chemisch wirkender Bestandteil auf. Es ist meines Erachtens nicht angängig, das Kristallwasser als nicht chemisch gebunden anzusehen, nur weil wir mit unserer heutigen Wertigkeitstheorie nicht mehr recht auskommen können, denn mit dem Eintritt oder Weggang von Wasser kann

eine solche Änderung im Aufbau des Moleküls eintreten, daß eine neue Kristallform auftritt. Gewöhnlich zerfallen die Kristalle beim Verwittern in eine mehr oder minder formlose, pulvrige Masse. Gibt man aber den Kristallen Gelegenheit, unter einem bestimmten verminderten oder vermehrten Dampfdruck in Lösung zu gehen und sich neu zu ordnen, so zerfallen sie nicht in ein Pulver, sondern sie erscheinen in einer neuen Formart, es bildet sich ein neues Kristallsystem aus, das den herrschenden Dampfdruck, der Konzentration des Wassers seiner Umgebung besser angepaßt ist. Die ganze Sache läuft auf einen Umkristallisierungsprozeß hinaus.



Abb. 1. Kristalle von Natriumsilikat im polarisierten Licht.

Die meisten der hier in Frage kommenden Salze sind in Wasser löslich. Man muß also den Dampfdruck, die Konzentration des Wassers, verändern können, um dann in dem auf einen bestimmten Dampfdruck abgestimmten Wasser die betreffenden Salze umzukristallisieren.

Bringt man z. B. Soda mit Wasser in Berührung, so löst sich solange Soda in Wasser auf, bis sich ein gewisses Gleichgewicht zwischen den Kristallen und der Lösung hergestellt hat.

Vermindert man nun die Konzentration des in der Lösung sich befindlichen Wassers durch die nachträgliche Lösung einer Substanz, die nicht mit der aufgelösten Substanz in Reaktion treten kann, löst man z. B. Natronlauge in der Flüssigkeit auf, so kann man erleben, daß sich nach und nach sämtliche noch intakte Kristalle auflösen und

eine neue Kristallform erscheint, die weniger Wasser im Molekül hat. Um den Vorgang der Verminderung der Konzentration des Wassers und der dadurch hervorgebrachten Dampfdruckerniedrigung zu versinnbildlichen, sei folgendes grobsinnliche Beispiel gegeben. Denken wir uns die Moleküle des Wassers als weiße und die der Natronlauge als gleichgroße schwarze Perlen und nehmen an, daß in einem Kubikzentimeter 2 m Perlen enthalten wären, so ist leicht einzusehen, daß die 2 m eines Kubikzentimeters Wassermoleküle eine andere Wirkung ausüben als wenn diese mit schwarzen Perlen durchsetzt sind. Wir haben dann in einem Kubikzentimeter m schwarze und m weiße Perlen. Die Konzentration des Wassers ist also auf die Hälfte gesunken. Bedenken wir ferner, daß die Natronlauge noch ein gut Teil Wasser fest bindet, so wird die Konzentration des Wassers und damit der ausgeübte Dampfdruck noch geringer. Es liegt also in unserer Macht, unsere Kristalle in eine Atmosphäre (die in unserem Falle nicht aus Luft besteht) zu bringen, bei der man den Dampfdruck variieren kann und in der es der kristallisierenden Substanz selbst möglich ist, in Lösung zu gehen und sich gegebenenfalls den gegebenen Verhältnissen anzupassen, soweit dies nach ihrer chemischen Konstitution möglich ist. Dabei wirkt der Zusatz von Natronlauge nicht nur dampfdruckerniedrigend, sondern er vermindert auch noch die Löslichkeit des auszukristallisierenden Salzes, sofern es dieselbe Base hat.

Die Flüssigkeit, aus der eine Substanz auskristallisiert, übt also in vielen Fällen einen entscheidenden Einfluß auf die Zusammensetzung der auskristallisierenden Substanz aus.

Bei den Natriumsilikaten finden wir in der Literatur die verschiedensten Wassergehalte verzeichnet. Sie schwanken zwischen 1 und 12 Molekülen Wasser. Jedoch krankten alle Angaben an einem Fehler. Sie geben nicht die Zusammensetzung der Mutterlauge an, aus denen die verschiedenen Silikate auskristallisiert sind.

Gehen wir von dem käuflichen Natriumsilikat von der Firma Henkel, Düsseldorf aus, das ungefähr der Formel entspricht $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{--}10\text{H}_2\text{O}$, und versuchen wir es umzukristallisieren, so erhalten wir aus einer Lösung von 20 bis 25 g Substanz in 40 ccm Wasser beim Abkühlen längliche Kristalle,

wie sie zwischen gekreuzten Nikols die Aufnahme Abb. 1 zeigt. Diese schießen so schnell an, daß ein Auskristallisierenlassen auf dem Objektträger kaum angängig ist. Verlangsamt wird die Kristallisationsgeschwindigkeit durch Zusatz von Natronlauge, deren Gewicht 40 g in 100 cc Lösung nicht übersteigen darf. Man erhält größere und besser ausgebildete Kristalle des neunfach gewässerten Salzes. Jedoch ist Sorge zu tragen, daß die Präparate nicht zu lange an der Luft liegen, da sie durch Karbonatbildung zerstört werden. Ich brachte einen Tropfen der übersättigten Lösung auf einen Objektträger und bedeckte die Flüssigkeit nach dem

sich hexagonale Kristalle (Abb. 4). Jedes dieser Hydrate hat einen bestimmten eindeutigen Schmelzpunkt.

Das neunfach gewässerte Salz hat den Schmelzpunkt 47,0, rhombisch.

Das sechsfach gewässerte Salz hat den Schmelzpunkt 63,5, monoklin.

Das vierfach gewässerte Salz hat den Schmelzpunkt 83—85,0, hexagonal.

Wir haben also drei verschiedene Hydrate mit ganz charakteristischen Schmelzpunkten und Kristallformen. Damit sind aber noch nicht die Analysenzahlen erklärt, die Resultate ergeben, die keinem dieser Hydrate entsprechen.

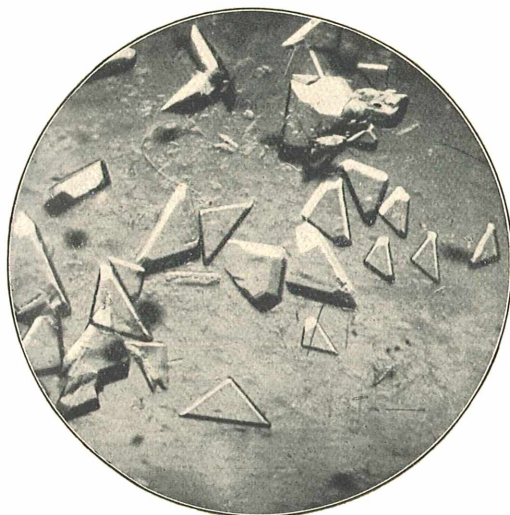


Abb. 2. Natriumsilikatkristalle aus einer Lösung in Natronlauge.

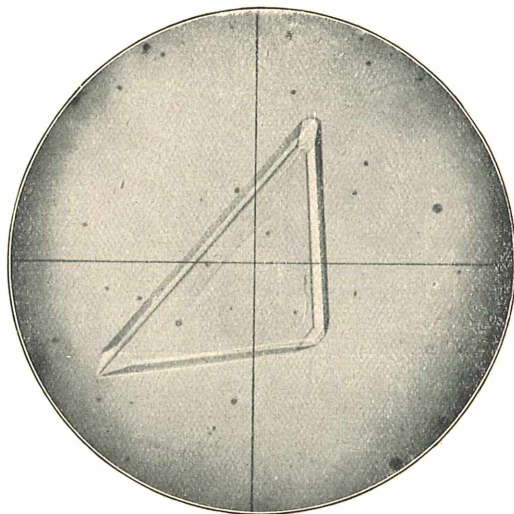


Abb. 3. Kristalle von Natriumsilikat bei Vergrößerung der Natronlaugekonzentration.

Impfen mit einem dicken Deckglas. Objektträger und Deckglas fertigte ich mir aus alten photographischen Platten an. Man kann natürlich auch aus einer größeren Menge mit einem Glasröhrchen Kristalle mit etwas Mutterlauge auf einen Objektträger bringen. Man bedeckt das Präparat mit einem Deckglas, das man nicht aufzukitten braucht, da meistens auch der Lack von der konzentrischen Natronlauge angegriffen wird. Bei 60 g Natronlauge (NaOH) in 100 ccm Wasser kristallisiert ein Salz aus, dessen Dampfdruck dem der Lösung entspricht, das sechsfach gewässerte Natriumsilikat, das wir in Bild 2 und 3 sehen. Ein nochmaliges Vergrößern der Natronlauge-Konzentration bedingt das Erscheinen eines noch wasserärmeren Salzes, des vierfach gewässerten Salzes. Beim langsamen Auskristallisieren in der Wärme bilden

Es ist nicht angängig, früheren Bearbeitern dieser Materie Fehlanalysen in die Schuhe zu schieben. Es werden in der Literatur definierte Fünf- und Achthydrate angegeben. Man muß vielmehr annehmen, daß diese Forscher ein nicht einwandfreies Material untersuchten und auf diese Weise zu den irrigen Schlußfolgerungen kamen; denn man kann mit Hilfe von physikalisch-chemischen Methoden, auf die ich hier nicht näher eingehen will, dartun, daß es diese Hydrate nicht gibt. Eine zufällige Beobachtung gab mir einen Fingerzeig. Meine Präparate ließ ich gewöhnlich mehrere Tage nur mit dem Deckglas bedeckt liegen, um sie von Zeit zu Zeit zu kontrollieren. Da gewahrte ich denn zu meiner Überraschung, daß in fast sämtlichen Präparaten des Sechshydrats meistens am Rand neue Kristall-

formen auftraten, die unter eigener Vergrößerung die Kristalle des Sechshydrats auflösten. Es stellte sich später heraus, daß diese neuartigen Kristalle dem Neunhydrat

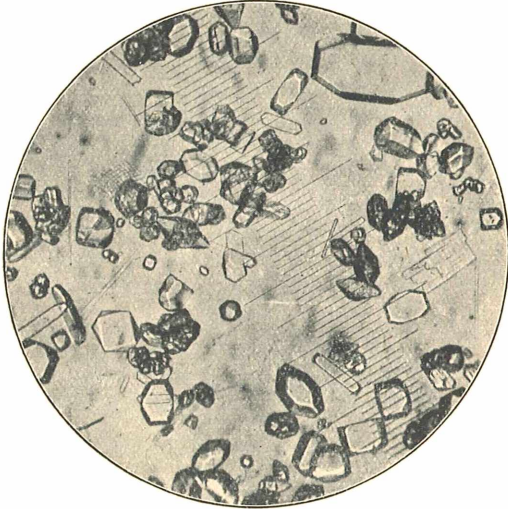


Abb. 4. Hexagonale Kristalle von Natriumsilikat.

angehörten. Der ganze Vorgang stellte eine Umwandlung dar, dadurch hervorgerufen, daß am Rand des Deckglases durch Anziehen von Wasser aus der Luft sich die Mutterlauge

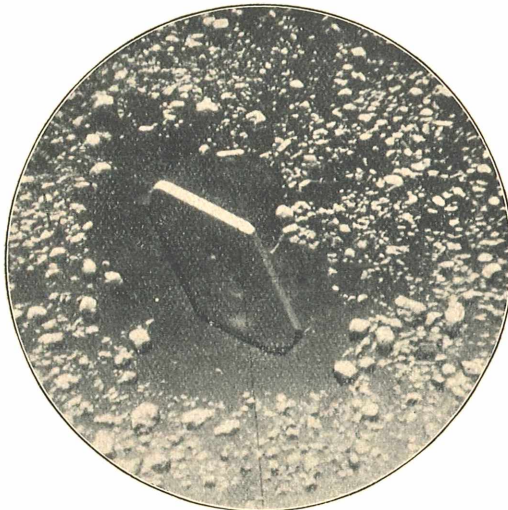
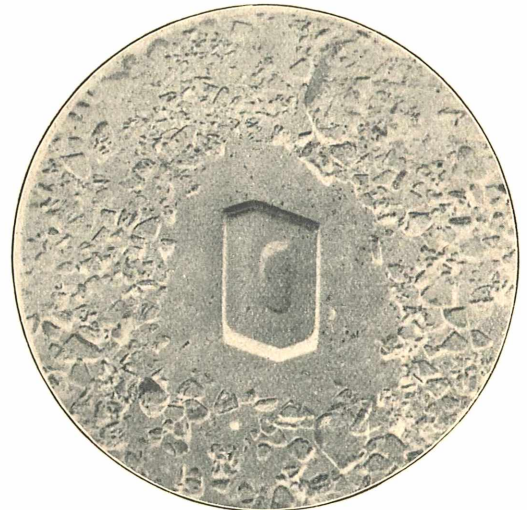


Abb. Umwandlung des Sechshydrats in das Neunhydrat.

sie nachher im Zusammenhange. Es wurden Umwandlungsaufnahmen gemacht, stufenweise vom Beginn des Zerfalls bis zur vollständigen Umwandlung. Ähnliche Umwandlungen mußten auch bei dem Vierhydrat auftreten. Und tatsächlich traten auch Veränderungen ein, die der eben geschilderten Umwandlung analog waren.

Die harten Kristalle von Nr. 4 wandelten sich unter dem Einfluß einer wasserhaltigen Lauge in die spezifischen Kristalle des Sechshydrats um. Auch diese Umwandlung wurde in verschiedenen Phasen aufgenommen. Nun sollte man auch erwarten, daß die Umwandlungen nicht nur einseitig vor sich gehen vom niederen zum höheren Hydrat, sondern auch umgekehrt. Tatsächlich habe ich solche Vorgänge beobachtet. So sah ich eines Tages eine Umwandlung eines Gemisches von Vier- und Neunhydrat in Sechshydrat, die sehr schnell vor sich ging. Auch eine solche des Vierersalzes in das Neunersalz wurde beobachtet. Diese Umwandlung war schon in fünf Minuten beendet, so daß sie nur kinematographisch hätte aufgenommen werden können. Die Kristalle krochen förmlich. Abb. 8 zeigt die Umwandlung des Neunhydrats in das Sechshydrat. Diese Um-



dermaßen verdünnt hatte, daß das Sechshydrat nicht mehr beständig war und das Neunhydrat als das für die fragliche Laugenkonzentration beständige Salz anschoß. Ich stellte solche Umwandlungspräparate künstlich her, wie sie in den Aufnahmen 5 und 6 zu sehen sind. Besprochen werden

wandlung ging sehr langsam vor sich und brauchte Wochen und Monate.

Bevor wir zu den einzelnen Aufnahmen selbst übergehen, wollen wir die Apparatur (Abb. 9) beschreiben, mit der diese Aufnahmen gemacht sind.

Von einer stabilen Holzkiste sind Deckel

und Boden abgenommen. Als Fuß sind drei breite Korke untergenagelt. In der Kiste steht auf einem massiven Holzklötzchen in entsprechender Höhe das Mikroskop. Durch die obere Seitenwand hindurch ragt das Objektiv eines Stativapparates, das durch einen schwarzen Tuchschauch lichtdicht mit dem Okular verbunden werden kann. Der Beleuchtungsapparat ist folgendermaßen konstruiert. An Stelle des Glases einer lichtstarken Azetylenlampe wird eine Asbestscheibe eingesetzt, die in der Mitte eine Durchbohrung von der Dicke eines mittleren Lampenzylinders hat. Über diese Öffnung wird mit Asbestpapier und Wasser-

beachtet wird, ist der, daß man bei dieser Anordnung mit einem relativ kleinen Balgen auskommt, während bei anderen Systemen Balgen von 1 m Länge keine Seltenheit sind. Einen Kondensator braucht man bei Aufnahmen mit gewöhnlichem Licht nicht, dagegen ist es nützlich, am Mikroskop in B Blenden einzuschalten und auch den Photoapparat durch Blenden in B_1 entsprechend abzublenzen. Die Feineinstellung geschieht bei feststehender Mattscheibe durch die Feineinstellung des Mikroskops.

Sämtliche Aufnahmen sind mit obiger Apparatur aufgenommen. Die Belichtungszeiten waren für Azetylenbeleuchtung 4 bis



Abb. 7. Umwandlung des Vier- in das Sechshydrat.

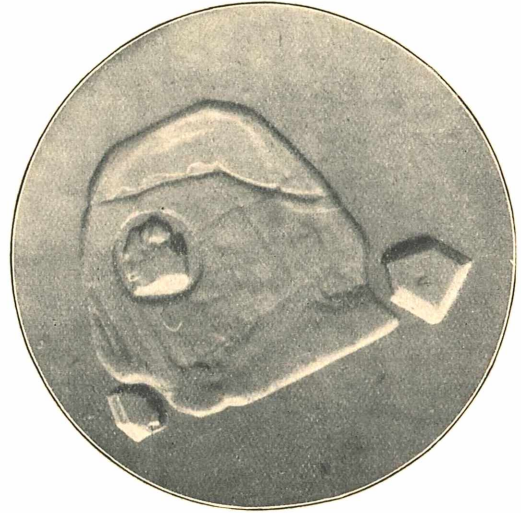


Abb. 8. Umwandlung des Neunhydrats in das Sechshydrat.

glas eine viereckige Mattscheibe geklebt. Man fertigt jetzt durch Rollen über einen Lampenzylinder von Asbestpapier ein Rohr an, das man mit Wasserglas verklebt. Trocken setzt man dieses Rohr auf die Mattscheibe durch Überkleben von Asbestpapier über das in Lappen nach auswärts gebogene Rohr. Asbestpappe und Papier kann man gegebenenfalls von Herrn Universitätsglasbläser H. Hildenbrand beziehen.

Als Kamera eignet sich ein Stativapparat 9×12 mit glatter Stirnseite, mit einem Aplanat ausgestattet. Um die Stabilität der Mattscheibe zu erhöhen, wird diese noch durch eine Platte P gestützt. Wichtig ist noch das lichtdichte Verbinden des Mikroskopokulars und des Objektivs des Apparats, da sonst die Platten durch Eindringen von Nebenlicht schleierf.

Ein weiterer Vorteil, der noch nicht genug

6 Minuten, für Gaslichtbeleuchtung 1 bis 2 Minuten. Die Vergrößerung schwankt zwischen 40- und 400fach. Bild 1 ist im polarisierten Licht bei gekreuzten Nikols aufgenommen und stellt, wie schon erwähnt, eine Modifikation des Neunhydrats dar mit schmaler Ausbildung der Kristalle. In Abb. 2 u. 3 sehen wir die charakteristischen Kristalle des Sechshydrats. Die Lichteffekte sind hier wie in den nachfolgenden Aufnahmen durch schiefe Beleuchtung bei starker Abblendung erreicht. In Abb. 4 sehen wir eine Modifikation des Vierhydrats. Diese Objekte dürften eine Vergrößerung von 400 aufweisen. Das Präparat des Umwandlungsbildes 5—6 ist im Prinzip folgendermaßen zustande gekommen. Dicke harte Kristalle des Sechshydrats wurden mit etwas Mutterlauge unter einem starken Deckglas unter dem Objektträger zerdrückt, hierauf in einen

Exsikkator gebracht, dessen Boden mit Wasser bedeckt war. Die Präparate zogen Wasser an. Am Rande bildeten sich in der verdünnten Lauge die Kristalle des Neunhydrats, die dann durch Verschieben des Deckglases in der ganzen Masse verteilt wurden. Hierauf

Desgleichen wurde ein Tropfen Lauge mit wenigen Kristallen aus einer Kristallisation des Neunhydrats hinzugefügt, die Kristalle verrührt und sofort ein Deckglas aufgeklebt. Bald setzte die Umwandlung ein und lieferte Bilder, die die Form der sich zersetzenden Kristalle noch erkennen lassen, wie wir dies in Abb. 5 sehen. Ein analoges Bild ist die Abb. 7, das die Umwandlung des Vier- in das Sechshydrat darstellt. Auch dieser Vorgang wurde in einer Reihe weiterer Bilder festgehalten. Bringt man große wohlausgebildete Kristalle des Neunhydrats in eine Lauge des Sechtersalzes, so können wir in einigen Tagen Bilder sehen, wie sie in Abb. 8 dargestellt sind. Das Sechshydrat frißt förmlich Löcher in die großen Kristalle des Neunhydrats und bildet sich dabei stattlich aus. Überhaupt kann man auf diese Weise große, scharfkantige Kristalle züchten, da die Konzentration der Lösung durch die sich auflösenden Kristalle ziemlich konstant gehalten wird.

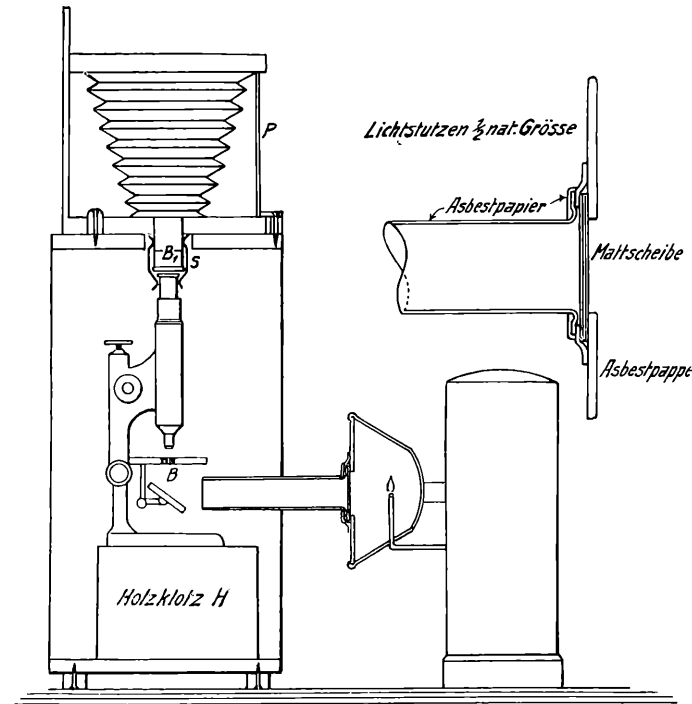


Abb. 9. Apparatur für die mikrophotographischen Aufnahmen der besprochenen Kristallisationsvorgänge.

wurden die Deckgläser aufgeklebt und die Präparate ihrem Schicksal überlassen. Dabei wurde der Kristall auf Bild 5 bis 7 mm groß und sprengte zuletzt das Deckglas. Um auch die Form der sich auflösenden Substanz deutlich hervortreten zu lassen, wurde Präparat 6 etwas anders hergestellt. Aus einer Kristallisation des Sechshydrats wurden viele Kristalle mit wenig Mutterlauge genommen und auf einen Objektträger gebracht.

Da nach orientierenden Arbeiten diese Umwandlungsvorgänge nicht nur auf Natriumsilikat beschränkt sind, sondern auch Borax, Soda, Glaubersalz ähnliche Erscheinungen zeigen, so wäre es nicht uninteressant, festzustellen, ob die auf diese Weise bei Zimmertemperatur entstandenen Kristalle des Borax mit der bis jetzt bekannten in der Hitze über 55 Grad C beständigen Modifikation kristallographisch übereinstimmt. Eine Arbeit, die neben wenig Kosten sicherlich viel Freude machen dürfte.

Zum Preisausschreiben des Mikrokosmos.

Einige Fragen aus der theoretischen Mikroskopie,
beantwortet von Direktor A. Schäfer.¹⁾

1. Frage: Ich kann mit meinem Apochromat Ölimmersion 2 mm n. A. 1,40 von

¹⁾ Wir bringen mit diesem Aufsatz die im Gedankengang beste Lösung unseres Preisausschreibens zum Abdruck. Anm. d. Schriftl.

Zeiß weder bei 1000- noch bei 2250facher Vergrößerung *Amphipectura pellucida* in Monobromnaphthalin zur Auflösung bringen, weder bei Tageslicht noch bei elektrischem Licht. Ich wandte schiefe Beleuchtung an

und habe die Blende bis auf 1 mm zugezogen und den Lichtkegel in der Längsrichtung der *Amphi. pell.* einfallen lassen, ohne Erfolg. Woran liegt das?

Antwort: Wenn trotz n. A. = 1,40, einer 1000 bis 2500fachen Vergrößerung und Einbettung des Objektes in einem Einbettungsmittel (Monobromnaphthalin) von stärkstem Brechungsindex = 1,658 der Streifenabstand von *Amphi. pellucida* = 0,25 μ nicht aufgelöst wird, so ist daran die Verwendung von weißem Licht schuld, denn Einzelheiten können nur dann aufgelöst werden, wenn ihr Abstand größer ist als die halbe Wellenlänge des verwendeten Lichtes. Weißes Licht hat nun eine Wellenlänge = 0,55 μ . Abstände, die daher kleiner sind als 0,55 μ = 0,275 μ , können bei weißem Licht, schiefer Beleuchtung und stärkster Vergrößerung nicht zur Auflösung gebracht werden. *Amphi. pellucida* hat aber einen Streifenabstand von 0,25 μ . Um diese Streifung aufzulösen, ist die Verwendung blauen Lichtes nötig, das nur eine Wellenlänge = 0,48 μ hat, und gestattet, Streifenabstände von 0,48 μ = 0,24 μ zu beobachten.

2. Frage: An unserem Schulmikroskop haben wir drei Objektive und 4 Huyghenssche Okulare 0, II, IV, V von Leitz. Die Objektive haben die No. 2 mit 0,20 n. A., 3 a mit 0,40 n. A. und 6 a mit 0,82 n. A. Damit können wir folgende Vergrößerungen herstellen:

Okular	0	II	IV	V
2	23	35	58	70
3 a	56	84	141	169
6 a	176	264	440	528

Wir möchten noch ein stärker vergrößerndes Objektiv anschaffen, es stehen uns jedoch nur ganz geringe Mittel zur Verfügung. Können Sie uns vielleicht ein tadellos gebrauchtes starkes Objektiv zum Kauf oder Tausch anbieten oder wie kann ich mir sonst helfen?

Antwort: Die vorliegende Zusammenstellung krankt an einer schlechten Abstufung der Okulare. Z. B. liegen die 5 (halbfetten) Vergrößerungen alle unter einem Schwinkel von einer Bogenminute. Das heißt, die Apertur des betreffenden Objektivs wird nicht ausgenutzt, denn erst unter einem Schwinkel von 2 bis 4 Bogenminuten werden die Aperturen eines Objek-

tives voll ausgenutzt, da erst unter diesem Winkel die höchste Übervergrößerung ohne Verlust an Bildschärfe eintritt.

Die (fetten) Vergrößerungen liegen in einem Schwinkel von 1—2 Bogenminuten, bei dem gute Augen gestatten, Einzelheiten wahrzunehmen.

Ich würde empfehlen, die Okulare 0 und II abzustoßen und dafür ein Kompensations-Okular 12 zu kaufen, dann stellt sich die Vergrößerungstabelle für das betreffende Mikroskop folgendermaßen dar:

Okular	IV	V	12
2	58	70	97
3 a	141	169	235
6 a	440	528	735

Diese Zusammenstellung erhöht die Leistung des Instrumentes ganz erheblich mit einem geringen Geldaufwand. Die Vergrößerung wird von 528 auf 735 gehoben. Nur zwei (halbfett) Vergrößerungen liegen in einem Schwinkel unter einer Bogenminute, drei (fett) unter einem Schwinkel von 1—2 Bogenminuten und vier (unterstrichen) liegen in einem Schwinkel von 2—4 Bogenminuten.

3. Frage: Ich hatte Gelegenheit, ein Mikroskop mit 600facher Vergrößerung billig zu erwerben. Von Ihnen habe ich mir hiefür ein Testpräparat *Pleurosigma angulatum* kommen lassen. Bei 600facher Vergrößerung kann ich es nicht auflösen; in den Lehrbüchern steht, die Auflösung gelinge schon bei 350facher Vergrößerung. Woran liegt der Fehler?

Antwort: *Pleurosigma angulatum* hat einen Streifenabstand = 0,5 μ . Die zur Auflösung nötige Apertur ist bei weißem Licht und schiefer Beleuchtung $a = 0,55$ ($2 \cdot 0,5$) = 0,55.

Die größte Apertur der verwendeten Objektive muß demnach unter dieser Zahl liegen und die Vergrößerung lediglich durch Übervergrößerung mit einem entsprechenden Okular erreicht werden.

Wenn gesagt wird, daß die Vergrößerung nach den Lehrbüchern schon bei 350fach möglich ist, so ist das in dieser Nacktheit nicht wahr. Da hätte es unbedingt heißen müssen: bei einer 350fachen Vergrößerung mit einem Objektiv mit num. Apertur = 0,55. Es lassen sich auch bei niedrigeren Aperturen 350fache Vergrößerungen erzielen, ohne daß es gelingt. *Pleurosigma* aufzulösen.

4. Frage: Ich habe gehört, daß es Kompensations-Okulare mit 25facher Eigenvergrößerung gibt. Ich erziele mit meinem Zeißobjektiv F 0,90 n. A. und meinem stärksten Huyghensschen Okular No. 5 von Zeiß, das 9mal vergrößert, eine 1250fache Vergrößerung; ich könnte also mit einem Kompensations-Okular von $25 \times$ Vergr. 3450malige Vergr. erreichen und damit jedenfalls viel mehr sehen! Können Sie mir den Kauf empfehlen?

Antwort: Bei Verwendung eines Zeiß-Objektivs F. num. Apertur = 0,90 und einem Huyghens-Okular 5 von Zeiß mit 9facher Vergrößerung wird eine 1250fache Vergrößerung erreicht. Mit dieser Apertur können Präparate mit einem Abstand der Einzelheiten bis zu $0,31 \mu$ schon bei einer Gesamtvergrößerung von 480—940 aufgelöst werden, denn schon diese Vergrößerungen liegen

innerhalb des günstigsten Seh winkels von 2—4 Bogenminuten. Das vorhandene Okular 5 steigert zwar die Vergrößerung auf 1250, ohne aber mehr Einzelheiten aufzulösen. Die Vergrößerung ist lediglich eine leere. Sie wird noch leerer, wenn man ein Kompensationsokular mit 25facher Vergrößerung kaufen würde. Der Erwerb dieses Okulars würde für den Besitzer eine große Enttäuschung bedeuten, denn er würde nicht mehr, sondern sogar weniger sehen, weil mit zunehmender leerer Vergrößerung die Bildschärfe ganz erheblich abnimmt.¹⁾

¹⁾ Es wird vielleicht die Leser interessieren, zu erfahren, daß ich die vorstehenden Lösungen, die ein ganz erhebliches Maß von mathematischen Überlegungen erfordern würden, innerhalb einer Stunde mit dem Mikroskop-Ratgeber gelöst habe.

Über tierische Parasiten.

Von B. Schroeder.

I. *Trichinella spiralis*.

Wären wir noch in der Glanzzeit des ehrsamten Handwerks, als es noch üblich war, daß nicht nur der Bader seinen kupfernen Seifenschaumnapf, sondern auch der Bäcker seine vergoldete Riesen-Bretzel, der Schlosser den gewaltigsten Hausschlüssel und der biedere Seifensieder seine zwei Seifenstein-Imitationen aus Holz als Wahrzeichen ihres Gewerbes in das geschäftliche Leben der Straße hinaussteckten, wir würden heute bestimmt in jeder Stadt und sogar in fast jedem Dorfe ein vielleicht vergoldetes Mikroskop an der Stange über einer Haustür erblicken. Wohl die meisten Leser des Mikrokosmos mögen lächeln, daß „ihr“ Mikroskop, das ihnen ein Gehilfe bei ernster Forschungsarbeit oder bei interessanter Unterhaltung nur ein Wahrzeichen der Wissenschaft sein kann, ein Wahrzeichen eines Handwerks, ein Handwerkszeug geworden sein soll. Und doch ist dem so. Es ist zwar kein selbständiges Gewerbe, das sich das Mikroskop als Handwerkszeug erkoren hat, sondern dient nur dem Nebenerwerb. Aber dafür ist es überall verbreitet. Hier ist es ein Schuster, dort ein Friseur, in jenem großen Bauerndorf ein strebsamer Kleinbauer, die sich mit ihm einen Zuschuß zum Lebensunterhalt erwerben. Was tun die Leute mit dem Mikro-

skop eigentlich? Sehr einfach, nicht viel und doch Wichtiges! Sie alle suchen die *Trichinella spiralis* und finden sie heutzutage fast nie mehr. Wenn Scheffel noch leben würde, würde er ob dieser tragischen Tätigkeit sicher ein petrefaktisches Lied anstimmen; heutzutage könnte wohl nur der Naturschutzverein an dem Nicht-Aussterben der *Trichinella spiralis* interessiert sein.

Die Trichine, wie wir sie nach deutschem Sprachgebrauch nennen, lebt im Schwein und kann durch den Genuß von rohem Schweinefleisch zu einem üblen menschlichen Schmarotzer werden. Owen, der Entdecker der Trichine, gab ihr im Jahre 1835 den Namen *Trichina spiralis*; dieser mußte aber 1895 nach internationaler Verständigung über die zoologische Nomenklatur in *Trichinella spiralis* umgeändert werden, da Meigen schon vorher (1830) diesen Namen einer Dipterengattung gegeben hatte. Die *Trichinella* gehört zu der Nematoden- oder Fadenwürmerfamilie *Trichotrachelidae* und ist die einzige Vertreterin ihrer Art.

Nach ihr sucht seit Beginn dieses Jahrhunderts ein Heer von „Trichinenschauern“ und Tierärzten in jedem geschlachteten Schweinekörper, den Mitmenschen zum Schutze und zur — Bequemlich-

keit, rohes oder ungares Schweinefleisch essen zu können. (Durch Kochen wird die Trichine abgetötet.) Durch Gesetz ist nämlich bestimmt worden, daß von jedem geschlachteten Schweine „zwei etwa haselnußgroße Proben Muskelfleisch aus den beiden Zwerchfellpfeilern (Nierenzapfen) am Übergang in den sehnigen Teil“ zu entnehmen und

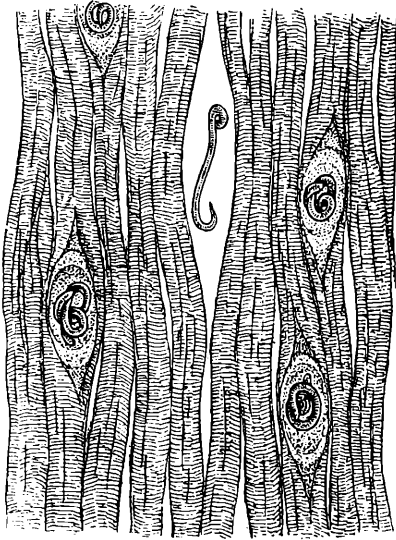


Abb. 1. *Trichinella spiralis* Railliet, Muskeltrichine. (Aus Stridde, Zoologie.)

auf Trichinen zu untersuchen sind. Es sind dies die Lieblingssitze des Schmarotzers. Weiter heißt es in der Verfügung: „Von jeder der vorstehend bezeichneten Proben hat der B e s c h a u e r 7, mithin im ganzen 14, haferkorngroße Stückchen aus verschiedenen Stellen möglichst am Übergang in sehnige Teile auszuschneiden und zwischen den Gläsern eines Kompressoriums so zu quetschen, daß durch die Präparate gewöhnliche Druckschrift deutlich gelesen werden kann. Ist das Fleisch der zu untersuchenden Stücke trocken und alt, so sind die Präparate vor dem Quetschen 10–15 Minuten mittels Kalilauge zu erweichen, welche etwa mit der doppelten Menge Wasser verdünnt ist. Und weiter: „Die mikroskopische Untersuchung hat in der Weise zu erfolgen, daß jedes Präparat bei 30–40facher Vergrößerung langsam und sorgfältig durchmustert wird.“

Also genaue Bestimmungen; für jeden Mikroskopiker sofort verständlich. Und nun werden täglich die Muskelfasern aus dem Zwerchfell von Tausenden von Schweinen

untersucht. Ein Heer von Trichinenschauern macht Jagd auf die *Trichinella spiralis*. Ich muß gestehen, ich habe sie lebend in freier Wildbahn noch niemals angetroffen. Es ist ein seltenes Wild geworden. Nur in dem zoologischen Gehege eines Examinators bekam ich seltene Exemplare dieser (hoffentlich recht bald) aussterbenden Art lebend zu sehen. In den Grenzbezirken unseres Vaterlandes soll sie häufiger sein, besonders auch in Oberschlesien, das ja bekanntlich noch letzte Reste einer anderen aussterbenden Tierart, des Wisent, beherbergt.

Wenn man nun Glück hat, einmal trichinöses Schweinefleisch zu bekommen, so bietet sich einem ein nie zu vergessendes Bild. Man sieht unter dem Mikroskop die üblichen quergestreiften Muskelfasern, zwischen ihnen aber einzelne, weit aufgetriebene, mit undeutlicher oder ganz verschwundener Querstreifung, die in ihrem Bauche ein Gebilde wie eine langgestreckte Zitrone tragen und darin ein kleines, spiralig zusammengerolltes Würmchen (Abb. 1). Auf den beiden Polen der Zitrone meist eingelagerte Fettzellen. Ein typisches Bild: Die eingerollte Trichine mit ihrer Kapsel. Vielfach sieht man auch gleich die Reaktion des Tierkörpers auf den Reiz: Eine mehr oder minder starke, an den Polen beginnende

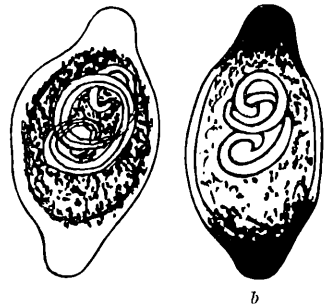


Abb. 2. a intakte Trichine, b Verkalkung der Pole. (v. Ostertag.)

Verkalkung der Kapsel (Abb. 2). Sehr häufig treten auch pathologische Veränderungen an dem Wurme selber auf. Aus noch unbekannten Gründen verkalken die Trichinen primär bei intakter Kapsel (Abb. 3). L e u c k a r t berichtet über Muskeltrichinenfunde, bei denen die durch Reaktion der Umgebung entstandenen Bindegewebshüllen so starke Ausdehnung angenommen hatten, daß sie die Länge von 1 mm erreichten. Diese abnormen Bindegewebswucherungen verhin-

den die Bildung der eigentlichen durchscheinenden chitinosen Trichinenkapsel und verursachen frühzeitiges Absterben und Verkalken des eingeschlossenen Parasiten. Die Verkalkung kann hierbei so vollkommen werden, daß von der Trichine selbst, auch nach Auflösung der Kalksalze durch Säuren, keine Spur mehr übrig bleibt. Lediglich die eigentümliche spindelförmige Gestalt, die $\frac{1}{2}$ —1 mm nicht übersteigende Größe und der Sitz der Gebilde in den Muskelfasern beweisen, daß es sich um die Überreste von Trichinen handelt. Langerhans hat in einem Falle an den Trichinen und ihren

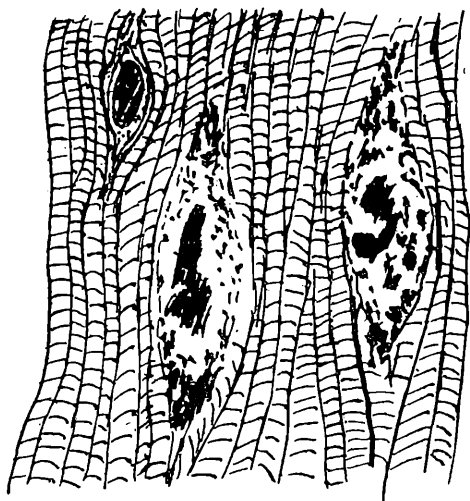


Abb. 3. Einkapselte Kalkkonkremente, von abgestorbenen Trichinen herrührend. Patholog. Verkalkung der Trichinen. (Nach Leuckart.)

Kapseln Veränderungen wahrgenommen, die als Rückbildungserscheinungen aufgefaßt werden müssen. Ein Teil der Kapseln war ganz leer. In einem andern Teile befand sich bei völlig intakter Wand junges Bindegewebe und Fettgewebe, die von eingeschlossenen Zellen abstammten; die Trichinen waren zerfallen und ganz oder teilweise resorbiert.

Böhm gibt über die Morphologie der intakten, völlig entwickelten Muskeltrichinen folgendes an: Die Länge der Trichinenkapsel schwankt zwischen 0,26 und 0,68, ihre Breite zwischen 0,15 und 0,31 mm. Die Dicke der Kapselwand beträgt 0,05 mm. Länge des Wurmes 0,8—1 mm, größte Breite 0,03—0,055 mm. Bei der ausgewachsenen Muskeltrichine ist das verjüngte vordere Körperende von dem verbreiterten hinteren deutlich zu unterscheiden, ferner bemerkt man an ihr die fast homogene Kutikula, den

den ganzen Körper durchziehenden Darm mit Mund- und After-Öffnung, den den Schlund umgebenden Zellkörper, der die halbe vordere Länge des gesamten Leibes einnimmt, den sogenannten Farreschen Körnerhaufen, dessen Natur noch unerforscht ist, und die noch unvollständige Anlage des Genitalsystems. Schon Bristowe und Rainey haben bemerkt, daß die Trichinen sich stets nach der Rückenseite aufrollen. Im lebenswarmen Muskel beobachtet man tastende Bewegungen des in seiner Kapsel eingeschlossenen Wurmes mit dem Kopfende. Im erkalteten Muskel kann man diese Bewegungen durch Zusatz warmen Wassers oder konzentrierter Kalilauge hervorrufen und dadurch den Nachweis liefern, daß die Muskeltrichinen noch leben (v. Ostertag).

Die Biologie der Trichine ist lange in Dunkel gehüllt geblieben. Als erster hat wohl der englische Arzt Hilton im Jahre 1832 verkalkte Muskeltrichinen in einer menschlichen Leiche gesehen, ohne jedoch den in der Kapsel liegenden Wurm zu entdecken. Dieser wurde vielmehr erst 1835 von James Paget, der als Student auf dem Präparier-saale bei einem an Tuberkulose verstorbenen Italiener die Muskeln voll von Fleckchen fand, an denen sein Messer stumpf wurde, wahrgenommen und von Richard Owen, der von demselben Material erhalten hatte, als „spiraliger Haarwurm“ (*Trichina spiralis*) beschrieben. Die sanitätspolizeiliche Bedeutung der Trichinen ist aber erst 1860 durch eine Beobachtung von Zenger und durch die Experimentaluntersuchungen von Leuckart und Virchow erkannt worden. Es ist behauptet worden, daß die Trichinen nach Europa durch Wanderratten aus Asien eingeschleppt worden sind. Nach Gerlach sind uns aber die Trichinen höchst wahrscheinlich durch chinesische Schweine zugeführt worden, die während der 20er und 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts in England und Norddeutschland zur Kreuzung der einheimischen Rassen verwendet wurden, um deren Mastfähigkeit zu erhöhen. Die sanitätspolizeiliche Bedeutung der Trichine liegt darin, daß Muskeltrichinen auf den Menschen übertragen werden und bei diesem eine schwere Erkrankung, die Trichinenkrankheit (Trichinellosis), hervorrufen können.

Während in der Muskulatur sich die unentwickelten jungen Trichinen befinden, entwickeln sich nach der Aufnahme trichinösen

Fleisches im Zwölffingerdarm und Leerdarm gewisser Säugetiere die geschlechtsreifen Darmtrichinen (Abb. 4), nachdem die Muskelparasiten aus ihrer Kapsel durch den Magensaft frei gemacht worden sind. Schon nach 30—46 Stunden trifft man die entwickelten Tiere im Dünndarm, wo sich Männchen und Weibchen bereits vor Ablauf des zweiten Tages begatten. Die Jungen werden lebend geboren, sie sind schmale stabförmige Gebilde von etwa 0,1 mm Länge und 0,005 bis 0,006 mm Breite. Die erwachsene weibliche Trichine, die eine Länge von 3—4 mm erreicht, gegenüber 1,4—1,6 des Männchens, bringt im ganzen mindestens anderthalb Tausend junge Trichinen zur Welt. Die Männchen sterben nach der Begattung schnell ab und werden wahrscheinlich im Darm verdaut. Am 14. Tage nach der Infektion findet man fast nur noch Trichinenweibchen (J. Vogel). Die jungen Trichinen werden mit Vorliebe in der Tiefe der Lieberkühschen Drüsen (Krypten) abgesetzt. Daraus erklärt es sich, daß es niemals gelingt, junge Trichinen im Darminhalte nachzuweisen. Sie werden nämlich durch die Chylusgefäße der Blutbahn zugeführt. Graham konnte mit Sicherheit nachweisen, daß die jungen Trichinen durch den Milchbrustgang in die Blutbahn gelangen und mit dem kreisenden Blute in die Muskeln verschleppt werden. Eine aktive Wanderung der jungen Trichinen ist wegen der fehlenden Bohrwerkzeuge nicht möglich; auch werden sie schon nach wenigen Tagen in den Skelettmuskeln angetroffen — ein im Vergleich zu ihrer Körpergröße ungeheurer Weg. Aus den feinsten Ausläufern der Blutgefäße, den Muskelkapillaren, wandern sie (auf chemotaktischen Reiz?, Stäubli.) in die Muskelfasern. Im Sarkolemm dieser Fasern selbst vermögen die jungen Trichinen zu wandern, wie aus Kanälen zu schließen ist, die Graham hinter ihnen beobachtet hat. Die Wanderung findet ihre natürliche Grenze an den Sehnen und Aponeurosen, wodurch sich die Anhäufung der Trichinen an diesen Stellen erklärt. So erklären sich auch die Lieblingssitze der Trichinen, zu denen die Zwerchfelloberfläche und die übrigen muskulösen Teile des Zwerchfells, die Kehlkopf- und Zungenmuskeln, in zweiter Linie die Bauch- und Zwischenrippenmuskeln gehören. Hier verfallen nun die Muskeltrichinen nach beendeter Wanderung

in einen Zustand der Ruhe. Sie lassen sich hier, nachdem sie sich erst gehörig vollgesogen und an Länge und Breite zugenommen haben, lebendig einsargen. Für diesen Warteschlaf nehmen sie eine verschiedenartig gekrümmte und gewundene Form an. In ihrer Umgebung tritt bei dem von der Invasion betroffenen Sarkolemmaschlauch ein Verlust der Querstreifung ein, die Muskelfaser nimmt zuerst eine homogene, dann eine körnige Beschaffenheit an. In der Nachbarschaft vermehren sich die Muskelkerne und mit fortschreitender Abkapselung der Trichine sammeln sich um die Kapseln eosinophile Zellen und bei gut genährten

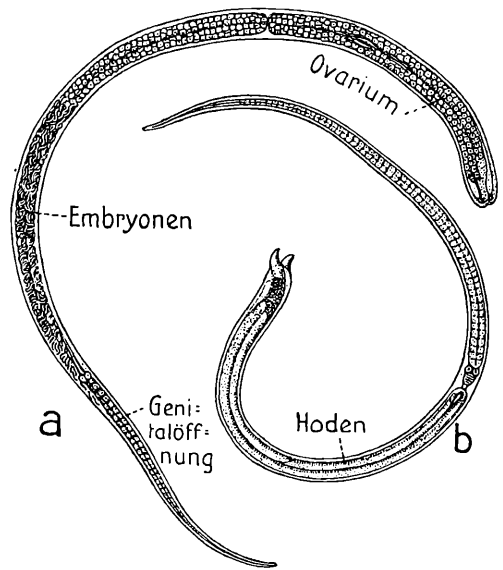


Abb. 4. *Trichinella spiralis*, Darmtrichine. — a weibliches Tier, b männliches Tier. (Aus Stridde, Zoologie.)

Tieren reichlich Fettzellen an. Das weitere Schicksal der Muskeltrichinen ist verschieden, wie schon oben beschrieben. Leuckart stellte mit trichinös gemachten Tieren viele Versuche an und kam zu dem Ergebnis, daß nach etwa 6 Monaten die Verkalkung der Kapseln beginnt und nach 15—16 Monaten beendet ist. In der praktischen Trichinenschau hat man jedoch schon eine bedeutend frühere Verkalkung festgestellt. Der Verkalkungsvorgang pflegte sich meist auf die Kapseln zu beschränken, so daß selbst in völlig verkalkten Kapseln noch ganz unversehrte Trichinen vorhanden sein können (v. Ostertag). Ja, man hat festgestellt, daß 12—21 Jahre alte Trichinen noch invasions-

tüchtig waren und nur darauf warteten, den Wirt zu wechseln.

Der gemeingefährlichste Herbergswirt für die Muskeltrichine ist für uns das beliebte Hausschwein. Außerdem kommen sie vor beim Wildschwein, beim Hunde und beim Bären. So mancher schöne Bärenschinken ist an der russischen Grenze schon als trichinienhaltig angehalten worden! Ferner hat man sie vereinzelt gefunden bei der Katze, beim Fuchs, Dachs, Marder, Iltis, Waschbär und Flußferd. Die Übertragung der Trichinen durch Verfütterung auf Rinder, Schafe und Pferde gelingt nur sehr schwer, während Ratten, Mäuse, Meer-schweinchen und Kaninchen leicht empfänglich sind. Kälber und Schafe entwickeln nur Darmtrichinen, keine Muskeltrichinen, ebenso Vögel. Der Grund hierzu ist noch nicht aufgeklärt. Kaltblüter sind für die Trichinen unempfindlich.

Bei den Schweinen wiederum sind die amerikanischen und die ungarischen Rassen (Bakonier, Bachuner) am häufigsten infiziert. Die amerikanischen Schweine werden bis zu 2—8 Prozent trichinös befunden, und in einigen Städten, wie Boston, selbst bis zu 10—14 Prozent. Solche Zahlen sind bei uns unbekannt. Nur im ehemals preußischen Regierungsbezirk Posen und in Oberschlesien befanden sich (v. Ostertag) noch einzelne Kreise, in denen ein den Durchschnitt erheblich überragender Teilsatz der geschlachteten Schweine mit Trichinen behaftet war. In Norddeutschland ist das Vorkommen der Trichinen bei den Schweinen im Laufe der letzten 30 Jahre erheblich seltener geworden. Diese erfreuliche Tatsache darf man als einen Erfolg der Trichinenschau ansehen, durch welche die Ermittlung und unschädliche Beseitigung der trichinösen Schweine bewirkt wird.

Kleine Mitteilungen.

Myobia brevihamata Haller. Ordnung der Prostigmata. Familie der Cheyletinae. — Die Myobien sind echte Parasiten im strengsten Wortsinne, die sich im Pelzwerk von Kleinsäugern, hauptsächlich von Mäusen, Spitzmäusen und Fledermäusen herumtreiben und mittels stilettförmiger Mundwerkzeuge die Haut ihres Wirtes anbohren. Die vorliegende *Myobia brevihamata Haller* ist ein Parasit ausschließlich des Maulwurfs. Die flache Gestalt des Tieres, das schon von Natur wie breitgequetscht aussieht, kommt der mikroskopischen Betrachtung sehr zustatten: bei einem mit dem Rücken nach oben auf dem Objektträger liegenden Tiere braucht man nur den optischen Schnitt ein wenig tiefer zu legen, um auch die Bauchseite in vollster Deutlichkeit studieren zu können. Männchen und Weibchen unterscheiden sich auf den ersten Blick dadurch, daß die Männchen bedeutend kleiner sind als die Weibchen und daß die langen Endhaare beim Männchen nahe beieinander angesetzt sind, während sie bei den Weibchen ein merklicher Zwischenraum trennt. Das vorderste Beinpaar ist zu einem plumpen Klammerorgan umgestaltet. Alle anderen Beinpaare sind normal entwickelt und tragen eine kräftige einfache Krallen. Man lasse sich nicht durch ein besonders starkes Haar am zweiten Beinpaar des Männchens eine Doppelkrallen vortäuschen. Von systematischer Wichtigkeit ist vor allem die Behaarung der Rückenfläche, sowohl hinsichtlich der Anordnung der Haare, als auch hinsichtlich ihrer Gestalt. Man beachte besonders die breiten, längsgestreiften Haare in der Gegend des zweiten Beinpaares. Der riesige Penis des Männchens

ist im Innern des Rumpfes als ein fast kreisförmig gebogenes Instrument deutlich sichtbar. Im übrigen liegen die Genitalorgane bei beiden Geschlechtern auf der Rückenseite, beim Weibchen nahe dem Rumpfe, die männliche Genitalöffnung, aus der der Penis hervortreten kann, dagegen mitten auf dem Rücken, umgeben von einem Kranz winziger Börstchen. — Wer sich mit der Art näher befassen oder überhaupt sich dem überaus interessanten, leichten und dankbaren Studium der Myobien im allgemeinen zuwenden will, der sei auf den Aufsatz über die Myobien im „Mikrokosmos“, 14. Jahrgang (1920/21), S. 179 ff. hingewiesen. Dort wird er auch weitere Literaturangaben finden. Vitzthum.

Schöne Algenpräparate erhält man auf einfache Weise dadurch, daß man sauber geputzte Deckgläser in alt eingerichtete Aquarien einlegt und sie je nach den Licht- und Wärmeverhältnissen 3 bis 8 Tage darin beläßt. Nach dieser Zeit holt man die Deckgläser am besten mit Hilfe einer Kornetpinzette vorsichtig aus dem Wasser, läßt das überschüssige Wasser abtropfen und legt sie auf saubere Objektträger, um die Präparate zuerst mit einer schwachen und dann mit stärkeren Vergrößerungen zu durchmustern. Es haben sich auf den Gläsern die verschiedensten Algen angesiedelt und man wird fast stets verschiedene Arten von Grünalgen, Diatomeen und Spaltalgen vorfinden. Aber auch die niedere Tierwelt fehlt nicht und ist meist durch Glockentierchen, Ziliaten, Rädertiere und andere Infusorien vertreten. Diese Methode der Untersuchung bietet den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß man die ein-

zelen Lebewesen in ihrer natürlichen, von ihnen selbst gewählten Lage vor sich hat und daß man sich dadurch ein richtiges Bild ihrer Lebensverhältnisse machen kann. Will man nun ein besonders gut besiedeltes oder mit seltenen Arten bewachsenes Gläschen zu einem Dauerpräparate machen, so bringt man es in ein Schälchen mit verdünntem Formol oder auch mit Pfeifferschem Gemisch (Holzessig, Methylalkohol, Formalin zu gleichen Teilen) zur Fixierung. Nach einigen Stunden ist diese beendet und es folgt gründliches Auswaschen in Wasser und hierauf Einlegen in verdünntes Glycerin (1:10), das sich in einem flachen Schälchen befindet. Man bedeckt es lose mit dünnem Papier und stellt es an einem warmen Ort auf, bis das Glycerin eingedickt ist. Nun wird ein kleiner Tropfen verflüssigte Gelatine auf einen Objektträger gebracht, das Gläschen aufgelegt und leicht angedrückt. Nach dem Erstarren der Gelatine wird das Deckglas von dem überschüssigen Glycerin gereinigt und nach einigen Tagen ein Lackring angelegt. Solche Präparate zeigen die Algen in ihren natürlichen Farben, dagegen sind die Vertreter der niederen Tierwelt nicht immer gut zu sehen. Um auch diese im Dauerpräparate festhalten zu können (sowie zum Studium der feineren Struktur des Zellinhaltes der Algen), muß man die Präparate auf folgende Weise künstlich färben: Fixieren des auf den Gläschen angewachsenen Materials durch Aufträufeln von verdünntem Jodalkohol, Pikrinsäure oder auch der vorgenannten Fixiermittel, gründliches Abspülen mit Wasser, Überführung durch die steigende Alkoholreihe bis in absoluten Alkohol. In diesem bleiben die Präparate, bis die Algen vollständig farblos geworden sind, dann folgt Überführung durch die absteigende Alkoholreihe (95 %, 70 %, 50 %, 38 %) in destilliertes Wasser und Färbung mit verdünntem Hämatoxylin nach Del. unter steter Kontrolle unter dem Mikroskop. Nach genügender Färbung wird in destilliertem Wasser kurz abgespült, in Leitungswasser ausgewaschen und mit einem Plasmafarbstoff (Safranin, Eosin) nachgefärbt. Nun haben die Gläser wieder die steigende Alkoholreihe zu durchlaufen und kommen dann aus dem absoluten Alkohol in ein Gemisch von absolutem Alkohol mit Xylol zu gleichen Teilen und endlich in reines Xylol, aus dem sie in Kanadabalsam eingelegt werden. Das Verfahren ist etwas langwierig, gibt aber bei sorgfältigem Arbeiten sehr lehrreiche und schöne Präparate, so daß die aufgewandte Mühe reichlich belohnt wird. Ewald Klemm.

Eine neue Methode zur Differenzierung der Tuberkelbazillen, die nicht auf deren Säurefestigkeit, sondern auf ihrer Resistenz gegenüber der entfärbenden Wirkung oxydierender Mittel beruht, wird von L. Karczag angegeben (Wiener klin. Wochenschr. 1921, S. 439). Der auf gewöhnliche Weise hergestellte und mit Karbolfuchsin gefärbte Objektträgerausstrich wird abgespült und durch „katalytische Oxydation“ entfärbt: Man läßt

2—3 Tropfen einer 5 %igen Lösung von reinem Wasserstoffsuperoxyd und 1 Tropfen einer 20 %igen Eisenchloridlösung¹⁾ auf das mit Wasser bedeckte Präparat fallen, bringt die Flüssigkeiten durch Hin- und Herneigen des Objektträgers zur Mischung und zieht diesen endlich mehrmals durch die Flamme; hiebei tritt unter reichlicher Sauerstoffentwicklung Entfärbung aller Elemente mit Ausnahme der Tuberkelbazillen ein; diese bleiben rot und treten besonders schön bei Nachfärbung mit Methyleneblau hervor. — Das im Anschlusse an diese Methode vom Verfasser mitgeteilte Verfahren, Sputum durch Kochen mit 50 %iger Lösung von Natriumbenzoat zu homogenisieren, dann zu zentrifugieren und erst das Zentrifugat auf Objektträger zu streichen, möchte ich im allgemeinen nicht empfehlen, da nach meinen Erfahrungen während des Krieges das bloße Kochen des Sputums mit Wasser, wie es vor Jahren M. Dahlen (Münchn. med. Wochenschr. 1891, S. 667) vorschlug, meist schon genügt, einen leicht zentrifugierbaren Niederschlag zu geben, in welchem infolge der Anreicherung Tuberkelbazillen leicht auffindbar sind.

Dr. med. E. Löwi.

Eine vorläufige Mitteilung über „**Gonokokkenzüchtung in verdünnter Luft**“ veröffentlicht Fr. H. Lorenz in der Münchn. med. Wochenschr. 1919, Nr. 18, S. 487. Er konnte bei seinen Versuchen feststellen, daß die Gonokokken auf allen für sie geeigneten Nährböden auch in verdünnter Luft wachsen und noch dazu bedeutend reichlicher und in üppigeren Kolonien als auf den in gewöhnlicher Luft bebrüteten Parallelplatten. Das Optimum der Luftverdünnung liegt nach Lorenz bei etwa 50 cm Manometerstand. Bei 76 cm läßt das Wachstum deutlich nach.

P. Rostock.

Eine neue Färb- und Durchleuchtungsmethode für Gonokokken beschreibt J. R. Thim in der Wien. klin. Wochenschrift 1919 Nr. 51 S. 2472. Als Farblösung dient eine Mischung von Karbolgentianaviolett und alkalischem Methyleneblau im Verhältnis 1:3 bis 1:1. Es bildet sich in der Lösung ein chromatinfärbender roter Farbstoff. Die in üblicher Weise fixierten Präparate werden 5—10 Sekunden in der Kälte in der oben angegebenen Lösung gefärbt. Die Leukozytenkerne sind blau, ihr Protoplasma blaßviolett, die Gonokokken tiefblau bis schwarz gefärbt.

Wenn die nach dieser Methode dunkel gefärbten Gonokokken in den Zerstreuungskreis des Bildes einer Halbwattlampe gelangen, das durch den Planspiegel auf den Objektträger geworfen wird, so leuchten sie bei Immersionsbetrachtung hellrot auf. Dasselbe Verhalten zeigen einzelne Chromatinkörperchen verschiedener Zellen. Es verhalten sich also die Leiber der Gonokokken so wie eine Chromatinsubstanz.

P. Rostock.

¹⁾ Die Lösungen hält man in getrennten Tropfflaschen vorrätig.

Bücherschau.

Von **Lampert**, **Das Leben der Binnengewässer** (3. Aufl., Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz), von dem wir bereits Lfg. 1 angezeigt haben, sind jetzt **Lief. 2—6** (je Mk. 2.—) in der gleichen sorgfältigen Ausstattung erschienen. Eine eingehende Würdigung des Werkes behalten wir uns bei seinem Abschluß vor. — Mit seinem Buche „**Die Entwicklung der Begriffe Kraft, Stoff, Raum, Zeit**“ durch die Philosophie mit Lösung des **Einsteinschen Problems** unternimmt **Prof. Dr. H. Richter-Bern** (1921, Leipzig, O. Hillmann, Mk. 6.—) den Versuch „einer naturwissenschaftlichen Erklärung unserer Erkenntnismethode und Logik, mit Folgerungen bezüglich der Beurteilung des Einsteinschen Problems“. — **Rob. Schumann** beschreibt eine neue **Einrichtung für Mikrophotographien von Glyphen auf Wachswalzen** (Separatdruck aus „Vox“, Intern. Zentralbl. f. exp. Phonetik, Verlag Fischers med. Buchh., Berlin, 1921, Heft 1/2). — Mit den beiden Doppelheften 3/4 und 5/6 schließt die **Internationale Revue d. gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie**, herausgeg. v. **Prof. R. Woltereck**, ihren IX. Band (1921, Leipzig, W. Klinkhardt, Mk. 80.—). Aus dem reichen Inhalt verzeichnen wir kurz die folgenden Originalarbeiten aus Heft 3/4: **H. A. Kreis**, Die Jörisen und ihre postglaziale Besiedelungsgeschichte; **Otto Schreyer**, Die Rotatorien der Umgebung von Bern; **Em. Großmann**, Zellvermehrung und Koloniebildung bei einigen Scenedesmeaceen; **E. G. Moberg**, Horizontal Distribution of the Zooplankton in Devils Lake; und **T. Freidenfelt**, Zur Frage der Berechtigung relativer Maßangaben in der Cladoceren-Forschung. In Heft 5/6 führen **Großmann**, **Kreis** und **Schreyer** ihre interessanten Untersuchungen zu Ende. Beide Hefte enthalten außerdem noch viele Sammelberichte, Referate und Stationsnachrichten. — Aus der **Sammlung Götschen** (Vereinigung wissenschaftl. Verleger, Berlin, jedes Bändchen Mk. 2.10 und 100 % Verlegerteuerungszuschlag) liegen uns 3 Bändchen zur Besprechung vor: Nr. 77: **Theoretische Physik II. Licht und Wärme von Prof. Dr. G. Jäger-Wien**. Diese neue 5. Auflage unterscheidet sich von den früheren nicht wesentlich. Außer sonstigen kleinen Vermehrungen in der kinetischen Gastheorie wurde ein neuer Paragraph eingeschoben, der die Theorie der Diffusion der Gase enthält. — In Nr. 836: **Paläozoologie** (Systematik) gibt **Prof. Dr. F. Broilli-München** an der Hand einer reichen Fülle guter Abbildungen einen lichtvollen Einblick in das große Gebiet der systematischen Paläontologie. — Nr. 470: Die **agrikulturchemischen Untersuchungsmethoden** von **Prof. Dr. E. Haselhoff-Harleshausen** gibt in der 2. Auflage ein abgeschlossenes Bild der einzelnen Untersuchungsverfahren, so daß das Bändchen auch für den in solchen Untersuchungen weniger Geübten ein sicherer und brauchbarer Führer sein wird. — In der

11. Auflage der **Tabellen zur Bestimmung der Mineralien durch äußere Kennzeichen** von **Weisbach-Kohlbeck** (1921, Leipzig, Arthur Felix, Mk. 18.—) sind keine größeren Veränderungen angebracht worden; doch sind den Tabellen die Atomgewichte der wichtigeren Elemente eingefügt worden. Diese Tabellen sind in erster Linie für Studierende als einen die Mineraldiagnose erleichternden Wegweiser bestimmt. Ein Lehrbuch können und wollen die Tabellen nicht ersetzen, setzen dieses vielmehr als unerlässlich voraus. Für den gut Vorbereiteten und wohl Geschulten werden diese Tabellen stets ein unentbehrlicher Berater und Begleiter bleiben. — Aus der Sammlung „**Aus Natur und Geisteswelt**“ (B. G. Teubner, Leipzig, jeder Band kart. Mk. 6.80) gibt **Prof. Dr. Lehmann-Tübingen** in der reich illustrierten „**Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre**“ (Bd. 379. 2. Auflage 1921) eine übersichtliche einfache Darstellung der Ergebnisse, die das Experiment auf dem Gebiete der Vererbungs- und Abstammungslehre gezeitigt hat, und **Dr. A. Ehringhaus** bringt in dem Band „**Das Mikroskop, seine wissenschaftlichen Grundlagen und seine Anwendung**“ (Nr. 678, 1921) eine knapp und klar gehaltene Einführung in die Theorie der Bildentstehung vom Mikroskop, dessen Einrichtung, Wirkungsweise und Handhabung unter Berücksichtigung seiner hauptsächlichsten Abarten und wichtigsten Nebengeräte. Dagegen hätte man den Abschnitt „Anwendung des Mikroskops in Wissenschaft und Technik“ besser weggelassen, da man auf 15 Seiten bei noch so weiser Beschränkung unmöglich einen auch nur einigermaßen brauchbaren Hinweis geben kann, der den Bedürfnissen des Anfängers gerecht wird. — Im gleichen Verlag ist die weitverbreitete „**Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen**“ von **Prof. Dr. Küster-Gießen** in 3. stark vermehrter und verbesserter Aufl. neu herausgekommen (1921, geh. Mk. 21.— und Teur.-Z.). Wer sich ernstlich mit dem Studium der Mikroorganismen befaßt, kann ohne dieses inhaltsreiche und klar geschriebene Werk nicht auskommen, das wohl in jedem zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorium ständig zum Gebrauch aufliegt. Das Buch gibt in seinem allgemeinen Teil genaue Angaben über Einrichtung des Laboratoriums, über die verschiedenen Nährböden und Herstellung von Kulturen ganz allgemein und leitet in einem speziellen Teil zur Kultur von Amöben, Ziliaten, Flagellaten, Myxomyceten, Algen, Pilzen und Bakterien an unter weitgehender Berücksichtigung der einschlägigen, sehr umfangreichen und häufig schwer zugänglichen Quellenliteratur, die Küster nicht nur sorgfältig gesammelt und bis zur Gegenwart ergänzt, sondern auch kritisch gesichtet hat. Auch diese neue Auflage wird zu der steigenden Verbreitung des Küsterschen Hilfsbuches erheblich beitragen

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 unseren Lesern die Vervollständigung ihrer Apparatur auf dem billigsten Wege zu ermöglichen.

Ein zusammenlegbares Präpariermikroskop.

Von **Walter Götz.**

Was der Liebhabermikroskopiker sich mit den Jahren an Apparaten und Hilfsmitteln anschafft, braucht schon einen ordentlich großen Raum zum Unterbringen. Und manchmal muß er einen Apparat allem Schmutz zugänglich aufbewahren, weil er den nötigen Platz nicht findet; dies gilt vorab für selbsthergestellte Apparate, mit der ihnen anhaftenden Schwerfälligkeit in der Dimensionierung.

Bei der Herstellung eines **P r ä p a r i e r m i k r o s k o p s** versuchte ich diesem Übelstand zu begegnen. Der Apparat sollte bei Einhaltung der nötigen Stabilität beim Gebrauch, auf den möglichst kleinsten Raum zusammenlegbar sein. Die Ausführung sei im folgenden kurz beschrieben. Die beigefügte Zeichnung zeigt alles weitere. Zuerst möchte ich empfehlen, den Apparat in Naturgröße aufzuzeichnen.

Mit Ausnahme des Spiegelträgers verwenden wir überall 12–13 mm starkes Tannen- oder Föhrenholz. Ein Stück im ganzen 60 cm lang und 25 cm breit genügt.

Für die beiden Handauflagen richten wir zwei trapezförmige Brettchen. An den breiteren der beiden Parallelseiten werden die abgeschrägten Leisten für den Rahmenträger aufgeleimt und verschraubt. Vorher werden in die beiden Leisten je zwei etwa 5 mm große Löcher gebohrt. Die Größe der Abschrägung an den beiden Leisten entnehmen wir dem Aufriß.

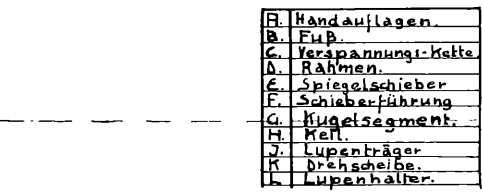
Die beiden Füße sind seitlich und unten ein wenig geschweift. An der Höhe von 25 cm von unten gemessen besitzen sie eine Nute für die Führung des Spiegelträgers. Zur genaueren Ausarbeitung der Nute heften wir als Führung ein dünnes Leistchen an den einen Nutenriß, und schneiden nun auf die

gewünschte Tiefe ein. Ebenso verfahren wir am andern Nutenriß. Mit einem schmalen Stechbeutel stechen wir nun die Nuten aus. Das Brettchen, das für die Spiegelführung dienen soll, muß in dieser Nute bequem laufen.

Möglichst tief unten erhält der eine Fuß in der Mitte der inneren Seite ein kleines Häkchen, und der gegenüberliegende Fuß an der gleichen Stelle eine dünne Kette befestigt. Die Ketten, wie sie die billigen Schwarzwälderührchen besitzen, eignen sich gut dafür. Die Länge der Kette ist etwas mehr als der Abstand der beiden Füße im zusammengestellten Apparat. Diese Kette, die im Notfall auch nur durch eine feste Schnur ersetzt werden könnte, dient zum Vorspannen der Füße.

Der Rahmen zur Aufnahme der Präparierplatte mißt 120×150 mm. Seine lichte Öffnung 80×100 mm. Er ist aus 4, auf 10 mm zurückgehobelten Leisten zusammengeleimt, die an den Ecken übereinandergeplattet sind. Indem wir auf den Rahmen rundherum 5 mm schmalere Leisten oder auch nur dicke Kartonstreifen aufheften, erhalten wir den Glasfalz. Ein geschickter Bastler kann den Rahmen auch auf die fertige Dicke zusammenleimen, und den Glasfalz nachher sauber ausstechen. Wichtig ist, daß der Rahmen nicht verzogen ist. Die Präparierplatte muß überall auf dem Glasfalz aufliegen. An den 4 Ecken dienen kleine, ausschwenkbare Federstückchen aus Uhrfedern, zum sicheren Halten der Platte.

Wir gehen nun daran, den Rahmen auf den Handauflagen zu befestigen. Beide werden in der richtigen Lage aufeinander gelegt, und mit einer Schraubzwinge unverrückbar befestigt. Die beiden Löcher in den



Ein zusammenlegbares Präpariermikroskop.
Erklärung im Text.

Rahmenträgern werden nun mit dem gleichen Bohrer durch den Rahmen hindurch weitergebohrt. In diese Löcher im Rahmen schlagen wir nun passende Hartholz- oder Eisenstiften, so daß diese unten etwa 8 mm vorstehen. Dieser vorstehende Teil der Stiften wird ganz wenig konisch gefeilt. Diese Stiften fixieren nun den Rahmen mit den beiden Handauflagen, indem sie in die Bohrungen im Rahmenträger eingreifen. Der Rahmen läßt sich so bequem abheben und wieder einsetzen. Beim soweit zusammengestellten Apparat können wir nun endgültig die genaue Länge der Kette, welche die beiden Füße verspannt, bestimmen. Wir achten auch darauf, daß Handauflagen und Füße gleichmäßig aufsitzen. Wir sehen das bald, wenn wir von oben auf die beiden Längsseiten im Rahmen drücken. Damit der Apparat vollkommen stabil ist, müssen etwa vorhandene Fehler sorgfältig verbessert werden.

Der Spiegelträger, den wir nun herstellen, besteht aus einem rechteckförmigen Brettchen, der Schieberführung, in der sich der Schieber, der den Spiegel aufnimmt, gut bewegen läßt. Der Schieber besitzt eine kreisrunde Öffnung von etwa 49 mm, die Schieberführung auf der ganzen Länge einen gleich breiten, vorn und hinten halbkreisförmigen Schlitz. Die kreisrunde Öffnung im Schieber, die mit einem Streifen Tuch oder dünnem Filz ausgeklebt ist, dient als Lager für eine Kugel, die etwa 8 mm über dem Mittelpunkt eben abgeschnitten ist. Auf diese Fläche kitten wir die Spiegelscheibe eines gewöhnlichen Taschenspiegels. Der Durchmesser der Kugel beträgt 50 mm. Wir lassen sie in der endgültigen Form (Kugelsegment), und nicht als Vollkugel drehen; das ist weit billiger.

Die Führungsflächen im Schieber sowie die beiden Nuten in den Füßen werden nun mit trockener Seife bestrichen. Dadurch ermöglichen wir ein sicheres Gleiten der Teile. Damit ist der Spiegelträger fertig, der nun sowohl eine vor — rückwärtige und seitliche —, als auch eine schiefe Einstellung des Spiegels ermöglicht.

Es verbleibt nun noch die Herstellung des Lupenträgers.

Auf einen etwa 10 cm langen und 5 mm dicken Eisendraht nieten wir einen 8 cm langen Hebelarm fest auf. Einen etwa 2 cm kürzeren nieten wir mit dem freien Ende des festgemachten Hebels beweglich zusammen.

Das freie Ende des kürzeren Hebels wird um 90 Grad verdreht. Dieses hat dann eine senkrechte Lage, und dient zur Aufnahme der verschiedenen Linsenhalter. Der Linsenhalter ist ein flacher Zylinder aus dünnem Blech, der in einer passenden Führung in den beweglichen Hebelarm eingeschoben wird. Wie man ungefaßte Linsen befestigt, ist aus der Zeichnung ersichtlich.

In der von uns abgewendeten rechten Ecke des Rahmens bohren wir nun ein Loch, in das der Lupenträger passend hineingeht. Zur Einstellung in der Höhenrichtung dient ein flacher Holzkeil. Seine Abmessungen sind aus der Zeichnung ersichtlich. Der Keil besitzt an der einen Schmalseite eine, der Rundung des Führungsstiftes entsprechende Rinne. Vorerst erweitern wir aber das Führungsloch im Rahmen zu einem schmalen Schlitz. Die kantige Schmalseite ist der Schräge des Keils entsprechend etwas geneigt. Der Keil selbst wird nun so in die Nute hineingepaßt, daß er ungefähr in der auf der Zeichnung angegebenen Lage festsetzt. Damit wir ihn nicht verlieren, wird er mit einer Schnur am Rahmen lose befestigt.

Damit ist der ganze Apparat fertiggestellt. Es ist nun empfehlenswert, alle Holzteile mit feinem Glaspapier nochmals sauber zu schleifen und mit einem Lackanstrich zu versehen. Die Teile des Spiegelträgers, die aufeinander gleiten müssen, werden nun mit etwas Leinöl geölt.

Die verschiedenen Präparierplatten kann man sich leicht aus unbrauchbaren Negativplatten herstellen. Anleitungen dazu sind im Mikrokosmos wiederholt erschienen.

Dieses Präpariermikroskop läßt sich leicht mit einer Drehscheibe für Lackringe versehen. Wir schneiden ein etwa 10 mm dickes Brettchen, das in die lichte Öffnung im Rahmen hineinpaßt. Wir legen dieses in den Rahmen hinein, und leimen darauf ein dünnes Brettchen, das genau in die Falzöffnung hineingeht.

Für die Drehscheibe schneiden wir ein etwa 100 mm großes kreisförmiges Brettchen aus Laubsägeholz. Am Rande, einander gegenüberliegend, erhält die Scheibe zwei längliche Kerben, die mit Blei ausgefüllt werden. Diese Bleifüllungen dienen als Schwunggewichte. Auf der einen Seite erhält die Drehscheibe im Mittelpunkt eine kleine Nabe aufgeleimt, zur Aufnahme der Spindel. Wir verwenden dazu etwa 3 mm

dicken Stahldraht. Das Ende, das in die Drehscheibe kommt, ist etwas breit geschlagen und wird dann in die Scheibe eingesetzt. Die Spindel muß genau senkrecht stehen.

Aus dünnem blankem Kupfer- oder Messingdraht stellen wir nun einen Zylinder von der Höhe des in den Rahmen passenden Deckels so, daß wir den Draht eng anliegend auf die Spindel aufwickeln. Die Drahtspule wird nun in die richtig passende Bohrung im Deckel hineingeschoben, und an den beiden Drahtenden noch etwas fixiert. Auch hier muß die Bohrung für das Lager genau senkrecht stehen.

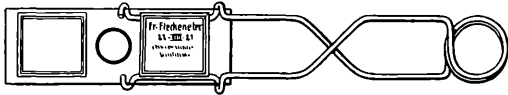
Die Drehscheibe wird oben mit weichem Tuch oder ganz dünnem Filz überzogen. Nachher werden noch die beiden Objektklemmen, aus starken Uhrfederstücken, mit

kleinen Rundkopfschrauben befestigt. Den Deckel bestreichen wir mit Lack wie das Präpariermikroskop. Nun schieben wir ein wenig Fett in das Lager und setzen die Drehscheibe ein. An dem unten vorstehenden Teil der Spindel wird zur sicheren Lagerung noch ein kleines Scheibchen fest aufgesetzt. Damit wir die Präparate richtig aufspannen können, kleben wir ein 15 mm im Durchmesser großes, helles Papierstückchen genau zentrisch auf die Drehscheibe. Beim Gebrauch wird der Deckel in den Rahmen gelegt, und die Drehscheibe am Rande mit dem Finger in Rotation versetzt.

Das ganze Präpariermikroskop nimmt zusammengelegt mit der Drehscheibe einen Raum von $6:30 \times 15 \times 8$ cm ein, das ist ein Drittel vom Raum, den der zusammengestellte Apparat einnimmt.

Kleine Mitteilungen.

Ein neuer Objektträgerhalter. Im Interesse einer sauberen Arbeit ist eine Vorrichtung zum Halten des Objektträgers beim Fixieren und Färben unbedingt nötig. Wer z. B. häufige Färbungen mit heißem Karbolfuchsin zu machen Gelegenheit hat, wird das ganz besonders gut wissen. Die bisher dafür angegebenen, sogen. Objektträgerpinzetten haben folgende Nachteile: Sie fassen den



Objektträger auf der Glasseite. Daher gleiten sie leicht aus und das Glasplättchen hat Neigung, sich um das Pipettenmaul zu drehen. Sie erfordern ferner bei den meisten Modellen einen dauernden Druck der Hand, solange sie halten sollen. Da ihre Angriffsfläche klein ist, so ist es schwierig, den Objektträger sicher wagrecht zu halten, wie es z. B. beim Überschichten eines Ausstriches mit heißem Karbolfuchsin notwendig wird.

Der neue Halter faßt hingegen den Objektträger sicher und breit an den Rändern, so daß dieser unbedingt fest sitzt.¹⁾ Durch

seine Federspannung hält er automatisch ohne Druck der Hand. Der Objektträger wird mit dem lufttrockenen Ausstrich eingespannt und bleibt bis zum Schluß der Behandlung im Halter. Vermöge der Anordnung des Halters in der Ebene des Objektträgers kann man mit ihm auch in flachen Färbeküvetten arbeiten. Zum Einspannen und Lösen genügt ein kurzer Druck auf die proximalen Schenkel. Endlich wäre noch die Einfachheit des Halters als Vorteil zu nennen, zu dessen Herstellung ich die Anregung Frl. cand. med. Micklinghoff, Freiburg, verdanke. Ich habe ihn aus einem Stück verzinkten Stahldrahtes gebogen, den ich aus der Spiralfeder eines Bettrostes gewann. Als Werkzeug genügen ein Hammer, Schraubstock, Beiß- und Flachzange. Allenfalls kann jeder Mechaniker den Halter in wenigen Minuten für geringes Geld herstellen.

Dr. med. Malten.

Chromnickelstahl als Platinersatz bei bakteriologischen Arbeiten empfiehlt W. Fieber im Centralbl. f. Bakteriologie Bd. 86, H. 3. Der Draht wird von Prometheus G. m. b. H. Frankfurt a. M. West, Falkstraße 2, hergestellt. 1 g des Drahts kostet 1 Mk. Eine Nadel von mittlerer Stärke und Länge käme also auf einen Preis von 0,12 Mk. Die Lebensdauer des Chromnickelstahls erreicht natürlich nicht die des Platindrahts. Sie beträgt immerhin bei starker Inanspruchnahme mehrere Wochen.

P. Rostock.

¹⁾ Da der Objektträger recht satt in dem Halter ruht, stellt dieser eine wesentliche Verbesserung des ähnlich wirkenden „Objektträgerhalters nach Kirkbride“ dar.

Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.

(Fortsetzung von Seite 38.)

Von **Wilh. Schneider.**

II. Untersuchung fixierten und gefärbten Materials.

Im I. Teile unserer Arbeit haben wir uns mit der Untersuchung frisch dem Körper entnommener Organe beschäftigt. Meist handelt es sich dabei um überlebende Gewebe; doch haben wir gelegentlich die Wirkung der gebräuchlichen Zusatzflüssigkeiten unterm Mikroskop beobachtet und im vorletzten Abschnitt eine Reihe von Mitteln kennen gelernt, die uns die Trennung der Gewebsbestandteile erleichterten oder ermöglichten. Nunmehr gehen wir zum Studium von Körperteilen über, die „fixiert“ d. h. in einen Dauerzustand übergeführt sind, der den Bau der lebenden Zellen und Gewebe möglichst unverändert wiedergibt. Daß dieses Ziel nur annähernd erreicht werden kann, haben wir gesehen. Wir werden aber finden, daß so behandelte Präparate uns auf den ersten Blick Einzelheiten zeigen, die am frischen Material nur sehr schwer oder gar nicht zu erkennen sind. Das beruht vor allem auf der durch die Fixierungsflüssigkeiten verursachten Fällung der Eiweißkörper, durch welche die Zellbestandteile — im Gegensatz zu dem optischen Verhalten im Leben — ein verschiedenes Lichtbrechungsvermögen erhalten. Dieser Vorzug geht bei der meist notwendigen Untersuchung in stark lichtbrechenden Mitteln (Glycerin, Kanadabalsam usw.) zum Teil wieder verloren, weshalb man in solchen Fällen zu dem Hilfsmittel der Färbung greift. Dabei ergibt sich die wichtige Möglichkeit, die Zell- oder Gewebsbestandteile in verschiedenem Tone zu färben und so in unvergleichlicher Deutlichkeit gegeneinander abzuheben. Auf der Kunst des Fixierens und Färbens — neben den Fortschritten der optischen Industrie — beruhen die tiefen Einblicke in den mikro-

skopischen Bau der Lebewesen, die uns die letzten 50 Jahre gebracht haben.

1. Leber. Am besten geeignet ist die Leber des Schweines, die sich ja leicht beschaffen läßt. Mit dem Rasiermesser schneiden wir Streifen von etwa $\frac{1}{2}$ cm Länge und Breite und 1—2 cm Höhe heraus und bringen sie in zylinderförmige Glasgefäße oder weithalsige Arzneigläser, die mit einer 2 cm hohen Schicht von Verbandwatte ausgelegt und mit einer Lösung von 1 Teil Formalin in 9 Teilen Wasser gefüllt sind. Auf 1 ccm Gewebe rechnen wir 50 ccm Flüssigkeit; diese Menge genügt also für 2—3 Leberstückchen. Nach 24 Stunden übertragen wir die Stückchen auf je 1 Tg. in 30-, 50-, 70- und 90%igen Spiritus,¹⁾ wodurch sie allmählich ohne starke Schrumpfung gehärtet werden. Am besten ist es, die Objekte in dem Fixierungsgefäß zu belassen und darin zu härten. Im anderen Falle sind auch die Spiritusgläser mit Watte auszulegen. Im 90%igen Spiritus können die Stücke aufbewahrt werden. Man darf sie auch im Formalin liegen lassen; doch ist dann die Lösung nach den ersten 24 Std. durch frische zu ersetzen. Monatelanger Aufenthalt in Formalin schädigt schließlich die Färbbarkeit der Gewebe. Die vorstehende Anleitung gilt natürlich auch für andere Objekte. Auch bei anderen Fixie-

¹⁾ Die Alkoholstufen sollen in gut bezeichneten Flaschen immer auf dem Arbeitstisch stehen. Für ihre Darstellung richte man sich nach folgender Regel: Man nehme von dem zu verdünnenden Alkohol soviel Kubikzentimeter, als die herzustellende Lösung Prozente haben soll, und füge solange Wasser hinzu, bis die Kubikzentimeterzahl der Lösung dem Prozentsatz des Ausgangsalkohols gleich ist. Aus Alkohol von 90 % erhält man also 60 %igen, indem man zu 60 ccm 30 ccm Wasser zugeißt.

rungsflüssigkeiten nehme man reichliche Mengen und vergesse die Watteeinlage nicht, damit die Stücke auf allen Seiten mit dem Fixierungsmittel in Berührung sind.

Von der gehärteten Leber stellen wir — unter Beachtung der früher gegebenen Regeln — möglichst dünne Rasiermesser-schnitte her. Es ist wichtig, Schnittfläche und Messerklinge immer gut mit 70%igem Spiritus zu befeuchten (mit Pipette oder Pinsel). Die Schnitte werden mit dem Pinsel in ein Schälchen mit dem gleichen

dem Wasser einige Tropfen Ammoniak (Salmiakgeist) zusetzen, muß dann aber wieder gut auswaschen. Überfärbung kommt bei Hämalaun selten vor. Wenn trotzdem nach dem Auswaschen das Plasma stark gefärbt erscheint, so daß die Zellkerne nicht klar heraustreten, so bringt man den Schnitt in ein Schälchen mit Wasser, dem ein Tropfen Salzsäure zugesetzt wurde. Darin wird die überschüssige Farbe schnell ausgezogen, wobei gleichzeitig Rotfärbung eintritt. Unterm Mikroskop verfolgt man

den Vorgang, um ihn rechtzeitig durch Übertragen in reines Wasser unterbrechen zu können. Die Färbung schlägt dann wieder in Blau um. Da diese regressive Färbung immerhin einige Übung verlangt, auch ihre Ergebnisse vorsichtig beurteilt sein wollen, so hält sich der Anfänger besser an das progressive Verfahren. Gegebenenfalls verdünne man die Farblösung mit destilliertem Wasser und färbe etwas länger.

Nach vollzogener Kernfärbung wenden wir noch einen Plasmafarbstoff an (Doppelfärbung). Die Schnitte gelangen in ein Schälchen mit Eosinlösung (die 1%ige Lösung mit etwa 4 Teilen dest. Wassers verdünnen; nach Gebrauch weg-gießen) und verbleiben darin einige Minuten. Dabei hüte man sich vor Überfärbung. Solange man noch wenig Erfahrung be-

sitzt, prüfe man von Zeit zu Zeit einen Schnitt nach Abspülen in Wasser. Zu starke Färbung läßt sich durch Ausziehen in 70%igem Spiritus verbessern. Aus diesem — bei gelungener Färbung auch unmittelbar aus dem Wasser — bringt man die Schnitte mit dem Pinsel in Spiritus von 90%¹⁾, der zweckmäßig nach einigen Minuten gewechselt wird. Über 5 Minuten dehnen wir den Aufenthalt im Spiritus nicht aus, da sonst

¹⁾ Wegen des hohen Alkoholpreises verwende man Brennspritus; er ist für gefärbte Schnitte natürlich nur brauchbar, wenn er nicht mit Farbstoffen versetzt ist, wie das während des Krieges teilweise der Fall war und auch jetzt noch bisweilen vorkommt.

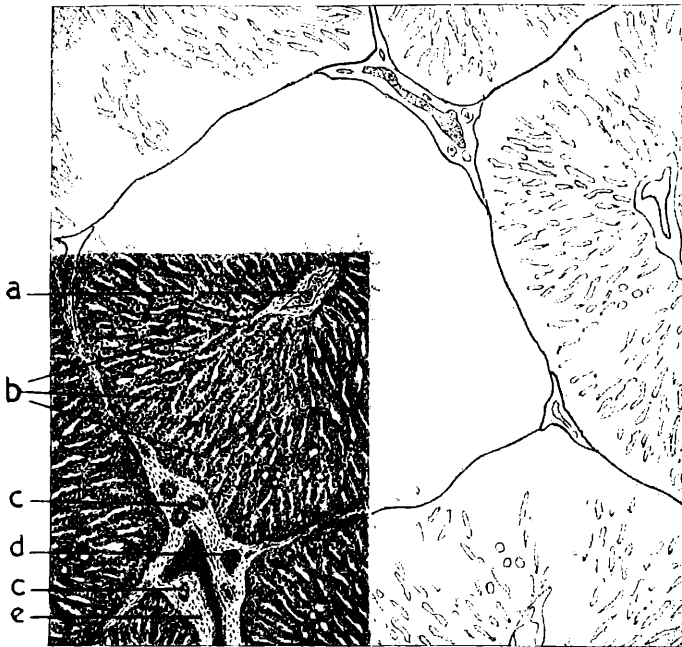


Abb. 16. Schnitt durch die menschliche Leber. a = Vena centralis. b = Leberbalken. c = Gallengänge, quer. d = Vena interlobularis (schräg getroffen). e = Bindegewebe. (Aus Sigmund, Physiol. Histologie.)

Spiritus gebracht. Wollten wir sie daraus unmittelbar in Wasser übertragen, so könnten gerade die zartesten infolge der lebhaften Diffusionsströmungen zerrissen werden. Wir schalten daher noch 2 Schälchen mit 50- und 30%igem Spiritus ein. Aus Wasser kommen die Schnitte auf etwa 10 Minuten in Hämalaun und dann recht lange (mindestens einige Stunden) in Wasser, das man im Anfang oft wechselt. Die benutzte Farblösung kann wieder in die Vorratsflasche zurückgegossen werden. Je länger man auswäscht, umso schärfer wird die Färbung auf die Kerne beschränkt. Sollten sich die Schnitte nicht gut bläuen, sondern einen Stich ins Rötliche behalten, so kann man

zuviel Eosin ausgezogen wird, und überführen nun die Schnitte in Terpeneol, worin sie stark aufgehellt werden. Jetzt kann man die Präparate in Kanadabalsam einschließen, doch ist es gut, wenn man sie noch einen Tag oder länger im Terpeneol läßt, da darin die Differenzierung der Farben noch weiter geht.¹⁾ Dann breitet man die Schnitte in der Mitte eines gereinigten Objektträgers aus, tupft das überschüssige Terpeneol vorsichtig mit Filtrierpapier ab, fügt einen Tropfen Kanadabalsam zu und legt das Deckglas auf. Der Balsam soll den Raum unter dem Deckglas gerade ausfüllen. Da er nur langsam hart wird, darf der Objektträger anfangs nicht auf der Kante stehend aufbewahrt werden.

Bei schwacher Vergrößerung lehrt die Untersuchung, daß der Schnitt durch rotgefärbtes Bindegewebe in unregelmäßig vieleckige Felder geteilt wird (Abb. 16). Jedes Vieleck ist der Querschnitt eines Leberläppchens. In der Mitte eines jeden Feldes ist ein Blutgefäß getroffen, die Zentralvene. Auch im Bindegewebe zeigen sich Querschnitte von Blutgefäßen (Äste der Pfortader und der Leberarterie), sowie von Gallengängen. An der Anordnung der Zellkerne ist deutlich zu erkennen, daß die Leberzellen in den Läppchen in radialer Richtung strangförmig verlaufen. Bei stärkerer Vergrößerung lassen sich in diesen Leberzellenbalken die unregelmäßig gestalteten Leberzellen mit runden Kernen in dem feinkörnigen Plasma unterscheiden. Gelegentlich enthalten sie auch Fettröpfchen. Zwischen den Balken verlaufen feine Blutgefäße und noch feinere Gallenkanälchen, beide in unseren Präparaten nicht zu sehen. Das Blut fließt durch die Pfortader in die Leber, verteilt sich in den Pfortaderästen, die zwischen den Läppchen verlaufen, ergießt sich durch die zum Mittelpunkt der Läppchen ziehenden

Haargefäße in die Zentralvene und sammelt sich schließlich in größeren abführenden Gefäßen, die in die untere Hohlvene münden. Die Leberarterie dient der Ernährung des Organs. —

Da die Leber sich gut schneiden läßt, benutzen wir sie, um solche Objekte, die wegen ihrer geringen Größe oder wegen ihrer Empfindlichkeit nicht mit den Fingern gehalten werden können, einzuklemmen. Zu dem Zweck härten wir prismatische Stücke von 2—3 cm Höhe und 1—2 cm Kantenlänge einige Tage in Brennspiritus, der nach dem ersten Tage erneuert wird. Zum Gebrauch spalten wir die Klemmleber etwa bis zu halber Höhe, klemmen das betreffende Organstückchen hinein und schneiden es zusammen mit der Leber. Im Spiritus lösen sich die Leberscheibchen leicht von den Schnitten ab.

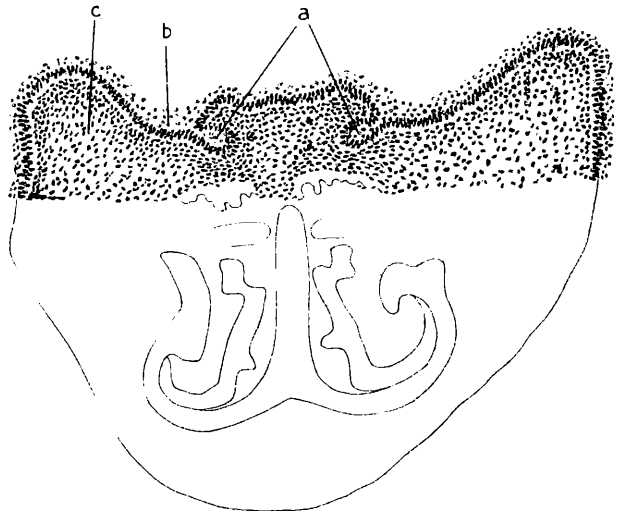


Abb. 17. Querschnitt durch den Oberkiefer eines 5 cm langen Schweins-embryo. a = Zahnleisten. b = Mundepithel des Oberkiefers. c = Jugendliches Bindegewebe. (Aus Sigmund, Physiol. Histologie.)

2. Entkalkter Knochen. Röhrenknochen eines kleineren Säugers (von der Katze z. B. Unterschenkel- oder Mittelfußknochen) werden in Formalin fixiert, kleinere ganz, größere in Stücken (Zersägen!). Nach dem Fixieren werden die Stücke in steigendem Alkohol nach No. 1 gehärtet und dann gründlich in Wasser ausgewaschen, am besten in fließendem. Um das Fortschwimmen zu verhindern, ist eine große Zahl von Einrichtungen angegeben worden. Bequem sind siebartig durchlöchernte Porzellangefäße (Siebeimerchen),¹⁾ die mit einem Kork verschlossen in das Wasser gelegt werden. Ich

¹⁾ Terpeneol zieht bei langer Aufbewahrung manche Farben völlig aus, ist also nicht so indifferent, wie manchmal behauptet wird. Bei feineren Färbungen tut man daher gut, wenn man vor dem Einschluß das Terpeneol mit Xylol auswäscht. Trotzdem ist es, da es den absoluten Alkohol überflüssig macht, den meisten anderen Zwischenmitteln vorzuziehen.

¹⁾ Siehe S. 24 der Mikrokosmos-Buchbeilage: Stehli, Das Mikrotom und die Mikrotomtechnik. 2. A. 1921.

binde die Stücke in Gazebeutelchen und bringe sie in einen Zinkkasten mit Heberabfluß, wie er zum Wässern photographischer Platten dient. Auch eine Spritzflasche, die durch Gummischlauch mit der Wasser-

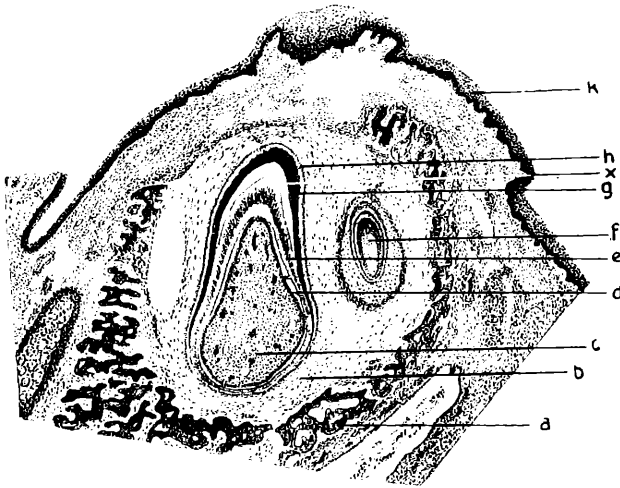


Abb. 18. Querschnitt durch den Kiefer eines neugeborenen Hundes. *a* = Kieferknochen. *b* = Bindegewebe der Alveole. *c* = Zahnpulpa. *x* = Künstliche Spalträume (auch zwischen Odontoblasten und Schmelz). *d* = Odontoblasten. *e* = Dentin. *g* = Schmelz. *h* = Schmelzmembran. *k* = Kieferepithel. *i* = Ersatzzahnanlage. (Aus Sigmund, *Physiol. Histologie*.)

leitung verbunden wird, erfüllt den Zweck. Man kann auch 2 Gefäße durch ein zum Heber gebogenes Glasrohr verbinden. Das eine stellt man unter die Leitung, in das andere bringt man die in Gaze eingebundenen Stücke und leitet das Wasser durch einen zweiten Saugheber ab. In unserem Falle genügt es, die Knochen in größere Mengen Wasser zu bringen und dieses von Zeit zu Zeit zu erneuern. Nach etwa 6 Std. gelangen sie in größere Mengen ($\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ l) 3%ige Salpetersäure, die nach 1 Tag, dann nach weiteren 2 Tagen usf. gewechselt wird. Bei kleinen Knochen kann man nach einer Woche versuchen, ob sie sich leicht schneiden lassen; bei größeren dauert die Entkalkung recht lange. Die Entfernung der Säure erfolgt durch mehrstündiges Behandeln mit 5%iger Alaunlösung; dann wird 6 Std. ausgewaschen und wieder in Alkohol gehärtet.

Wir fertigen Längs- und Querschnitte an, die nicht sehr dünn zu sein brauchen. Sie werden ungefärbt oder mit Hämalaun-Eosin (s. No. 1) gefärbt in der früher erörterten Weise in Glyzerin-Gelatine eingeschlossen. Untersuchung bei starker Abblendung und Vergleich mit den nach Teil I hergestellten Schliffen (s. Abb. 15).

In gleicher Weise stellen wir Präparate über Knochenentwicklung her und benutzen als Material Oberschenkel-, Mittelfuß- und Zehenknochen der neugeborenen Katze. Die Entkalkung ist hier in einer Woche, bei den kleinen Knochen nach wenigen Tagen, vollendet. Die Präparate werden nach No. 1 in Kanadabalsam eingeschlossen. Knorpel bläulich, Knochen rot. Längsschnitte durch den Oberschenkelknochen an der Knorpelgrenze zeigen die Verkalkung des Knorpels, seine Auflösung unter Bildung von innerer (enchondraler) Knochenmasse und die Auflagerung von Knochenlamellen auf die Oberfläche (perichondral). Querschnitte durch die Mitte geben Aufschluß über die Bildung der Haversschen Kanäle, über Knochenbildner und Knochenbrecher, und lassen in der Markhöhle rote und weiße Blutkörperchen sowie die Durchschnitte von Knochenbälkchen mit Knorpelresten erkennen. Die Zehenknochen, nach Einklemmen in Leber von oben nach

unten längs durchschnitten, führen die ersten Entwicklungsstufen der Knochenbildung vor Augen.

3. Zahnentwicklung. Nachdem wir an einigen Beispielen eine gute Schnittfärbung eingeübt haben, wollen wir nun eine Stückfärbung kennen lernen. Wir wählen die Entwicklung der Zähne, weil die Schnitte nicht sehr dünn zu sein brauchen und daher leicht gelingen. Für die beiden ersten wichtigen Entwicklungs-

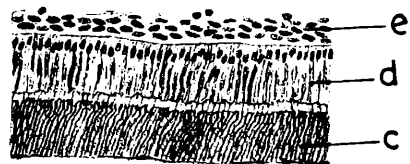


Abb. 19. Ein Stück aus Abb. 18 bei stärkerer Vergrößerung: *a* = Odontoblasten. *b* = Dentin. *c* = Schmelzprismen. *d* = Schmelzmembran. *e* = Zellen der Schmelzpulpa.

zustände fixieren wir die Köpfe von 4 und 6—8 cm langen Schweineföten (vom Schlachthof), für die 3. Stufe den Unterkiefer einer neugeborenen Katze in Formalin und härten mit 30-, 50- und 70%igem Alkohol. Dann gelangen die Stücke in alkoholischen Boraxkarmin. Der Boden des Färbeglasses ist mit einer dünnen Schicht Watte zu bedecken. Nach 2tägiger Einwirkung gießen wir die Farblösung in die Vorratsflasche zurück und ersetzen sie durch 70%igen Spiritus, dem vorher 1 % Salzsäure zugefügt wurde. Da der Spiritus sich infolge der in der Watte zurückgebliebenen Farbe

chen gebildet, die von unter her durch eine Bindegewebspapille eingestülpt werden und sich allmählich von der Zahnleiste abschnüren, mit der sie noch eine Zeitlang durch den Kolbenhals zusammenhängen. 3. Stufe (Abb. 18 und 19). Die äußeren Zellen der Zahnpapille, die *Odontoblasten*, haben *Zahnbein* (*Dentin*) abgeschieden, auf das von der unteren Zellschicht des Zahnsäckchens, den *Schmelzbildnern*, Schmelz in Form von Prismen abgelagert wird. Das zwischen den beiden äußeren Zellschichten des Zahnsäckchens gelegene lockere Gewebe,

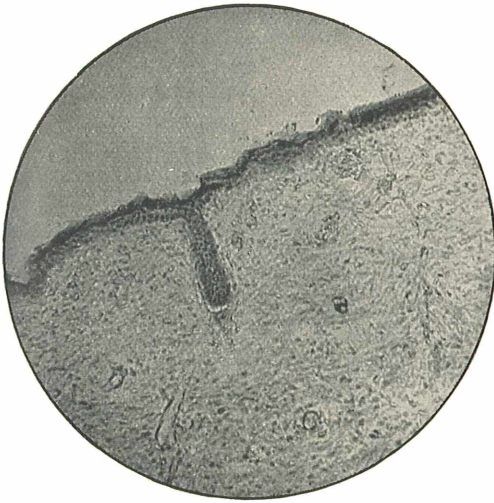


Abb. 20. Haarzapfen (Ok. I, Obj. Schneider phot.).



Abb. 21. Haar kurz vor dem Durchbruch (Ok. I, Obj. 3, Schneider phot.).

bald rot färbt — was übrigens sehr vorteilhaft ist — so wird er nach einigen Stunden und noch einmal am nächsten Tage erneuert. Nach 2 Tagen bringen wir die Stücke in 90%igen Spiritus, in dem sie nach einigen Tagen schnittfähig werden. Die Schnitte sind senkrecht zum Kiefer zu führen und sollen die Mitte einer Zahnanlage treffen; es sind daher viele herzustellen und die besten auszuwählen. Sie werden durch Brennspritus und Terpeneol in Kanadabalsam eingeschlossen.¹⁾

1. Entwicklungsstufe (Abb. 17): Das Epithel der Mundhöhle senkt sich als *Zahnleiste* in das tieferliegende Gewebe ein. 2. Stufe: An der Zahnleiste haben sich in Abständen *Zahnsäck-*

die *Schmelzpulpa*, ist bis auf Reste verdrängt. Für weitere Einzelheiten sei auf die beigelegten Abbildungen verwiesen.

4. **Haut.** Mit dem Rasiermesser tragen wir nicht zu dünne Kappen von den Sohlenballen der Katze ab und fixieren und färben nach No. 3. Wollen wir Doppelfärbung erzielen, so bringen wir die nach Einklemmen in Leber hergestellten Schnitte in eine gesättigte wässrige Pikrinsäurelösung auf drei Minuten und waschen dann kurz in Wasser aus, wobei darauf zu achten ist, daß die Schnitte nicht zu sehr entfärbt werden, sondern einen gelben Ton behalten. Alkohol, Terpeneol, Balsam.

Auf die gelb gefärbte, aus kernlosen, verhornten Zellen gebildete äußere Schicht der Oberhaut (*Hornschicht*, *Stratum corneum*) folgt die rotgefärbte Innenlage, die *Schleimschicht* (*Stratum Malpighi*).

¹⁾ Besonders farbenprächtig werden die Präparate, wenn man die Schnitte noch mit Pikroindigkarmin nach No. 7 d färbt.

An der Grenze beider sind die Zellen mit stark gefärbten *Keratohyalinkörnchen* erfüllt. Die unterste Zelle der Malpighischen Schicht besteht aus zylindrischen Zellen, die durch fortgesetzte Teilung Ersatz schaffen für die abgestoßenen verhornten Zellen (*Keimschicht*, *Stratum germinativum*). In den mittleren Lagen

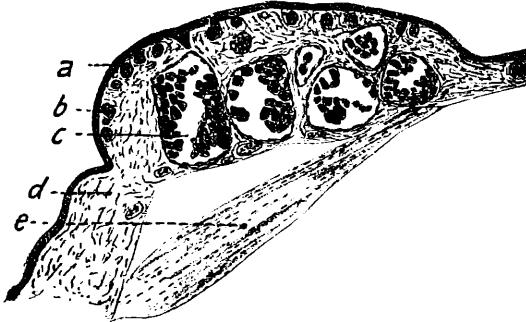


Abb. 22. Querschnitt durch ein Giftdrüsenpolster des Feuersalamanders. — *a* = Epidermis. *b* = Schleimdrüsen. *c* = Giftdrüsen. *d* = Bindegewebe (Lederhaut). *e* = Muskel. (Nach Sigmund, Histologie der Wirbeltiere.)

des Str. Malpighi sind an dünnen Stellen des Schnittes mit starker Vergrößerung Lücken zwischen den Zellen zu erkennen, die von zarten Fortsätzen überbrückt werden. Unter der Epidermis liegt die bindegewebige Lederhaut (*Cutis*), die mit zahlreichen Papillen in die Schleimschicht eindringt. Schweißdrüsen und deren Ausführungsgänge sind fast in jedem Schnitt getroffen. Die Lederhaut geht ohne scharfe Grenze über in das lockere, fettreiche Unterhautbindegewebe.

Haare untersuchen wir in Schnitten durch das Augenlid der Katze, das wie Haut behandelt wird. Für Untertauchen in der Fixierungsflüssigkeit sorgt man durch Be-

decken mit Watte. Beobachtung: Haare mit Papille, innerer und äußerer Wurzelscheide, Haarbalg und Talgdrüsen; am Lidrande Meibomsche Drüsen, d. h. traubenförmige Anhäufungen von Talgdrüsen zum Einfetten des Lidrandes.

Verschiedene Stufen der Haarentwicklung trifft man in den Schnitten, die zur Untersuchung der Zahnanlagen quer durch die Schnauze von Schweine- oder Schafembryonen gelegt sind (s. No. 3). Von der Oberhaut aus wächst ein Haarzapfen schräg in die Tiefe (Abb. 20). Er wird durch eine Lederhautpapille von unten her eingestülpt und bildet außerdem 2 seitliche Aussackungen, von denen die obere die Anlage der Talgdrüse darstellt. Die untere heißt Haarbeet, weil von ihr die spätere Neubildung des Haares ausgeht (Abb. 21). Nun beginnen im Haarzapfen die beiden Wurzelscheiden und das Haar sich herauszubilden, das durch die innere Wurzelscheide nach außen durchbricht.

Um die Haut der Amphibien kennen zu lernen, schneiden wir das hinter den Augen gelegene Drüsenpolster (sogen. *Parotis*) eines Feuersalamanders oder einer Kröte mit dem Rasiermesser ab (Druck möglichst vermeiden!) und behandeln wie Haut. Auf die Stückfärbung folgt zweckmäßig Schnittfärbung mit Pikrinsäure oder besser Pikroindigkarmin (vergl. 7 d). Wir wählen einen Schnitt aus, der den Ausführungsgang einer der großen Giftdrüsen getroffen hat. Mehrschichtige Oberhaut mit verhornter Außenlage, die wir im I. Teil No. 3 von der Fläche untersucht haben. In der Lederhaut größere Gift- und kleinere Schleimdrüsen (Abb. 22). (Forts. folgt.)

Splintholz und Kernholz.

Von Dr. W. Gurnik.

Wenn wir einen Baumstamm im Querschnitt betrachten, so besitzt er entweder eine gleichmäßige helle Färbung oder einen dunkleren zentralen Kern und einen helleren äußeren Mantel. Wir sehen also, daß viele Bäume in den älteren Partien des Holzes eine Veränderung erfahren haben und zwar derart, daß in dem ausgewachsenen Holzkörper ein zentraler Kern von dem aus den

jüngsten Jahresringen gebildeten äußeren Holzmantel deutlich zu unterscheiden ist. Dieser sichtbare Unterschied wird hervorgerufen durch eine Ablagerung von Farbstoffen in den Zellwänden des Kerns und von Bassorin, Gummi, Harz, Gummiharz, Öl oder Harzbalsam in den Zellen selbst. Bassorin und Gummi gehören chemisch zu den Zuckerarten, Kohlenhydraten. Sie be-

sitzen die Eigenschaft, durch Hydrolyse, das heißt beim Kochen mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure oder bei der Einwirkung von Fermenten, gespalten zu werden. Bassorin und Gummi sind Pflanzenstoffe, die durch Hydrolyse in Galaktose und Arabinose zerfallen. Während Bassorin in Wasser nur quellbar ist, ist Gummi in Wasser löslich. Harze sind ein Gemenge von Substanzen, die teils den Charakter von Säuren, teils von Alkoholen, teils von Estern haben. Balsame sind als Lösungen von Harzen in ätherischen Ölen anzusehen.

Diesen zentralen Kern nennt man Kernholz und den äußeren Mantel Splint. Die Bäume, die Kernholz bilden, nennt man Kernholzbäume und diejenigen, die in allen Schichten den Charakter des Splintholzes beibehalten, also in allen Querschnitten eine gleichmäßige, helle Färbung zeigen, Splintbäume. Zu den Kernholzbäumen gehören zum Beispiel die Esche, Eiche, der Pflaumbaum, Kirschbaum, Guajakholzbaum, Sandelholzbaum, Ebenholzbaum, Eisenholzbaum und der Teakholzbaum. Zu den Splintholzbäumen gehören die Birke, Erle, der Berg- und Spitzahorn und die Weißbuche. Das Kernholz ist seiner außerordentlichen Härte wegen sehr geschätzt. Ich erinnere nur an das Guajakholz und an das Teakholz. Jenes wird für Kegelkugeln, dieses für Schiffsbauten verwendet.

Welchen Zweck hat nun die Kernholzbildung? Genaue Untersuchungen haben ergeben, daß nur im Splint das Wasser und die Nährsalze aus den Wurzeln zu den Blättern wandern, daß dagegen das aus dem Saftverkehr ausgeschaltete Kernholz nur noch mechanische Bedeutung hat. Die Kernholzbildung hat den Zweck, einerseits das durch die kambiale Tätigkeit bewirkte Mißverhältnis zwischen Holz- und Rindenbahn wieder auszugleichen, da das Kambium nach innen zum Holzkörper sehr viel mehr Zellen abscheidet, als nach außen zur Rinde und naturgemäß dadurch eine dem Pflanzenorganismus nachteilige, zu große Verteilung des Saftverkehrs im Holzkörper eintreten würde, andererseits dem Baume eine größere Festigkeit sowie Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten zu verleihen, die durch Pilze verursacht werden und die Bäume kernfaul werden lassen. Nicht selten wird auch bei den zentralen Gefäßen der Innenraum teilweise oder völlig von parenchymatischen

Zellen, Füllzellen, ausgefüllt, die man Thyllen nannte und die gleichfalls den Zweck haben, gewisse Zellelemente aus dem Saftverkehr auszuschließen. Es ist interessant zu sehen,

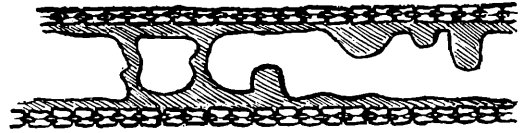


Abb. 1. *Prunus cerasus*. Gefäßsekret im Kern. Bassorin-artige Substanzen.

daß die Pflanze sich zweier Mittel bedient, um gewisse Zellelemente aus dem Saftverkehr auszuschließen oder, z. B. bei Verwundungen, nach außen abzuschließen, nämlich bei den ausgesteiften Gefäßen der Verschlusseinrichtungen durch Harz- oder Gummipropfen oder Thyllen, und bei den Siebröhren mit weichen, nicht ausgesteiften Wandungen der viel einfacheren Methode des Verschlusses durch Zusammendrücken.

Nachdem wir den Zweck der Kernholzbildung kennen gelernt haben, müssen wir uns nun die Frage vorlegen, wie und wo geht die Kernholzbildung vor sich? Welches ist der Ort, von dem der Prozeß der Bildung ausgeht? Darüber herrschten und herrschen auch heute noch die verschiedensten Ansichten. Fast allgemein wurde angenommen, daß das in den Zellelementen befindliche Plasma als der Ort der Sekretbildung anzusehen ist. Neuere Forschungen haben jedoch ergeben, daß die Sekretbildung nichts anderes als eine Funktion der Membran selbst ist. Man unterscheidet bei einer Membran im allgemeinen die primäre, sekundäre und tertiäre Membranlamelle. Die sekundäre Membranlamelle läßt auf kürzere oder längere Strecken eine

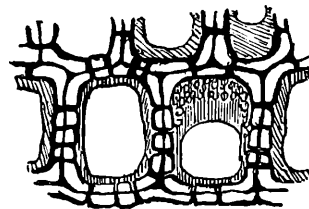


Abb. 2. *Prunus cerasus*. Sekretbildung in den Markstrahlzellen. Bassorin-artige Substanzen.

Schleimpartie entstehen, die bewirkt, daß die tertiäre Membranlamelle, eine den Zellwänden innigst anliegende, äußerst feine

Haut abgehoben wird. Diese Schleimschichten wachsen im Gefäßlumen sich gegenseitig zu, bis sie sich treffen. Die Häute verschmelzen dann und lösen sich auf, oder aber sie lösen sich nicht auf, sie verdicken sich im Gegenteil und es entsteht ein reich

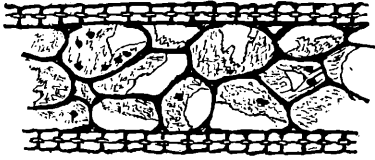


Abb. 3. *Callicarpa Reevesii*. Verschuß der Gefäße durch Thyllen. In den Thyllen befinden sich einige Stärkekörner.

verzweigtes Gewebe vom Charakter der Thyllen. Diese Schleimmembranpartien sind auch der Herd der Bildung der betreffenden Stoffe, die im Kernholz in den einzelnen Zellelementen zutage treten. Die erzeugten Stoffe können einen sehr verschiedenen Charakter zeigen. Die Schichten sind imstande, bassorinartige, harzartige und ölartige Substanzen zu bilden. Auch die Bildung des Membranfarbstoffes geht in der Membran selbst vor sich. Nach dem Ausschalten der leitenden Bahnen durch das Sekret oder die Thyllen wird der farblose Zellinhalt von der Membran gespeichert und hierauf erst wird in der Membran selbst, vielleicht durch enzymatische Einwirkungen, aus dem mit Lignin bezeichneten Substanzkomplex der Farbstoff gebildet.

Der Verschuß der trachealen Elemente im Kernholz wird bewirkt durch bassorinartige Substanzen z. B. bei den Pruneen, ferner bei *Caesalpinia Sappan*, *Haematoxylon Campechianum* und dem roten Sandelholzbaum. Bei diesem wird auch der Membran-

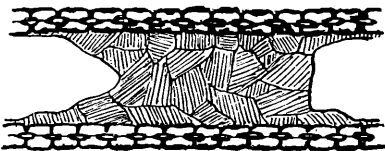


Abb. 4. *Guajacum officinale*. Braunrotes, teilweise klumpenartiges Sekret in den Gefäßen des Kerns. Harzartige Substanzen.

farbstoff in großer Menge gebildet. Durch Thyllen wird der Verschuß hervorgerufen bei *Rhus glaucescens*, *Artocarpus rigida*, *Callicarpa Reevesii*, durch harzartige Substanzen beim Guajakholzbaum und durch

ölartige Substanzen beim Sandelholzbaum, *Santalum album*. Da bei den Pruneen die Bildung des Sekretes ganz allmählich vor sich geht, so eignen sich diese auch am besten für eine Verfolgung der einzelnen Stadien und für eine Untersuchung des Anfangsstadiums der Sekretbildung.

Zur Herstellung der mikroskopischen Schnitte säge man sich von einem Stamm- oder Aststück eine Querscheibe von ungefähr 1—2 cm Dicke, die man halbiert. Da das Kernholz nun oft sehr spröde ist, so benetze man vor dem Schneiden mit dem Messer die Schnittfläche mit etwas Wasser, wodurch ein leichteres Arbeiten erzielt wird. Als Messer benutze man ein Rasiermesser mit keilförmigem Schliff. Die Schnitte müssen außerordentlich dünn und so eben wie möglich sein. Alle Schnitte sammle man auf einem Objektträger in einem Tröpfchen Wasser, dem man zwecks Aufhellung der

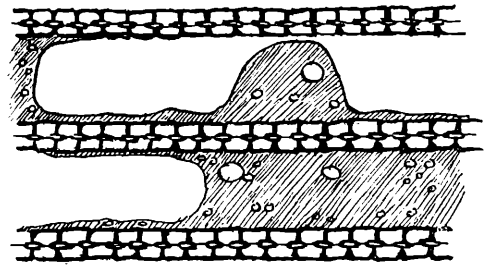


Abb. *Santalum album*. Gefäßsekret im Kern. Ölartige Substanzen.

Präparate ein Körnchen Chloralhydrat beifügen kann. Man achte jedoch darauf, daß die Schnitte sich nicht kreuzen und ordne sie mit einer feinen Pinzette. Unter den vielen Schnitten wird man einen gut gelungenen herausfinden. Ein Schnitt senkrecht zur Längsachse des Stammes heißt ein Querschnitt und parallel zur Längsachse ein Längsschnitt.

Für die Untersuchung des Splint- und Kernholzes kommen die Längsschnitte hauptsächlich in Betracht.

In der Übergangszone vom Splint zum Kern sieht man in einem Längsschnitt ein farbloses Sekret auftreten, und zwar sehr selten im Libriform, vereinzelt in den Markstrahl- und Holzparenchymzellen und reichlich und schön ausgebildet in den Gefäßen. In diesen beobachtet man keine gleichmäßige Sekretbildung, sondern es treten hier innerhalb einer der Zellwand entlang laufenden

Schicht Vorwölbungen auf, die sich häufig entgegenwachsen, in der Mitte zusammen-treffen und schließlich verschmelzen. Im Kernholz selbst hat des Sekret eine gelbe bis braune Farbe angenommen, die Gefäße sind sogar teilweise fast gänzlich mit dieser Masse angefüllt, ebenso alle übrigen Zell-formen, und die Zellmembranen zeigen mehr oder weniger eine gelbe Färbung. Die

Pruneen beginnen auch sehr frühzeitig mit der Kernholzbildung. So nimmt z. B. bei einem Aststück von *Prunus cerasus* von $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser das Kernholz schon $\frac{1}{2}$ cm ein. Da dieses Untersuchungsmaterial sehr leicht zu beschaffen ist, so wird es jedem Freunde des Mikroskops viel Freude bereiten, diese interessanten Bildungen im Holzkörper selbst nachprüfen zu können.

Die mikroskopische Erforschung des lebenden Auges.

Von Privatdozent **Dr. Leonhard Köppe.**

Unter den großen deutschen Errungen-schaften auf dem Gebiete der Medizin hat sich die mikroskopische Erforschung des lebenden menschlichen Auges in den letzten Jahren zu einer umfangreichen eigenen Wissenschaft entwickelt und bereits eine Fülle neuer, bis dahin nicht gekannter und hochinteressanter Ergebnisse zutage geför-dert. Kein weiteres Spezialgebiet der moder-nen Medizin vermag in ähnlich exakter Weise lebendes menschliches Organgewebe unter das Mikroskop zu nehmen und bis zu über 100facher Vergrößerung im körperlich ge-sehenen Bilde zu betrachten.

Das Prinzip der zu der Mikroskopie des lebenden Auges erforderlichen Beleuchtungs-apparatur wurde im Jahre 1911 von dem schwedischen Augenarzt *Allvar Gull-strand* angegeben, von *O. Henker* und *H. Erggelet* in Jena, *A. Vogt* in Basel und mir bis zu seiner jetzigen umfassenden Vollkommenheit weiter ausgebaut und damit der augenärztlichen Wissenschaft ein neues Forschungsgebiet erschlossen, dessen Grenzen vorläufig noch unabsehbar vor uns liegen und für die Zukunft zu den besten Hoffnungen berechtigten.

Bei unserem Beleuchtungsinstrumentarium handelt es sich darum, daß eine möglichst schmale und helle strichförmige Lichtquelle *N* (Abb. 1) — entweder das glühende Mag-nesiastäbchen einer Nernstlampe oder eine feinste strichförmige Wolframspirale, die in Stickstoff glüht und bei 2100° C. ein außer-ordentlich intensives Licht (das Nitalicht) entwickelt — durch ein Linsensystem *C* in einem verstellbaren Spalt *S* abgebildet wird. Der leuchtende Spalt entsendet dann den Strahlenraum *W* und entwirft mittels der Beleuchtungslinse *B* das strichförmige, sehr

kleine, äußerst helle und scharf begrenzte Lichtfeld *S'* auf oder in dem zu unter-suchenden Gewebsobjekte des lebenden Auges *A*. Dabei legt der Patient sein Kinn auf eine an einem entsprechend hohen Tische angebrachte Kinnstütze (Abb. 4), während die Beleuchtungsapparatur ihrerseits ver-mittels einer leicht zu dirigierenden Gehäuse- oder Trägerarmkonstruktion in die ge-wünschte Richtung dirigiert werden kann. So entsteht ein sehr helles und kleines Licht-feld auf oder in dem lebenden Augengewebe. Ähnlich wie die Staubteilchen der Luft im nächtlichen Scheinwerferlichte sichtbar wer-den, so heben sich die feinsten Gewebeteil-chen gegen die dunkle Nachbarschaft außer-ordentlich gut ab. Zwecks körperlichen Sehens wird dann — unter Benutzung beider Augen des Beobachters — ein Doppel-mikroskop (*m*) darauf gerichtet, das bis zu über 100 facher Vergrößerung zu unter-suchen gestattet. Dabei sind alle mög-lichen Arten von gegenseitiger Einstellung der Beleuchtungs- und Beobachtungs-apparatur anwendbar und auch die tieferen Teile der vorderen Augenhälfte auf diese Weise mikroskopisch sichtbar zu machen.

Außer der direkten und indirek-ten Beleuchtung der zu untersuchenden lebenden Gewebeteilchen unterscheiden wir die Beleuchtung im negativen Heli-feld e. Dies kommt dadurch zustande, daß wir das Lichtfeld auf eine hinter der zu untersuchenden Stelle gelegene Gewebspartie richten und in dem von dort zurückgestrahlten Lichte die Untersuchungen vornehmen (be-sonders für durchsichtige Objekte geeignet). Dann erscheinen diese dunkel auf hellem Grunde, während umgekehrt die Objekte hell

auf dunkeltem Grunde hervortreten, wenn wir bei direkter Beleuchtung der Teilchen einen dunkeln Untergrund wählen, wie z. B. die lebende Kammer- oder Glaskörperflüssigkeit des Auges. Dann beobachten wir im so-

sierenden N i k o l s c h e n Prismas auch im linear polarisierten Lichte, in welchem die Schwingungen nur in einer bestimmten und je nach der Nikolstellung beliebig zu wählenden Ebene vor sich gehen. Dies wurde prak-

tisch dadurch erreicht, daß der Nikol in einer drehbaren Fassung in den Strahlengang des Beleuchtungsinstrumentariums eingeschaltet wurde. Zur Beobachtung wurde ein gleicher Nikol in dem

Beobachtungsmikroskope ebenfalls drehbar eingebaut. Während durch entsprechende Farbfilter für die Möglichkeit der Untersuchung auch im farbigen Lichte gesorgt wurde, lieferten die erwähnten Metho-

den bei der mikroskopischen Erforschung der lebenden Augengewebe bisher zahlreiche Ergebnisse, von denen ich an dieser Stelle nur die wichtigsten anführen werde.

In der lebenden Augenbindehaut fanden wir das feinere mikroskopische Verhalten ihrer oberflächlichen und tieferen Gewebsstruktur, ferner die Art und Anordnung der kleinsten Blutgefäße, vor allem aber die Sichtbarmachung der lebenden Lymphgefäße, sowie deren feineren Verlauf. Die Anwendung des polarisierten Lichtes ermöglichte fernerhin den Nachweis der lebenden Bindehautnerven.

Die lebende Hornhaut des Auges ließ ihre Saftspalten, den Verlauf ihrer feineren und feinsten Nerven sowie den Zellbelag ihrer Hinterfläche (Vogt) erkennen. Dagegen lehrte das polarisierte Licht Art und

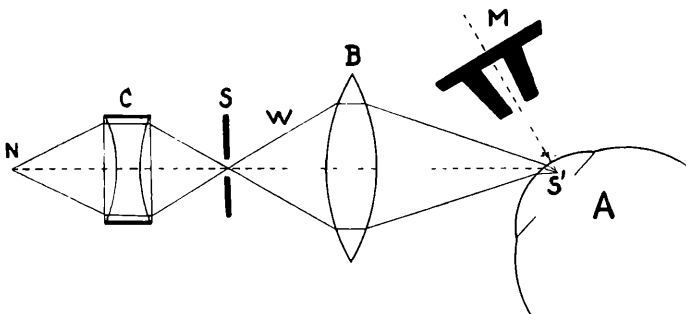


Abb. 1. Schema des Strahlengangs bei der Mikroskopie der lebenden vorderen Augenhälfte.

genannten positiven Dunkelgebilde. Auch die Beobachtung im Reflex, d. h. im sogenannten „Spiegel-Bezirk“ (Vogt) ist gelegentlich wichtig.

Vermittels optisch genau berechneter und der lebenden Hornhaut des Auges unmittelbar aufzusetzender gläserner Vorschaltapparaturen vermochten wir auch den hinter der Hornhautwurzel gelegenen und bisher der stereomikroskopischen Beobachtung nicht zugänglichen lebenden Kammerwinkel sowie den Augenhintergrund stereomikroskopisch bis zu 40- und 70 facher Vergrößerung sichtbar zu machen und der Untersuchung an unserer Apparatur zu erschließen. Wir bedienten uns dabei nur eines Mikroskops, das durch eine besondere Vorrichtung dennoch im körperlichen Bilde zu untersuchen gestattete. Das Doppelmikroskop konnte hier deswegen nicht verwendet werden, weil für den Ein- und Durchblick auf den Kammerwinkel und Augenhintergrund im lebenden Auge die Platzverhältnisse für den Strahlenverlauf nicht ausreichten. In den Strahlengang der Beleuchtungsapparatur mußte aus diesen Gründen ein Silberspiegel eingeschaltet werden. Die Anwendung beider Untersuchungsmethoden erhellt ohne weitere Beschreibung aus den beigegeführten Abbildungen 2, 3 und 4.

Ferner untersuchten wir die lebenden Augengewebe nicht nur im natürlichen Lichte unseres Instrumentariums, d. h. bei in allen möglichen Richtungen abwechselnd erfolgenden Lichtschwingungen, sondern unter Zwischenschaltung eines das Licht polari-

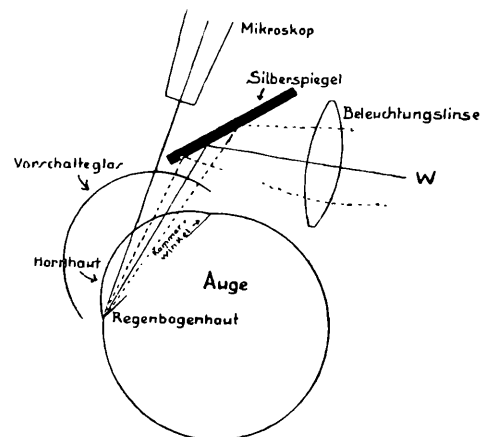


Abb. 2. Untersuchung des lebenden Kammerwinkels.

Aufbau der die Hornhaut zusammensetzenden mikroskopischen und durchsichtigen Elementarbänder durch geeignete Abdunkelung ihrer Zwischensubstanz. Dabei wurden die Elementarbänder als das Licht doppelbrechende Gebilde ermittelt, während die Zwischensubstanz als wahrscheinlich einfach brechend befunden wurde. Auch die lebenden Hornhautnerven zeigten im polarisierten Lichte interessante Eigenschaften.

Die Trübung der Hornhaut bei Entzündungen und anderen Krankheitsprozessen, ihre krankhaften Auflagerungen und Ähnliches konnten bis zu Bruchteilen einer einzelnen Zelle herab verfolgt werden, desgleichen jede einzelne rote und weiße Blutzelle als solche, sowie die Art ihrer Fortbewegung in lebenden neugebildeten Hornhautgefäßen. Ähnliche Feinheiten zeigten sich auch im lebenden Kammerwasser, im Kammerwinkel sowie im Bereiche der Regenbogenhaut. Speziell in dieser wurden für die Erkennung und Beurteilung des sogenannten grünen Stares zahlreiche hochbedeutsame neue Beobachtungen erhoben, die auf die Ursachen dieser Krankheit ein neues Schlaglicht warfen. Dagegen konnten bei beginnenden Regenbogen-

eine eingehende Bearbeitung. Dabei wurden ebenfalls zahlreiche bis dahin nicht gekannte Tatsachen ermittelt. Wir selbst beobachteten bei Nachtblindheit eigentümliche

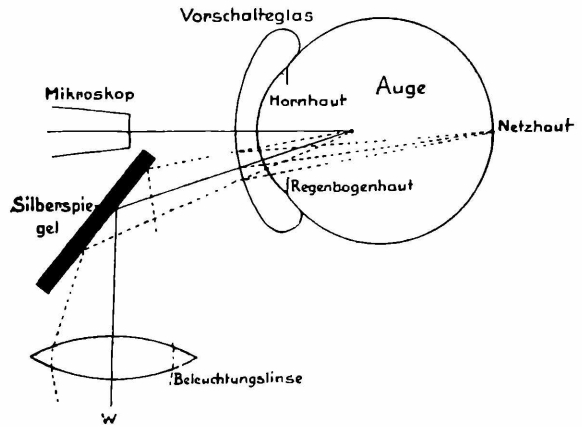


Abb. 3. Gang der Strahlen bei der Mikroskopie des Sehnervens, des lebenden Augenhintergrundes und der Netzhaut.

Linsenveränderungen, die uns für die Entstehung des Leidens bedeutsam zu sein scheinen.

Der lebende Glaskörper ließ sich in ein regelmäßiges gebautes feinstes Gitterwerk

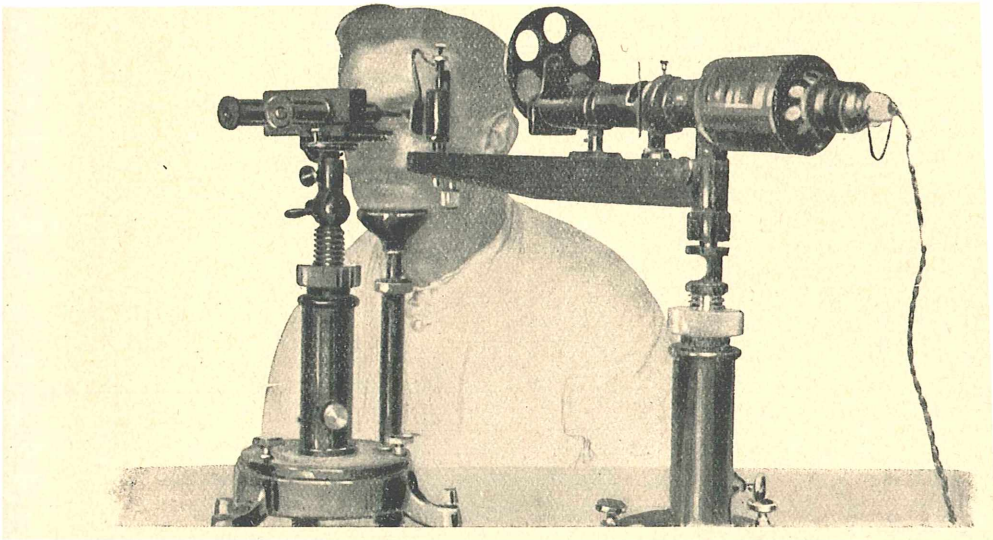


Abb. 4. Stellung des Kranken bei der Beobachtung des lebenden Augenhintergrundes mittels des Mikroskops.

hautentzündungen viel frühzeitiger als bisher bestimmte Gewebsveränderungen ermittelt werden.

Die lebende normale und kranke Linse des Auges erfuhr besonders durch Vogt

auflösen, in welchem sich in der Hauptsache zwei senkrecht zueinander orientierte Fasersysteme zu überkreuzen scheinen. Bei krankhaften Zuständen der umgebenden Augengewebe fanden sich in ihm diese oder

jene Zellelemente, die für die Früherkennung einzelner innerer Augenerkrankungen besonders wichtig wurden. Auch hier zeigten sich die roten und weißen lebenden Blutzellen nebst ihren Zerfallsprodukten genau so greifbar deutlich vor dem Beobachter wie im Bereiche der Hornhaut sowie des Kammerwassers. Auch der krankhafte Faserzerfall dieses ungemein zarten Gewebes konnte bis in seine letzten Feinheiten aufgelöst werden.

Im Bereiche des lebenden Augenhintergrundes beobachteten wir bei etwa 70 facher Vergrößerung im körperlichen Bilde die Struktur der lebenden Netzhaut und konnten die Existenz von Netzhauptlymphgefäßen nachweisen, die bis jetzt unbekannt waren, ferner den bisher unbekannten bündelweisen Verlauf der Sehfasern in der Umgebung des Sehnerven. Unter krankhaften Bedingungen enthüllte die Apparatur zahlreiche neue und vor allem für die Früherkennung dieser Krankheiten wichtige anatomische Tatsachen.

Überhaupt liegt in der mittels unserer Untersuchungsmethoden ermöglichten Früherkennung der Augenkrankheiten in einem Stadium, in welchem bis jetzt andere Untersuchungsarten versagten, das Schwergewicht der neuen Methode. Speziell in dieser Hinsicht ist besonders bedeutsam, daß wir in der mikroskopischen Erforschung des lebenden Auges noch keineswegs an den Grenzen unserer Erkenntnis angelangt sind. Im Gegenteil! Die künftige ausschließliche Verwendung des polarisierten Lichtes sowie des Bogenlichtes als Lichtquelle unserer „Gullstrandschen Spaltlampe“ wird uns hier weiter und weiter führen und dem geheimnisvollen Mikrokosmos des lebenden menschlichen Auges bis in seine innersten mikroskopischen Feinheiten nachzuspüren versuchen. Dabei wird es auch möglich sein, durch geeignete weitere Umänderungen der Beobachtungsapparatur den Verhältnissen der lichtbrechenden vorderen Augenflächen noch strenger als bisher näherzukommen.

Vorkommen und Nachweis des Chitins im Tier- und Pflanzenkörper.

Von G. Kostka.

Die weite Verbreitung des Chitins als Membransubstanz in häutigen und härteren Teilen des Tierkörpers, besonders bei den Arthropoden, ist eine allgemein anerkannte Tatsache. So hat man Chitin z. B. in Organen gewisser Würmer, als Körperbedeckung bei Krebsen (mit Inkrustationen von Kalziumkarbonat), Insekten, Skorpionen, Spinnen, bei Mollusken (*Loligo*), Hirudineen, Bryozoën, Brachiopoden (*Lingula*), Gastropoden und Hydrozoën (*Sertularia*) nachweisen können. Ebenso überzieht es innere Organe, wie Tracheen und Darmtraktus, meist als feine häutige Membran (s. Kostka 9, S. 145)¹⁾ Das Chitin wird von der unter der Kutikula liegenden Hypodermis als Sekret ausgeschieden und zeigt eine meist deutlich sichtbare horizontale Schichtung. In neuester Zeit hat Schütte (14, S. 50) die Bildung der chitinösen Ablagerung bei einer Dungfliege, *Hydromyza livens* Fabr. genauer verfolgt und festgestellt, daß bei

dieser Art der Prozeß in einem Zeitraum von etwa 8 Tagen vollendet ist. Die Hypodermiszellen verlängern sich und bilden an ihrem dem Chitin angelagerten Ende einen durchsichtigen Kegel einer nicht färbbaren Substanz, der nach Schütte einer rascheren Überführung von Chitinbildungsstoffen dienen soll. Der neu gebildete Panzer zeigt daher im Zusammenhang mit der Art der Entstehung zunächst eine vertikale Streifung, die aber nach einiger Zeit vollständig verschwindet und in horizontale Schichtung übergeht.

Auch in chemischer Hinsicht ist Chitin oft untersucht worden und hat wegen seiner schwierigen Behandlung immer wieder zu neuen Arbeiten angeregt, ohne daß jedoch bis auf den heutigen Tag seine Konstitution sicher festgestellt worden wäre. Angenommen ist die Formel ($C_{32}H_{54}N_4O_{21}$).

Das wichtigste Spaltungsprodukt des tierischen Chitins ist das **Chitosan**, das durch energisches Einwirken von Ätzkali unter gleichzeitiger Abspaltung von Essigsäure

¹⁾ Diese Zahlen verweisen auf das Literaturverzeichnis am Schlusse der Arbeit.

entsteht und dieses ist es, das die Brücke zwischen dem Tier- und Pflanzenreich geschlagen hat und den Nachweis erbrachte, daß Chitin auch in der vegetabilischen Zelle entstehen kann.

War das tierische Chitin schon im Jahre 1823 von Odier zum erstenmale untersucht und benannt worden, so dauerte es noch recht lange, bevor man auch pflanzliches Chitin nachweisen konnte. Erst im Jahre 1895 konnten Gilson (5) und gleichzeitig Winterstein (22, S. 144) zeigen, daß das aus Pilzsubstanz gewonnene **Mykosin** identisch mit dem schon längere Zeit bekannten Chitosan sein müsse, da beide Körper mit Salzsäure behandelt, salzsaures Glukosamin ergaben. Uns interessiert hier nur der mikrochemische Nachweis des Chitins und daher übergehen wir alle weiteren Arbeiten auf dem Gebiete der Makrochemie und verweisen auf die ausführlichen Referate in den Arbeiten von Zellner (24) und Czapek (2, S. 632).

Das Chitin, das tierische sowohl wie das pflanzliche, gibt mit verdünnter Jodjodkalilösung eine intensive Braunfärbung und auf Zusatz von verdünnter Schwefelsäure oder Chlorzinkjodlösung färbt es sich violett. Diese Reaktion ist aber nicht eindeutig und hat oft zu Verwechslungen mit Zellulose geführt; außerdem tritt der Umschlag von Braun in Violett bei den zu untersuchenden Objekten nicht immer ein. Man hat daher versucht, das Spaltungsprodukt des Chitins, das Chitosan zum mikrochemischen Nachweis heranzuziehen.

Als erster hat van Wisselingh (16) 1898 eine Methode ausgearbeitet, um auf diesem Wege Chitin mikrochemisch nachzuweisen. Er brachte die zu untersuchenden Präparate mit konzentrierter Kalilauge in Glasröhrchen, die zugeschmolzen und in einem Ölbade bis auf 180 Grad C erwärmt wurden. Hierauf entfernte er die Kalilauge mit Alkohol, verdrängte diesen nach und nach mit Wasser und versetzte das Präparat auf dem Objektträger mit Jodjodkalilösung und sehr verdünnter Schwefelsäure. Die chitinhülligen Zellwände zeigten eine schön hellrotviolette Färbung, deren Intensität von der Menge des vorhandenen Chitosans (Mykosin nach van Wisselingh) abhängig war.

Mit Hilfe dieser Reaktion hat van Wisselingh und später Wester (20) eine große

Anzahl Pilze untersucht und das Vorhandensein des Chitins bei fast allen höheren Pilzen, mit Ausnahme von Peronosporéen und Saprolegniazeen nachweisen können. So erhielt van Wisselingh bei den Sporenhäuten von *Plasmodiophora Brassicae* Wor. (Kohlhernie) deutliche Chitinreaktion; nach Wester sei dies der einzige Fall von Chitin bei Myxomyceten. In Stiel und Fruchtkörper der höheren Pilze (Basidiomyceten, Gasteromyceten) war die Anwesenheit des Chitins schon längere Zeit durch die chemischen Analysen bekannt. So hat Scholl (13, S. 1035) aus *Boletus edulis* (Herrenpilz), Zellner (25, S. 141), *Amanita muscaria* (Fliegenpilz) etwa 5 bis 6 % bzw. 4 % des trockenen Rohmaterials als Chitin erhalten. Ebenso konnte Gilson bei *Cantarellus cibarius* Fr. (Eierschwamm), *Polyporus officinalis* (Zunderschw.) und *fumosus*, *Russula*-, *Boletus*-, *Tricholoma* und *Bovista*-Arten Chitin nachweisen.

Da Chitin ein stickstoffhaltiges Kohlenhydrat ist, das in Säuren wie in Pepsin-Salzsäure unlöslich ist, so war dieser Nachweis auch für die Bewertung der Pilze als Nahrungsmittel maßgebend. Röttger (12) hat gezeigt, daß die Stickstoffsubstanz der Pilze zum großen Teil (20—37 %) aus Nichteiweißstoffen, also unverdaulichen Bestandteilen besteht.

Der angeblich hohe Nährwert der Pilze, der ja nach dem Stickstoffgehalt angegeben wird, ist dadurch sehr zweifelhaft geworden.

Auch bei Schimmelpilzen (*Aspergillus*, *Sporodinia*, *Mucor*-Arten), bei Brand- und Rostpilzen ist der Nachweis des Chitins geglückt.

Viel schwieriger gestaltete sich dieser bei den niederen Pilzen, den Bakterien. — Nach der älteren Ansicht von Nägeli (10, S. 422), Nencki und Schaffer (11) und anderen bestehen die Zellhäute der Bakterien aus reiner Zellulose. Nun konnte Emmerling (3) bei der chemischen Untersuchung der Zellhäute des Sorbosebakteriums Stickstoff¹⁾ nachweisen und damit war die Annahme von Zellulose als Membransubstanz sehr ins Wanken geraten. Als man später allgemein erkannte, daß Chitin bei den höheren Pilzen

¹⁾ Stickstoffgehalt 2—3 %; Sorbosebakterium ist nach Emmerling identisch mit Bakt. xylum, vergleiche hiezu die Ergebnisse Hennebergs (6, S. 789)!

die Stelle der Zellulose vertrete, war es nahelegend, die Bakterien daraufhin zu untersuchen.

Die von van Wisselingh angestellten Versuche hatten aber negative Resultate ergeben, ebenso konnten Garboswki (4) bei *Bacillus luteus* Sm. u. B. und *Bac. tumescens* Zopf und Wester (20) bei *Coli*-Bakterien und *Staphylococcus aureus* Rosenb. Chitin nicht nachweisen.

Inwieweit dieser negative Ausfall der Chitinreaktion der Bakterienmembran gegen die Anwesenheit eines chitinartigen Körpers sprach, ließ sich damals nicht entscheiden. Garbowski (4, S. 54) konnte nach kurzer Vorbehandlung mit Eau de Javelle durch Jodjodkalilösung eine schwach rötliche oder bläulichviolette Färbung beobachten.

Erst Viehoveer ist es gelungen, Chitin positiv in der Zellmembran der Bakterien nachzuweisen. Er benützte eine schon von Garbowski angegebene Modifikation der van Wisselinghschen Methode und womöglich sporenführendes Bakterienmaterial. Viehoveer (18, S. 445) gibt hiezu folgende Anleitung:¹⁾ „Zur Ausführung der van Wisselinghschen Chitinreaktion werden mehrere Ösen kräftig entwickelter Reinkulturen in kleine, mit etwa 1 ccm 50%iger Ätzkalilösung beschickte Glasröhrchen gebracht, die Gläschen dann zugeschmolzen. Da in der Literatur eine Angabe über die erforderliche Dauer der Erwärmung für Bakterien nicht zu finden war, wurden Versuche bei 15, 60 und 90 Minuten langer Einwirkung von 6 Atmosphären im Autoklaven angestellt. Das Ergebnis war, daß eine 15 Minuten lange Erhitzung im Autoklaven bei 6 Atmosphären Druck = 164 Grad C für *Bacillus probatus* und *Sporodinia grandis* völlig ausreichte.²⁾ Nach dem Erkalten wird das Gläschen geöffnet und der Inhalt in ein steriles Spitzglas entleert und absitzen gelassen oder in einer kleinen Handzentrifuge abgeschleudert. Die überstehende Flüssigkeit wird mit einer Pipette abgesaugt, der Bakterienrest nacheinander mit 75 %, 50 % und 25 % Glyzerinalkohol und nachher mit Glyzerin und Wasser in demselben Verhältnis sorgfältig gewaschen,

¹⁾ Einige Änderungen, die sich bei meinen eigenen Versuchen als praktisch ergaben, habe ich hinzugefügt.

²⁾ Nach Wester ist das Chitin in den Pflanzenobjekten durch langsames und gleichmäßiges Erhitzen auf 160 Grad C gewöhnlich vollständig in Chitosan umgesetzt.

hierauf auf den Objektträger übertragen und mit einem Deckglas bedeckt, das an zwei gegenüberliegenden Seiten mit Wachsstreifen auf dem Objektträger befestigt wird. Dann läßt man im Überschuß durch Absaugen mit Fließpapier Jodjodkalilösung zu dem Präparat fließen und verdrängt diese wieder in gleicher Weise völlig durch überschüssigen Zusatz von 1%iger Schwefelsäure. Die Chitosanreaktion wird erst sichtbar, sobald das Jod durch Schwefelsäure völlig verdrängt ist. Die Färbung ist violettrot, mit Übergängen von braunviolett bis schwarzviolett; auch tritt die Reaktion nicht immer und nicht bei allen Bakterien auf. Notwendig ist eine starke Vergrößerung. Ich verwende Reicherts Kompensationsokulare 12 und 18 und homogene Inversion $\frac{1}{12}$. — Viehoveer konnte bei folgenden Bakterien positive Chitosanreaktion beobachten: *Bacillus alvei* Krompecher, *B. asteroides* A. M. (nicht bei Oidien), *B. amylobacter* A. M. u. Bredem. (nicht bei Oidien und Sporangien), *B. fusiformis* A. M. u. Bredem. (dto.), *B. luteus* Sm. u. Bak. (dto.), *Urobacillus Lenbii* Beyerl., *U. Pasteurii* Mign., *Bacillus probatus* A. M. u. Vieh., *B. robur* A. M. u. Neide (nicht bei Oidien und Sporangien), *B. sphaericus* A. M. u. Neide (dto.), *B. subtilis* Cohn (nicht bei Oidien), *B. tumescens* Zopf, *Sarcina ureae* Beyerl.

Daß aber das Chitin nicht ausschließlich die Membransubstanz der Bakterien bildet, zeigt das häufig negative Ausfallen der van Wisselinghschen Probe. Garbowski (4, S. 54) und auch Viehoveer (18, S. 447) haben bei *Bacillus asteroides* durch konzentrierte Kalilauge allein eine schwache Rotfärbung erhalten, die auf Zusatz von Schwefelsäure verschwand. Bei Behandlung mit Jodjodkalilösung trat Braunfärbung ein, die aber mit Schwefelsäure nicht in Violett umschlug. Henneberg (7, S. 797) konnte bei *Bacterium xylinum* Zellulosereaktion beobachten. Merkwürdig ist, daß die Zellmembran der Saccharomyceten (Hefen) weder Zellulose noch Chitinreaktion geben. Will (21, S. 187) hat bei einigen Hefearten Schwärzung der Zelloberhäute mit Osmiumsäure beobachten können und man nimmt heute an, daß diese aus Pektose oder Callose bestehen.

Der Chitinnachweis nach obiger modifizierter van Wisselinghscher Methode gelingt

auch mit tierischem Chitin immer, manchmal mit besonders schönem Farbenton. So habe ich die weiche Flügelmembran von Käfern und Libellen untersucht, ebenso Darmpartien und Tracheen mit Kalilauge im Autoklaven behandelt. Bei den beiden zuletzt erwähnten Objekten blieb die chitinige Intima allein zurück und konnte so sehr gut beobachtet werden.

Der einzige Nachteil der van Wisselinghschen Methode ist ihre Umständlichkeit und häufig springen die zugeschmolzenen Röhrchen, selbst bei der sorgfältigsten Behandlung, was bei seltenem oder schwer beschaffbarem Material oft einen unerseztlichen Verlust bedeutet. Man hat daher von vielen Seiten versucht, die Methode abzuändern und zu vereinfachen. Vouk (19)¹⁾ hat festgestellt, daß schon ein Erhitzen über der Bunsenflamme genügt, wenn man sehr konzentrierte Kalilauge verwendet. Er läßt die Objekte in einem Becherglas in 100 ccm gesättigter Kalilauge sieden (ca. 110 Grad) und wäscht nach 20—30 Minuten mit Alkohol aus und konnte bei einer Reihe von Pilzen die Chitosanreaktion nachweisen. J. Spék (15) verfährt folgendermaßen: Das Objekt wird zunächst mit starker Kalilauge gekocht, dann wird es in einem Tropfen 50%iger Kalilösung auf dem Objektträger bis zum völligen Verdampfen des Wassers erhitzt und dies mit neuen Tropfen ein- oder mehreremale wiederholt. Hierauf mit 70%igem Alkohol gut gewaschen, in Jodjodkalilösung so lange gebracht, bis es dunkel gefärbt ist und zuletzt in verdünnte Schwefelsäure gelegt. Zu bemerken ist, daß der Objektträger bei dieser Behandlung selten heil davon kommt. Keinesfalls darf man den Tropfen Kalilauge in der Mitte des Objektträgers erhitzen, sonst ist Springen unvermeidlich. Man muß das Verdampfen in einer Ecke vornehmen. In neuester Zeit hat A. Koehler (8) im Anschluß an die Angaben Speks eine andere Modifikation angegeben, welche er bei der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Sporenschale von *Nosema apis* Zander in Anwendung brachte. Dieser zu den Cnidosporidien (Sporozoön) gehörige Parasit bildet seine 5—6 μ großen Dauerformen im Darmepithel der sogenannten *nosemakranken* Bienen aus. Beim Zerzupfen eines solchen infizierten Darmes

ist nach Koehler der Objektträger bedeckt von einer milchweißen Flüssigkeit, die die Sporen in ungeheurer Menge enthält. Koehler vermutete auf Grund verschiedener Reaktion (z. B. mit Jodjodkalilösung), daß die Wände dieser Sporen aus Chitin bestehen und wandte die van Wisselinghsche Methode zu dessen Nachweis an. Da diese ersten Versuche negativ ausfielen, modifizierte Koehler (8, S. 86) die Methode wie folgt: „Nach dem Erhitzen des sporenhaltigen Darmes mit 20%iger Kalilauge im Reagenzglas während 3—4 Minuten wurde der die Sporen enthaltende Bodensatz mit 50%iger Kalilauge 2—3mal unter wiederholtem Zusatz neuer Lauge zum Trocknen eingedampft. Wurde nun mit Alkohol die Lauge entfernt und Jodjodkalilösung hinzugefügt, so färbten sich die Sporen intensiv braun. Gibt man nun verdünnte Schwefelsäure hinzu und beobachtet unter dem Mikroskop, so ist dieselbe prächtige Violettfärbung an den Sporen zu beobachten, wie man sie bei derselben Behandlung, z. B. an den Flügeln der Biene erzielen kann.“

Der Nachweis des Chitins in tierischen Dauersporen ist daher zum erstenmal für *Nosema apis* Zander erbracht. Es ist nun die Annahme naheliegend — wie dies auch Koehler vermutet —, daß sich auch bei anderen, besonders bei Insekten, also Chitinbildnern, auftretenden Parasiten die Chitosanreaktion in stärkerer Weise zeigen wird.¹⁾ Für *Empusa muscae* hat bereits van Wisselingh den positiven Ausfall der Reaktion berichtet. Auch bei Bandwürmern (Taenien) soll der Nachweis geglückt sein.

Nach diesen Untersuchungen besteht kein Zweifel, daß Chitin nicht nur im Tierreich, sondern auch im Pflanzenreich weit verbreitet ist. Freilich ist es bei diesen auf die Pilze und Bakterien beschränkt, hier aber das gebräuchlichste Zellwandmaterial. Trotz zahlreicher Untersuchungen ist noch viel Neues auf diesem Gebiet zu entdecken und wer sich eingehender damit befassen will, sei auf die neuesten Arbeiten von van Wisselingh (17) und H. Brunswick (1) verwiesen.

¹⁾ Referent hat mit diesbezüglichen Untersuchungen nach der von Viehoever modifizierten Chitosanreaktion bereits begonnen und wird über die Ergebnisse auch an dieser Stelle berichten.

¹⁾ Vgl. auch Mikrokosmos 1916/17, Heft 10, S. 198.

Literatur.

1. Brunswik, H. Über die Mikrochemie der Chitosanverbindungen. — Biochem. Zeitschrift, Bd. 113, 1921, S. 111.
2. Czapek, Fr. Biochemie d. Pflanzen. 2. Aufl., Bd. 1, 1913, S. 629 ff.
3. Emmerling, O. Zur Kenntnis des *Sorbosebakteriums*. — Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 32, 1899, S. 541.
4. Garbowski, L. Über Abschwächung und Variabilität bei *Bac. luteus* Sm. et Bak und *Bac. tumescens* Zopf. Dissert. Marburg 1907.
5. Gilson, F. Das Chitin und die Membran der Pilzzellen. — Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 28, 1895, S. 821.
6. Gilson, F. Chem. Zentralblatt 1895, I, S. 1113 (zit. n. Czapek).
7. Henneberg, W. Zur Kenntnis der Schnellsegg- und Weissiggbakterien. — Ref. Centralbl. f. Bakt. II. Abtlg. Bd. 17, 1907, S. 789.
8. Koehler, A. Über die chem. Zusammensetzung der Sporenschale von *Nosema apis* Zand. — Zool. Anzeig. Bd. 53, 1921, S. 85.
9. Kostka, G. Die Anatomie des Maikäfers. — Mikrokosmos, Jg. 14, S. 141 und 153.
10. Nägeli, K. v. Über die chemische Zusammensetzung der Hefe. — Journ. f. prakt. Chem. 1878, Bd. 17, S. 403.
11. Nencki u. Schaffer. Über die chem. Zusammensetzung der Fäulnisbakterien. — Journ. f. prakt. Ch. 1880, Bd. 20 (Separatum).
12. Röttger, H. Lehrbuch der Nahrungsmittelchemie. — Leipzig 1907.
13. Scholl, E. Die Reindarstellung des Chitins aus *Boletus edulis*. — Monatshefte f. Chem. Bd. 29, 1908, S. 1023.
14. Schütte, L. Die Tönnchen der Musciden. — Zool. Anzeiger Bd. 53, 1921, S. 49.
15. Spek, J. Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung und Entwicklung der Radula d. Gastropoden. — Z. f. wiss. Zool. Bd. 118, 1919, S. 313.
16. Van Wisselingh. Mikrochemische Untersuchungen über die Zellwände der Fungi. — Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 31, 1898, S. 619.
17. Van Wisselingh. Über die Anwendung der in der organischen Chemie gebrauchten Reaktionen bei den phyto-mikrochemischen Untersuchungen. — Folia microbiologica Jg. 3, 1915, Heft 3. (Ausführliches Ref. Z. f. wiss. Mikroskop. Bd. 32, 1915, S. 343.)
18. Viehöver, A. Über den Nachweis von Chitin bei Bakterien. — Ber. d. d. bot. Ges. 1912. Bd. 30, S. 443.
19. Vouk, V. Zur Kenntnis d. mikrochemischen Chitin-Reaktion. — Ber. d. d. bot. Ges. 1915, Bd. 33, S. 413.
20. Wester. Studien über d. Chitin. — Diss. Bern, 1909.
21. Will, O. Eine Mykoderma-Art und deren Einfluß auf Bier. — Zeitschrift f. d. ges. Brauwes. Bd. 23, 1900, S. 185.
22. Winterstein, F. Zur Kenntnis der in Membranen der Pilze enthaltenen Bestandteile. — Zeitschrift f. phys. Ch. Bd. 21, 1895, S. 134.
23. Winterstein, F. Über die Spaltungsprodukte der Pilzzellulose. — Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 28, 1895, S. 167.
24. Zellner, J. Chemie der höheren Pilze. — Leipzig 1907, S. 123.
25. Zellner, J. Zur Chemie des Fliegenpilzes (*Amanita muscaria*). IV. Mitteil. Monatsh. f. Ch. Bd. 32, 1911, S. 133.

Bücherschau.

Strasburger, Das botanische Praktikum, 6. Aufl., von Dr. M. Koernicke. Jena, 1921. Brosch. M. 120.—, geb. M. 135.—.

Seit dem Tode E. Strasburgers erscheint diese Tage von der Hand Prof. Koernickes-Bonn das große Praktikum zum zweiten Mal in neuer Auflage. Trotz mannigfacher Erschwernisse, mit denen z. B. bei der Beschaffung der notwendigen Literatur gerechnet werden mußte, konnte das Buch schon jetzt vollkommen neu durchgearbeitet und auf den heutigen Stand unseres Wissens gebracht werden. Zahlreich sind die Literaturbelege, wodurch die Möglichkeit, sich in eine auch ferner stehende Materie einzuarbeiten, leicht und schnell befriedigt wird. Aber trotz der Fülle des neu aufgenommenen Stoffes ist der Umfang (26 + 873 Seiten) gegenüber der letzten Auflage nicht gewachsen, indem minderwichtige Abschnitte ausgeschaltet oder gekürzt wurden. Vor allem

finden wir eine gewaltige Menge mikroskopisch-technischer Angaben hier zusammengetragen. Die Orientierung ist durch die Beigabe eines allgemeinen (V.) Registers wie durch die gesamte übersichtliche Anordnung leicht und bequem. Da, von Ausnahmen abgesehen, als Objekte für die spezielleren Untersuchungen gewöhnlich Pflanzen ausgewählt wurden, die nicht übermäßig schwer zu beschaffen sind und eine nicht zu kurze Lebensdauer besitzen, ist das Praktikum auch von Lesern des Mikrokosmos zu gebrauchen, sofern sie eine gewisse Übung in der mikroskopischen Technik sich aneignen vermöchten. Vermißt habe ich auch diesmal wieder die Kombination von Schnittbildern desselben Objekts nach Art der mikroskopischen Modelle Hencklers. Im ganzen wird das Werk wie seine Vorgänger als Handbuch herangezogen werden können und wie diese gleichfalls der Forschung wichtige Förderung bringen. Dr. Pf-r.

Einführung in die mikroskopische Lebewelt städtischer Straßenrinnen und Pfützen.

(Forts. von S. 53.) Von **H. Pfeiffer**, prom. z. Dr. phil. in Washing. D.C.

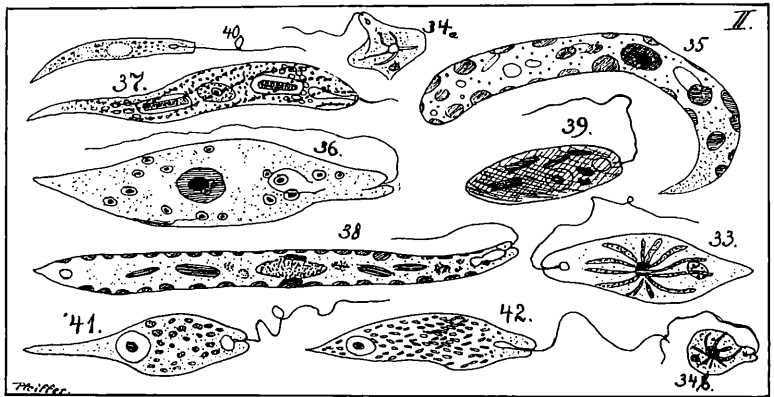
III. Kapitel. Augentierchen (Eugleninen).

Soweit die Augentierchen nicht in andern Pflanzen oder Tieren (endophytisch) vorkommen, sind sie meist Wasserbewohner. Nur ganz wenige kommen als Bewohner der doch oft trocken gelegten Straßenrinnen in Frage. Diese sind aber dafür fast stets anzutreffen, wenigstens nach voraufgegangener Benetzung mit Regen- oder Sprengwasser. Sobald der gesammelte Erd- oder Schlammrest zu Hause mit Wasser übergossen ist, gelingt es leicht, die Lebewesen zu erkennen und auf den Objektträger zu überführen. Die erste Untersuchung erfolgt wie stets in Wasser. Abgetötet wird am besten mit Sublimatalkohol (10 g Sublimat, 100 cm³ Wasser, 100 cm³ absol. Alkohol, 2 cm³ Eisessig). Alsdann wird in der sonst bekannten Weise in Kanadabalsam übertragen. Zum Studium des Geißelapparates mußte nach der Fixierung entweder mit Hämatoxylin oder mit Pikrokarmün gefärbt werden.

Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin: nach Fixierung für 5 Min. in dest. Wasser; färben 1/2 Std. (1 g Farbstoff in 100 cm³ Wasser); Differenzierung in dest. Wasser (Zusatz: 2 Tropfen Essigsäure), dabei ständig unter dem Mikroskop kontrollieren; in Leitungswasser abspülen, bis die rot gewordenen Präparate wieder schön blau aussehen; Nachfärbung 10 Min. in Eosin; kurz in 75 Prozent Alkohol abspülen; dann steigende Alkoholstufen, Mischung Alkohol-Xylol, Kanadabalsam. — Vergl. das etwas unterschiedene Verfahren bei H. Sieben, Einführung in die b. Mikro-Technik, Jena 1913, S. 57 f.

Die Familien der Eugleninen sind nach dem Vorhandensein (Euglenazeen) oder Fehlen der Chromatophoren (Astasiazeen) unterschieden. Von der bekannten *Euglena viridis* Ehrb. (Taf. II, Abb. 33-34), die vielleicht in der *var. stagnalis* Francé auch in der Lebewelt

der Straßenrinnen vertreten ist und von sternförmigen Chromatophoren charakterisiert wird, unterscheiden sich die Euglenen der Schmutzrinnen durch scheibenförmige Chromatophoren. Die Zellen von *E. deses* Ehrb. (Abb. 35) sind 6—7mal so lang als breit, die von *E. spirogyra* Ehrb. (Abb. 37) und *E. intermedia* Schmitz (Abb. 38) dagegen etwa 10mal, die der letzten außerdem recht auffällig mit spiraligen Membranstreifen verziert. Allerdings sind alle drei etwas variabel, worüber im Bedarfsfalle die Literatur einzusehen wäre.



Tafel II: Eugleninen. 33. *Euglena viridis* Ehrb. 34 a-b ebenso lebend und in zuckender Bewegung. 35. *E. deses* Ehrb. 36. *E. granulata* Lemm. 37. *E. spirogyra* Ehrb. 38. *E. intermedia* Schmitz. 39. *Astasia inflata* Duj. 40. *A. curvata* Klebs. 41. *A. Klebsii* Lemm. 42. *A. Dangeardii* Lemm. (Abb. 34 bei 160, alle übrigen 325fach vergr.)

An der breiten Spindelform fallen die am Ende kurz zugespitzten Zellen von *E. granulata* Lemm. (Abb. 36) auf, deren Haut mit Körnchenreihen besetzt ist.

Nur vereinzelt treten auch *Astasia*-Arten auf. Eiförmige abgeplattete Zellen hat *Astasia inflata* Duj. (Abb. 39). Die der andern sind halbmondförmig gekrümmt wie bei *A. curvata* Klebs (Abb. 40) oder spindelförmig: die von *A. Klebsii* Lemm. (Abb. 41) schwanzartig ausgezogen, wodurch der Kern in der Mitte festgehalten wird, die von *A. Dangeardii* Lemm. (Abb. 42) ohne solche Spitze, so daß der Kern ans Hinterende getreten ist.

Biologisches. Die Bewegung ist mehr oder weniger kriechend, wobei metabolische Veränderungen der Körpergestalt eintreten, zuweilen auch die Geißel als Stütze beim Vorwärtsgehen benutzt zu werden

scheint. Nicht selten wird die Geißel aber auch starr nach vorn gerichtet, so gleichsam als Tastorgan dienend. Klebs (Zeitschr. f. wiss. Zool. LV) beschrieb m. W. als erster die einzelnen Vorgänge bei der Bewegung. Das schmale, spitze Hinterende wird lang ausgezogen. Die ganze Körpermasse strömt scheinbar hinein. Es schwillt an, und je mehr das vordere sich in das hintere Ende hinzieht, rückt die Anschwellung mehr und mehr nach vorn, bis das schmal gewordene Vorderende in sie hineinfließt. In demselben Moment wird das Hinterende wieder ausgezogen, schwillt wieder an, und so geht es fort. Ganz so lebhaft wie bei der bekannten *E. viridis* geht allerdings bei den oben genannten Arten die Formveränderung nicht vor sich. *E. deses* ist z. B. meist flach ausgebreitet.

Die Spiralstreifen sollen nach Hamburger als elastische Elemente der Haut den wahrscheinlich zusammenziehbaren helleren Zwischenstreifen entgegenwirken, im übrigen gleichsam ein äußeres Skelett darstellen.

Die Entwicklung der Zysten beschreibt Möbius, Mikroskop. Praktikum f. systemat. Bot. II, Berlin 1915, S. 7. — Die wichtigsten Abhandlungen über Eugleninen und Flagellaten aus den letzten Jahren sind von Pascher (Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. XXIX, S. 193; XXXII, S. 136; XXXIV (1916), S. 440; Arch. f. Protistenk. XXV (1912), S. 153; XXXVI (1915), S. 81) sowie von Senn (Zeitschr. f. wiss. Zool. XCVII, 1911, S. 605) und Ternetz (Jahrb. f. wiss. Botan. LI, 1912, S. 435) geschrieben.

IV. Kapitel. Blau- oder Spaltalgen (Cyanophyceen oder Schizophyceen).

„Im Winter schläft die Natur“, lautet ein alter Spruch, aber ein unwahrer, der die rastlos tätige Mutter alles Lebens verleumdet. Blau- und die noch zu erwähnenden Grünalgen wissen das ganze Jahr hindurch zu leben und sich fortzupflanzen, sobald nur einige Tage frostfreies Wetter geherrscht hat. Meist fallen sie schnell durch ihre blaugrüne Farbe auf. Die Lager einiger Arten von Gloeocapsa, Oscillatoria, Cyndrospermum und Scytonema sind jedoch fast schwarz oder doch so dunkel, daß sie von den Erdteilchen zwischen den Straßensteinen mit bloßem Auge nicht zu unterscheiden sind. Beim Sammeln empfiehlt es sich, die Schlamm Masse auf weiße Teller zu bringen und mit Wasser zu bedecken. Dann lockern sich die Algenrasen und können am besten von ihrem Grunde gelöst werden. Praktisch ist es, sie mit den jetzt noch anhaftenden Erdteilchen auf weißes Papier zu bringen, bis sie auf möglichst einfache Weise zu mikroskopischen Präparaten verarbeitet werden. Häufig lohnt es sich auch, die Überzüge des Schlammes zu Hause weiter zu kultivieren. Dazu legt man sie auf einen Teller, auf den man täglich etwas Wasser gießt. Man erhält so nach einiger Zeit zuweilen Arten, die ursprünglich nur spärlich vertreten waren, in größerer Menge oder in fast reinen Rasen. Die beweg-

lichen Oszillatorien kriechen dann auf den Teller über, der dadurch wie mit grünen Strähnen bedeckt erscheint. Legt man unter das Rasenstück einen Bogen Schreibpapier, das immer feucht gehalten wird, so kann man sie zum Überkriechen veranlassen.

Nur für schon erfahrene Mikroskopiker empfiehlt sich die Anwendung von Färbeverfahren zur Untersuchung des Zellinhalts.¹⁾ Die Fixierung muß durch schnell wirkende Mittel (Kochen in Wasser mit Formalinzusatz) geschehen. Das fixierte Material wird in stark verdünntem²⁾ Glycerin aufbewahrt (Mischungsverhältnis 1:50). Dann verdunstet das Wasser, und die Zellen bleiben in reinem Glycerin zurück. Daraus werden die Pflänzchen in Glyzeringelatine übertragen, die man in ein flaches Schälchen gegossen hat. In Glyzeringelatine werden sie aufbewahrt, nachdem man einen Lackring hergestellt hat. Zu langes Liegen abgetöteter Pflänzchen muß vermieden werden, da Wasser den in ihnen enthaltenen Farbstoff (Phyochrom) löst. — S. auch Mikrok. VI, S. 166 und IX, S. 182.

Die Spaltalgen sind einfach gebaute, teils einzellige, teils mehrzellige, fadenförmige Lagerpflanzen, deren Zellen oder Fäden häufig durch Gallerte, die durch fortgesetzte Verquellung der Außenschichten der Membranen entsteht, zu Kolonien vereinigt erscheinen. Bei Fäden nehmen die Gallerthüllen das Aussehen von richtigen Scheiden an. Wichtig sind die Bildungen an den Enden der Fäden oder ihrer Verzweigungen. Außer wirklichen kommen auch scheinbare Verzweigungen vor, indem nach Reißen der Scheiden die Fädenabschnitte seitlich hervorquellen und als „falsche“ Äste weiterwachsen. — Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle vgl. das gleichnamige Werk von Kohn, Jena 1903.

§ 1. Streng einzellige Algen, die nicht zu längeren Fäden vereinigt, meist allerdings durch Gallertmassen in verschieden geformten Familien zusammengehalten sind.

Zuweilen sind die Familien von stets gleicher Gestalt. Aus dieser Gruppe scheint nur eine Art den Straßenrinnen eigentümlich zu sein, nämlich *Onco-byrsa punctiformis* Pfeiff. (? *Polycoccus punctiformis* Kg.) Diese Spaltalge bildet kugelige, dunkel- bis schwärzlichgrüne Lager von der Größe eines Stecknadelkopfes, die aus vielen mit dünner, gemeinsamer Hülle versehenen Familien bestehen. Auch die Einzelzellen sind kugelig, allerdings an der einander zugekehrten Seite etwas abgeplattet (Taf. III, Abb. 43).³⁾

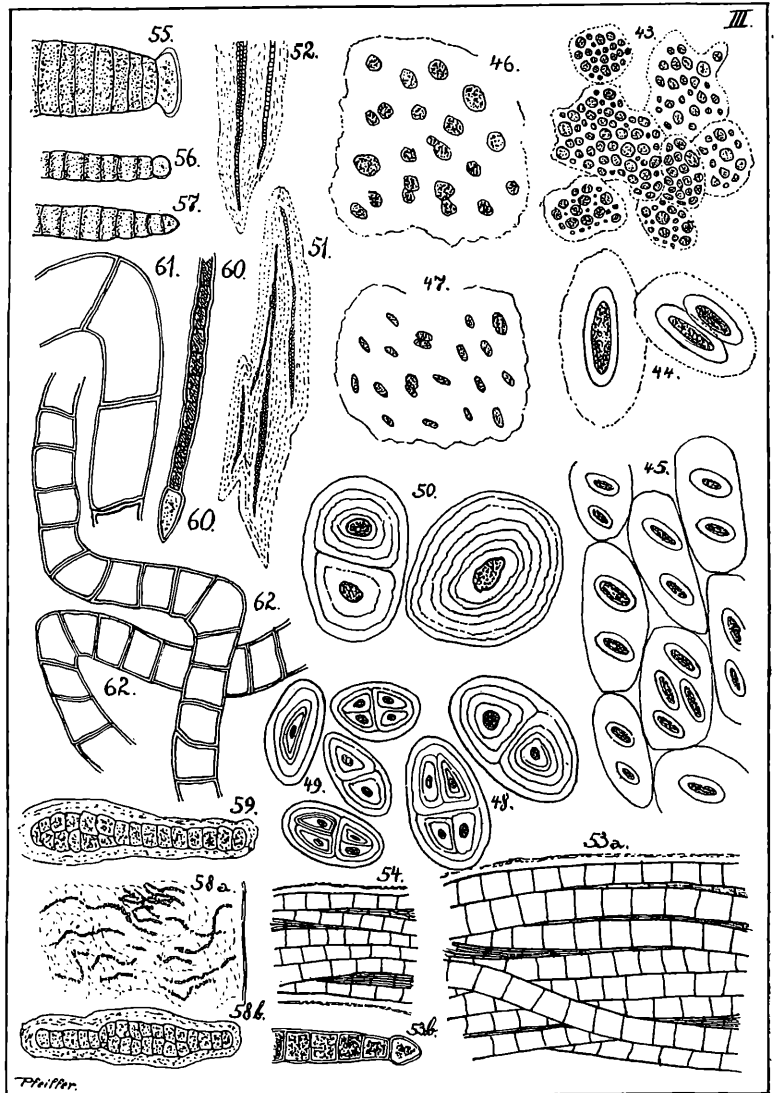
¹⁾ Als neueste Abhandlung vgl. Baumgärtel in Arch. f. Protistenk. XLI (1920) S. 50 ff.

²⁾ Sonst schrumpfen die Zellen.

³⁾ *Thallus globosus obscurus atrovirens* usque 1 mm in diametro, e familiis pluribus obscuris compositus; involucrem mucosum promiscuis familiarum tenuae; cellulae globosae vel deplanatae 2,9—4,2 μ . crassae.

Häufiger ist die Gestalt der Familien unbestimmt. In diesem Falle ist für die Erkennung die der Einzelzellen maßgebend. Längliche oder zylindrische Zellen haben *Gloeotheca monococca* Rabenh. (Abb. 44), deren Zellen mit amethystfarbenen, mehrfach geschichteten, etwa $3\ \mu$ dicken Hüllen versehen sind, und die nach der Farbe äußerst wechselnde *G. rupestris* Bor. (Abb. 45) mit farblosen oder schwach bräunlichen Zellmembranen. Bei beiden bleiben nach der Spaltung die Membranen der Mutterzelle erhalten, so daß die Zellen darin wie vielfach eingeschachtelt erscheinen. Dasselbe gilt von den gleich zu erwähnenden, sicher engverwandten *Gloeocapsa*-Arten im Gegensatz zu den braune oder gelbbraune Lager bildenden *Aphanocapsa testacea* Naeg. (Zellen bis $10\ \mu$ dick; Abb. 46) und *A. brunnea* Naeg. (Zell-dicke etwas über die Hälfte; Abb. 47). Von *Gloeocapsa* sind von uns zu erwähnen: *Gl. coracina* Kg. (Lager schwärzlich, Familien 1-8 zellig; Abb. 48) und *Gl. quaternata* Kg. (Lager rotbraun oder schmutziggrün, Familien 1-4 zellig; Abb. 49), deren Zellen im Durchmesser im Höchstfalle der Dicke der Hülle entsprechen, sowie *Gl. polydermatica* Kg. (Abb. 50), die sich durch die vielfach geschichteten Hüllen auszeichnet, wodurch die Zellen oft nur $\frac{1}{4}$ der Dicke der Gallertdecke ausmachen; ihre ziemlich festen Lager sind schmutzig-bräunlich bis olivgrün.

Ähnelt durch die Form der Zellen der *Microcystis punctiformis* Kirchn., unterscheidet sich aber von dieser Gattung durch die feststehenden, zu traubenartigen Reihen angeordneten, warzigen, polster- oder höckerförmigen Familien. Die Art kommt der *O. rivulans* Menegh. (aus Bächen) am nächsten, ist aber im ganzen kleiner, auch in der Anordnung ihrer Zellen zu Familien deutlich verschieden.



Tafel III: Schizophyzeen. 43. *Oncobrysa punctiformis* Pfeiff. 44. *Gloeotheca monococca* Rabenh. 45. *Gl. rupestris* Bor. 46. *Aphanocapsa testacea* Naeg. 47. *A. brunnea* Naeg. 48. *Gloeocapsa coracina* Kg. 49. *Gl. quaternata* Kg. 50. *Gl. polydermatica* Kg. 51. *Schizothrix* (§ *Hypheothrix*) *tenuissima* Rabenh. 52. *Schizothrix* (§ *Hypheothrix*) *thermatis* Rabenh. 53. *Chthonoblastus Vaucheri* Kg. 54. *Ch. aeruginosus* Kg. 55. *Oscillatoria saneta* Kg. var. *aequinoctialis*. 56. *O. terestris* Kg. 57. *O. autumnalis* Ag. 58. *Nostoc Pedemontanum* Rabenh. 59. *N. commune* Vauch. 60. *Cylindrospermum* spec. 61. *Scytonema ocellatum* Lyngbye. 62. *S. Hofmanni* Ag. (Abb. 57 a bei 75facher, alle übrigen bei 325facher Vergr.)

§ 2. Zellen zu längeren Fäden vereinigt. In dieser Gruppe nehmen die gallertigen Zellhüllen infolge ihrer Zähigkeit meist den Charakter von Scheiden an. — Zuweilen liegen die aus langgestreckten Zellen bestehenden Fäden dicht nebeneinander und besitzen zu mehreren gemeinsam eine durchsichtige Scheide, die erst durch Zusatz einer Safraninlösung deutlicher sichtbar wird. *Chthonoblastus Vaucheri* Kg. (Abbild. 53) hat Zellen, die $\frac{1}{2}$ —mal so lang als breit sind. Bei *C. monticola* Kg. (Fäden $3\frac{1}{2}$ bis $7\ \mu$ dick) und *C. aeruginosus* Kg. (Fäden

bis $3\frac{1}{4}$ μ dick; Abb. 54) sind sie bis doppelt so lang als breit.

Meistens ist aber jeder Zellfaden von einer eigenen Gallertscheide umgeben. Nur dort finden sich die hier zu erwähnenden *Schizothrix* (§ *Hypheothrix*) *tenuissima* Rabenh. (Fäden bis $1\frac{1}{2}$ μ dick; Abb. 51) und *thermalis* Rabenh. (Fäden bis 2 μ dick; Abb. 52), wo Vorgärten mit alten Laubbäumen an die Straße grenzen und das Regenwasser leicht eine Verbindung zwischen der Lebewelt am Grunde der Bäume und der der Straßenrinnen herbeiführen kann.

Undeutliche Gallertscheiden weist die sehr verbreitete *Oscillatoria autumnalis* Ag. (Fäden 4—7 μ dick; Abb. 57) auf, die von G o m o n t in die Gattung *Phormidium* gestellt wird, indem allen Vertretern von *Oscillatoria* die Scheiden sonst gänzlich mangeln. Die Zellen von *O. sancta* Kg. (Abb. 55), die wie viele Arten der Gattung sehr variabel ist, sind nur $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{2}$ mal so lang als dick, die der selteneren *O. tergestina* Kg. (Abb. 56) $\frac{1}{2}$ —2 mal so lang. Beide treten gewöhnlich regelmäßig auf, wenn der Regen in der Straßenrinne kleine Lachen zurückgelassen hat.

Infolge der starken Verschleimung sind die Gallertscheiden auch bei den Anabaenazeen meist nicht gut sichtbar. Die Gattung *Nostoc* liefert hauptsächlich Wasser-Bewohner, und ihre wenigen Landformen leben zwischen Moosen und Algen an Mauern von Gewächshäusern, an regelmäßig überrieselten Felsen oder auf nackten Stellen von Wiesen und Waldwegen. Ich konnte bislang nur die kleinen Lager von *N. Pedemontanum* Rabenh. (Abb. 58 a/b) beobachten, die auch schon an Blumentöpfen bekannt sind. Vermutlich gehört aber auch die gemeinste Art (*N. commune*

Vauch., Abb. 59) wenigstens in einigen der zahlreichen Formen zu ständigen oder vorübergehenden Bewohnern der Straßenrinnen.

Langgestreckte oder zylindrische Zellen (auffallend länger als dick) zeichnen aus *Cylindrospermum licheniforme* Kg., die nur bei Vorhandensein von Dauerzellen wirklich sicher von *C. minutissimum* Collens unterschieden werden kann (Abb. 60).

Im Gegensatz zu allen in dieser Gruppe besprochenen Spaltalgen sind die Fäden bei den Scytonemazeen verzweigt (und in deutlich erbbare Gallertscheiden eingeschlossen). Ich fand nur die schwarzen oder nach Regenfällen stahlblauen Lager der *S. ocellatum* Lyngbye (Abb. 61), deren Zellen meist etwas kürzer als breit sind. Die verwandte *S. Hofmanni* Ag. (Abb. 62) mit meist deutlich quadratischen Zellen wird aber auch nicht fehlen.

Für die Bestimmung ist die wichtigste Literatur: Bornet et Flahault (Ann. sci. nat., bot., 7. sér. Bd. III—VII); M. G o m o n t (ebenda Bd. XV und XVI); O. Kirchner, Kryptogamenfl. v. Schlesien II, 1. Hälfte. Viele Literaturangaben finden sich bei Hieronymus in Cohns Beitr. z. Biologie d. Pfl. V, S. 461 ff. Arbeiten der letzten Jahre stammen von Fechner (Zeitschr. f. Bot. VII, 1915, S. 289), Pieper (Dissertation Berlin 1915); Klein (Anzeig. Akad. Wien LII, 1915); Nienburg (Zeitschrift f. Bot. VIII, 1916); Schmid (Flora Neue Folge XI, 1918, S. 350 ff.); Harder (Zeitschr. f. Bot. X, 1918, S. 201 ff.); Boresch (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXXVII, 1919, S. 25 ff.) und Funk (daselbst XXXVIII, 1920, S. 267 ff.). Dort sind weitere Angaben nachzuschlagen. (Fortsetzung folgt.)

Methoden zur Fixierung und Einbettung von embryologischem Material.

Von Dr. Ernst Herwig.

Die erste Vorbedingung wissenschaftlicher Arbeiten auf histologischem Gebiet ist eine gute Technik. Ohne gute Technik werden histologische Arbeiten sehr erschwert, wenn nicht ganz unmöglich gemacht. Jede Verbesserung und Vereinfachung der Methoden hat stets auch eine Vertiefung unseres Wissens auf histologischem und damit auch auf histogenetischem Gebiet zur Folge. Daher baut sich jeder Fortschritt zu einem großen Teil auf der vervollkommenen Technik auf.

Bei allen cytogenetischen Fragen, einerlei ob sie am Embryo oder am erwachsenen Tier studiert werden, kommt es ganz besonders darauf an, daß sowohl die Kernstruktur in tadelloser Weise erhalten bleibt und dar-

gestellt, als auch das Cytoplasma mit allen seinen Bestandteilen klar und deutlich zur Anschauung gebracht wird.

Die von vielen Zoologen empfohlene Fixierung mit Zenker-Formol habe ich an Krustazeenmaterial (Hummer, Taschenkrebse usw.), an Vogel- und Säugetierembryonen gründlich ausgeprobt. Diese Fixierungsmethode erhält die Kernstruktur in solch ungenügender Weise, daß derartig fixiertes Material zu embryologischen Studien überhaupt nicht zu gebrauchen ist. Außerdem erleidet das Cytoplasma große Veränderungen, die alle auf die Einwirkung der Fixierungsflüssigkeit zurückzuführen sind.

Es ist daher dringend abzuraten, das

Zenker-Formol als Fixierungsflüssigkeit für embryologische Untersuchungen zu verwenden.

Im folgenden sollen nun die Methoden angegeben werden, die sich am embryologischen Material am besten bewährt haben und von einer großen Anzahl namhafter Forscher Anwendung finden. Die Methoden eignen sich für Organstücke von erwachsenen Tieren gleich gut. Nur müssen dem größeren Volumen und der festeren Gewebsbeschaffenheit der Objekte entsprechend die einzelnen Zeiten des Konservierungsverfahrens in angemessener Weise verlängert werden.

Nach meinen Erfahrungen ist das beste Fixierungsmittel die von Orth angegebene Mischung von Müllerscher Lösung (Kaliumbichromat $2\frac{1}{2}$ g, Natriumsulfat 1 g, Wasser 100 ccm) mit Formol im Verhältnis von 9:1. Die Fixierungsflüssigkeit muß möglichst mit destilliertem Wasser angesetzt sein. Die Müllersche Flüssigkeit kann auf Vorrat angesetzt werden, muß aber dunkel aufbewahrt werden; die Mischung mit Formol darf aber immer nur direkt vor dem Gebrauch geschehen, da das Fixiergemisch sich in kurzer Zeit zersetzt und unbrauchbar wird.

In diese Lösung, die vorteilhaft auf etwa 40 Grad erwärmt wird, legt man die Objekte am besten lebenswarm ein. Wenn man es irgendwie vermeiden kann, soll man die Objekte vorher nicht in physiologische Kochsalzlösung bringen. Die Kochsalzlösung ruft bei zarten embryonalen Geweben in den Zellen starke Veränderungen hervor, die in einer Aufquellung der Kerne und in Wabenbildung des Cytoplasmas bestehen. Hat man Keimscheiben zu fixieren, so läßt man nach ihrer Freilegung zuerst vorsichtig die Fixierungsflüssigkeit einige Minuten mit der Pipette auftropfen und dann erst beginnt man mit der weiteren Präparation und Einlegung in die Fixierungsflüssigkeit.

Kleinere Objekte bleiben in der auf 36 Grad zu haltenden Fixierungsflüssigkeit 4—6 Stunden, größere 12—24 Stunden. Man vermeide es möglichst, die Objekte länger als 24 Stunden zu fixieren, da sonst in den äußeren Abschnitten die Fixierungsflüssigkeit der Färbung großen Widerstand entgegengesetzt. Muß die Fixierungsdauer über 12 Stunden ausgedehnt werden, so ist es ratsam, die Flüssigkeit einmal zu wechseln.

Nach vollendeter Fixierung wäscht man

zunächst die Objekte je nach der Größe und Fixierungsdauer 3—12 Stunden in fließendem Wasser aus und legt sie dann in 50prozentigen Alkohol. In diesem Alkohol können die Objekte einige Zeit aufbewahrt werden, jedoch soll die Einwirkung nicht allzulange dauern, da sonst die Färbung des Cytoplasmas und der Zellgranula nicht tadellos gelingt. Am besten ist es, das Material so frisch wie möglich weiter zu behandeln.

Die Hindurchführung durch die Alkohole verschiedener Grade ist bei Lichtabschluß und so schnell wie möglich vorzunehmen. Bei Keimscheiben und kleineren Embryonen verfährt man so, daß man die Objekte der Einwirkung der einzelnen Alkohollösungen von 50, 60, 70, 80 und 96 % je 20 Minuten aussetzt und im absoluten Alkohol eine halbe bis 1 Stunde beläßt. Bei größeren Objekten müssen die einzelnen Alkohollösungen je $\frac{3}{4}$ bis 1 Stunde einwirken und das Verweilen im absoluten Alkohol muß auf 2—3 Stunden ausgedehnt werden.

Aus dem absoluten Alkohol wird das Objekt in Zedernöl eingelegt. Da es anfangs wegen des Alkoholgehalts oben schwimmt und in seinen oben liegenden Teilen eintrocknen würde, bedeckt man es mit einer feinen Schicht entfetteter Watte, durch die es in das Öl hineingedrückt wird.

Die Objekte bleiben bis zur völligen Aufhellung in Zedernöl liegen, was je nach der Größe des Präparates 2—12 Stunden in Anspruch nimmt. Im Zedernöl können die Präparate ohne Schaden mehrere Tage, ja Wochen liegen bleiben.

Hin und wieder kann es vorkommen, daß bei der Behandlung mit Zedernöl im Gewebe weißliche Stellen auftreten. Das Präparat ist dann zu schnell durch den Alkohol geführt worden und nicht völlig wasserfrei. Sind die weißlichen Stellen von geringer Ausdehnung, so lasse man die Objekte ruhig im Zedernöl, da es alles Wasser aus den Geweben aufnimmt. Andernfalls muß das Objekt nochmals mit absolutem Alkohol behandelt werden.

Das Zedernöl läßt sich ziemlich lange gebrauchen, jedoch ist eine allzulange Verwendung nicht ratsam, da es mit der Zeit zu wasserhaltig wird.

Die Anwendung des Zedernöls macht sich sehr vorteilhaft bemerkbar. Die Gewebe zeigen eine auffallend gute Schneidbarkeit, was bei der Behandlung mit anderen Vor-

medien nicht der Fall ist. Zu diesem Verhalten trägt aber auch in nicht geringem Grade das möglichst schnelle Hindurchführen der Objekte durch den Alkohol bei.

Haben die Objekte genügend lange im Zedernöl verweilt, so werden sie zur Entfernung des Öls in reines Xylol gebracht. Kleinere Objekte verweilen 20 Minuten, größere eine halbe bis 1 Stunde in dieser Flüssigkeit. Zweckmäßig ist es, das Gefäß mit dem Xylol auf den Paraffinofen zu stellen, damit das Präparat schon erwärmt ist, wenn es in das flüssige Paraffin kommt.

Aus dem Xylol bringt man das Objekt direkt in reines Paraffin von 42—44 Grad Schmelzpunkt. In diesem Paraffin bleiben die Objekte 20 Minuten bis 1 Stunde. Aus diesem Paraffin überführt man die Objekte in ein solches von 54—56 Grad Schmelzpunkt, in dem sie $\frac{3}{4}$ bis 1 Stunde liegen bleiben. Hat man größere Objekte zu behandeln, kann man mit Vorteil noch ein Paraffin von 48 bis 50 Grad Schmelzpunkt einschieben, in dem sie $\frac{3}{4}$ Stunde bleiben. In dem Paraffin von 54—56 Grad Schmelzpunkt werden die Objekte in der üblichen Weise eingebettet.

Mit vorstehender Methode erzielt man an embryologischem Material jeder Art ganz ausgezeichnete Erfolge. Die Schnittfähigkeit der Präparate ist ganz hervorragend, so daß man selbst größere Objekte in verhältnismäßig dünne Schnitte zerlegen kann. Mit dieser Methode ist es mir gelungen, Kaninchenembryonen von $3\frac{1}{2}$ cm Länge in Längsschnitte von 5 μ Dicke zu zerlegen. Der Kern und das Cytoplasma der Zelle mit all seinen feineren Bestandteilen erfahren eine vorzügliche Fixierung. Die besten Färbungen sind Hämatoxylin, Hämatoxylin-Eosin, Heidenhain allein und nach Vorfärbung mit Bordeauxrot; für hämatologische Zwecke färbt man mit Azur II-Eosin oder polychromem Methylenblau.

Im folgenden sind nun einige leicht auszuführende embryologische Versuche beschrieben. Um die frühesten Embryonalstadien mancher Tiere zu erhalten und untersuchen zu können, muß man die künstliche Befruchtung anwenden. Sie läßt sich bei Anuren, Teleostiern, Cyclostomen, Echinodermen, vielen Würmern und Cölenteraten leicht ausführen.

Handelt es sich um Amphibien, so tötet

man ein Männchen und ein Weibchen mit Chloroform, öffnet die Tiere unmittelbar nach dem Tode, nimmt die Eier aus dem Uterus, bringt sie in eine Schale und gießt das Wasser, in dem man die Hoden oder besser noch die Vasa deferentia des Männchens zerzupft hat, hinzu. Nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde bringt man die befruchteten Eier in ein kleines Glasaquarium mit frischem Wasser. Von Zeit zu Zeit nimmt man einen Teil der Eier heraus und untersucht mit schwacher Vergrößerung nach geeigneten Entwicklungsstadien.

Die Eier der Knochenfische lassen sich aus den Weibchen durch sanften Druck auf den Bauch leicht austreiben, ebenso entleert man aus den Männchen das Sperma. Da das Sperma der Knochenfische im Wasser sehr rasch abstirbt, gibt man es am besten direkt über die Eier, verteilt es gleichmäßig mit einer weichen Feder oder einem Pinsel, gibt etwas Wasser hinzu und bringt das Ganze nach etwa 10 Minuten in einen Brutapparat mit fließendem Wasser. Man kann dann ebenfalls von Zeit zu Zeit die geeigneten Embryonalstadien aussuchen und fixieren.

Einen derartigen Brutapparat stellt man sich leicht selbst her. Man fertigt eine kleine Holzkiste von etwa 25 cm Länge, 15 cm Breite und 8 cm Höhe an und setzt noch einen mäßig geneigten Schrägboden ein. In die Mitte der einen Schmalseite bohrt man ein Loch, auf der gegenüberliegenden Schmalseite schneidet man ein Fenster aus, das man mit feiner Drahtgaze überzieht. Dann schüttet man vorsichtig die befruchteten Eier auf die tiefste Stelle des Schrägbodens und führt durch das eingebaute Loch der Schmalseite einen Gummischlauch, den man an die Wasserleitung anschließt. Dann läßt man in schwachem Strahl Wasser über den Boden laufen. Das überschüssige Wasser läuft durch das Gazefenster ab, und die Eier werden so stets mit frischem Wasser versorgt (s. Abb.).

Die künstliche Befruchtung der wirbellosen Tiere macht ebenfalls keine Schwierigkeiten. Bei manchen Objekten läßt sich die Befruchtung sogar unter dem Mikroskop vornehmen und das Eindringen des Samenfadens beobachten. Die geeignetsten Objekte zu diesen Beobachtungen sind die Eier von Seeigeln. Man zerschneidet ein Ovarium und einen Hoden in einer flachen Schale mit Seewasser und rührt mit einem Pinsel oder Glasstab um.

Man kann dann die sofort einsetzende Befruchtung, das Eindringen der Spermatozoen ganz bequem beobachten.

Will man Eier und Embryonen von Amphibien, Fischen usw. fixieren und nachträglich schneiden, so ist wieder das oben angegebene Fixiergemisch Müllersche Lösung-Formol 9:1 am meisten zu empfehlen. Einige Schwierigkeiten bereitet die dicke Gallerthülle der Eier, die nach der Fixierung entfernt wird. Entweder präpariert man die Gallerthülle ab, oder man legt die fixierten Eier in verdünnte Eau de Javelle (1 Teil auf 4 Teile Wasser) und bewegt. Nach etwa 15–30 Minuten löst sich die Gallerthülle ab.

Als Intermedium bei den dotterreichen Eiern der Amphibien und Fische nehme man nicht Xylol, sondern Chloroform. In Xylol wird der Dotter spröde und brüchig und bereitet beim Schneiden oft unüberwindliche Schwierigkeiten.

Das geeignetste Objekt zur Beobachtung der Embryonalentwicklung höherer Tiere ist der Vogelembryo. Man wählt zur Beobachtung die stets zu beschaffenden Eier des Haushuhns und verfährt dabei wie folgt: Vom spitzen Ende des Eies nimmt man vorsichtig mit einer Pinzette die Schale fort, gießt etwas Eiweiß aus, füllt es aber, sobald sich die Keimscheibe unter der Öffnung zeigt, wieder in das Ei zurück. Dann bestreicht man die Ränder der Öffnung, das sogenannte Fenster, mit Gummischleim, umgibt sie mit einem kleinen Wall von Watte, legt dann ein Uherschälchen auf und kittet es mit Gummi fest; sobald der Gummi trocken ist, streicht man erst Kollodium, dann Bernsteinfirnis darüber und legt das Ei in den Brutofen zurück. Durch das Fenster läßt sich die Entwicklung des Embryos bis zum 6. Tage verfolgen.

Dieser Versuch sei besonders allen den Lesern des Mikrokosmos empfohlen, die Geflügelzüchter und im Besitz eines Brutapparates sind. Natürlich läßt sich auch ein einfacher Thermostat verwenden.

Will man die Hühnerembryonen fixieren, so fixiert man während des ersten Bruttages die Keimscheibe mit dem Dotter, da sie sich nur schwer abheben läßt. Später geht die Keimscheibe leicht los und kann für sich fixiert werden. Man schlägt mit einem raschen Hieb die Schale am breiten Ende auf und nimmt unter Normalsalzwasser (von

0,75 %) mit einer Pinzette vorsichtig die Schale in kleinen Stücken weg bis das Blastoderm (der Bildungsdotter) freiliegt. Dann hebt man das Ei etwas aus dem Salz- wasser heraus, daß das Blastoderm nicht mehr umspült wird und läßt mit einer Pipette einige Minuten das oben angegebene Fixier- gemisch auftropfen. Dann ist das Blastoderm

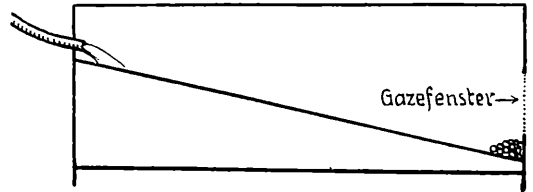


Abb. 1. Ein selbstherstellbarer Brutapparat.

hart genug, um herausgeschnitten zu werden. (Man kann natürlich das Ei auch direkt in dem Fixiergemisch öffnen.) Man legt nun das Ei in das Salz- wasser zurück, schneidet rund um den Keimhof herum, löst das Blastoderm los und schwemmt es in ein Uhrglas mit dem Fixiergemisch. Vor dem Härten entfernt man unter vorsichtigem Schütteln die Dotterhaut von dem Blastoderm. Weiterbehandlung wie oben angegeben. Sehr wichtig ist auch hier wie bei allen embryologischen Arbeiten ein möglichst schnelles Hindurchführen durch die verschiedenen Alkohollösungen, um das Objekt gut schneidfähig zu erhalten.

Vonden ersten Stadien der Vogelembryonen lassen sich auch sehr schöne Totalpräparate anfertigen. Nach dem Härten bringt man das Objekt in 70 %igen Alkohol zurück und färbt mit Grenachers Alaunkarmin 1 Stunde. Auswaschen in 1 %iger Alaunlösung oder in saurem Alkohol (Alkohol von 60 % mit etwa $\frac{1}{10}$ % Salzsäure). Steigender Alkohol, entwässern in absolutem Alkohol, Aufhellen in Nelkenöl oder Zedernöl, Einschuß in Kanadabalsam. Da Kanadabalsam mit der Zeit dunkelgelb wird, ist zum Einschuß eine Mischung von eingedicktem Zedernöl und Kanadabalsam zu gleichen Teilen sehr zu empfehlen.

Die für Vögel angegebene Methode ist auch auf Reptilien anwendbar, soweit sie Eier legen. Die frühesten Stadien fixiert man in situ auf dem Dotter; ältere Embryonen kann man für sich fixieren.

Vier Preisfragen des Mikrokosmos zum 1. September 1921.

Bearbeitet von K. Pritzsche.¹⁾

„Recht sonderbares [Preis ausschreiben!“ höre ich einen flüchtig blätternden Leser murmeln. „Kein bestimmtes Thema, nur vier zusammenhanglose Fragen. Es kann doch keinen Menschen reizen, Antworten mühsam herauszufinden, die die Schriftleitung viel leichter und besser gibt — wenn es überhaupt nur wirklich gestellte Anfragen sind! — Schon Frage 1: Der Besitzer der apochromatischen Ölimmersion muß wohl ein Kriegsgewinnler sein, der nun mit seinem teuren Instrument nicht zurechtkommen kann. Geschieht ihm ganz recht, und ich helfe ihm zu allerletzt auf die Sprünge!“

Jetzt aber einmal Spaß beiseite! Wenn man die 4 Aufgaben öfters nachdenklich durchliest, dann steigt aus dem bunten Vielerlei immer klarer das darin versteckt liegende Thema hervor. Man schüttelt den Kopf nicht mehr über die Auswahl, sondern merkt allmählich immer deutlicher, daß es dem Aufgabensteller darauf ankommt, die Leser auf eine eigene Art für Ernst Abbe's große, grundlegende Forschungen über die Theorie des Mikroskops zu interessieren, und das nicht nur lesend, sondern handelnd; denn gerade zum Nachforschen und Nachspüren der Gründe und Ursachen erziehen die vier mit gutem Bedacht ausgewählten, zuerst so wenig zusammenhängend scheinenden Fragen. — Es bedeutet an sich schon einen inneren Gewinn, Ernst Abbe, diesem edlen Menschen und großen, bescheidenen Forscher, in seinen Werken nahetreten zu können. Schon vor Abbe, besonders aber nach ihm hat man die Theorie des Mikroskops zu ergründen gesucht. Niemand von den neueren Forschern kann an Abbes Untersuchungen vorbei; so klar, festgegründet und unanfechtbar sind die Grundlagen, die er geschaffen hat. Kürzlich ist der Hauptinhalt der Forschungsergebnisse mit vielem Geschick auch tabellarisch zusammenhängend dargestellt worden, wie der „Mikroskop-Ratgeber“ vom Oberingenieur A. Mayer-Meggendorfer²⁾ beweist. An der Hand

eines solchen Führers wird man leicht von den schwankenden Gefühlsbeurteilungen loskommen, die — zumal in der Optik — ohne überzeugende Wirkung sind, und wird einen festeren Standpunkt gewinnen auf einem Gebiet, das bisher den meisten verschlossen war. Der „Ratgeber“ wird manchen, der sich bisher von mikroskopisch-optischen Gedankengängen fernhielt, in den tieferen Zusammenhang der mancherlei praktischen Fragen hineinführen, so daß aus gar manchem Mikroskopbesitzer und bloßem Liebhaber ein wirklicher Kenner des ihm dadurch immer lieberem Instrumentes wird. Ich lernte dieses Hilfsmittel erst kürzlich kennen, habe mich aber sofort mit seinem Gebrauch befreundet. Von jeher ist mir — wie vielen andern — das Mikroskop nicht totes Handwerkzeug gewesen, sondern ein schon für sich zum Nachdenken und Probieren reizendes Werk menschlichen Scharfsinns und kunstfertiger Präzisionsarbeit. Kann man auch nicht ohne weiteres die innersten Gedankengänge des geometrischen Optikern verfolgen, so erfreut einen doch jeder Schritt, der es ermöglicht, wenigstens die Ergebnisse jener Forschung in ihren Zusammenhängen und ihrer Bedeutung würdigen zu lernen.

Vertiefung des Wissens in der theoretischen Mikroskopie wollen auch die vier Aufgaben anbahnen, zu deren Beantwortung wir jetzt schreiten.

Frage 1. Ich kann mit meinem Apochromat Ölimmersion 2 mm n. A. 1,40 von Zeiß weder bei 1000- noch bei 2250facher Vergrößerung *Amphipleura pellucida* in Monobromnaphthalin zur Auflösung bringen, weder bei Tageslicht noch bei elektrischem Licht. Ich wandte schiefe Beleuchtung an und habe die Blende bis auf 1 mm zugezogen und den Lichtkegel in der Längsrichtung der *Amph. pell.* einfallen lassen, ohne Erfolg. Woran liegt das?

Amphipleura pellucida! Du nadelschlankes Schiffchen hast mir manche „mouche volante“ verursacht beim stundenlangen Probieren mit Beleuchtung und Einstellung zum Zwecke subjektiver Beobachtung und photographischer Abbildung. Und es ist bei der angestrengten Bemühung gelungen, die Querstreifen der Kieselschale von $\frac{1}{4}\mu$ Abstand wahrzunehmen und soweit abzubilden, wie der einfache Bau meines Mikroskops es zuläßt. Ich konnte keinen Apochromaten, sondern nur achromatische Wasser- und Ölimmersionen anwenden, und das äußerst schiefe Licht, das zur Auflösung der feinsten Diatomeen erforderlich ist (s. auch *Frustulia saxonica* mit 0,28 μ Streifenabstand), gab ich mit Hilfe des Hohlspiegels, da kein verzwickter Beleuchtungsapparat vorhanden ist.

¹⁾ Wir bringen diesen Aufsatz als Beispiel für besonders gute Ausführung des Textes für die Lösung unseres Preisausschreibens, da wir annehmen, daß vielen Lesern erwünscht sein wird, zu sehen, wie solche Aufgaben zu behandeln sind. Vielleicht regt diese Darstellung gleichzeitig die Leser, die sich am letzten Preisausschreiben nicht beteiligt haben, an, auch einmal zu versuchen, ob es ihnen nicht gelingt, in kommenden neuen Preisausschreiben des Mikrokosmos einen Preis zu erringen. Anm. d. Schriftl.

²⁾ Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart. Vgl. auch die Abhandlung „Der Mikroskop-Ratgeber“ von Dr. Gg. Stehli, Mikrokosmos 1920/21, Heft 8.

Abbe schreibt in der ersten Darlegung seines nach ihm benannten Apparates (1873) „Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß für sehr schiefes Licht — wenn es sich etwa darum handelt, an Testobjekten die Grenze des Auflösungsvermögens der Objektive in Anspruch zu nehmen — der Apparat nicht ganz das erreicht, was der einfache Hohlspiegel erreichen kann.“ Grund: Verminderung der Intensität bei stark geneigten Strahlen, Absorption, Reflexbilder unter dem Präparat. Die neueren Beleuchtungsapparate mögen indes vollkommener gebaut sein. — Ehrgeiz des Immersionsbesitzers ist es nun einmal, sein Werkzeug auf Objekte zu richten, deren Einzelheiten dem bewehrten Menschenauge gerade noch erkennbar sind. Erscheinen die erwarteten Strichelchen oder Pünktchen, so ist man zufrieden, sonst nicht. Ähnlich geht es ja mit anderen Werkzeugen auch: wenn sie nicht den Beweis äußerster Brauchbarkeit erbringen, schätzt man sie nicht. Nun, eine apochromatische Immersion wird schon ihre garantierte Apertur von 1,40 besitzen; ein solches Wertstück wird nicht leichtfertig aus der Werkstatt gegeben. Es muß der Mißerfolg also in der Technik des Beobachters zu suchen sein. Der angegebene Lichteinfall ist richtig: ein möglichst schmaler, schiefer Lichtkegel in der Richtung der Längsachse der Amphipleura; sonst kann ja das zarte Gitter nicht in der Beugung erscheinen. Man gebe aber, damit die schiefen Lichtstrahlen nicht durch Totalreflexion für die Bilderzeugung verloren gehen, zur besseren optischen Verbindung einen Tropfen Zedernholzöl zwischen Kondensor und Objektträger. Nun ist aber noch ein anderer Hauptpunkt zu berücksichtigen. Das Beugungsgitter der Amphipleura besitzt eine unglaubliche Feinheit, denn, wie oben erwähnt, haben die unserm Auge erscheinenden Querstreifen — die bei bester Auflösung sogar geperlt aussehen — den winzigen Abstand von 0,25 μ . Der „Ratgeber“ lehrt uns, daß weißes Licht diese zarten Elemente nicht mehr auseinanderzuhalten vermag, da ihr Abstand unter der halben Wellenlänge des weißen Lichtes (0,275 μ) liegt. Wir müssen daher zur Beleuchtung Licht von kürzerer Wellenlänge verwenden, wie es das **Blau** von 0,24 μ halber Welle darbietet. Das läßt sich durch Einlegung oder Vorschaltung einer blauen Glasscheibe von entsprechender Sättigung oder auch durch eine mit Kupferoxydammoniak gefüllte Küvette (vierkantiges breites Fläschchen) bequem erreichen. Also mit schiefstem Licht, Immersionskondensor, blauem Filter und — ausdauerndster Geduld wird die Sache schon glücken.

Frage 2 An unserem Schulmikroskop haben wir drei Objektive und 4 Huyghenssche Okulare 0, II, IV, V von Leitz. Die Objektive haben die Nr. 2 mit 0,20 n. A., 3a mit 0,40 n. A. und 6a mit 0,82 n. A. Damit können wir folgende Vergrößerungen herstellen:

	0	II	IV	V
2	23	35	58	70
3a	56	84	141	169
6a	176	264	440	528

Wir möchten noch ein stärker vergrößerndes Objektiv anschaffen, es stehen uns jedoch nur ganz geringe Mittel zur Verfügung. Können Sie uns vielleicht ein tadellos gebrauchtes starkes Objektiv zum Kauf oder Tausch anbieten oder wie kann ich mir sonst helfen?

Es handelt sich bei dieser Frage um die Ergänzung eines Schulmikroskops. Es hat gute Optik, darunter zwei Fluoritsysteme, die eine bessere Farbenvereinigung als die reinen Glasachromate liefern. Die vorhandenen Vergrößerungen gehen von 23 bis 528, sind also für Schulzwecke brauchbar. Hätte ich die Objektive auszuwählen gehabt, so hätte ich 3a und 6a auch für richtig gehalten, statt Nr. 2 aber lieber 1 oder 1a (mit veränderlichem Linsenabstande) genommen, weil dadurch erstlich einige der für Schulzwecke so wichtigen ganz schwachen Vergrößerungen hinzugekommen wären, deren Bildfeld natürlich auch ausgedehnter ist; außerdem steigen dann die Vergrößerungen aber auch besser an, ohne sich zu wiederholen, wie 58, 70, 56, 86. Die höchste Vergrößerung, 528, ist nach Größe und Güte für Schulzwecke ausreichend; es wird aber nach einer weiteren Erhöhung verlangt. Das läßt sich hier zufällig sogar durch ein noch schärferes Okular erreichen. Nämlich das Fluoritsystem 6a mit num. Ap. 0,82 ist laut unserem verlässlichen „Ratgeber“ mit Okular V noch nicht einmal voll ausgenutzt. Wir dürfen das Bild ohne Schaden noch weiter auseinanderziehen. Ein stärkeres Okular Huyghensscher Bauart führt aber E. Leitz nicht, und da müßte man dann, da man bei 4' Sehwinkel bis 860 lin. gehen kann, zu dem **Kompensationsokular 12** greifen. Dieses ist eigentlich für apochromatische Objektive bestimmt, läßt sich aber auch für Achromate von 0,85 n. A. an benutzen. Objektiv 6a mit 0,82 dürfte zur Not auch mit dem Kompensationsokular 12 zu gebrauchen sein. Das wäre wohl die billigste Erfüllung des Wunsches nach einer höheren Vergrößerung, die im übrigen in der Schule aber selten gebraucht wird. Mit 20 bis 400 kommt man fast immer aus.

Frage 4.¹⁾ Ich habe gehört, daß es Kompensations-Okulare mit 25facher Eigenvergrößerung gibt. Ich erziele mit meinem Zeiß-Objektiv F 0,90 n. A. und meinem stärksten Huyghensschen Okular Nr. 5 von Zeiß, das 9mal vergrößert, eine 125fache Vergrößerung; ich könnte also mit einem Kompensations-Okular von 25maliger Vergrößerung 3450malige Vergrößerung erreichen und damit

¹⁾ Da die 3. Frage nicht richtig beantwortet ist (richtige Lösung s. Heft 3, S. 61), so lassen wir, um Platz zu sparen, die Beantwortung weg. Anm. d. Schriftl.

jedenfalls viel mehr sehen! Können Sie mir den Kauf empfehlen?

Der Fragesteller sieht das Heil in der starken Vergrößerung, ist also noch nicht in die rechte Auffassung der mikroskopischen Leistungen eingedrungen. Nur der Anfänger fragt zuerst nach der Stärke der Vergrößerung. Grundsätzlich merke man sich, daß das Mikroskop um so besser ist, das bei geringerer Vergrößerung mehr Einzelheiten zeigt. Also auf möglichste Sichtbarmachung feinsten Strukturen, weiter auf gutes Begrenzungsvermögen kommt es in erster Linie an. Der „Ratgeber“ weiß dem Fragenenden ganz präzise zu antworten. Dieser besitzt Objektiv Zeiß F 0,90 n. A., das mit 9-maliger Okularvergrößerung insgesamt 1250 lin. ergibt. Das Objektiv F ist aber (laut Ratgeber) bei Sehwinkel von 4' schon mit 950 lin. ausgenutzt; mithin sind 300 lin. bereits leere Vergrößerung, die nichts Wesentliches enthüllt, sondern das Bild nur auseinanderzieht. Der Fragesteller hat aber gelesen, daß es Kompensationsokulare von 25-facher Eigenvergrößerung gibt (z. B. finde ich sie bei Voigtländer; Zeiß mag sie jetzt auch bauen), und er möchte gern damit 3450 lin. erreichen in der Hoffnung, mehr zu sehen. Die Kompensationsokulare sind besonders für apochromatische Objektive konstruiert, um deren absichtliche Farbenabweichung auszugleichen. Diese Sonderokulare würden auch bei starken Systemen achromatischer Bauart, wie Zeiß F, anzuwenden gehen, wenn nur in unserem Sonderfalle der beabsichtigte Erfolg eintreite! Den

aber kann kein stärkeres Okular — sei es auch von vorzüglichster Konstruktion — bringen. Wir wollen nicht so weit gehen, zu behaupten, daß das Okular stets nur „in die Breite zieht“; dieser Ausdruck führt zu Mißverständnissen, als ob die Rolle des Okulars so ganz nebensächlich sei. Die Nutzokulare vergrößern vielmehr das Objektivbild erst auf den Sehwinkel, der uns das Bild deutlich zur Auffassung bringt. Über eine gewisse Grenze hinaus soll man die Okularvergrößerung allerdings nicht treiben; denn über dem Sehwinkel von 4' liegen die leeren Vergrößerungen, die keine Einzelheiten des Objekts mehr enthüllen, vielleicht aber kleine Fehler, die auch gute Objektive haben, störend zur Anschauung bringen. Alles, was bei 1200 lin. nicht mit Bestimmtheit erkannt wird, erscheint auch nicht bei stärkerer Vergrößerung. — Die Anschaffung eines 25-fachen Okulars wäre nur bei den stärksten apochromatischen Objektiven zu raten, und auch da nicht für bloße Beobachtung, sondern für Sonderverwendungen: zum Zeichnen, Messen oder Zählen. **Für den vorliegenden Fall ist die Beschaffung unnützlich, daher zu widerraten;** geht doch schon das gfache Okular über die Grenze des Förderlichen hinaus. Will der Fragende gute Vergrößerungen über 1000 hinaus haben, so muß er zu einem Objektiv mit höherer Apertur greifen, sich also ein Tauchsyst. anschaffen, am besten eine Ölimmersion. Das 25-fache Okular hätte er zwar viel billiger, aber Freude würde er an der leeren Vergrößerung nicht empfinden.

Mikroskopische Elektroanalyse.

Von Rudolf Keller.

Die Bestrebungen, das Mikroskop dem Nachweis elektrischer Pole in Tieren und Pflanzen dienstbar zu machen, gehen schon ein Vierteljahrhundert zurück, führten aber erst 1917 durch den mikroskopischen Anatomen Sch u l e m a n n zu einem sicheren Erfolg. Schulemann injizierte lebenden Tieren Farbstoffe, Tusche und Metallkolloide, die im elektrischen Strom einen Wanderungssinn zur Anode (zum positiven Pol) aufweisen und fand auf diese Weise die positiven Pole als solche auf. Gesehen hatte man diese Anoden schon ein halbes Jahrhundert früher, — da alle Vitalfarbstoffe im Tierkörper anodisch wandern, auch die Ehrlich'schen Lebendfärbungen der Nervenachsenfibrillen mit Methylenblau, Toluidinblau, Bismarckbraun waren solche

anodische Färbungen, — sie wurden jedoch lange Zeit nicht als elektrische Färbungen erkannt, sondern nach den Ehrlich'schen Hypothesen den chemischen Zellrezeptoren (angenommenen Atomgruppen), zugeschrieben. Schulemann, ein eifriger Anhänger der Ehrlich'schen Hypothesen, suchte fünf Jahre lang eben jene chemischen Zellrezeptoren und entdeckte dabei die elektrische Natur der Farbstoffwanderung im lebenden Tier.

Wer zum ersten Mal von der Einteilung der Farblösungen in „anodische“ und „kathodische“ hört, ist geneigt, diese Einteilung für eine phantastische Hypothese anzusehen. Dies ist jedoch nur eine Folge des gewohnheitsmäßigen Festhaltens an älteren Einteilungen. Die herrschende Tradition,

die die Farbstoffe in „basische“ und „saure“ einteilt, ist auch nur eine Hypothese, und zwar eine Hypothese, die niemals ordentlich begründet, oder überhaupt nur diskutiert worden ist, weil man zur Zeit ihrer Einführung sie einfach für selbstverständlich hielt. Man betrachtete damals die Farbstoffe als Salze von Farbsäuren oder Farbbasen und ihren Gegenradikalen, so etwa wie die anorganischen Salze. Seither hat man erkannt, daß die Verhältnisse viel komplizierter sind und daß nur wenige Farbstoffe, z. B. Pikrate, Aurantia, Martiusgelb u. a. Salzcharakter haben, die meisten sind große Moleküle ohne nachweisbaren chemischen Charakter und gehören zur Gruppe der Kolloide. Während es also keine Experimente gibt, um die Farbstoffe beweiskräftig in Basen oder Säuren einzureihen, ist die Einordnung in „anodisch“ und „kathodisch“ eine hypothesenfreie Feststellung von leicht nachprüfbaren Tatsachen. Diese Bezeichnung sagt einfach aus, daß die betreffende Farblösung im elektrischen Strom zur Anode (+ Pol) oder zur Kathode (— Pol) wandert. Wer nicht über einen Gleichstrom verfügt, um die Wanderungsrichtung von Lösungen festzustellen, kann durch Auftropfen auf weißes Fließpapier (Kapillarelekttrizität) die Elektropolarität erkennen, — die Lösungen mit farblosem Wasserrand färben anodisch — oder durch Färben von pflanzlichen Testschnitten, deren Elektropolarität bekannt ist, Querschnitten von Blättern der Schwertlilie, Roßkastanie, Flieder, Sicherheit gewinnen. Es färben sich Gefäße und Sklerenchym anodisch (+), Kambium kathodisch (—). Die Einteilung der Farbstoffe nach ihrem elektrischen Wanderungssinn ist nicht nur hypothesenfreier als die ältere Einteilung; wie alle rein experimentell begründeten Methoden ist sie auch praktischer, sie stimmt ausnahmslos in lebenden Geweben.

Die praktische Erprobung des neuen Hilfsmittels in der mikroskopischen Untersuchung des Tieres bringt jedoch zunächst Enttäuschungen. Wenn man auch genau weiß, wie sich bestimmte Färbemittel in elektrischer Beziehung verhalten, so ist es doch nicht einfach, diese Agentien so in die tierische Zelle einzubringen, daß sie normal weiterlebt. Interessant sind ja nicht die elektrischen Pole eines toten Schnittes, der durch die leitenden Säfte kurzgeschlossen

ist, sondern die elektrischen Pole in der normal lebenden, stoffwechselnden Zelle. Diese Untersuchung läßt sich aber zurzeit schwer durchführen, weil die ganze lebende Zelle eine positive Oberflächenladung zu haben scheint, die nur anodische Farbstoffe eindringen läßt und die meisten Kerne der Zellen eine kathodische Kernmembran, die wieder nur Kationen eindringen läßt, eben jene, die nicht einmal in die Außenschicht gelangen können, wenn sie nicht so stark konzentriert werden, daß die Zelle getötet wird und jede Differenzierung in der überfärbten Lösung ausbleibt. Auch injizieren kann man kathodische Stoffe nicht. Sie scheinen sehr giftig zu sein. Ferner bestehen noch andere Hindernisse, die zu erläutern zu weit führen würde. Immerhin aber hat sich doch einiges ergeben.

Die Untersuchung des Nervensystems, das man gewöhnlich sozusagen als die elektrische Zentrale des Organismus betrachtet, mit einem Schaltwerk im Gehirn und Rückenmark, ergibt zunächst eine (elektrische) Spannung senkrecht zu der Richtung des Nerven, während man erwarten müßte, daß die Nerven in ihrer Längsrichtung elektrische Ströme auch im Ruhezustand aufweisen, den sogenannten Achsialstrom der Nerven. Es ist möglich, daß der achsiale Ruhestrom trotzdem existiert, aber nur bis jetzt nicht elektrophysiologisch nachgewiesen werden kann, wenn er aber existiert, was ich noch immer glauben möchte, so ist er jedenfalls viel schwächer als man ihn bisher angenommen hat. Es zeigt sich überhaupt, daß die elektrische Apparatur des Nerven absolut nicht mit unseren elektrischen Leitungen, etwa mit einem Draht, verglichen werden kann, sondern mit einem unbekannten Etwas, das die Menschen bis jetzt technisch noch nicht nacherfunden haben und das wir deshalb nicht gut analysieren können. Dagegen ist in den allerletzten Jahren durch den Amerikaner De Forest in der drahtlosen Telegraphie ein Apparat erfunden worden, die Kathoden-Vakuum-Röhre, die uns die Möglichkeit gibt, die komplizierte Elektrostruktur der Ganglienzelle annähernd verstehen zu können. Die Ganglienzelle ist keineswegs ein bloßer Umschalter, sondern in erster Reihe ein millionenfacher Verstärker und Gleichrichter von ganz verschwindend schwachen

Impulsen (Reizen); sie ist innig verbunden mit einem elektrohistologisch auffallend hervortretenden Kathodenelement, der Glia, deren Funktion bisher stark unterschätzt worden ist. Ein einziger Physiologe, der Frankfurter Geheimrat B e t h e, ist seit Jahrzehnten mit unwiderlegbaren physiologischen Argumenten für die Lebenswichtigkeit der Neuroglia eingetreten, die

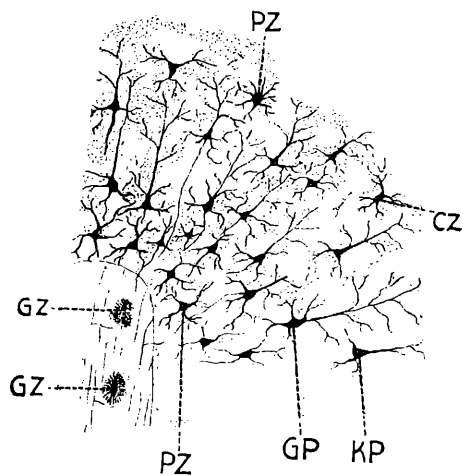


Abb. 1. Ein kathodisches Neurogliabild: Schnitt durch die Großhirnrinde der Katze (Zellimprägnation). GZ = Gliazellen der weißen Substanz. PZ = polymorphe Zellen. GP = große Pyramidenzellen. KP = kleine Pyramidenzellen. CZ = Calyxische Zellen. (Vergrößerung ungefähr 50 lin.)

man bisher als bloßes Füll- und Stützgewebe betrachtet hat, fand damit trotz seiner autoritären Stellung als Neurohistologe keine Beachtung. Seine Theorie erfährt durch die elektrohistologische Untersuchung eine Bestätigung.

Die Elektrohistologie erzeugt keine neuen mikroskopischen Bilder, sondern bringt nur eine neue Ordnung in die alten Färbungen. Selbst fixierte Präparate lassen infolge irgendeiner unbekannten chemischen Nachwirkung noch kathodischen oder anodischen Charakter erkennen, wenngleich in toten Präparaten die Übereinstimmung nicht so gut ist wie in lebendem Gewebe. Die Präparate von Prof. Sigmund, die in ihrer Art ausgezeichnet sind, enthalten überwiegend Kathodenbilder, die am dauerhaftesten sind. Von Anodenbildern sind nur die mühevoll herzustellenden Edelmetall-Kolloidfärbungen vollkommen unlöslich und dauerhaft. Von den beiden hier folgenden Zeichnungen Sigmunds ist Abb. 1 „Großhirnrinde der Katze“ ein kathodisches Neu-

rogliabild, während Abb. 2 die „Kleinhirnrinde“ ein typisches Anodenbild ist.

Zum Schluß noch einiges über die verwendeten Farbstoffe. In verdünnten Lösungen färben Methylenblau, Safranin, Neutralrot, Methylviolett, Gentianaviolett, Auramin, Aurantia, Martiusgelb, Ammonpikrat, Dahlia, Janusgrün, Malachitgrün, Brillantgrün, Anilingrün, Rongalitweiß (Unna), Methylenviolett, Äthylviolett, Bismarckbraun, Pikrinsäure, Silberkolloid, Goldkolloid Anoden (+). Delafields, Mallorys Hämatoxylin, Eosin, Fluorescein, Uranin, Methylblau, Säurefuchsin, Wasserblau, Chinablau, — die letzten vier nur in angesäuerter Lösung —, Eisenchlorid-Schwefelwasserstoff wie überhaupt sämtliche Schwermetallsalze in saurer Lösung, ferner Karmin in saurer Lösung Kathoden (—). Die Indikatoren, die in konzentrierter Lösung überfärben müssen, ergeben bei genügender Spannung die Anoden säurefarben, die Kathoden basenfarben. Auch im Polarisationsmikroskop hat man ein Hilfsmittel, die elektrischen Zellpole unabhängig von chemischen Einflüssen nachzuprüfen, da einfach brechende Substanzen durch angelegte Spannungen in charakteristischen Achsen doppelbrechend werden. Diese Regel gilt nur für Tiere; Pflanzen besitzen Stoffe, die schon von Natur doppelbrechend sind.

Die Sulfosäurefarbstoffe Methylblau, Chinablau usw., übrigens auch Karmin kann man, wie die Kolloidchemiker sich ausdrücken „elektrisch umladen“, sie gehen wie Eiweiß, Gelatine, Globuline, Stärke, in saurer (negativer) Lösung zur Kathode, in alkalischer (positiven), da sie als Neutralkörper ihr gegenüber relativ negativ reagieren, zur Anode. Man kann also mit einem und demselben Farbstoff elektrische Kontrastbilder erzeugen, was bei den Pflanzenblattquerschnitten mühelos gelingt. Man darf nur nicht zu viel Alkali zugeben, nur so viel, damit der Farbstoff sich kaum entfärbt. Bei tierischen Schnitten gelingen Kontrastbilder mit demselben Farbstoff nur sehr schwierig, da die basischen, reduzierenden Säfte die Farbstoffe entfärben, ferner auch die Färbung diffus auszufallen pflegt.

Den stärksten Eindruck bei der elektrischen Mikroanalyse macht der Reichtum alles lebenden Gewebes an starken Kathoden,

also an negativen Polen. Man gewinnt die Regel, die allerdings nicht ausnahmslos gilt, die aber auch schon der makroskopischen Elektrophysiologie aufgefallen ist, daß alles Leben, alle Erregungszustände sich durch starke Elektronegativität hervorheben. Nach den Erfahrungen der neuesten Physik bedeutet dies, daß alle lebenden Zellen in submikroskopischen Distanzen radioaktiv sind, nämlich negative Elektronen (Beta-Strahlen) aussenden. Man hat diese Elek-

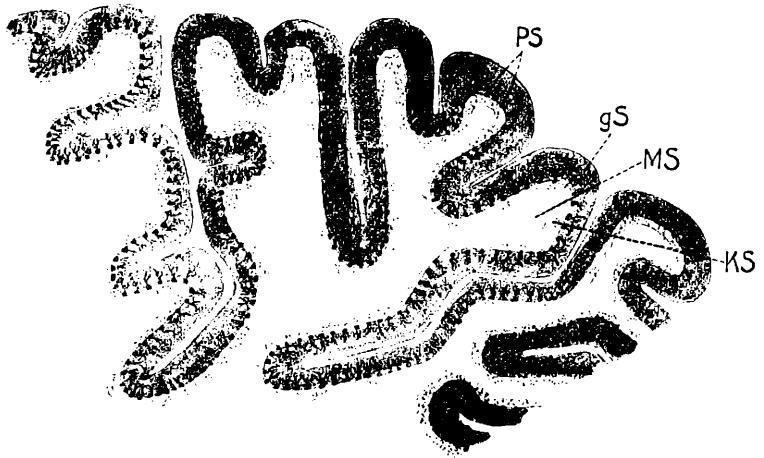


Abb. 2. Ein typisches Anodenbild: Schnitt durch die Kleinhirnrinde der Katze (Faserimprägnation mit Silber nach Ramon y Cajal). gS = graue Schichte. KS = Körnerschichte. PS = Purkinjesche Zellen. MS = Markschichte = weiße Substanz. (Vergrößerung ungefähr 20 lin.)

tronen auch schon experimentell aufgefunden, und zwar der Holländer Professor Zwaardemaker (Utrecht) und seine Schule bei Tieren, der tschechische Hofrat Stoklasa und seine Schüler bei Pflanzen. Da aber diese Beobachtungen ganz vereinzelt blieben und sich in die herrschenden Theorien nicht einordnen ließen, so fanden sie wenig Beachtung. Es ist auch

sehr schwer, nicht sehr stark beschleunigte Elektronen in dichten Medien, Wasser und Luft, nachzuweisen. Die Experimentalphysik analysiert die langsamen Elektronen im luftleeren Raum, in dem Pflanzen und Tiere zugrunde gehen. Auch mikroskopisch lassen sich Elektronenströme bis jetzt nicht nachweisen, sondern nur vermuten.

Kleine Mitteilungen.

Die Wickersheimersche Flüssigkeit (s. Mikrokosmos 1920/21; S. 224), die durch ihre bei Naturwissenschaftlern und Medizinern jahrelang verbreitete Verwendung geradezu sprichwörtlich gewordene Bekanntheit erlangt hatte, ist heute wohl so ziemlich aus dem Gebrauch verschwunden. Nachdem durch das Verdienst Blums das Formalin als vorzügliches und bequemes Fixierungsmittel biologischer Objekte eingeführt war, hat man es bald auch für die Konservierung von Sammlungsstücken bevorzugt. Seine hierbei hinderliche Eigenschaft, die Farben der Organe zu zerstören, ließ sich wieder gut machen, indem man den in saures Hämatin umgewandelten Blutfarbstoff durch Behandlung mit Alkohol in ein dem natürlichen Hämoglobin in der Farbe weitgehend gleichendes Umwandlungsprodukt, alkalisches Hämatin, überführte. Auf diesem Prinzip beruht die von Kaiserling 1896 angegebene und bald darauf von Pick 1900 abgeänderte Methode der Konservierung in den natürlichen Farben. Sie haben vor der Wickersheimerschen Flüssigkeit den Vorteil, daß sie eine ganz dem frischen Aussehen entsprechende Farbwirkung bieten, die, wie die alten Originalpräparate noch heute dem Beschauer zeigen, durchaus unvergäng-

lich ist. Sie sind zudem jederzeit für mikroskopische Nachuntersuchungen verwendbar, da sie mit Formalin fixiert sind. Die verwendeten Lösungen sind folgende:

nach Kaiserling:

I. Formalin	200,0
Wasser	1000,0
Kalium nitric.	15,0
Kalium acetic.	30,0
II. Alkohol	85 %
III. Wasser	2000,0
Kalium nitric.	200,0
Glyzerin	400,0

nach Pick:

I. destill. Wasser	1000,0
Formalin	50,0
künstl. Karlsbad. Salz	50,0
II. Alkohol	85 %
III. destill. Wasser	9000,0
Glyzerin	5400,0
Natr. acetic.	2700,0

In der Lösung I bleiben die Objekte, bis sie in ihrer ganzen Tiefe durchdrungen sind, was man durch seitliche Einschnitte erkennt. In der Lösung II verweilen sie bis zur Wiederkehr der Farbe, was eine bis drei Stunden

dauert. In der Lösung III können sie dann dauernd aufbewahrt werden. Sämtliche Lösungen sind wiederholt benutzbar.

Diese Verfahren haben sich ihren verdienten Platz bei allen Anatomen erobert und sind hoffentlich für manchen Leser des Mikrokosmos von Interesse und Nutzen.

Priv.-Doz. Dr. med. E. Christaller.

Macrocheles (Coprholaspis) spec. ♀. Ordnung der Mesostigmata. Familie der Parasitidae (jedoch im weitesten Sinne; besser ist vielleicht, eine besondere Familie der Macrochelidae anzunehmen). Die Gattung wird in der älteren Literatur meist Holostaspis genannt. — Die Art gehört in die Untergattung Coprholaspis. Höchstwahrscheinlich gelangt die Art hier zum ersten Mal zur Beobachtung. Die Untergattung Coprholaspis ist indessen so reich an Arten, daß es noch genauerem Studium vorbehalten bleiben muß, diese Frage mit Sicherheit zu entscheiden. Charakteristisch für die Milben-Gattung Macrocheles ist das ungeteilte Rückenschild, das Fehlen von Krallen am vordersten Beinpaar, beim Weibchen das zwischen den beiden hintersten Beinpaaren gelegene Genitalschild mit abgerundeter Vorderkante, das sich also nicht, wie z. B. in der Gattung Parasitus, vorn zugespitzt in das davor gelegene Brustschild (Sternale) gewissermaßen hineinbohrt, und das mit dem Genitalschild nicht verschmolzene Bauchschild (Ventralschild), das die Analöffnung mitumschließt. Das vorderste Beinpaar dient nicht zum Gehen, sondern lediglich als Tastorgan. Infolgedessen ist es viel schwächer entwickelt als die übrigen, und am Endglied reichlich mit weichen Tasthaaren ausgestattet, während die Endglieder der anderen Beinpaare neben dem Ansatz des Stieles der Doppelkrallen mit kurzen, stämmigen Dornen besetzt sind. Sämtliche Schilder der Rücken- und Bauchseite sind glatt. Das ist sehr wesentlich, denn in der Gattung Macrocheles kommen Arten vor, z. B. der weit über 1 mm lange *Macrocheles marginatus*, bei denen diese Schildplatten durch Gruben und leistenartige Erhöhungen ganz ungemein stark skulpturiert sind. Besonders wichtig ist, daß auch das Sternale keine nennenswerte Zeichnung aufweist. Denn sein aus Linien und Punkten sich oft ergebendes Muster ist für die Systematik von Bedeutung, ganz besonders in der Untergattung Coprholaspis, wo ein so glattes Sternale, wie das vorliegende, eine Ausnahme bildet. Man beachte auch, daß hier alle Rumpfhaare glatt sind, während sie vielfach behaart sind und sogar gradezu Pinselform annehmen können. Das neben dem Ansatzglied des hintersten Beinpaares gelegene Atemloch (Stigma) und der von da aus sich nach vorn hinziehende Luftkanal (Peritreme) bieten hier niemals Besonderheiten und daher auch keine Unterscheidungsmerkmale wie bei den Uropodiden. — Alle Arten der Untergattung Coprholaspis bevorzugen als Aufenthaltsort tierische Exkremente. Hier kommen sie mit düngerliebenden (koprophilen) Käfern in Berührung, an denen sich die erwachsenen Weibchen — nicht die Männchen oder die

Jugendstadien — vor der Eiablage festklammern, um sich anderswohin verschleppen zu lassen und so die Art weiterzuverbreiten. Die vorliegenden Tiere stammen aus Thüringen und wurden auf einem Stutzkäfer (*Saprinus*) gefunden. — Wer sich in die ziemlich verwickelte Systematik der Gattung Macrocheles hineinarbeiten will, der sei auf Berlese's Arbeit verwiesen im 13. Bande der italienischen „Redia“, S. 145 ff. Vitzthum.

Über „Vergleichende Untersuchungen der Färbemethoden zum Nachweis von Tuberkelbazillen“ berichtet W. Bernblum im Centralbl. f. Bakt. I. Orig. (Bd. 87, Heft 1). Besonders interessant ist der Vergleich zwischen der alten und immer noch gebräuchlichsten Ziehl-Neelsen'schen Methode und der neuerdings von Konrich angegebenen Färbung, über die im „Mikrokosmos“ (XIV, S. 54) berichtet worden war. Sie besteht in einer Färbung mit heißem Karbolfuchsin, Entfärbung mit 10%iger Natriumsulfitlösung und Nachfärbung mit wässriger Malachitgrünlösung. Diese Methode hat den Vorteil der Alkoholorsparsnis. Ferner liegt keine Gefahr der Wiederentfärbung der Bakterien vor, selbst bei stundenlanger Einwirkung auch konzentrierter Sulfitlösungen nicht. Außerdem wirkt der schwach grüne Untergrund auf die Augen entschieden angenehmer als der blaue der Ziehlschen Färbung. Besonders bemerkenswert sind die Ergebnisse von Bakterienauszählungen, die auf 30 Präparaten an je 25 Gesichtsfeldern nach Vorbehandlung gemäß den verschiedenen Färbungsvorschriften vorgenommen wurden. Hierbei wurden gefunden:

nach Ziehl-Neelsen gefärbt: 658 Bakterien

„ Konrich „ 1144 „

Daraus geht hervor, daß die Gefahr, bakterienarme Sputa usw. für bakterienfrei zu halten, bei der letztgenannten Methode verhältnismäßig am geringsten ist. Sie ist also der alten Methode nicht allein ebenbürtig, sondern sogar wesentlich überlegen. O. Arnbeck.

Eine entkalkende und entwässernde Fixierungsflüssigkeit gibt C. F. Jenkins im Journ. of pathol. a. bacteriol. Bd. 24 1921 Nr. 2 an. Sie hat folgende Zusammensetzung: 4 Teile Salzsäure, 3 Teile Eissig, 10 Teile Chloroform, 10 Teile Wasser, 73 Teile absoluten Alkohol. Die Flüssigkeit soll rasch eindringen und schnell entkalken. Nach der Fixierung ist das Auswaschen der Salzsäure in mehrfach zu wechselndem absolutem Alkohol unerlässlich. Dann erst kann man über Chloroform in Paraffin einbetten. P. Rostock.

„Über den Ablauf vitaler Bakterienfärbung und die biologische Wirkung der Färbung auf die Keime“ hat Fr. Reichert umfangreiche Versuche angestellt, die er im Centralbl. f. Bakt. I. Orig. (Bd. 87, Heft 2) beschreibt. Er sucht dadurch die Frage zu lösen, ob eine Lebendfärbung ohne Schädigung der Zelle ertragen werden kann. Seine mit zahlreichen Farbstoffen unter wechselnden Versuchsbedingungen erzielten Resultate beweisen, daß bei allen untersuchten Bakterienarten und

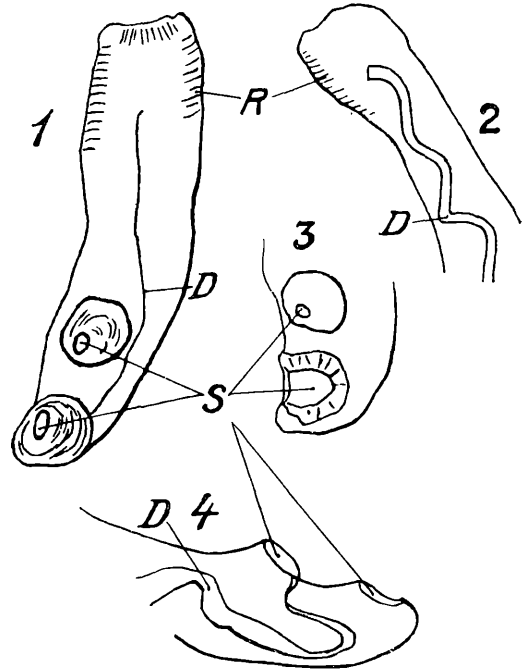
Hefen das Eindringen des Farbstoffes in das Plasma stets eine starke Schädigung zur Folge hat, ja meist nach wenigen Minuten zum Tode führt. Sogar die sonst so widerstandsfähigen Milzbrandsporen werden durch Farbstoffeinkwirkung in 5 Minuten derart geschwächt, daß sie nicht mehr wie sonst unter Luftabschluß auszukeimen vermögen. Auch der alsbald eintretende Verlust von Teilungs-, Bewegungs- und Sporenbildungsvermögen kennzeichnet die beginnende Vergiftung. Verfiert daraus den Schluß, daß Farbstoffe stets als zellfremde Bestandteile das physikalisch-chemische Gleichgewicht der Zelle stören und dabei irgendwelche unkontrollierbaren morphologischen Veränderungen hervorrufen können. Deshalb kann auch die Lebendfärbung nichts Sicheres über den normalen Bau der lebenden Zelle aussagen, und nur solche Struktureigentümlichkeiten dürfen als existierend im lebenden Zustande angesprochen werden, deren Vorhandensein auch an der chemisch nicht beeinflussten Zelle einwandfrei nachzuweisen ist. O. Arnbeck.

Schnelleinbettung ohne Thermostat. Zur Paraffineinbettung von Embryonen (Hühner-, Säuger- und Menschenembryonen) bis zu 1 cm Länge wende ich folgendes Verfahren an: Die Embryonen kommen nach Fixierung in Sublimat, Zenkerscher Flüssigkeit oder Chromsäure-Formol in 95 % Alkohol, nachher für je 3 Stunden in 100 % Alkohol und Bergamottöl, hierauf für eine Viertelstunde in einmal zu wechselndes Paraffin auf die Wärmebank oder den Küchenofen. Innerhalb dieser kurzen Zeit, die bei den größeren Embryonen auf eine halbe Stunde auszu dehnen ist, läßt sich die Temperatur durch den entsprechenden Abstand von der Wärmequelle so regeln, daß sie weder unter den Schmelzpunkt des Paraffins sinkt, noch daß Überhitzung eintritt.

Fachlehrer Boser.

Ein Planktonschmarotzer. Bei meinen Planktonfängen im Kieler Hafen hatte ich im September 1915 Gelegenheit zu einer selteneren Beobachtung, als ich einen Fang unter dem Mikroskop näher untersuchte. Die Hauptmasse bildeten Kieselalgen der Gattung *Skeletonema* und *Chaetoceras* sowie kleine, bewegliche Geißelalgen (Peridineen). Die Tierwelt trat dagegen zurück, entsprechend der herbstlichen Jahreszeit. Merkwürdig war es auch nicht weiter, daß ein ausgewachsener Ruderfußkrebs (Kopepode), den ich ins Gesichtsfeld bekam und der einen weiblichen *Centropages hamatus* darstellte, an seinem vorderen Körperteil mit Algenrasen dicht bewachsen war und im Innern Fetttropfen und andre bräunliche Stellen zeigte. Vielmehr erschien mir die dicke und dicke Ringelung des „Darmes“ auffällig. Ich setzte ein wenig 96 % -Alkohol zum Wassertropfen, in dem sich das anscheinend schon erschöpfte Krebschen befindet. Da stülpt sich der vermeintliche Darm am Rumpffende heraus, so daß das Hinterleibsende seines Trägers nahezu abbricht. Nun offenbart sich die wahre Natur jenes Gebildes: es war ein im Verhältnis zum Krebschen riesiger „Einmieter“, dessen Aussehen

teils an einen Bluteigel, teils an gewisse Trematoden oder Saugwürmer erinnert. Die beigegebenen Skizzen 1—4 mögen seine Gestalt verdeutlichen. Vermutlich liegt hier ein sogenanntes Apoplema vor, d. h. nach Steuers „Planktonkunde“ wohl eine Jugendform der Distomeen-Gattungen *Hemius* und *Aphanurus*, die erwachsen im Darm von Clupeiden



Schmarotzer eines Planktonkrebss. 1. Ganzes Tier. 2. Hinterende. 3. Vorderende von schräg unten. 4. Vorderende von der Seite gesehen. R = „Ringelung“ (?) D = Darm oder Drüsengang? S = Saugnapfe.

(Hering usw.) zu finden ist. Also ein endoparasitischer Saugwurm in einem marinen Planktonkopepoden. — Da im allgemeinen über die Parasiten der Planktonorganismen erst wenig bekannt ist (die genannte Krebstiergruppe ist allerdings in neuerer Zeit genauer untersucht; u. a. hat Apstein (Wiss. Meeresuntersuchungen Bd. XIII, Kiel 1911) über Schmarotzer bei *Calanus finmarchicus* geschrieben), so dürfte die geschilderte Beobachtung einen Beitrag zu ihrer Kenntnis liefern und vermag vielleicht zu weiterer Forschung anzuregen. Otto Wetzell.

Eine neue Färbemethode der Zellulose beschreibt Maestrini, Dario in Bull. d. R. acad. med. di Roma. Jg. 46, S. 178, 1921. Die Schnitte von z. B. Weizenkeimlingen werden 12—24 Stunden in eine Lösung von 0,1 % Chlorgold gelegt, die mit Ameisensäure leicht angesäuert ist. Die Lösung hat bei einer Temperatur von 37° so lange auf die Schnitte einzuwirken, bis sie einen violetten Farbenton angenommen haben. Dann werden sie in destilliertem Wasser ausgewaschen und in Glycerin oder Kanadabalsam in der üblichen Weise eingebettet. Man muß jedoch

peinlich vermeiden, mit Metallnadeln usw. zu arbeiten, sondern nur mit Glasnadeln oder Igelstacheln. Bei dieser Färbung hat die Zellmembran eine violette Farbe. An Stelle der Ameisensäure kann man auch die aus einer Mischung von Pikrinsäure und Citronensäure bestehende Eßbachsche Flüssigkeit benutzen. P. Rostock.

Eine neue Methode zum Färben der Treponema pallidum beschreibt F. Ruppert in der Deutsch. med. Wochenschr. Nr. 36, 1921. „Die Methodik der neuen Färbung ist folgende:

1. Herstellen dünner Objektträgerausstriche (auf die Herstellung guter Ausstriche muß besonderer Wert gelegt werden);

2. Ausstriche gut lufttrocken werden lassen;
3. 1—2 Minuten in Rugesche Lösung A stellen (Eisessig 1,0, Formalin 20,0, Wasser 100,0);

4. Abspülen;

5. Überschichten und gut kochen mit in destilliertem Wasser gesättigter Brillant-Reinblau-8-G-Extrallösung;

6. Abkühlenlassen und Abspülen;

7. 3 Sekunden nachfärben mit 5fach verdünntem Ziehlschem Karbolfuchsin;

8. Abspülen und Abtrocknen.

Die Treponemen erscheinen dann violettrot auf leicht rötlichem Untergrund.“

P Rostock.

Bücherschau.

Die „**Einfachen Hilfsmittel zur Ausführung bakteriologischer Untersuchungen**“ von Geheimer Medizinal-Rat Professor Dr. M. **Ficker**-Berlin sind in 3. umgearbeiteter Auflage neu herausgekommen (1921, Leipzig, C. Kabitzsch, brosch. Mk. 9.—) und wegen ihres knappen und klargefaßten Inhalts warm zu empfehlen. Die Hinweise, die das Heft gibt, wie man ein für die fast täglich von dem Arzt anzustellenden bakteriologischen Arbeiten geeignetes Laboratorium einfach einrichtet, unterhält und betreibt, werden auch in weiteren nicht ärztlichen Kreisen, wie Botaniker, Tierärzte, Apotheker usw. Beachtung finden. Auch für den biologischen Unterricht in höheren Lehranstalten sind in den Heftchen gute Anhaltspunkte für einfache bakteriologische Untersuchungen zu finden. — **Winke für die Entnahme und Einsendung von Material zur bakteriologischen, serologischen und histologischen Untersuchung** haben **Dr. Emmerich** und **Dr. Hage** ihr beachtenswertes Bändchen genannt (1921, Bln., J. Springer, geb. Mk. 9.—). Gerade weil das Büchlein im wesentlichen nur das Material bespricht, mit dem der Praktiker sich fast täglich beschäftigen muß und ihm ferner zeigt, wie dieses Material in zweckmäßiger Weise zur Untersuchung zu bringen ist, kann es nicht warm genug empfohlen werden. Wenn das Bändchen auch in erster Linie für den praktischen Arzt bestimmt ist, so kann es doch auch jedem ernstlich tätigen Mikroskopiker gelegentlich von Nutzen sein. — **Mit Kescher und Lupe**. Biologische Streifzüge für jung und alt durch die Tierwelt der Binnengewässer bezeichnet **Max Voigt-Oschatz** sein neuestes Werk (1921, Leipzig, Dieterich, geh. Mk. 12.—, geb. Mk. 16.—). Liebe zur Natur, Verständnis für die viel zu wenig beachtete Wunderwelt der Kleinlebewesen unserer heimischen Binnengewässer will dieses anschaulich geschriebene Bändchen bei der reiferen Jugend und den naturfreundlichen Erwachsenen wachrufen und erhalten. Stichproben haben uns davon überzeugt, daß das Bändchen in jeder Hinsicht seiner Aufgabe gerecht wird. — Von **Dr. H. Rohleders Monographien über die Zeugung beim Men-**

schen ist **Band VII „Die künstliche Zeugung (Befruchtung) im Tierreich“** erschienen (1921, Lpzg., G. Thieme, geh. Mk. 21.—, geb. Mk. 28.—). Dieser Band bildet eine wertvolle Ergänzung zu dem vorhergehenden Bd. VI, der sich mit der künstlichen Zeugung beschäftigt, denn die wirklich übersichtlichen Versuche und Beweise liegen eben in der Hauptsache nur vom Tier vor. Eine umfassende Zusammenstellung aller wesentlichen Versuche und deren Auswertung für die Tierzuchtswissenschaften machen das Werk auch für Tierärzte, Tierzuchtinspektoren und Landwirte sehr lesenswert. Es ist dem Verfasser gelungen, den Beweis für die außerordentliche Bedeutung der künstlichen Befruchtung in der Tierzucht zu erbringen. — Das klassische Buch von **Prof. Dr. R. Schmaltz „Das Geschlechtsleben der Haustiere“** ist in seiner 3. Auflage auf den neuesten Stand gebracht und steht damit wieder an erster Stelle (1921, Bln., R. Schoetz, brosch. Mk. 62.—). Das Buch hat den Vorzug, daß neben einer ausführlichen Sachlichkeit eine gute Sprache und flotter Stil walten. Diese Anschaulichkeit, durch gute, zum Teil sehr plastische Abbildungen erhöht, macht das Buch nicht nur für die Fachgelehrten und Tierärzte, sondern auch für den gebildeten Landwirt lesenswert. Das fehlt zumeist solchen Spezialwerken. — **„Die Mikrochemie der Pflanze“** von **Prof. Dr. H. Molisch** (1921, Jena, G. Fischer, brosch. Mk. 55.—, geb. Mk. 68.—) ist ein glänzendes Zeugnis deutscher Forscher-tätigkeit. Zwar sagt der Name Molisch schon alles, aber die peinliche Arbeit, die zahlreichen vorzüglichen Abbildungen, die erschöpfende Behandlung des Riesenstoffes, die mehr als ausführlichen Literaturnachweise nach jedem Abschnitt, die große Übersicht und der ganz wundervolle Stil, der hier ein so schwieriges Kapitel des Wissens in geradezu genußreicher, lesenswerter Form bringt, das muß alles betont werden, wenn man dieser Neuauflage gerecht werden will. Ein Meisterwerk. Wir können das Buch, das für den ernststen mikroskopierenden Botaniker unentbehrlich ist, nur angelegentlich unseren Lesern empfehlen. Dr. Stehli.

Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.

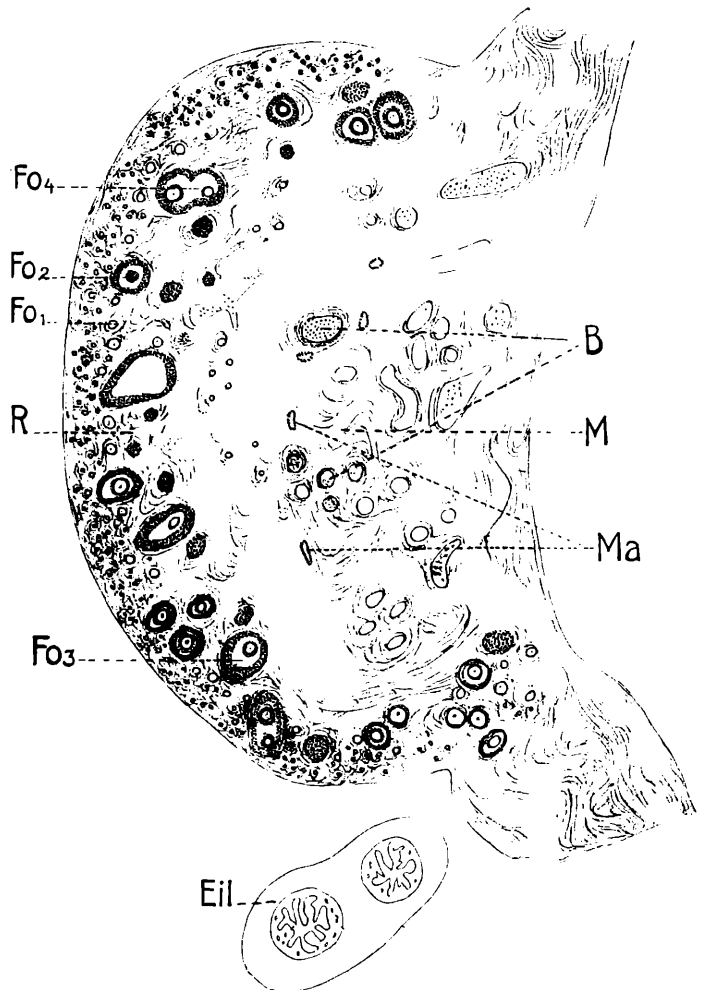
Fortsetzung von S. 78.

Von Wilh. Schneider.

5. Eierstock der jungen Katze. Man findet die Eierstöcke leicht, wenn man vom Fruchthalter (Uterus) aus den Eileitern folgt. Wir fixieren sie in Sublimat¹⁾.

In 100 ccm 0,75%iger Kochsalzlösung lösen wir unter Erwärmen 7 g Sublimat, filtrieren die Lösung heiß und lassen sie erkalten, wobei sich nadel-förmige Kristalle auf dem Boden des Glases absetzen. Die Einwirkung dauert 6 bis 12 Std. Dann wird ohne Auswaschen in allmählich verstärktem Alkohol (s. u. 1) gehärtet. Die Schnitte enthalten störende Sublimatkristalle. Sie kommen daher auf 15 Minuten in Brenns-
spiritus, dem bis zur Kognak-
farbe Jodtinktur zugesetzt wird. Dann entfernt man das Jod durch Übertragen in 100 ccm einer 0,25%igen Lösung von Natriumthio-
sulfat (Fixiernatron; die 2,5
% ige Vorratslösung vor Ge-
brauch mit 10 Teilen Wasser
verdünne). Nach 15—20
Minuten wäscht man kurz

in destilliertem Wasser und färbt in Häma-
laun und Eosin. Einschuß in Balsam.
Bei schwacher Vergrößerung können wir
(Abb. 23) eine bindegewebige, blutgefäß-
reiche Marks-
schicht von der Rin-



¹⁾ Sublimat (Quecksilberchlorid) läßt die Gewebe mehr oder weniger schrumpfen, erhält aber die Zellen vorzüglich und macht sie sehr zugänglich für Farben. Es wird daher hier eingeführt, obgleich für unsere Zwecke auch Formalin genügt. Die Lösung ist sehr giftig; mit Metallinstrumenten darf sie nicht in Berührung kommen. Die zu fixierenden Stücke sollen in der kleinsten Ausdehnung nicht über 5 mm messen.

Abb. 23. Querschnitt durch den Eierstock einer Hündin. B = Blutgefäße der Marks-
schicht M. Ma = Marks-läuche. R = Rindenparenchym. F01, F02, F03, F04
= Eifollikel in verschiedenen Entwicklungsstufen. Eil = Quer getroffener Eileiter.
(Nach Sigmund).

den zone unterscheiden, in der die Eizellen liegen. Stärkere Vergrößerung lehrt, daß die Oberfläche von einem Epithel

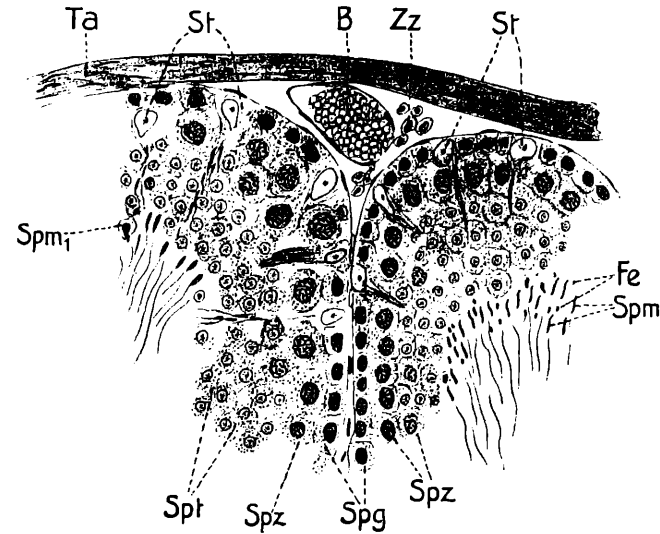


Abb. 24. Querschnitt durch zwei am Rande liegende benachbarte Hodenkanälchen bei starker Vergrößerung. Ta = Tunica albuginea. B = Blutgefäß. Zz = Zwischenzellen. Spg = Spermatogonien. Spz = Spermatozyten. Spt = Spermatiden. Spm = Spermien (Spermatozoen). Spm₁ = eine Spermatide, gerade in Umbildung begriffen. Fe = Fettkörnchen. St = Sertolische Zellen. (Nach Sigmund).

gebildet wird, dem Keimlager, so genannt, weil sich von ihm die Eizellen ableiten. Diese werden von dem zunächst einschichtigen Follikel-epithel umhüllt (Primärfollikel), das aber bald mehrschichtig wird, und lassen im Plasma den Kern (Keimbläschen) mit dem Kernkörperchen erkennen. Ältere Follikel zeigen die Eizelle aus dem Mittelpunkt verschoben und von einer durchscheinenden Hülle (*Zona pellucida*) und radial gestellten Follikelzellen (*Zona radiata*) eingeschlossen. Im Follikel ist ein Spaltraum entstanden, so daß das Ei nur an einer Stelle der Bläschenwandung anliegt, und an dünnen Schnitten oftmals herausfällt. Die Eier werden bei der Reife durch Platzen des Follikels frei.

Ebenso behandeln wir Hoden der Maus. Die Schnitte sollen möglichst dünn, können aber klein sein. Zahlreiche Hodenkanälchen, umschlossen von einer derben Hülle (*Tunica albuginea*) und getrennt durch spärliches Bindegewebe. Die Einzelheiten deutet man an der Hand der Abb. (24).

6. Milz der jungen Katze (oder der Maus). Wir finden die Milz als rotbraunes, zungenförmiges Gebilde an der linken Magenseite.

Fixierung und Färbung wie No. 5. Sie schneidet sich leicht (Einklemmen in Leber!); auch dickere Schnitte geben gute Übersichtsbilder.

Die Milz (Abb. 25) ist überzogen von einer kräftigen Hülle (Kapsel), die sich in Form von Balken (in der Eosinfarbe gefärbt) in das Innere erstreckt. Die Zwischenräume sind von der Milzpulpa ausgefüllt. In dieser fallen blau gefärbte rundliche oder ovale Knötchen auf, Anhäufungen weißer Blutkörperchen, die den Querschnitt einer dünnen Arterie (Zentralarterie) umschließen. Andere Blutgefäße sind in den Balken angeschnitten. Starke Vergrößerung zeigt in der Pulpa neben weißen zahlreiche rote Blutkörperchen, die durch ihre leuchtend rote Färbung auf-

fallen. Wahrscheinlich werden sie in der Milz abgebaut, während weiße Blutkörperchen neu

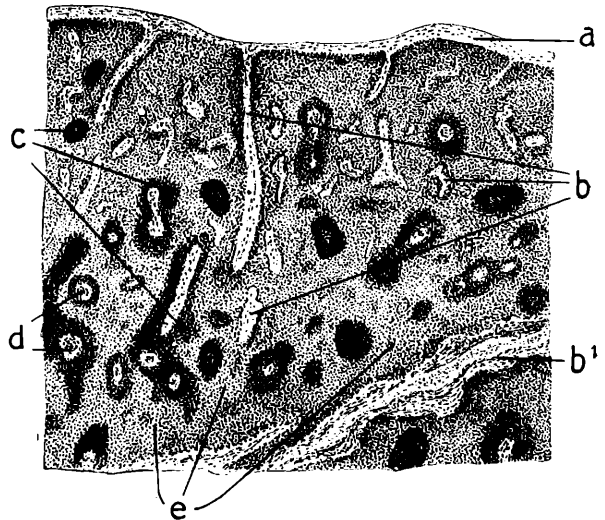


Abb. 25. Schnitt durch den Rand der menschlichen Milz. a = Milzkapsel. b = Milzbalken. b' = Milzbalken mit eingeschlossener Vene. c = Milzknötchen. d = Zentralarterien in den Milzknötchen. e = Gewebe der Milzpulpa. (Nach Sigmund).

gebildet werden. Das Blut fließt durch die zuletzt pinselförmig verzweigten Arterien in Spalträume (Milzsinus), sammelt sich

wieder in den Balkenvenen und verläßt die Milz durch die Milzvenen.

Nach demselben Verfahren werden die Lymphknoten behandelt, die in dem

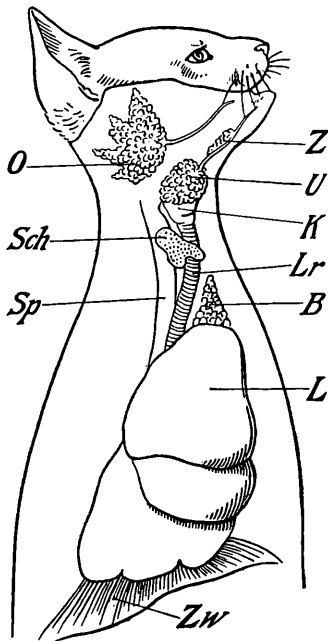


Abb. 26. Schema des Eingangs in Darmkanal und Atmungsorgane der jungen Katze. Kombiniert nach Claus-Grobden. O = Ohrspeicheldrüse. U = Unterkieferdrüse. Z = Unterzungendrüse. Sch = Schilddrüse. B = Brustdrüse. Sp = Speiseröhre. K = Kehlkopf. Lr = Luftröhre. L = Lunge. Zw = Zwerchfell.

zwischen den Darmschlingen ausgespannten Mesenterium der Katze leicht aufzufinden sind. Bau dem der Milz ähnlich; die Stelle des Blutes vertritt die Lymphe. In den helleren, kreisförmig umschriebenen Stellen in der Nähe der Oberfläche, den Keimzentren, sind an dünnen Schnitten mit guten Objektiven Kernteilungen zu beobachten.

7. Darmkanal. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird die Behandlung der Teile des Darmkanals und seiner Drüsen hier im Zusammenhang besprochen. Wir wollen dabei — obgleich die bisher besprochenen ausreichen — eine weitere Fixierungsflüssigkeit angeben, die bei einfacher Anwendung sehr gute Ergebnisse liefert. Zu einer 3%igen Kaliumbichromat-Lösung fügen wir vor dem Gebrauch 5 % Eisessig (Tellyesniczky). Kleine Stücke bleiben in dem Gemisch 12–24 Std., werden dann mindestens 6 Std. in fließendem (oder 1 Tag in oftmals gewechseltem) Wasser

gewaschen und in steigendem Alkohol gehärtet. Die Alkoholbehandlung muß unter Lichtabschluß erfolgen, da sonst Niederschläge in den Geweben entstehen. Man schlägt daher die Gläser in Papier ein oder stellt sie in eine dunkle Schrankecke. Wir fixieren folgende Teile: Lippe, Abschnitte aus dem vorderen und hinteren Teil der Zunge, Ohrspeicheldrüse, Unterkieferspeicheldrüse, Speiseröhre, Stücke der Magenwand (aus dem mittleren und dem Endabschnitt des Magens), Zwölffingerdarm, Bauchspeicheldrüse, Dünndarm, Blinddarm, Dickdarm. Auch die Schilddrüse, die Luftröhre und die Brustdrüse (Thymus) behandeln wir gleich mit. Damit keine Verwechslungen vorkommen, muß der Anfänger die Organe getrennt halten oder nur solche zusammenbringen, die gut zu unterscheiden sind. Außerdem lege man mit Bleistift geschriebene Bezeichnungen mit in die Gläser. Mit Hilfe der beigegebenen Abb. 26 wird man die genannten Teile unschwer auffinden können. Die Ohrspeicheldrüse sieht man nach Abheben der Haut unterhalb des Ohres, etwas weiter nach hinten und unten die Unterkieferdrüse. Durch einen Längsschnitt am Halse legt man die Luftröhre frei, auf der man etwas rückwärts

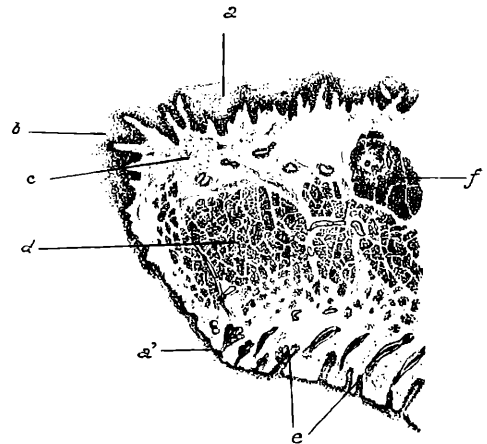


Abb. 27. Querschnitt durch die menschliche Lippe. a = Mundepithel. b = Lippenrand (Übergang des Mundepithels in die äußere Epidermis = a'). c = Bindegewebe (Submucosa). d = *Musc. orbicularis* (quer). e = Haarbälge. f = Lippen-drüse. (Nach Sigmund).

vom Kehlkopf die Schilddrüse mit einem mittleren Teile und zwei seitlichen Lappen erkennt. Die Brustdrüse fällt nach Eröffnen der Brusthöhle bei jungen Tieren durch ihre Größe gleich auf; die Bauchspeicheldrüse liegt in der Schlinge des

Zwölffingerdarms als langgestrecktes Organ. — Von den engeren Darmabschnitten kann man bei jungen Katzen 1 cm lange im ganzen herausgeschnittene Stücke einlegen. Besser ist es aber, die Teile an der Ansatzstelle des Mesenteriums der Länge nach aufzuschneiden, sie mit der Innenseite nach oben auf Korkscheiben auszubreiten, mit Nadeln (bei Sublimat mit Igelstacheln) festzustecken und so auf dem Fixierungsmittel schwimmen zu lassen. Beim Dickdarm ist dieses Verfahren unbedingt nötig. Den Darminhalt entfernt man nicht, da das Epithel leicht verletzt wird. Er löst sich zum großen Teil bei der Weiterbehandlung ab; den Rest kann man nach dem Härten durch vorsichtiges Schütteln (gegebenenfalls Abpinseln) leicht entfernen.

a) Lippe. Färbung mit Hämalaun-Eosin. Einschluß, wie immer, wenn nichts anderes angegeben, in Kanadabalsam (Abb. 27). Die äußere Begrenzung der Lippe hat den Bau der Körperhaut und zeigt die Anschnitte von Haaren und Talgdrüsen. Am Lippenrande sehen wir die Hornschicht in das mehrschichtige Schleimhautepithel übergehen, in dessen Zellen mit dem Wegfall der Verhornung wieder Zellkerne auftreten. (Vergl. I, 1.) Unter dem Epithel folgt die bindegewebige Eigenhaut (*Tunica propria*) der Schleimhaut, darunter die lockere *Submucosa*. Diese 3 Schichten finden wir im ganzen Verlauf des Darmkanals wieder. Die *Tunica propria* dringt in Papillen gegen das Epithel vor. In der *Submucosa* liegen gegen den Lippenrand zu die Querschnitte der Lippenmuskeln, weiter rückwärts die Lippendrüsen, die eine eiweißhaltige Flüssigkeit absondern und in der eigenen Lippe mit den Fingern abzutasten sind.

b) Speicheldrüsen. Möglichst feine Schnitte — schon sehr kleine Stückchen genügen — sind mit Hämalaun-Eosin zu färben. Die Drüsen bestehen aus mehr oder weniger runden Läppchen. Das Sekret fließt durch enge Schaltstücke in weitere Sekretrohren, die in den Ausführungsgang einmünden. Die Schnitte zeigen also neben abführenden Kanälen verschiedener Weite Anschnitte der Läppchen, die durch reichliches Bindegewebe getrennt sind. Bei stärkerer Vergrößerung erkennen wir, daß die Läppchen aus Zellgruppen zusammengesetzt sind, die bei

Ohr- und Kieferspeicheldrüse bemerkenswerte Unterschiede zeigen. Bei jener sind die Zellen bläulichrot gefärbt; das Plasma erscheint fein gekörnelt, und der rundliche Kern liegt im unteren Abschnitt der Zelle etwas von der Wand entfernt. Diese Zellen sondern eine eiweißhaltige Flüssigkeit ab: Eiweiß- oder seröse Drüsen. Die Zellen der Unterkieferdrüse sind heller und bläulich gefärbt; der Kern ist an die Wandung gedrückt und abgeplattet. Sie liefern Schleim: Schleim- oder muköse Drüsen. In manchen Fällen (z. B. bei der Submaxillaris des Menschen) kommen in einer Drüse beide Zellarten vor: Gemischte Drüsen. Vielfach sind dann die Eiweißzellen von dem Hohlraum der Endstücke scheinbar abgedrängt und bilden so die Ebnerschen Halbmonde.

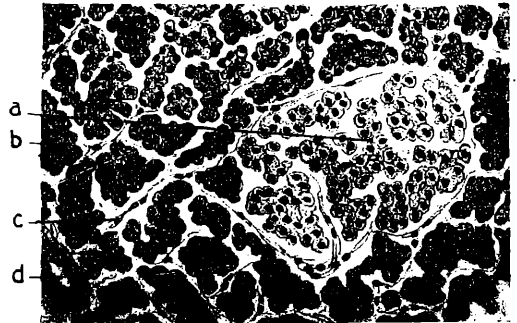


Abb. 28. Schnitt durch die Bauchspeicheldrüse des Schweines. a = Langerhanssche Insel. b = echte Sekretzellen der Bauchspeicheldrüse. c = Bindegewebe. d = Ausführungsgang (quer). (Nach Sigmund).

Es sei hier gleich, weil sie ebenso behandelt wird, die Bauchspeicheldrüse angesehen, deren Bau man aus der Abb. 28 entnehmen kann. Die Gruppen hellerer Zellen (Langerhanssche Inseln) besitzen keinen Ausführungsgang; es sind Drüsen innerer Sekretion, deren Erzeugnis unmittelbar durch das Blut aufgenommen wird. Schnitte durch den Endteil der Drüse treffen häufig Kolbenkörperchen, die wir im I. Teile kennen lernten.

c) Magen. Auch die Schnitte durch die Magenwand färben wir mit Hämalaun-Eosin (Abb. 29). Die Schleimhaut (*Mucosa*) besteht wieder aus Epithel, *Tunica propria* und *Submucosa*. Das Epithel setzt sich aus zylinderförmigen Zellen zusammen und zeigt zahlreiche Einsenkungen, die Magengrubchen. In der *Tunica propria* liegen dicht gedrängt die schlauchförmigen Ma-

gendrüsen, die in die Magengrübchen ausmünden. Ihre Zellen sind meist blau gefärbt (Hauptzellen), teils treten sie in leuchtend roter Farbe hervor (Belegzellen). Man nimmt an, daß die Hauptzellen Pepsin, die Belegzellen Salzsäure liefern. Zwischen *Tunica propria* und *Submucosa* zieht sich eine Schicht von Schleimhautmuskeln, die *Muscularis mucosae*, hin. Auf die *Submucosa* folgen 2 ziemlich unregelmäßige Muskellagen. Den Überzug bildet das auf die Eingeweide umgeschlagene Bauchfell (*Serosa*). — In der Gegend des Magenausgangs findet man verästelte, an tiefe Gruben mündende Pylorusdrüsen.

Schnitte durch den Kaumagen von Vögeln (junge Sperlinge eignen sich gut) zeigen, daß die Drüsen ein zu Fäden erstarrendes Sekret liefern, das die Innenfläche mit einer widerstandsfähigen Schicht überzieht. Die Präparate werden am schönsten nach dem für die Zunge angegebenen Verfahren.

d) Zunge. Wir lernen nunmehr eine Dreifachfärbung kennen, die auch für die übrigen noch ausstehenden Teile des Darmkanals angewandt wird und prächtige, lehrreiche Bilder liefert. Schnitte durch den vorderen und hinteren Teil der Zunge (durch die mit bloßem Auge sichtbaren Wallwärzchen) gelangen auf 10 Minuten in eine gesättigte wässrige Lösung von Fuchsin (Magentarot, nicht mit Säurefuchsin zu verwechseln!) und dann nach kurzem Abspülen in Wasser ebenso lange in Pikroindigkarmin. Dieses Farbgemisch stellt man her durch Auflösen von 1 g Indigkarmin in 400 ccm konz. wässriger Pikrinsäurelösung. Nach nochmaligem Eintauchen in Wasser werden die Schnitte in 90%igen Spiritus gebracht, in dem viel Fuchsin ausgezogen wird. Man wechselt den Spiritus einmal und überträgt, wenn die blaue Farbe wieder zum Vorschein kommt, in Terpeneol. Gelungene Präparate zeigen Zellkerne, Knorpel und Schleim rot, Bindegewebe schön blau, Muskeln gelb bis grün gefärbt. Um die Färbung haltbarer zu machen, ist das Terpeneol vor dem Einschluß durch Xylol zu ersetzen. Auch empfiehlt es sich, die Präparate bei mäßiger Wärme zu trocknen und vor Licht möglichst zu schützen. Statt der Färbung mit Fuchsin kann man mit Boraxkarmin durchfärben.

Die Zunge (Abb. 30) besteht in der Hauptsache aus einem Flechtwerk von Muskeln, das im unteren Teil durch eine Bindegewebsplatte (*Septum linguae*) in zwei Hälften zerlegt wird. Die Schleimhaut zeigt die uns bekannten 3 Schichten. Die Papillen der *Tunica propria* drängen das Epithel zapfenförmig nach oben, wodurch

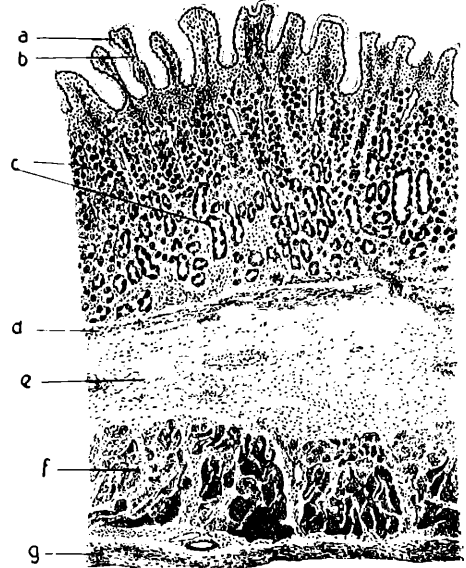


Abb. 29. Magenwand des Hundes, quer. a = Schleimhautepithel. b = *Tunica propria*. c = Magendrüsen mit Belegzellen. d = *T. muscularis mucosae*. e = *T. submucosa*. f = *T. muscularis*. g = Bauchfell (*T. serosa*). (Nach Sigmund).

die Rauigkeiten der Oberfläche entstehen. Im vorderen Zungenabschnitt treffen wir meist fadenförmige Papillen, deren verhornte Spitzen in unsern Präparaten gelb gefärbt sind. Unverhornte, nach oben verbreiterte Papillen heißen pilzförmig. Umwallte Papillen von breiter Form, die in die Schleimhaut eingesenkt und infolgedessen mit einer Furche und einem Wall umgeben sind, finden sich in regelmäßiger Anordnung am Zungenrunde. Sie tragen an den Seiten Geschmacksorgane, die später genauer betrachtet werden sollen. Die Schnitte durch den Zungenrund haben vielfach Drüsen getroffen, die bei der Katze gemischter Natur sind und zahlreich in die Furche der umwallten Papillen ausmünden. Noch weiter rückwärts liegen die Zungenbälge, Anhäufungen von Keimzentren (s. Lymphdrüsen), aus denen fortgesetzt weiße Blutkörperchen an die Oberfläche wandern. Wir fanden diese im Speichelpreparat I, 1.

e) Speiseröhre. Die Schnitte, nach der eben angegebenen Weise gefärbt, sind leicht zu deuten. Die Schleimhaut ist in Falten gelegt, die beim Schlucken verstreichen. Zwischen *Tunica propria* und

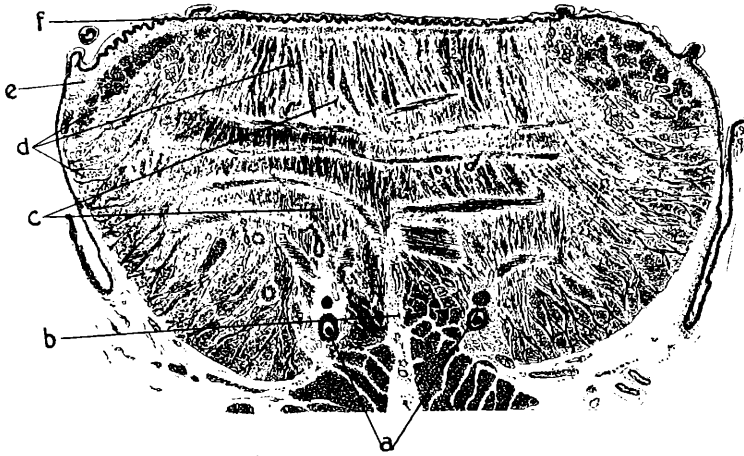


Abb. 30. Querschnitt „durch“ die Katzenzunge. a = Blutgefäße (darüber je ein querschnittener Nerv). b = Septum. c = Muskel längs getroffen. d = Muskel quer getroffen. e = *Tunica propria*. f = Epithel. (Nach Sigmund).

Submucosa eine oft unterbrochene *Muscularis mucosae*. Zwei Muskelschichten, von denen die innere mehr oder weniger ringförmige Züge, die äußere durch Bindegewebe getrennte Längsbündel aufweist.

f) Dünndarm. Die Schleimhaut des Dünndarms ist ausgezeichnet durch

zylindrische Vorrugungen, die Zotten. Das sie überkleidende Zylinderepithel ist unterbrochen durch schleimabsondernde Becherzellen. Zwischen den Zotten senkt sich das Epithel bis zur *Muscularis mucosae* ein. Diese Buchten, Krypten genannt, machen den Eindruck schlauchförmiger Drüsen. Ring- und Längsmuskelschicht sind viel regelmäßiger angeordnet, als in der Speiseröhre.

g) Im Zwölffingerdarm findet man blattförmige Zotten und echte Darmdrüsen (Brunner'sche Drüsen), die in der Hauptsache in der *Submucosa* liegen.

h) Der Dickdarm weist nur Krypten, keine Zotten auf und hat ein

reich mit Schleimzellen ausgestattetes Epithel. In der *Submucosa* treten zahlreiche Lymphknötchen auf, die sich namentlich im Blinddarm häufen. An den Stellen, an denen die Lymphknötchen gegen das Epithel vordringen, fehlen die Krypten. (Fortsetzung folgt.)

Der Hecht der Schnakenlarven.

Von Dr. Aug. Koeppel.

Mit den kommenden Zeilen möchte ich die angehenden Mikrobiologen auf ein Untersuchungsobjekt aufmerksam machen, wie man es dankbarer nicht leicht bekommen kann, nämlich auf die Larve der Büschelmücke *Sayomyia (Corethra plumicornis)*. Da das Tierchen ziemlich groß wird (etwas über 1 cm), hat es in der zwischen Objektträger und Deckgläschen befindlichen Wassermenge nicht den nötigen Spielraum zu freier Bewegung wie die eigentlichen Mikroorganismen und läßt daher bei seiner großartigen Durchsichtigkeit mit Ruhe Einblick gewinnen in Bau und Funktion verschiedener innerer Organe, z. B. des Darmes, der Blutgefäße und der Blutzellen, des Nervensystems, der Muskeln, der Schwebeorgane usw. Die Larve erscheint im Frühling und im Spät-

sommer und zeigt in Bau und Gewohnheiten so viele Anklänge an den Hecht, daß ein Vergleich zwischen den beiden Tieren sich bei der Beobachtung unwillkürlich aufdrängt und manche Eigentümlichkeit unserer Larve sofort aufklärt.

Während die Schnakenlarven meist in schräger oder lotrechter Richtung das Wasser durchqueren, hält sich der schlanke und schmale Leib unserer Büschelmückenlarve vollständig wagrecht in seinem Medium (Abb. 1, 1). Bewegungslos wie der im Schatten eines eingerammten Pfahles lauende Hecht erwartet sie, unsichtbar infolge ihrer völligen Farblosigkeit, die ahnungslos sich nähernde Beute z. B. ein Kleinkrebschen, um sie im passenden Moment mit blitzschnellem Stoß zu erfassen. Freß-

werkzeuge und Bewegungsorgane sind diesem Räuberleben prächtig angepaßt und wie beim Hecht der zähnestarrende Rachen und die nach hinten verlagerte Rückenflosse den freßgierigen gewandten Schwimmer verraten, so zeigt auch hier ein Blick in das Mikroskop das gleiche, nur um vieles reizvollere Bild.

An ihrem Kopf, der vorn durch seine seitliche Zusammenpressung auffällt und deutlich gegen die Brust abgegrenzt erscheint, ist alles in den Dienst der Nahrungsaufnahme gestellt, sogar die Fühler. Betrachten wir die beigezeichnete Skizze (Abb. 1, 2), so erscheint der ganze Kopf rüsselig in die Länge gestreckt, um all das fassen zu können, was hier ausgebildet ist. Vor der Mundöffnung, die sich wie beim Hai auf seiner Unterseite befindet, liegen die verschiedenen massiven, scharfgezahnten Kiefer (Ober- und Unterkiefer nebst Unterlippe der Mücke) mit drehbarem Borstenbüschel, dessen Borsten wie die Finger einer Hand gespreizt werden können, und vor diesem ein unpaarer fingerförmiger, sehr beweglicher Fortsatz (die künftige Oberlippe der Schnake) mit 2 wie eine hohle Hand gekrümmten Borstenfächern. Vor diesem wiederum 2 haarscharfe Messerchen als echte Larvenorgane, vor diesen ein langer Borstenpinsel und endlich am vorderen Ende die beiden Fühler, deren 6 Borsten fast wie Krallen sind und an Kieferfühler der Spinnen erinnern. Was dabei besonders in die Augen springt, ist der Umstand, daß alle die genannten Gebilde einwärts gekrümmt sind und mit breiten Muskelbändern (M) in Verbindung stehen; wie am lebenden Tier ersichtlich ist, sind sie in ihrer Länge so bemessen, daß sie alle genau bis zur Mundöffnung reichen. Diesem äußeren Apparat entspricht nun auch noch ein innerer; quetscht man nämlich das gesamte Schlundrohr vorsichtig heraus, wobei es umgestülpt wird, so zeigt es sich ähnlich wie beim Hecht mit gekrümmten Hechelzähnnchen regellos besetzt. Ein Entkommen, wenn auch nur von Beutestücken, ist damit unmöglich gemacht.

Aber auch die Bewegungswerkzeuge sind bei keinem Wasserbewohner so interessant wie bei unserer Larve. Die raschen zuckenden Stöße werden in erster Linie durch die muskelreiche, geschmeidige hintere Körperhälfte ausgeführt, wobei die merkwürdige 4fedrige Schwanz- und die Afterflosse (Abb. 3, 3) sie wirksam unterstützten. Echte

oder auch nur Afterbeine (die 4 fingerförmigen Fortsätze am Leibesende werden nicht benützt) besitzt die Larve nicht; sie erinnert also unter den mannigfachen Insektenlarven an die Maden. Während aber die Landmade, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, in oder auf ihrer Nahrung sitzt und daher Bewegungsorgane gar nicht nötig hat, muß sie sozusagen als Wassermade sich aktiv ihre Nahrung suchen, da sie diese nicht herbeistrudeln kann, auch muß sie einer eventuellen Gefahr ausweichen können. Es ist daher höchst lehrreich zu sehen, wie die Natur dieses Problem unter Anwendung der beim Fisch erprobten Flosse gelöst hat.

Die Schwanz- sowie die Afterflosse sind bei unserer Made Haargebilde (Abb. 3, 3), die so sinnreich gefiedert und zusammengeordnet

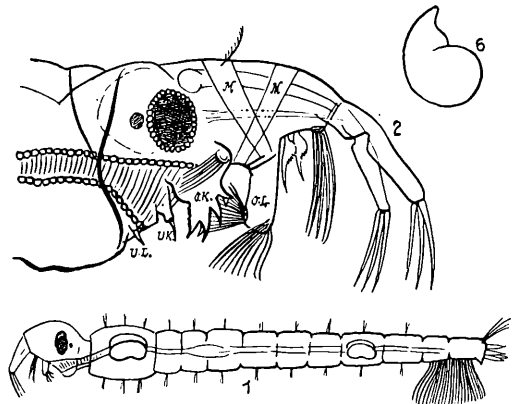


Abb. 1. Erklärung im Text.

sind, daß ihre eingehende Untersuchung mit dem Mikroskop viel Vergnügen bereitet. Gleich wie beim Fisch die starre Form der Flosse durch die Flossenstrahlen erreicht wird, so bilden auch bei der Larve die steifen Haare das Gerüst des hautlosen Steuers, indem ihre Seitenästchen wie die Nebenstrahlen einer Vogelfeder ineinandergreifen. Jede dieser ca. 22 Fiederborsten ist an ihrer Basis mit 2 Seitendornen verankert (Abb. 3, 4).

Mit der Beschreibung der Freß- und Bewegungswerkzeuge sind alle äußeren Organe geschildert, da irgendwelche anderen, die der pfeilschnellen Ortsbewegung hinderlich wären, nicht vorhanden sind; es fehlen zum Beispiel auch die bei solchen Larven so häufigen äußeren Tracheenkiemen und dies im gegebenen Falle umsomehr, als nicht einmal funktionsfähige Tracheen vorhanden sind und die Tiere daher nur durch ihre Haut

atmen. Allerdings sind Überbleibsel eines Luftröhrensystems vorhanden (Abb. 2, 5); diese erinnern sofort an die Schwimmblasen der Fische und stellen wie diese ein hydrostatisches Organ dar; auch die Schwimmblasen stehen bekanntlich mit den Kiemen nicht in Verbindung. Die genannten Tracheenblasen sind nun bei unser wurmförmigen Larve in einem vorderen und hinteren Paar vorhanden und die einzigen inneren Organe, die mit bloßem Auge als winzige schwarze Pünktchen sichtbar sind. Sie sind echte Schwebeorgane, und die Larve

nehmen, wenn durch ihre schleudernden Vorstöße charakteristische Bewegungen im Wasser verursacht werden, ähnlich wie dies bei dem völlig farblosen Krebschen *Leptodora hyalina* der Fall ist, das ich nebenbei bemerkt bei der Jagd auf solche Larven in einem Oberpfälzer Karpfenflachteich in großen Mengen gefunden habe.

Auf die übrigen inneren Organe näher einzugehen, würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten; nur bei dem Nervensystem und den Sinnesorganen will ich kurz verweilen. Auf der Bauchseite des langgestreckten Körpers, der aus einem einheitlich verschmolzenen Bruststück und aus 10 Hinterleibsringen besteht (Abb. 1, 1), verläuft parallel zum Darm das Bauchmark, das in jedem Segment eine Anschwellung besitzt; ein derartiges Ganglion zeigt Abb. 2, 8. Unter den Sinnesorganen interessiert uns vor allem das paarig angelegte Auge; es sind dies 2 große, schwarze Pigmentballen von ovalem Längsschnitt. Diese Hauptaugen sind an ihrer Oberfläche dicht mit unbeweglichen Glaskörpern besetzt (Abb. 1, 1) und nach außen zum Schutze des Ganzen mit einer derben, äußerst hyalinen Hornhaut überzogen; aus ihnen entwickeln sich die Augen des Vollkerfs. In nächster Nähe von ihnen liegen wie Sprengstücke 2 kleine Pigmentflecke als Nebenaugen, die keine weiteren optischen Zutaten besitzen. Als weitere Sinnesorgane können die am Kopf vereinzelt auftretenden gekämmten Haare gedeutet werden, die wohl als Tasthaare da in Tätigkeit treten mögen, wo der schwache Gesichtssinn versagt. Unsere Larve, die sich gleich dem Hecht sowohl im Sumpfe wie im klaren See findet, hält sich nämlich nicht nur in der Nähe der Oberfläche, sondern wandert auch etwas in die Tiefe und hier mag die Kraft ihrer doch primitiven Augen nicht für alle Fälle des Nahrungserwerbs ausreichen. Ihre Nahrung bilden nur Tierchen besonders aus der Gruppe der Kleinkrebschen; schon ihr kurzer, gerade verlaufender Darm (Abb. 1, 1) charakterisiert sie als Fleischfresser und auch hier erinnert sie an den Hecht, indem sie ihresgleichen nicht verschont.

So bietet also diese Larve in Bau und Lebensweise mancherlei Vergleichspunkte, wie der Titel dieser Arbeit vermuten läßt. Würde das Tierchen auch nur die Größe eines ausgewachsenen Hechtes erreichen können, dann wäre es wohl das fürchter-

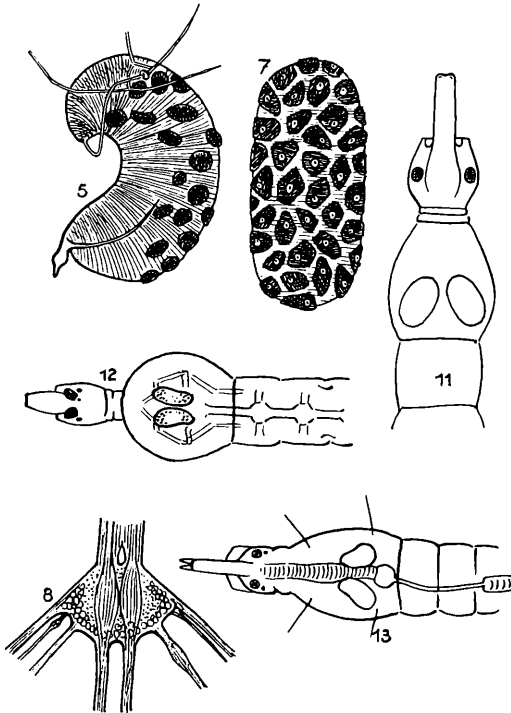


Abb. 2. Erklärung im Text.

ist somit ein Planktont, der allerdings nie an den Wasserspiegel kommt, weil er es zur Atmung nicht nötig hat. Bei jungen Larven sind diese Luftblasen mehr kugelig oder birnförmig (Abb. 1, 6), bei älteren Exemplaren wie eine Sichel gekrümmt (Abb. 2, 5); infolge der ihrem Rücken (Abb. 2, 7) aufgelagerten Pigmentkörnchen sehen sie leopardartig gefleckt aus. Trotz ihrer fast mikroskopischen Kleinheit sind sie es, die es uns — wie soeben erwähnt — ermöglichen, bei genauem Betrachten eines gefüllten Wasserglases die Tiere überhaupt zu finden und mit der Pipette herausfangen zu können. Bei einiger Übung kann man sie allerdings auch wahr-

lichste Geschöpf, das die Natur im Wasser je erschuf. Selbst fast unsichtbar, von einer blitzschnellen Gewandtheit des Körpers, mit geradezu diabolischen Freß- und Fangwerkzeugen ausgerüstet wäre es imstande, in kürzester Zeit alles erreichbare tierische Leben eines Stillwassers zu vernichten. Zum Glück würde diese Schreckensherrschaft nicht lange dauern, denn die gesamte Ausrüstung verschwindet mit der Verpuppung der Larve. War das Tierchen zuvor wagemutig im Wasser, so steht es jetzt lotrecht und ist trotz seiner teuflischen Aufmachung — es trägt nämlich auf dem Kopf 2 schwarze Hörnchen (Abb. 3, 9) — ein recht harmloser Geselle, der im Gegensatz zu seiner Vergangenheit jedem Angriff ausweicht und sein Heil in der Flucht sucht. Daher besitzt er auch, was wenigen Puppen beschieden ist, eigene Puppenorgane, die der Bewegung im Wasser dienen und ebenso einzigartig sind wie die entsprechenden Larvenorgane, doch mit dem Unterschied, daß sie diesmal mit den Atmungsorganen in Verbindung stehen.

Auch bei der Puppe ist die Brust der mächtigste Körperring, der an Größe noch dadurch gewinnt, daß ähnlich wie bei den Krebsen der Kopf mit ihm zu einer Art Kopfbrust verschmolzen ist. Er hat, wie schon erwähnt, 2 hörnchenartige Stigmenträger (Abb. 3, 14), die wohl ebenfalls hydrostatische Organe sind. Will das Tier in die Tiefe, so führt es mit dem Hinterleib schlagende Bewegungen aus, die umso wirkungsvoller ausfallen, als deren Endsegment eine zweiteilige häutige Schwanzflosse trägt, die ähnlich wie Falterflügel durch Tracheenstämme gestützt wird, zusammenklappbar ist (Abb. 3, 10) und nach Art der Krebsflosse funktioniert.

Doch auch dieses Stadium dauert nicht allzulange; die unter der zarten Haut der Brust durchschimmernden Flügel und Beine entpuppen sich bald als Gliedmaßen einer entschlüpfenden Schnake, die kurze Zeit auf ihrer Puppenhaut Schiffchen fährt, um dann in ihr neues Medium zu entschweben.

So gibt es an diesem Tier viel zu beobachten und daher möchte ich seinen Fang allen Anfängern der Mikroskopie besonders empfehlen. Da die Schnake zweimal im Jahr ihre Eier ins Wasser absetzt, ist das Larvenmaterial jederzeit leicht zu beschaffen; dabei sind die Tiere, besonders wenn sie hungrig sind, wunderbar durchsichtig, daß

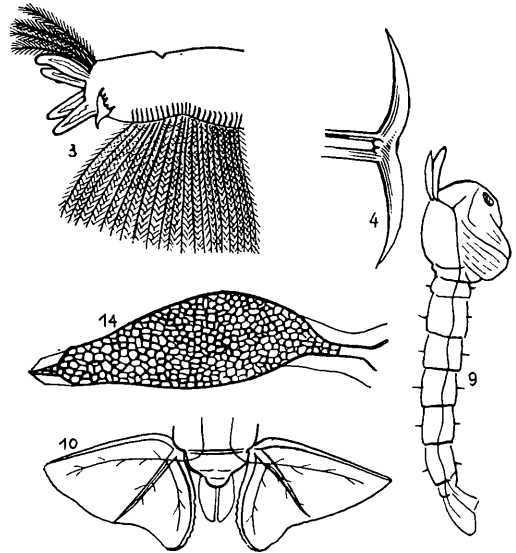


Abb. 3. Erklärung im Text.

man wie durch Glas in ihr Inneres schauen und bei verhältnismäßig schwacher Vergrößerung alles Wesentliche sehen kann; zudem haben sie in ihren Fiederflossen, Tracheenblasen und Freßwerkzeugen Organgebilde von einer Eigenart und Schönheit, daß auch der Kenner sie immer wieder gerne betrachtet. Wer sie aber in ihrer Metamorphose kennen lernen will, der besetze ein Einmachglas mit ihnen und füttere sie mit Wasserflöhen und Hüpferlingen. Er wird dann finden, daß die Köpfe der Larven je nach Alter und Art der Schnaken verschieden gestaltet sind (Abb. 2, 11, 12 und 13) und wird bei Bedarf mühelos auch die Puppen zur Verfügung haben.

Die Einzeller der süddeutschen Moore.

Von Dr. E. Scheffelt.

Zur Bildung eines Moores gehört in erster Linie stehendes oder sehr schwach fließendes Wasser, ferner ein wasserundurchlässiger

Grund. Sind diese Vorbedingungen gegeben, so ist es Sache der Pflanzen, das Moor aufzubauen. Fast immer kommt es zuerst zur

Niedermoorbildung, nur in wenigen Fällen kann auf schwachgeneigten Hängen (Schonacher Wolfbauermoos bei Triberg im Schwarzwald) oder in feuchten Mulden gleich ein Hochmoor entstehen.¹⁾ Starke Moorbildung setzte in Europa nach der Eiszeit ein, denn überaus zahlreich waren die durch Gletschertätigkeit herausgearbeiteten Bodenvertiefungen, die Seen, die austrocknenden Flußtäler und Altwässer. So sehen wir Moore überall da in gehäufter Zahl auftreten, wo die Gletschertätigkeit besonders stark war, in Schweden und Norddeutschland, und andererseits am Nordfuß der Alpen. Reich an kleinen Mooren ist der Schwarzwald, ferner finden sich diese nördlich vom Bodensee in großer Zahl (Federsee), um endlich im südlichen Bayern massenhaft zu werden.

Es hat Bayern eine Gesamt-Moorfläche von 206 611 Hektar aufzuweisen, das sind 2066 Quadratkilometer (Hohenzollern Gesamtfläche 1142 qkm, Westfalen 20 222 qkm). Davon sind 126 408 ha allein in Oberbayern, 48 380 ha in Schwaben-Neuburg, es bleibt also für diejenigen Teile Bayerns, die den Alpen entfernter liegen, nicht mehr viel Moorland übrig. — Auch Preußen hat gewaltige Moorflächen, besonders in den Provinzen Hannover, Schleswig-Holstein, Pommern und Ostpreußen. Die mitteldeutschen Gebirge tragen etliche kleine Moore, auch in der Eifel, im Schweizerland und in Österreich gibt es welche, so daß jeder Naturfreund, wo er auch wohne, ein Moor zu Studienzwecken leicht wird erreichen können.

Allerdings wird der Suchende einen größeren Moordistrikt selten im unberührten Zustand antreffen. Die Kultur ist im Begriff, sich aller „Ödländer“ zu bemächtigen, um sie in den Dienst der menschlichen Wirtschaft zu stellen. So wird das Moorland entwässert, gepflügt, gedüngt und angebaut; meist wird zuerst ein Kartoffelfeld daraus entstehen, oft aber ist direkte Umwandlung in Wiese oder Wald möglich. Große Moorstrecken werden auf ihren Torfgehalt hin abgebaut, d. h. die jahrtausendealten, vermoderten Pflanzenteile, die wir „Torf“ nennen, werden „gestochen“ und abgeführt, um Maschinen und Öfen zu heizen. Um einen trockenen Torf zu bekommen, wird ein zur Abtorfung bestimmtes Gelände vorher

auch entwässert, doch gelingt es in feuchten Jahren den Moorpflanzen nicht selten, sich das entrissene Gelände zurückzuerobern, die Torfstiche mit frischem Wachstum zu füllen und die Gräben mit Büscheln von Riedgräsern, mit dicken Moospolstern oder mit Rauschbeerengesträuch zu überwuchern.

Im unberührten Moor finden wir oft kleine, seichte Wasserstellen, sogenannte „Schlenken“. Auch an scheinbar trockenen Örtlichkeiten, an denen der Fuß kaum in den federnden Pflanzenteppich einsinkt, ist direkt unter der obersten Pflanzenschicht viel Feuchtigkeit enthalten. Natürliche Moorgewässer können aber auch größer sein, sie können als Rest eines verlandenden Sees mehrere Hektar Fläche haben (viele kleine Mooreseen in Bayern, Federsee bei Buchau, Nonnenmattweiher und Blindensee im Schwarzwald). Neben diesen natürlichen Moorgewässern gibt es dann die künstlich geschaffenen, die Torfstiche und Gräben, soweit sie wasserführend sind. Das Moorwasser ist meistens rotbraun oder zum mindesten gelblich gefärbt durch die in ihm enthaltenen Humussäuren. Stammt es vom Hochmoor, so fehlen ihm Kalk, Kali, Phosphor und Stickstoff so gut wie ganz, aber doch genügen die Spuren von Nährstoffen für ein mehr oder weniger reiches Organismenleben. Wasser aus Niedermoor hat Kalk, oft auch die andern genannten Nährstoffe in mäßigen, nicht selten in genügenden Mengen aufzuweisen, denn es steht ja mit dem Grundwasser in Verbindung. Künstliche Gräben und Stiche gehen auch im Hochmoorgebiet oft bis zum Grundwasser hinab und beherbergen daher eine ganz andere Organismenwelt wie die nahrungsarmen Schlenken im Moos.

Es ist noch gar nicht lange her, daß man das braune Moorwasser als organismenarm geschildert hat. Erst Forscher wie F. E. Schulze und F. Blochmann, der Amerikaner Leidy, die Schweizer Pénard, Heinis und Kleiber, die Hydrobiologen Zacharias, Brehm und Kaiser und endlich der eifrige württembergische Forscher Schlenker haben eine gewaltige Anzahl von Tieren und Pflanzen aus dem Moorwasser und dem feuchten Moosrasen untersucht und veröffentlicht, so daß man jetzt sagen kann, die Moore seien reich an Tieren und Pflanzen, aber nur an einzelligen. Die mehrzelligen Tiere wie Krebschen,

¹⁾ s. auch Oscar Paret: Natur und Vorgeschichte im Federseegebiet. Kosmos 1920. Heft 3—5.

Würmer, Insekten und Weichtiere treten in den von mir untersuchten Mooren an Arten- und Individuenzahl gewaltig hinter den Einzellern zurück, nur den Rädertieren kann man noch eine gewisse Bedeutung fürs Moor-

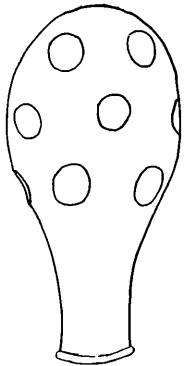


Abb. 1. *Hyalosphaenia elegans*. Vergr. etwa 400fach.

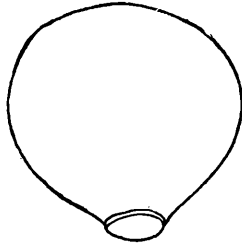


Abb. 2. *Hyalosphaenia tineta*. Vergr. etwa 265fach.

wasser zuschreiben. Im folgenden soll nur von einzelligen Tieren die Rede sein, mit Einschluß der Geißeltiere freilich, die sicher in ihren grünen Formen zu den Pflanzen gerechnet werden dürfen. Die einzelligen Algen sollen nicht behandelt werden. Meist sind es Desmidiaceen, die das Moorwasser bevölkern, weniger wichtig sind Grün- und Kieselalgen.

Es geht aus dem Gesagten hervor, daß wir „das Moor“ und seine Organismen nicht einheitlich behandeln dürfen, sondern in den verschiedenen Gewässertypen (Schlenke, Torfstich, Graben, Moorsee) verschiedene

Tiergesellschaften suchen müssen.¹⁾ Im Sphagnumgewirr des Hochmoors herrscht das Heer der zierlichen **Rhizopoden** vor, deren Einzelindividuen man oft als braune winzige Kügelchen vom hellgrünen oder blaßroten Torfmoos sich abheben

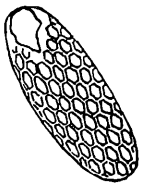


Abb. 3. *Assulina seminulum* (Bauchseite). Vergr. 320fach.

sieht. Beschaltete Amöben sind es, die aus einem unbegreiflichen Minimum von Baustoffen eine Schale über ihren glänzenden Plasmaleib bauen und zu einer Öffnung des Gehäuses ihre Scheinfüßchen auszustrecken pflegen, daher der Name „Wurzelfüßler“ Ganz ein-

seitig an die Sphagnen des Hochmoors angepaßt scheint die Gattung *Hyalosphaenia* mit ihren Arten *H. elegans* (das Moorfläschchen, Abb. 1), *H. papillio*, *H. lata* und *tincta* (Abb. 2). Alle diese Wesen haben eine gelbliche, durchsichtige Schale und klettern träge am feuchten Moos herum. Wird ihr Wohnbezirk entwässert oder gekalkt, so gehen die Tiere sofort zugrunde und man findet längere Zeit nur noch ihre leeren Schalen. Ein „Moorfläschchen“ (Abb. 1) ist in den Chiemseemooren 103—158 μ groß, mit halbkugelförmigen Eindellungen versehen und wird im Alter schokoladebraun. Die andern Hyalosphaenien haben ähnliche Größe. — Ebenso einseitig ans Hochmoor angepaßt ist *Assulina seminulum* (Abb. 3), auch die *Euglyph*a- und *Nebela*-Arten. Die drei letztgenannten Formen haben eine deutliche Schalenstruktur, sechseckige Plättchen sehen wir bei den

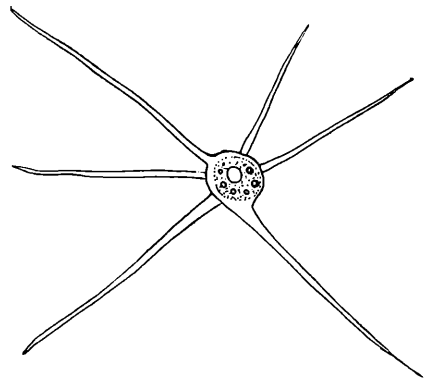


Abb. 4. *Dactylophaerium radiosum*. Vergr. etwa 540fach.

beiden ersten Arten, ovale und unregelmäßige Elemente bei *Nebela*. — Anpassungsfähiger sind die Glieder der Gattung *Arcella* (Kapseltierchen), die man sowohl im Hochmoor als im Entwässerungsgraben und im Flachmoor antrifft. Die vielgestaltige *Diffugia*, die Fremdkörper wie Diatomeenschalen, Quarzkörnchen und Kalkstückchen zum Schalenbau benützt, bewohnt hauptsächlich Niedermoore. Es gibt birnförmige, ballonförmige und tonnenförmige Arten, deren Studium besonders hinsichtlich des Gehäusebaus recht lohnend ist.

Von nackten Amöben der Moorgewässer seien *Dactylophaerium radiosum* aus dem Hochmoor genannt (Abb. 4), ferner *Amoeba proteus* und *verrucosa* aus Niedermooren.

Die **Sonnentierchen** [Heliozoen] zeichnen sich durch feine, starre Fortsätze aus, die

¹⁾ Ich habe im Zoologischen Anzeiger, Band LII, 1921, die Ökologie der Moore, mit besonderer Berücksichtigung der Rhizopodenverteilung, besprochen.

strahlenförmig dem kugeligen Körper entspringen. Ich fand im Flachmoor und in Torfstichen *Acanthocystis turfacea*, *Actinosphaerium Eichhornii* (Abb. 5) und *Actinophrys sol*, im Niedermoor *Heterophrys myrio-*

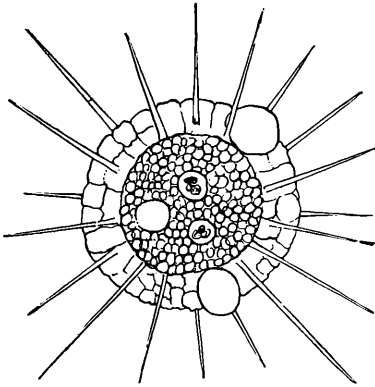


Abb. 5. *Actinosphaerium Eichhornii*. Vergr. etwa 65fach.

poda u. a. Die Sonnentierchen gehören zum Schönsten und Formvollendetsten, was die Natur unserem Süßwasser geschenkt hat, und ihr gehäuftes Vorkommen im Moorwasser macht uns dieses doppelt interessant.

Die Ordnung der **Wimpertiere** (Ziliaten, Infusorien) ist im unberührten Hochmoor nicht sonderlich gut vertreten, desto reichlicher im Niedermoor.

Wird Hochmoor gekalkt oder gedüngt, so sterben die eigentlichen sphagnophilen (torfmoorliebenden) Einzeller ab, während andere Arten sich einstellen, die uns früher nur aus nährstoffreichen oder gar faulenden Wässern bekannt waren. In unberührten bayerischen Hochmooren finde ich etwa 10 Infusorienarten, in Niedermooren gut die vierfache Artenzahl, gemeinsam ist beiden Gewässerformen nur das grüne Trompetentierchen und *Spirostomum ambiguum*, ein Infusor, der als weißes Fädchen schon makroskopisch leicht sichtbar ist und von Anfängern gern mit rhabdocölen Strudelwürmern verwechselt wird.

Von Infusorien des Hochmoors seien genannt *Halteria spec.*, bemerkenswert durch seine schnellenden Bewegungen, dann *Urostyla Weissii* und das höchst eigenartige halbmondförmige Wesen *Drepanomonas dentata* (Abb. 6), das ich in den südlichen Chiemseemooren, ferner am Bärensee bei Aschau öfters fand.

Dem kalkreichen Niedermoor gehören die verschiedenen *Vorticella*-Arten an, Glocken-

tierchen also, die dem Leser durch ihren spiralig einrollbaren Stiel schon bekannt sind, ferner *Paramaecium bursaria*, das grüne Pantoffeltierchen, und das mit einer Nase begabte Wesen *Trachelius ovum* (Abb. 7). Ferner bilde ich ab aus dem Niedermoor bzw. kalkhaltigen Torfstichen *Urocentrum spec.* (Abb. 8) mit seinem Wimperschwänzchen und hufeisenförmigen Kern und das kegelförmige *Arachnidium spec.* (Abb. 9). Viele andere, teils recht seltene Moorziliaten kann der Leser in dem herrlichen Werk von Blochmann („Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers“, leider vergriffen) oder in dem populärer geschriebenen Werkchen von Schlenker „Lebensbilder aus deutschen Mooren“ oder endlich in der einführenden, umfangreichen Arbeit von Steiner, Die mikroskopische Tierwelt der Moospolster (Mikrokosmos, Jahrg. VII, 1913/14, H. 2 bis 5, 7, 9–12) finden.

Die **Geißeltiere** (Flagellaten) sind dem Leser als Übergangsformen zwischen Tier- und Pflanzenreich längst bekannt. Botanisch orientierte Mikroskopiker sagen „Geißelpflanzen“ und rechnen die Mehrzahl der Geißelträger zum Pflanzenreich. Wir wollen

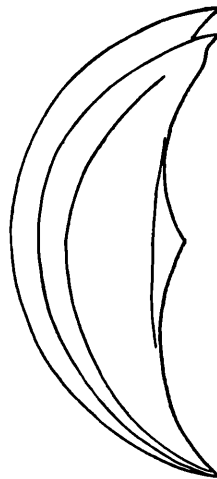


Abb. 6. *Drepanomonas dentata*. Vergr. etwa 350fach.

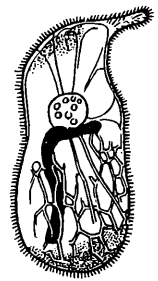


Abb. 7. *Trachelius ovum*. Vergr. etwa 65fach.

über die Fragen der Zugehörigkeit zum einen oder anderen Reich nicht rechten, sondern uns einige Geißelträger der Moore kurz ansehen. Ich fand mehr Arten im Hochmoor als im Niedermoor, aber weniger Individuen im Hochmoor. Stark pflanzlichen Charakter tragen grüne Flagellaten wie etwa *Cryptomonas*, wovon ich mehrere Arten fand. *Chroo-*

monas-Arten, systematisch noch wenig bekannt, kommen auch in Mooren vor, sie haben grünliche oder bläuliche Chromatophoren. — Die *Euglena*-Arten erinnern schon weniger an Pflanzen, da sie oft schlängelnde Bewegungen ausführen, einen Augenfleck und

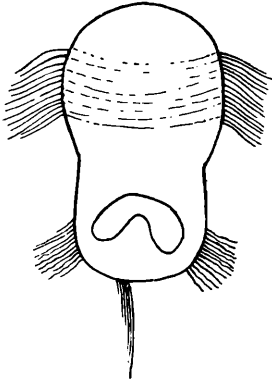


Abb. 8. *Urocentrum* spec.
Vergr. etwa 230fach.

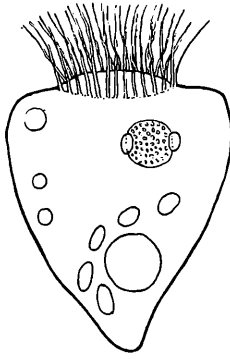


Abb. 9. *Arachnidium* spec.
Vergr. etwa 280fach.

Schlund haben und sich nicht rein pflanzlich nähren. Aus dem Hochmoor sei *Euglena Ehrenbergii* abgebildet (Abb. 10). Farblos sind *Distigma*, *Menoidium*, *Heteronema* und die *Bodo*-Arten, alles schwer zu bestimmende Wesen, deren Systematik noch nicht immer ganz geklärt ist. Leicht kenntlich ist allein *Distigma*, ein graues Tierchen von stets wechselnder Form. Bald ist es spindelförmig ausgestreckt, dann fließt seine körnige Körpermasse nach vorn, um dem Ganzen ein pilzförmiges Aussehen zu verleihen, dann wieder knäult sich der Körper zu einem amöbenähnlichen Ballen zusammen (Abb. 11, a u. b).

Im Gegensatz hierzu sind sehr viele Flagellaten starr, in derbe Gehäuse eingehüllt. Ein Beispiel hierfür ist *Trachelomonas hispida* (Abb. 12) aus Torfstichen, deren Wasser stark eisenhaltig ist. Die Hüllen der *Trachelomonas*-Arten, ferner die Scheiden der Eisenbakterien speichern das Eisenhydroxyd des Moorwassers und helfen mit an der Bildung der Sumpferzlager. Die eigentlichen Panzerflagellaten sind dem Leser in den Gattungen *Ceratium* und *Peridinium* bekannt, beide Typen sind auch im Moorwasser anzutreffen, obschon die Planktonregion der Seen ihr eigentlicher Tummelplatz ist. Die Peridineen sind durch weichhäutige Zwischenformen, wie *Hemidinium*, *Gymnodinium* und *Spirodinium* mit den übrigen Flagellaten

verbunden, es finden sich die Formen in erster Linie im Moorwasser. —

Endlich seien noch einige koloniebildende Geißelwesen erwähnt. Zu einer zierlichen, braungrünen Kolonie, die sich bedächtig durchs Wasser wälzt, legen sich 8—16 Individuen von *Syncrypta volvox* zusammen, in Torfstichen der Chiemseemoore sind diese, sonst als selten angegebenen Geißelträger häufig anzutreffen. Bekannter dürften die *Dinobryon*-Arten sein, kleine, grünliche Wesen mit 2 Geißeln, die durchsichtige Gehäuse von Düten-, Vasen- oder Pfeifenkopfgestalt bewohnen. Es legen sich diese Gehäuse zu reizenden, baumförmigen Kolonien aneinander und durchschwimmen wie losgerissene Sträuchlein das Wasser. Lange nicht in jedem Moorwasser finden wir *Dinobryon*, im Plankton der Seen hingegen spielt es oft eine große Rolle.

Wer sich weiter über Flagellaten unterrichten will, der besorge sich außer den Werken von Blochmann und Schlenker die Hefte 1 und 2 von A. Paschers „Süßwasserflora“

Man kann die Tier- und Pflanzenwelt des süßen Wassers scharf einteilen in solche Organismen, die reines, nährstoffarmes Wasser

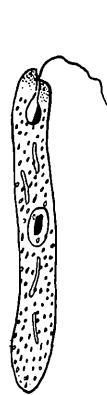


Abb. 10. *Euglena Ehrenbergii* (n. Pascher, Süßwasserflora).
Vergr. etwa 105fach.

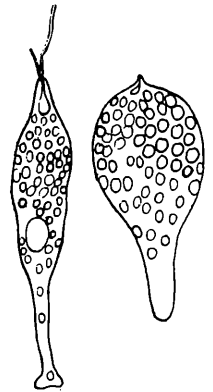


Abb. 11. *Distigma proteus*;
zwei verschiedene Stadien.
Vergr. etwa 400fach.

lieben und in solche, die sich im stinkenden Schmutzwasser am wohlsten fühlen. Zwischen diesen beiden Extremen stehen mehrere Übergänge. Kolkwitz und Marsson haben die Tiere und Pflanzen, die in den Wasserzonen mit verschiedenem Verunreinigungsgrad leben, listenförmig zusammengestellt und sich damit ein großes Verdienst erworben, denn die Kenntnis der Lebens-

bezirke niederer Organismen spielt eine große Rolle in der Abwasserwirtschaft. Ergießt sich z. B. in einen Fluß der Abwasserstrom einer Stadt, so finden sich da, in der meist verunreinigten „polysaprobe“ Zone, viele Blaualgen, farblose Flagellaten und Bakterien, während die Organismen des reinen Flußteils mit Einschluß der Fische völlig verschwunden sind. — Etwas weiter flußabwärts setzt die Selbstreinigung des Wassers ein, es beginnt die „mesosaprobe“ Zone, die nun von ungeheuer vielen Flagellaten und Ziliaten bewohnt ist. Erst viel später, wenn durch Nebenflüsse weitgehende Verdünnung erreicht ist, kommen in der „oligosaprobe“

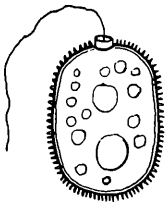


Abb. 12. *Trachelomonas hispida*, Vergr. etwa 330fach.

Zone die reinwasserliebenden Organismen wieder zu ihrem Recht — vorausgesetzt, daß inzwischen nicht neue Abwässer von Siedlungen oder Fabriken in den Flußlauf gelangt sind.

In den Mooren beobachtete ich nun, daß Reinwassertiere hauptsächlich das Hochmoor bevölkern,

es sind in erster Linie die torfmoorliebenden Rhizopoden hierher zu rechnen. Im Niedermoor aber, oder überall da, wo Nähr- und Düngestoffe Zutritt zum Moorwasser haben, herrschen die Organismen der mesosaprobe Zone vor. In der Nähe von Bernau am Chiemsee liegt ein kleiner See, der Förchensee, in Niedermoor eingebettet, aber von Zuflüssen aus dem Hochmoor gespeist. In diesen See fließen nun die Abwässer der Moorkultur-Anstalt Bernau und diejenigen einer größeren Gefangenenanstalt, die die Arbeitskräfte für die Urbarmachung der Moore liefert. Es herrscht daher in diesem See ein ungemein reges Kleintierleben, besonders finden sich seltene Ziliaten. Neben den zahlreichen Organismen der mesosaprobe Zone (*Trachelius ovum*, *Pleuronema*, *Lionotus*, Paramäzinen, Stentoren, Vorticellen, Euglenen usw.) finden sich noch richtige Reinwasserformen, darunter *Syncrypta volvox*, seltene Rhizopoden u. a. —

Um das Moorwasser fischereilichen Zwecken nutzbar zu machen, führe ich ihm im Aquariumsversuch Kalk, Kali oder Phosphate zu. Ich beobachte dabei, daß die oligosaprobe Organismen diesen Veränderungen bald zum Opfer fallen, während sich eine mesosaprobe Lebensgemeinschaft im Aquarium entwickelt.

Am meisten interessieren den Naturfreund wohl die Organismen des unberührten Hochmoors, aus dem einfachen Grunde, weil die andern Lebewesen fast überall zu haben sind. In jedem Straßengraben kann man Organismen des Niedermoores finden, während die Tier- und Pflanzenvereine des Hochmoors viel exklusiver sind und sich auf das nährstoffarme Wasser im bunten Sphagnumteppich beschränken. Deshalb ist es begrüßenswert, wenn Hochmoore geschützt und als Naturdenkmäler der Nachwelt überliefert werden. Am Chiemsee wird durch den Staat ein Stück Hoch- und Waldmoor östlich des schon genannten Förchensees vor der Kultivierung und dem Spaten des Torfstechers bewahrt. Im Schwarzwald sind Bestrebungen im Gange, einige der äußerst interessanten badischen Moore vor Entwässerung und Urbarmachung zu retten. Württemberg hat seinen Federsee, der durch weiblickende Heimatfreunde schon längst behütet wird.

Es ist ein Stück Erdgeschichte, das wir im Moor, im Hochmoor besonders, retten wollen. Nicht als ob Hochmoor sich nicht täglich neu bilden könnte, aber die Gelegenheit ist ihm ja benommen. Kein Landwirt sieht gern Torfmoose auf seiner Wiese und unsere Flachmoore werden in der Jetztzeit so verändert, daß es zur Hochmoorbildung auf ihnen nur in den seltensten Fällen kommen kann. Die Organismen des Hochmoors indessen, jene Reinwassertiere, die wir soeben kennen gelernt haben, sind Überreste der Eiszeit (Glacial-Relikte), sie sind ins kühle Moor geflohen wie das Moorhuhn Schottlands, die Bekassine, der Schwarzstorch, das (in Deutschland bereits ausgerottete) Moorsneehuhn, der Elch, eine Anzahl von Insekten und Pflanzen. Wir werden sehr viel verlieren, wenn fortschreitende Meliorierung uns sämtlicher Moore beraubt.

Kleine Mitteilungen.

Aus der Mikrotechnik.

a) Eine sichere Probe auf das Vorhandensein von Ammoniumsalzen in den Zellen wurde

von Th. Weevers (Recueil d. Trav. botan. Néerland. XIII, S. 67) gefunden. Man legt die zu prüfenden Schnitte in eine kleine feuchte

Kammer auf den Objektträger, fügt Magnesiumoxydpulver und einen Tropfen Wasser hinzu, legt daneben etwas mit Chloroform getränkte Watte und schließt die Kammer mit dem Deckglas, auf dessen untere Seite man vorher einen Tropfen Platinchlorid gebracht hat. Nach Einwirkung des Magnesiumoxyds auf die durch die Chloroformdämpfe getöteten Zellen entweicht das event. gebildete Ammoniak, das mit dem Platinchlorid am Deckglas Kristalle von Ammoniumchloroplatinat*) ergibt. Damit die Entstehung von Kaliumplatinchloridkristallen, die jenen sehr ähnlich sind, ausgeschlossen bleibt, nehme man nur reines Platinchlorid (empfohlen Platinchlorid puriss. von Kahlbaum), löse in destill. Wasser, das möglichst mit Verwendung von Quarzgeräten überdestilliert und im Quarzgefäß aufbewahrt worden ist.

b) Zur deutlichen **Erkennung kieselsäurehaltiger Strukturen** in Präparaten (die Kegelzellen der Riedgräser z. B., s. auch Pfeiffer in Mikrokosmos XIII, S. 187 f.) müssen in Dauerpräparaten passende Einschlußmedien gewählt werden, nämlich solche, die einen höheren Brechungsindex als die Kieselsäure ($D_n = 1,459$) haben. Das viel verwandte Phenol, wie das α -Monobromnaphthalin (s. Mikr. XIII) zersetzen sich leicht nach einiger Zeit infolge mir noch unbekannter Ursachen. Haltbarer ist das von van Heurck (Ann. soc. Belg. de Microsc. XXVIII, S. 56) eingeführte Gemisch aus 3 Tl. Piperin + 2 Tl. Bromantimon. Die weiter sonst benutzten Einschlußmedien (vgl. H. L. Smith in Journ. Roy. micr. soc. VI, S. 902 und van Heurck in Bull. soc. Belg. d. micr. XIII, S. 20) will ich nicht allen Lesern empfehlen, weil ihre große Giftigkeit die bequeme Anwendung ausschließt. Dr. Pf.

Eine neue Spirochätendarstellung im Gefrierschnitt beschreibt G. Steiner in No. 4 der Münch. Med. Wochenschr. 1922. Von dem gut in Formol fixierten und 1 Stunde in fließendem Wasser ausgewaschenen Material werden Gefrierschnitte von 10–20 μ Dicke hergestellt, diese in destill. Wasser ausgewaschen und einzeln für 1–2 Min. in ein Schälchen mit 10%iger alkoholischer (angesetzt mit 96%igem Alkohol) Mastixlösung gebracht. Die Mastixlösung darf nicht trübe sein. Die von dem Schnitt abgehenden weißlich-wolkigen Schlieren müssen sich in der Mastixlösung wieder vollkommen lösen. Der Schnitt darf keine Flecken haben und muß überall durchscheinend sein. Dann kommt er kurz in dest. Wasser, das einmal zu wechseln ist und nicht mehr milchig-getrübt sein darf. Darauf Einlegen für 24 Stunden (im Brutschrank bei 37°) in eine 0,1%ige Silbernitrat-

lösung. Darauf kurzes Abspülen in heißem dest. Wasser (2 Min.), dann Einlegen für 10 Min. in eine dick-milchig aussehende Mastixlösung (1 ccm der 10%igen Mastixlösung + 10 ccm 96%igem Alkohol + 20 bis 30 ccm dest. Wasser), kurzes Auswaschen in dest. Wasser, dann Übertragen für 4 bis 6 Stunden in eine 5%ige unmitttelbar vorher hergestellte filtrierte Hydrochinonlösung, die mit kaltem dest. Wasser angesetzt werden muß. Dann gründliches Auswaschen in mehrfach gewechseltem dest. Wasser, aufsteigende Alkoholreihe, Karbolxylol, Xylol und Einbetten in Kanadabalsam. —i—

Pathogene Keime auf Papiergeld. Hermann Dold und Chen Yuh siang haben im Archiv f. Hygiene 89. Bd. 1920, S. 63 Untersuchungen über die Lebensdauer einiger pathogener Keime auf Papiergeld veröffentlicht. Typhusbazillen (Sammlung) auf Papier angetrocknet, waren noch nach 12–36 Tagen, Typhusbazillen (frisch aus Stuhl gezüchtet) noch nach 72–120 Tagen, Paratyphusbazillen B nach 48–132 Tagen lebend nachzuweisen. Wesentlich kürzer schienen zu leben Ruhrbazillen (Shiga-Kruse) 2–24 Stunden, Cholera vibrio (10–24 Stunden), Diphtheriebazillen 19–24 Stunden, die 3 letztgenannten Stämme aus der Sammlung. Frischgezüchtete Diphtheriebazillen lebten 96–124 Stunden. Künstlich fortgezüchtete Bakterien halten sich kürzere Zeit lebensfähig als frischgezüchtete, die praktisch in Betracht kommen. Lange im Verkehr befindliche Scheine bieten einen besseren Nährboden dar. Auf Metallgeld sterben Bakterien eher ab, weil es trocken ist, weniger Schmutzstoffe an sich haften läßt und wegen der bakterienfeindlichen Wirkung der Metalle. Papiergeld trocknet zwar nach Beschmutzung auch rasch, ist aber doch hygroskopisch und nimmt wegen stärkerer und nachhaltiger Verschmutzung mehr Bakterien auf.

Vor dem Benetzen der Scheine mit an der Lippe befeuchteten Fingern gelegentlich des Nachzählens ist erneut dringend zu warnen.

Dr. G. M.

Ein billiger Ersatz für Siebeimerchen. Zum Übertragen von nicht allzu kleinen Objekten durch die Alkohol-Xylolreihe für die Paraffineinbettung, sowie zum Fixieren und Wässern in fließendem Wasser wende ich seit langem statt der teuren Siebeimerchen Glasröhrchen von entsprechender lichter Weite an, die wie es die nebenstehende Abb. zeigt, in eine rechtwinklig abgebogene Kapillare ausgezogen sind. Je nach der Größe des Objekts macht man die Kapillare enger oder weiter. Wer nur einige Geschicklichkeit besitzt, wird diese Arbeit am Bunsenbrenner leicht selbst ausführen können. Nimmt man das Röhrchen aus einer Flüssigkeit heraus, so hält man das Ende der Kapillare an die Wand des Gefäßes, um das Abfließen zu erleichtern, und saugt den letzten Tropfen



*) Kristalle nach dem regulären System (9 Symmetrieebenen), gelbe Oktaeder darstellend, in starken Säuren etwas löslich. Der Niederschlag wird aber alsdann durch teilweise Neutralisation mit Natriumkarbonat nebst Natrium- oder Magnesiumazetat sogleich wieder gefällt. — Versuche diese Reaktionen an Stengelquerschnitten von Korbblütlern!

mit einem Stück Filtrierpapier weg. Gegenüber den mit Gaze verschlossenen Röhrchen haben meine den Vorteil, daß das Objekt nicht hängenbleiben kann, auch wenn es eine raue Oberfläche hat, und daß das Röhrchen leichter zu reinigen ist. F. Buxbaum.

Zum Nachzeichnen der oft so prachtvoll glänzenden Farben bei mikroskopischen Objekten reibt man die betreffende Wasserfarbe mit einer Lösung von 5 g Hühnereiweiß, 10 Tropfen Karbolsäure, 0,5 g Borsäure in 10 g Wasser an. Man erhält nach dem Trocknen der Farbe eine glänzende, nicht abspringende Schicht. Ich habe bis jetzt schon verschiedene Lösungen angewandt (z. B. auch Eiweißlösung, die ich nach dem Trocknen Formaldehyddämpfen aussetzte), habe aber nirgends derartig schöne Erfolge erzielt. Apoth. übrig.

Eine neue haltbare Algenfärbung. *) Ein großer Fehler der meisten Algenfärbungen ist ihre geringe Haltbarkeit. Darum wird es sicher willkommen sein, wenn ich auf eine haltbare Färbung hinweise, die zwar für andere Zwecke schon lange angewandt wird, nun aber von mir auch zur Darstellung der Chromatophoren der Algen mit gutem Erfolg erprobt wurde.

Die Tatsache, daß die Chromatophoren eine sehr eiweißreiche Substanz sind, brachte mich auf den Einfall, für ihre Färbung die Goldchlorid-Ameisensäure-Methode, wie sie Strasburger (Strasburger u. Koernicke, Botanisches Praktikum, 5. Aufl. 1913) für die Darstellung der Eiweißkristalle im Endosperm von Rizinus angibt, anzuwenden. Zum Fixieren wandte ich das Pfeiffersche Gemisch — gleiche Teile Formalin, Methylalkohol und Holzessig (F. Pfeiffer v. Wellheim, Österreichische botanische Zeitschrift, Bd. XLIII. 1898, No. 2 und 3) an, worin die Algen unbegrenzt lange aufbewahrt werden können. Nach kurzem Wässern bringe ich die Algen in eine 1%ige wässrige Lösung von Goldchlorid, in der sie 1—3 Stunden verweilen. Diese Zeit ist nicht für alle Algen gleich, und wird am besten vorher mit einem einzelnen Faden ausprobiert.

*) Vgl. auch Mikrokosmos 1921/22, S. 66, Heft 3.

Während dieser Zeit, d. h. während der Behandlung mit Goldchlorid, müssen die Objekte sich im Dunkeln befinden. Hierauf werden sie kurz abgespült und in eine etwa 5%ige Ameisensäurelösung übertragen. Darin bleiben sie nun so lange, dem hellen Tageslicht ausgesetzt, bis sie tief dunkelviolet erscheinen. Die mikroskopische Kontrolle ergibt nun, daß die Chromatophoren tief braunviolet, die Zellwände und, was ich besonders hervorheben möchte, auch eventuell vorhandene Gallertscheiden blaßviolet gefärbt sind. Nun werden die Algen gründlich ausgewaschen und zur Färbung des Kernes und Plasmas eventuell noch mit einem beliebigen Farbstoff nachbehandelt. Der Einschluß erfolgt unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln in Venezianischem Terpentin oder Glyzeringelatine, worin die Goldfärbung unbegrenzt haltbar ist. Die gebrauchte Goldchloridlösung wird in einer braunen Flasche aufbewahrt und kann noch wiederholt verwendet werden. F. Buxbaum.

Über „**Paraffinöl, Petroleum, Tetralin als Vorharze in der Einbettungstechnik**“ berichtet C. Corvini in der Wien. klin. Wochenschr. Jahrg. 34, Nr. 7, 1921. Als Ersatz für das bei manchen Einbettungsverfahren zum Aufheften der Gewebstücke erforderliche Zedernöl verwendet der Verfasser mit gutem Erfolg Paraffinöl, Vaselineöl, Petroleum und Tetralin (ein vierfach hydriertes Naphthalin). Der Vorteil der Petroleumanwendung liegt darin, daß man die Gewebstücke direkt aus dem absoluten Alkohol in das Petroleum bringen und so Chloroform und Tetrachlorkohlenstoff entbehren kann. Ein Nachteil der Methode liegt darin, daß beim Einbetten das Paraffin mehrere Male gewechselt werden muß, da sonst der Petroleumgehalt die zum Schneiden erforderliche Konsistenz des Blockes erheblich beeinträchtigt. Die besten Ergebnisse erhält man durch Tetralin. Besonders bei Bruttemperatur werden in ihm die Objekte sehr rasch transparent, allerdings werden ungenügend entwässerte Gewebe nicht aufgeheilt. Die Flüssigkeit trübt sich dann diffus, kann jedoch durch Erhitzen von Alkohol und Wasser befreit werden und auf diese Weise wieder brauchbar gemacht werden. P. Rostock.

Bücherschau.

Als Führer und Ratgeber für jedermann können **Franchks Jahrbüchlein** (Franchk'sche Verlagshandlung, Stuttgart) bezeichnet werden, von denen uns das **Erdbüchlein** (ein Jahrbuch der Erdkunde f. d. Jahr 1922), das **Chemiebüchlein** (desgl., 1. Jahrgang, herausgegeben v. Prof. H. Bauer), das **Philosophiebüchlein** (Taschenbuch für Freunde der Philosophie, 1. Bd., herausgegeben v. Dr. Aug. Horneffer) und das bekannte **Sternbüchlein** f. d. Jahr 1922 v. Henseling, zur Besprechung

vorliegen. In gedrängter, übersichtlicher Form werden in diesen Bändchen von ersten Fachgelehrten die letzten Errungenschaften und Fortschritte der einzelnen Gebiete leichtverständlich zur Darstellung gebracht. Wer daher auf der Höhe seines Fachwissens oder seiner Liebhaberei bleiben will, der wird sich das eine oder andere dieser preiswerten und sorgfältig ausgestatteten Bändchen (jeder Band M. 9.60, f. Mitgl. M. 7.80) anschaffen, die mit jedem Jahr neu erscheinen sollen. —

Einführung in die mikroskopische Lebewelt städtischer Straßenrinnen und Pfützen.

(Forts. von S. 92.) Von **H. Pfeiffer**, prom. z. Dr. phil. in Washington D.C.

V. Kapitel. Grünalgen (Chlorophyceen).¹

Es war im Jahre 1869, als der als Algengforscher bekannte Prof. **Pringsheim** bei der kleinen Süßwasseralge *Pandorina Morum* die einfachste Form eines Befruchtungsvorganges beobachtete. Diese Alge besitzt nämlich einen sehr einfachen Bau, der es gestattet, alle Lebensvorgänge in ihren Zellen mit dem Mikroskop im Wassertropfen direkt zu verfolgen. In dem Vorhandensein geschlechtlicher Vermehrungsweise liegt für die wissenschaftliche Gruppierung die Hauptstütze für die Gruppen der Grünalgen und deren Gliederung, während wir bei den Blaualgen (IV. Kap.) nur eine Vermehrung durch einfache Spaltung ähnlich der der Bakterien finden. Für die Fortpflanzungsvorgänge sind die meist vorhandenen grünen Inhaltskörper (Chlorophyllkörner) ganz bedeutungslos. Bekanntlich spielen sie aber im Leben der grün gefärbten Pflanzen als Ernährungsorgane eine wichtige Rolle. In den Fällen, in denen wie bei den besprochenen Eugleninen (III. Kap.) tierartige Wesen Chlorophyllkörner besitzen, liegt wohl stets eine Vergesellschaftung (Symbiose) von Tieren mit Grünalgen vor.

Wir betrachten unsere Formen nach vier Gruppen, die nach der Zahl der Zellen, deren Kern und der Ausbildung der Chromatophoren genannt werden:

§ **A. Volvocales, Tetrasporales, Protococcaeae** (vergl. Paschers Süßwasserflora Heft V, nach Erscheinen auch Heft IV): Chromatophoren nicht von auffallender Gestalt, Algen einzellig¹) und die Zellen einkernig. Natürlich sind die frei beweglichen Formen dieser Gruppe in Straßenrinnen selten. Trotzdem treten dort nach Regengüssen einige der verbreiteten Arten auf. Sie werden an dem Vorhandensein von 2 Geißeln und einem Augenfleck erkannt. Der Augenfleck soll fehlen bei dem in manchen Jahren plötzlich massenhaft sich findenden *Chlamydococcus pluvialis* A. Br. (Taf. IV, Abb. 65). Einzelne Zellen bilden *Chlamydomonas monadina* Stein (Abb. 63) und *Chl. Ehrenbergii* Gorosch. (Abb. 64; letzte Art durch das Fehlen einer Hautwarze am Vorderende der Zellmembran unterschieden). Zu kugeligen oder ovalen Familien, die sich als Ganzes zu bewegen vermögen, sind die Einzelzellen vereinigt bei *Pandorina Morum* Bory (Abb. 68).

Meistens finden wir aber unbewegliche Formen. Die Zellen liegen einzeln oder

zu wenigen (2—16, selten aber bis 64) beisammen. Die Zahl der etwa vorkommenden Arten ist sicher viel größer als gemeinhin angenommen wird. Andererseits ist gerade den hierher gehörenden Gattungen und Arten noch lange nicht genügend Aufmerksamkeit zugewandt worden, und interessante Funde bleiben noch zu erwarten. Eine deutlich geschichtete Membran weisen die Zellen der *Gloeocystis*-Arten auf, die eigentlich nur nach der Dicke verschieden sind (*Gl. rupestris* Rabenh., Abb. 66, 3—5 μ ; *Gl. vesiculosa* Naeg., Abb. 67, 4—7 μ), vielleicht auch gar keine besonderen Pflanzen vorstellen, sondern nur Entwicklungszustände anderer Algen sind. Sie weisen ebenso wie die 4—6 μ dicken Zellen von *Pleurococcus vulgaris* Menegh. (Abb. 69) plattenförmige Chromatophoren auf, während die Chromatophoren des sicher verwandten *Pl. miniatus* Naeg. (= *Chlorella miniata* Oltm., Abb. 70) hohlkugelig und an einer Seite mit einem Ausschnitt versehen sind (Zellen 3—15 μ dick.¹) In der Trockenheit erhalten die Lager gelbrote bis rote Färbung. Meist roten (sehr selten grünen) Inhalt führen auch in Feuchtigkeitsperioden die 5—11 μ dicken Zellen von *Porphyridium cruentum* Naeg. (Abb. 71).

§ **B. Siphonales, Botrydiales** (s. nach Erscheinen Paschers Flora H. VII): Chromatophoren ebenso, Algen einzellig, aber vielkernig. Eine einzige, reich verzweigte Zelle mit zahlreichen Kernen bilden die *Vaucheria*-Arten. Die vegetativen Zustände lassen nach der Dicke der Fäden unterscheiden: *Vaucheria repens* Hass. 33—50 μ (Abb. 81), *V. terrestris* Lyngb., 50—65 μ und *V. racemosa* DC. (Abb. 82) 66—82 μ . Wenn bei längerer Kultur in einer flachen Schale sich die Fortpflanzungsorgane bilden, kann auch die von diesen durch Antheridien mit seitlichen Ausstülpungen verschiedene *V. geminata* DC. (Abb. 83) erkannt werden. Vergl. hierüber Strasburgers Bot. Praktikum, 4. Aufl., S. 440.

Bei den Botrydiazen sind die großen Zellen blasenförmig und besitzen an dem verschmälerten Ende eine Art Haftwurzel (Rhizoid), die entweder vielfach verzweigt ist, wie bei *Botrydium granulatum* Rost und Bor. (Abb. 72) (Pflänzchen 1—2 mm dick), oder unverzweigt und schlauchförmig nach Art einer Pfahlwurzel, wie bei *Protosiphon botryoides* Klebs (Abb. 73) (Pflänzchen bis $\frac{2}{3}$ mm dick).

¹) Die ähnliche *Chlorella vulgaris* Beyerinck lebt bekanntlich mit verschiedenen Infusorien (Ophrydium, Paramaecium u. a.) in „Symbiose“

¹) Vgl. *Pandorina*!

§ C. *Ulothrichales* (Paschers Flora H. VI): Chromatophoren ebenso, Algen vielzellig, aber einkernig. Hier seien erwähnt *Hormidium flaccidum* A. Br. (Abb. 74) mit langgestreckten, bis 8 μ breiten Fäden und *Schizogonium murale* Kg. (Abb. 75 und 76) mit breiten (9—18 μ) und kurzen Zellen.

§ D. *Zygnemales*, *Desmidiaceae* (Paschers Flora H. IX und im Erscheinen VIII): Chromatophoren von auffällender Gestalt, Algen ein- oder mehrzellig, jede Zelle mit einem

Kern. — Von ähnlichen vielzelligen Algenfäden anderer Gruppen unterscheidet sich die Gattung *Zygonium* (Abb. 79—80) durch die beiden als Achse auftretenden, unregelmäßig, gewöhnlich beiderseits der Mitte gelagerten, zuweilen aber zu einem Achsenstrang zusammenfließenden Chromatophoren jeder Zelle. Auffällig sind auch die überaus starken Membranen der Zelle. (Die schwer zu erkennenden Arten werden nur durch die Sporen sicher unterschieden.)

Die einzelligen Arten dieser Gruppe

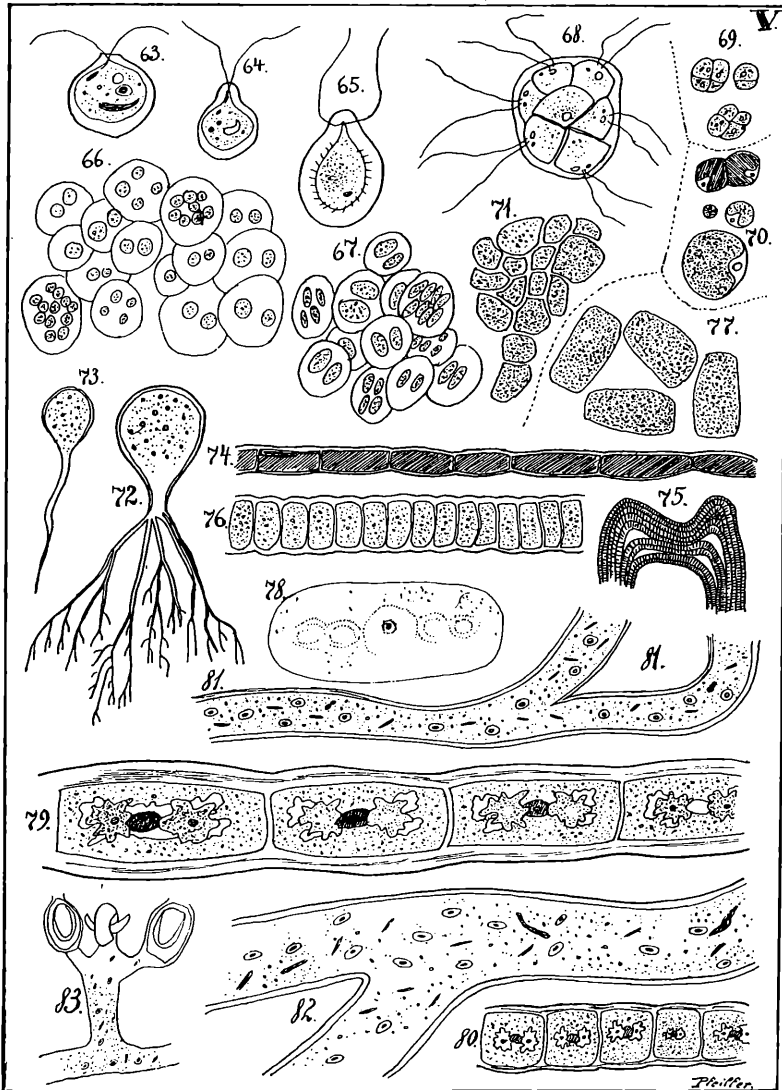
zählen zu den Zieralgen. In den Zellen von *Cylindrocystis Brebissonii* Menegh. (Abb. 78) liegen Chromatophoren, die aus zahlreichen, in der Längsachse der Zelle vereinigten, nach außen hin ausstrahlenden Platten bestehen. Dagegen finden wir in denen von *Mesotaenium micrococcum* Kirchner (Abb. 77) axile Chlorophyllplatten.

Literaturangaben: Für die Bestimmung am wichtigsten sind die erwähnten Hefte von Paschers Süßwasserflora. Die Leser des Mikrokosmos kennen ferner die Bestimmungsbücher Migulas über Grünalgen und Desmidiaceen (Stuttgart, Mikrokosmos-Verlag, Handbuch f. prakt. naturw. Arb. VI und X). Im Erscheinen begriffen ist die 2. Aufl. von

Rabenhorsts Kryptogamenflora v. Deutschl. usw. Ferner vergl. man Wille in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam. I, Abt. 2, S. 1 ff.

An neueren Abhandlungen erwähne ich zu § A:

Wollenweber (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XXVI, S. 238); Treboux (ebenda XXX, S. 69); Pascher (Bd. XXXVI, 1918, S. 253.) sowie Grintzesco Rev. génér. de Bot. XV, S. 5). Stark angewachsen ist auch die Literatur über Vaucheria und verwandte Gattungen; so seien



Tafel IV: Chlorophyteen. 63. *Chlamydomonas monadina* Stein; 64. *Ch. Ehrenbergii* Goro-schankin; 65. *Chlamydococcus pluviatilis* A. Br. (*Sphaerella pluviatilis* Wittr.); 66. *Gloecystis rupestris* Rabenh.; 67. *Gl. vesiculosa* Naeg.; 68. *Pandorina Morum* Bor.; 69. *Pleurococcus vulgaris* Menegh.; 70. *Pl. miniatus* Naeg.; 71. *Porphyridium cruentum* Naeg.; 72. *Botrydium granulosum* Rost u. Bor.; 73. *Protosiphon botryoides* Klebs; 74. *Hormidium flaccidum* A. Br.; 75/76. *Schizogonium murale* Kg.; 77. *Mesotaenium micrococcum* Kirchner; 78. *Cylindrocystis Brebissonii* Menegh.; 79. *Zygonium ericetorum* Kütz.; 80. *Z. didymum* Rabenh.; 81. *Vaucheria repens* Hass.; 82. *V. racemosa* DC.; 83. *V. geminata* DC. (Abb. 72, 73 u. 75 nur schwach, 81—83 etwa 80fach, alle übrigen 325fach vergr.).

hier erwähnt: Davis (Bot. Gazette XXXVIII S. 81); Heidinger (Ber. d. D. Bot. Ges. XXVI, S. 312); Meyer (ebenda XXXVI, 1918, S. 235) und v. Wettstein (daselbst XXXVIII, 1920, S. 260). Über Zygnales finden wir weitere Literaturangaben in den Arbeiten von Kurssanow (Flora CIV, S. 65) und Tröndle (Zeitschr. i. Bot. III, S. 593 und IV, 1902, S. 721).

Technische Bemerkungen kann ich mir ersparen, da ich auf das Buch von Migula, Die Grünalgen (Handb. f. prakt. naturwissensch. Arb. X, Mikrokosmos-Verlag), sowie auf die Abhandlung von Pfeiffer v. Wellheim in Österr. Bot. Zeitschr. XLVIII und in Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. XXVI, S. 675 ff. verweisen kann, wo die Fixierungs-, Färbungs- und Einschlüßverfahren ausführlich besprochen werden (vergl. auch Migula in Mikrokosmos III, S. 25, 60 und 131 ff., Neubearbeitung S. 182 ff., sowie Niemann in Mikrokosmos I, S. 73 ff., Neubearbeitung S. 171). Als Konservierungsmittel empfehle ich außerdem die Ripartsche Flüssigkeit nach Tempère (0,2 g Kupferchlorid, 0,2 g Kupfernitrat, 1 g Phenol, 99 cm³ Wasser und 1 cm³ Eisessig), in der die Chromatophoren der Zellen jahrelang unverändert bleiben. Als Beobachtungs- und Einschlüßmittel (eventl. auch zur Konservierung) verwende man statt der sonst üblichen Substanzen die Ripartsche Flüssigkeit in der Zusammensetzung: 0,3 g Kupferchlorid, 0,3 g Kupferacetat, 75 cm³ Kampherwasser, 75 cm³ Wasser und 1 cm³ Eisessig. Dieses Mittel ist auch für die zartesten Strukturen brauchbar. Sehr empfehlenswert ist es für Methylgrünfärbungen einfachster Art. — Bez. besonders der Zygnales s. Mikrok. VIII, S. 168!

VI. Kapitel. Plattwürmer (Plathelminthen).

Vor reichlich fünfzig Jahren erzählte Dr. Schleiden, wie er auf Grund eines freundschaftlichen Verhältnisses zum dirigierenden Arzte einer Irrenanstalt eines Morgens in das Zimmer eines Wahnsinnigen namens Mahlberg gekommen sei, dessen beständig wechselnde, seltsame Vorstellungsspiele ihn besonders interessierten. Er fand ihn am Ofen niedergekauert, mit gespannter Aufmerksamkeit einen Tiegel beobachtend, dessen Inhalt er sorglich umrührte. Bei dem Geräusch von Schleidens Eintreten flüsterte er mit wichtiger Miene: „Pst — stören Sie mir meine kleinen Schweine nicht, sie sind gleich fertig.“ Er hatte etwas Blutwurst, Schweineknöcheln und Borsten im Tiegel. Nach seiner Meinung fehlte nur noch die Lebenswärme, um das junge Schwein fertigzustellen. Der Irrtum dieses armen Irrsinnigen bestand also darin, zu glauben, daß eine Mischung bestimmter Stoffe schon ein vollkommenes Naturwesen sei, während doch außer dem Stoff noch die Gestaltung hinzukommen muß. Der einfachste Plattwurm, den wir untersuchen, zeigt uns so gut wie das Sonnensystem viele Tatsachen. Chemisch zerlegt, ergibt er sich als zusammengesetzt aus größeren oder geringeren Mengen verschiedener

Stoffe, deren Eigenschaften, so weit wir sie bisher kennen, aufs engste mit der Eigentümlichkeit des ganzen Tieres verbunden sind. Bei genauerem Zusehen finden wir bald, daß diese Stoffe niemals in Ruhe sind, daß Stoffe einerseits in das Tier eintreten, andererseits es verlassen, daß sie in beständiger Verbindung und Zersetzung begriffen sind. Haben wir damit nun das ganze Wesen der Tiere erschöpft? Keineswegs, sondern erst die Zellenbildung, also die Gestaltung macht den Stoff zum lebenden Organismus. Aus gleichartigen Elementen, eben den Zellen, sind die Plattwürmer zusammengesetzt, unterscheiden sich aber als verschiedenen Ursprungs durch Umriss und viele andere Eigentümlichkeiten. Von der Haupteinteilung abgesehen, dient bei den unten besprochenen Rhabdocoeliden der Schlundkopf dazu, eine Einsicht in den Entwicklungsgang der Plattwürmer zu bekommen. An unsern Sammelorten finden wir von Plattwürmern überhaupt nur diese und die Tricladiden, beide auch wieder nur in wenigen Formen. Die Teilung wird nach der Ausbildung des Darmes gemacht: 1. Die Rhabdocoelen haben einen einheitlichen Darmack, dessen hinterer Teil niemals in zwei Schenkel gespalten ist. Seitliche Verzweigungen fehlen bei unsern Formen. 2. Bei den Tricladiden besteht der Darm aus drei Ästen (Hauptdärme): einem, der vom Anfang des Schlundes (Darmmund oder Darmwurzel) nach dem Vorderende des Körpers zieht, während ein rechter und ein linker Hauptdarmast sich zu Seiten des Schlundes mehr oder weniger weit nach dem Hinterende des Körpers sich erstrecken. Die Hauptdärme tragen in Form, Länge, Verzweigung und Anordnung wechselnde Aussackungen.

Technische Bemerkungen. Zum Abtöten empfiehlt Graff eine gesättigte wässrige Sublimatlösung mit Essigsäurezusatz (99:1). Nachher wird in Jodalkohol ausgewaschen und in Alkohol überführt. Das Färben ganzer Tiere geschieht mit Grenachers Alaunkarmin (1½—3 Tg.). Nach Einbetten in Paraffin hergestellte Mikrotomschnitte können in verschiedener Weise gefärbt werden. Bezüglich der Rhabdocoeliden sei auf die Arbeit Steinmanns in Mikrok. VIII, S. 180 und 195 ff. verwiesen, die auch über Hunger-, Licht- und Regenerationsversuche berichtet, bezw. der Tricladiden vergl. Olufsen in Mikrok. X, S. 133.

§ 1. Rhabdocoelida.

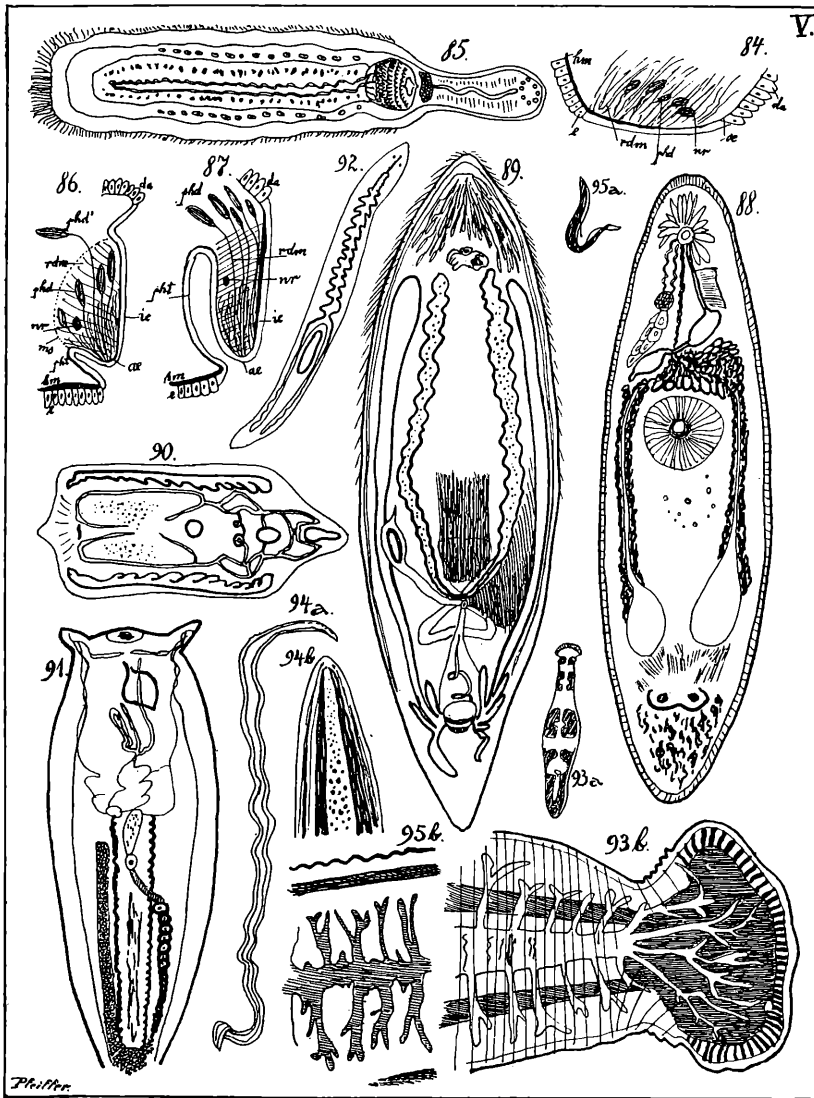
Da nur wenige Arten an unsern Örtlichkeiten gefunden sind, kann uns die verwinkelte Systematik der meist das Meer oder Süßwasser bewohnenden Tiere hier nicht viel kümmern. Die einzelnen Formen lernen wir an der Ausbildung des Schlundkopfes (Pharynx) kennen. Der einfache Pharynx (Taf. V, Abb. 84) bildet ein von einer flimmernden Schleimhaut (Epithel) platter, zylindrischer oder kegelförmiger Zellen ausgekleidetes Rohr, das in dem unmittelbar auf den Mund folgenden Anfangsteil sich vom Epithel des Integumentes nicht wesentlich unterscheidet (Gattung *Rhynchoscolex* Leidy, Abb. 85). Im

Gegensatz dazu kann der Pharynx auch zusammengesetzt sein und tritt als solcher in 2 Hauptformen auf, die sich hauptsächlich dadurch unterscheiden, daß bei der einen der Binnenraum durch eine Haut abgeschlossen erscheint (geschlossener Pharynx, Abb. 86), während bei der andern, hauptsächlich bei den Trikladen auftretenden Form (gefalteter Pharynx, Abb. 87) der Binnenraum der Pharynxfalte mit der Außenwelt in Verbindung steht. Der geschlossene Pharynx tritt uns wieder in mehreren Modifi-

kationen entgegen: rosettenförmig, tonnenförmig und „veränderlich“. Der rosettenförmige Pharynx (*Olisthanella* W. Voigt, Abb. 88) hat die Form eines Rotationskörpers, etwa einer Kugel mit geringen Abweichungen. Der tonnenförmige Pharynx unterscheidet sich davon durch die Tonnengestalt, die sich bei *Opisthomum* O. Schm. (Abb. 89) zu einer zylindrischen Röhre verlängert und an der Bauchseite des Darmes entspringt, während sie bei *Phaenocora* Ehrbg. (Abb. 90) am Vorderende desselben ange-

bracht ist. Außerdem ist der Pharynx bei *Opisthomum* nach hinten, sonst nach vorn gerichtet. Der veränderliche Pharynx ist zwar bei den von uns vielleicht gefundenen Arten von *Prorhynchus* M. Schultze (Abb. 91) nicht so typisch ausgebildet wie bei anderen Gattungen, indem er hier nicht so sehr an demselben Individuum sich verändert. Wegen der Ring- und Längsfaserschichten stellt er aber jedenfalls einen besonderen Bauplan dar. Er hat hier streng zylindrische Form und erreicht bisweilen nicht unbedeutende Länge.

Aus der Biologie sei die eigenartige Zystenbildung erwähnt. Die Tiere rollen sich zusammen und bilden aus dem Sekrete ihrer Hautdrüsen einen Kokon, der an Hälmchen usw. festklebt. Der Darm der eingekapselten Tiere ist leer, aber die Darmdrüsen sind vergrößert, schön braun gefärbt und mit Fetttropfchen gefüllt. Unter ungünstigen Verhältnissen, besonders Nahrungsmangel, sollen sich mehrere Individuen in eine Kugel verwickeln,



Tafel V: Plathelminthes. Die Buchstaben bedeuten: ae = äußeres Epithel der Pharynxfalte, da = Darm; e = Körperepithel; hm = Hautmuskelschlauch (welcher sich auf Pharynxtasche, Pharynx und Oesophagus fortsetzt); ie = Epithel des Pharynxlumens; ms = Muskelseptum; nr = Nervenring; oe = Oesophagus; phd = äußere Pharyngealdrüsen; phl = Pharyngealtasche; rdm = Radialmuskeln (nach Graff). — 84. Schema vom einfachen Pharynx; 88. *Olisthanella* spec.; 89. *Opisthomum* spec.; 90. *Phaenocora* spec.; 91. *Prorhynchus* spec.; 92. *Microplana humicola* Vejd.; 93. *Bipalium kewense* Mos.; 94. *Dolichoplana feildeni* Graff.; 95. *Rhynchodemus* spec. (Z. T. nach Graff, Vejd. u. a.).

die durch den Schleim der Hautdrüsen verklebt wird (Sekera in Zoolog. Anz. XXX, S. 145). — Gegen Erschütterungen des Bodens sind die Tiere sehr empfindlich, so daß sie auf viel befahrenen Straßen meist gänzlich fehlen. Über die Nahrung beachte Luther in Zeitschrift f. wiss. Zool. LXXVII, S. 137 ff.

Die Literatur stellte schon Steinmann im „Mikrokosmos“ (Jahrgang VIII, S. 198) zusammen. Wir werden auch noch einsehen: Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches IV, Abt. 1, sowie zur vergleichenden Anatomie Vejdovský in Zeitschr. f. wiss. Zool. LX., S. 90—162 (Taf. IV—VII). Für die Artenbestimmung ist bei allen Plathelminthen wichtig Brauers Süßwasserfauna, Heft XIX, Berlin 1909.

§ 2. Tricladida terricola.

Von den Tricladiden kommen für uns nur die *Terricola* in Frage. Über den Körperbau wird man sich am besten zuerst an einer Süßwasserart orientieren, wobei (außer dem Beitrag in Mikrok. VIII) die Arbeit Steinmanns in den Abhandlungen d. Senckenbergischen naturforsch. Gesellsch. XXXV¹ (1914), S. 111 ff. gute Dienste leistet. Den Mikroskopiker interessieren außer Querschnitten auch mittlere Längsschnitte, soweit man nicht mit optischen Längsschnitten durch Tiefer- und Höherstellen der Mikrometerschraube auszukommen trachtet. Zur Anfertigung der Schnitte wird 6 Stunden in Sublimatalkohol fixiert, dann in Jodalkohol ausgewaschen und in 80 % Alkohol übertragen. Dann erfolgt das Einbetten in Paraffin. Die mit dem Mikrotom angefertigten Schnitte sind zur Färbung mit Hämatoxylin nach Tabelle V von Stehli's Mikrotom und Mikrotomtechnik (Stuttgart 1913, S. 60, jetzt in 2. Aufl.) weiter zu behandeln. Weniger einfach sind die verschiedenen Verfahren Steinmanns, auf die hingewiesen wurde, wogegen sie aber schönere Präparate liefern.

Das Vorderende von *Bipalium kewense* Mos. (Abb. 93) ist durch eine Querfurche als halbmondförmiger Kopflappen abgesetzt, der als großer Sinnesapparat wirkt. Von den Arten ohne solchen Kopflappen fällt eine von geringer Körperlänge und drehrunder Gestalt auf, nämlich *Microplana humicola* Vejd. (Abb. 92), dessen Rückenfläche die Zilien fehlen. Dagegen bedecken flimmernde Zilien Bauch- und Rückenflächen bei 3 sehr langgestreckten Arten, deren Körperquerschnitt entweder riemenförmig (dann das Vorderende stumpf: *Dolichoplana feildeni* Graff, Abb. 94), oder aber drehrund bis quergestreckt-oval ist, in welchem Falle das Vorderende sich stark verjüngt (einige Arten der Gattung *Rhynchodemus* Leidy, Abb. 95).

Es ist schon länger bekannt, daß die Tricladen das direkte Sonnenlicht¹⁾ und

trockene Luft meiden, nicht minder aber das Wasser. Nach Lehnert (Arch. f. Naturg., 57. Jahrg., I. Bd., S. 325) scheint Wasser den von den Tieren abgesonderten Schleim zu lösen und damit die Fortbewegung zu erschweren.¹⁾ Interessant sind Steinmanns Versuche über die Lichtempfindlichkeit. Bei Glasschalen von zylindrischem Querschnitt ist die lichtabgewandte Seite infolge Reflexes hell. Die Tiere halten sich alsdann auf der linken und rechten Seite des Gefäßes (auf den Lichteinfall bezogen) auf. In schwarzen Photographenschalen, die nicht solche Reflexe werfen, sammeln sie sich an der lichtabgewandten Seite oder in ihrem Bereiche. (Weitere Versuche s. bei Steinmann und Breßlau, Die Strudelwürmer, Leipzig 1913, S. 137.) — Die Fortbewegung geschieht mit Hilfe der Schleimdrüsen. Moseley (Nature Bd. VI, S. 65) fand einmal die Länge des Gleitfadens zu 178 mm. Den Mechanismus der Fortbewegung studierte zuerst Lehnert (S. 312—323). Nach Feststellung des absoluten und spezifischen Gewichtes bestimmte er auch die Zugfestigkeit des Kriechfadens, die bei einzelnen Arten sehr verschieden ist, zuweilen nur 150 g auf 1 mm² Querschnitt beträgt, bei andern bis 2000 g, d. i. doppelt so viel wie bei einem Seidenraupenfaden. Auch über wechselnde Schnelligkeit (3—4 oder bis 20 cm in der Minute) gibt Lehnert Auskunft. Über die Nahrung vergl. Buck (Der zoolog. Garten 38. Jahrg., Frankf. a. M. 1897, S. 357) oder Thos. Steel (Proc. Linn. Soc. N. S. Wal. 1900 part IV, S. 570). Die Art, die Beute zu sichern, besteht darin, über diese zu kriechen und das Objekt in einen dickflüssigen, von ihrer Haut abgeschiedenen Schleim zu hüllen, der reichlich hervortritt. Dann beginnt das Spiel des trompetenförmig sich erweiternden Pharynx, indem dieser sich an dem Körper des Fraßobjektes festheftet und die verflüssigten Teile des Opfers in den Darm einstülpt. Unter ungünstigen Luftfeuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen vermögen die Tiere bis zu einigen Monaten ohne Nahrung zu bleiben. Doch werden ihre Bewegungen dabei träge. Von Versuchen über Veränderungen beim Hungern erzählen uns: Stoppenbrink (Verhandl. d. naturhist. Ver. d. Preuß. Rheinlande LXI, S. 27 ff. und Zeitschr. f. wiss. Zool. LXXIX, S. 496 ff.), Schultze (Arch. f. Entwicklungsmech. XVIII, S. 555 ff.), Berninger (Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. und Physiol. XXX, S. 181 ff.) und Child (Arch. f. Entwicklungsmech. XXXI, 1911, S. 538 ff. und XXXVIII, 1914, S. 418 ff.).

Der Klasse der Plathelminthen stellt man im Stamm Platyodaria (Plattwürmer) die Nemertina gegenüber, von denen nur wenige Arten auf dem Lande vorkommen. Soweit sie bisher bei uns beobachtet wurden, kamen sie wohl mit fremdländischen Pflanzen oder Samen zufällig hierher. (Schluß folgt.)

¹⁾ Die Angaben von Ausnahmen davon sind wohl auf andere Gründe zurückzuführen, z. B. Flucht vor flüssigem Wasser auf höher gelegene Stellen usw. — Über biologische Beobachtungen vgl. I. Wilhelmi (Zool. Anz. XLV) oder Mikrok. X S. 131 ff.

¹⁾ Nicht einsehen konnte ich bislang die offenbar hier zu berücksichtigende Studie von G. D. Allen in Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hol. XXIX, (1915).

Meeresplankton und Mikroskop.

Von Studienassessor **O. Wetzel.**

I. Die Lebensgemeinschaft des Planktons im Meere.

Mit dem Ausdruck „Plankton“, insbesondere „Haliplankton“, bezeichnet man seit den grundlegenden Untersuchungen von V. H e n s e n (1887) alle die Organismen, die ohne Eigenbewegung oder ungeachtet derselben im freien Wasser treiben. Man könnte das Wort durch „Auftrieb“ oder „Schwebewelt“ verdeutschen. In weiterem Sinne wird auch der sogenannte Detritus, der aus den Zerfallprodukten der Lebewesen und ihren anorganischen Beimengungen besteht, dazu gerechnet und spielt im Haushalt des Meeres sicherlich keine ganz unbedeutende Rolle.

Die Lebensgemeinschaft (Biozönose) des marinen Planktons ist durch einige charakteristische Eigentümlichkeiten vor allen andern Biozönosen auf der Erde ausgezeichnet. Das Plankton bewohnt die Hydrosphäre, die fast $\frac{3}{4}$ der Erdoberfläche bedeckt und an einzelnen Stellen bis in eine Tiefe von 9000 m und mehr hinabreicht. Keine andere Biozönose verfügt über ein so großes Wohngebiet. Alle anderen Lebensgemeinschaften, auch die Luftbewohner, sind an ein festes Substrat gebunden; die marinen Planktonten dagegen können sich nirgends festklammern oder befestigen, sondern schweben frei im Meerwasser. Endlich bildet das Plankton eine für sich abgeschlossene und daher selbständige Lebensgemeinschaft, von der fast die gesamte übrige Lebewelt des Meeres mittel- oder unmittelbar zehrt.

Die Abgeschlossenheit, von der soeben die Rede war, ist allerdings nicht rein räumlich zu verstehen. Mit dem Plankton teilt das „Nekton“, die Gesamtheit der beweglicheren, freischwimmenden Tiere, das gleiche Wohn- und Nährgebiet; beide lassen sich als „Pelagial“ oder Lebewelt der Hochsee zusammenfassen.

Aber nicht nur zum Nekton, sondern auch zu allen Organismen, die bodenständig, an ein Substrat gebunden sind und das „Benthos“ ausmachen, hat das Plankton enge Beziehungen. Wenn auch die Benthos-Tiere und -Pflanzen den größten Teil ihres Lebens sesshaft oder nur wenig beweglich am Meeresboden zubringen, so haben sie doch zumeist einen Zustand in ihrer Entwicklung,

in dem sie im Plankton auftreten. Wie auf dem Lande der Samen der Pflanzen durch den Wind verbreitet wird, so werden im Meere die Eier und Larven vieler benthonischer (und auch nektonischer) Organismen durch die Strömungen des Wassers über einen viel weiteren Wohnraum verteilt, als er von der erwachsenen Form eingenommen wird. Dies ist von größter Wichtigkeit für die Ausbreitung der Organismen und für die Erhaltung der Art.

Trotzdem Millionen meist mikroskopisch kleiner Tiere, Pflanzen und Bakterien den Ozean bevölkern, ist die Menge des Planktons im Verhältnis zur gewaltigen Größe des Wohnraumes nicht besonders groß. Wenn auch zu gewissen Zeiten und an bestimmten Orten einzelne Planktonformen in solchen Massen auftreten, daß man sie wie einen Brei herausfischen kann, und das Meerwasser dadurch verfärbt erscheint, ist im allgemeinen die Verteilung des Planktons im Meere überaus gleichmäßig.

Zur scheinbaren Einförmigkeit der Umwelt, in der das Plankton lebt, steht die ungeheure Formenmannigfaltigkeit, der riesige Reichtum an Gestaltungen der Planktonten, in auffallendem Gegensatz. Er ist um so erstaunlicher, als ja einer jener Faktoren, der die Artbildung am meisten fördert, die Isolierung, im Meere fast völlig entfällt. Allerdings ist das Vermögen der Artbildung bei verschiedenen Gruppen der Planktonorganismen in ganz verschieden hohem Grade ausgebildet. Überdies ist zu bedenken, daß das Meerwasser — selbst in den Tropen — im einzelnen doch überall kleinere oder größere Unterschiede in der Temperatur, dem Salzgehalt, Gasgehalt, in der Menge von Nährstoffen, im Wasserdruck, in den Beleuchtungsverhältnissen in horizontaler und vertikaler Richtung aufweist.

Da die soeben aufgezählten Faktoren in ihren örtlichen oder zeitlichen Schwankungen die jeweiligen Lebensbedingungen für das Plankton schaffen, so ergibt sich eine deutliche Verschiedenheit in der planktonischen Bevölkerung der einzelnen Meere oder Meeres-teile. Eine auffallende Erscheinung ist z. B.

der überwiegende Reichtum der arktischen Meere an Plankton gegenüber den planktonarmen Meeren der wärmeren Gegenden. Ferner haben wir zu unterscheiden zwischen dem Plankton der Hochsee (dem ozeanischen Plankton) und dem neritischen oder Küsten-

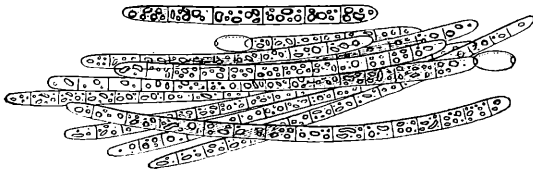


Abb. 1 *Aphanizomenon flos aquae* Bréb., Flöckchen aus einer „Wasserblüte“ mit Grenzzellen. 400fach vergrößert. (Nach Francé.)

plankton, das an unsern europäischen Randmeeren vorherrschend ist. Da diese Gebiete mit am besten durchforscht sind, ist es um so mehr angebracht, wenn wir in der folgenden Betrachtung vorwiegend die Verhältnisse in einem heimischen Meeresabschnitt berücksichtigen. Wir wählen hierzu die Ostsee, und zwar insbesondere ihren westlichen Teil, die sog. Beltsee, die in manchen Punkten ein sehr lehrreiches Planktonmaterial aufweist.

Wie in andern natürlichen Lebensgemeinschaften, so können wir auch im Plankton zwei biologische Hauptgruppen unterscheiden, nämlich die Erzeuger (Produzenten) und Verbraucher (Konsumenten). Jene umfassen die pflanzlichen Organismen, welche die im Wasser gelösten mineralischen Stoffe als Nahrung aufnehmen und sie mit Hilfe der Sonnenenergie in organische Substanz umwandeln. Die Tiere hingegen sind, wie auf dem Lande, so auch im Meere auf die Pflanzen als „Urnahrung“ angewiesen, indem sie selbst als „Fleischfresser“ mittelbar ihren eigenen Körper daraus aufbauen. — Eine besondere Rolle spielen die Bakterien des Meeres, weniger die Krankheits- als die Zersetzungserreger. Sie führen die von den Tieren und Pflanzen gebildeten organischen Substanzen wieder in solche über, daß sie von neuem in den Stoffwechsel der Pflanzen als Nährstoffe eintreten können. Ihre geringe Größe, ihr geringes spezifisches Gewicht, ihre Widerstandsfähigkeit und rasche Vermehrung begünstigen ihre allgemeine Verbreitung. Die meisten Meeresbakterien zeichnen sich durch Eigenbewegung mittels Geißelfäden aus; manche haben die Fähigkeit zu leuchten (Photobakterium u. a.).

Viel sichtbarer aber sind unter den Planktonpflanzen („Phytoplankton“) die Algen, die oft dem Wasser ihre charakteristische Farbe verleihen. So färbt die in der (eigentlichen) Ostsee ungemein verbreitete *Nodularia spumigena* das Wasser grünlich-grau. Eine andere „blaugrüne“ Alge, die in den Ostseehäfen eine „Wasserblüte“ veranlaßt und danach *Aphanizomenon flos aquae* (Abb. 1) heißt, ist sogar im Süßwasser noch zu Hause. Eine bräunliche oder grünliche Färbung des Meerwassers ist zumeist zurückzuführen auf Vertreter zweier weiterer Gruppen von Kleinlebewesen, der Peridineen und der Diatomeen. Jene sind entweder nackte Zellen, wie die Gymnodinien, die gelegentlich eine Gallerthülle um den Körper ausscheiden, oder aber sehr eigenartig gestaltete, mit einem Zellulosepanzer versehene Mikroorganismen. Die Fortbewegung erfolgt bei den Peridineen durch 2 Geißeln, von denen die eine, die lebhaft vibrierende Quergeißel, in eine den Körper umlaufende Quersfurche eingebettet ist, während die andre

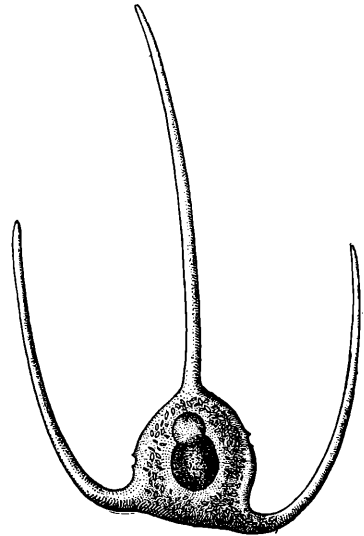


Abb. 2. *Ceratium tripos*; die gemeine „Dreihorn“-Alge aus der Kieler Bucht. (Nach Francé.)

peitschenartig in einer Längsfurche schwingt, nach hinten gestreckt nachgeschleppt wird und als Steuerruder dient. In erster Linie sind die Gattungen *Ceratium* (Abb. 2) und *Peridinium* mit mehreren Arten bei uns vertreten.

Mit den Peridineen wetteifern die Diatomeen oder Kieselalgen um den ersten Platz als Produzenten organischer Substanz unter

den Planktonalgen. Die Kieselalgen des Haliplanktons haben kein eigenes Bewegungsvermögen und sind vorwiegend in den kalten Meeren zu Hause. Zu den häufigsten gehören der pillenschachtel-ähnliche *Coscinodiscus*, die polsterförmige *Biddulphia*, die nadelförmigen *Synedra* und *Rhizosolenia*, die mit starren Stacheln ausgestatteten *Chaetoceras*-Arten (Abb. 3). Wie diese können auch die Ketten der *Skeletonema*, deren Zellen jedoch borstenlos sind, gelegentlich die Hauptmasse unsres Küstenplanktons bilden. In wie großen Mengen die Kieselalgen früher unsere Gegend bewohnten, zeigen die großen Lager ihrer Panzer, die als Kieselgur bekannt sind und, mit Nitroglyzerin gemischt, auf Dynamit verarbeitet werden.

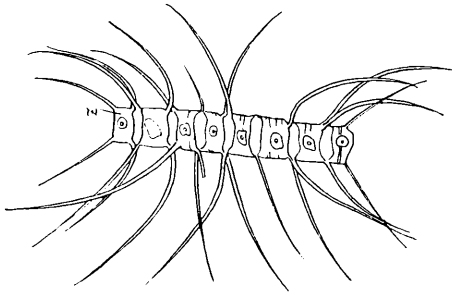


Abb. 3. *Chaetoceras diadema*, eine der artenreichen Kieselalgen. — Z = Einzelzelle der Kette mit Kern und Borsten. Nach d. Natur gez. v. Wetzels. (Vgr.).

Vom Tierreich sind alle 7 Hauptstämme im marinen Plankton vertreten, von den einzelligen Urtierchen angefangen bis hinauf zu den Fischen im Jugendstadium. Ebenso wie für die Formgestaltung der Planktonalgen die Ernährungsweise maßgebend ist, ist dies auch bei den Planktontieren, dem „Zooplankton“, der Fall. Bei den Pflanzen finden sich winzige, einzellige Wesen in einer durchleuchteten Nährlösung verteilt; die Tiere dagegen sind meistens bedeutend größer und teilweise vielzellige Organismen (Metazoen), so daß eine größere verdauende Körperfläche für die Ausnutzung der Nährstoffe verfügbar wird. Während die einzelligen Planktonalgen in der Regel zeitlebens freischwebend („holoplanktonisch“) bleiben, gehört ein großer Teil des Zooplanktons nur vorübergehend, in Larvenform, dem Auftrieb an. Bei den holoplanktonischen Tieren sind gewisse Anpassungserscheinungen der echten Wasserbewohner ausgeprägt, so der Mangel an Begattung, die Erzeugung zahl-

reicher dotterarmer Eier, regelmäßige Verwandlung, keine Brutpflege.

Unter den einzelligen Tieren oder Protozoen spielen im gesamten Meeresplankton Flagellaten, Foraminiferen und Radiolarien eine große Rolle. Die beiden letztgenannten bilden den Hauptbestandteil des kalkigen Globigerinen-Schlammes bzw. des kieselhaltigen Radiolarien-Schlicks und werden in ungeheuren Mengen am Boden der Ozeane abgelagert. Doch treten diese formenreichen Lebewesen in unsern seichten Meeren zurück hinter den Ziliaten oder Wimperinfusorien, die sonst in erster Linie das Süßwasser bevölkern. Allerdings handelt es sich im Meeresplankton fast lediglich um die Gruppe der zierlichen, in Gehäusen wohnenden Tintinnen, die kosmopolitisch sind und bei uns einige häufige Arten haben. Einige Forscher beobachteten Dauerzustände, sporenartige Körper oder Zysten, an ihnen. — Zu den tierischen Flagellaten gehört u. a. ein zierlicher Bewohner der Beltsee, der sternförmige *Distephanus speculum* (Abb. 4), der ein Kieselskelett trägt. Von der Nordsee aus, wo sie manchmal in dichten Massen auftritt, breitet sich die *Noctiluca miliaris* bis an die Grenzen unseres Gebietes aus; dieses winzige knopfförmige Geißeltierchen bildet eine der häufigsten Ursachen des Meerleuchtens.

Die Zölenteraten oder Hohltiere sind eine echt marine Tiergruppe; die Schar der Beltseebewohner ist jedoch nicht sonderlich groß. Von den Schwämmen (Spongien), Korallen und Seerosen (Aktinien) würden überhaupt nur die planktonischen Larven in Frage kommen. Die Hydromedusen sind meist klein (selten über wenige cm). Die neritischen Formen stellen die an die pelagische Lebensweise angepaßten Geschlechtstiere der sich ungeschlechtlich durch Knospung vermehrenden Hydroidpolypen dar. Zu nennen wären für unser Gebiet höchstens die gelegentlich bis in die westliche Ostsee vorstoßende *Sarsia* und die in der Nordsee schon häufige *Tiara*. — Die Scyphomedusen (Scheibenquallen) sind meist viel größer als die Hydromedusen, machen aber auch vielfach einen Generationswechsel durch. Die erwachsenen Tiere kann man oft mit bloßem Auge in den Hafenplätzen an der Meeresoberfläche schwimmen sehen. Insbesondere ist die tellergroße Ohrenqualle, *Aurelia aurita*, in der Ostsee verbreitet und liefert durch ihre schwärmende Brut oder ihre Larven

(Ephyren) zeitweise auch zum kleineren Plankton einen Beitrag. — Unter den Rippenquallen (Ctenophoren) kommt nur *Pleurobrachia pileus* gelegentlich in der Ostsee vor; sie sieht wie eine kleine gestreifte Glaskugel aus.

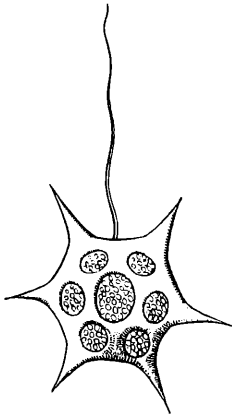


Abb. 4. *Distephanus speculum*. (Nach Borgert 1915 Steuer, Planktonkunde.)

Vom Stamme der Würmer gehören verhältnismäßig wenige zeit lebens dem Plankton an. Unter den Ringelwürmern des freien Meeres gibt es manche seltsame, glashell durchsichtige Formen, die allerdings kaum aus der Nordsee bis in die Beltsee vordringen. Dagegen sind die schlanken, mit Kieferborsten bewaffneten Pfeilwürmer (Sagitta, Abb. 5) gerade in dem Kattegat und der Beltsee häufige Erscheinungen; sie zählen zu den größten Tieren des heimischen Planktons und führen ein räuberisches Leben, wobei sie sich besonders von kleinen Auftriebkrebsen zu nähren scheinen. Die Rädertierchen, die Zwerge unter den Metazoen, sind durch verschiedene Arten auch in unserer Schwebewelt vertreten und entstammen hier wohl meistens den salzärmeren Ostseebecken. — Die große Mehrzahl der Meereswürmer bewohnt jedoch den Meeresgrund und entsendet nur ihre bewimperten Larven ins freie Wasser empor. Diese gehören zu den eigenartigsten Gebilden des Planktons, spielen aber der Menge nach keine Rolle.

In ähnlicher Weise sind die Larven der Stachelhäuter (Echinodermen) durch charakteristische Formen im Plankton vertreten, ohne daß ihr zahlenmäßiger Anteil in der Beltsee nennenswert ist.

Bei den einheimischen Mollusken handelt es sich ebenfalls nur um die neritische „Veligerlarve“, durch die Muscheln und Schnecken sich am Plankton beteiligen und über größere Flächen verbreiten.

Nicht minder kann ich absehen von dem kleineren Tierstamme der Bryozoen oder Moostiere, deren pelagische Larven gelegentlich im Küstenplankton gefunden werden, sowie von den freischwimmenden Man-

teltieren (Tunikaten), welche die warmen Meere als Wohngebiet bevorzugen und die Appendikularie *Oikopleura* fast als einzigen, etwas häufigeren Vertreter im Ostseep plankton haben. Diese bauen gallertige Gehäuse, die mit Fangapparaten ausgestattet sind und abgeworfen werden können.

Hingegen spielen die Krustazeen eine Hauptrolle im Meeresplankton, ähnlich wie die Insekten auf dem Lande. Vor allem gilt dies für die Kopepoden, kleine Krebse, deren Beine zu Ruderwerkzeugen umgestaltet, und bei denen die großen Antennen als Balancierstangen ausgebildet sind. Diese Tiere machen eine längere Verwandlung durch und sind in allen Meeren, oft in großer Zahl und in verschiedenen Altersstufen, als Auftrieb zu finden. In der von mir hauptsächlich herangezogenen Beltsee sind insbesondere 6 Gattungen und Arten zeitweise „tonangebend“ für das Bild, das die Zusammensetzung des tierischen Planktons bietet. Aus ihrer Verwandtschaft nenne ich noch die *Eurytemora*, die vielleicht ihr gelegentlich stärkeres Auftreten in der Kieler Bucht der Zuströmung salzärmeren Ostseewassers und von Süßwasser eines Küstenflusses verdankt. Als Gast ist ebenfalls der im Atlantischen Ozean gemeine *Calanus finmarchicus* im Großen Belt und Alsensund zwar nicht selten, doch zahlenmäßig ohne Bedeutung. — Wichtiger sind schon die Kladozieren *Podon* und *Evadne*, die den vom Süßwasser her bekannten „Wasserflöhen“ (Daphniden) ähneln; sie gehören in ausgesprochener Weise zum periodischen Plankton der warmen Jahreszeit und bilden anscheinend Winterer, die zu Boden sinken. — Von den übrigen planktonischen Krustazeen-Gruppen sind die mit muschelähnlicher Schale versehenen Ostrakoden, die schlanken Amphipoden, Sergestiden und Schizopoden nur kurz zu erwähnen. — Sehr viele bodenbewohnende Kruster haben Larven, die im freien Wasser leben, so die an der Küste häufigen Ranken-

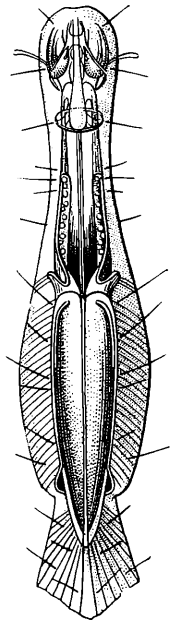


Abb. 5. *Sagitta bipunctata*, Pfeilwurm. 15fache Vergröß.

leben, so die an der Küste häufigen Ranken-

füßer („Meereicheln“ und „Entenmuscheln“). Ferner die höheren Krebse, aus deren Eiern sich die pelagische Zoëa-Larve entwickelt, die dann oft noch eine umständliche Verwandlung durchmacht. Diese Formen lassen sich allerdings weit häufiger im Nordseep plankton beobachten.

Die Fische endlich treten im Plankton in Form von Eiern und Larven auf und bilden in ihren Entwicklungsstadien einen wichtigen Bestandteil davon, während sie im erwachsenen Zustand zum Nekton (oder zum Benthon) gehören. Die Fischeier werden von den zur Zeit der Laichperiode in ganzen Bänken vereinigten Sardinen, Dorschen, Makrelen u. a. (der Hering befestigt seine Eier am Meeresgrunde) zu Millionen ins Meerwasser abgesetzt, dort befruchtet und steigen dann an die Oberfläche oder nahe an sie heran. Ohne oder nur mit geringem Fortbewegungsvermögen begabt, sind sie ganz den Triebkräften des Meeres überlassen. Nach einiger Zeit (1—3 Wochen) schlüpft der Embryo aus und beginnt rasch heranzuwachsen. Dann erfolgt die Umwandlung, die Larve nimmt allmählich das Aussehen

des erwachsenen Tieres an; dieses geht auf den Grund oder verbleibt zeitlebens im Pelagial. Für die Beteiligung der Fischeier am Plankton der Beltsee ist Hensens Feststellung wichtig, daß mindestens ein Bruchteil von ihnen infolge des geringen spezifischen Gewichts des Ostseewassers früher oder später zu Boden sinkt und sich gegebenenfalls dort weiter entwickelt, und daß die Geschwindigkeit der Entwicklung stark von der Temperatur abhängig ist. Es kann daher nicht wundernehmen, wenn die Fangergebnisse, die auf der Benutzung des gewöhnlichen Planktonnetzes beruhen, höchstens von ganz vereinzelt Funden von Fischeiern und -Larven zu berichten wissen. Auch reicht hier, wie in anderen Fällen, der Erhaltungszustand oder die Kenntnis der Merkmale oft nicht aus zur Feststellung der Artzugehörigkeit eines Planktonindividuums, so daß ich nicht näher auf die systematische Seite einzugehen brauche.

Nachdem wir so die Gemeinschaft des Meeresplanktons näher kennen gelernt haben, sollen uns spätere Aufsätze über weitere Fragen aus der Planktonforschung aufklären.

Ein Verfahren zur Schnellanfertigung gefärbter Dauerpräparate von Infusorien und anderen Protozoen.

Von Prof. Dr. E. Bresslau.

(Aus dem Georg Speyerhaus zu Frankfurt a. M.)

Die Anfertigung von Infusorienpräparaten ist bisher immer eine ziemlich umständliche Sache gewesen. Man mußte die kleinen Lebewesen fixieren, nach Auswaschen der Fixierungsflüssigkeit härten, färben, differenzieren, entwässern, aufhellen, um sie endlich in Kanadabalsam einschließen zu können. Alle diese Manipulationen sind umso mühseliger und zeitraubender, je geringer die Größe der zu präpa-

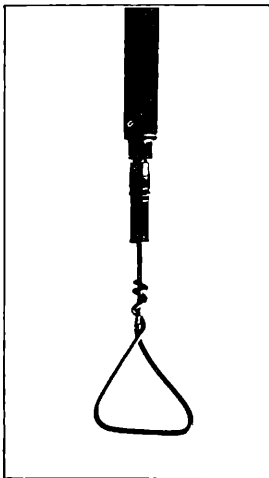


Abb. 1 a. Drahtschlinge zum Ausstreichen.

rierenden Organismen ist, und daher natürlich erst recht schwierig bei Protozoen, die wegen ihrer Kleinheit nur mit der Lupe oder dem Mikroskop wahrgenommen werden können. Es gehört die geschickte Hand eines in der Mikrotechnik durch längere Übung erfahrenen Untersuchers dazu, wirklich gute Infusorienpräparate herzustellen, Präparate, die nicht nur den Kernapparat, sondern auch die ursprüngliche Form des Zellkörpers erkennen lassen. Und selbst Meistern dieser Methodik werden nur ausnahmsweise Totalpräparate von Geißel- und Wimperinfusorien glücken, die diese Organismen noch im Besitze der hinfalligen Gebilde, nach denen sie benannt sind, zeigen. Das liegt in der Natur der Sache. Bei der großen Zahl von Flüssigkeiten, mit denen die zu präparierenden Geschöpfe bei dem sog. „Feucht“-verfahren behandelt werden, und bei den Manipulationen, die sie

sich dabei gefallen lassen müssen, sind Schädigungen unausbleiblich, und diese Schädigungen werden vor allem ihre Oberfläche treffen. So leiden die zarten Strukturverhältnisse ihrer Außenschicht, der sog. Pellicula, in erster Linie. Das zierliche Oberflächenrelief wird verzerrt, zerdrückt oder sonstwie zerstört, die dünnen Geißeln und Wimpern lösen sich oder brechen ab. Daher ist es kein Wunder, daß Totalpräparate von Infusorien fast nie mehr etwas von dem wunderbar feinen Bau der Pellicula erkennen lassen, den man bei Betrachtung des lebenden oder nur rasch durch einen Tropfen Jodtinktur oder eines anderen geeigneten Fixierungsmittels abgetöteten, sonst aber unbehandelten Tieres wahrnehmen kann. Kein Wunder auch, daß diese Oberflächenstrukturen noch längst nicht die ihnen bei ihrer Verwertbarkeit für systematische Zwecke gebührende Beachtung gefunden haben.

Ich habe nun an Stelle der bisherigen Feuchtmethoden vor kurzem ein Verfahren gefunden, das binnen einer halben oder längstens einer Minute vorzüglich fixierte und ausgezeichnet gefärbte Dauerpräparate von Infusorien anzufertigen gestattet, und ich folge gern dem Wunsche der Redaktion, den Lesern des „Mikrokosmos“ kurz darüber zu berichten. Es handelt sich dabei im wesentlichen um nichts anderes als um das den Bakteriologen seit langem bekannte sog. *Ausstrichverfahren*. Seine Übertragung auf die Infusorien gelingt deswegen, weil das Protoplasma, wie sich dabei herausstellte, die Eigenschaft hat, unter geeigneten Bedingungen, bei Wasserentzug durch Ver-

dunstung vollständig zu gelatinieren, d. h. aus seinem ursprünglich flüssigen in den festen Aggregatzustand überzugehen, ebenso wie eine durch Erwärmen flüssig gewordene Gelatinelösung beim Abkühlen erstarrt, fest wird. Ich kann hier auf die Theorie der Gelatinierung des Protoplasmas und damit des neuen Verfahrens nicht näher eingehen. Nur soviel sei hervorgehoben: Läßt man einen Wassertropfen

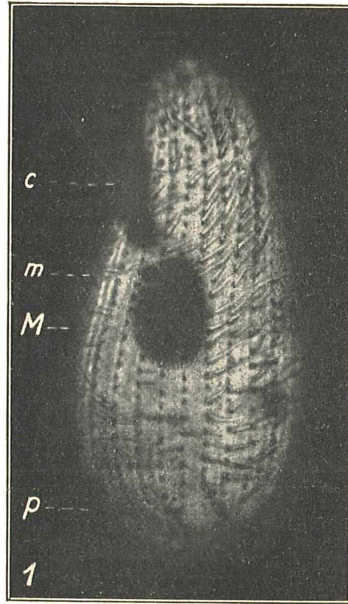


Abb. 1

Abb. 1. *Colpidium campylum*, linke Seitenansicht, Ausstrich in Opalblau-Phloxinrhodamin + Osmiumsäure (s. Anm. 1). In den Wimperreihen stehen vielfach wohlerhaltene Zilien. Groß- und Kleinkern gefärbt, dieser (m) liegt dem Großkern (M) an seinem linken oberen Rande auf. Die pulsierende Vakuole (p) am Hinterende erscheint hier hell, da nicht mit blauem Farbstoff injiziert. Der dunkle Fleck rechts entspricht einer Nahrungsvakuole. c = Cytostom. Vergr. 1200f.

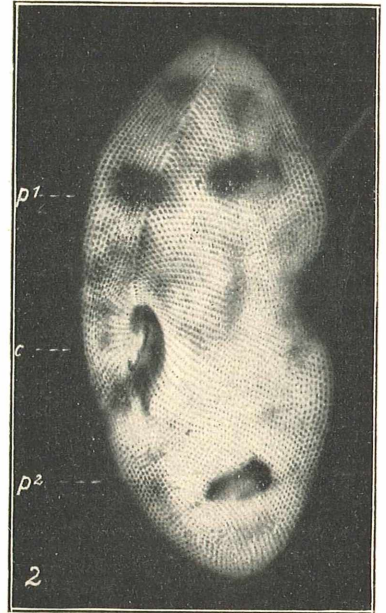


Abb. 2

Abb. 2. *Paramecium aurelia*, Ansicht von der Bauchseite, Ausstrich in Opalblau-Phloxinrhodamin. Die Einbuchtung an der im Bilde rechten Seite ist eine Zufälligkeit des Präparates. Trotzdem wurde gerade dieses Individuum abgebildet, weil es die für *Paramecium* charakteristische Anordnung der Wimpergrüben und ihre Lagebeziehungen zum Cytostom in besonders plastischer Weise erkennen ließ. Man beachte die vor dem Munde nach dem Vorderende ziehende Naht, in der die Wimperreihen von rechts und links zusammenstoßen. p¹ = System der vorderen, p² = der hinteren pulsierenden Vakuole. Vergr. 450f.

mit Infusorien eintrocknen, so zerplatzen, wenn die Verdunstung einen bestimmten Grad erreicht hat, die Tiere, ehe ihr Protoplasma gelatinisiert. Macht man aber den gleichen Versuch, nachdem man dem die Infusorien enthaltenen Wassertropfen einen Tropfen eines gelatinisierbaren Mediums von geeigneter Beschaffenheit beigemischt hat, so werden die Spannkraft, die das Zerplatzen der Tiere herbeizuführen suchen, ausgeglichen: d. h. die Tiere bleiben heil und

werden durch die Gelatinierung fixiert. Wenn man nun als Zusatzmedium gelatinierbare, aber sonst ungiftige Farbstofflösungen wählt, so gelingt es, die Tiere bei ihrer Fixierung gleichzeitig zu färben. Und da die Konservierung darauf beruht, daß das flüssige Protoplasma der Tiere durch Wasserentzug fest wird, so werden sie außerdem gleichzeitig gehärtet und entwässert, können also sofort in Kanadabalsam eingeschlossen werden. Alle jene verschiedenen Prozesse, die das Feuchtverfahren erfordert, um die Tiere für den Einschluß in den Balsam vorzubereiten,

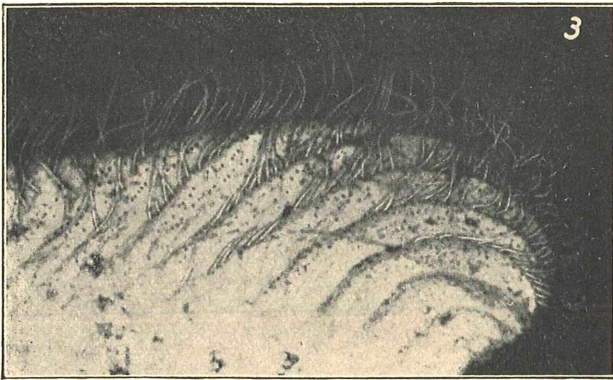


Abb. 3. *Spirostomum ambiguum*, Hinterende eines in Opalblau-Phloxinrhodamin ausgestrichenen Individuums nach Föntrocknung. Die Wimpern stehen in Spiralfurchen, „dazwischen granulaführende Rippenstreifen.“ Vergr. 1000f.

sind also hier in einen einzigen kurzen Akt zusammengezogen.

Als Farbzusatzmedium verwendet man bei dem neuen Verfahren eine 10prozentige Lösung von Opalblau grl.¹⁾, entweder allein für sich, oder besser noch in Mischung mit einer 6,5prozentigen Lösung von Phloxinrhodamin S Ia,¹⁾ derart, daß man jeweils zu 1 ccm Opalblaulösung, die man in ein Reagenzglas abfüllt, etwa 4—6 Tropfen (nach Bedarf auch mehr) der Phloxinrhodaminlösung zusetzt. Die Lösungen sowohl wie die Mischung sind unbegrenzt haltbar. Wenn gelegentlich etwas Farbstoff ausflockt, so genügt kurzes Aufkochen, um ihn wieder in Lösung zu bringen.

Mit diesen Farblösungen gestaltet sich nun das Verfahren folgendermaßen: Man

¹⁾ Die Lösungen sind gebrauchsfertig von der Geschäftsstelle des „Mikrokosmos“ zu beziehen.

bringe einen möglichst kleinen Tropfen der Infusorienkultur mit möglichst vielen lebenden Tieren auf einen sorgfältig gereinigten Objektträger und setze daneben einen ungefähr gleich großen Tropfen des unverdünnten Opalblau-Phloxinrhodamingemisches, verrühre beide Tropfen miteinander und streiche dann das Gemisch, ohne die Tiere zu verletzen, in dünner Schicht aus. Zum Mischen und Ausstreichen dient am besten eine in einem Nadelhalter befestigte, dreieckige Drahtschlinge (Abb. 1a), die man sich leicht aus etwa 1 mm starkem Kupferdraht zurechtbiegen kann. Darauf läßt man das Präparat lufttrocknen werden, was meist kaum 1 Minute in Anspruch nimmt, und kann es dann sofort in Kanadabalsam einschließen.

Vorbedingung für die Erzielung guter Präparate ist, daß die Dicke des Ausstrichs zu den Dimensionen der Tiere in richtigem Verhältnis steht. Ist der Ausstrich zu dünn, so können die Tiere dadurch geschädigt werden und infolgedessen vor dem Gelatinieren platzen. Ist der Ausstrich zu dick, so werden sie von einer Farbschicht überlagert, die ihre Untersuchung stört. Man lernt aber meist schon nach wenigen Versuchen — am besten mit Paramäzien —

die Ausstriche in der richtigen Dicke anzufertigen.

Jedermann, der sich mit der neuen Methode befaßt, sei geraten, gelegentlich bei *Paramaecien*, *Colpidien*, *Glaucoma*, *Cinetochilum* oder anderen resistenteren Infusorien der gewöhnlichen Heuaufgüsse unter dem Mikroskop zu verfolgen, was in der kurzen Zeit nach dem Ausstreichen der Tiere in der Farblösung bis zum Lufttrocknen werden des Ausstrichs geschieht. Zunächst wird man bemerken, daß die Tiere in der so gut wie ungiftigen, blauvioletten Farblösung eine Weile hin- und herschwimmen, wobei ihr Plasma durch die Kontrastfärbung, wie im Dunkelfeld gesehen, prachtvoll aufleuchtet. Häufig injiziert sich dabei vom Munde aus der Zellschlund und das System der Nahrungsvakuolen mit dem Blau des Farbgemischs, bisweilen auch die pulsierenden Vakuolen. Bei *Paramaecium*, *Cinetochilum* schleudern die Individuen in

der Regel gleichzeitig ihre Trichozysten aus. Allmählich beginnt der Ausstrich durch Wasserverdunstung einzudicken und zu erstarren. Dabei verlangsamen die Tiere ihre Bewegungen und stehen schließlich ganz still. Doch dauert der Wimperschlag noch ein Weilchen fort, am längsten in der Mundgegend. Ganz unmerklich endet dann infolge der Gelatinierung das Leben der Tiere. Dabei bewahren sie fast immer getreu und plastisch die Gestalt, die sie zuletzt zeigten. Zugleich imprägnieren sich beim Lufttrocknen werden des Ausstrichs die Pelliculastrukturen der Tiere mehr oder minder voll-

dieserhalb auf die in Abb. 1 und 2 wiedergegebenen Photogramme, obwohl die Abbildungen infolge Fehlens der auch in ästhetischer Hinsicht ausgezeichneten Farbwirkung nur einen schwachen Begriff von der Schönheit der Präparate geben. Man wird solche Bilder von Totalpräparaten her nicht gewöhnt sein. Besonders das Bild des Pantoffeltierchens, *Paramecium aurelia*, in Abb. 2, wird auch erfahrenere Infusorienkenner überraschen. Denn das Verhalten der Streifensysteme zu beiden Seiten des Mundes, die von den Grübchen gebildet werden, in denen die Wimpern eingepflanzt

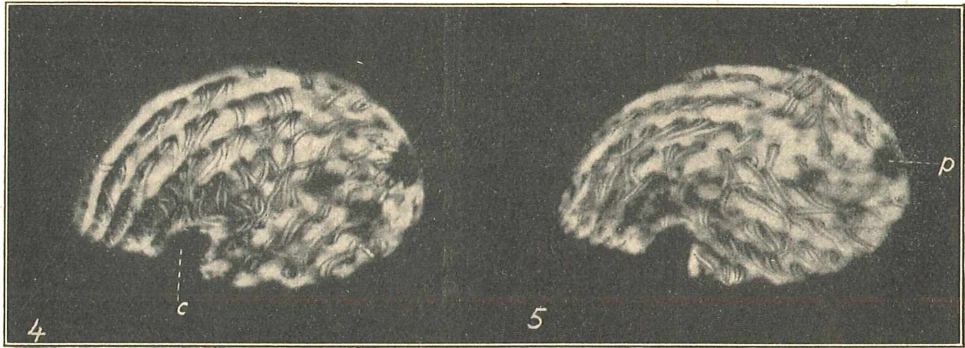


Abb. 4 u. 5. *Colpoda steini*, Ausstrich in Opalblau-Phloxinrhodamin (mit Föntrocknung). Abb. 4, bei hoher Einstellung aufgenommen, linke Seite, Abb. 5 bei tiefer Einstellung durch das ganze Tier hindurch photographierte rechte Seite desselben Individuums. In den Wimperreihen sind sämtliche Zilien erhalten. Sie sind immer zu je 2 in 1 Grübchen der Pellicula eingepflanzt. Die pulsierende Vakuole (p) im Augenblick ihrer Entleerung nach außen. Vergr. 1075f.

ständig mit Farbe, und zwar wiederum mit dem Blau des Farbgemisches. Auf diese Weise treten die Felderungen und Streifen der Außenhaut und die Wimperwurzeln oft ganz wundervoll zutage, bisweilen auch die Zilien selbst und die Körnchen in den Rippenstreifen des Ektoplasmas, ebenso in der Regel der Zellmund mit seinen Membranellen, ferner der Zellschlund und die Vakuolensysteme. In schöner Kontrastwirkung hierzu erzeugt die rote Phloxinrhodaminkomponente des Farbgemisches eine zarte rosa Tönung des Protoplasmas und bisweilen auch eine vorzügliche Färbung des Groß- und Kleinkerns.¹⁾ Ich verweise

sind, und das Zusammenstoßen dieser Streifensysteme in einer vom Mund aus nach vorn ziehenden Naht ist sonst nur sehr mühsam am lebenden Objekt zu studieren und bisher nur einmal, von Bütschli in seinem großen Protozoenwerk, richtig, wenn auch schematisch, abgebildet worden. Totalpräparate alten Stils lassen niemals etwas von diesen reizvollen Strukturverhältnissen bei *Paramecium* erkennen. Dagegen zeigt sie jedes nach der neuen Methode angefertigte wohlgelungene Präparat.

Nicht alle Infusorien ertragen allerdings das langsame (etwa $\frac{1}{2}$ —1 Minute dauernde) Lufttrocknen werden der Ausstriche so gut wie *Paramecium* und die andern oben-

¹⁾ Diese Kontrastfärbung von Plasma und Kern ist der Hauptgrund für den Zusatz des Phloxinrhodamins zum Opalblau. Wer keinen Wert darauf legt, kann den roten Farbstoff ruhig fortlassen und die Tiere allein in roproz. Opalblaulösung austreichen. Allerdings beeinträchtigt der Fortfall der roten Tönung auch etwas die ästhetische Wirkung der Prä-

parate, da das Opalblau für sich allein einen sehr kalten, blauen Farbenton ergibt. Die Kernfärbung gelingt bei *Colpidium* und einigen andern Arten besonders gut, wenn man dem Opalblau-Phloxinrhodamintropfen vor dem Austreichen einen kleinen Tropfen 2proz. Osmiumsäure zusetzt.

genannten Arten. Vielmehr gibt es zartere Formen, die nach dem Ausstreichen in der Farblösung regelmäßig zerplatzen, ehe die zum selbsttätigen Erstarren des Ausstrichs notwendige Zeit verstrichen ist. Dem läßt sich aber sehr leicht vorbeugen, indem man einfach den Gelatinierungsvorgang beschleunigt. Man bewerkstelligt dies entweder so, daß man den

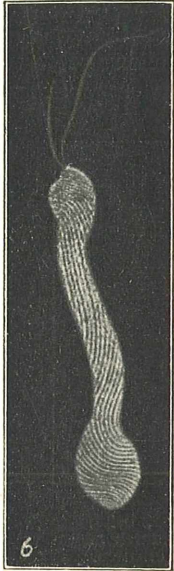


Abb. 6. *Distigma proteus* Ehrbg., in metabolischer Bewegung durch den Opalblau-Phloxinrhodamin-Ausstrich fixiert. Die bei dieser Art sehr häufigen beiden Geißeln (eine Haupt- und eine viel kleinere, ebenfalls nach vorn gerichtete Nebengeißel) wohl erhalten. Schönes Hervortreten der Pelliculastraffung. Vergr. 620 f.

Objekträger nach dem Ausstreichen lebhaft in der Luft hin- und herschwenkt oder mit einem Fächer Luft zuweht, oder noch besser dadurch, daß man mit einem „Fön“, dem bekannten Haartrocknungsapparat der Friseure, warme Luft über das Präparat bläst. Auf diese Weise kann man in wenigen Augenblicken selbst von so empfindlichen Arten wie *Spirostomum ambiguum* Präparate herstellen, die lange Wimperstrecken genau in der Haltung fixiert zeigen, die die Zilien bei ihrem letzten Schlage einnahmen (Abb. 3). Bei den verschiedenen *Colpoda*-Arten gelingt es auf diese Weise gewöhnlich, die Tiere mit allen ihren Wimpern zu konservieren (Abb. 4 und 5). An den Präparaten zeigt sich dann als charakteristisches, bisher nicht beachtetes Merkmal der Gattung, daß immer je 2 Wimpern zusammen aus einem Grübchen der Pellicula entspringen.

Nur bei wenigen Formen aus der Klasse der Ziliaten ist es mir bisher nicht gelungen, mit Hilfe des Ausstrichverfahrens zufrieden-

stellende Totalpräparate herzustellen. Es sind das die mit starker Kontraktilität begabten Arten, die sich vor dem Erstarren kugelförmig zusammenziehen und dann, je nachdem, ob ihre Pellicula weich oder derb ist, meist entweder platzen (*Stentor*-Arten) oder aber jede Imprägnierung mit Farbe ablehnen (Glockentierchen).

Aus den gleichen Gründen mißlingt in der Regel auch die Anwendung des Verfahrens bei kleineren, vielzelligen Tieren. Dagegen lassen sich außer den Ziliaten viele andere Protozoen zu Ausstrichpräparaten verarbeiten, wie dies ja im Prinzip seit langem für Amöben, Trypanosomen usw. bekannt ist. Das gute Gelingen der Färbung hängt aber dabei bis zu einem gewissen Grade von der Größe der Organismen (d. h. ihrer Oberfläche) ab. Unterhalb einer gewissen Minimalgröße entstehen beim Ausstreichen im Opalblau-Phloxinrhodamingemisch nur Negativbilder (so z. B. bei Trypanosomen). Wo aber die Formen nicht zu klein sind und charakteristische Oberflächenstrukturen besitzen, wie z. B. viele Eugleninen, liefern sie mit der Ausstrichmethode ganz hervorragend schöne Präparate (Abb. 6).

So empfiehlt sich das neue Verfahren überall da, wo es bei der Anfertigung von Präparaten geeigneter Protozoen auf gute Erhaltung der äußeren Formen und auf die Darstellung der Pelliculastrukturen ankommt. An Einfachheit, Schnelligkeit und leichter Erlernbarkeit der Technik läßt es jedenfalls nichts zu wünschen übrig. Dazu kommt die vorzügliche Haltbarkeit der Präparate. Druck auf das Deckglas, durch den mit der Feuchtmethode hergestellte Präparate leicht zerquetscht werden, schadet ihnen nichts, da das Protoplasma der Tiere infolge der Gelatinierung fest geworden ist. Ebenso ist die Lichtechtheit der Färbung vorzüglich. Präparate, die ich vor mehr als Jahresfrist hergestellt habe, sehen heute noch genau so schön aus, wie am ersten Tage.

Das Laboratorium des Mikroskopikers

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

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

Ueber eine neue Projektionsfederwage für Vorlesungsversuche.¹⁾

Von Dr. J. Donau.

Die Wage ist nach dem Prinzip der Joly-schen Federwage aufgebaut, unterscheidet sich jedoch von dieser durch eine weit größere Empfindlichkeit.

Sie besteht aus einer Spiralfeder A (Abbild. 2), die in einer Glasröhre B mit Metallfassung C aufgehängt ist. Die Röhre B geht über in ein parallelepipedisches Kästchen D. Am unteren Ende der Feder befindet sich ein feines Drahtgehänge F, das an einem Haken das (Platin-)Arbeitschälchen G trägt. Die Feder kann mittels der Messingstange H durch die federnde Hülse J leicht auf- und abgeschoben werden. K ist eine aus Platinfolie hergestellte Marke, die auf eine Skala projiziert wird. Im untern kastenartigen Teil D des Gehäuses befindet sich ein

Türchen L zum Ein- und Ausführen des Schälchens; die im Durchschnitt gezeichneten Wände sind aus Metall, die Vorder- und Rückwand aus Glas. Die der Skala zugekehrte Scheibe soll zur Vermeidung von störenden Verzerrungen der Ausschläge etwa die Dicke eines Deckglases (0.2 mm) besitzen. Durch das Kugelgelenk M kann man den Apparat bei nicht horizontaler Lage der optischen Bank leicht und rasch vertikal stellen. Der Teil N dient zum Einklemmen in ein entsprechendes Stativ, z. B. in den Reiter O des Zeißschen Projektionsapparates. Die ganze Anordnung wird

durch Abb. 1 näher veranschaulicht: I ist die Lichtquelle, II der Kollektor, III eine mit halbprozentiger Kupfervitriollösung gefüllte Küvette zur Absorption der Wärmestrahlen, IV der Kondensor, V die Wage, VI das Objektiv und VII die Skala. Die Skala wird so weit gerückt, daß 10 mg einen Ausschlag von 20—40 cm ergeben. Hat man die Skala auf Millimeterpapier gezeichnet, so kann man (in der Nähe) die Gewichte bis auf etwa $\frac{1}{30}$ mg ablesen, welche Grenze

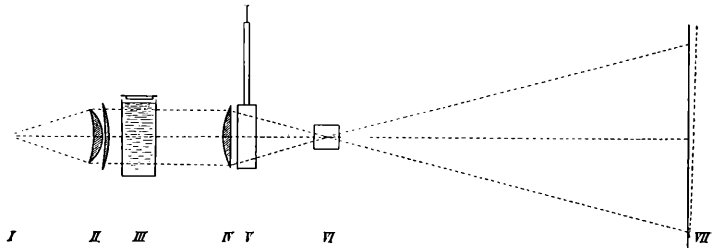


Abb. 1. Anordnung der neuen Projektionsfederwage. Erklärung im Text.

auch der Verlässlichkeit der Bestimmungen (bei schnellerem Arbeiten) entspricht.

Der Verf. unternahm zahlreiche Versuche, um das geeignetste Federmaterial ausfindig zu machen; die besten Erfolge lieferten bisher Stahlfedern. Die Stärke des Drahtes beträgt 0,05 bis 0,07 mm. Wenn man etwa 100 Windungen zu je 7 mm Durchmesser wickelt, so gibt die Feder bei einer Belastung von 10 mg einen wahren Ausschlag von ungefähr 20 mm. Das Versuchsschälchen besitzt einen Durchmesser von 10 mm und eine Höhe von 3 mm; es wiegt ohne Deckel, der übrigens entbehrlich ist, ca. 15 mg.

Die Ausschläge sind den Belastungen nicht völlig proportional, doch läßt sich der Fehler

¹⁾ F. Emich, Monatshefte für Chemie, XXXVI., 1915, S. 436.

durch entsprechendes Schiefstellen der Skala leicht so weit ausgleichen, daß die erreichte Genauigkeit vollkommen befriedigt. In der Figur ist die schiefgestellte Skala durch die punktierte Linie angedeutet.

Wenn man einen Versuch anstellt, so bringt man das Markenbild **K** zunächst auf Null; man erreicht dies rasch durch ent-

sprechendes Senken oder Heben der Federwage oder der Stange **H** oder auch durch Verschiebung der Skala selbst. sodann demonstriert man die Proportionalität der Ausschläge durch Auflegen von zwei oder drei genau justierten Gewichten (Zentigramm). Nun kann die eigentliche Bestimmung vorgenommen werden. Sie dauert bei Anwendung von Gips etwa 3 Minuten und ergibt einen Wassergehalt von 20,7 bis 20,9 % (theoretisch 20,9%). Die zum Versuch benötigte Substanzmenge beträgt ca. 20 mg. Nach dem Versuch wird die Feder durch Auflegen eines größeren Gewichtes so weit gespannt, als es die Länge des Kästchens erlaubt.

Der vorstehend beschriebene Apparat kann natürlich zu allen möglichen ähnlichen Vorversuchsversuchen angewendet werden. So kann man damit sehr schön die Flüchtigkeit des Quarzes in

der Knallgasflamme zeigen. Verf. hat mit seinem Apparat u. a. auch Gasdichtebestimmungen ausgeführt. Dabei wurde an Stelle der Glühscälchen ein leichtes Glaskügelchen von etwa 24 mm Durchmesser aufgehängt. Das Gehäuse wurde mit Vaseline gut abgedichtet und mit zwei Zuleitungsröhren versehen, die zu Wasserstoff- und Kohlensäureentwicklungsapparaten führten. Aus dem Stande der Marke in Luft, Wasserstoff und Kohlensäure ergab sich die Dichte der letzten in drei Versuchen zu 1,53, 1,52 und 1,53 (anstatt 1,53 für Luft = 1). Bei diesen und ähnlichen Versuchen muß man wegen der starken Dehnung der Feder durch das Glaskügelchen die Röhre **B** (Abb. 2) entsprechend lang (ca. $\frac{1}{2}$ m) wählen, wodurch der Apparat allerdings an Handlichkeit verliert.

Projektionsfederwagen der angeführten Art herzustellen, hat sich die Firma Spindler und Hoyer (Göttingen) bereit erklärt.

Mein Handmikrotom.

Von **Ernst Wollenberg**.¹⁾

Mein selbsterdachtes und auch selbsterbautes Handmikrotom hat mir beim Herstellen von Paraffinschnitten schon vorzügliche Dienste geleistet. Darum will ich nun den bastelnden Mikroskopikern eine kurze Anleitung zur Herstellung dieses sehr brauchbaren Instrumentes geben. Es besteht aus:

No.	Zahl	Gegenstand
1	1	Glasplatte 70 Durchm., mit Loch 22 Durchm.
2	1	Holzplatte 70 Durchm., mit Loch 22 Durchm.
3	1	Messing- oder Eisenplatte 22 Durchm., 4 dick
4	2	Führungsstangen 2 Durchm., 35 lang
5	1	Spindel 4 Durchm., 90 lang, 55 Gewindelänge
6	1	Führungsplatte 40 Durchm., 5 dick
7	1	Holzröhre 40 Außendurchm., 20 lang
8	1	Holzröhre 40 Außendurchm., 45 lang
9	1	Holzring 46 Außendurchm., 5 lang
10	1	Holzring 46 Außendurchm., 5 lang
11	1	Holzröhre 46 Außendurchm., 20 lang
12	1	Mutter 15 Durchm., 15 hoch, mit 4 mm-Gewinde
13	1	Messing- oder Eisenplatte 40 Außendurchm., 2 dick
14	1	Holzplatte 40 Außendurchm., 5 dick
15	4	Holzschraubchen

Sämtliche Maße sind in Millimetern angegeben. Die von einem Drechsler angefertigten Holzröhren 7 und 8 werden, wie die Abb. 1 zeigt, mit der Holzscheibe 6 gut verleimt. Diese dient als Führung für die Stäbchen 4 und die Spindel 5 und ist zu diesem Zweck mit

¹⁾ Aus „Basteln und Bauen“ Jahrg. 1920/21.

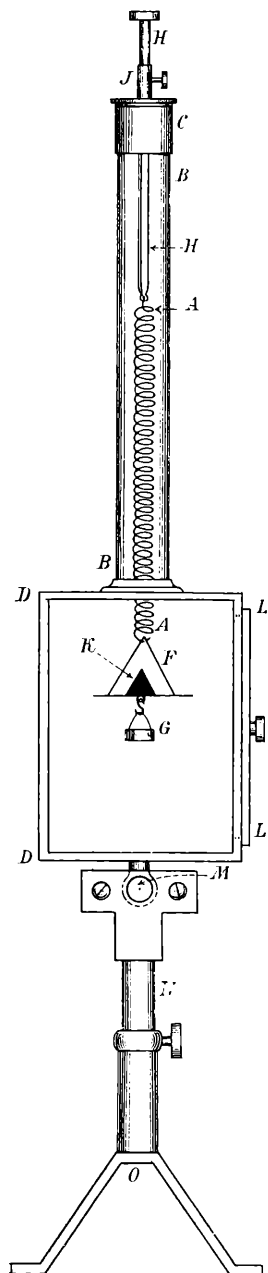


Abb. 2. Die neue Projektionsfederwage. Erklärung im Text.

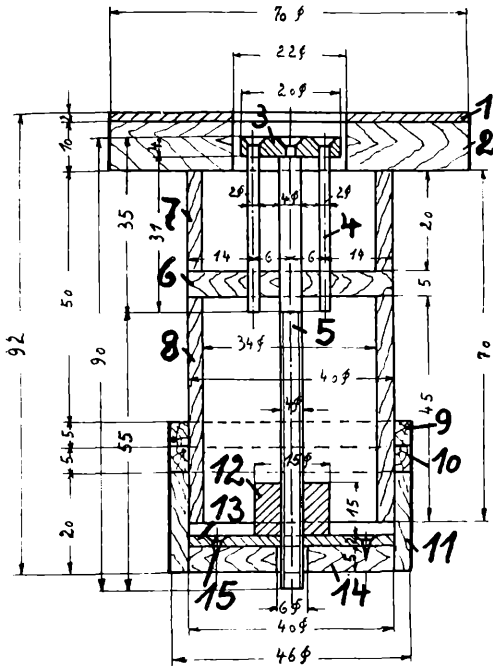


Abb. 1.

den entsprechenden Löchern zu versehen. Die Mutter 12 wird an die Metallplatte 13 festgelötet, die mit 4 kleinen Schraubchen auf die Verschlusscheibe 14 der Röhre 11 aufgeschraubt ist. Der Ring 10 ist auf die Röhre 8 festzuleimen. Der Ring 9 ist, nachdem er auf den Ring 10 gelegt ist, durch Überkleben mit Papier mit der Röhre 11 fest zu verbinden. Sodann wird das Ganze an die Holzscheibe 2 festgeleimt. Auf 2 wird mit schwarzem Spirituslack die Glasscheibe 1 aufgeklebt. Der Tisch 3 wird mit den Stangen 4 und der Spindel 5, wie die Abbildung zeigt, vernietet. Der Tisch (Abb. 2) ist zweckmäßig mit Rillen zu versehen. Ist alles soweit fertiggestellt, so wird der Tisch mit den feststehenden Stangen in die Röhren und durch die Führungsplatte gesteckt, (Abb. 3) und durch Drehen der Röhre 11 in sie hinein gezogen. Durch Bekleben kann man dem Instrument ein besseres Aussehen geben. Vorteilhaft ist es, wenn man noch eine Einteilung anbringt, die es ermöglicht, den Tisch immer um ein bestimmtes Stück zu heben. In Ermangelung von Holzröhren lassen sich auch gute Papp- röhren verwenden. Ist alles gut ausgeführt, so wird jeder an dem schönen und für den Mikroskopiker so nützlichen Instrument seine Freude haben.

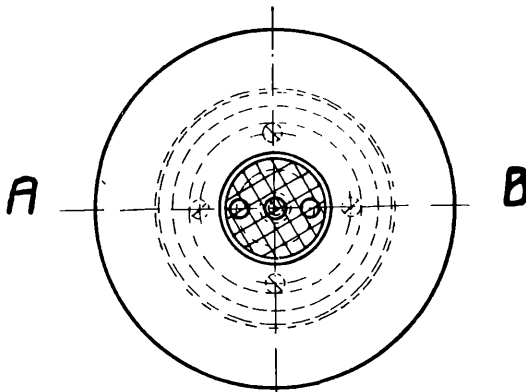


Abb. 2.

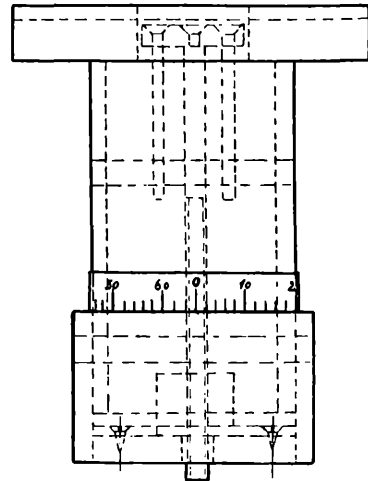


Abb. 3.

Ein mikrophotographischer Apparat.

Von Dr. A. Ebel.

Alle bis jetzt vorhandenen mikrophotographischen Apparate haben ihre Nachteile: die einen wegen ihrer Größe, die andern infolge ihrer unbequemen Handhabung; wieder andere müssen besonders vorsichtig behandelt werden, um ein brauchbares Bild zu erhalten. Gestützt auf meine Erfahrungen, habe ich den im beiliegenden Bilde wiedergegebenen Apparat*) gebaut. Ich habe mit ihm seit

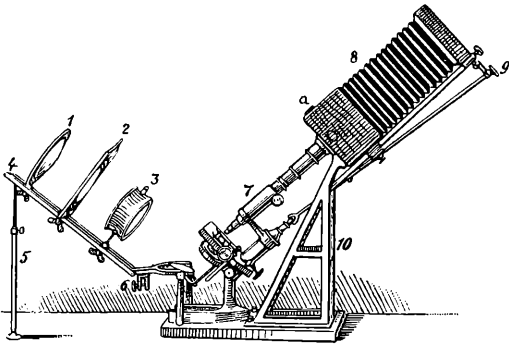
einer Reihe von Jahren sehr gute Bilder erzielt, die direkt in medizinischen Werken Verwendung fanden. Vielleicht hat dieser Apparat allgemeines Interesse. Ein Blick auf die Abbildung zeigt, daß sein ganzer Aufbau nicht in der üblichen Anordnung gehalten ist.

Der ganze Apparat ist 45 cm hoch, 20 cm breit und einschließlich der Projektionsbank 85 cm (ohne Bank 50 cm) lang; die ganze

Er ist gesetzlich geschützt und patentamtlich angemeldet.

*) Der Apparat wird von der Firma August Horn, Wiesbaden, Mainzerstr. 66, hergestellt.

Auszugslänge der Kamera beträgt 65 cm. Zubehör: 3 Doppelkassetten für Platten 9×9 , eine mit Einrichtung zum Einlegen der Plattenprobestreifen 9×3 . Feineinstellung mit Mikrometerschraube, evtl. durch einen Verlängerungsstab (Zeichen 9 auf der Abbild.).



Ausführung in poliertem Nußbaumholz, Beschläge Messing und vernickelt.

Die Grundplatte trägt die Gestelle (10) für die Kamera (8) und einen Platz für das Mikroskop (7). Wird bei Tageslicht photographiert, so wird der Vorsatz, die Projektionsbank, abgenommen. Auf dieser Bank sind das Lichtfilter (3), die Blende (2) und ein Kondensor (1) verschiebbar angebracht, außerdem ist noch bei (4) ein Platz für eine künstliche Lichtquelle (Gas, elektrisches Bogenlicht usw.) vorgesehen. Die Bank kann bei (5) hoch und niedrig gestellt und bei (6) in geringer Weise reguliert werden.

Um den Apparat gebrauchsfertig zu machen, wird zuerst das Mikroskop in die Grundplatte eingesetzt und auf das daruntergelegte Präparat richtig eingestellt. Nun neigt man den

Tubus so, daß er bequem mit dem photographischen Apparat verbunden werden kann. Diese Berührungsstelle ist zur Vermeidung von Seitenlicht mit einem kleinen Filzmüffchen zu überschieben. Dann wird der Spiegel des Mikroskops so eingestellt, daß die Einstellscheibe der Kamera möglichst hell erscheint. Vermittels einer Einstellupe wird das Bild schärfer eingestellt, wobei die Einstellplatte gleichmäßig hell sein muß. Um dies zu erreichen, wird entweder der Kameraauszug entsprechend ausgezogen, oder der Tubus mit der Feineinstellung der Mikrometerschraube (9) schärfer eingestellt. Jetzt erst kann mit dem Abblenden des Lichtes begonnen werden, was gewöhnlich durch die Blende des Mikroskops geschieht. Bei künstlicher Beleuchtung muß auch noch die Blende (2) der Projektionsbank benutzt werden. Oft ist es auch nötig, noch den Tubus zu Hilfe zu nehmen, insbesondere wenn bei Einstellung ohne Okular des Mikroskops eine Aufnahme gemacht werden soll. Nachdem so alles vorbereitet ist, wird der Kameraverschluß (a) nochmals genau probiert, ob er auch nicht versagt. Dann wird die Einstellscheibe durch eine Kassette mit einem Bromplattestreifen (Größe 9×3) ersetzt. Diese Platte schneidet man sich am besten aus einer Platte 9×12 , wodurch man eine Platte 9×9 und eine 9×3 erhält. Wie lange zu exponieren ist, erfährt man dadurch, daß man den Schieber der Kassette nur zur Hälfte hochzieht, eine bestimmte Zeit belichtet, dann ganz hochzieht und weiter belichtet. Beim Entwickeln der Platte läßt sich dann leicht feststellen, welches die richtige Zeit zur Aufnahme ist. Erst dann schreitet man zur eigentlichen Aufnahme und darf eine ganze Platte mit der richtigen Zeit belichtet werden. Auf diese Weise spart man sich viele Zeit, Arbeit und Ärger.

Kleine Mitteilungen.

Kleine mikrotechnische Mitteilungen. I

c) Die zuverlässigste **Fixierungsmethode zur Erhaltung der Chondriosomen** ist wohl das Regaudsche Gemisch in der Modifikation von S a p e h i n (Untersuch. üb. d. Individual. der Plastide in Arch. f. Zellforsch. XIII, 1914). Nach N o a c k (Zeitschr. f. Bot. XIII, 1921, S. 5 f.) werden die Objekte 4 Tage in einem Gemisch von 50 Tl. 10% Formol und 50 Tl. 2% Kaliumbichromat fixiert und darauf 6 Tage mit 2% Kaliumbichromat nachbehandelt. Nach mehrstündigem Wässern kommen sie in steigenden Alkohol. Bei kleineren Objekten genügt 2stündiges Fixieren und 18 St. lange Nachbehandlung. G e f ä r b t wird nach dem A l t m a n n s c h e n Säurefuchsinverfahren. Dazu werden die Schnitte 2—6 Std. im Paraffinofen bei etwa 60° mit dem Farbstoff behandelt, dann mittels Pikrinsäure

differenziert und endlich in Kanadabalsam eingeschlossen. In schön gelungenen Präparaten soll nach dem Differenzieren das Plasma fast vollkommen entfärbt sein, und die Plastiden sollen satt rote und die Chondriosomen schwächer dunkelrote Färbung angenommen haben. Das Chromatin der Kerne färbt sich nach der erwähnten Fixierung äußerst schwach, so daß die Umrisse der fast homogen erscheinenden Kerne wenig auffällig sind. Die Nukleolen werden indessen tiefbraun. Die Färbung mit Säurefuchsin ist für die Plastiden nur wertvoll, wenn vorher (wie angegeben) mit Chrom enthaltenden Reagentien fixiert wurde, oder die Objekte müssen einige Tage vor der Behandlung in 1% Chromsäure geätzt werden. Weniger gute Ergebnisse erhielt Noack bei Färbung mit Heidenhainschem Eisenhämatoxylin und Alizarin-Violett nach Benda. Dr. Pf.

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 Mikroskop im Naturgeschichtsunterricht der Lehrerbildungsanstalten.

Von Seminarprorektor Dr. **Brohmer.**

Durch die Umgestaltung der Lehrpläne für die preußischen Lehrerbildungsanstalten, die in der letzten Zeit erfolgt, jedoch nur als Übergangsmaßnahme zu betrachten ist, wird der naturwissenschaftliche Unterricht stärker betont als es bisher der Fall war. Allerdings stehen dem biologischen Unterricht noch immer recht wenig Stunden zur Verfügung; der bildende Wert der Biologie scheint also bei den leitenden Stellen bedauerlicherweise noch immer nicht richtig eingeschätzt zu werden. Kaum in einem anderen Fache kann der **A r b e i t s g e d a n k e**, der wohl die wichtigste Errungenschaft der neueren Pädagogik ist, besser und vielseitiger durchgeführt werden als im naturgeschichtlichen Unterricht. Für den künftigen Lehrer ist es aber unbedingt erforderlich, daß er das **Wesen des Arbeitsunterrichts** mindestens in einem Fache gründlich kennen lernt; denn er soll ja in seiner späteren Tätigkeit in der Volksschule den pädagogischen Grundsatz der Arbeit praktisch anwenden und ausführen. Wie kann er das, wenn er selbst nicht die Kenntnisse erarbeitet, sondern sie als etwas Fertiges aufgenommen hat? Für Arbeitsunterricht ist jedoch mehr Zeit erforderlich als in den jetzigen Lehrplänen zugestanden wird. Kann sie nicht gewährt werden, so müssen — so bedauerlich es sein würde — die Stoffe vermindert werden, die vorgeschrieben sind. Unter den bisherigen Verhältnissen konnte der Arbeitsgedanke nur in bescheidenem Maße Fuß fassen, und auch in anderer Hinsicht konnte der biologische Unterricht nicht alles zeigen, was ihm zu leisten möglich ist. Wir Naturwissenschaftler, insbesondere wir Biologen unter den

Lehrerbildnern, müssen aber auch jetzt schon das Arbeitsprinzip durchführen, wo es irgend möglich ist; durch Einzelleistungen müssen wir vor Augen führen, daß der biologische Unterricht eine bessere Wertschätzung verdient. Als kleinen Beitrag zu diesen Bestrebungen möchte ich die folgenden Ausführungen über das Mikroskop im naturgeschichtlichen Unterricht der Lehrerbildungsanstalten verstanden wissen.

Ich habe in einem früheren Aufsatz¹⁾ des „Mikrokosmos“ die Notwendigkeit der Anwendung des Mikroskops im naturgeschichtlichen Unterricht der Volksschule dargelegt. Mit meinen Forderungen stehe ich nicht vereinzelt da, und in vielen Volksschulen wird schon seit langer Zeit mikroskopiert. Immerhin sind das die Leistungen Einzelner, die doppelt hoch geschätzt werden müssen, weil sie anderen als Vorbild dienen können. Wenn jedoch das Mikroskop in allen Volksschulen, auch in der einfachsten Landschule angewendet werden soll, so müssen auch alle Schüler der Seminare in der Handhabung des Mikroskops und in der Anfertigung einfacher Präparate genügend unterrichtet und geübt werden.

Aus der Tatsache, daß die Lehrerbildungsanstalten Berufsschulen sind, ergibt sich also die soeben ausgesprochene Forderung. Unsere Seminare haben aber einen doppelten Charakter. Sie sollen nicht nur der Berufsbildung dienen, sondern wollen und müssen ihren Schülern auch eine allgemeine Bildung vermitteln, die über das Maß der für die spätere Amtstätigkeit unbedingt notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten weit hinaus-

¹⁾ Vergl. Heft 1, Jahrgang 1921/22. S. 29.

gehen muß. Wir sind ja glücklicherweise über die Zeit hinaus, in der der Lehrer nur als „Schulmeister“ angesehen wurde; seine Tätigkeit erstreckt sich auch über die Wände seines Schulzimmers hinaus — der Volksschullehrer ist zum Volkslehrer, zum Volkserzieher geworden. Eine solche Wirksamkeit, die künftig noch erweitert und vertieft werden wird, läßt sich aber nur auf Grund einer umfassenden Allgemeinbildung ausüben. Von der vertieften Ausbildung der Lehrer, die seit langem angestrebt wird, hängt zum guten Teil der innere Wiederaufbau unseres



Die verschiedenen Formen der Stärkekorner der Kartoffel.
(Vergrößerung etwa 100 fach.)

Vaterlandes ab. Bei dieser Reform der Lehrerbildung dürfen die Naturwissenschaften nicht vergessen werden; sie haben gewaltige Bausteine für unsere Kultur geliefert und haben praktische Ergebnisse gezeitigt wie kaum andere Forschungsgebiete. Trotzdem sind sie in der Schule stets stiefmütterlich behandelt worden, insbesondere ihr jüngster Zweig, die Biologie. Und doch ist nach Paulsen das Leben „das Problem aller Probleme. Hier berühren sich Materie und Seele, Naturwissenschaft und Geisteswissenschaften. Die Konstruktion der Tatsachen des Lebens ist darum entscheidend für die Weltanschauung überhaupt“. Diese Worte eines Weisen sollte man bedenken, wenn man daran geht, den Unterricht zu reformieren. Wird die Biologie stärker getrieben, so wird auch das Mikroskop noch mehr gehandhabt werden müssen; es kann unsere Weltanschauung erweitern und vertiefen, weil es zu eigener Erarbeitung der

Erkenntnisse nötigt. Wer aber selbst forschen muß, der bleibt vor der Oberflächlichkeit bewahrt, zu der ein Wissen, das nur aus Büchern geschöpft ist, allzuleicht verführt.

Der größte Teil unserer Präparanden hat die Volksschule durchlaufen. Wir Lehrer setzen bei den Schülern in der Regel wenig naturkundliche Kenntnisse voraus, wenn wir mit unseren Unterweisungen beginnen. Das Mikroskop haben auch nur verhältnismäßig wenig Volksschüler benutzt. Wir müssen daher mit der Einführung in das mikroskopische Sehen, in den selbständigen Gebrauch des Instruments und in die Anfertigung von Präparaten ganz von vorn beginnen. Es geschieht gelegentlich bei der Behandlung von Pflanzen und Tieren. In meiner Bearbeitung des Schmeilschen Unterrichtswerkes für Lehrerbildungsanstalten¹⁾ habe ich angedeutet, wie diese Einführung erfolgen kann. Seinen Abschluß findet der biologische Unterricht nach den jetzigen Lehrplänen — leider schon! — in der 3. Seminarklasse. Für den naturgeschichtlichen Unterricht stehen also vier Jahrgänge zur Verfügung in denen auch der stufenweise Aufbau der Betätigung mit dem Mikroskop vor sich gehen muß. Leider ist die Zeit für die allgemeine Naturgeschichte²⁾ sehr knapp; denn in der 3. Seminarklasse muß außer ihr auch noch die Menschenkunde behandelt werden. Nur bei genauester Ausnutzung der Lehrstunden ist es möglich, den Stoff zu erledigen und dabei den Arbeitsgedanken zu berücksichtigen.

Einige Beispiele sollen erläutern, wie die Schüler der Lehrerbildungsanstalten allmählich zur selbständigen Betätigung mit dem Mikroskop fähig gemacht werden. Die erste Pflanze, die in der untersten Klasse der Präparandenanstalt behandelt wird, ist das Scharbockskraut. Dabei werden eingehend die Wurzelknollen besprochen. Mancher Lehrer begnügt sich wohl damit, auf logischen Wege zu entwickeln, daß diese Gebilde Vorratsspeicher darstellen. Diese Methode entspricht nicht dem Wesen der Naturwissenschaften; soll der Schüler biologisch denken lernen, so muß von der Anschauung ausgegangen oder mindestens ein Prüfungsver-

¹⁾ Schmeil-Brohmer, Tierkunde und Pflanzenkunde für Lehrerbildungsanstalten. Je 3 Hefte. 4. Aufl. Leipzig, Quelle u. Meyer.

²⁾ Vergl. Brohmer, Allgemeine Naturgeschichte. Aufl. Leipzig, Quelle u. Meyer

sich gemacht werden. In diesem Falle ist der letztgenannte Weg angebracht. Nachdem die alten und neuen Knollen miteinander verglichen worden sind, ergibt sich die Frage, wie es kommt, daß jene verschrumpft sind. Die Antwort wird leicht von den Schülern gefunden, da sie einen ähnlichen Vorgang bei der Kartoffel gesehen haben. Nun zerquetschen wir eine junge Knolle auf einem Objektträger und fügen einen Tropfen Jodlösung zu. Ein Deckglas wird aufgelegt, und das Präparat ist fertig. Die Schüler haben gespannt unsere Handgriffe verfolgt; sie treten jetzt nacheinander an das Mikroskop und beschauen das Bild, das sich ihnen darbietet. Wer es gesehen hat, geht zu seinem Platz zurück und zeichnet die Stärkekörner. Der Schüler lernt dabei zugleich, daß Jod die Stärke blau färbt, daß Jod das Erkennungsmittel für Stärke ist.

Bald nach diesem Stoff werden die Tulpe und die übrigen Liliengewächse behandelt. Als biologische Erkenntnis kann entwickelt werden, daß die Zwiebel — ganz ähnlich der Wurzelknolle des Scharbockskrautes — einen Vorratsspeicher darstellt. Von selbst taucht die Frage auf, ob die Zwiebel ebenfalls Stärke enthält. Als Aufgabe wird nun gestellt, die Schüler sollen eine Zwiebel nach dieser Hinsicht untersuchen. Sie geben zuerst an, wie sie die Aufgabe lösen wollen; dann stellen sie selbst das Präparat her, betrachten und zeichnen es. Damit nicht zu viel Zeit verloren geht, kann man zuerst das Mikroskop noch gebrauchsfertig geben, allmählich müssen die Schüler aber auch lernen, das Instrument richtig einzustellen. Dazu gehört nicht nur Übung, sondern es sind auch einige theoretische Auseinandersetzungen notwendig, die beiläufig gegeben werden müssen.

An diesem Beispiel haben also die Schüler gelernt, wie Stärke festgestellt wird. Werden andere Pflanzen mit Vorratsspeichern behandelt, so werden sie ebenfalls von den Schülern selbständig auf Stärke untersucht, so z. B. die Kartoffel (Abb. 1), die Knollen des Knabenkrauts, der Wurzelstock des Buschwindröschens u. a. Gelegentlich sehen die jungen Leute bei diesen Übungen andere Vorratsstoffe, wie Eiweißkristalle (Abb. 2) und Öltröpfchen. Inzwischen haben sie auch andere Präparate gesehen und hergestellt. Die Einzelbehandlung der Pflanzen und Tiere muß den Grundsatz befolgen, im Einzelnen das Allgemeine kennen

zu lehren. Bei der Durchnahme der Schwertlilie betrachte ich als den Hauptgewinn des Unterrichts, daß eine Erkenntnis über Bau und Funktion des Spaltöffnungsapparats gewonnen wird. Bei dieser Feuchtlandpflanze sind die Spaltöffnungen verhältnismäßig groß und zahlreich; die Oberhaut läßt sich mit Hilfe eines Rasiermessers leicht abziehen. Die Schüler können also die Handgriffe, die der Lehrer ihnen vormacht, ohne Mühe nachahmen. Das Präparat wird in Wasser untersucht, nachdem es mit einem Deckgläschen bedeckt worden ist. Selbstverständlich wird das Gesehene gezeichnet (Abb. 3). Auf diese Weise ist ein neuer Gesichtspunkt für die biologische Untersuchung der Pflanzen gewonnen worden; sie haben eingesehen, daß der Spaltöffnungsapparat im Dienste der Verdunstung und daß die Zahl der Öffnungen in Beziehung

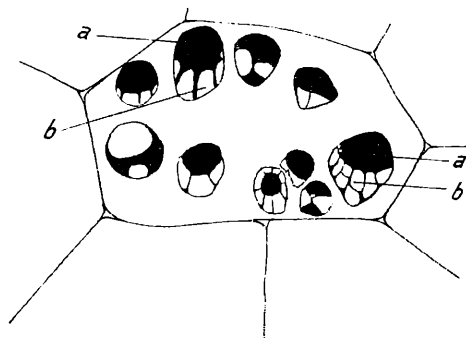


Abb. 2. Eine Zelle aus dem Samen des Rizinus mit Eiweißkristallen (b), a = sog. Globoid der Aleuronkörner. (Nach Sigmund.)

zum Standort der Pflanze steht. In dieser Richtung können sehr viele andere Kinder unserer Flora untersucht werden. Belehrt man dabei die Schüler über einfache mikroskopische Zählmethoden, so kann allmählich eine Tabelle entstehen, die die Abhängigkeit der Zahl der Spaltöffnungen vom Standort zahlenmäßig beweist.

Das gleiche Objekt kann auch dazu dienen, die Herstellung von Blattquerschnitten vorzuführen. Wenn der Bau des Spaltöffnungsapparats richtig verstanden werden soll, darf nicht nur die Aufsicht betrachtet werden, sondern auch der innere Bau muß veranschaulicht werden, endlich muß sogar das flächenhafte Sehen durch das Mikroskop zu einem körperlichen Gestalten werden. Die einfachste Methode der Anfertigung von Blattquerschnitten besteht

darin, das Blatt mehrmals zusammenzufalten und mit dem Rasiermesser so lange zu schneiden, bis ein geeigneter Schnitt gelungen ist. Man kann auch das Blatt in gespaltenes Holundermark legen und beides zusammen schneiden.

Mit diesen Beispielen aus der Pflanzenkunde wollen wir uns begnügen und noch

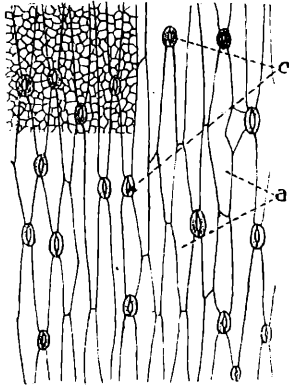


Abb. 3. Blattoberhaut von *Iris germanica* (Flächenpräparat) mit Spaltöffnungen (c). a = Oberhautzellen. (Nach Sigmund.)

einige aus der Tierkunde anführen. In den beiden ersten Jahrgängen der Präparandenanstalt werden die Wirbeltiere behandelt. Sie bieten nur selten Gelegenheit zur Anfertigung von Präparaten durch die Schüler, hin und wieder ist es aber doch möglich. So wird z. B. das eigentümlich gebaute Haar der Fledermaus mikroskopisch betrachtet werden müssen; Wollhaar und Grannenhaare können unter dem Mikroskop verglichen werden; auch Federpräparate und solche von Fischschuppen sind nicht schwer herzustellen. Man wird dabei vorläufig auf die Anfertigung von Dauerpräparaten verzichten.

Die oberste Klasse der Präparandenanstalt fordert durch ihren Lehrstoff eine stärkere Benutzung des Mikroskops. Hier werden die niederen Pflanzen und Tiere behandelt. Ich habe in meiner Schmeilbearbeitung den Versuch gemacht, sowohl in der Botanik wie in der Zoologie mit den einfachsten Lebewesen zu beginnen und allmählich im Stammbaum aufwärts zu steigen. Dieses Verfahren ist von allen Fachgenossen freudig begrüßt worden. Neben anderen Vorteilen bietet es auch solche für das Mikroskopieren. In der Pflanzenkunde bildet die Schraubenalge (*Spirogyra*) den ersten Lehrgegenstand. Sie

zeigt uns den Bau der Zelle in prächtiger Weise, allerdings mit einem von der typischen Art abweichenden Blattgrünkörper (Abb. 4); die Betrachtung anderer Algen beseitigt diesen kleinen Übelstand. Die Tierkunde beginnt mit den Urtieren, ein Gebiet, das so recht für den mikroskopischen Arbeitsunterricht geeignet ist und immer wieder das Interesse der Schüler fesselt. „Die Offenbarungen des Wassertropfens“ möchte man das Thema solcher Lehrstunden nennen! Auch hier begnügt man sich mit Augenblickspräparaten. Erst wenn die Insekten behandelt werden, kann man zeigen, wie Chitinteile aufgeheilt und Dauerpräparate angefertigt werden. Das Verfahren dürfte allgemein bekannt sein.¹⁾

Im biologischen Unterricht des Seminars kann man mit dieser Einführung in die Kunst des Mikroskopierens und der Anfertigung von Präparaten fortfahren. Viele Stoffe, die hierdurchzunehmen sind, stellen eine Zusammenfassung der Einzelergebnisse des früheren Unterrichts dar. Das Allgemeine in der Fülle der Erscheinungen und Vorgänge soll jetzt herausgearbeitet werden. Man muß dabei jedoch wieder von der Anschauung ausgehen, denn es ist nun einmal eine psychologische Tatsache, daß viele Vorstellungen allmählich unklar werden oder ganz entschwinden. Aber hier kann der Schüler, der jetzt mit dem Mikroskop umzugehen weiß, noch mehr selbsttätig sein als früher, indem er den Stoff für die Darbietung selbst herbeischafft. Ist z. B. von der Pflanzenzelle die Rede, so können die Seminaristen schon vor dem Unterricht das betreffende Material untersuchen. Der Lehrer stellt für die nächste Stunde Aufgaben, die er zweckmäßig in der Klasse verteilt; in der Unterrichtsstunde selbst läßt er sich über die Lösung dieser Aufgaben berichten und verarbeitet dann geistig mit der Klasse die Ergebnisse. Dieses Verfahren ist natürlich nicht in allen Fällen angebracht;



Abb. 4. Ausgewachsene *Spirogyra*-Zelle mit Ringfalten, Chlorophyllband, dessen Stärkekernen und Zellkern. (Nach Francé.)

¹⁾ Vergl. Mikrokosmos, Jahrgg. 1921/22, S. 29.

oft werden völlig neue Vorstellungen dargeboten, bei deren Behandlung der Lehrer eine aktive Rolle spielen muß. So wird er manchmal Schnitte zeigen müssen, die in fertigen Dauerpräparaten vorliegen, weil sie nicht immer neu angefertigt werden können. Es kann auch nicht Aufgabe des Seminars sein, die angehenden Volksschullehrer in die verwickelte Mikrotom- und Färbetechnik einzuführen.

Für besonders interessierte Schüler kann der Lehrer allerdings auch derartige Unterweisungen geben. Vielerorts haben sich Seminaristen zu naturwissenschaftlichen Vereinigungen oder Arbeitsgemeinschaften zusammengeschlossen. Zweckmäßig werden dabei aus den Schülern nach ihren Lieblingsgebieten Gruppen gebildet, und dabei wird eine Gruppe für Mikroskopie nicht fehlen. Der Unterricht gewinnt dabei eine freiere Form, die vielleicht vorbildlich für alle Lehrstunden sein könnte. Der Lehrer ist nicht durch die Stoffpläne gebunden; er

braucht also nicht bestimmte Lehrgebiete in festgesetzter Zeit zu erledigen, er kann die Neigungen der Schüler mehr berücksichtigen als es im planmäßigen Unterricht möglich ist; vor allem aber: jeder Schüler ist selbständig tätig, und er weiß, daß er nicht für die Schule, sondern für sich arbeitet. Hier ist Gelegenheit, die Grundzüge der Handhabung des Mikrotoms zu zeigen und damit den künftigen Lehrer einen Einblick in eine mühevollen Methode der Forschung tun zu lassen.

Wenn ein Lehrer auf diese Weise mit dem Gebrauch des Mikroskops und seiner Anwendung vertraut gemacht wird, wenn er selbst freudige Gefühle bei dem mikroskopischen Schauen erlebt, wenn ihm die zuerst ungewohnten Handgriffe in Fleisch und Blut übergegangen sind, dann wird er auch bestrebt sein, das Mikroskop im naturgeschichtlichen Unterricht der Volksschule so oft wie möglich anzuwenden. Wenn das geschieht, dann haben die Bestrebungen, die ich hier geschildert habe, ihren Zweck erreicht.

Der Schauschrank.

Von Oberlehrer Dr. Pötzsch.

Der biologische Unterricht soll auf Anschauung gegründet sein. Das setzt eine Sammlung naturwissenschaftlicher Objekte voraus, die wohl an keiner Schule fehlt. Manchmal haben sich im Laufe der Jahre ganz ansehnliche Mengen von Naturgegenständen angehäuft. Wird aber immer alles Vorhandene genügend ausgenützt? Ein sehr sorgfältig ausgearbeiteter Sachkatalog ist jedenfalls nötig. Aber selbst im günstigsten Falle, wenn alles Anschauungsmaterial gezeigt wird, zieht das meiste doch nur flüchtig in der Unterrichtsstunde am Auge der Schüler vorüber. Zu einem eingehenden und öfteren Betrachten bleibt keine Zeit.

Man könnte daher, um dies zu ermöglichen, die Sammlungsschränke nicht in einem verschlossenen Zimmer, sondern in den Korridoren unterbringen. Dadurch entstehen aber erhebliche Nachteile für die Sammlung; ganz abgesehen von der Vorbedingung heller Korridore und den hohen Anschaffungskosten geeigneter Schränke in genügender Anzahl, damit ein Zurschaustellen aller Sammlungsobjekte möglich ist. Die Gegenstände können in der Eile nicht immer so hingestellt werden, wie es zu einem Betrachten nötig ist. Die Schränke werden oft nicht ordentlich geschlossen und verschlossen, was zu Beschädigungen führen kann. —

Dagegen dürfte die Ausstellung eines Teiles der Sammlung, der gerade nicht im Unter-

richt benutzt wird, in einem besonderen Schauschrank sehr von Nutzen sein. Wie die Abbildung zeigt, ist an einer hellen Stelle des Korridors auf einem (niedrigen) Tisch ein verschließbarer Kasten in Holz und Glas aufgebaut. Besser, aber auch erheblich teurer wäre ein Schrank aus Eisen und Glas. Der 70 cm tiefe, 120 cm breite und ebenso hohe Kasten besitzt auf 3 Seiten Glaswände, im Inneren 3 verstellbare und herausnehmbare Zwischenböden, von denen 2 nur die halbe Tiefe des Schrankes ausfüllen, und unten an der Rückwand, sowie oben vorn Abzugslöcher, die gestatten auch lebende Objekte auszustellen.

Zur Schau gestellt sollen werden: Teile der botanischen, zoologischen, mineralogischen, geologischen Sammlung, Abbildungen, lebende Pflanzen und Tiere,

alles mit Erläuterungen und jedesmal unter einem bestimmten Gesichtspunkt vereinigt.

Zu den Abbildungen möchte ich noch etwas sagen. Wie eifrige Kosmosleser bemerken werden, sind in dem dargestellten Schauschrank Bilder ausgestellt, die in Kosmosprospekten erschienen sind. Ich kann nur empfehlen, alle die vielen Abbildungen, die auf Prospekten zugeschickt werden, nicht in den Papierkorb zu befördern, sondern geordnet aufzuheben. Sehr geeignet zur Aufbewahrung sind Kästen von der Art der Vesuvkisten, wie sie durch die Geschäfts-

stelle des „Mikrokosmos“ zu beziehen sind. Die genannten Bilder haben mir durch die Möglichkeit sie in beliebiger Weise zusammenstellen zu können, schon gute Dienste im Unterricht getan.

Von dem, was an unserer Anstalt bereits ausgestellt worden ist, sei folgendes erwähnt:



Der Schauschrank.

Berlepsch'sche Nistkästen und Vogelfutterhäuser, Pilzmodelle, getrocknete Moose und Flechten, eine Sammlung von Blättern und Stammquerschnitten der wichtigsten Bäume, Verbreitungsausrüstungen der Früchte und Samen, die Getreidearten, Auferstehungspflanzen (*Selaginella lepidophylla* und die

Rose von Jericho), die Verarbeitung des Flachses mit der lebenden Pflanze aus dem Schulgarten, die Kaffeebohne, unsere wichtigsten Singvögel (ausgestopft), Geweihe und Gehörne, 2 Säugetierantipoden (Brüllaffe und Gürteltier), allerhand Tiere der Nordsee, ausschlüpfender Wolfsmilchschwärmer, lebende Käfer in kleinen Terrarien, allerhand Wassertiere in kleinen Aquarien, ausgestorbene Wirbeltiere in Modellen und Bildern mit einer Übersicht der Zeitalter der Erde (siehe Abb.), Kolonialprodukte, Mineralien.

Die Kosmosbiologien eignen sich ganz vorzüglich zur Ausstellung. Selbst Diapositive, wie etwa die Lichtbilder nach Prof. Dr. Sigmonds mikroskopischen Präparaten können, wenn man sie unter 45° gegen weißes Papier geneigt anbringt, der Betrachtung zugänglich gemacht werden, und lenken die Aufmerksamkeit auf dieses vorzügliche Präparatenwerk.

Es lassen sich wohl aus jeder Schulsammlung derartige kleine Ausstellungen herrichten. Ich glaube, daß dadurch das Interesse der Schüler sehr angeregt wird. Durch öfteren Wechsel wird die Aufmerksamkeit wachgehalten. Selbstredend müssen die Objekte genügend lange ausgestellt sein, etwa einen Monat, damit alle Schüler mit Muße und öfter betrachten können. Ist etwas Neues ausgestellt, dann staut sich natürlich eine große Menge vor dem Schrank. Das dauert aber nur 2 bis 3 Tage, bis die erste Neugierde befriedigt ist. Jedenfalls hat die Einrichtung nie zu Unzuträglichkeiten geführt.

Zum Schluß will ich noch darauf hinweisen, daß ein solcher Schauschrank nicht allein für naturwissenschaftliche Zwecke, sondern auch zur Ausstellung von Büchern, Bildern, Kunstwerken und dergleichen benutzt werden kann.

Bücherschau.

Die **Biologie** oder Lehre von den Erscheinungen des Lebens für Lehrer- und Lehrerinnenseminare, zugleich eine erste Einführung in das Gesamtgebiet für jedermann von Prof. Dr. Smalian (1921 Leipzig. G. Freytag, M. 20.—. 100 % T.-Z.) stellt eine gedrängte Zusammenfassung über die Grunderscheinungen und Gesetze des Lebens dar und führt außer der Lehre von den Zellen und Geweben einen Überblick über die pflanzlichen und tierischen Organsysteme, sowie die wichtigsten Tatsachen der Biochemie an, die zum Verständnis der Lebenserscheinungen wichtig sind. Überhaupt zieht durch das ganze, reich illustrierte, aber leider auf sehr schlechtem Papier gedruckte Werk der Leitgedanke, die Gesetzmäßigkeiten des organischen Lebens darzulegen, das Leben als eine Einheit in der Mannigfaltigkeit seiner Erscheinungen zu kennzeichnen. Freilich konnte der Autor sich

nicht auf zu viel Einzelheiten aus der schier unübersehbaren Stoffmenge einlassen, zumal das Buch nur als erste Einführung in das Gesamtgebiet der Biologie gedacht ist. Es ist ihm aber gelungen, nicht nur das Wesentlichste der Gedanken und Methoden biologischer Forschungsarbeit aus der Stofffülle herauszuschälen, sondern es auch in seinem bekannten klaren und flüssigen Stil so anschaulich zur Darstellung zu bringen, daß das Werk nicht nur dem Seminaristen von Nutzen sein, sondern auch dem Lehrer und dem weniger biologisch vorgebildeten Oberlehrer später bei ihren Vorbereitungen für den Unterricht mancherlei Anregung geben wird. Aber auch der gebildete Laie sei auf das Buch hingewiesen, da es ihm beim Lesen volkstümlicher Darstellungen aus dem Gebiete der Biologie behilflich sein kann, Schein und Sein zu unterscheiden. —i—

Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.

(Fortsetzung von Seite 110.)

Von Wilh. Schneider.

8. Brustdrüse (Thymus) (Abb. 31). Es ist hier nötig, sich an junge Tiere zu halten, da der Thymus mit dem Eintritt der Geschlechtsreife allmählich schwindet. Wir färben mit Hämalaun-Eosin; kleine Schnitte genügen. Die Drüse besteht aus Lappen, an denen eine hellere Mark- und eine dunklere Rindenschicht schon bei schwacher Vergrößerung zu erkennen sind. In der Markschrift fallen die konzentrisch geschichteten Hassalschen Körperchen auf, über deren Bedeutung man nichts Sicheres weiß, wie denn überhaupt die Tätigkeit der Brustdrüse noch nicht einwandfrei klagestellt ist.

Die Schilddrüse (Behandlung s. No. 7) ist aus beiderseits geschlossenen Schläuchen zusammengesetzt, die in den Schnitten (Färben mit Hämalaun-Eosin) in verschiedenen Richtungen getroffen sind. Das einschichtige Epithel umschließt eine schleimartige, vom Eosin schwach rot gefärbte Masse (Kolloid). In dem die Schläuche trennenden Bindegewebe verlaufen zahlreiche Blutgefäße, die wahrscheinlich das Schilddrüsensekret aufnehmen.

9. Luftröhre. Schnitte durch die Luftröhre sind ohne Einbettung in Paraffin oder Zelloidin (deren Beschreibung nicht im Rahmen einer ersten Einführung liegt) nicht eben leicht herzustellen. Man muß damit rechnen, daß sich die Knorpelringe gegeneinander verschieben und daß das Epithel stellenweise abgehoben wird. Doch stören solche Zufälligkeiten den Einblick in den Aufbau nicht zu sehr. Fixiert wird nach No. 7, gefärbt mit Fuchsin-Pikroindigkarmin oder auch Hämalaun-Eosin.

Die Wandung der Luftröhre wird gestützt durch Halbringe aus hyalinem Knorpel, die an der Hinterseite durch Bündel glatter Muskeln geschlossen sind.

Die Schleimhaut besteht aus einreihigem Flimmerepithel, einer viele durchwandernde weiße Blutkörperchen führenden *Tunica propria* und der *Submucosa*, in der Drüsen liegen. Diese sind aber nur an der Hinterwand stärker entwickelt.

10. Lunge. a) Stückchen der Lunge werden in eine der besprochenen Fixierungs-

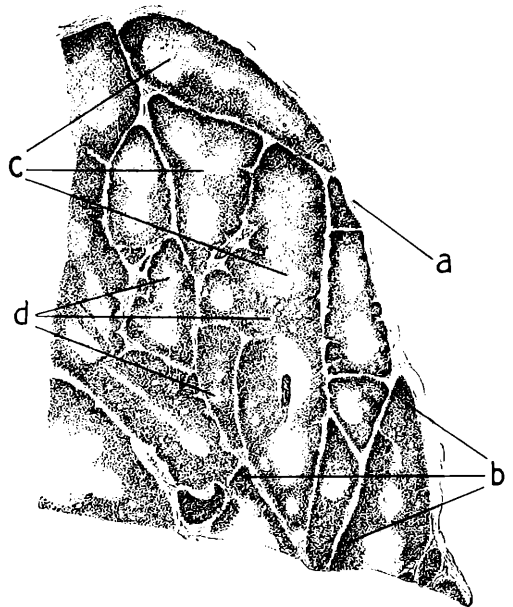


Abb. 31. Schnitt durch den Thymus des Kindes.
a = bindegewebige Kapsel. b = Rindensubstanz.
c = Marks substanz. d = Hassalsche Körper.
(Nach Sigmund.)

flüssigkeiten eingelegt, wobei man, da sie an der Oberfläche schwimmen, durch aufgelegte Watte für allseitige Benetzung sorgt. Dann wird mit Boraxkarmin durchgefärbt und nach Härtung in Alkohol geschnitten. Dünne Schnitte sind nicht zu gewinnen, aber auch nicht erforderlich. Die Schnitte gelangen in ein Schälchen mit Resorcin-Fuchsin auf $\frac{1}{2}$ Stunde, werden dann in

einmal gewechselt Alkohol gewaschen und durch Terpeneol in Kanadabalsam übergeführt.

Hinsichtlich des allgemeinen Baues der Lungen lehrt das bestehende Schema

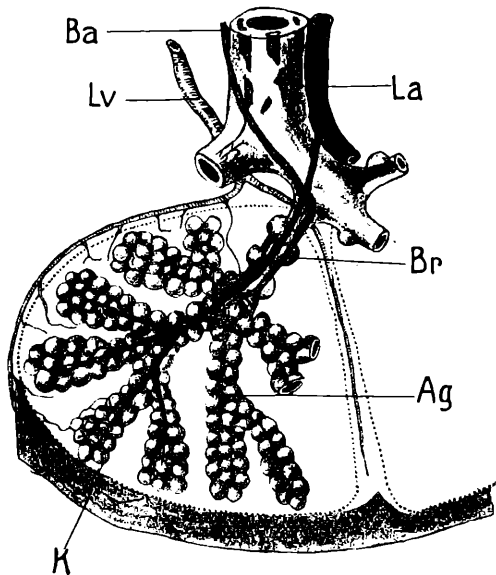


Abb. 32. Schema eines Lungenläppchens. La = Lungenarterie, Lv = Lungenvene, Ba = Bronchialarterie, Br = Bronchiolus respiratorius, Ag = Alveolengang, K = Kapillarnetz des Brustfellüberzuges. (Nach Sigmund.)

(Abb. 32), daß die Verästelungen der Luft- röhre, die Bronchien, sich in feinere Zweige (Bronchiolen) aufteilen und schließlich in die blindgeschlossenen Al- veolargänge übergehen. Diese, wie auch die respiratorischen Abschnitte der Bronchiolen, sind mit Ausweitungen (Al- veolen) besetzt. Unsere Schnitte zeigen also außer Bronchiolen vor allem angeschnit- tene Alveolargänge und Alveolen. In ihrer Wandung fallen uns die mit Resorcin-Fuch- sin dunkel gefärbten elastischen Fas- ern auf, die zumal die Alveoleneingänge ringförmig umfassen (Dehnbarkeit der Lunge). Von dem die respiratorischen Abschnitte aus- kleidenden Epithel sehen wir nur die rot- gefärbten Kerne.

b) Um die Grenzen der Epithel- zellen sichtbar zu machen, bedienen wir uns der Versilberung. Die Lunge einer jungen Katze wird mit der Luftröhre un- verletzt herausgenommen. Mit Hilfe einer in die Luftröhre eingebundenen gewöhn- lichen Glasspritze füllen wir die Lunge prall mit einer 0,2%igen Lösung von Silber- nitrat (Höllenstein) in destilliertem Wasser

und hängen sie nach Zubinden der Luft- röhre im Dunkeln in ein Gefäß mit der gleichen Lösung. Am nächsten Tage werden Stücke in allmählich verstärktem Alkohol (im Dunkeln) gehärtet und dann der Sonne ausgesetzt, unter deren Einfluß sie sich rasch bräunen. Die Schnitte bedürfen keiner weiteren Färbung. Sie zeigen dunkel- braune Zellgrenzen, und man erkennt, daß das Epithel sich aus dunkleren „kubischen“ Zellen und größeren kernlosen Platten zu- sammensetzt.

Nach dem unter 10 a) angegebenen Ver- fahren werden auch Blutgefäße ge- färbt. Um das Zusammenschnurren zu verhindern, bindet man das Gefäß vor dem Herausschneiden auf ein Streichholz. Die Wandung der Arterien (Abb. 33) zeigt von innen nach außen folgende Schichten: 1. die *Tunica intima*, bestehend aus dem (oft undeutlichen) Epithel und einer elastischen Haut; 2. die *Media*, aus mit elastischen Fasern untermischten glatten Muskelfasern aufgebaut; 3. die *Externa*, bindegewebig mit vereinzelt Muskel- bündeln und zahlreichen elastischen Fasern. Bei den Venen sind die Wandungen schwächer; die Schichten haben weniger elastische Fasern und geringere Ausbildung der Muskulatur.

11. Herz. Für Übersichtspräparate wird das Herz einer Maus in Formalin fixiert. Querschnitte durch die Herzkammern färben

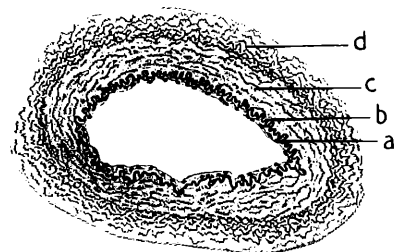


Abb. 33. Querschnitt durch eine Nierenarterie des Schweines. (Färbung der elastischen Fasern.) a = Endothel, b = elastische Membran der Intima, c = elastische Fasern der Media, d = elastische Fasern der Externa. (Nach Sigmund.)

wir mit Hämalaun-Eosin. Sie zeigen die größere Dicke der Wandung der linken Kammer und die Zusammensetzung der Wand aus einer inneren und einer äußeren bindegewebigen Haut (*Endo- und Epi- cardium*) und der mittleren Muskel- schicht (*Myocardium*). Einzelheiten über den Bau der Herzmuskeln sind meist

nicht zu erkennen. Dazu fertigt man besser recht dünne Längs- und Querschnitte durch die Papillarmuskeln eines größeren Säugerherzens an, die mit Hämalaun gefärbt werden.

12. Niere. Auch hierbei sind kleine Tiere vorzuziehen. Man fixiert also etwa Nieren der Maus in beliebiger Weise. Größere Nieren (z. B. von der Katze) müssen vor dem Einlegen mit tiefen Einschnitten versehen werden, da sonst die Flüssigkeit nicht genügend eindringt. Querschnitte, die womöglich eine Nierenpapille getroffen haben, werden mit Hämalaun-Eosin gefärbt.

In den Schnitten (Abb. 24) fällt sofort der Unterschied zwischen der aus geraden Kanälchen bestehenden Markschicht und einem Rindengebiet auf, das zwischen gewundenen Kanälchen viele Blutgefäßknäuel (Glomeruli, Nierenkörperchen) aufweist. Die Grenze zwischen beiden Zonen ist nicht scharf; vielmehr erstreckt sich das Mark in Form von Markstrahlen stellenweise in die Rinde hinein. Jedes Nierenkanälchen beginnt mit einer blasigen Erweiterung (Bowmansche Kapsel), in die das Nierenkörperchen gleichsam

hineingestülpt ist. In den Spaltraum zwischen den beiden Blättern der Kapsel tritt aus dem Blute das Harnwasser ein und fließt durch die gewundenen Kanälchen ab, deren Zellen wahrscheinlich Harnstoff und Harnsäure liefern. Die gewundenen Kanälchen gehen in gerade über, die in den Markstrahlen nach innen verlaufen, dann wieder nach außen umbiegen (Henlesche Schleife) und in Sammelröhrchen münden. Diese treten zu immer größeren Röhren zusammen, durch die der Harn in das Nierenbecken abgeleitet wird.

13. Tastkörperchen aus dem Enten-

schnabel. Die Wachshaut eines Entenschnabels wird abgelöst und teils in Osmiumsäure, teils in Formalin fixiert. a) Einige kleine Stückchen legen wir in 1%ige Osmiumsäure¹⁾ auf 24 Stunden, waschen einige Stunden in Wasser und übertragen in Spiritus. Nicht zu dünne Schnitte werden ohne weitere Färbung in Kanadabalsam eingeschlossen. Da das Nervenmark durch Osmiumsäure geschwärzt wird, so

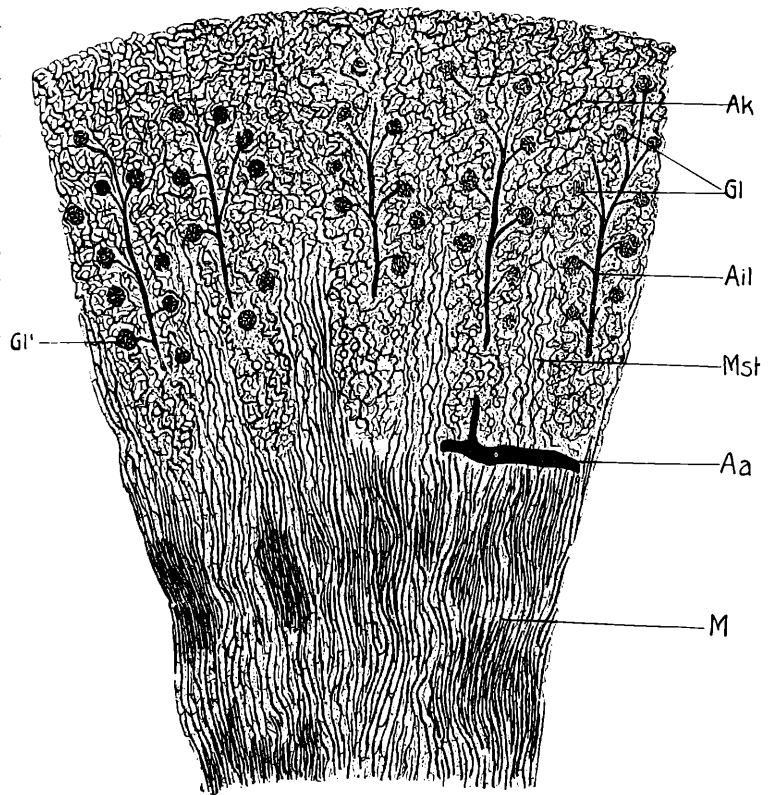


Abb. 34. Querschnitt durch die injizierte Niere des Kaninchens. *M* = Marksubstanz mit geradlinig verlaufenden *Arteriolae rectae*. *Aa* = *Arteria arciformis*. *Mst* = Markstrahl. *Ail* = *Arteria interlobularis*. *Gl* = Glomeruli. *Gl'* = Glomerulus mit *Vas afferens* und *Vas efferens*. *Ak* = arterielles Kapillarnetz der Rindenschicht. (Nach Sigmund.) (Die Harnkanälchen sind in grauem Tone, die Gefäße schwarz gehalten.)

sind die Nerven deutlich zu verfolgen, soweit sie eine Markscheide besitzen. b) Die in Formalin behandelten Stücke werden in möglichst feine Schnitte zerlegt und mit Fuchsin-Pikroindigkarmin gefärbt. Die bei-

¹⁾ Osmiumsäure bezieht man in zugeschmolzenen Röhrchen von $\frac{1}{2}$ oder 1 g Inhalt. Sehr teuer! Das Röhrchen wird angefeilt, in einer braunen, gut verschließbaren Flasche mit der entsprechenden Menge dest. Wassers übergossen und durch vorsichtiges Schütteln zertrümmert. Die Dämpfe greifen die Schleimhäute stark an.

den Oberhautschichten sind gut zu unterscheiden. In der Lederhaut liegen zahlreiche, in verschiedenen Richtungen durchschnittene Tastkörperchen. Die größeren (Herbstsche Körperchen) zeigen große Ähnlichkeit mit den Pacinischen Lamellenkörperchen (vergl. I, 7), doch ist ihr Innenkolben, wie man namentlich an Querschnitten deutlich sieht, aus 2 Reihen von Zellen gebildet. Daneben findet man die kleineren Grandry'schen Tastkugeln. Sie bestehen aus 2 Zellen, zwischen denen sich der Achsenzylinder der Nervenfaser ausbreitet.

14. Geschmacksorgan des Kaninchens.

An Schnitten durch die umwallten Papillen fielen uns bereits früher (s. 7 d) die Geschmacksknospen als hellere Zellgruppen auf. Besser eignen sich zu ihrem Studium die blättrigen Papillen des Kaninchens, die zu beiden Seiten des Zungengrundes als Gruppen paralleler Schleimhautfalten leicht aufzufinden sind. Wir tragen sie durch

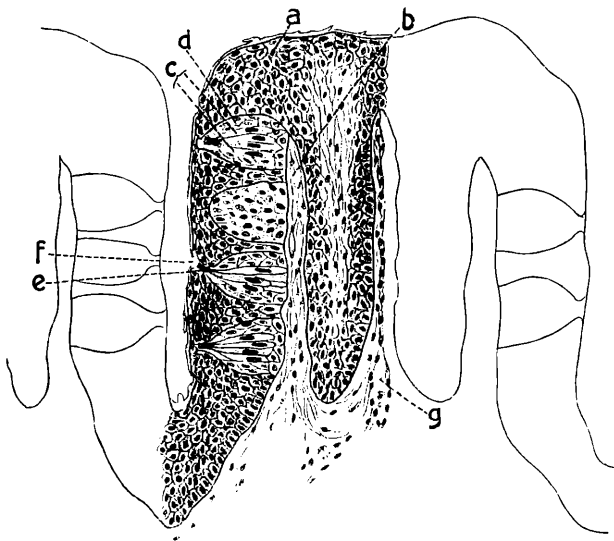


Abb. 35. Senkrechter Schnitt durch die blättrige Geschmackspapille des Kaninchens. *a* = verhorntes Zungenepithel. *b* = Bindegewebe. *c* = Schmeckzellen. *d* = Deckzellen. *e* = Stiftchen der Schmeckzellen. *f* = Geschmacksporus. (Nach Sigmund.)

einen Flachschnitt mit dem Rasiermesser ab, fixieren in Sublimat oder Formalin und färben senkrecht zur Richtung der Falten hergestellte Schnitte mit Hämalaun-Eosin. — Die Geschmacksknospen bestehen (Abb. 35) aus den eigentlichen Geschmackszellen, die an der Spitze ein feines Stiftchen tragen, und aus den sie einschließenden Deckzellen. An

geeigneten Stellen kann man erkennen, daß die Schmeckzellen nicht bis an die Oberfläche reichen, sondern mit ihren Stiftchen in einen feinen Kanal, den Geschmacksporus, hineinragen. Um die (marklosen) Nervenendigungen darzustellen, wendet man die Vergoldung an, die wir bei dieser Gelegenheit kennen lernen wollen. Eine Blätterpapille, die mit möglichst wenig anhängender Muskulatur abgeschnitten wurde, wird in ein im Probierzylinder (Reagenzröhrchen) kurz aufgekochtes und wieder abgekühltes Gemisch von 4 Teilen 1%iger Goldchloridlösung¹⁾ und 1 Teil Ameisensäure auf 1 Stunde eingelegt. Nach Abspülen in dest. Wasser wird auf 24 Stunden in verdünnte Ameisensäure (1 Teil Ameisensäure, 3—4 Teile Wasser) übertragen, wobei das Licht abzuhalten ist. Die Reduktion des Goldchlorids ist nun vollzogen, und man kann in Alkohol härten und die Schnitte in Kanadabalsam oder Glyzeringelatine einschließen. Auch für die

Tastkörperchen (s. No. 13) gibt das Verfahren gute Ergebnisse; man nehme aber die Wachshautstückchen nicht zu groß und entferne womöglich die Epidermis.

15. Zentralnervensystem der

Katze. Rückenmark und Gehirn einer neugeborenen (oder doch unter 6 Wochen alten) Katze wird zweckmäßig als Ganzes herausgenommen. Zu dem Zweck binden wir das Tier auf ein Sezierbrett, spalten vom Scheitel bis zur Schwanzwurzel die Haut, präparieren sie zur Seite und entfernen die Muskulatur, so daß die Wirbelsäule freiliegt. Mit einer starken Schere tragen wir das Schädeldach ab, führen dann das spitze Scherenblatt vorsichtig in den Wirbelkanal ein und durchtrennen die Wirbelbögen erst auf der einen, dann auf der andern Seite, bis wir an die Stelle kommen, wo das Rückenmark

aufhört und der Wirbelkanal nur ein Bündel Nerven enthält (Pferdeschweif). Indem man das Nervenbündel als Handhabe zum Hochheben des Rückenmarks benutzt, durchschneidet man vorsichtig mit der feinen

¹⁾ Hinsichtlich des Bezugs und der Aufbewahrung von Goldchlorid gilt das für Osmiumsäure Angegebene. Kleinere Mengen der Lösung kauft man besser in der Apotheke.

Schere links und rechts die Nervenwurzeln und löst so nach und nach das ganze Zentralnervensystem heraus. Es wird in 20%igem Formalin (1 Teil der käuflichen Lösung auf 4 Teile Wasser) fixiert, indem man es als Ganzes in die Lösung einhängt oder mit dem Rasiermesser ohne Druck und Zerrung

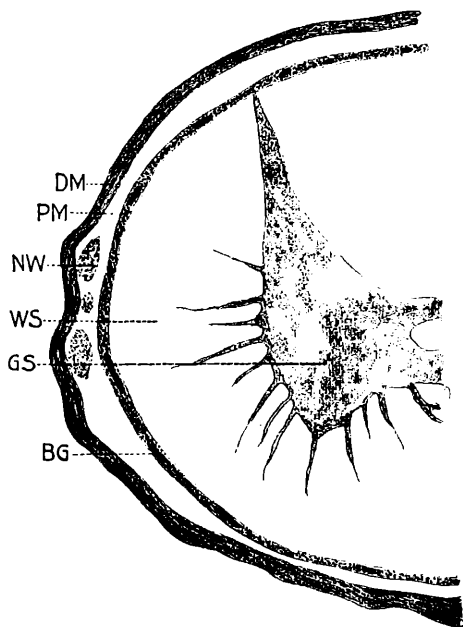


Abb. 36. Querschnitt durch das Rückenmark des Hundes. DM = *dura mater*, PM = *pia mater* und *arachnoidea* mit Blutgefäßen (BG). NW = durchschnittenen Nervenwurzeln. WS = weiße Substanz, GS = graue Substanz. (Vergrößerung ungefähr 15 f.n.). (Nach Sigmund.)

in Stücke zerlegt. Im Formalin können die Stücke ohne Nachteil lange Zeit aufbewahrt werden.

a) Allgemeine Übersicht. Die Schnitte sollen die bindegewebigen Hüllen mit umfassen; sie werden mit Fuchsin-Pikroindigkarmin (oder auch Hämalaun-Eosin) gefärbt. Vom Groß- und Kleinhirn schneiden wir mit dem Rasiermesser ab-

getragene Kappen senkrecht zur Oberfläche und zum Verlauf der Windungen.

Am Rückenmark (Abb. 36) treffen wir zu äußerster die harte Hirnhaut (*dura mater*), darunter, durch einen Lymphraum von ihr getrennt, die Spinnwebenhaut (*arachnoidea*) und die weiche Hirnhaut (*pia mater*). Diese beiden sind miteinander verbunden. Fortsätze der *pia mater* ziehen als Umhüllungen der Blutgefäße in das Rückenmark hinein. An der Bauchseite (vorne und unten) dringt eine Längsspalte bis in die Nähe des Zentralkanal vor; an der Rückenseite entspricht dem Spalt eine bindegewebige Wand, das hintere Längsseptum, so daß das Rückenmark in 2 spiegelbildlich gleiche Hälften geteilt wird. Weiße und graue Substanz sind deutlich zu unterscheiden. Nur in dieser sehen wir Ganglienzellen, von denen besonders zwei Gruppen in den breiteren Vorderhörnern auffallen.

An den Gehirnschnitten sind als Hüllen nur die Spinnwebenhaut und die weiche Haut zu erkennen, da die *dura mater* dem Schädelknochen dicht anliegt. Die graue Substanz bildet hier den äußeren Mantel (Rinde), der der weißen Masse aufliegt, also umgekehrt wie im Rückenmark. Die Kernfärbung gestattet uns, im Kleinhirn folgende Schichten zu unterscheiden: Außen die graue Schicht, die nur zerstreute Zellen enthält; darunter die gangliöse Schicht, aus einer einfachen Lage großer (Purkinjescher) Zellen bestehend; endlich die wegen der gedrängt liegenden Zellen lebhaft gefärbte Körnerschicht, auf die dann die weiße Substanz folgt. — Schnitte durch die Großhirnrinde lassen bei unseren Verfahren keinen rechten Einblick in den Bau zu, der daher später erörtert werden soll.

(Fortsetzung folgt.)

Süßwasserplankton der ostholsteinischen Seen.

Von K. Diederichs.

Betrachten wir eine der vorliegenden, konservierten und gefärbten Planktonproben¹⁾ aus diesem Seengebiet im Mikroskop, dann

¹⁾ Diese Planktonproben sind von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos erhältlich.

fällt uns schon bei ganz oberflächlicher Untersuchung eine bunte Gesellschaft kleiner Krebschen auf, die einen Hauptbestandteil dieser Proben ausmachen. Diese niederen Krebse oder Entomostraken werden von den Wissenschaftlern in mehrere größere Abtei-

lungen gegliedert, und wir finden in unseren Proben von jeder davon Vertreter. Um nun bei einer genaueren Untersuchung zweckmäßig vorzugehen, wirbeln wir den Inhalt des Gläschens durch Schütteln umeinander; nach kurzem Absetzen gießen wir schnell den oberen Teil der Flüssigkeit vom Bodensatz ab, dadurch trennen wir die größeren von

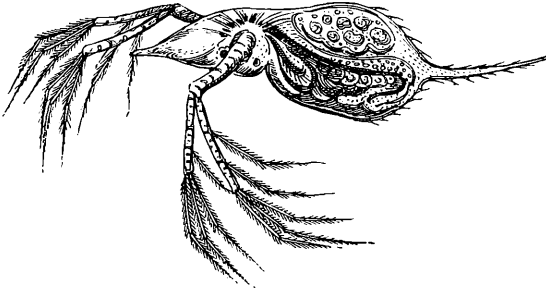


Abb. 1. *Hyalodaphnia kahlbergensis*.

den kleineren Planktonten auf die einfachste Weise. Zunächst sehen wir uns den größeren Teil unserer Probe etwas näher an und bringen davon mittels einer feinen Pipette auf einen Objektträger, und zwar am einfachsten in der Konservierungsflüssigkeit. Wir können dann leicht die einzelnen Arten unterm Mikroskop voneinander trennen. Da fällt uns zunächst durch seine sonderbare Gestalt ein glasklares Krebschen auf. Es ist die *Hyalodaphnia kahlbergensis* (Abb. 1), die zu den sogen. **Wasserflöhen oder Kladozeren** gehört. Dieses pelagische Krebschen liefert uns ein prächtiges Studienobjekt, denn jede Einzelheit seines durchsichtigen Körpers ist zu erkennen. Die ganze Gestalt ist einer großen Beweglichkeit des Tieres im Wasser angepaßt. Der schmale Leib läuft in einen schwertförmig zugespitzten Kopf aus, der das Wasser wie ein Bootskiel durchschneidet, vorwärtsgetrieben durch die muskulösen Vordergliedmaßen, die sog. Ruderantennen. Am Kopf sehen wir das, wie mit einem Perlenkranz umsäumte, große Auge. Der große Hohlraum am Rücken ist der Brutraum, den man sehr häufig mit Eiern gefüllt sieht. Oberhalb davon liegt das Herz und an diesen Organen vorbei zieht sich durch die ganze Länge des Körpers der Darm und nach hinten zu endigt die Schale in einen mit Dörnchen besetzten Stachel.

Andere zu den Kladozeren gehörende Arten, die sich in unseren Proben vorfinden, sind die Bosmiden, von denen *Eubosmina gibbera*

weit verbreitet ist. Dieser in Abb. 2 dargestellte „Rüsselkreb“ fällt uns sofort durch seine groteske Gestalt in die Augen. Seine steifen Vorderfühler sind zu langen Rüsseln geworden und der höckerig aufgetriebene Rücken birgt einen großen Brutraum, in dem eine ganze Anzahl Eier Platz hat. Ebenso sicher wie diesen Rüsselkreb finden wir die *Daphnia longispina*. Dieses Krebschen finden wir häufig, auch besonders in Tümpeln in ungeheurer Menge. Seine Bauart ist ähnlich der der beschriebenen Kladozeren, so daß es unserer Aufmerksamkeit kaum entgeht.

Zu den Wasserflöhen gesellt sich eine zweite große Abteilung, die der **Hüpfertinge oder Kopepoden**. Sie sind geradezu Stammgäste des Seenplanktons, die mit jedem Netzzug zu vielen Exemplaren erbeutet werden. Die wichtigsten Gattungen sind die Cyclopiden und Calaniden. In unserem Untersuchungsmaterial sind diese Krebschen leicht von den vorhergehenden zu unterscheiden. Der schalenlose Körper ist stets sehr schlank und endet in gabelförmige Ausläufer, der sog. Furka. In der Mitte des Kopfendes befindet sich nur ein Auge und die unverzweigten Fühlerantennen sind von bedeutender Länge.

In unseren Proben finden wir stets die drei wichtigsten Arten, nämlich *Cyclops strenuus* (Abb. 3), *Diaptomus graciloides* (Abb. 4) oder *D. vulgaris* und *Canthocamptus*. Diese Arten können an den verschiedenen

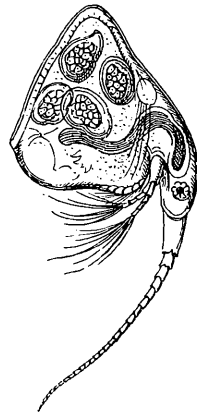


Abb. 2. *Eubosmina gibbera*.

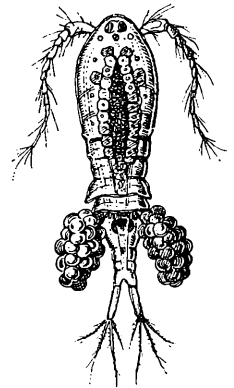


Abb. 3. *Cyclops strenuus*.

Längen ihrer Vorderfühler leicht voneinander unterschieden werden.

Am längsten sind sie bei *Diaptomus* und am kürzesten bei *Canthocamptus*. Auch die

Gliederung des Körpers ist sehr verschieden. *Diaptomus* und *Cyclops* haben einen vom Abdomen scharf abgesetzten Thorax, während bei *Canthocamptus* die beiden Körperabschnitte ineinander übergehen. Die Weibchen der Ruderfüßer tragen ihre Eier, die von einem kittartigen Schleim zusammengehalten werden, bis zum Ausschlüpfen der Jungen am Hinterleib mit sich herum, und zwar die Zyklopsweibchen stets zwei Eierpakete, während die weiblichen Kalaniden nur deren eins besitzen. In unseren Planktonproben finden wir neben den Krustern zahlreiche kleine Tierformen von einfacher ovaler Körpergestalt, mit drei Gliedmaßenpaaren. Es handelt sich hier um den berühmt gewordenen *Naupilus* (Abb. 5), die Larve, als welche das junge Tier das Ei verläßt, um erst später sich zum eigentlichen Krebs zu entwickeln. Dieses Naupilusstadium ist dadurch von besonderer Bedeutung, daß es im Reiche der niederen Krebse weit verbreitet ist; wir finden es im Frühling und Sommer in großer Menge im Seenplankton.

Alle diese beschriebenen Krebsformen, die wir in unserer Planktonprobe vorfinden, können wir nun leicht zu Dauerpräparaten verarbeiten, da sie von verhältnismäßig sehr widerstandsfähiger Körperbeschaffenheit sind. Am vorteilhaftesten geschieht die Einbettung in Kanadabalsam, weil darin das gefärbte Material hervorragend durchsichtig und klar wird. Aus dem 76prozentigen Alkohol, worin das Plankton aufbewahrt

muß, je nach der Menge des Materials bis zu 24 Stunden. Hat man die Gewißheit, daß absolute Wasserfreiheit erreicht ist, dann wird der Alkohol vorsichtig mittels einer feinen Pipette oder Fließpapier abgesogen

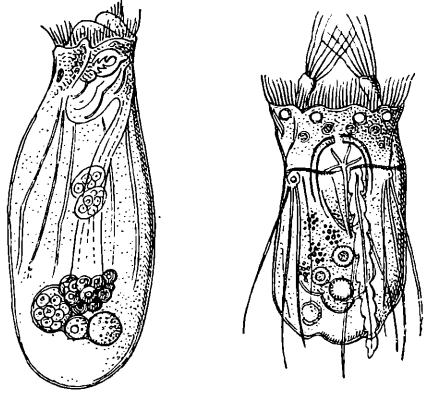


Abb. 6. *Asplanchna priodonta*. Abb. 7. *Polyarthra platyptera*.

und durch Nelkenöl ersetzt, das schließlich durch Xylol verdrängt wird. Der endgültige Einschuß unserer Planktonkrebse erfolgt in dünnem Xylolkanadabalsam, wie man solchen am vorteilhaftesten fertig zubereitet in Tuben bezieht. Unter einer Lupe oder besser unter dem Präpariermikroskop werden die einzelnen Objekte nun geordnet, so daß sie übersichtlich in der rechten Lage beieinander liegen, dann wird vorsichtig ein Deckglas aufgelegt. Zum Ordnen möchte ich hier ein sehr praktisches Hilfsmittel empfehlen, das, wie mir scheint, wenig bekannt ist, nämlich die sog. Malerfeder. Es ist dies ein kleines, 30 mm langes Federchen vom sog. Eckflügel der Schnepfe, die deren leider nur zwei besitzt. Man kann sich die Feder von einem Forstmanne verschaffen, die solche zu sammeln pflegen. In ein Hölzchen als Stiel befestigt, ist diese Feder, die die Weichheit eines Pinsels mit der Starrheit einer Nadel vereinigt, ein vortreffliches Instrument für mikroskopische Zwecke.

Nachdem wir nun die am meisten auffallenden Vertreter der pelagischen Süßwassertierwelt beobachtet haben, wenden wir uns dem übrigen Gewimmel im Wasser zu. Und da ist es zunächst wieder eine merkwürdige Tiergattung, die unser Interesse beansprucht. In unseren Proben sehen wir bei etwas stärkerer Vergrößerung seltsame Gestalten von ganz verschiedenem Aussehen. Bald erscheinen sie uns als klare Glasgefäße, bald haben sie die Form von Wappen und

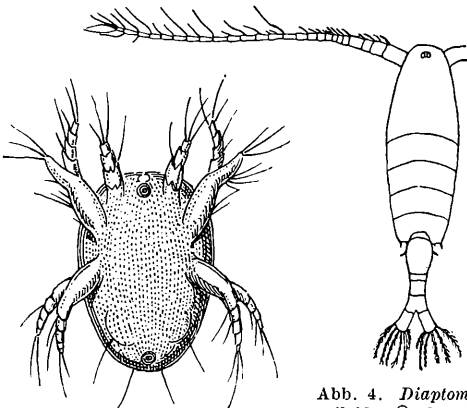


Abb. 5. *Naupilus*-Stadium der niederen Krebse.

Abb. 4. *Diaptomus graciloides*, ♀; der rechte 1. Fühler ist fortgelassen. Vgr. 40f. (Nach Seligo.)

wird, kommt es zunächst in Alkohol von steigender Konzentration, bis es zuletzt in absolutem Alkohol längere Zeit verweilen

Ornamenten, oft sind sie mit langen bizarren Körperanhängen bewaffnet usw. Diese auffallenden Planktonwesen sind die **Rädertiere oder Rotatorien**. Lange haben die Wissenschaftler nicht gewußt, wohin im System mit diesen eigenartigen Tierchen, bis man übereinkam, sie zu den Würmern zu rechnen. Denn, „was man nicht definieren kann, das sieht man als ein Würmlein an“

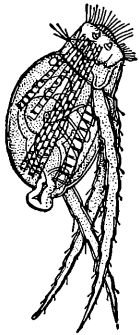


Abb. 8. *Triarthra longiseta*.
Vergr. 120f. (Nach Francé.)



Abb. 9. *Notholca longispina*.

Es gibt etwa 400 Rädertierarten, von denen aber nur wenige frei schwebend im Wasser leben. Zu diesen gehört die Art *Asplanchna* (Abb. 6), von der wir in den Proben immer einzelne Exemplare finden. Dieses 1—1,5 mm große Rädertierchen ist von sackartiger Gestalt und so glasklar, daß dem Beobachter nichts von seiner inneren körperlichen Beschaffenheit entgeht. So sehen wir z. B. den Verdauungstraktus in seiner ganzen Ausdehnung und am lebenden Tier kann man beobachten, wie es seine Beute verschlingt und verdaut. Unterhalb des Magens befindet sich der Eierstock, zumeist mit Eiern, oft sogar mit fertig entwickelten Jungen darin, da die *Asplanchna* lebendig gebärend ist. Bei manchen pelagischen Rädertieren fallen uns eigenartige Schwebenanpassungen auf, die es den Tieren ermöglichen, mit tunlichst geringem Verbrauch an eigener Kraft sich im Wasser schwebend zu erhalten. In der vorliegenden Planktonprobe kommt sehr zahlreich das „breitfingerige Flossenfischchen“ (*Polyarthra platyptera*, Abb. 7), wie es Ehrenberg nennt, vor. An jeder Körperseite befinden sich blattartige bewegliche Anhänge, die als wirksamer Schwebesystem dienen. Zu dieser Art gesellen sich *Triarthra*

longiseta (Abb. 8), der langborstige Dreibart Ehrenbergs, ferner verschiedene *Notholca*-Arten (Abb. 9), alle mit langen Auslegestacheln zum Schweben. Anders gestaltet sind die stets vertretenen Anuraea-Arten, wie *Anuraea cochlearis* (Abb. 10), das Löffeltierchen und *A. aculeata*. Beide Rotatorien besitzen einen regelrechten Panzer mit sechseckigen Feldern. Die Unterseite ist bei diesen Tierchen wie ein Löffel ausgehöhlt und am Körperende befinden sich Stacheln, alles Einrichtungen zur Erleichterung der Schwebefähigkeit. Die genannten Rotatorien können wir aus unserer Planktonprobe mit einer feinen Pipette isolieren und zu Dauerpräparaten verarbeiten. *Asplanchna* ist ja verhältnismäßig groß und leicht zu finden, die übrigen Arten sind kleiner; es bedarf daher einer etwas stärkeren Vergrößerung zu ihrer Beobachtung. Die Einbettung der gefundenen Rädertierchen geschieht, da das Material gefärbt ist, in derselben Weise wie bei den Krebsen, in Kanadabalsam.

Krustazeen und Rotatorien sind verhältnismäßig noch große Organismen des Seenplanktons. Zu den Kleinsten der Kleinen gehören die **Geißelträger oder Flagellaten**. Aber ihre Kleinheit ersetzen sie durch ihr massenhaftes Auftreten. Es kann vorkommen, daß während des Sommers einzelne Arten sich so stark entwickeln, daß sie dem Wasser eine bräunliche Farbe verleihen. Flagellaten des Süßwasserplanktons sind die bäumchenartigen Dinobryonarten, von denen

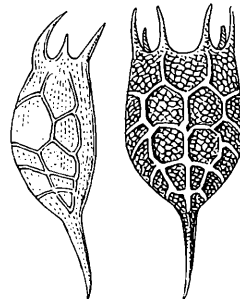


Abb. 10. *Anuraea cochlearis*.

Dinobryon sociale Ehrenb. (Abb. 11) in unserer Planktonprobe enthalten ist. Dieses koloniebildende Geißeltierchen ist bei etwas starker Vergrößerung leicht zu erkennen, es besteht aus zahlreichen becherförmigen Gehäusen,

die derart miteinander in Verbindung stehen, daß die ganze Kolonie wie ein zierliches Bäumchen erscheint. Weiter finden wir immer sehr zahlreich verschiedene Arten Peridineen, besonders das gehörnte Kranztierchen, *Ceratium*, in vielen Variationen. Diese kleinen, mit Geißeln versehenen gepanzerten Wesen kommen im Sommer oft in

ungeheuren Mengen vor, so daß sie dem Seewasser eine bräunliche Färbung verleihen. Außerdem genannten Geißeltieren finden wir in den Proben noch die interessanten Volvazineen; besonders die Arten *Volvox aureus* und *Volvox minor*. Es handelt sich hier wieder um Kolonien bildende Geißellinge, deren einzelne Kolonien, die sog. Coenobien, zwei gleichlange Geißeln tragen. Das Ganze bildet eine ziemlich große Hohlkugel, in deren Innerem man häufig eine Anzahl Tochterkolonien beobachten kann.

Außer bei den Volvazineen ist die Bearbeitung dieser Schwebef fauna unserer Proben verhältnismäßig nicht schwer. Einzelpräparate herzustellen hat freilich auch hier seine gewissen Schwierigkeiten; es ist dies aber auch gar nicht nötig, sondern man macht sich einfach Gesamtpräparate der verschiedenen Arten. Zu dem Zwecke nehmen wir das zuerst beim Beginn unserer Arbeit abgegossene Material vor, aus dem alle großen und schweren Organismen durch Absetzen ausgeschieden sind. Je nachdem man nun dieses Feinplankton in Balsam oder in Glycerin einbetten will, ändert sich die Verarbeitungsweise. Wählt man Balsam, dann erfolgt wieder ein Übertragen in Alkohol von allmählich steigender Konzentration. Am längsten hat das Plankton in absolutem Alkohol zu verweilen, damit es unbedingt wasserfrei wird. Ist das erreicht, dann kommt an Stelle des Alkohols Nelkenöl, das wiederum durch Xylol zu verdrängen ist. Im Glasschälchen werden wir nach diesen Manipulationen einen Brei vorfinden, von dem jedesmal eine kleine Menge in einem Tröpfchen Xylolbalsam auf dem Objektträger zum Präparat zu ordnen ist. Auf diese Weise erhält man schöne Übersichtspräparate. Wer sich der Mühe unterziehen will, kann natürlich auch mehrere Exemplare ein und derselben Gattung isolieren und diese zu Einzelpräparaten verarbeiten.

Etwas weniger umständlich ist das Ein-

betten in Glyzeringelatine. Das in Alkohol befindliche Plankton wird zunächst in ein Gemisch von 1 Teil Glycerin, 2 Teilen Alkohol und 3 Teilen Wasser übertragen, um Schrumpfungen zu vermeiden. Hat das Plankton hierin eine Zeitlang gelegen, dann entfernt man durch Absaugen die Flüssigkeit und überträgt das Material auf einen Objekt-

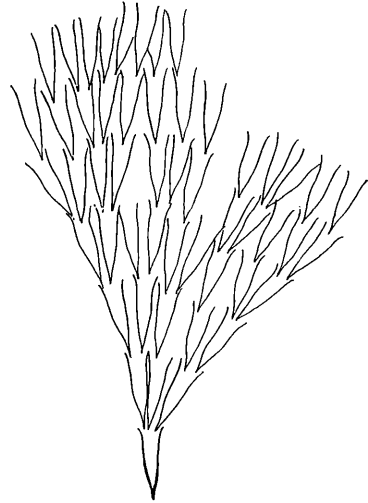


Abb. 11. *Dinobryon sociale*, Kolonie. Vergr. 350f. (N. Seligo.)

träger in zerschmolzene Glyzeringelatine. Unter dem Präpariermikroskop wird geordnet und ein Deckgläschen, ohne Luftblasen zu erzeugen, vorsichtig aufgelegt. Nach dem Erstarren wird das Präparat gesäubert und das Deckglas mit Verschlusskitt umrandet. Sind so große und außerdem zarte Objekte wie die Volvoxkugeln, einzubetten, die, wenn sie nicht zerplatzen sollen, gegen Druck geschützt werden müssen, dann ist es noch erforderlich, an den vier Ecken des Deckgläschens kleine Kügelchen aus Wachs anzubringen, die es verhindern, daß das Deckglas einen zu starken Druck ausübt. Sorgfältiges Umranden solcher Präparate ist eine Notwendigkeit, um sie vor dem Verderben zu bewahren.

Was ist beim Gebrauch des Mikroskop-Ratgebers zu beachten?

Von Prof. W. J. Schmidt, Bonn, Zoologisches Institut der Universität.

Der Mikroskop-Ratgeber von Mayer Meggenhofen ist im wesentlichen eine graphische Darstellung der Abbeschen Auflösungsformel $\delta = \frac{\lambda}{2a}$, in der die Zusammenhänge

zwischen der kleinsten (bei schiefer Beleuchtung) auflösbaren Distanz (δ), der Wellenlänge des bei der Beobachtung benützten Lichtes (λ) und der numerischen Apertur (a) des Objektivs gegeben sind, wobei die letzte streng

genommen als das Produkt aus dem halben Öffnungswinkel (u) des Objektivs und dem Brechungsindex des zwischen Deckglas und Frontlinse des Objektivs befindlichen Mediums¹⁾ (n), für Luft bei einem Trockensystem, Wasser bei einer Wasser-, Zedernöl bei einer Öl-immersion) zu definieren und angenommen ist, daß das Objekt sich in einem Medium mindestens vom gleichen Index befindet. Damit das einem Objektiv gemäß seiner Apertur zukommende höchste Auflösungsvermögen im Bilde zur Geltung gelangt, muß die Strecke δ darin unter einem solchen Gesichtswinkel erscheinen, daß sie für den Beobachter wahrnehmbare Größe erreicht, d. h. die Vergrößerung des Objektivs bzw. die Gesamtvergrößerung, die mit ihm und dem Okular erzielt wird, darf nicht unter ein gewisses Maß heruntergehen, aber auch nicht, wie sich noch zeigen wird — ein gewisses Maß übersteigen. Auch die so gegebene Beziehung zwischen der „förderlichen“ Gesamtvergrößerung und der Apertur ist im Mikroskop-Ratgeber für bestimmte Schwinkegebiete (nämlich von $1''-2''$ und von $2''-4''$) in geschickter Weise mit der eingangs genannten graphischen Darstellung kombiniert.

Es wäre aber verfehlt, anzunehmen, daß mit den besprochenen Faktoren sämtliche Bedingungen für die Verwirklichung einer Bildentstehung mit den Qualitäten, wie sie die Abbesche Theorie verheißt, erfüllt seien, oder umgekehrt, etwa aus der fehlenden Auflösung bei einem bestimmten Objektiv, zu schließen, daß den Ansprüchen, die hinsichtlich λ , oder n , oder u oder mehreren von diesen Faktoren zu stellen wären, nicht genügt sei. Vielmehr schließt die Abbesche Theorie stillschweigend gewisse Voraussetzungen ein, die in den genannten Formeln nicht zum Ausdruck kommen, daher auch aus ihrer graphischen Darstellung nicht entnommen werden können. Einige derselben sollen hier kurz angedeutet werden.

Zunächst wird die Strahlenvereinigung der Objective als eine ideale vorausgesetzt, d. h. es wird von sämtlichen Bildfehlern abgesehen, die durch irgend welche Aberrationen (sphärische, chromatische usw.) bedingt sind. Die Güte der Strahlenvereinigung bestimmt das praktisch zulässige Höchstmaß der Gesamtvergrößerung, indem nämlich diese niemals so weit gehen darf, daß die Fehler der Strahlenvereinigung im Bilde derart merklich werden, daß an Stelle von Bildpunkten Aberrationskreise erscheinen. Eine ideal vollkommene Strahlenvereinigung ist aber heute nur bei den Apochromaten annähernd erreicht, dagegen bleiben vor allem die achromatischen Trockensysteme hinter dem idealen Zustand merklich zurück, so daß sie oft nicht bei der Gesamtvergrößerung das beste Bild geben, die ihre Apertur hinsichtlich der Auflösung voll auszunützen gestattet, sondern bei einer,

die darunter liegt. Während die Erzielung der sehr hohen Apertur stärkster Systeme erhebliche technische Schwierigkeiten mit sich bringt, spielt eine derartige Rücksichtnahme bei kleineren Aperturen keine Rolle; hier ist dem Optiker darin größere Freiheit gegeben und so stattet er diese Systeme gewissermaßen mit einer im Vergleich zu ihrer nutzbaren Vergrößerung zu hohen Apertur aus. Das beste Bild ist also nicht jenes, das nur mit Rücksicht auf die gemäß der Apertur sich ergebende förderliche Gesamtvergrößerung nach der Formel errechnet wird, sondern jenes, das auch auf den Korrektionszustand des Objektivs die nötige Rücksicht nimmt, der bei den einzelnen Typen verschieden und daher von Fall zu Fall praktisch zu prüfen ist. Unter einem solchen Gesichtswinkel wird man der Lösung der Frage 2 im Preisausschreiben (Mikrokosmos Jhrg. XV, S. 61) nicht beistimmen können; widerspricht die dort als besser vorgeschlagene Auswahl der Okulare doch aller Erfahrung (übrigens auch den Zusammenstellungen, wie sie die Preisverzeichnisse der optischen Werkstätten anbieten). Denn der Praktiker kann eher starke Okulare als schwache entbehren.

Selbst wenn man ein Objektiv von idealer Strahlenvereinigung hätte, das also an sich beliebige Okularvergrößerung vertrüge, so verbietet sich, sofern das System an der Grenze seines Auflösungsvermögens ausgenützt wird, aus anderen Gründen eine erhebliche Steigerung des Schwinkeles über das unbedingt nötige Maß hinaus. Da dieser Punkt in der Gebrauchsanweisung zum Mikroskop-Ratgeber nur ganz kurz (S. 7) berührt ist, soll er hier etwas ausführlicher dargelegt werden. Die vom Objektiv eben noch auflösbare Struktur ist nämlich dann am meisten objektgetreu, wenn sie eben unterscheidbar wird. Nehmen wir etwa ein Streifensystem aus durchsichtigen und undurchsichtigen Stellen als gegebene Struktur an und ein Objektiv, das es eben auflösen vermag, dann wird (nach der Abbeschen Theorie) das von dieser Struktur erzeugte Beugungsspektrum (= Maximum) 1. Ordnung gerade noch vom Objektiv aufgenommen. Ein so beschaffenes Beugungsbild wird aber von jedem Gitter geliefert, bei dem die Summe der Breite eines Gitterstabes + einer Gitterlücke dieselbe ist, gleichgültig, welches das Breitenverhältnis von Stab und Lücke sein möge. Wählen wir nun die Okular- bzw. Gesamtvergrößerung so, daß eben die Andeutung eines Streifensystems sichtbar ist, so ist in diesem Bilde alles enthalten, was mit Sicherheit als Objektstruktur angenommen werden darf. Nehmen wir aber die Gesamtvergrößerung so hoch, daß jetzt etwa Gitterstäbe und -lücken in einem bestimmten gegenseitigen Breitenverhältnis (etwa als gleich breit) erscheinen, so ist die Objekttrere dieses Bilddetails unverbürgt. Denn damit das Breitenverhältnis richtig abgebildet wird, ist

¹⁾ Im Mikroskop-Ratgeber ist der Wert n , soweit er über 1 hinausgeht, vernachlässigt, (geradliniger Verlauf der Kurven über die Apertur 1 hinaus), was meines Erachtens zu Unrecht geschehen ist.

nach der Theorie erforderlich, daß außer dem I. noch Maxima höherer Ordnung ins Objektiv eintreten. Das ist aber im Falle, daß das Objektiv bereits an der Grenze seines Auflösungsvermögens beansprucht wird, natürlich nicht mehr möglich. (Versuche dieser Art lassen sich leicht an der Abbeschen Diffraktionsplatte anstellen; den Leser, der sich eingehender über diese hier besprochenen Verhältnisse unterrichten will, verweise ich auf Abbe, Ges. Abhandlg., Bd. I, S. 396 f.).

Es empfiehlt sich also nicht nur im Hinblick auf das über die Strahlenvereinigung Gesagte, sondern auch mit Rücksicht auf die Objekttrere des Bildes, die Gesamtvergrößerung nicht höher zu wählen, als eben zur Erzielung der maximalen Auflösung nötig ist. Überträgt man diesen Grundsatz auf den Mikroskop-Ratgeber, so hat man sich für die beste Bildqualität an das Schwinkelgebiet von $1'-2'$ (nicht an das von $2'-4'$) zu halten.

Soll eine Abbildung zustande kommen, so müssen die im Präparat abgebeugten Strahlen eine solche Intensität besitzen, daß das von ihnen erzeugte primäre Bild (die Beugungserscheinungen im Öffnungs bild des Objektivs) eine solche Stärke erreicht, daß es im Schlußbild eine merkliche Wirkung hervorruft. Die Menge des abgebeugten Lichtes hängt nun, abgesehen von der Intensität der Lichtquelle und der Größe des beugenden Teilchens, in hohem Grade von der Differenz der Brechungsindices zwischen Objekt und Einschlußmedium ab; je mehr dieser Unterschied ausgeglichen wird, um so weniger Licht wird abgebeugt; um so weniger lichtstark ist auch das Bild, das von der untersuchten Struktur entworfen wird, bis es schließlich so lichtschwach wird, daß es überhaupt nicht mehr wahrgenommen werden kann. So ist es bekanntlich leicht, die Struktur eines in Luft liegenden Pleurosigmas mit einem Objektiv von der numerischen Apertur 0.95 im Hellfeld aufzulösen; liegt dasselbe Objekt aber in Balsam, so ist mit dem gleichen Objektiv kaum etwas von Struktur im Hellfeld wahrzunehmen; die Menge des abgebeugten Lichtes ist durch die Einbettung so stark vermindert worden, daß sie von dem direkt beleuchtenden, nicht abgebeugten Licht gänzlich überstrahlt wird. Beseitigt man das nicht abgebeugte Licht durch Beobachtung im Dunkelfeld und bedient man sich einer starken Lichtquelle, so tritt nunmehr unter demselben Objektiv die Struktur des Balsampräparates in prachtvoller Weise hervor. Bei Objekten, die zur Auflösung höhere Aperturen als 1 beanspruchen, ist eine Einbettung in Luft ausgeschlossen, da aus Luft nur Strahlen bis zur Apertur 1 ins Objektiv eintreten können. Damit die Intensität des

abgebeugten Lichtes nicht zu sehr geschwächt wird, muß man sich bemühen, wiederum eine Differenz der Brechungsindices von Medium und Objekt herbeizuführen, was durch Wahl eines Mediums geschieht, das einerseits hohen (oder geringeren) Brechungsindex als das Objekt, andererseits aber mindestens einen Wert des Brechungsindex hat, welcher der angewandten Apertur gleichkommt. Aus diesem Grunde bettet man die Diatomeen zur Untersuchung mit höchsten Aperturen nicht in Balsam ein, mit dem sie fast gleiche Brechkraft haben, sondern in das stärker brechende Monobromnaphthalin.

Es kommen also für die Verwirklichung einer Abbildung noch andere, als in der Abbeschen Formel enthaltene Faktoren in Frage und daher wird es in manchen Fällen nicht möglich sein, einzig nach dem Mikroskop-Ratgeber ohne praktische Prüfung der Optik, der Präparate, Lichtquellen, überhaupt der gesamten Beobachtungsbedingungen zu entscheiden, warum etwa eine Auflösung in einem bestimmten Fall nicht eintrat. So ist es z. B. keineswegs nötig, zur Auflösung der Struktur von Amphipleura pellucida (der zart geperlten Querlinien) in Monobromnaphthalin mit einem Apochromat-Objektiv von der n. A. 1.4. blaues Licht zur Beleuchtung zu verwenden (vergl. Mikrokosmos Bd. XV, S. 60—61). Vielmehr ließ sich die Struktur nach meinen Versuchen mit dem gleichen Objektiv, ja ebenso gut mit einer Fluorit-Ölimmersion $1/16 a$ von Leitz von 1.32 n. A. und enger schiefer, in richtiger Weise einfallender Beleuchtung, bei starker Lichtquelle (Sonne und Mattscheibe) in weißem Licht vollkommen befriedigend erkennen. Daß es auch nicht etwa das im weißen Licht enthaltene blaue Licht ist, das einzig die Auflösung zustande bringt, ging daraus hervor, daß auch durch Einschalten eines Lifa-Lichtfilters (das zugleich ein wenig rotes Licht hindurchließ) gewonnenes grünes Licht ein prächtiges Bild gab, das hinter dem bei blauem Licht (Lifafilter, das zugleich etwas Rot durchläßt) erzeugten Bild nicht erkennbar zurückstand. Mit monochromatischem rotem Licht gelang mir allerdings die Auflösung nicht.

Es ist nur zu wünschen, daß durch den Mikroskop-Ratgeber die bedeutungsvollen Beziehungen zwischen numerischer Apertur, Wellenlänge, Gesamtvergrößerung und Auflösung in der graphischen Darstellung auch jenen nahegelegt werden, die sich mit den Formeln selbst nicht zu helfen wissen. Aber man darf dabei des Mephistopheles' Wort nicht vergessen „Gau ist alle Theorie“, dessen wahrer Kern darin steckt, daß die Theorie stets nur eine beschränkte Anzahl von Faktoren — einen Idealfall — berücksichtigt, bei dem jeweiligen wirklichen Geschehen aber oft noch andere Umstände merklich beteiligt sind und dann auch mit in Rechnung gesetzt werden müssen.

Die Bedeutung der Brandpilze für allgemein-biologische Probleme.

Von Dr. phil. R. Bauch.

Die Brandpilze sind lange Zeit eine Spezialangelegenheit engumschriebener Interessentenkreise gewesen. Der Systematiker hat sich damit begnügt, die Fülle der Arten zu beschreiben und in ein System zu ordnen. Der Mykologe, dem es um ihre Einreihung in ein natürliches System der Gesamtheit der Pilze zu tun war, hat sie in ihrem Entwicklungsgange verfolgt und mit anderen Pilzen verglichen. Der Landwirt hat sich notgedrungen mit ihnen befassen müssen, um die Mittel zu finden, die seinen Kulturen schädlichen Formen möglichst zu unterdrücken. Erst in den letzten Jahren ist der Biologe auf sie aufmerksam geworden und hat in ihnen ein dankbares Objekt zur Bearbeitung allgemein-biologischer Fragestellungen gefunden. Einige dieser Probleme mögen hier erörtert werden unter besonderer Berücksichtigung der Interessen des Liebhaber-Mikroskopikers. Von der Fülle der Brandpilzarten¹⁾ sei ein Vertreter herausgegriffen, der ein besonders beliebtes Untersuchungsobjekt für diese Fragen gewesen ist, der es in manchen botanischen Instituten beinahe schon zum Range eines Haustieres gebracht hat, der Antherenbrand.

Der Antherenbrand (*Ustilago violacea*) ist eine häufige Erscheinung in unserer Flora. Er befällt eine ganze Reihe verschiedenster Nelkengewächse. In den Staubgefäßen der Wirtspflanzen entwickelt er seine dunkelvioletten Brandsporenlager, die leicht im Winde verstäuben. Besonders auffällig und häufig ist er z. B. auf der Lichtnelke (*Melandryum album*), auf der er sich durch die mit Brandsporen schmutzig bestäubten Blüten schon von weitem zu erkennen gibt. Um sich über den Entwicklungsgang des Pilzes zu orientieren, genügt es, sich eine Anzahl von infizierten Blüten und Knospen einzusammeln und getrocknet vorrätig zu halten. Einen Teil seiner Entwicklung legt er ohne besondere Schwierigkeiten in Nährlösungen (z. B. 3 % Zucker- oder Malzlösung, die durch Kochen zu sterilisieren ist) zurück. Über das Rüstzeug zu Lindnerschen Tröpfchenkulturen (s. Mikrokosmos, Jhrg. VI, S. 204), Objektträger mit hohlem Ausschliff, Zeichenfedern wird jeder Mikroskopiker verfügen. Eine Knospe von einer infizierten Pflanze wird geöffnet, etwas Sporenpulver in Nährlösung verteilt und davon Tröpfchenkulturen

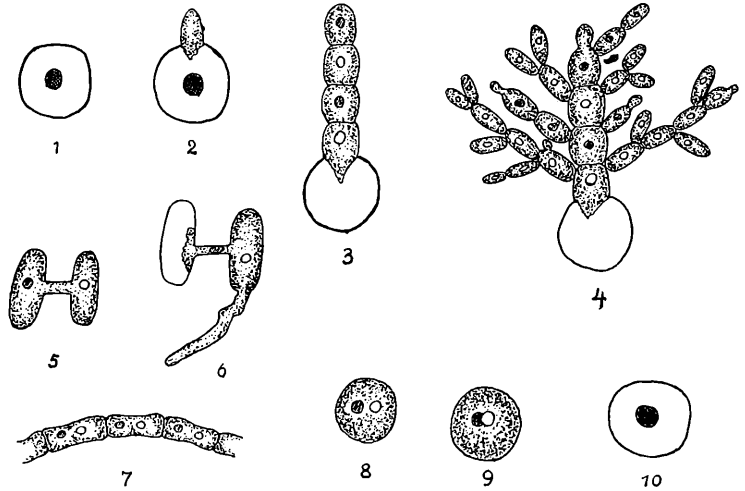
angelegt. Auf Sterilität von Nährlösung und Glassachen und überhaupt auf steriles Arbeiten ist dabei einiger Wert zu legen, da sonst die ganze Entwicklung des Pilzes durch Bakterien gehemmt wird.

Die Sporen des Antherenbrandes besitzen auf ihrer Oberfläche ein äußerst zierliches, regelmäßiges Netz- und Maschenwerk von leistenartigen Verdickungen, ihrer äußeren braunen Hülle, des Epispor (Abb. 1). Bei der Keimung (Abb. 2), die etwas unregelmäßig, meist schon nach 18—24stündigem Verweilen in der Nährlösung eintritt, reißt das Epispor an einer Stelle und ein kleiner Schlauch wächst aus dem Riß heraus. Er vergrößert sich schnell zu einem Myzelfaden, der meist durch 3 Querwände in 4 Zellen aufgeteilt wird (Abb. 3). Dieses vierzellige Stadium, das Promyzel, ist charakteristisch für fast alle Angehörigen der Untergruppe der *Ustilaginaceae*. Es entspricht vergleichend entwicklungsgeschichtlich der viersporigen Basidie der Hutpilze. Jede der vier Zellen enthält einen Kern, der aber erst nach Färbung nachzuweisen ist. An den Promyzelzellen entstehen seitlich kleine Ausstülpungen, die zu ovalen Zellen, den Sporidien, heranwachsen (Abb. 4). Häufig lösen sich die Sporidien sofort von der Mutterzelle los und vermehren sich reichlich in der Nährlösung in ganz der gleichen Weise wie Hefepilze durch Sprossung. Manchmal bleiben sie aber am Promyzel haften und bilden dann zusammenhängende Sproßbäumchen, wie sie von den Hefen her allgemein bekannt sind. Dieses hefeartige Sprossen der Brandpilzsporidien hat s. Zt. zu heftigen Debatten im Lager der Mykologen über die Bedeutung der Hefepilze und ihre systematische Stellung geführt. Brefeld, der als erster in größerem Umfange Keimungsversuche mit Brandpilzen in Nährlösungen angestellt hat, wollte aus der Tatsache, daß es unmöglich ist, rein der Form nach diese Brandpilzsporidien von echten Hefepilzen zu unterscheiden, folgern, daß die Hefepilze überhaupt keine systematische Einheit, sondern nur Stadien in dem Entwicklungsgange anderer Pilze darstellen. Bestärkt wurde er in dieser Annahme dadurch, daß er Hefeformen in dem Entwicklungslaufe verschiedenster anderer Pilze auffand. Es stellte sich aber bald heraus, daß bei allen diesen Formen nie das für die echten Hefen typische Zuckervergärungsvermögen nachzuweisen war und ebenso wenig ließen sich Formen finden, die wie die echten Hefen im Innern der Zelle Dauersporen ausbilden. Man ist heute allgemein zu der Ansicht gekommen, daß die Brandpilzhefen mit den echten Hefen eben nur die typische Vermehrungsart, die Sprossung, gemeinsam haben, während die echten Hefepilze mit Sicherheit selbständige Organismen

¹⁾ Nähere Angaben über Vorkommen, Sammeln, Untersuchen und Präparieren von Brand- und Rostpilzen enthält die Mikrokosmos-Buchbeilage gleichen Titels von Prof. Dr. W. Migula. Auch Dauerpräparate von Brand- und Rostpilzen auf Pflanzen (Mikrokosmos-Präparatreihen 25 u. 26), vom gleichen Verfasser angefertigt, sind von der Geschäftsstelle des „Mikrokosmos“ erhältlich.

sui generis darstellen. Die Sprossung der Sporidien geht in den Tröpfchenkulturen außerordentlich rasch vor sich und nach 3 bis 4 Tagen sind die Tröpfchen bereits mit unübersehbaren Mengen von Sporidien angefüllt. Jetzt sind gewöhnlich auch die Promyzelien von den Brandsporen abgefallen und kaum noch von den Sporidiensproßbäumchen zu unterscheiden. Jede der Sporidien enthält einen Kern, der ihrer Mutterzelle und zurückgehend schließlich einer der Promyzelzellen entstammt. Hin und wieder findet man jetzt paarweise Vereinigungen der Sporidien untereinander (Abb. 5). Zwei Sporidien haben zwischen sich eine kleine Myzelbrücke getrieben und vollständig miteinander verbunden. Diese Fusionen waren bereits den älteren Pilzforschern bekannt und De Bary sah sie als Kopulationen an, als einen Sexualakt ähnlicher Art, wie er bei *Spirogyra* und *Zygnema* vor der Dauer孢orenbildung bekannt ist. In dieser Deutung der Fusionen fand er aber einen erbitterten Widersacher in Brefeld, der den Brandpilzen, wie überhaupt den höheren Pilzen, absolut nicht die Annehmlichkeiten einer Sexualität zugestehen wollte. Aus der Beobachtung, daß die Fusionen immer nur in nährstoffarmen Lösungen oder in älteren „erschöpften“ Nährlösungen auftreten, betrachtete er sie als Anpassungsformen an einen Hungerzustand, der zu zweien leichter zu überdauern wäre als allein. Aber auch dieser Streit, der in temperamentvollen Polemiken ausgefochten wurde, hat heute nur noch historisches Interesse. Die Beweise, die für die sexuelle Auffassung der Sporidienfusionen beigebracht wurden, kamen von zwei verschiedenen Richtungen her zu dem gleichen Punkte zusammen, einmal durch die Untersuchung des Verhaltens der Kerne während des Entwicklungsganges der Brandpilze und zweitens durch den direkten Nachweis der geschlechtlichen Differenzierung der Sporidien. Die zytologische Betrachtung zeigte nämlich, daß der Kern der einen Sporidie durch den Kopulationskanal in die andere Sporidie hinüberwandert (Abb. 6), daß die beiden Kerne bei jeder weiteren Zellteilung sich gemeinsam teilen und daß auf jede neue Zelle 2 Kerne verteilt werden (Abb. 7). Diese „konjugierte“ Kernteilung und das dadurch eintretende „Paarkernstadium“ ist eine vielen Pilzen (einer Reihe von Ascomyzeten und Basidiomyceten, den Uredineen) eigentümliche Erscheinung, die abgeänderte Analoga auch bei

höheren Pflanzen und Tieren findet. Der eigentliche Befruchtungsvorgang, das Verschmelzen der beiden Kerne, findet erst bei der Bildung der Brandspore statt (Abb. 8–10). Da das Wesen der Befruchtung heute in der Verschmelzung von Kernen mit irgendwie gearteter geschlechtlicher Verschiedenheit angesehen wird, war damit bereits ein Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Auffassung der Sporidienfusion als eines Sexualaktes erbracht, den man aber auch ohne besondere Bedenken als endgültigen Beweis hätte ansehen können. Dieser Endbeweis ließ sich aber durch den direkten Nachweis einer ge-



Entwicklungsgang der *Ustilago violacea* (schematisch).

1. Brandspore (die Membranstrukturen sind nicht eingezeichnet) mit diploidem Kern.
2. Beginn der Keimung. 3. Vierzelliges Promyzel. Die Reduktionsteilung ist erfolgt, die Zellen sind geschlechtlich differenziert. 4. Sprossendes Promyzel mit Sporidien.
5. Freie Sporidien in Kopulation. 6. Überwandern des Kerns der einen Sporidie in die andere und Keimschlauchbildung. 7. Paarkernmyzel aus der Wirtspflanze.
8. Junge Brandspore noch mit 2 Kernen. 9. Dgl., Verschmelzung der Kerne. Befruchtung. 10. Fertige Brandspore mit diploidem Kern.

schlechtlichen Verschiedenheit der fusionierenden Sporidien erbringen. Doch sei darüber noch einiges vorausgeschickt.

Eine rein morphologische Betrachtungsweise scheidet den Sexualakt von Tieren und Pflanzen allgemein nach Isogamie, Heterogamie und Oogamie. Die Oogamie ist die höchstentwickelte Form, die im Tierreich mit Ausnahme der Mehrzahl der Protozoen, im Pflanzenreich mit Ausnahme der niederen Kryptogamen auftritt: Ein unbewegliches großes, nährstoffreiches Ei wird durch bewegliche, kleine Spermatozoen befruchtet. Bei der Heterogamie hat die Differenzierung in männliche und weibliche Geschlechtszellen (Gameten) noch nicht diese hohe Stufe erreicht. Männliche und weibliche Geschlechtszellen sind beweglich und ihrem Bau nach gleichartig, unterscheiden sich nur in der Größe voneinander. Der große und damit nährstoffreichere Gamet wird als der weibliche, der kleinere, leichter bewegliche als der männliche angesehen. Bei der Isogamie unterscheiden sich die Gameten in ihrer Gestalt überhaupt nicht, sie stimmen dem

äußeren Ansehen nach vollkommen überein. Es ist also unmöglich, von „männlich“ und „weiblich“ zu reden, es kann nur eine geschlechtliche Verschiedenheit festgestellt werden. Eine andere Betrachtungsweise, die besonders durch den Aufschwung der Vererbungsforschung der letzten 20 Jahre in den Vordergrund des Interesses gerückt wurde, teilt die Sexualformen nach dem Verhältnis der Geschlechtsorgane zum Organismus ein. Sind männliche und weibliche Organe auf dem gleichen Individuum ausgebildet, so spricht sie von Zwitterigkeit (Hermaphroditismus), wenn sie zusammen an einer Stelle des Körpers auftreten, von Einhäusigkeit (Monözie), wenn sie an verschiedenen Stellen des gleichen Körpers sich finden. Sie spricht von Getrenntgeschlechtlichkeit, Zweihäusigkeit (Diözie), wenn männliche und weibliche Organe auf verschiedene Individuen verteilt sind. Bei einer Kombination dieser beiden Einteilungsprinzipien kommt man für Isogamie, Heterogamie, Oogamie jeweils zu zwei Untergruppen, z. B. zwitterige, bzw. monözische Isogamie und diözische Isogamie.

Unser Antherenbrand ist nun, um das Resultat gleich vorweg zu nehmen, diözisch. Der Nachweis darüber wurde folgenderweise geführt. Aus einer Brandsporenkultur, die reichlich Sporidien gebildet hatte, wurden in der üblichen Weise durch Plattengüsse mit Malzgelatine oder Malzagar Sporidienkolonien und davon Reinkulturen gewonnen. Jede Kultur ging also auf ein Sporidium zurück, man hatte „Einsporidienkulturen“ vor sich. Jede Kultur wurde nun auf das Auftreten der Fusionen überprüft. In Einsporidienkulturen waren sie nie nachzuweisen. Wurden aber die einzelnen Stämme untereinander kombiniert, jeder Stamm mit jedem anderen, so ergab sich z. B. folgende Tabelle, die nach

andere Mal die Kulturen 2, 3, 4, 5, 6, 10. Werden aber die Angehörigen beider Gruppen miteinander gemischt, so treten jedesmal Fusionen auf. Damit ist der Nachweis erbracht, den die rein zytologische Untersuchung nicht bringen konnte, daß die fusionierenden Sporidien innerlich verschieden sind, eine verschiedene geschlechtliche Tendenz besitzen. Das Zahlenverhältnis, in dem die beiden Sporidiengeschlechter in Brandsporenaussaaten auftreten, beträgt ungefähr 50:50. Von insgesamt 302 isolierten Kulturen reagierten z. B. 139 in dem einen, 163 in dem anderen Sinne. Dieses Zahlenverhältnis entspricht recht gut dem sonst bei Tieren und Pflanzen in der Natur meist gefundenen Geschlechtsverhältnis von 50 Männchen auf 50 Weibchen. Eine Angleichung des Sporidiengeschlechts an die üblichen Bezeichnungen „männlich“ und „weiblich“ ist der Isogamie wegen nicht möglich. Man hat vorläufig die Bezeichnungen a und b dafür eingeführt und einmal willkürlich festgelegt. Jeder weitere Untersucher muß nun seine Stämme dieser Bezeichnung angleichen. Eine Analogie zu der Sexualität der Brandpilze findet sich bei den Mucorineen. Auch bei ihnen gibt es bei einer Reihe von Formen (*Mucor mucedo*, *Rhizopus nigricans*, *Phycomyces nitens*) getrennte Geschlechter, die als + und — Stämme unterschieden werden, und nur bei ihrer Kombination in den Sexualakt, die Bildung von Zygosporien, eintreten.

Der Mikroskopiker, der mit diesen Organismen sich befassen möchte, beschaffe sich Kulturen der beiden Sporidiengeschlechter, die auf Malzagar (3 % Malz, 2 % Agar) leicht weiter zu züchten sind.¹⁾ Die Kopulationen treten nur bei bestimmten Bedingungen auf, die sorgfältig innegehalten werden müssen. Mischungen beider Geschlechter in destill. Wasser (nicht Leitungswasser!) werden in Petrischalen gegossen, und zwar so, daß nur eine ganz dünne Flüssigkeitsschicht über den bald sich absetzenden Sporidien steht. Anstelle der Petrischalen können auch größere Tropfen auf Objektträgern angelegt werden, die dann aber in einer feuchten Kammer vor Verdunstung geschützt werden müssen. Diese Anordnung in dünner Schicht ist notwendig, um den Sporidien reichlich Luftsauerstoff zu bieten. Die Versuche müssen bei Temperaturen zwischen 10° und 20° C. angestellt werden. Oberhalb von 20° C., an heißen Sommertagen, tritt die Kopulation gar nicht oder nur schlecht ein. Unter Einhaltung dieser Bedingungen kann man innerhalb von 24—48 Stunden reichliche Mengen von kopulierten Sporidien finden.

Bis zu diesem Entwicklungsstadium, der Kopulation, können wir im allgemeinen den Antherenbrand in künstlichen Nährlösungen, also im saprophytischen Zustande verfolgen. Nur ganz selten und unregelmäßig finden wir noch ein weiteres Stadium, das Austreiben eines kleinen Keimschlauches (Abb. 6) aus

¹⁾ Kulturen sind bei der Geschäftsstelle des „Mikrokosmos“ erhältlich.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+
2	+	—	—	—	—	—	+	+	+	—
3	+	—	—	—	—	—	+	+	+	—
4	+	—	—	—	—	—	+	+	+	—
5	+	—	—	—	—	—	+	+	+	—
6	+	—	—	—	—	—	+	+	+	—
7	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+
8	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+
9	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+
10	+	—	—	—	—	—	+	+	+	—

einer Arbeit von Kniep über diese Frage zusammengestellt ist. Die Zahlen bedeuten darin die Nummer des isolierten Stammes, ein Pluszeichen das Auftreten, ein Minuszeichen das Fehlen von Fusionen. Es gibt also zwei Arten von Sporidien, deren Unterschiede in ihrer Fähigkeit, zu fusionieren oder nicht zu fusionieren, bestehen. Gleichartige Sporidien verbinden sich nicht miteinander, das sind einmal die Stämme 1, 7, 8, 9, das

einer Sporidie oder eine weitere Vermehrung der kopulierten Zellen. Die Bedingungen für eine reichliche Vermehrung bietet dem Pilz nur seine Wirtspflanze. Er muß aus seiner saprophytischen wieder zu einer parasitischen Lebensweise übergehen. Bringen wir Sporidienkulturen, die Kopulationen enthalten, auf junge Lichtnelkentriebe, so dringt der Pilz mit einem Keimschlauch (Abb. 6) in die Pflanze hinein und vermehrt sich darin lebhaft. Das Myzel wächst in die Blütenanlagen hinein und entwickelt hier in den Staubbeuteln seine Brandsporen. Infektionen der Wirtspflanze erzielt man nur, wenn in dem Infektionsmaterial kopulierte Sporidien vorhanden waren. Bisher ist es noch in keinem Falle einwandfrei gelungen, mit Einsporidienkulturen Infektionen hervorzurufen. Das stimmt wieder sehr schön zu den zytologischen Ergebnissen, die in der Wirtspflanze ein Paarkernmyzel nachgewiesen hatten (Abb. 7). Die beiden Kerne verschmelzen erst in der jungen Brandspore, die dann also doppelte Kernmengen besitzt, diploid ist. Bei der Keimung der Brandspore wird die Kernmasse wieder auf die Norm reduziert, vor der Vierteilung des Promyzels findet eine Reduktionsteilung statt, die auch die Verteilung der Geschlechtstendenz auf die Promyzelzellen, zwei von dem einen, zwei von dem anderen Geschlecht, bewirkt. In den Abbildungen sind die Kerne dementsprechend voneinander unterschieden. Der Übergang aus der saprophytischen in die parasitäre Lebensweise nach der Kopulation, bezw. unsere Unkenntnis über die Bedingungen, die der Pilz zu einer reichen Entwicklung des Paarkernstadiums und zur Ausbildung der Brandsporen braucht, sind noch ein Mangel, die dem Antherenbrand anhaften, um ihn als biologisches Versuchskaninchen par excellence ansehen zu können. Doch ist bisher von einem andern Brandpilz (*Urocystis anemones*) mit Sicherheit bekannt, bei einigen anderen nach älteren Literaturangaben zu erwarten, daß sie Brandsporen in der Nährlösung ausbilden, und so dem Vererbungsforscher, der sich dieser Organismen gern annehmen möchte, schneller und einfacher als auf dem Umweg über die Infektion der Pflanze Ergebnisse liefern.

Auf ein anderes Problem, das uns der Antherenbrand bietet, sei noch kurz eingegangen. Die *Ustilago violacea* kommt nicht nur auf der Lichtnelke, sondern noch auf einer ganzen Reihe anderer Neltengewächse vor. So sind in einer neueren Zusammenstellung nicht weniger als 68 verschiedene Wirtspflanzen dieser Familie aufgeführt. Der Verdacht lag schon immer sehr nahe, daß sich bei dieser Fülle von Wirten ähnliche biologische Spezialrassen herausgebildet haben, wie sie z. B. von den Getreiderosten, dem Mutterkorn und anderen Pilzen seit längerem bekannt sind. Die Kultur der Sporidien aus Brandsporen verschiedener Herkunft wies schon deutliche Unterschiede je nach dem Wirt in der Farbe der Kultur, der Form und Größe der Sporidien nach. Systematische

Infektionsversuche brachten den Beweis, daß tatsächlich eine recht weitgehende Anpassung an die Wirtspflanze vorliegt. Die Spezialisierung beschränkt sich nicht nur auf verschiedene Gattungen, sondern dehnt sich auf nahe verwandte Arten aus. So infizieren z. B. Brandsporen von *Melandryum album* nicht *Mel. rubrum*, von *Dianthus deltooides* nicht *Di. superbus*, von *Di. superbus* nicht *Di. carthusianorum*. Über die tieferen Gründe dieser Spezialisierung läßt sich im Augenblick noch nichts aussagen. Sie führt uns wieder einmal vor Augen, wie den morphologischen Artunterschieden, die wir für gewöhnlich nur betrachten, auch feinere physiologische Unterschiede im Chemismus der Pflanzen, in der Artspezifität des Eiweißes parallel gehen, die im einzelnen zu erfassen unserer heutigen Wissenschaft noch nicht möglich ist.

Schließlich sei noch auf ein Kunststückchen verwiesen, das dem Antherenbrand bisher kein Pflanzenphysiologe trotz aller Bemühungen nachgemacht hat. Die Lichtnelke gehört bekanntlich zu den diözischen Pflanzen. Man unterscheidet bei ihr männliche Individuen, die nur Staubgefäßblüten, und weibliche Individuen, die nur Stempelbüten ausbilden. Beide Geschlechter befallt der Antherenbrand in gleicher Zahl. In den männlichen Blüten findet er seinen Lieblingssitz, die Staubgefäße, fertig vorgebildet. In den weiblichen Pflanzen dagegen sind die Staubgefäße nicht ausgebildet, sondern nur in der Anlage vorhanden und durch die weibliche Tendenz der Pflanze in ihrer Entwicklung unterdrückt. Der Pilz bringt es nun fertig diese Hemmung der Staubgefäße aufzuheben und sie zu normalem Wachstum wie in der männlichen Pflanze anzuregen. Die Samenanlagen dagegen läßt er mehr oder weniger verkümmern. Die Antheren bilden ganz normal ihre Pollenmutterzellen aus und lassen sie sich vermehren. Dann aber überwuchert das Pilzmyzel das ganze Innere des Staubgefäßes und verbraucht es als Nährmaterial bei der Bildung seiner Brandsporen. Dies erscheint uns aber als eine vollkommene Geschlechtsumwandlung der Pflanze vom weiblichen in den männlichen Zustand, eine Leistung, die dem Antherenbrande so mancher Biologe aus vollem Herzen neidet.¹⁾

¹⁾ Verf. ist z. Zt. mit der Bearbeitung der Sexualverhältnisse einiger anderer Brandpilze beschäftigt, die bereits wertvolle Ergebnisse über besondere Komplizierungen gebracht haben. Für eine Bearbeitung der Probleme in größerem Umfange bittet Verf. um Unterstützung durch Überlassen frischen, diesjährigen Brandsporenmaterials. Besonders erwünscht ist *Ustilago longissima*, ein häufiger Brandpilz auf dem Schwadengras (*Glyceria spec.*), der in den Blättern lange, dunkle Streifen bildet, die mit Sporenpulver erfüllt sind. Er ist fast überall an den Standorten der *Glyceria* auf feuchten Wiesen, am Rande von Gewässern häufig. Es genügt Einlegen einer Probe möglichst mit noch nicht geplatzten Brandlagern in Briefumschlag oder

Ein neues Färbeverfahren für parasitische Pilzmyzelien beschreibt F. K obel in den Mitteilgn. d. naturf. Ges. in Bern aus dem Jahre 1919 (aus d. Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst 1922, No. 2). Die mit bestem Erfolg verwendete Lösung besteht aus 0,1 g Anilinblau, 50 ccm konz. Milchsäure und 100 ccm Wasser. In dieser Mischung bleiben die Schnitte 5 Minuten lang liegen, dann Abspülung mit Wasser, Erwärmung in einem Tropfen Milchsäure. Pilzhyphe und besonders Haustorien speichern den Farbstoff stark, das Gewebe der Wirtspflanze bleibt fast ganz farblos. Das Verfahren ist für frisches und Herbarmaterial von Peronosporaeen und Uredineen, nicht für Protomyzetaeaeen und Exoasaeen geeignet. Mikrotomschnitte zeigen auch gute Färbung, Dauerpräparate nicht darstellbar. —i—

Einige Kunstgriffe beim Markieren von Präparatstellen mit Tuscheringen auf dem Deckglas. Trotz der Kreuztische und anderer Formen von Findern und Markierern erfreut sich das Bezeichnen bedeutungsvoller Präparatstellen durch freihändiges Umziehen mit einem Tuschkreis auf dem Deckglas großer Beliebtheit wegen seiner Einfachheit und Billigkeit. Sofern das Präparat auch für das unbewaffnete Auge erhebliche Unterschiede seiner einzelnen Partien erkennen läßt, hält es nicht schwer, nachdem die gewünschte Stelle mitten ins Gesichtsfeld des Mikroskops gebracht und der Objektträger festgeklammert ist, den Tuschkreis an der richtigen Stelle anzubringen, indem man nach dem Heben des Objektivs schräg von der Seite her aufs Präparat blickt. Bietet dagegen das Objekt dem unbewaffneten Auge keine Anhaltspunkte zur Orientierung und ist das Gesichtsfeld des benützten (starken) Objektivs klein, dann entsteht Unsicherheit darüber, wo der Tuschkreis zu setzen ist, und es kommt nicht selten vor, daß, wenn man den Kreis mit unbewaffnetem Auge gezogen hat, ein Blick durchs Mikroskop belehrt, daß seine Linie gerade die erwünschte Stelle überdeckt. Bei solchem Mißgeschick spielt neben anderen Umständen auch der eine Rolle, daß die Blicklinie eines Beobachters, der schräg auf das Präparat sieht, die Deckglasoberfläche über der zu markierenden Präparatstelle nicht an dem

fest verschließbarer Tube während des Sammelns. Besonderer Wert ist auf genaue Standortsangaben und Sammeln von verschiedenen, in sich geschlossenen Standorten (rechtes und linkes Seeufer, Gewässer in einiger Entfernung voneinander usw.) zu legen. Ein Vermischen der Brandsporen verschiedener Fundorte muß möglichst vermieden werden. Weiter sind *Ustilago bromivora* auf *Bromus*, *Ust. grandis* auf *Phragmites*, *Ust. olivacea* auf *Carex*, *Ust. Goepfertiana* auf *Rumex* erbeten. Sendungen sind zu richten an Dr. R. Bauch, Freising, Gärungsphysiologisches Institut Weißenstephan.

gleichen Punkte durchschneidet, wie die Sehachse des Mikroskops. (Parallaktischer Fehler.) Dieser Fehler läßt sich nun ausschalten, wenn man beim Ziehen des Tuschkreises unter Kontrolle des unbewaffneten Auges die Feder leitet, während man nach Entfernen von Okular und Objektiv durch den Tubus blickt. Die Beseitigung des Objektivs erfolgt am besten in der Weise, daß ein Revolverauge ohne Objektiv bleibt und dieses dann nach dem Einstellen der zu markierenden Präparatstelle vor den Tubus gebracht wird. Ferner ist es zweckmäßig, an Stelle des ausgehobenen Okulars eine Scheibe mit kleiner Öffnung (Durchmesser etwa 3 mm) in der Mitte dem oberen Tubusende zentrisch aufzulegen (eine sog. Zentrierblende, die man auch zu anderen Zwecken vorteilhaft gebrauchen kann), um auch so die noch innerhalb des Tubusraumes mögliche Parallaxe auszuschalten.

Je nach dem vorhandenen Beleuchtungsapparat verfährt man nun im einzelnen folgendermaßen. Arbeitet man ohne Kondensor, so schaltet man die engste Zylinderblende bzw. Zylinderirisblende ein und bringt die Blendenöffnung der Unterseite des Objektträgers möglichst nahe. Schaut man nun in der angegebenen Weise durch den Tubus, so sieht man die Blende als scharfen, hellen Kreis durchs Präparat hindurchscheinen, der sehr leicht mit Tusche nachzuziehen ist, und (richtige Zentrierung der Blende natürlich vorausgesetzt) den Punkt enthält, der in der Mitte des Sehfeldes eingestellt ist.

Besitzt das Mikroskop den Abbeschen Kondensor, so bringt man seine Frontlinse möglichst nahe ans Präparat heran, schnürt die Irisblende ganz zu, und beobachtet wie vorhin. Auch jetzt sieht man die Blende den mittleren Teil des Sehfeldes scharf begrenzen.

Benützt man eine spitze Feder, so kann man in dieser Weise noch Kreise von etwa $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser ziehen, die selbst für starke Systeme im allgemeinen ausreichen, da sich die gewünschte Objektstelle immer annähernd in der Mitte des Kreises befindet.

Noch vollkommener arbeitet für unseren Zweck der Zweiblennden Kondensor nach Berek, wie er an den größeren Leitzschen Polarisationsmikroskopen ausgeführt wird. Benützt man den Kondensor mit eingeschaltetem Klappteil, so wirkt die tiefer gelegene seiner beiden Irisblenden als Gesichtsfeldblende und wird — stark zugezogen — in dem im übrigen dunklen Präparat als heller nadelstichtartiger Punkt sichtbar. Es ist jetzt nicht einmal mehr nötig, die Herstellung des Kreises mittels Beobachtung durch den Tubus zu kontrollieren, vielmehr gelingt es sehr leicht, die markierte Stelle mit Tusche zu umziehen, wenn man nach dem Heben des Objektivs von der Seite her auf das Präparat schaut. Prof. W. J. Schmidt.

Die Natur ist nirgends so groß,
wie im ganz Kleinen.

Plinius.

Geldentwertung und Wissenschaft.

Von Dr. Georg Stehli.

Die Not der Zeit zwingt uns, einmal auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, mit denen auch der Mikroskopiker, in erster Linie unsere Lehr- und Forschungsinstitute zu kämpfen haben.

Die Zeiten sind wohl endgültig vorüber, wo man als junger Student und angehender Lehrer in den botanischen und zoologischen Praktika auf den Universitäten sich durch eigene Arbeit nicht nur gründlich die mikroskopische Technik aneignen, sondern sich dabei auch gleichzeitig eine kleine Sammlung von Präparaten anlegen konnte. Auch hierauf lastet, wie auf allen Zweigen wissenschaftlicher Kulturarbeit, die Not der Zeit mit ihrer ständig fortschreitenden Geldentwertung und der dadurch bedingten Preisentwicklung. Reagenzien und Chemikalien, für die die Rohstoffe teilweise ausschließlich aus valutastarken Ländern eingeführt werden müssen, Glaswaren und Instrumente, Lehrbücher und Tafeln, kurzum auch alles, was für den Mikroskopiker erforderlich ist, haben allmählich solch märchenhaft hohe Preise angenommen, daß bald kein wissenschaftliches und Bildungsinstitut mehr in der Lage sein wird, bei seinem bescheidenen Etat die Bedürfnisse seiner Besucher auch nur annähernd zu befriedigen.

Eine kleine Zusammenstellung der Preise von 1913 und der gegenwärtigen Tagespreise für die angeführten Utensilien auf Grund der Preislisten von Merck, Grübler und Hellige dürfte daher wohl für manchen Leser die beste Illustrationsprobe zu unseren Ausführungen sein.

	1913 Mk.	(1922, 1. Mai) Mk.
Sublimat, 1 kg	6.—	4 200 + 25%
Kalium bichrom., 1 kg	1.35	58 + 25%
Argentum nitric., 100 gr	20.—	1 200 + 25%
Goldchlorid, 100 gr	18.—	1 600 + 25%
Osmiumsäure, 100 gr	610.—	70 000 + 25%
Hämatoxylin (Grübler)	1 kg 130.—	14 000.—
Safranin, 1 kg	65.—	490 + 25%
Gentianaviolett, 1 kg	45.—	460 + 25%

Mikrokosmos-Jahrbuch 1921/22. 9.

	1913 Mk.	(1922, 1. Mai) Mk.
Karmin, 1 kg	80.—	3 500 + 25%
Agar-Agar, 1 kg	7.—	620 + 25%
Kanadabalsam } 1 kg	4.80	1 750 + 25%
Damar		
Gelatine, 1 kg	3.70	1 457 + 25%
Jod, 1 kg	25.—	3 030 + 25%
Xylol, 1 kg	0.70	115 + 25%
Alkohol, 96 proz., 1 l	1.20	60.—
Äther, 1 kg	5.—	170.—
Zedernöl, 1 kg	24.—	580 + 25%
Nelkenöl, 1 kg	22.—	2 000 + 25%
Glyzerin, 1 kg	2.50	107 + 25%
Salpetersäure, 1 kg	1.10	25 + 25%
Objektträger, 1000 St.	8.—14.—	590—950.—
Deckgläser, 1000 St.	6—9.—	350—520.—

Die Universitätsinstitute suchten sich gewöhnlich so zu helfen, daß sie die praktische Verarbeitung des Untersuchungsmaterials auf ein Minimum einschränkten und den zukünftigen Erziehern unserer Jugend nur noch fertige Präparate zur Untersuchung vorlegten. Die Nachteile dieser Methode für den Lehrer treten aber um so mehr in Erscheinung, wenn man sich daran erinnert, daß der Schulunterricht immer mehr zu einer Arbeitsschule ausgestaltet werden soll.

Unter der gleichen Kalamität haben natürlich auch die Schulen zu leiden. Es erübrigt sich, auf den Wert des biologischen Unterrichts, auf die Bedeutung naturwissenschaftlicher Schulsammlungen und die Einrichtung von Präparatensammlungen nochmals näher einzugehen, deren Wert als Hilfs- und Belegungsmittel des botanischen, zoologischen, biologischen und mineralogischen Unterrichts hinreichend bekannt ist, weil darüber in vielen Aufsätzen an dieser Stelle und in anderen Fachzeitschriften wiederholt berichtet wurde.

Aber auch die aner kennenswerte Absicht von Universitätsinstituten und Schulen, für ihre Lehr- und Unterrichtszwecke nur wirklich gute und allen Anforderungen genügende Präparate anzuschaffen, stößt in der gegenwärtigen Zeit auf die größte Schwierigkeit, da aus den eingangs angeführten Gründen

der Aufwand für Sachleistungen und geistige Mitarbeiter, für Lehrmittel und Studienmaterial derart angeschwollen und die Herstellung solcher Präparate infolgedessen so teuer geworden ist, daß ihre Anschaffung sich ungemein erschwert hat.

Es sind fast unüberwindbare Schwierigkeiten, die sich von allen Seiten Unterricht und Wissenschaft gegenüberstellen, und dennoch genügen vielleicht einige Fingerzeige, wie man auch sie überwinden und dadurch zu einem Fortschritt gelangen kann. Fragt man nach den Gründen, die an diesen Zuständen schuld sind, so müssen neben der allgemeinen Teuerung auch die chemische und die Glasindustrie genannt werden, die nach uns zugegangenen Berichten durch die Reparation gezwungen sein sollen (?), zunächst das Ausland und dann erst Deutschland mit den so dringend nötigen Chemikalien und andern Utensilien zu versorgen. Das kann aber unmöglich so weiter gehen, wenn nicht die Laboratorien und Forschungsinstitute veröden und die Schulen in ihrem Erziehungswerk lahmgelegt werden sollen. Und daher ist es eine Forderung der Zeit, daß alle Industriezweige, die nur irgendwie hierfür in Betracht kommen, tätig eingreifen und für ausreichende und preiswerte Belieferung sorgen.

Die naturwissenschaftliche Bildung, die unser Volk wie kein anderes der Erde durchdringt, ist eine der wichtigsten Kraftquellen, aus denen Technik und Wirtschaft stets neue

Werte schaffen. Aus dem naturwissenschaftlichen Geiste sollen und können wir alles wieder aufbauen, was uns an materiellen Gütern verloren ging, und alle Not beseitigen, die unser Leben und unsere Zukunft drückt. Wenn aber unserem Volke diese geistigen Energien einmal verloren gegangen sind, dann ist deren Aufbau unendlich schwieriger als der Ersatz materieller Güter. Unsere Schulen und Forschungsinstitute vor Mangel an Lehr- und Forschungsmitteln zu schützen, kann in unserer notgedrückten Zeit nicht mehr allein die Sache staatlicher Fürsorge sein. Die ganze Öffentlichkeit und vor allem jene Kreise, die ein unmittelbares Interesse daran haben, Industrie und Elternkreise, müssen sich schützend hinter die Schulen und Institute stellen. Jene, um preiswert zu liefern und aus ihren reichen Mitteln Zuschüsse zu geben, diese, um den Bildungsanstalten ihrer Kinder helfend beizuspringen und durch organisierte Hilfe die Lehrmittel der mittleren und höheren Schulen durch private Stiftungen und Zuschüsse zu ergänzen.

Denn wenn je für einen Staat und ein Volk das Wort galt: das für Unterricht angewendete Kapital trage die reichlichsten Zinsen, so gilt das für unseren Staat in der Gegenwart mehr, als für irgend einen anderen auf der Erde. Denn alles, was wir für unsere Zukunft schaffen können, das müssen wir allein aus dem Geiste heraus und mit dem Geiste schaffen. Und deshalb dürfen wir die wissenschaftlichen Arbeiten nicht aufgeben.

Einführung in die mikroskopische Lebewelt städtischer Straßenrinnen und Pfützen.

(Schluß von S. 125.) Von **H. Pfeiffer**, prom. z. Dr. phil. in Washington D.C.

VII. Kapitel. **Fadenwürmer (Nematoden).**

Der großen Kosmosgemeinde erzählt Floerke in seinem diesjährigen Beiträge „Allerlei Gewürm“ (Buchbeilage zum Jahrg. 1921) von der Entdeckungsgeschichte der gefürchteten Trichine. Auch von dem allbekannten, weit verbreiteten Spulwurm, von dem wohl wenige Kinder dauernd verschont bleiben, wird von ihm berichtet. Da wird der Leser sicher gern die Verwandten beider Tiere kennen lernen, die unsere Straßenrinnen bevölkern. In doppelter Absicht habe ich diesen Abschnitt bis so weit zurückgestellt, einmal wegen der größeren Schwierigkeit, vor allem aber weil im Gegensatz zu den meisten

der besprochenen Tierordnungen die Vertreter in weit geringerem Maße Weltbürger sind. Mehr als sonst wird der Leser also nachstehende Zusammenstellungen nach seinem Exkursionsorte zu ergänzen oder zu übersehen haben. Da aber der Mikrokosmos schon mehrfach auch die Fadenwürmer in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen hat — man lese besonders nach in Bd. VI, S. 219 f., VII, 22 und 224 f., IX, 245 f., XI, 195 f. und die Notiz in IX, S. 105 unten! —, sollen die mir aus Deutschlands Nordwesten mit leidlicher Sicherheit bekannten Vertreter von ausgetrockneten oder pfützigen Rinnen hierhergestellt werden.

Material und Präparation.

Kleine Portionen von der gesammelten Schlamm Erde breitet man nach Zusatz von reinem Leitungswasser (eventl. nach vorhergegangenen Waschen über einem feinen Sieb) in einem flachen Glasgefäße aus, das man durch einen Spiegel von unten beleuchtet. Mit der Lupe werden die Nematoden nun leicht gefunden, da sie sich durch ihre Bewegung bemerkbar machen. Mit einer in einem Halter befindlichen Borste werden sie dem Gefäße entnommen und in eine Schale mit reinem Wasser übertragen. Die Beobachtung der lebenden Tiere unter dem Mikroskop hat einige Schwierigkeiten, ist aber für das Studium der Mundhöhlenorgane unentbehrlich. Sie müssen zu dem Zwecke unter dem Deckglas festgelegt werden. Die Anwendung von Quittenschleim als Einschlußmedium tut dabei gute Dienste. Sonst kann man die in einem flachen Uhrglase unter Wasser befindlichen Tiere schwach erwärmen, bis sie sich strecken.

Färbungen sind nicht stets erforderlich. Zur leichteren Erkennung oberflächlicher Strukturen der Kutikula, der Borstenbildung und der Ausrüstung mit Papillen verwendet man mit Brakenhoff die von van Tieghem und Douliot zuerst für pflanzliche Objekte beschriebene Methode, die Tiere auf 1–2 Minuten in eine verdünnte Tanninlösung und dann auf wenige Sekunden in eine stark verdünnte Eisenchloridlösung zu bringen. Zur Herstellung von Dauerpräparaten wendet man gewöhnlich das Löffsche Verfahren an. Die Tierchen, die sich in möglichst wenig Wasser befinden sollen, werden mit einer auf 90 Grad erhitzten (kochenden) Mischung aus 90 % Alkohol und 10–5 % Glycerin (Zusatz von einigen Tropfen Eisessig) übergossen und, vor Staub geschützt, stehen gelassen, bis der Alkohol verdunstet. Ditlevsen fixierte die Nematoden in einer Mischung aus 3 cm³ Formalin, 10 cm³ 90 % Alkohol, ½ cm³ Eisessig und 20 cm³ dest. Wasser, ferner darauf in einer anderen Mischung aus ¼ Glycerin, ¼ 90 % Alkohol, und ½ dest. Wasser und überführte sodann in reines Glycerin (jeder der 3 Vorgänge eine Reihe von Stunden oder ½ Tag). Zum Einschluß der Dauerpräparate wird Glycerin-gelatine verwendet. E. Krüger (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. CV) fixierte mit heißem Sublimatgemisch nach Gieson-Petrunkewitsch, d. i. einer mit Sublimat gesättigten Mischung aus 30 vol. dest. Wasser, 20 vol. absol. Alkohol, 9 vol. Eisessig und 1 vol. Salpetersäure. Er bettete ein in Zelloidin-Paraffin (Schnittdicke mit Mikrotom 10 µ) und färbte entweder mit Heidenhains Eisenhämatoxylin mit Lichtgrün und Boraxkarmin mit Bleu de Lyon, oder mit Alaunkarmin und Hämatoxylin (nach Delafield) mit Pikrokarmin. Schöne Erfolge werden auch dem von Magath gefundenen Verfahren nachgerühmt, über das Steiner in Mikrokosmos XI, S. 195 ff. gesondert berichtet.

Für die Erkennung der Arten von Bedeutung sind nur wenige Eigentümlichkeiten des Körpers. Die Gattungen werden schon einigermaßen an der Mundhöhlenbildung erkannt (Taf. VI, Abb. 96, 99, 106, 109, 110).

Der sich daran anschließende Verdauungskanal beginnt mit dem sehr verschieden gebauten Oesophagus, der bei einigen Arten knollige Erweiterungen aufweist. Dahinter liegt der eigentliche Darm, der wenig kennzeichnende Eigenschaften besitzt, ebenso wie der Enddarm. Die weibl. Geschlechtsorgane können paarig oder (bei Monohystera) unpaarig angelegt sein, indem von der als Vulva bezeichneten Öffnung nur nach vorn zu ein Ast ausgebildet ist. Bei andern Gattungen ist gerade der vordere Ast zurückgebildet. Von Wichtigkeit sind endlich die sogenannten menschlichen Verhältniszahlen: Gesamtlänge (L) zu Dicke (a), zu Länge des Oesophagus (β) und zu Länge des Schwanzes (γ), d. h. teilt man die Maßzahl der Gesamtlänge des Tieres L durch die der Dicke, so erhält man den Wert a, ähnlich durch Division auch β und γ.

Durch einen gänsekielartigen Mundstachel (Abb. 96) fallen die *Dorylaimus*-Arten auf, von denen man etwa 100 unterscheidet, ohne daß die einzelnen immer leicht zu erkennen wären. In Straßenrinnen scheint am häufigsten zu sein *D. regius* de Man (Abb. 97). Das Schwanzende spitzt sich kurz kegelförmig zu, um abgerundet zu endigen; L 6 mm; a 53; β 5,6; γ 91. Der kleinere *D. Bastiani* Bütschli (Abb. 98) besitzt ein ganz ähnliches, ziemlich niedriges Kopfende, das durch eine Rinne abgesetzt ist und aus 6 scharf ausgeprägten Lippen gebildet wird, die mit 2 Kreisen maßig großer Papillen (einer auf der Höhe, der andere auf dem äußeren Umfang der Kopfreion) versehen sind. Der Schwanz des Weibchens ist am Grunde plötzlich verschmälert und bleibt bis an die Spitze von der gleichen Dicke, der des Männchens ist kurz und stumpf.

Die ebenfalls zahlreichen *Plectus*-Arten haben eine dreiseitige, prismatische und mehr oder weniger verlängerte Mundhöhle (Abb. 99). Der Oesophagus ist knollig erweitert und besitzt hier einen Klappenapparat. Die großen kernartigen Gebilde am Hinterleib sind hier wie bei einigen andern Nematoden nach Jägerskiöld (Kgl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. XXXV no. 2 S. 10 und 41 ff.) und Brakenhoff (Abh. Nat. Ver. Brem. XXII. 2, 1913, S. 291) Hautdrüsen (Abb. 104). Ich stelle 3 häufiger festgestellte Arten hierher, sowie 2 sicher zu vermutende, die mir bislang entgingen: *Pl. parietinus* Bast. (Abb. 100) mit kurzem Schwanz und plumpem Körper; L ca. 1 mm; a 16–20; β 4–5; γ 13–19. — *Pl. rhizophilus* de Man (Abb. 101) mit feinerer Haut; L ½–¾ mm; a 20–25; β 4; γ 7–8. — *Pl. longicaudatus* Bütschli (Abb. 102) mit verlängerter und vorn erweiterter Mundhöhle; L ca. ½ mm; a 25; β 4; γ 6. — *Pl. granulatus* Bast. (Abb. 103, 104) unterscheidet sich von voriger durch kürzeren Schwanz und längeren Körper; L 1½–2 mm; a 32–40; β 5–6; γ 15–20. — *Pl. cirratus* Bast. (Abb. 105) ist von *Pl. parietinus* durch schlankere Gestalt und längeren Schwanz verschieden; L 1–1½ mm; a 22–30; β 4–5; γ 8–9.

Die etwa 1 mm langen Vertreter von

Monohystera weisen kleine, schüssel- oder glockenförmige Mundhöhlen ganz ohne Bewaffnung (Abb. 106) auf. Nur am Kopf sind einige Borsten. Sonst fehlen der Chitinhaut alle Borsten. Die plumpere Form, ausgezeichnet auch durch einen tiefschwarzen Darm, ist *M. dispar* Bast. (α 20–25; Abb. 107), die durch einen langen, allmählich verjüngten

Ausführungen in Mikrok. VII, 263, sowie Brauers Süßwasserflora, Heft XV, Berlin 1909.

Reihen von stäbchenförmigen Verdickungsleisten finden wir in der Mundhöhle von Arten der Gattungen *Cephalobus* und *Teratocephalus* (Abb. 110), von denen die letzte durch sechslappige Kopfenden ausgezeichnet ist, die durch

tiefe Rinnen entstehen, so daß das Vorderende im Gegensatz zu dem dreiseitigen von *Cephalobus elongatus* de Man sechsseitig wird. Nicht selten ist *Teratocephalus terrestris* (Bütschli) de Man (Abb. 110).

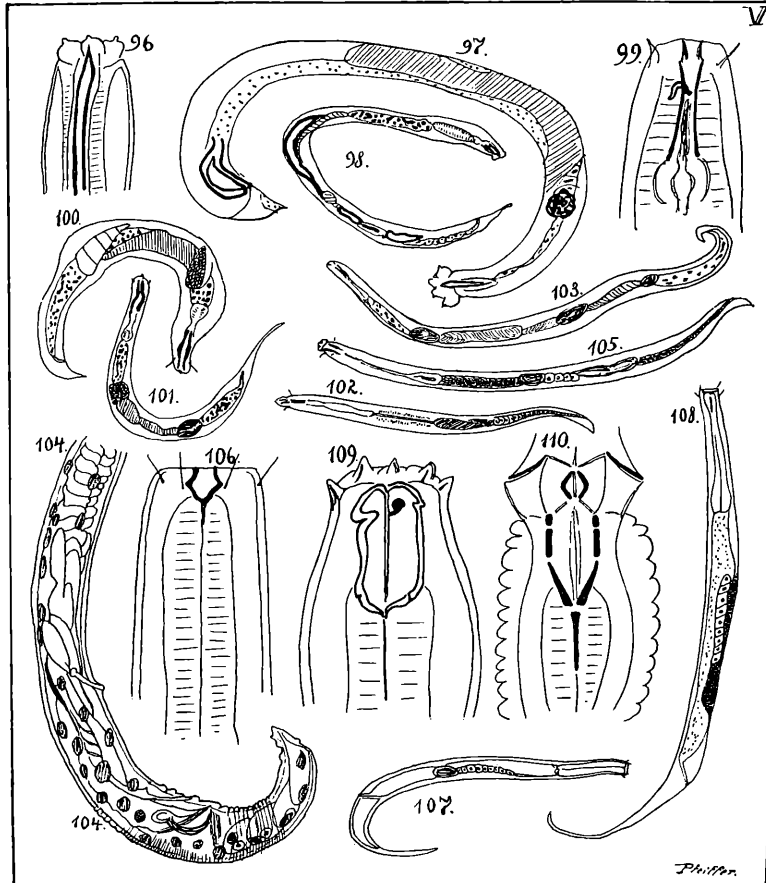
VIII. Kapitel. All- hand andere Bewohner der Straßenrinnen.

Nachstehend wollen wir kurz zusammenfassend noch einiger Gruppen von Lebewesen gedenken, die aus Raummangel oder anderen Gründen noch nicht ausführlich behandelt werden konnten, zum Teil auch nur gelegentlich werden gesammelt werden können.

1. Flechten. Die erdbewohnenden Formen überziehen den nackten Erdboden mit einer durch ihre Farbe mehr oder weniger auffallenden Kruste. Beim Sammeln muß man sie vorsichtig mit dem Messer abheben und möglichst feucht in Papier verpacken. Zum Festhalten der Erde wird das Bestreichen mit einer dünnen Gummilösung empfohlen. Die den Steinen direkt aufsitzenden Flechten zeichnen sich durch noch größere Sprödigkeit aus. Sie

können nur mit Meißel und Hammer abgelöst werden. Dabei sollte man nicht zu kleine Exemplare am besten von einer Gesteinsecke auswählen, die man mit wenigen Schlägen lostrennen kann. Solche Stücke müssen gut (in reichlich Papier oder lose Packstoffe) verpackt werden.

Bekanntlich werden die Flechten wissenschaftlich als zusammengesetzte Lagerpflanzen aufgefaßt, nämlich bestehend aus Pilzen und Algen. Diese Hypothese, die Schwendener in seinem Buche „Die Algentypen der Flechtengonidien“, Basel 1869, als erster aufstellte, ist trotz gelegentlicher



Tafel VI: Nematoden. 90. Kopf der Gattung *Dorylaimus*; 97. *D. regius* de Man; 98. *D. Bastiani* Bütschli; 99. Kopfende der Plectiden; 100. *Plectus parietinus* Bast.; 101. *Pl. rhizophilus* de Man; 102. *Pl. longicaudatus* Bütschli; 103. *Pl. granulatus* Bast.; 104. Hinterende desselben Tieres mit Hautdrüsen bei stärkerer Vergr.; 105. *Pl. cirratus* Bast.; 106. becherförmige Mundhöhle mit Kopfborsten; 107. *Monohystera dispar* Bast.; 108. *M. vulgaris* de Man; 109. Kopfende von *Mononchus parvus* de Man; 110. ebenso von *Teratocephalus terrestris* (Bütschli) de Man.

Schwanz schlankere stellt *M. vulgaris* de Man (Abb. 108, α 25–30 oder 40) dar.

Beispiele für Mundhöhlen mit dorsaler Zahnbildung (Abb. 109) geben die zahlreichen Arten von *Mononchus*, von denen ich nur *M. parvus* de Man (Abb. 109) kennen lernte. Die Länge des Schwanzes stimmt nicht ganz mit der Angabe de Mans in Ann. de la Soc. roy. Zool. et malacol. de Belg. XLI, 1906, S. 159 (s. auch die von Steiner zitierte Monographie de Mans, Leiden 1884, S. 65 und Taf. IX, Abb. 36) überein. Sicher sind noch mehr Arten an denselben Örtlichkeiten zu erwarten. Im Bedarfsfalle möge man vergl. Steiners

Einwürfe nie ganz aufgegeben worden. Der Leser kann über die Algenformen vergleichen Sánthas in Mikrok. XIII, S. 177 ff., wo sie systematisch zusammengestellt sind. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen Pilz und Alge bei den von uns gesammelten Formen nur lose. Sánthas kurze Anleitung zum Präparieren (S. 182) genügt unseren Zwecken vollkommen. Zum Aufheilen kann in ausgedehnterem Maße Kalilauge verwendet werden. Weitere Angaben über das Sammeln und die mikroskopische Technik finde ich in Lindaus Kryptog.-Flora f. Anfänger, Bd. III, Berlin 1913, die auch den Lesern gleichzeitig ein Bestimmungsbuch ersetzt. Die vollständige Literatur findet sich verzeichnet in Lindau et Sydow, Thesaurus literaturae mycologicae et lichenologicae I, Berlin 1908 und in den folgd. Jahrg.

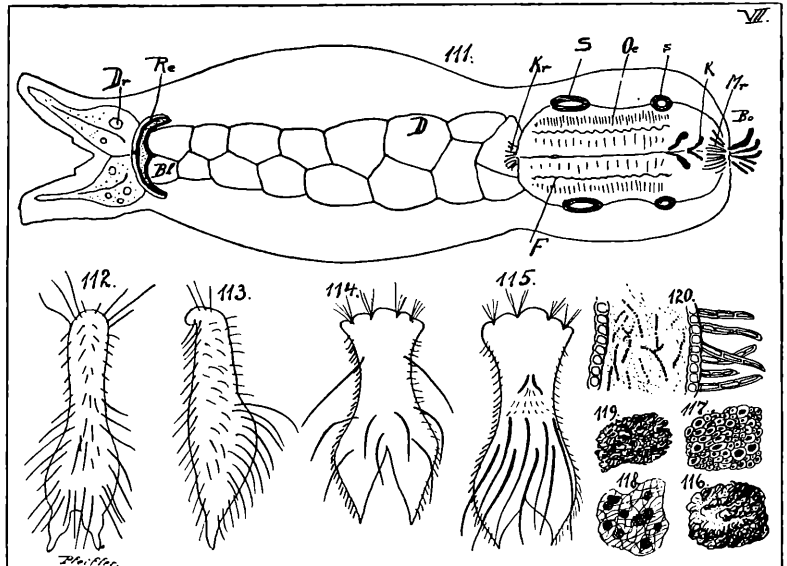
Der Rauch der Städte oder vielmehr die darin enthaltene schweflige Säure ist dem Leben der sonst so unempfindlichen Flechten sehr hinderlich. Nur wenige Formen scheinen dort, wo sie nicht so sehr dem Rauch ausgesetzt sind, sich in Straßenrinnen ansiedeln zu können. Nach den Abbildungen, die das Lager (Thallus) bei geringer Vergrößerung vorstellen, wird der Leser unterscheiden können: *Thrombium epigaeum* (Pers.) Schraer. (Taf. VII, Abb. 116), *Diploschistes scraposus* (L.) Norm. (Abb. 117) und *Lecidua uliginosa* (Schrad.) Arch. (Abb. 118). Wer Gelegenheit zum Sammeln in Städten des Mittelgebirges hat, dürfte mit ziemlicher Sicherheit auch *Leptogonium lacerum* (Sw.) Gray (Abb. 119–120) finden.

2. Tümpel, die reich sind an fauligen Substanzen, bevorzugen die Gastrotrichen, von denen ich nur drei abgebildet habe: *Chaetonotus spinosus* Stokes (Abb. 114), *longispinosus* Stokes (Abb. 115) und *macrochaetus* Zelinka (Abb. 112–113). Sollten dem Leser an unsern Örtlichkeiten andere Arten entgegentreten, so hätte er u. a. einzusehen die Abhandlungen Voigts (in Forschungsber. d. Biol. Station Plön XI und Zool. Anz. XXXIV). Wertvoll bleibt auch die ältere Arbeit von Zelinka (Zeitschr. f. wiss. Zool. XLIX). Zahlreiche Literaturangaben findet man in den Annales de Biologie lacustre Bd. IV (1911). Mikrotechnische Angaben s. ferner in Mikrok. II, 510 ff. (Neubearbeitung S. 85) und VI, S. 240 ff.

Gelegentlich etwa gefangene Räder-

tiere werden am besten unter Zuhilfenahme der gründlichen Studien Steiners (Mikrok. VII, S. 107 ff.) erkannt, woselbst weitere Literaturhinweise zu finden sind. Technische Angaben (auch über anatomische Studien an den Tieren) vergl. man in Mikrok. IV, S. 81 ff., VI, S. 239 ff., VII, S. 15 ff. und 81 ff., sowie bei Martini (Zeitschr. f. wiss. Zool. CII). Eine fast unentbehrliche systematische Bearbeitung der Gastrotrichen und Rotatorien findet man in Brauers Süßwasserfauna Deutschlands, Heft XIV

3. Noch eine Reihe von Tiergruppen mag gelegentlich in feuchten oder ausgetrockneten Straßenrinnen auftreten, die hier nicht alle erwähnt werden können. Über das



Tafel VII: Gastrotrichen und Flechten. 111. Verdauungskanal der Gastrotrichen; 112/113. *Chaetonotus macrochaetus* Zelinka; 114. *Ch. spinosus* Stokes; 115. *Ch. longispinosus* Stokes. — 116. *Thrombium epigaeum* (Pers.) Schraer.; 117. *Diploschistes scraposus* (L.) Norm.; 118. *Lecidua uliginosa* (Schrad.) Arch.; 119. *Leptogonium lacerum* (Sw.) Gray; 120. Schnitt durch das Lager derselben Flechte.

organische Leben in periodischen Tümpeln, die vielfach dieselben Daphnien, euphyllopode und phyllopode Krebse beherbergen, vergl. Brauers Abhandlung in den Schrift. d. Ver. z. Verbreitung naturwiss. Kenntnisse, Wien, Bd. XXXI. Über die Larven der Landmilben erzählte den Lesern Goosmann in dieser Zeitschr. Bd. X, S. 195 ff. Vor allem dienen die Straßenrinnen aber einer ganzen Reihe von

Insekten als Aufenthaltsort ihrer Larven. Natürlich können meine über wenige Jahre ausgedehnten Beobachtungen keine vollständige Liste der etwa auftretenden Arten liefern. Deren Feststellung ist auch deshalb besonders schwierig, weil es nicht immer gelingt, die Larven bis zur vollendeten Entwicklung zu Imagos weiterzuzüchten. Einen gewissen Anhalt, in welche Gruppe die fertigen Tiere später gehören werden, kann uns eine Tabelle geben, die in dem jetzt in 3. Aufl. erscheinenden Lampertschen Werke

„Das Leben der Binnengewässer“ (S. 110) zu finden ist. Stellen wir mit der Lupe bei den Larven beißende Mundwerkzeuge fest, so haben wir es mit Wanzenlarven zu tun. Kommen den Tieren Flügelsätze zu, so sind es Larven von Libellen oder von Eintagsfliegen. Meistens fehlen aber die Ansätze von Flügeln. Mangeln den Tieren die Gliedmaßen, oder finden sich nur ungliederte Stummelfüße, so fingen wir Fliegenlarven. Im andern Falle lassen sich auch bei den Larven 3 Paar gegliederte Beine, die den Bruststringen ansitzen, feststellen. Während Käferlarven nur solche Brustbeine aufweisen, besitzen die Schmetterlings- und Köcherfliegenlarven am Hinterleib außerdem noch die soeben erwähnten ungliederten Stummelfüßchen, jene 5 Paare, diese nur 1 Paar am letzten Hinterleibsringe. Die Hautflüglerlarven lassen sich nicht gut einreihen, sind auch wohl kaum jemals an unsern Örtlichkeiten zu vermuten. Ebenso zählen Käfer-, Schmetterlings- und Wanzenlarven dort nur zu den vorübergehenden Erscheinungsformen.

4. **Schlusbemerkungen.** Wegen

der Schwierigkeit der Untersuchung ist hier von einer Besprechung etwa auftretender Bakterien und Myxomyzeten ganz abgesehen, zumal von ihnen an unsern Örtlichkeiten auch nicht ein gewisser Stamm vorkommt, vielmehr viele ihrer Arten die Möglichkeit haben, dort gelegentlich aufzutreten. Ähnliches gilt von terrestrischen Zygomyzeten (z. B. den Schimmelpilzen bildenden Mucorinen), wahrscheinlich auch von Kieselalgen (Diatomeen). Andererseits gibt es aber wohl kaum irgendwelche Lebewesen, die eben nur den Straßenrinnen eigentümlich sind. In dieser Hinsicht bilden sie nicht eigentlich eine scharf abgegrenzte Lebensgemeinschaft. Dennoch finden wir bei genauerem Studium Wechselbeziehungen zwischen Wohnort und Bewohnern, die sicher recht vielseitig sind, wenn wir auch vorläufig kaum mehr übersehen können als die Wirkungen des abwechselnden Feuchtwerdens und Austrocknens, sowie solche der Wärmeverhältnisse. Um Wiederholungen zu vermeiden, verweise ich auf die Ausführungen Steiners in Mikrok. VII, S. 291 f.

Farbstoffe des Altertums.

Ein Beitrag aus dem Gebiete der angewandten Mikroskopie.

Von Dipl.-Ing. Chemiker **Karl Kinkelin.**

I.

Bis in das letzte Jahrzehnt hinein wurde das Mikroskop zu Untersuchungen in der Maltechnik fast gar nicht oder nur in unzureichender Weise benützt. Und doch ist gerade das Mikroskop berufen, nicht nur in technischer, sondern auch in künstlerischer Hinsicht die wertvollsten Untersuchungsergebnisse zu liefern. Professor Raehlmann ist es zu danken, daß er zuerst auf diese Untersuchungsmethoden hinwies, sie ausarbeitete und selbst umfassende Arbeiten mit verblüffendem Erfolg ausführte, „dem Künstler nicht minder wertvoll als dem Kunstforscher, weil sie nicht allein Aufschluß geben über die historische Entwicklung der Maltechnik, sondern auch die Geheimnisse dieser Technik noch heute nach Jahrhunderten enthüllen, indem sie zugleich einen Einblick in das Farbenmaterial gestattet, mit welchem die alten Meister ihre unsterblichen Werke geschaffen haben“.

Raehlmann hatte die Bestandteile zahlreicher Fragmente alter Kunstwerke bei geeigneter Vergrößerung mikroskopisch und chemisch untersucht, um zum erstenmale zu einer sicheren Analyse der Farben und ihrer

Gebrauchstechnik zu gelangen; seine Arbeit hatte den Erfolg, daß von nun an die räumlich und zeitlich begrenzten Perioden der Malerei, eventuell sogar die Maltechnik einzelner Meister und Schulen an der materiellen Beschaffenheit ihrer hinterlassenen Werke unterschieden werden können.

Die Untersuchungen sind aber noch in einer anderen als in der rein künstlerischen Richtung von Bedeutung, da sie nämlich einen neuen Weg erschließen, Rohstoffe der Malerei, Farben und Malmittel, überhaupt Erzeugnisse der Farbenindustrie auf ihre Bestandteile zu prüfen, sowie Fälschungen, Zumischungen und Surrogate in denselben zu erkennen.

Die Untersuchungsmethoden bedürfen noch mancher Erweiterung und Verbesserung, werden aber schon jetzt dem Kunsthistoriker bei der Bilderbestimmung gute Dienste leisten und in zweifelhaften Fällen die Entscheidung herbeiführen können.

II.

Bei allen Malereien muß unterschieden werden zwischen dem Farbstoff und dem Bindemittel, d. h. dem Stoff, der

den Farbkörper zu verbinden und auf dem Untergrund festzuhalten hat. Die Bestimmung der Farbstoffe ist im allgemeinen leichter; denn es handelt sich größtenteils um anorganische Körper von charakteristischer Beschaffenheit und Gestalt, seltener um organische Farbteile; schwieriger ist die Bestimmung des Bindemittels.

Meist organischer Natur, wurde es in flüssigem Zustand aufgetragen und trocknete zu einer mehr oder minder durchsichtigen Masse ein. Es seien hier nur als Beispiele genannt: Eigelb, Eiweiß, Leim, Gummi, Öl und Harze. Harzbindemittel und Gummis können durch ihre Löslichkeit bestimmt werden, die übrigen Bindemittel jedoch wie z. B. das Öl gehen im Laufe der Zeit eine Veränderung ein, die ihre Unterscheidung nicht nur mikroskopisch, sondern auch mikrochemisch sehr erschwert. Das reine Ölbindemittel liefert nach Raehlmann eine homogene, halb trübe bräunlich feste Masse, in welcher die Farbstoffe entweder diffus gelöst oder in äußerst feinen, erst bei starken Vergrößerungen in ihren Einzelheiten zu erkennenden Teilchen enthalten sind. Je älter die Malerei, desto trüber ist diese Grundmasse. Bei auffallendem Licht hat diese Masse eine graugelbliche bis bräunliche Farbe. Die Temperabindemittel, z. B. Gummi, Leim, Eiweiß bilden dagegen eine glasige Schicht von bedeutend größerer Transparenz. Die Farbstoffe sind durchwegs gröber verrieben und daher leichter zu erkennen als in der Ölschicht. Am leichtesten ist das Ölbindemittel durch sein optisches Verhalten von dem helleren, durchsichtigeren Temperabindemittel zu unterscheiden.

III.

Von den blauen Farbstoffen des Altertums ist der Indigo wohl der bekannteste. Der Indigo ist ein Erzeugnis des Pflanzenreiches und findet sich als ein Glykosid in den Blättern verschiedener Papilionaceen. Einige Pflanzen, wie der auch früher in Deutschland angebaute Waid, ferner der Färberknöterich kommen heute technisch nicht mehr in Betracht. A. Bayer gelang nach 20jähriger Arbeit die Darstellung des künstlichen Indigo, der jetzt fast allenthalben den natürlichen verdrängt.

Zahlreiche Schriftsteller des Altertums erwähnen den Indigo und schildern verschiedene Anwendungsarten. Trotzdem konnte

Indigo in den uns erhaltenen Malereien der alten ägyptischen, griechischen und römischen Kunst nicht nachgewiesen werden, da er in der Wandmalerei und zum Auftragen auf Stuckgrund nicht verwendbar war. Raehlmann hat jedoch in Farbtöpfen, die in einem im Jahre 1898 zu Herne-St. Hubert in Belgien aufgefundenen römischen Grab sich vorfanden, einwandfrei Indigo nachgewiesen. Ebenso an einer Anzahl blauer Fäden eines alten, koptischen Gewebes, sodaß mit Recht angenommen werden kann, daß schon zu Beginn der christlichen Zeitrechnung die Ägypter den Indigo zum Färben benutzten. Als Beweis, daß Indigo tatsächlich den Alten bekannt war, und daß es sich um keinen anderen Farbstoff handelt, gilt die Wahrnehmung, die Dioskorides und Plinius uns übermittelten. Sie berichten, daß der Indigo auf glühende Kohlen gelegt, mit violetter Farbe brennt. Dieses Verhalten ist tatsächlich für Indigo charakteristisch.

Mikroskopisch ist der Indigo in der Malerei nicht schwer zu erkennen. Raehlmann berichtet darüber:

„Im durchfallenden Lichte sind seine Teilchen wenig — nur in ganz dünnen Schichten durchsichtig und zeigen dann eine mehr blaugrüne Farbe. Dieses eigenartige matte Grünblau des Indigo unterscheidet sich stark, wegen seiner charakteristischen Nuance, von dem Blau aller übrigen verwendeten Farbstoffe, welche in alten Malereien vorkommen können. Wo einigermaßen dickere Schichten von Indigoteilchen oder dichtere Gruppen solcher zusammenliegen, da sind die Teilchen undurchsichtig und erscheinen schwarz. Auch im auffallenden Lichte ist bei einer Vergrößerung von mehr als hundertfach an solchen Teilen kaum noch Farbe zu erkennen. Die mangelhafte Durchsichtigkeit und mangelhafte Transparenz unterscheidet sich scharf von dem Verhalten des Lapislazuli oder Lasursteins¹⁾, des Ultramarins und besonders auch des Frittenblaus der antiken Malerei. — Alle diese Farbstoffe sind auch in dickerer Lage bedeutend transparenter.

Meistens ist auch zwischen den Teilchen der letztgenannten Farben und den Indigoteilchen ein morphologischer Unterschied vorhanden.

¹⁾ Lapislazuli ist das natürliche Ultramarin, das künstliche wurde erst im Jahre 1822 zum ersten Male dargestellt.

In der Regel sind nämlich die kleinen Indigopartikel so aneinander gruppiert, daß die Teilchen eine besondere Form und Gestalt erkennen lassen, welche von der Form der Ultramarinteilchen und den Brocken des Lapislazuli sowie der Fritten scharf abstechen.

Wo ein Zweifel bestehen bleibt, gibt die mikrochemische Untersuchung den Ausschlag. Die Teilchen sind gegen schwache Säuren widerstandsfähig, während Lapislazuliteilchen ihre Farben verlieren.

Die sicherste und schnellste Unterscheidung liefert die Verbrennungsmethode.

Die schon erwähnte violette Flamme, mit welcher der Indigo brennt, und welche schon

Plinius bekannt war, läßt sich in der Regel nicht beobachten, weil zu wenig Material — aus alten Malereien — zur Verfügung steht. Aber die Indigoteilchen und damit das Blau verschwinden beim Glühen aus den untersuchten Fragmentstückchen ganz, während Fritten, Lapislazuli, Ultramarin beim Glühen erhalten bleiben.

Es existieren also eine ganze Reihe von Anhaltspunkten, welche in einer blauen Malerei die etwa vorhandenen Indigoteilchen, auch wenn sie mit anderen farbigen oder farblosen Stoffen gemischt sind, erkennen und von anderen in derselben Malerei und an gleicher Stelle befindlichen blauen Farbstoffen unterscheiden lassen.“

Bryozoen.

Von Br. Walther.

Die Bryozoen oder Moostierchen sind kleine, polypenähnliche Tiere (Abb. 1), die mit ganz geringen Ausnahmen in Kolonien vereint leben. Sie kommen im Süßwasser und Salzwasser vor, jedoch nicht allerorten.

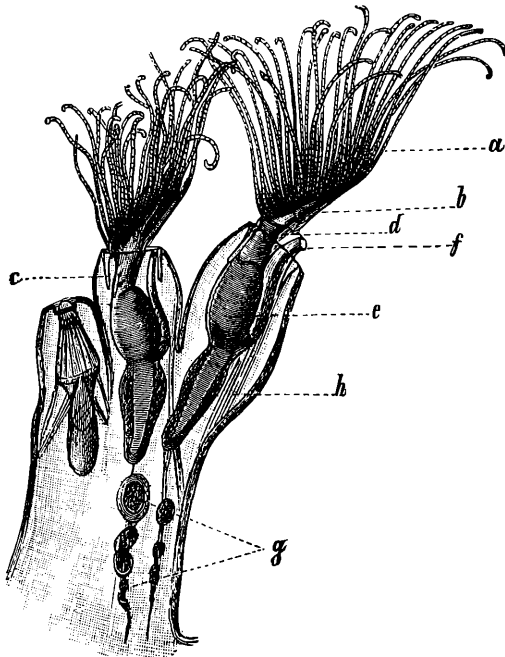


Abb. 1. Stück einer Kolonie von *Plumatella fungosa* Pall. 2 Individuen sind ausgestreckt, das 3. eingezogen. a Tentakelkranz, b Tentakelträger (Lophophor), c Tentakelscheide, d Vorderdarm, e Magen, f Enddarm mit After, g Funiculus mit Statoblasten, h Muskel. Vergr. 23fach. (Nach Lampert aus Stridde, Zoologie.)

Wegen ihres großen Sauerstoffbedarfes lieben die meisten den Aufenthalt in verhältnismäßig schnellfließenden Gewässern, wo sie Steine, Blätter von Wasserpflanzen, die Unterseite schwimmender Blätter, Schalen von Muscheln und Schnecken usw. rinden- oder moosförmig (daher auch die Benennung Bryozoen = Moostierchen) überziehen. Einige Arten findet man wieder mehr an Seerosenblättern oder deren Stielen sitzend. Die günstigste Zeit zum Aufsuchen dieser eigenartigen Tierchen sind die Tage ihrer Hauptentwicklungsperiode im Hochsommer.

Wir nehmen von den mit Moostierchen überzogenen Gegenständen wenige mit nach Haus, und zwar halten wir sie auf dem Heimweg nicht mit anderen Wassertieren in einem Gefäße beisammen, weil die meisten leicht an Sauerstoffmangel zugrunde gehen. Auch fülle man die Transportbehälter nur ganz wenig, damit die Oberfläche des Wassers mit möglichst viel Luft in Berührung kommt, ferner vermeide man direkte Sonnenbestrahlung oder andere erwärmende Einflüsse. Zu Haus gibt man das Material in ein mit Durchlüftung oder guter Bepflanzung versehenes Aquarium. Derart kann man diese Tierchen längere Zeit lebend erhalten und sie in ihrer Lebensweise beobachten. Nicht lange dauert es, da haben die Moostierchen ihre Tentakel ausgestreckt und strudeln damit eifrig winzig kleine Nahrungspartikel-

chen und sauerstoffhaltige Wassermassen herbei. Hier und da erblicken wir auch zwischen dem moosigen Rasen eine oder mehrere Hydren, mit denen man früher die Moostiere wegen ihres polypenähnlichen Aussehens für verwandt hielt. Heute dagegen zählt man die Moostierchen gleich den Rotatorien zu den Würmern. Kommen wir einem ausgestreckten Tierchen mit einem Gegenstand zu nahe, so zieht es sich blitzschnell in seine „Zelle“ zurück. Diese röhrenartigen Gehäuse werden als Kutikularbildung von dem Epithel der Körperoberfläche ausgeschieden. Sie sind je nach der Art gallertartig, hornig oder kalkig. Auch chemische Einflüsse bewirken bei der außerordentlichen Empfindlichkeit dieser Individuen ein schnelles Zurückziehen in die „Zellen“, weshalb auch direktes Abtöten der Tiere mit Formol usw. nicht anwendbar ist.

Zur Herstellung von Präparaten werden die Moostierchen zunächst mit Kokain narkotisiert. Zu diesem Zwecke geben wir Material in eine flache Schale mit Wasser, dem allmählich eine 1%ige Kokainlösung zugesetzt wird. Nach längerer Einwirkung (1–2 Stunden) berühren wir die Tentakel mit einer fein ausgezogenen Glasröhre. Erfolgt auf diese Berührung keine Reaktion mehr, so können wir die Abtötung mit einer kalten Sublimatlösung oder Formalin vornehmen. Im ersten Falle, muß das Material nach mehrmaligem Waschen mit Jodkaliumalkohol und reinem Alkohol in 70%igen Spiritus übergeführt werden. Zur Färbung eignen sich Boraxkarmin und Hämatoxylin. Zu diesem Zweck waschen wir das mit einiger Vorsicht abgezapfte Material mit destilliertem Wasser auf einem Uhrgläschen aus und geben hiernach auf dieses verdünntes und evtl. filtrierte Boraxkarmin oder Hämatoxylin. Nach etwa 30 Minuten können wir auswaschen (mit destilliertem Wasser) und evtl., falls erforderlich, mit ganz schwach angesäuertem Alkohol differenzieren. Nach beiden Färbungen wird nach Überführung in Alkohol, Karbolxylol und Xylol in Kanadabalsam eingeschlossen. Auch Paraffinschnitte durch Moostierchen sind sehr lehrreich und zeigen deren Aufbau.

Von den wichtigsten Bryozoen betrachten wir zunächst *Cristatella mucedo* Cuv., das auf Steinen und Muschelschalen einen nahezu

weißen, moosigen Überzug bildet. Man findet es vorzugsweise in schnellfließenden Bächen. Die größte Menge sah ich in einem Fließ des Bötzes i. Mark, auf welche Fundstelle mich mein verehrter Lehrer, Herr E. Twachtman, aufmerksam machte. Jeder Stein, jede Baumwurzel war von diesen Tierchen überzogen. Hier und da fand man in ihrer Gesellschaft Süßwasserschwämme und beim genaueren Durchsuchen auch andere Arten von Moostierchen.

Das Präparat zeigt, daß das ganze Tier von einer farblosen Hülle umgeben ist, die als Ektozyste bezeichnet und von dem Epithel der Körperoberfläche ausgeschieden wird. Unter Entozyste versteht man die Körperwand, die aus Längs- und Ringmuskeln besteht und somit einen Hautmuskelschlauch bildet. Sie geht aufwärts direkt in die Außenwand der Tentakel über. Die Innenwand der Tentakel steht mit dem Darmkanal in Verbindung. Zwischen Leibeshöhle und Darm befindet sich eine geräumige, mit Flüssigkeit angefüllte Leibeshöhle, so daß das ganze Tier aus zwei ineinandersteckenden Zylindern zu bestehen scheint. Diese Anordnung hat dahin geführt, daß man den inneren Zylinder, also Darm mit Tentakelkrone, wegen des polypenähnlichen Aussehens als Polypid und den äußeren Zylinder, nämlich Körperwand samt ausgeschiedener Kutikularbildung (Röhre), als Zystid bezeichnet hat. Die bewimperten Tentakel, die auch gleichzeitig der Atmung dienen, erheben sich als hohle, schlauchartige Gebilde auf einer hufeisenförmigen Hautpartie, die Tentakelträger oder Lophophor genannt wird. Die Hautpartie in der Nähe der Tentakel kann durch besondere Rückziehungsmuskeln eingestülpt werden; weil sie dabei die miteingezogenen Tentakel, die sich der Länge nach aneinander legen, vollständig umhüllt, wird sie als Tentakelscheide bezeichnet.

Der Mund liegt in der Mitte des Lophophors, innerhalb des Tentakelkranzes, und kann durch einen Hautfortsatz, Epistom, verschlossen werden. Er führt in den Vorderdarm oder Oesophagus, dem sich der sackartige Mitteldarm oder Magen anschließt, der weit in die Leibeshöhle hineinreicht. Nahrungsreste zeigen, daß sich die Moostierchen hauptsächlich von Plankton ernähren. Die Leibeshöhle ist mit Flüssigkeit angefüllt, in der amöboide Zellen schwimmen.

Wo Speiseröhre und Magen ineinander übergehen, zweigt der Enddarm mit einem Bogen nach aufwärts ab und endet mit dem engen After dorsal vom Munde außerhalb des Tentakelkranzes. Zwischen Mund und After (an der Rückwand der Speiseröhre), liegt ein einfacher Nervenknotten, Ganglion, von dem aus Nerven zu den Tentakeln, dem Lophophor und dem Darm hinziehen. In der Nähe liegt auch eine Niere, deren beide Flimmerkanäle gemeinsam nach außen münden. Vom Hinterende des blindsackartigen Magens zieht ein runder Strang, Funikulus, durch die Leibeshöhle bis zur Leibeswand, wo er angewachsen ist. In ihm werden die Spermien und die Keimkörper Statoblasten, gebildet. Die Eier entwickeln

bereits erwähnt, im Funikulus. Sie sind Dauerkeime, eigentümliche Zellhaufen, umgeben von einer sehr zierlichen Chitinhülle, die überwintern und im Frühjahr neue Moostierchen hervorgehen lassen. Die Statoblasten stellen demnach eine ungeschlechtliche Fortpflanzung dar. Sie sorgen für die Erhaltung der Art über die kalte Winterzeit hinaus; denn im Herbst gehen sämtliche Kolonien zugrunde. So pflanzen sich die meisten Moostiere erstens auf geschlechtlichem Wege, zweitens durch Knospung und drittens durch Statoblasten fort.

Plumatella fungosa Pall. (s. Abb. 1) befindet sich häufig an Schilfstengeln und bildet auf ihnen einen braunen, weißgesprenkelten Überzug. Das im Gegensatz zu *Cristatella* braune

Zystid hat einen chitinosen Charakter. In allen anderen Teilen stimmt der Bau mit *Cristatella mucedo* nahezu überein. Der Embryo enthält zwei Anlagen zu Polypiden.

Plumatella repens ist vorzugsweise an Seerosenblättern

bzw. deren Stielen zu finden. Sie bildet mehr verzweigte Kolonien, die ebenfalls

infolge der braunen Körperumhüllung ein dunkleres Aussehen haben. Ihr Körperbau stimmt mit dem der *Plumatella fungosa* überein.

Paludicella Ehrenbergi v. Ben. bildet auf Steinen, Scherben und Muscheln fein verzweigte, zierliche Kolonien. Auch sie scheint, gleich der *Cristatella*, mehr das schnellfließende Wasser zu lieben. Im Gegensatz zu den anderen besprochenen Vertretern der Bryozoen bildet *Paludicella* keine Statoblasten.

Die Bryozoen unserer Gewässer sterben gewöhnlich im Herbst ab. Jedoch scheinen einzelne Kolonien auch zu überwintern. Wenigstens berichtet E. Twachtmann: „*Plumatella fungosa* fand ich aber Mitte April in so großen Kolonien, daß ich nur Überwintern annehmen konnte.“

Zur Unterscheidung der einzelnen Bryozoen-Arten tragen die Formen der Statoblasten sehr viel bei. *Cristatella* erzeugt solche mit ankerförmigen Randhaken (Abb. 3 A), die zum Verankern an Pflanzenteilen dienen.

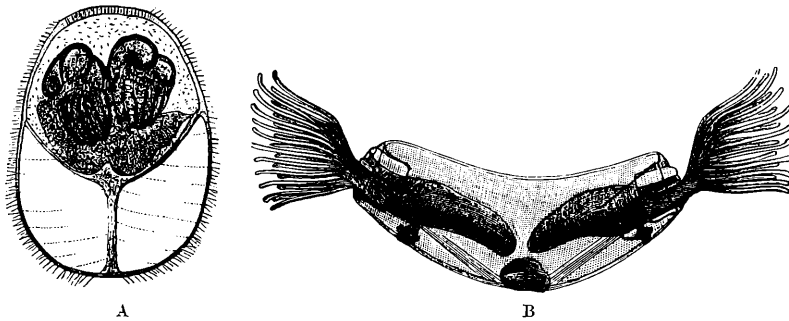


Abb. 2. Geschlechtlicher Embryo von *Plumatella fungosa* Pall. A der geschlechtliche Embryo setzt sich fest. Vergr. 33f. B Sitzender junger Embryo; die beiden Polypiden sind ausgestreckt. Vergr. 33f. (Nach Lampert aus Stridde, Zoologie.)

sich an der Innenfläche der vorderen Körperwand. Die Bryozoen sind also Zwitter oder Hermaphroditen. Ihre Geschlechtsprodukte vereinigen sich zur Befruchtung in der Leibeshöhle. Aus dem befruchteten Ei geht eine bewimperte Larve (Embryo) hervor, die das Muttertier verläßt und sich einige Zeit im Wasser mittels Zilien fortbewegt. Dann setzt sich die nunmehr etwas abgeplattete Larve fest, nach ganz kurzer Zeit stülpen sich die Polypiden um, die Tentakel strecken sich und durch Knospung werden neue Kolonien gegründet. Diese Embryonen (Abb. 2), die auf geschlechtlichem Wege entstehen, sind Gründer neuer Kolonien im Sommer. Bei *Cristatella* hat der Embryo vier Anlagen von Polypiden, und etwa die Größe eines Senfkornes, ist aber nahezu glashell; während des Schwärmens dreht er sich ständig um die Längsachse. Im Gegensatz zu den meisten anderen Bryozoen vermag sich die *Cristatella*-Kolonie zu bewegen.

Die Statoblasten (Abb. 3) entstehen, wie

Außerdem hat dieser Statoblast noch einen Gallertring, der für die Verbreitung der Art durch Vögel usw. beitragen soll. *Plumatella* er-

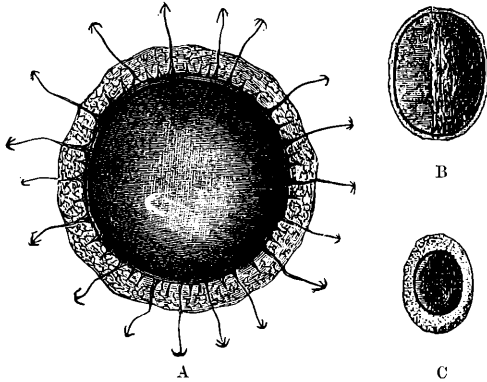


Abb. 3. Statoblasten. A von *Cristatella mucedo* Cuv. (Vergr. 30f.) B sitzender und C schwimmender Statoblast von *Plumatella repens* L. (Vergr. 40f.) (Nach Lampert aus Stridde, Zoologie.)

zeugt 2 Arten von Statoblasten, schwimmende und sitzende (Abb. 3 B u. C). Die schwimmenden Statoblasten besitzen am Rande einen Ring, der in Luftkammern eingeteilt ist. Dieser Schwimmring läßt die Statoblasten auf dem

Wasser schwimmen und sorgt für die Verbreitung der Moostiere. Die sitzenden Statoblasten haben keinen Schwimmring; sie bleiben dort sitzen, wo sie erzeugt wurden. Im Spätsommer kann man sie auf abgestorbenen Kolonien als kleine, linsenförmige dunkle Körperchen mit bloßem Auge erkennen. Sie schützen ihren Inhalt durch eine derbe Chitinkapsel vor Frost und Trockenheit.

Die Verbreitung der Bryozoen ist noch sehr wenig erforscht, und es dürfte eine dankbare Aufgabe sein, unsere Gewässer nach diesen hochinteressanten Lebewesen zu durchsuchen. Schon die Anwesenheit von Statoblasten verrät dem Hydrobiologen das Vorhandensein von Bryozoen, falls er diese selbst noch nicht gefunden hat. Vermutlich aber sind die Bryozoen in unsern Seen, Teichen, Flüssen viel häufiger, als es angenommen wird. Ich fand gelegentlich einer Exkursion am Tegeler See riesenhafte Kolonien von *Plumatella fungosa* an Wasserrosenstielen, die vom Sturm abgerissen und an Land geschleudert wurden.

Ein neues Planktonsieb.

Von E. Bennin.

Dr. G. Steiner weist in seinem vortrefflichen Werk „Untersuchungsverfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt der Gewässer“ darauf hin, daß Planktonsieb und Planktonkammer „einen guten Einblick über die frei im Wasser schwimmende Planktonlebewelt und die vorhandenen toten Teilchen“ gewähren. Schon im Mikrokosmos 1913/14, Bd. 7, macht er die Leser darauf aufmerksam, daß beide Apparate vorzügliche Dienste besonders bei Fluß- und Quellenuntersuchungen leisten. Beide dienen in erster Linie quantitativen Forschungen, haben jetzt aber leider den Nachteil eines recht hohen Preises. Die Planktonkammer nach Kolkwitz ist wohl schwerlich zu ersetzen; anders steht es aber mit dem Planktonsieb nach Kolkwitz, das zurzeit leider so teuer ist, daß ein Hydrobiologe, dem die Mittel fehlen, an seine Anschaffung kaum denken kann. An Stelle des Planktonsiebes könnte man sich nun mit einem kleineren Planktonnetz nach Woltereck behelfen. Aber auch sie haben einen ziemlich hohen Preis, so daß für den, der mit dem Gelde jetzt mehr denn je rechnen muß, der Erwerb schwierig oder gar nicht möglich ist. Für solche, die ihre liebgeordnete Wissenschaft deshalb aber nicht aufgeben möchten, sei ein neues Planktonsieb empfohlen, das billiger ist und auch manche Vorzüge hat.

Jeder kann es sich selbst aus dem Weißblech zweier Milchbüchsen und einem kleinen

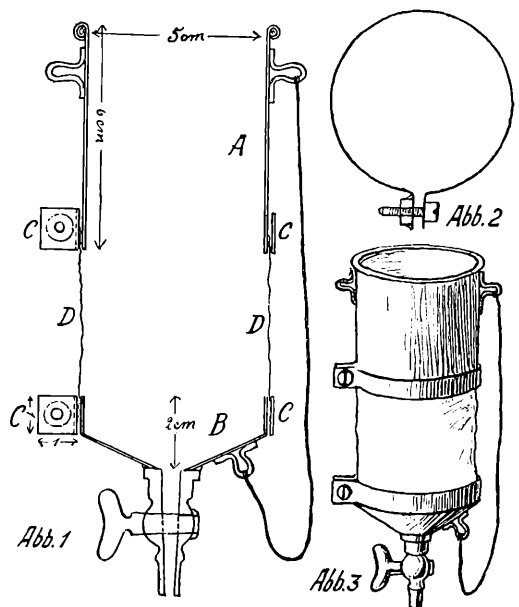


Abb. 1—3. Das neue Planktonsieb. Erklärung im Text.

Gashahn lötten oder bei einem Klempner für verhältnismäßig wenig Geld anfertigen lassen. Das Filtriergefäß setzt sich aus 4 Teilen zusammen, einem Blechzylinder, einem flachen Behälter mit Ablaufrohr und Hahnverschluß, zwei Klemmrings und dem Filterstoff. (Abb. 1.)

Die in der Abbildung angegebenen Maße sind natürlich durchaus nicht verbindlich. Es ist immerhin zu empfehlen, die Größe so zu wählen, daß der Apparat in einem Litergefäß bequem untergebracht werden kann.

Der Blechzylinder erhält dadurch genügend Festigkeit, daß der obere Rand um einen Drahttring gelegt wird. Außerdem werden noch zwei Ösen aus verzinktem Draht angelötet, damit das Sieb beim Gebrauch nicht aus der Hand gleitet. Am unteren Behälter werden der senkrechte Rand und besonders der konische Teil nicht zu groß angefertigt; denn dadurch erspart man die größeren, bedeutend teureren Präparatengläser. Der Gashahn ist so, wie er gekauft wird, für unsere Zwecke noch nicht verwendbar. Zuvor muß mit einer Rundfeile das in der oberen Öffnung sich befindliche Gewinde beseitigt werden. Darauf muß auch der Behälter eine Drahtöse bekommen. Dadurch ist es möglich, beide Hauptteile mit einer Schnur zu verbinden; denn sonst könnte es leicht geschehen, daß der untere Teil herabfällt und auf Nimmerwiedersehen in den Fluten verschwindet. Die beiden Klemmrings werden ebenfalls aus demselben Weißblech geschnitten und ge-

bogen (Abb. 2). Als Breite empfehle ich 1 cm. Zum Spannen der Ringe findet eine kleine Messingschraube mit Mutter Verwendung. Die beiden umgebogenen, vorspringenden Teile des Ringes erhalten einen Durchbruch von etwas mehr als Schraubenstärke; dann wird die Mutter an die eine Außenseite gelötet. Mit diesen beiden Klemmrings kann nun der Filterstoff, der natürlich auch zylindrisch zu nähen ist, befestigt werden.

Sicherlich ist es ein Nachteil des Apparates, daß er aus mehreren Teilen besteht. Bei dieser Gelegenheit möchte ich aber erwähnen, daß es auch leicht möglich ist, sich aus dem Weißblech der Milchbüchsen und einem Stückchen Bronzegaze ein Planktonsieb zu bauen, das mehr dem Kolkwitzschen anklängt. Das eben beschriebene Sieb kostet mich selbst noch nicht 20 Mk. (Gashahn 2,50 Mk., 2 kleine Messingschrauben mit Muttern 2 Mk., Löt- und Klempnerarbeit 13,50 Mk.). Der Vorzug dieses Planktonsiebes liegt weiterhin in der leichten, jederzeit vorzunehmenden Auswechselung des Filterstoffes. Es können je nach dem Zweck der Untersuchung verschiedene Filter, sei es grobe oder feinste Seidengaze oder Taffet, mitgeführt und eingesetzt werden. Auch ist dadurch eine gründliche Reinigung gewährleistet. Sind bei einer Exkursion mehrere Gewässer zu untersuchen, so ist leicht ein anderer noch nicht gebrauchter Filterstoff angebracht und somit jede etwaige Vermischung ausgeschlossen.

Kleine Mitteilungen.

Zum Mikroskop-Ratgeber. Ich erkenne die Ausführungen des Herrn Prof. Schmidt auf S. 153 als vollständig zutreffend an. Ich möchte jedoch darauf hinweisen, unter welchem Gesichtspunkt der Mikroskop-Ratgeber entstanden ist. Er soll denjenigen Mikroskopikern, denen die Abbéschen Formeln und andere hauptsächlich in Betracht kommende Faktoren (z. B. die Sehinkelgebiete) sowie die Kenntnisse zum Verständnis der feineren optischen und durch die Fabrikation bedingten Eigenschaften des Mikroskops nicht geläufig sind, einen Weg weisen, der ihnen mindestens klaren Einblick in die einfachen prinzipiellen Verhältnisse gestattet, die ihnen sonst verschlossen bleiben müßten. Daß eine solche grundlegende theoretische Klärung durch reichliche praktische Erfahrung, auch im Verkehr mit den optischen Fabriken oder dem Mikrokosmos, nach und nach zu ergänzen ist, versteht sich von selbst.

A. Mayer Meggenhofen.

Einen neuen Nährboden zur Diagnostik und Züchtung im Blute kreisender Streptokokken beschreibt Gerhard Piorowski in der D. Med. Wochenschr. 1922, No. 2. Der Nährboden wird folgendermaßen hergestellt: 5 ccm einer 1%igen Traubenzuckerbouillon mit 2% Pepton werden mit 1 ccm einer 2%igen Lösung von getrocknetem

Hühnereiweiß (in Leitungswasser gelöst) vermischt und mit Natronlauge neutralisiert. In diesen Nährboden läßt man das Blut eintropfen und bebrütet die Röhrchen. P. R.

Eine „Dreifachfärbung zu histologischen Zwecken“, die der Malloryschen Methode ziemlich gleicht, beschreibt H. Sloboziano in Cpt. rend. des Séances de la soc. de biol. Bd. 84 Nr. 13, 1921. Der Verfasser bezeichnet seine Methode als ein modifiziertes und vereinfachtes Verfahren nach Masson. Er gibt folgende Vorschriften:

Kernfärbung mit Glychämalaun (Mayer) 5—10 Minuten, Auswaschen.

Differenzierung in 1% Eisenalaun 1—3 Minuten, Auswaschen. Protoplasmafärbung mit 1—2% Aurantia- oder Orange-Lösung 5 bis 10 Minuten, Auswaschen.

1% Phosphormolybdänsäure 3—5 Minuten, Auswaschen. Färbung des Collagens mit einem Gemisch: Anilinblau (Poirier Nr. 2 oder Grübler) 0,5 g und Phosphormolybdänsäure 0,5 g in 50 ccm destilliertem Wasser, 10 bis 20 Minuten.

Differenzieren in 75% Alkohol mit 5 Tropfen Salzsäure auf 100 ccm, 2—5 Minuten.

Bei diesem Verfahren färbt sich das Chromatin violett, die Epithelzellen grünlich gelb, die Muskelfasern und das Blut orange gelb, das Bindegewebe blau. P. Rostock.

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.

Der Maikäfer.

Ein Beispiel aus dem naturgeschichtlichen Unterricht der Volksschule.

Von Seminarprorektor **Dr. Brohmer.**

In einem früheren Aufsatz¹⁾ habe ich an dieser Stelle die Forderung aufgestellt, daß das Mikroskop auch im naturgeschichtlichen Unterricht der Volksschule möglichst ausgiebig verwendet werden soll; ich habe zu zeigen versucht, aus welchen Gründen dies notwendig ist und wie bei den elementaren Verhältnissen der niederen Schulen diese Forderung im allgemeinen durchzuführen ist. Jetzt will ich an einem konkreten Beispiel einige Winke und Anregungen für die Benutzung des Mikroskops bei der Behandlung eines Insekts geben. Ich deute dabei den Unterricht, soweit er sich auf mikroskopische Verhältnisse und auf Reflexionen bezieht, nur kurz an und verweile ausführlicher bei den mikroskopischen Darbietungen. Mancher Leser wird vielleicht Bedenken hegen, daß der Maikäfer so eingehend behandelt wird; an diesem Beispiel soll das Kind in den Bau und in die Lebenstätigkeiten des Insektenkörpers eingeführt werden; geschieht dies gründlich, so erspart man Zeit bei der Durchnahme der anderen Kerbtiere und gibt doch mehr als durch die bei gleichmäßiger Zeitverteilung notwendige Oberflächlichkeit und Zersplitterung.

Zum weiteren Studium des Körperbaues vom Maikäfer möchte ich auf einen Aufsatz von G. K o s t k a im „Mikrokosmos“ 1920/21, Heft 8 und 9 verweisen. Ferner empfehle ich das „Praktikum der Insektenkunde“ von W. S c h o e n i c h e n (Jena, G. Fischer, 2. Aufl. 1921). Teilweise benütze ich beide Darstellungen als Grundlage für meine hier folgenden unterrichtlichen Unterweisungen.

Jedes Kind soll bei der Behandlung des Maikäfers ein Exemplar des Tieres zur genauen Betrachtung erhalten, aber nicht einen lebenden, sondern einen toten Käfer. Die Verwendung von lebenden Tieren im Unterricht stößt auf mannigfache Schwierigkeiten; hier brauchen wir diese Frage nicht zu erörtern, weil sie sich von selbst löst: die tierkundlichen Stoffe stehen im Lehrplan des Winterhalbjahres. Das nötige Material ver-

schaftet sich der Lehrer in maikäferreichen Jahren; er bewahrt die Insekten in etwa 70 % igem Spiritus (verdünnter Brennspritus genügt!) auf, bis er sie verwenden will.

Zu Beginn der Unterrichtsstunde, in der die Behandlung des Maikäfers angefangen werden soll, erhält jedes Kind ein Exemplar. Sie wissen nun bereits das Ziel der Lektion, ohne daß der Lehrer ein Wort zu sagen braucht; sie werden allerlei berichten können, was sie schon vom Maikäfer wissen.

Dann beginnt die eigentliche Behandlung, die Darbietung, wie der Pädagoge sagt. Es handelt sich jetzt darum, daß das Kind Anschauungen von dem Körperbau des Maikäfers gewinnt. Der psychologische Vorgang, durch den eine Anschauung von solch verwickelt gebautem Naturkörper im Geiste des Kindes gebildet wird, ist eine Analyse der Wahrnehmungen, ein geistiger Vorgang, der in der Zerlegung der rohen Auffassung vom Körperbau des Tieres besteht. Eine Anschauung wird dabei um so klarer und tiefer, unter je mehr Gesichtspunkten die Analyse erfolgt; es ist also eine vielseitige Betrachtung des Maikäfers erwünscht und sogar notwendig.

Zuerst wird das Objekt nach dem Gesichtspunkt G l i e d e r u n g untersucht. Von der Behandlung der Wirbeltiere her ist den Kindern die Reihe: Kopf, Rumpf, Gliedmaßen geläufig. Hier finden sie eine Gliederung in Kopf, Brust, Hinterleib, wodurch uns gleichzeitig eine Teilung unseres Stoffes gegeben wird. Eine Skizze an der Tafel betont die drei Körperabschnitte; sie wird von den Kindern in das sogenannte Beobachtungsheft gezeichnet.

Am K o p f (Abb. 1) suchen jetzt die Kinder die von ihnen erkennbaren Teile auf; sie heben die Fühler, die Augen und die Mundwerkzeuge hervor. Diese Teile bieten Gelegenheit zu mikroskopischen Betrachtungen, zu einfachen Präparierübungen und zu Belehrungen über die Lebenstätigkeit dieser Körperwerkzeuge. Die Kinder haben sich große Nadeln mitgebracht, mit denen sie die genannten Organe lösen können. Ein weißes Blatt Papier dient

¹⁾ S. Heft 1, S. 29.

dann als Unterlage für diese winzigen Körperteile.¹⁾

Zuerst werden die Fühler beschrieben. Am meisten fällt an ihnen der Endfächer auf, der bei Männchen und Weibchen verschieden gestaltet ist. Bei sehr vielen Insekten sind die Fühler im männlichen Geschlecht stärker entwickelt als im weiblichen; so auch beim

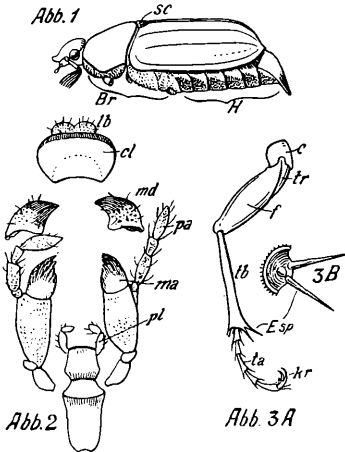


Abb. 1. Äußere Anatomie des Maikäfers. (Die Füße sind entfernt.) Br = Brust, sc = Schildchen (*scutellum*), H = Hinterleib. Abb. 2. Mundwerkzeuge d. Maikäfers. lb = Oberlippe (*labrum*), cl = Kopfschild (*clypeus*), md = Mandibeln, ma = Maxillen, pa = Palpen, pl = Labialpalpen. Abb. 3 A. Hinterfuß des Maikäfers. c = Hüfte (*coxa*), tr = Trochanter, f = Oberschenkel (*femur*), tb = Unterschenkel (*tibia*) mit Endsporn (*Esp.*), ta = Tarsen mit Krallenglied (*kr.*). Abb. 3 B. Das erweiterte Ende der Tibia mit Endsporn (*Esp.*), stärker vergr. (Nach Kostka.)

Maikäfer. Der Fächer des männlichen Tieres hat hier 7 Glieder, der des Weibchens nur 6. Durch die Beschreibung der Fühler erhalten die Kinder ein Unterscheidungsmerkmal für die Geschlechter. — Der Name Fühler löst in den Kindern die Frage nach der Funktion dieser Organe aus; er deutet darauf hin, daß wir in ihnen Tastwerkzeuge vor uns haben. Mindestens ist dies nicht die einzige Tätigkeit der Fühler; in der Hauptsache sind sie wohl Geruchsorgane. Die eigentümlichen Sinneswerkzeuge des Maikäferfühlers können wir den Kindern leicht zur Anschauung bringen. Freilich ist das Präparat nicht sofort herzustellen; es muß erst durchsichtig gemacht werden. Zwei Verfahren sind hierfür gebräuchlich. Entweder mazeriert man mit Kalilauge oder man hellt mit Nelkenöl auf. Zur Durchführung der erstgenannten Methode ist es notwendig, die Chitinteile einige Zeit in verdünnter Kalilauge zu kochen,²⁾ wodurch

die Weichteile aufgelöst werden. Dann spült man mit Wasser aus und kann so untersuchen. Will man aber ein Dauerpräparat herstellen, so führt man die so vorbereiteten Chitinteile in 70%igen Alkohol, dann in 96%igen, in absoluten und endlich in Kanadabalsam, von dem man einen Tropfen auf einen Objektträger gebracht hat. In jeder Alkoholsorte muß das Fühlerglied etwa eine Stunde bleiben; das Schälchen mit absolutem Alkohol muß gut zugedeckt werden, da sonst Feuchtigkeit aus der Luft aufgenommen wird. Zweckmäßig ist es auch, zwischen absoluten Alkohol und Kanadabalsam das Präparat noch in ein Gemisch von absolutem Alkohol und Xylol zu bringen. Zeigt sich darin eine milchige Trübung, so muß noch einmal absoluter Alkohol angewendet werden, denn diese Erscheinung beweist, daß den Geweben noch nicht sämtliches Wasser entzogen ist.

Fast noch einfacher ist das zweite Verfahren für die Herstellung von Dauerpräparaten von Chitinteilen. Wir führen die Fächerglieder des Maikäfers durch die aufsteigende Alkoholreihe (wie oben) und bringen sie dann in Nelkenöl. Hierin bleiben sie so lange, bis sie genügend aufgehellt sind; bei unsern zarten Objekten ist das schon nach einigen Stunden der Fall. Aus dem Nelkenöl kommen die Chitinteile direkt in den Kanadabalsam. Daß man ein Deckglas auflegen muß, ist selbstverständlich.

Auf den Fühlerfächer erkennen wir bei einigermaßen starker Vergrößerung eine große Zahl von unregelmäßigen Sechsecken mit hellerer Mitte. Das sind die Sinnesgrübchen, deren Zahl man für den Fühler des Maikäfermännchens auf 39 000, für den des Weibchens auf 35 000 schätzt! Sie dienen dem Geruchssinn. Die Feststellung, daß wir somit die Fühler als die Nase des Maikäfers bezeichnen können, erweckt bei den Kindern großes Interesse und prägt sich dauernd ein, zumal sie die Geruchsorgane durch das Mikroskop betrachtet haben. Was gesehen worden ist, wird in das sogenannte Beobachtungsheft gezeichnet (s. Abb. 4).

Nun zu den Augen! Für die Kinder ist das Netzauge etwas völlig Neues; sie müssen daher eine klare Anschauung gewinnen, wenn sie nicht nur mit inhaltsleeren Begriffen arbeiten sollen. Zeichnungen erwecken leicht falsche Vorstellungen; eine mikroskopische Betrachtung ist jedenfalls viel besser. Wenigstens ein Präparat müssen wir den Kindern unbedingt zeigen: die Hornhaut des Maikäferauges. Man schneidet entweder mit einem Rasiermesser ein flaches Stückchen des Auges ab, führt es durch die Alkoholreihe in Nelkenöl usw. oder kocht das Auge in Kalilauge; dabei löst sich die Hornhaut ab. Mit Hilfe des Mikroskops erkennen die Kinder

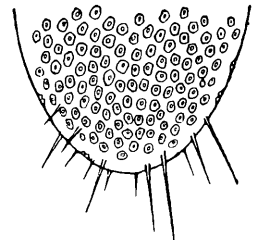


Abb. 4. Fühlersinnesorgane des Maikäfers.

¹⁾ Erwünscht wäre hier eine Lupenbetrachtung; leider läßt sich ein solcher Wunsch in der Volksschule nicht durchführen.

²⁾ Beim Kochen von Kalilauge ist größte Vorsicht anzuwenden. Kochende Kalilauge spritzt leicht aus dem Probiergläschen; zweckmäßig ist es, einen lockeren Wappetropf in die Mündung des Gläschens zu bringen.

die zahlreichen Sechsecke, von denen jedes die Endfläche eines Teilauges darstellt. Die Kinder erfassen damit inhaltlich den Begriff „zusammengesetztes Auge“. Die Zeichnung, die sie von dem Gesehenen in ihr Beobachtungsheft eintragen, erinnert sie später noch an das Präparat. Einen Querschnitt durch das Auge werden wir kaum zeigen können; hier muß uns eine Zeichnung helfen. Die anatomische Betrachtung führt direkt zu der Besprechung der Funktion des Netzauges. Bekanntlich entsteht eine Art Mosaikbild in einem solchen Auge. Wir machen das den Kindern auf elementare Weise klar, indem wir eine Anzahl von Sechsecken an die Tafel zeichnen, die einen Teil des Maikäferauges darstellen sollen. In dieses Netzwerk skizzieren wir einen Gegenstand, der von dem Maikäfer gesehen wird, z. B. das Blatt einer Kastanie. Das Kind erkennt nun leicht, daß ein einzelnes Auge nur einen Teil des Blattes erfaßt, daß sich aber die Einzelbilder zu dem Gesamtbilde zusammenfügen. Wir lassen dem Kinde natürlich keinen Zweifel, daß bei anderen Insekten das Sehen in gleicher Weise erfolgt — an einem konkreten Beispiel wird also eine allgemeine Erkenntnis erworben.

Die Mundwerkzeuge (Abb. 2) versuchen die Kinder ebenfalls mit ihrer Nadel loszutrennen; das wird allerdings nicht immer vollständig gelingen, besonders, wenn man nicht vorher angibt, wieviel Teile zu finden sind. Man muß also einige Erörterungen vorausschicken oder ein Bild der Mundwerkzeuge zeigen. Hat ein Kind sämtliche Teile erhalten, so legen wir sie vorsichtig auf einen Objektträger, lassen sie in auffallendem Licht bei ganz schwacher Vergrößerung beschauen und dann zeichnen. Bedeckt werden die Mundwerkzeuge von der ziemlich großen Oberlippe, die wohl für die Nahrungsaufnahme nur von geringer Bedeutung ist. Ein Einschnitt in ihrer Mitte hält das Blatt fest, das vom Rande aus benagt wird. Die Oberkiefer dagegen, die wir ihrem Bau nach mit einer Kombination von Zange und Säge vergleichen können, dienen zum Abbeißen und Zerkleinern der Blätter. Zum Kauen werden auch die Unterkiefer verwendet; der nach innen gerichtete Teil führt den Namen Kaulade, während die Außenglieder als Kiefertaster bezeichnet werden. Diese tragen Sinneswerkzeuge und werden wohl zum Betasten der Nahrung dienen. Die gleiche Aufgabe haben wahrscheinlich auch die Taster der Unterlippe. — Damit ist das erste Teilziel — der Kopf des Maikäfers — erledigt; die Kinder fassen noch einmal das Wesentliche zusammen, wobei etwaige falsche Vorstellungen berichtigt werden können.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der Brust des Maikäfers. Eine richtige Anschauung vom Bau der Flügel gewinnen die Kinder nur, wenn sie diese vom Körper lösen. Das geschieht. Die häutigen Unterflügel werden ausgebreitet, ihre Länge wird gemessen und mit der der Deckflügel verglichen.

Die Beine einer Seite trennen wir ab, legen sie auf einen weißen Untergrund und versuchen ihre Teile zu erkennen; die Kinder finden, daß stets die gleichen Glieder vorhanden sind, daß sie sich aber in ihrer Gestalt unterscheiden. Die einzelnen Teile werden benannt und an eine Skizze geschrieben: Hüfte, Schenkelring, Schenkel, Schiene, Fuß. An den Vorderbeinen (s. Abb. 5), besonders vom Weibchen, fällt uns die kräftig entwickelte Schiene auf, die drei starke Zähne trägt. Sie ist ein Grabwerkzeug. Das Weibchen legt die Eier in ein selbstgegrabenes Loch des Erdbodens. Bei der Herstellung der Höhlung wird vor allem die Schiene der Vorderbeine benutzt. Ein solches Bein wird als „Grabbein“ bezeichnet. Die Kinder stellen fest, welche Merkmale ein Grabbein aufweisen muß. — Mit dem Vorderbein vergleichen wir das Hinterbein (s. Abb. 3). Der Vergleich wird so durchgeführt,

daß die einzelnen Teile des Vorderbeins noch einmal kurz beschrieben und daß die entsprechenden Abschnitte des Hinterbeins untersucht werden, ob sie in ihren Merkmalen mit jenen übereinstimmen oder abweichen. Neben die Skizze des Vorderbeins, die noch an der Tafel steht, wird eine solche des Hinterbeins gezeichnet. Bei beiden Beinen ist der Oberschenkel stark entwickelt.

Die Bedeutung dieser Erscheinung muß den Kindern gezeigt werden, und wir benutzen die Gelegenheit, um einiges über die Anordnung und Wirkungsweise der Muskulatur des Insektenkörpers zu sagen. Unter Benutzung einfacher Tafelskizzen vergleichen wir die Lage von Skelett und Muskeln bei Wirbeltieren und Insekten; dort ist ein Innenskelett und eine Außenmuskulatur, hier ein Außenskelett und eine Innenmuskulatur zu finden. Die Skizze lehrt zugleich, wie die Glieder bewegt werden. — Aus der starken Entwicklung der Schenkel schließen wir auf kräftige Muskulatur und daher große Leistungsfähigkeit der Beine. Bezüglich der Vorderbeine haben wir die Notwendigkeit einer starken Muskulatur bereits erkannt; die Hinterbeine müssen kräftig sein, weil sie dazu dienen, den jungen Käfer aus der Erde zu schieben, sie sind Schiebebeine. (Einzelne Teile der Beine können schwach vergrößert und gezeichnet werden, auch lassen sich hier Aufgaben für die plastische Darstellung anschließen; so kann z. B. die Schiene des Vorderbeins nebst den anschließenden Gliedern aus Plastilin geformt werden.)

Äußerlich können am Maikäfer ferner die

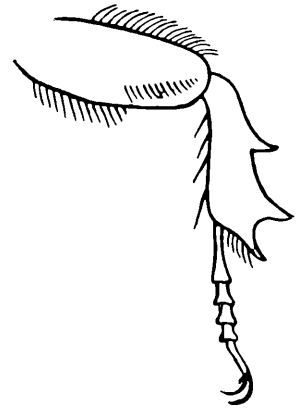


Abb. 5. Vorderbein des Maikäfers. (Nach Schoenichen.)

Atemöffnungen (Stigmen) erkannt werden. Die Kinder haben schon das „Zählen“ des Maikäfers beobachtet; sie wissen auch, daß er sich auf diese Weise Luft einpumpt, es ist ihnen aber nicht klar, wie es geschieht. Es ist ihnen eine ganz neue Erkenntnis, daß der Maikäfer nicht, wie sie bisher annahmen, durch die Mundöffnung atmet, sondern daß er besondere Eingangspforten für die Atemluft besitzt. Sie sind am Hinterleib leicht zu finden; jeder Körerring weist zwei Atemöffnungen auf, die an den Seiten oberhalb der weißen Flecke liegen. Es würde zu weit führen, wenn wir dieses Objekt mit seinem für die Kinder schwer verständlichen Verschlüßapparat mikroskopisch untersuchen wollten. Dagegen wollen wir die Tracheen zur Anschauung bringen (Abb. 6). In einer Präparierschale lösen wir unter Wasser die Rückendecke des Maikäfers durch seitliche Schnitte ab. Der Darmkanal liegt dann frei, den wir

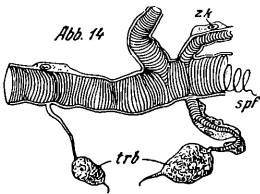


Abb. 6. Tracheen mit Luftsäcken. zk = Zellkerne; sp = Spiralfaser, losgelöst; trb = Tracheenblasen. (Nach Kostka.)

mit dem des Menschen vergleichen. Auch beim Maikäfer können wir Speiseröhre, Magen, Mittel- und Enddarm unterscheiden. Am Darm erblicken wir ein Gespinnst von feinen Röhren, die mit Luft gefüllt sind und daher im Wasser silberweiß schimmern. Wir lösen ein Stück des Gespinnstes ab und betrachten es mit Hilfe des Mikroskops. Man erkennt, daß die „Lufröhren“ spiralg gestreift sind; eine spiralförmige Verdickung des Chitinröhrchens dient dazu, die Tracheen stets offen zu halten. Nachdem die Kinder das Präparat betrachtet und gezeichnet haben, gehen wir dazu über, den Vorgang der Atmung beim Maikäfer zu betrachten, der uns in dieser

Beziehung einen Typus für sämtliche Luftröhrtiere (Tracheaten) darstellt. Die Kinder wissen, wie bei den Wirbeltieren — sowohl bei den Kiemen- als den Lungenatmenden — der Austausch des Kohlendioxyds gegen den Sauerstoff stattfindet, jetzt lernen sie ein neues Organ für die gleiche Aufgabe kennen; wir können im Anschluß daran auf das Wesen der Atmung eingehen und auch noch einige allgemeine Gedanken entwickeln; stets wird bei der Atmung Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure (Kohlendioxyd) ausgeschieden, aber die Körperwerkzeuge, die diese Aufgabe zu verrichten haben, sind ganz verschieden gebaut. So schlägt die Natur oft mannigfache Wege ein, um das gleiche Ergebnis zu erreichen.

Solche allgemeinen Erkenntnisse sind uns wichtiger als die Einzelbeobachtungen, aber jene können nicht gewonnen werden, wenn diese nicht vorangegangen sind. Oft versäumt der Lehrer jedoch, die erarbeiteten Tatsachen zu verwerten, mit anderen zu verknüpfen und ihren Wesensinhalt dadurch zu verallgemeinern. Das ist eine schwere Unterlassungssünde! Wir wollen ein Lehrgebäude errichten, zu dem jede Unterrichtsstunde einen Baustein liefern soll, nämlich eine allgemeine Erkenntnis, die sich in den Rahmen des Ganzen einfügt. So ist uns auch der Maikäfer nicht ein beliebiges Tier, das wir nach allen Richtungen beschreiben wollen, sondern ein typisches Wesen, an dem wir den Bau des Insektenkörpers und die Lebenstätigkeiten einer großen Gruppe erfassen möchten. Damit rechtfertigt sich auch diese für eine Volksschule ausführliche Behandlung des Maikäfers. Sie ist hier nicht einmal erschöpfend dargestellt, denn selbstverständlich kommt auch das Leben des Tieres im Unterricht zu seinem Recht; insbesondere wird die Entwicklung des Käfers eingehend betrachtet; denn sie bildet ein typisches Beispiel für die vollkommene Metamorphose der Insekten.

Bücherschau.

Das weit verbreitete Bändchen **Anleitung zur Haltung und Beobachtung wirbelloser Tiere** von **Cornel Schmitt** (Neubearbeitung der 200 Tierversuche, 1920, Dr. F. P. Datterer u. Co., München-Freising, broschiert Mk. 10.—) ist ein echtes Arbeitsschulbuch, das ganz vortreffliche Anleitungen zur Haltung und Beobachtung der heimischen niederen Tierwelt enthält, die den Schüler ohne Zwang auch zur Achtung und Liebe am Naturgeschehen erziehen. Befruchtende Anregung zur praktischen Ausgestaltung des Naturgeschichtsunterrichts und freudiges Verständnis für eine ersprißliche Arbeitsgemeinschaft mit der Jugend sind auch für den Lehrer bleibende Gewinne, wenn er sich diesem Bändchen von Schmitt anvertraut. Ich möchte als großer Naturfreund dieses und die übrigen Bändchen von Schmitt auf den Spaziergängen mit meinen Kindern nicht

mehr missen, denn wir brauchen wieder ein naturfreudiges und heimatfrohes Geschlecht! Das Bändchen „**Tierpsychologie**“ von Prof. Dr. H. E. Ziegler (Sammlung Göschen No. 824, Vereinigung wissenschaftl. Verleger W. de Gruyter u. Co., Berlin-Leipzig, Mk. 6.—) ist ein kurzgedrängter, übersichtlicher Auszug aus den Vorlesungen, die der Verfasser über Tierpsychologie gehalten hat. Außer einer historischen Entwicklung bringt das Bändchen die Grundbegriffe der Tierpsychologie sowie eine psychologische Stufenreihe auf zoologischer und physiologischer Grundlage, die von den Protozoen bis zu den Säugetieren hinauführt, stets unter Betonung des Zusammenhangs zwischen dem körperlichen Bau und den psychischen Fähigkeiten. Das Bändchen kann zur Einführung in dieses komplizierte Gebiet der modernen Tierpsychologie empfohlen werden. Stehli.

Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.

(Fortsetzung von Seite 149.)

Von Wilh. Schneider.

b) Silberverfahren nach Golgi. Höchstens 1 cm dicke Scheiben gelangen aus dem Formalin in größere Mengen Müllerscher Lösung,¹⁾ womöglich unter Anwendung gelinder Wärme (30 Grad). Nach 5 Tagen überträgt man ohne Abspülen in 0,75%ige Silbernitratlösung, die wegen des starken Niederschlags zu wechseln ist. Nach etwa 8 Tagen spült man eine Scheibe in Brennspritus ab und stellt Probeschnitte her, die in Alkohol untersucht werden. Den Erfolg erkennt man daran, daß einzelne Zellen mit allen ihren Ausläufern sich schwarz von dem wenig gefärbten Grunde abheben. Ist nach einigen Tagen noch kein Ergebnis erzielt, so kann man das Verfahren so wiederholen, wie es in der Fußnote angegeben ist. Am ersten kommt man beim Großhirn zum Ziel, während beim Kleinhirn Mißerfolge die Regel bilden. Doch vernachlässige man dieses nicht, da man unter Umständen ganz prächtige Bilder der Purkinjeschen Zellen erhält. Verunreinigungen durch Silberbrocken, namentlich in der Nähe der Oberfläche, sind nicht zu vermeiden. Zuweilen färben sich nur die Blutgefäße. — Ist die Versilberung gelungen, so bringt man die Schnitte nach kurzem Entwässern im Alkohol über Terpeneol und Xylol in einen großen Tropfen Kanadabalsam auf dem Deckgläschen. Man läßt an staubfreiem Orte trocknen, achtet aber darauf, daß die Oberfläche des Schnittes vom Balsam bedeckt bleibt. War der Balsam dünnflüssig, so muß man zeitweilig einen neuen

Tropfen zufügen. Endlich wird das Deckgläschen, das Präparat nach unten, auf einen mit entsprechendem Ausschnitt versehenen Papprahmen von Objektträgergröße gelegt, worauf man die Ränder mit Krönigschem Lack verkittet oder mit Papierstreifen verklebt.

Im Rückenmark zeigt uns das Golgi-Verfahren mehr oder weniger zahlreiche

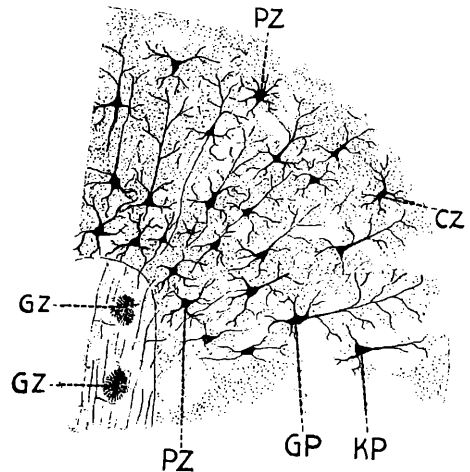


Abb. 37. Schnitt durch die Großhirnrinde der Katze (Zellimprägnation). GZ = Gliazellen der weißen Substanz. PZ = polymorphe Zellen. GP = große Pyramidenzellen. KP = kleine Pyramidenzellen. CZ = Cajalsche Zellen. (Vergrößerung ungefähr 50 lin.) (Nach Sigmund.)

multipolare Ganglienzellen. Andere, sowohl in der grauen wie in der weißen Substanz vorkommende Zellen haben einen dichten Besatz von längeren oder kürzeren Fortsätzen. Sie sind nicht nervöser Natur, sondern gehören dem Stützgewebe an (Gliazellen). — Die äußere Schicht der Großhirnrinde (Abbild. 37) (Molekularschicht) ist zellenlos, höchstens finden sich vereinzelte sog. Cajalsche Zellen, die wahrscheinlich Stützzellen sind. Dann folgt die Schicht der kleinen Pyramidenzellen.

¹⁾ In 1 l Wasser werden 2,5 g Kaliumbichromat und 10 g Natrium sulfuricum (Glaubersalz) gelöst. — Frische Stücke bringt man in ein Gemisch von 4 Teilen 3½%iger Kaliumbichromatlösung und 1 Teil des käuflichen Formols auf 1 Tag, dann in die Kaliumbichromatlösung ohne Formalinzusatz. Nach einigen Tagen behandelt man weiter, wie nach Müllerscher Lösung; doch läßt man das Silbernitrat nur 1 Tag einwirken.

Ihre Form wird durch den starken, zur Rinde ziehenden Dendriten hervorgebracht. Der Nervenfortsatz (Neurit) zieht von der unteren Fläche zur weißen Substanz, biegt aber auch gelegentlich zur Rinde um. Den gleichen Bau haben die nun folgenden, spärlicheren großen Pyramidenzellen. Die unterste Schicht der Großhirnrinde ist die der polymorphen Nervenzellen. Auch im Großhirn finden sich die Gliazellen.

Anhangsweise sei hier erwähnt, daß man mittels des Golgi-Verfahrens mit ziemlicher Sicherheit die Gallenkapillaren der Leber an örtlich begrenzten Stellen darstellen kann. Auch die Kanälchen in Drüsen (Speichel- und Magendrüsen), die Nervenendigungen in Sinnesorganen (Geschmacksknospen, Netzhaut) lassen sich auf diese Weise schwärzen.

c) Silbermethode nach Ramón y Cajal. Die in Formol fixierten Stücke werden wie bei b) in Scheiben geschnitten und 12 Stunden in fließendem Wasser gewaschen. Sie kommen dann in 95%igen Alkohol mit 1% Ammoniumzusatz auf 1 Tag. (Unfixierte Stücke werden gleich in den Alkohol gebracht.) Nach Auswaschen in destilliertem Wasser überträgt man in eine 2%ige Lösung von Silbernitrat, in der die Stücke 4–5 Tage im Dunkeln bei 30–35° C bleiben. Sie werden kurz in dest. Wasser abgespült und in eine Mischung von dest. Wasser 100, Formol 5, Hydrochinon 2 Teile gebracht, worin sich in 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur die Reduktion des Silbersalzes vollzieht. Nach Härtung in Alkohol wird recht dünn geschnitten (*dura mater* vorher entfernen). Kleine Stücke, beim Rückenmark aus der Gegend der Vorderhörner, genügen. Einschluß in Balsam.

Da die angeführte Behandlung die Erzeugung einer gleichmäßigen Temperatur durch mehrere Tage voraussetzt, eine solche aber ohne besondere Einrichtungen nicht erzielt werden kann, so sei eine einfache Anweisung zur Selbsterstellung eines Wärmeschrankes aufgenommen, der auch bei der Golgi-Methode, beim schnellen Trocknen von Präparaten und bei weiterem Fortschreiten für die Paraffineinbettung gute Dienste tut:¹⁾

„Man verschaffe sich zwei Weißblechschachteln (z. B. Kakes- oder Schokoladenschachteln), von denen die eine etwa 30 cm lang und breit und etwa 20 cm tief, die andere etwa 20 cm lang und breit und entsprechend flacher ist; auf genau quadratische Form kommt es natürlich nicht an. Der Deckel des größeren Kastens wird festgelötet, nachdem man eine Öffnung für den zweiten Kasten in die Mitte des Deckels eingeschnitten hat. Der Rand der kleineren Schachtel wird etwa 5 mm breit umgebogen, in die Öffnung des größeren eingesetzt und beide verlötet. Die Tür liefert der Deckel des kleineren Kastens, dessen überfallender Rand zurückgebogen wird. Scharniere und Verschuß einfacher Art lassen sich leicht anbringen. Den Innenraum teilt man durch einen festgelöteten, durchlöcherten Blechstreifen in zwei Etagen. Zu kaufen braucht man nur einen Gasmikrobrenner mit Glimmerzylinder (früher 1,75 Mk.) und ein Thermometer (früher etwa 2,25 Mk.), das man in einer oben angebrachten Öffnung mit Watte befestigt. Der Zwischenraum kann natürlich nicht mit Wasser gefüllt werden, auch ist die Vorderwand nicht doppelt. Man findet aber nach wenigen Versuchen den Stand der Flamme, bei dem die gewünschte Temperatur konstant bleibt, und lernt bald die Schwankungen ausgleichen, die mit dem Wechsel der Zimmertemperatur naturgemäß eintreten. Wie immer in solchen Fällen, liest sich die Beschreibung wesentlich umständlicher, als die Herstellung ist, die wenig Mühe macht und nur ganz geringe Handfertigkeit voraussetzt.“

Gail empfiehlt (Mikrokosmos II, Heft 9) eine Blechschachtel, die, auf einem Dreifuß stehend, mit einem Nürnberger Nachtluch erwärmt wird. Die Regelung erfolgt durch Verkleinern der Flamme und teilweises Öffnen des Deckels.

Zeigte uns die Silberimprägnierung nach Golgi nur die Silhouetten der Ganglienzellen, so gibt uns die nach Ramón y Cajal Aufschluß über deren feineren Bau.

Wir bemerken nämlich in den Ausläufern der multipolaren Ganglienzellen des Rückenmarks bei starker Vergrößerung zarte Fäden (Neurofibrillen), die durch die Zelle hindurch in andere Fortsätze hineinziehen. Dementsprechend sind in der weißen Substanz die aus den Fibrillen zusammengesetzten Achsenzylinder der Nervenfasern, nicht aber deren Markscheiden gefärbt. Die Ergebnisse der Methode für das Kleinhirn veranschaulicht Abb. 38.

d) Markscheidenfärbung nach Weigert-Pal. Die Stücke kommen aus Formol auf etwa 14 Tage in eine heißgesättigte Lösung von Kaliumbichromat. Die darnach hergestellten Schnitte bringt man für 24 Stunden in 1%ige wässrige

¹⁾ Aus A. u. W. Schneider, Praktikum der mikr. Anatomie der Wirbeltiere und Grundzüge der mikroskopischen Technik. 73 Abb. Leipzig und Wien, Freytag u. Tempisky 1915.

Hämatoxylinlösung, die vorher mindestens einige Tage gestanden hat. Sie werden darin völlig schwarz. Nun überführt man sie in 0,1%ige Lithiumkarbonatlösung, in der sie so lange bleiben, als noch Farbstoffwolken entweichen. Unterdessen stellt man sich 3 Schälchen zurecht, eins mit dest. Wasser, eins mit einer 0,25%igen Kaliumpermanganatlösung, eins mit einem Gemisch gleicher Teile 1%iger Lösungen von Oxalsäure und Kaliumsulfat (*Kalium sulfurosum*, schwefligsaures Kalium). Jeder Schnitt wird einzeln auf je eine halbe Minute durch die 3 Schälchen hindurchgeführt, und man wiederholt die Behandlung, bis die weiße Substanz dunkelblau, die graue gelblich gefärbt erscheint. Dann wäscht man die Schnitte 24 Stunden in Wasser und überträgt über 90%igen Spiritus, Terpeneol, Xylol in Kanadabalsam.

Da das Verfahren die Markscheiden färbt, so tritt die Trennung zwischen grauer und weißer Substanz sehr schön hervor. Doch fehlen die markhaltigen Fasern auch in der grauen Substanz nicht völlig (Hinterhörner des Rückenmarks).

e) Färbung der Nissl'schen Schollen. Stücke des Rückenmarks werden zur Entfernung des Formols gut gewässert und für 1 Tag in 90%igen Spiritus gelegt. Möglichst feine Schnitte erwärmt man in einem Schälchen mit 1%iger Methylenblaulösung 20 Minuten (40–50° C). Abspülen in Wasser. 90%iger Spiritus, solange noch starke Farbwolken abgehen. Terpeneol, Xylol, Kanadabalsam. Die Färbung ist nicht unbegrenzt haltbar. Starke Vergrößerung zeigt scharf begrenzte Schollen, die wahrscheinlich Reservestoffe enthalten, da sie nach starker Beanspruchung der Nervenzellen verschwinden.

16. Das Auge der Katze. Das Auge wird möglichst ohne Druck und Zerrung herausgenommen. (Lider entfernen, Bindehaut ringsum einschneiden, Muskeln durchtrennen und den Sehnerven möglichst weit hinten abschneiden.) Nachdem die Muskeln und das Bindegewebe entfernt sind, schneiden wir mit dem Rasiermesser im Äquator die Augenhäute an einer Stelle durch und legen den Augapfel auf 2 Stunden in 3½%ige Salpetersäure. Auch Sublimat ist brauch-

bar, seine Anwendung aber umständlicher. Aus der Salpetersäure wird der Augapfel unmittelbar (Wasser vermeiden!) in 90%igen Alkohol gebracht, der mehrmals gewechselt werden muß. Jetzt erst zerlegen wir den Bulbus ganz in 2 Hälften, entfernen mit der Pinzette soweit wie möglich den Glaskörper und nehmen die Linse heraus.

a) Augenhäute. Schnitte durch den hinteren Bulbusabschnitt (Einklemmen in Leber) werden mit Fuchsin-Pikroindigkarmin gefärbt. Am lehrreichsten sind Schnitte, die den Sehnerven getroffen haben (Abb. 39).

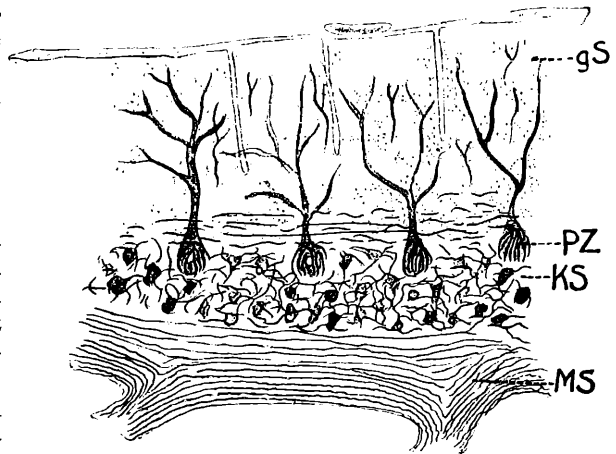


Abb. 38. Schnitt durch die Kleinhirnrinde der Katze, senkrecht zu einer Windung, stark vergrößert. (Faserimprägnation nach Ramón y Cajal.) gS = graue Schicht. KS = Körnerschicht. MS = Markschicht = weiße Substanz. PZ = Purkinjesche Zelle von Endbäumchen der Korbzellen umfaßt. (Vergrößerung ungefähr 300 lin.) (Nach Sigmund.)

Sie lassen erkennen, daß der Nerv sämtliche Augenhäute durchbricht und sich auf der inneren Seite der Netzhaut zur Nervenfaserschicht ausbreitet. Die Netzhaut zeigt bei dicken Schnitten wohl die Zusammensetzung aus verschiedenen Schichten; für feinere Einzelheiten ist es aber notwendig, sie (etwa am anderen Auge) im Alkohol abzulösen und für sich möglichst zart zu schneiden. Die Schichtenfolge ist aus jedem Lehrbuch zu ersehen. Meist löst sich das Pigmentepithel streckenweise von den Stäbchen und Zapfen ab, die daher am besten an solchen Stellen angesehen werden. Auf die Retina folgt die Aderhaut (*Chorioidea*) mit zahlreichen Blutgefäßen und Pigmentzellen, namentlich an der der weißen Augenhaut zugewandten Seite. Diese selbst besteht aus straffaserigem Bindegewebe.

b) Schnitt durch die vordere Augenhälfte. Wir schneiden zunächst die vordere Bulbushälfte noch einmal durch und stellen erst dann Schnitte her, die also nur etwa ein Viertel des ganzen Kreises umfassen. Färbung wie bei a (Abb. 40). An der Hornhaut unterscheiden wir von vorne nach hinten das Hornhautepithel, die vordere Basalmembran, die Eigenschicht (*Substantia propria corneae*), die hintere Basalmembran und das Hornhautendothel. Die *Substantia propria* be-

der Nähe des Äquators geführt, so sind die Fasern meist an einzelnen Stellen quer getroffen. Man sieht dann, daß sie sechseckigen Querschnitt haben.

b) Ausstrichpräparate.

17. Blut. Wir entnehmen der Fingerspitze in der früher (I. 6) angegebenen Weise einen Blutstropfen und lassen ihn auf einen vorher gut mit Alkohol gereinigten Objektträger fallen. Bringen wir nun einen mit abgeschliffenen Kanten versehenen Objektträger mit der schmalen Seite an den Tropfen heran, so breitet sich das Blut der Kante

entlang aus. Durch Weiterziehen des Objektträgers streicht man den Tropfen zu einer gleichmäßigen und möglichst dünnen Lage aus, die an der Luft getrocknet wird. Die ganze Arbeit muß recht schnell gemacht werden. Bei starker Vergrößerung (ohne Deckglas) überzeugt man sich, ob die roten Blutkörperchen ihre runde Form behalten haben und nicht etwa die früher erörterten Eintrocknungserscheinungen zeigen. Ist der Ausstrich gelungen, so muß er fixiert werden. Das Einfachste ist, den Objektträger, mit der bestrichenen Seite nach oben, dreimal langsam durch eine nicht-rußende Flamme (Gas, Spiritus) hindurchzuziehen.

Sicherer kommt man zum

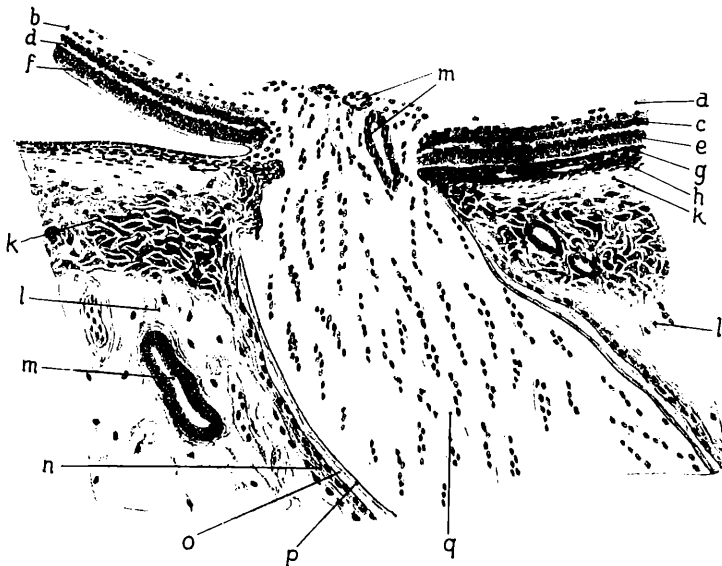


Abb. 39. Medianschnitt durch den Sehnerven des Rinderauges. a = Nervenfaserschicht. b = Ganglienschicht des Sehnervs. c = innere Körnerschicht. d = äußere retikuläre Schicht. e = äußere Körnerschicht. f = Schicht der Stäbchen und Zapfen. g = Pigmentschicht. h = Chorioidea. k = Sklera. l = Bindegewebe. m = Gefäße. n = dura mater. o = Arachnoidea, Hüllen des Sehnervs. p = pia mater. q = Sehnerv. (Nach Sigmund.)

steht aus parallelen Bindegewebsfasern. Die Iris enthält außer Blutgefäßen am Innenrande den Pupillenschließmuskel und ist an der Hinterseite mit einem Pigmentepithel überzogen. An der Innenseite des Iriswinkels liegt der Ziliarkörper mit seinen Fortsätzen, die ebenfalls von der Fortsetzung des Pigmentepithels der Retina überkleidet sind. Weiter einwärts treffen wir auf die Stelle, wo die Retina in das Pigmentepithel übergeht; sie heißt *ora serrata*.

c) Linse. Die Linse ist nur bei jungen Tieren einigermaßen schneidbar. Die Schnitte werden ungefärbt in Glyzeringelatine eingeschlossen. Sie zeigen den Aufbau aus gebogenen Linsenfäsern. Wurden sie in

Ziel, wenn man auf der heißen Herdplatte die Stelle aufsucht, wo Wassertropfen ohne Verdampfen in Kugelform fortrollen, und den Objektträger an diesem Punkte eine halbe Minute liegen läßt. Recht gute Ergebnisse erhält man auch dadurch, daß der Objektträger unmittelbar nach dem Trocknen des Ausstriches in Sublimatlösung gesteckt wird. Nach 5 Minuten kann man mit jodiertem Spiritus (s. II. 5) behandeln und nach Auswaschen mit dest. Wasser zur Färbung schreiten. Für unsere Zwecke reicht die Doppelfärbung mit Hämalun-Eosin vollkommen aus. Nach dem Abspülen mit dest. Wasser läßt man die 'gefärbten' Ausstriche gut trocknen, bringt einen kleinen Tropfen

Kanadabalsam darauf und legt das Deckglas auf.

Man beobachtet außer den leuchtend rot gefärbten roten Blutkörperchen (Erythrozyten) verschiedene Formen von weißen Blutkörperchen. Am zahlreichsten sind neutrophile Leukozyten mit hufeisenförmigem oder gelapptem, dunkel gefärbtem Kern, dann Lymphozyten mit rundem Kern und dünnem, oft kaum erkennbarem Plasmamantel. Weniger häufig findet man große, mit rundem, blassem Kern versehene mononukleäre Leukozyten, und oft erst nach längerem

Suchen die eosinophilen Leukozyten mit hellblauem, meist hufeisenförmigem Kern und zahlreichen, leuchtend roten Körnchen. — Auch von Vertretern sämtlicher Wirbeltierklassen stellen wir Blutpräparate her.

In gleicher Weise untersuchen wir die Elemente des Knochenmarks. Die ganz frische Rippe eines jungen Tieres (z. B. Kalbsrippe) wird in der Mitte quer durchsägt, mit einer Zange gepreßt und von der an der Schnittfläche austretenden Flüssigkeit ein Ausstrich gemacht. Außer den Formelementen des Blutes fallen Riesen-zellen mit verschieden gestaltetem Kern (Megakaryozyten) und die Stammformen der roten Blutkörperchen (Erythroblasten) mit einem oft in Zerfall begriffenen Kern auf.

Die für das Blut gegebene Anweisung gilt auch für das Sperma. Wollten wir es unverdünnt ausstreichen, so würden die Samenfäden viel zu dicht liegen. Wir vermeiden daher die aus dem Nebenhoden entnommene (vergl. I, 6), bei Amphibien durch Zerzupfen des Brunsthodens oder Durchschneiden der Samenleiter gewonnene Flüssigkeit auf dem Objektträger mit einigen

Tropfen dest. Wassers und stellen erst dann den Ausstrich her. Die Farbe muß lange (mehrere Stunden) einwirken, da sonst die Einzelheiten im Balsam verschwinden. Empfohlen seien folgende Objekte: Stier, Kaninchen, Ratte oder Maus, Sperling, Haushahn, Gras- und Wasserfrosch (Unterschied in der Form des Kopfes der Spermien), Molch, Salamander.

Anhangsweise sei hier ein Verfahren für die Darstellung der Teichmannschen Häminkristalle angegeben,¹⁾ das den Nachweis eingetrockneter Blutspuren gestattet, ohne aber Anhaltspunkte für die Herkunft des Blutes zu liefern. Zu geringen

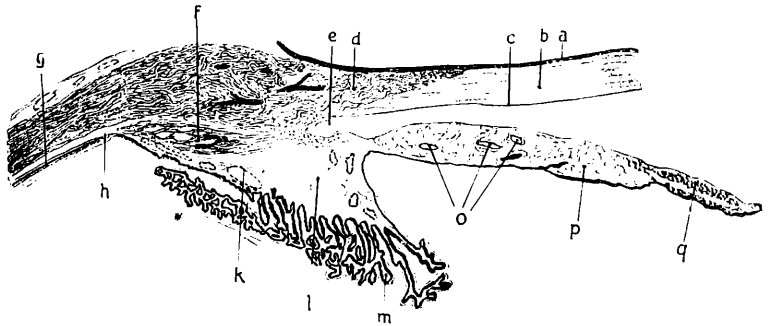


Abb. 40. Radialschnitt durch die vordere Augenhälfte des Rindes ohne Linse. a = Hornhautepithel. b = Eigenschicht der Hornhaut. c = Hornhautendothel. d = Harte Haut (Sklera). e = Iriswinkel. f = Ciliarmuskel (musc. ciliaris). g = Netzhaut. h = ora serrata der Netzhaut. k = Gefäßlumina im Ciliarkörper. l = bindewebige Grundlage des Ciliarkörpers. m = Fortsätze des Ciliarkörpers. o = Gefäße in der Iris. p = bindegewebige Grundlage der Iris. q = Pupillenschließmuskel (musc. sphincter pupillae). (Nach Sigmund.)

Mengen des eingetrockneten Blutes fügt man auf dem Objektträger einige Tropfen einer Auflösung von je 0,1 g Chlorkalium, Jodkalium und Bromkalium in 100 g Eisessig, legt das Deckglas auf und erhitzt bis zur Blasenbildung. Dann saugt man die Flüssigkeit mit Filtrierpapier ab, läßt den Rest verdampfen und gibt vom Rande her einen Tropfen Kanadabalsam zu. Es haben sich zahlreiche, ziemlich große Häminkristalle von rhombischer Tafelform gebildet. (Schluß folgt.)

¹⁾ An Stelle des Teichmannschen Verfahrens wird (nach einem Referat im „Mikrokosmos“ VII, Heft 8) eine neuere, von Nippe ausgearbeitete Methode angeführt, die ich mit gutem Erfolg angewandt habe.

Die Schwebewelt der Warthe bei Landsberg.

Von E. Bennin.

Die Schwebewelt der deutschen Flüsse wurde seit dem letzten Jahrzehnt des verfloßenen Jahrhunderts schon mehrfach untersucht. Anfangs handelte es sich fast ausschließlich um qualitative Forschungen, die natürlich als Erstarbeiten für die Wissenschaft äußerst wertvolles Material boten. Den quantitativen Verhältnissen suchte man, wenn sie überhaupt Berücksichtigung fanden, durch Schätzung gerecht zu werden; stieß man doch andernfalls auf „große Schwierigkeiten, die namentlich in der Strömung und der Verunreinigung des Wassers durch schwebenden Detritus ihren Grund haben“ (Schorler (9).¹⁾ Erst die Arbeiten von Schröder und Zimmer (5—8) über das Plankton der Oder bei Breslau, die Elbuntersuchungen durch Schorler (9) bei Dresden und durch Volk (10) bei Hamburg, der zum erstenmal die quantitative Methode anwendete, und Lauterborns (12—15) Studien im Rhein und in der Mosel haben uns die Schwebewelt unserer Flüsse eingehender nähergebracht. Von den neueren quantitativ gerichteten Untersuchungen seien die von Lemmermann (16) in der Weser und von Kolkwitz (20) im Rheinstrom genannt. Der Rhein ist bisher der am besten durchforschte Strom Deutschlands geblieben. Noch gibt es also genug zu tun, und Anhänger des „Mikrokosmos“, die sich der Hydrobiologie widmen und denen es durch die Lage ihres Wohnortes ein Leichtes ist, wenigstens einen Flußabschnitt dauernd zu beobachten, werden ein dankbares Arbeitsfeld finden. Sollten auch nicht immer neue Ergebnisse erzielt werden, so ist ein solches Studium doch nicht wertlos; abgesehen von etwaiger Kleinarbeit für die Wissenschaft, erbringt solche Betätigung wertvolle Gewinne für die Heimatforschung.

In diesem Sinne sei auch die nachfolgende Arbeit gewertet. Die Hauptfrage, die den Untersuchungen zugrunde liegt, lautet: Wie groß ist die Planktonproduktivität der Warthe bei Landsberg? Als nächstliegende Probleme drängen sich auf: Welche Schwebewesen kommen vor? Wie ist ihre zahlenmäßige Verteilung? Wie ändert sich das Verhältnis im Laufe der Jahre? Welches ist die Ursache der Änderung? Die beiden letzten Fragen beanspruchen selbstverständlich eine mehrjährige Untersuchungszeit, wenn ihre Beantwortung in rechter Weise erfolgen soll. Sie finden hier deshalb noch keine oder wenig Berücksichtigung; denn die Forschungen können durchaus noch nicht als abgeschlossen gelten. Meine Arbeit ist deshalb auch nur als ein vorläufiger Beitrag anzusehen.

Um Vergleiche zu ermöglichen, seien einige Angaben über die Stromgeschwindigkeit der

Warthe nach Messungen des hiesigen Staatlichen Wasserbauamts erwähnt, die in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden; denn schon seit Schröders Forschungen in der Oder hat sich herausgestellt, daß das „Gefälle und die Planktonmenge eines fließenden Gewässers einander umgekehrt proportioniert sind.“ (7)

Pegelstand:	Wassermenge in 1 Sek. durchs Profil:	Mittl. Geschwindig- keit der Strömung:
— 0,07 m	105 cbm	0,52 sm
+ 0,92 m	224 cbm	0,77 sm
+ 2,48 m	476 cbm	0,96 sm
+ 3,04 m	616 cbm	1,04 sm

Die bisherigen Untersuchungen erstrecken sich auf alle Monate der beiden Jahre 1920 und 1921. Wassertemperatur und Pegelstand wurden jedesmal zur Fangzeit festgestellt, die meteorologischen Erscheinungen aller Tage nach den Beobachtungen der hiesigen Meteorologischen Station beachtet. 1920 und im April und Oktober 1921 wurde in jedem Monat einmal, in der übrigen Zeit wenigstens monatlich zweimal der Gehalt an Schwebewesen geprüft. Auch die Stillgewässer der Warthe, die Häfen, Altwässer und Buchten fanden ihre gebührende Berücksichtigung. Der Winterhafen, der etwas mehr als 1000 m oberhalb der Fangstelle des freien Stromes liegt, wurde 1921 ebenso oft wie der Strom selbst untersucht. 1920 wurde die Schwebewelt, abgesehen von horizontalen Netzfängen, die ebenso auch 1921 das Material für qualitative Studien lieferten, fast ausschließlich durch Netzfiltration einer mit einem geeichten Litergefäß geschöpften Wassermenge von 1 bis 20 l gewonnen. Zur Zahlenbestimmung des Zooplanktons blieb auch diese Methode für 1921, jedoch mit dem Unterschied, daß das Wasser nicht durch ein Netz, sondern durch ein Planktonsieb¹⁾ geseiht wurde, bei dem der Seidenstoff ausgewechselt werden konnte, um eine Vermischung von Hafen- und Flußorganismen zu verhindern. Für denselben Zweck wird auch weiterhin so gearbeitet werden. Als Fixierungs- und Konservierungsflüssigkeit diente Pfeiffers Gemisch. Die Fangmasse wurde vor der Zählung in einen Meßzylinder gegossen und durch destilliertes Wasser auf ein bestimmtes Volumen gebracht. Nach längerem Schütteln wurde aus dem so verdünnten Fang mit Hilfe einer Stempelpipette ein Bruchteil entnommen und auf einer Zählplatte des Zählisches ausgebreitet und unter Glas ausgezählt. Mehrere Stichproben wurden durchgezählt, und dann konnte das arithmetische Mittel bestimmt werden. Die Individuenzahl selbst wurde auf 1 cdm Wasser berechnet. Paralleluntersuchungen mit der Kolkwitz-

¹⁾ Die Zahlen beziehen sich auf die Literaturangaben am Schlusse der Arbeit.

¹⁾ Vgl. dazu meinen Aufsatz „Ein neues Planktonsieb“ auf S. 171 dieser Zeitschrift.

schen Planktonkammer (1—4) lehrten indessen, daß die pflanzliche Schwebewelt auch nicht annähernd in ihrer Gesamtheit erfaßt worden war. Am 19. 9. 20 wurden beispielsweise durch Netzfiltration in 1 l der freien Warthe 16 766 Phytoplankten gefunden, während die Zahl nach der Kolkwitzschen Methode schon für 1 ccm 487 betrug. In erster Linie sind es kleine Flagellaten, *Stephanodiscus Hantzschii* var. *pusilla* Grun. und *Nitzschia acicularis* Kützing, die durch die Seidengaze schlüpfen. Bei Anwendung der Kammermethode ist auch die Gefahr kaum vorhanden, daß Detritusteilchen, die im Fluß immer reichlich vertreten sind, Organismen verdecken. 1921 fand deshalb diese Methode für die Zahlenbestimmung der pflanzlichen Schwebewelt ausschließlich Verwendung. Für dieses für die Warthe reiche Planktonjahr mußte sogar auch nach der Tropfenkammer gegriffen werden. Der Nachteil, daß bei der Kammermethode vereinzelt auftretende Algen nicht erfaßt werden, ist nicht allzugroß; denn ihre Bedeutung für die Produktivität der Warthe ist im Verhältnis zum übrigen Phytoplankton recht gering. Ihr Vorkommen wurde aber stets durch die vorausgehende qualitative Untersuchung, eventuell beim Auszählen des Zooplanktons festgestellt. In den Fundlisten erhielten sie dann statt einer Zahl den Vermerk „vorhanden“. Ebenso wurden auch die tierischen Vertreter behandelt, die nur im Qualitativfang gefunden wurden.

In Übereinstimmung mit den Befunden in den anderen deutschen Flüssen überwiegen in der Warthe die pflanzlichen Schwebeweltorganismen. Dasselbe gilt für die untersuchten Stillgewässer. In der freien Warthe wurden 1921 wenigstens an 121 Arten und Varietäten Bazillariaceen¹⁾ 48, Chlorophyceen 36, Konjugaten 4, Flagellaten 22, Dinoflagellaten 4, Schizophyceen 7 gefunden. Die Artenzahl der Flagellaten würde sich sicherlich noch erhöhen, wenn ihre Bestimmung immer möglich gewesen wäre. In den Stillgewässern der Warthe erhöht sich die Zahl der planktischen Algen noch um 15. Es handelt sich dabei durchweg um Organismen, die äußerst selten vertreten sind, so daß man auch hier sagen kann, wie Lauterborn schon längst für den Rhein festgestellt hat, daß in der Artenzahl zwischen dem freien Strom und seinen Stillgewässern kaum ein Unterschied besteht.

In den Monaten Dezember 1920 und Januar, Februar 1921 enthielt der Fluß die wenigsten Schwebewesen. Am 10. 12. 20 waren in 1 ccm nur 36, während im vorausgegangenen Monat noch 96 Individuen gefunden wurden. Hierzu ist zu bemerken, daß die äußeren Bedingungen wie Temperatur,

Pegelstand und Eisgang ungefähr gleichgeblieben waren (T. + 10 C., P. 0,0 m auf + 0,05 m). Die Ursache des Rückgangs lag vielmehr an der zu dieser Jahreszeit schlechteren Sonnenbestrahlung und den ungünstigen Bewölkungsverhältnissen. Die durchschnittliche Bewölkung stieg zwischen den beiden Fangtagen von 3 auf 7. An 21 Tagen war der Himmel um 2 Uhr N. völlig bedeckt. Eine merkliche Zunahme des Planktons wurde erst am 26. 2. 21 festgestellt (83 Individuen in 1 ccm bei + 2° C. und + 1,73 m Pegelstand), nachdem die Sonnenbestrahlung und besonders die durchschnittliche Bewölkung (3) bedeutend besser geworden war. Dieselbe Erscheinung war im Winterhafen zu beobachten. Auch das ganze Jahr 1921 zeugt davon. Die Lichtverhältnisse allein sind natürlich durchaus nicht immer ausschlaggebend für die Planktonmenge. Besonders im Sommer sprechen auch noch andere Faktoren wie Temperatur, Pegelstand (Strömung), Chemismus und Höhepunktschwankungen mit, wodurch das Problem recht schwierig gestaltet wird. Am 16. 4. erreichte das Kammerplankton durch einseitige Wucherung von *Stephanodiscus Hantzschii* var. *pusilla* Grun. und *Nitzschia acicularis* Kütz. seinen Höhepunkt mit 25 832 Individuen. Im Winterhafen waren beide Bazillariaceen ebenfalls vorherrschend; die Gesamtzahl blieb jedoch um mehr als die Hälfte zurück (10 142). In den Sommermonaten war das Kammerplankton infolge der schwächeren Bazillariaceenvegetation in beiden Gewässern geringer. Im Gegensatz zu der sonstigen stetigen Ab- oder Zunahme fällt vom Juni bis August bei den Einzelfängen der schwankende Charakter auf; die durchschnittliche Zahl während dieser Zeit beträgt in 1 ccm Flußwasser 1570, im Winterhafen, der seitlich des Hauptstroms liegt und mit diesem durch eine schmale Fahrrinne verbunden ist, 1761 Individuen. Fluß und Hafen zeigen demnach eine ziemliche Übereinstimmung auch in quantitativer Hinsicht. Der größte sommerliche Tiefstand wurde in beiden Gewässern am 15. 8. festgestellt (W. = 784, H. = 1193). Die Chlorophyceen, die im ersten und letzten Vierteljahr verschwindend wenig vertreten sind, und das gilt für die Schizophyceen für den Zeitraum des ganzen Jahres, kommen im sommerlichen Kammerplankton mehr zur Geltung. In einzelnen Fängen übertrifft ihre Zahl sogar die der Bazillariaceen (am 25. 6. um 163, 11. 7. um 325, 29. 8. um 170 Ind.). Die Höchstzahl der Chlorophyceen wurde am 25. 6. bei + 17,50° C. und — 0,22 m Pegelstand mit 870 Individuen pro ccm festgestellt. *Actinastrum Hantzschii* var. *fluviatile* Schröder und *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Naegeli herrschen vor. Auch die Flagellaten zeigten an diesem Tage ihre Höchstproduktion.

Die sommerlichen Schwankungen kommen selbst bei täglichen Beobachtungen zum Ausdruck. Eine Erklärung für diese Tatsache ist schwer zu geben. Temperatur, Pegel- und Bewölkungsverhältnisse geben hier keine An-

¹⁾ V. Torka (26) fand in einigen Schlämmpfunden der Warthe bei Posen 86 Bazillariaceen. Als Leitdiatomeen bezeichnet er *Navicula lucidula* Grun., *Synedra ulna* var. *vitrea*, *Cymatopleura solea* Bréb. var. *pfulhii* Torka, *Surirella ovalis* Bréb., *Navicula bacillum* Ehrb.

haltungspunkte. Wahrscheinlich spielen ernährungsphysiologische Vorgänge eine große Rolle. Die Beantwortung dieser Frage, die bis jetzt noch nicht möglich ist, setzt noch eine mehrjährige Untersuchung voraus. Auch L e m m e r m a n n fiel der schwankende Charakter des Planktons in der Weser bei Bremen auf. Als Ursache gibt er „äußere Verhältnisse, wie Wellenbewegung, Änderungen des Wasserstandes, größere Regengüsse, Schneeschmelzen im Oberlaufe, Dampfschiffe usw.“ (16) an.

Vom August ab ist das Kammerplankton im Fluß und im Hafen in stetem Steigen be-

griffen. Die Bazillariazeen eilen ihrem zweiten Höhepunkt zu, der im Oktober erreicht wird. Am 20. 10. wurden im Warthewasser 9002, im Winterhafen 22 495 Individuen gefunden. *Stephanodiscus Hantzschii* dominiert wieder. Von nun ab fällt die Planktonmenge im Fluß ziemlich schnell, im Hafen etwas langsamer, und bald weisen die Zahlen wieder auf echtes, winterliches Gepräge hin.

Nach dem quantitativen Auftreten der Algen im Kammerplankton bei Beachtung der durchschnittlichen Monatswerte lassen sich auf Grund der nachstehenden Tabelle folgende Perioden unterscheiden:

Winterliche Vegetation.

	1920 Nov.	Dez.	1921 Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
<i>Bazillaria-zeen</i>	87 (634)	26 (34)	32	46	225	25696	3233	845	732	424	2908	8793
<i>Chlorophy-zeen</i>	1 (7)	2 (2)	1	—	1	2	378	559	720	427	536	121
<i>Flagellaten</i>	8 (94)	8 (31)	15	20	83	119	317	416	238	245	213	71
<i>Schizophy-zeen</i>	— (1)	— (1)	1	—	1	—	1	—	2	18	4	—
<i>Protozoen</i>	— (2)	—	5	—	1	3	11	19	12	7	18	2

(Befund im Nov. und Dez. 1921.)

Sommerliche Vegetation.

Diese Einteilung der Vegetationsflora stimmt auch mit den Ergebnissen der Netzfiltration 1920 überein.

Die wichtigsten Phytoplankten der freien Warthe und ihre Verteilung nach den monat-

lichen Durchschnittszahlen ergeben sich aus folgender Aufstellung, bei der Arten mit weniger als 10 Individuen in 1 ccm unerwähnt geblieben sind.

Bazillariazeen-Flagellaten-Periode.

1921 Jan.	<i>Synedra acus</i> + <i>Ulna</i>	15
Febr.	<i>Synedra acus</i> + <i>U</i>	13
	<i>Stephanodiscus Hantzschii</i> var. <i>pusilla</i>	10
März	<i>Stephanodiscus H.</i>	93
	<i>Synedra a.</i> + <i>U</i>	53
	<i>Asterionella formosa</i>	25
	<i>Nitzschiella acicularis</i>	23
	<i>Navicula</i>	23
April	<i>Stephanodiscus H.</i>	18560
	<i>Nitzschiella ac.</i>	6960
	<i>Synedra a.</i> + <i>U</i>	73
	<i>Asterionella f.</i>	52
Mai	<i>Stephanodiscus H.</i>	2180
	<i>Nitzschiella ac.</i>	967
	<i>Synedra a.</i> + <i>U</i>	63
	<i>Navicula</i>	12
Juni	<i>Stephanodiscus H.</i>	488
	<i>Nitzschiella ac.</i>	260
	<i>Synedra a.</i> + <i>U</i>	42
	<i>Navicula</i>	40

Bazillariazeen-Chlorophyzeen-Flagellaten-Periode.

	Flagellaten 13 (unbestimmt)	
		12
		58
	<i>Cryptomonas</i>	16
	Flag. 97	
	Crypt. 15	
	Flag. 285	
	Crypt. 24	
		35
		35
		22
		20
		201
		109
		94
		48
		35
		25
		15

Bazillariazeen-Flagellaten-Periode.			Bazillariazeen-Chlorophyzeen-Flagellaten-Periode.		
Juli	<i>Stephanodiscus</i> H.	330	<i>Actinastrum</i> H.	484	Flag. 161
	<i>Nitzschiella</i> ac.	268	<i>Dictyosphaerium</i> E.	100	Crypt. 23
	<i>Navicula</i>	97	<i>Scened. acum.</i>	71	
	<i>Synedra</i> ac. + U.	25	„ <i>quadric.</i>	21	
			<i>Ankistrodesmus</i> f.	17	
Aug.	<i>Stephanodiscus</i> H.	190	<i>Actinastrum</i>	207	Flag. 196
	<i>Synedra actinastroides</i> Lemm.	94	<i>Dictyosphaerium</i>	123	Crypt. 16
	<i>Nitzschiella</i> ac.	48	<i>Scenedesm. quad.</i>	19	<i>Uroglena</i> 16
	<i>Synedra</i> a. + U.	42	„ <i>acumin.</i>	18	
	<i>Navicula</i>	26	<i>Pediastrum Boryanum</i> Menegh.	15	
	<i>Melosira Binderiana</i> Kütz.	15	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	13	
Sept.	<i>Stephanodiscus</i>	2570	<i>Actinastrum</i> H.	207	Flag. 193
	<i>Synedra actinastroides</i>	164	<i>Dictyosph. E.</i>	164	
	<i>Synedra</i> a. + U.	71	<i>Ankistrod. falc.</i>	48	
	<i>Nitzschiella</i> ac.	52	<i>Scened. acum.</i>	29	
	<i>Navicula</i>	23	„ <i>quadric.</i>	16	
			„ <i>obliquus</i> Kütz.	25	
Okt.	<i>Stephanodiscus</i> H.	8480	<i>Scenedesm. acum.</i>	36	Flag. 46
	<i>Nitzschiella</i> ac.	280	<i>Ankistrod. falc.</i>	30	Crypt. 18
	<i>Synedra</i> a. + U.	12	<i>Actinastrum</i> H.	25	
	<i>Navicula</i>	11	<i>Scened. quadric.</i>	12	
			„ <i>oblq.</i>	10	
Nov.	<i>Stephanodiscus</i>	605			Flag. 48
	<i>Nitzschiella</i> ac.	18			Crypt. 23
	<i>Navicula</i>	11			<i>Anthophysa</i> 21
Dez.	<i>Stephanodiscus</i>	17			Flag. 19
					Crypt. 10

Einige Arten zeigen demnach eine ganz gewaltige Massenentfaltung. Es kommt sogar vor, daß diese Formen manchmal in der Warthe mehr vertreten sind als in dem Stillwasser des Winterhafens, so beispielsweise *Stephanodiscus Hantzschii* var. *pusilla* am 16. 4. (18 560: 6144), 7. 5. (3376: 912), 11. 6. (568: 304), *Synedra actinastroides* am 15. 8. (85: 18), am 12. 9. (320: 9). Eine ähnliche Erscheinung weisen auch *Actinastrum Hantzschii* var. *fluvatile*, *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, *Scenedesmus*-, *Ankistrodesmus*-(*falcatus* u. *setigerus*) und *Pediastrum*-arten auf. Auch in Stillzonen zwischen den Buhnen waren diese Formen durchaus nicht reichlicher als im freien Fluß. Daraus läßt sich wohl mit Recht auch ihre Anpassungsfähigkeit an die Bedingungen des fließenden Wassers folgern. Sie sind nach Zimmer (5) als eupotamisch anzusehen, d. h. als Planktonorganismen, die im stehenden wie auch fließenden Wasser alle Lebensbedingungen finden und sich auch vermehren. Dieses eupotamische Plankton kommt für die Produktivität des Flusses hauptsächlich in Frage. Bei *Nitzschiella* und *Navicula* liegen die Dinge freilich anders. Beide entstammen der Grundflora des ruhigeren Wassers im Bereiche der Buhnen und sind den benthopotamischen Formen zuzurechnen, spielen aber, wie die Zahlen bezeugen, durchaus keine untergeordnete Rolle. Von *Nitzschiella* ist sogar anzunehmen, daß sie planktisch zu leben weiß; denn ihre „Lebenskraft“ scheint durchaus nicht gelitten zu haben, wie Untersuchungen in der Kammer zeigen. Das übrige Bett der Warthe ist, soweit die Grunduntersuchungen im hiesigen Gebiet bis jetzt lehren,

ziemlich vegetationsleer, demnach keine Quelle für die Schwebewelt. Die übrigen Mitglieder der Schwebewelt, deren Zahlenwert zumeist unter 10 liegt, und die auch ziemlich unregelmäßig vorkommen, sind zufällig in den Strom geraten. Äußere Merkmale (Zustand der Chromatophoren) lassen oft erkennen, daß sie dem neuen Aufenthaltsort nicht gewachsen sind. Werden sie nicht rechtzeitig nach Stillgewässern verfrachtet, ist ihr Untergang gewiß.

Die tierischen Schwebewesen haben für die Planktonproduktivität der Warthe nicht annähernd solche Bedeutung wie die pflanzlichen. Im Vergleich zum Winterhafen muß gesagt werden, daß das Zooplankton im Fluß spärlich vertreten ist. Während die durchschnittliche Zahl für den Monat 343 Individuen in 1 cdm Flußwasser beträgt, befinden sich im Winterhafen in demselben Raum 2329, also rund 6,79mal soviel. In der Zeit der winterlichen Algenvegetation bewegen sich die Zahlen in der Warthe zwischen 19 und 55 Individuen. Im Mai dagegen mit dem ersten bedeutenden Auftreten der Chlorophyzeen steigen auch die Zahlen der tierischen Schwebewesen (Fluß 225 Ind., Hafen 3494 Ind. pro l). Am 11. 6. wurde als Höchstzahl 1307 Individuen in der Warthe festgestellt. Am 15. 8. wurde die Zahl 1000 noch einmal überschritten. Der Winterhafen zeigte den Höhepunkt am 12. 9. mit 12 900 Individuen. Im Hafen Max Bahr (Jute-Hafen), der von Kahnschiffen reichlich benützt wird, wurden am 20. 9. sogar 14 640 festgestellt. Nach dem Schwinden der Chlorophyzeen verringert sich auch die Schwebefauna sehr schnell.

Am 19. 11. wurden in der Warthe nur noch 40 Individuen gefunden.

Das tierische Plankton setzt sich im Fluß und auch in den Häfen in der Hauptsache aus Rotatorien zusammen. Dieser Befund deckt sich im allgemeinen mit den Forschungsergebnissen aus anderen deutschen Flüssen. Von den 1307 Individuen, die am 11. 6. in 1 l gefunden wurden, waren 1280 Rotatorien. In den beiden Jahren 1920/21 konnte das Vorkommen von 57 Arten und Varietäten in der freien Warthe nachgewiesen werden. Als die wichtigsten Vertreter, die sich durch höhere Zahlenwerte von den anderen auszeichnen, sind zu nennen: *Anuraea cochlearis* Gosse (Höhepunkt am 7. 5. mit 74 Ind. Auch von Zimmer für die Oder und von Schorler für die Elbe als am häufigsten vorkommend bezeichnet), *A. cochl.* var. *tecta* Gosse (25. 6. 1911), *Brachionus angularis* Gosse (25. 6. 632), *Br. urceolaris* O. F. M. (25. 6. 27; 5. 6. 1920 74), *Br. pala* Ehrbg. (25. 6. 81), *Br. spec.* (25. 6. 27 und 15. 8. 30), *Polyarthra platyptera* Ehrbg. (15. 8. 105), *Rattulus pusillus* Lauterborn (29. 8. 190), *Triarthra longiseta* Ehrbg. (25. 6. 47 und 15. 8. 50), *Synchaeta oblonga* Ehrbg. (17. 4. 1920 19; 20. 5. 1921 18). Diese Formen können wohl als eupotamische angesehen werden. Von *Anuraea*, *Polyarthra* und *Brachionus* ist das mit Bestimmtheit anzunehmen; denn sie zeigen auch im Strom eine reiche Eibildung. Viele Rotatorienarten, wie beispielsweise *Rhinops vitrea* Gosse, *Synchaeta tremula* Ehrbg., *Rattulus capucinus* Wierz. u. Zach., *Colurella compressa* Lucks, *Col. adriatica* Ehrbg., *Triarthra brevisepta* Gosse, *Schizocerca diversicornis* Daday u. a., treten vereinzelt und zerstreut auf. Ihr Vorkommen im Zooplankton ist als zufällig zu bezeichnen.

Krustazeen treten völlig zurück. Sie sind gewöhnlich so spärlich, daß sich eine zahlenmäßige Feststellung für 1 cdm gar nicht machen läßt. Am häufigsten werden Nauplien erfaßt. An Kopepoden wurden in beiden Jahren während der winterlichen Periode mehrmals *Diaptomus graciloides* Lillj., *D. gracilis* Sars und *Cyclops strenuus* Fisch., *C. viridis* Jurine, *C. serrulatus* Fisch., *C. bisetosus* Rehbg. und *C. fimbriatus* Fisch. (die beiden letzten nur je einmal), von den Phylopoden hauptsächlich *Chydorus sphaericus* O. F. M., *Bosmina longirostris-typica*, *B. cornuta* Jur., *B. curvirostris* Fischer, *Eubosmina mixta* Lillj. und *E. coregoni-typica* Baird festgestellt. *Cyclops Leuckarti* Claus und *C. oithonoides* Sars, die in den Stillgewässern leben, wurden im freien Fluß bis jetzt noch nicht gefunden. Von allen Krustazeen scheinen die Jugendzustände noch am widerstandsfähigsten zu sein. Außer den hier genannten traten noch 9 Phylopodenarten auf, die den Stillwassern der Häfen, Buchten, Buhnen und Altgewässer entstammten.

Von den Protozoen kamen im Kammerplankton in erster Linie Ziliaten vor. Durch die Netzfiltration wurden oft Stentor, Vorticellen und Difflogien gefunden. Quantitativ sind Protozoen ebenso häufig wie Rotatorien

vertreten. Werden die Ergebnisse der Kammermethode herangezogen, so muß sogar gesagt werden, daß sie den Hauptbestandteil der tierischen Schwebewelt bilden.

Im Sommer 1911, der dem von 1921 in meteorologischer Beziehung ziemlich ähnlich war, untersuchte Kolkwitz das Plankton des Rheinstroms (20) mit der Kammermethode. Er weist in seiner Abhandlung darauf hin, daß das Kammerplankton infolge der günstigen Witterung ganz besonders reich entfaltet sei. Seine Befunde lassen darum am besten mit den Ergebnissen in der Warthe einen Vergleich zu. Kolkwitz fand am 2. Sept. 1911 im Rhein bei Köln in 1 ccm bis 49 Individuen. In der Warthe wurden dagegen am 29. 8. 21 1454, am 12. 9. 21 1860 Individuen in 1 ccm gefunden. Wie sich das Untersuchungsergebnis am 29. 8. 21 zusammensetzt, mag folgender Abdruck aus dem Zählprotokoll zeigen:

Warthe bei Landsberg, Wasserentnahme aus der Mitte des Flusses am Hauptpegel unter der Brücke. 4—5 Uhr N. + 21° C. — 0,73 m P.

(Durchschnittszahlen aus drei Zählungen.)

<i>Synedra acus</i>	6
spec. (<i>Ülna</i> u. a.)	38
„ <i>actinastroides</i>	102
<i>Asterionella formosa</i>	10
<i>Diatoma elongatum</i>	1
<i>Stephanodiscus</i> H. v. p.	230
<i>Melosira Binderiana</i>	12
<i>Nitzschiella acicularis</i>	33
<i>Navicula</i>	20
<i>Fragilaria virescens</i>	1
<i>Actinastrum</i> H. v. fluv.	340
<i>Dictyosphaerium</i> E.	160
<i>Ankistrodesmus falc.</i>	6
„ <i>setigerus</i>	3
<i>Scenedesmus quadric.</i>	18
„ <i>acuminatus</i>	19
„ <i>obliquus</i>	4
„ <i>bijugatus</i>	12
<i>Coelastrum microporum</i>	8
<i>Gloeococcus Schroeteri</i>	8
<i>Pediastrum duplex</i>	11
„ <i>Boryanum</i>	16
„ <i>tetras</i>	11
<i>Tetraëdron</i>	4
<i>Staurastrum gracile</i>	1
<i>Pandorina morum</i>	2
<i>Dinobryon</i>	3
<i>Uroglena volvox</i>	7
<i>Peridinium</i>	3
<i>Trachelomonas</i>	8
<i>Cryptomonas</i>	8
Sonstige Flagellaten	340
<i>Merismopedia</i>	2
<i>Tintinnidium fluviatilis</i>	4
<i>Heliozoa</i> (<i>Pinaciophora</i> ?)	1
<i>Vorticella</i>	2

In der Kammer auch *Rattulus pusillus* u. *Paramaecium* vorhanden.

Auch L e m m e r m a n n s Ergebnisse in der Weser, die freilich durch eine andere Methode gewonnen wurden, bleiben weit hinter den Zahlen zurück, die für die Warthe gelten. Demnach kann bis jetzt gesagt werden, daß die Warthe, soweit Vergleiche überhaupt möglich sind, die größte Planktonproduktivität der bisher quantitativ erforschten deutschen Flüsse aufweist. Der aus dem Jahresergebnis 1921 festgestellte monatliche Durchschnitt in 1 ccm Warthewasser beträgt 4040 Individuen. Der Monatsdurchschnitt aus einem Stillgewässer der Warthe, dem Winterhafen, beträgt: 4978 Individuen. Somit besteht zwischen Fluß und Hafen weder in artlicher, wie schon erwähnt wurde, noch in quantitativer Hinsicht ein bemerkenswerter Unterschied im Kammerplankton. Anders liegen die Verhältnisse bei den tierischen Schwebewesen. Das Zooplankton im Hafen überwiegt das in der Warthe um ein Mehrfaches.

Literatur.

1. Kolkwitz, Über das Kammerplankton des Süßwassers u. d. Meere. Berichte d. D. Bot. Ges. Bd. 29. 1911.
- Steiner, Untersuchungen u. Hilfsmittel zur Erforschung d. Lebewelt der Gewässer. Handbuch d. mikrosk. Technik. H. 7 u. 8.
3. — Einführung in die Praxis der biologischen Durchforschung unserer süßen Gewässer. Mikrokosmos 1912/13. Bd. 6.
4. — Eine neue Arbeitsmethode für Hydrobiologen. Mikrokosmos 1913/14. Bd. 7.
5. Zimmer, Über tierisches Potamoplankton. Biol. Zentralbl. 1898. Bd. 18.
6. Schröder, Über das Plankton d. Oder. Ber. d. D. Bot. Ges. 1897. Bd. 15.
7. — Planktonische Mitteilungen. Biol. Zentralbl. 1898. Bd. 18.
- Schröder-Zimmer, Das Plankton d. Oderstromes. Forschungsberichte aus d. Biol. Stat. Plön. 1899.
9. Schorler, Das Plankton d. Elbe bei Dresden. Zeitschr. für Gewässerkunde 1900. Bd. 3.
10. Volk, Hamburgische Elbuntersuchungen. Mitt. an d. Naturhistor. Mus. d. Hamb. wissensch. Anstalten 1901—06. Bd. 18 bis 23.
11. Zacharias, Das Potamoplankton. Zool. Anzeiger. Bd. 21. 1898.
12. Lauterborn, Beiträge zur Mikrofauna u. -flora der Mosel. Zeitschr. für Fischerei 1901. Bd. 9.
13. — Beiträge zur Fauna u. Flora d. Oberrheins u. seiner Umgebung. Mitteilungen Pollichia 1904.
14. — u. Marsson, Berichte über die Ergebnisse d. biologischen Untersuchung d. Rheins. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1907/10.
15. — Die geographische u. biologische Gliederung d. Rheinstroms. Sitzungsberichte d. Heidelberger Akademie d. Wissenschaften. 1. u. 2. Teil. 1916/17.
16. Lemmermann, Das Plankton d. Weser bei Bremen. Arch. für Hydrob. u. Planktonkde. 07. Bd. 2.
17. Schorler, Mitteilungen über d. Plankton d. Elbe bei Dresden im Sommer 1904. Arch. f. H. u. Pl. 07. Bd. 2.
18. Bethge, Das Havelplankton im Sommer 1911. Ber. d. D. Bot. Ges. 1911. Bd. 29.
19. Kolkwitz, Plankton u. Seston. Ber. d. D. Bot. Ges. 1912. Bd. 30.
20. — Das Plankton d. Rheinstroms von seiner Quelle bis zur Mündung. Ber. d. D. Bot. Ges. 1912. Bd. 30.
21. Brehm, Beobachtungen über die Entstehung d. Potamoplanktons. Internat. Revue d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. 1911. Bd. 4.
22. Quirnbach, Studien über d. Plankton d. Dortmund-Emskanals u. d. Werse bei Münster. Arch. f. H. u. Pl. 1912. B. 7.
23. Limanowska, Die Algenflora d. Limmat. Arch. f. H. u. Pl. 1912. Bd. 7.
24. Seligo, Das Leben im Weichselstrom. Mitt. d. Westpr. Fischereivereins. 1920. Bd. 32.
25. Brunnthaler, Das Phytoplankton d. Donaustromes bei Wien. Verhandl. d. Zool.-bot. Gesellsch. Wien. 1900. Bd. 50. 1907. Bd. 57.
26. V. Torka, Diatomeen der Warthe bei Posen. Zeitschr. d. Naturw. Abtlg. d. Deutsch. Gesellsch. für Kunst u. Wissenschaft in Posen. 15. Jahrg. Heft 5. 1909.

Aus der Lebensgeschichte der Flechten.

Von Dr. H. Gams.

I.

Die Flechtenforschung oder Lichenologie ist seit L i n n é, der noch alle Flechten zu einer Gattung, *Lichen*, zusammenfassen konnte, zu einem für einen einzelnen kaum mehr zu übersehenden Wissensgebiet angewachsen. Rastlos, wenn auch nicht überall mit gleichem Eifer, war die Forschung

tätig; als Marksteine seien zunächst nur F. W. Wallroths Naturgeschichte der Flechten (1825—27) und die klassischen Untersuchungen von Sch w e n d e n e r (1860—69) und B o r n e t über den Aufbau des Flechtenthallus hervorgehoben. Die Doppelnatur der Flechten darf als gesicherter Bestandteil der Forschung gelten, wenn sie

auch bis in die neueste Zeit von einzelnen Forschern (zuletzt von Elfving) bestritten worden ist. Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß eine Einteilung der Flechten nicht denselben Grundsätzen wie die übrige Systematik folgen kann, da ja jede „Art“ stets aus zweien, in einzelnen Fällen (z. B. *Peltigera aphthosa*) sogar aus drei Arten besteht. Wohl sucht auch die lichenologische Systematik genetische Beziehungen festzustellen, aber daneben spielen noch andere Gesichtspunkte stark mit, die jeder für sich zu einem besonderen System führen können. Wir können so neben der eigentlichen oder taxonomischen Systematik von einer morphologischen (nach den Gestaltsverhältnissen allein), einer phy-

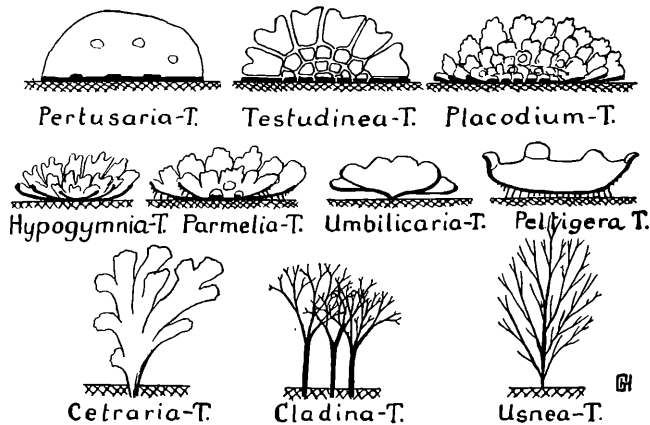


Abb. 1. Krustenflechten.

siologischen (nach den Vorgängen im Flechtenkörper: Stoffwechsel, Wachstum, Fortpflanzung usw.), einer ökologischen (nach den Beziehungen zur Außenwelt) und von einer chorologischen Systematik (nach der Verteilung auf die Florengebiete) sprechen. Im folgenden wollen wir uns nur mit den Grundzügen der Ökologie, d. h. der Haushaltslehre der Flechten, befassen, müssen aber zuvor deren Beziehungen zur Morphologie und Physiologie, deren Ergebnisse sie ständig verwertet, kurz erörtern.

Nach der Gestalt unterscheidet man seit langem Krusten-, Blatt- und Strauchflechten. Diese morphologischen Hauptgruppen können, wie vor allem Tuckerman, Reinke und Zahlbruckner gezeigt haben, bei einer Anordnung nach natürlichen Verwandtschaftsreihen nicht beibehalten werden, da in den ver-

schiedensten Gruppen (die zur Hauptsache Pilzgruppen entsprechen) sowohl Krusten-, wie Blatt- und Strauchflechten vertreten sind. Für die Einzelheiten muß auf die Darstellung A. Zahlbruckners in den Natürlichen Pflanzenfamilien von Engler und Prantl verwiesen werden; dasselbe System ist auch in Lindau's Kryptogamenflora für Anfänger (Bd. 3, 1913) zugrunde gelegt, die zur Einführung in die Kenntnis der mitteleuropäischen Flechten empfohlen werden kann.

Bei ökologischer Betrachtung ergeben sich wiederum ganz verschiedene Einteilungen, je nachdem man vom Lebewesen, also der Lebensform, oder dessen Lebensraum, in unserm Fall also Standort, richtiger Wuchsort oder Haftort ausgeht. Noch 1885 vereinigte H. Reiter die Moose und Flechten zu einer einzigen „Vegetationsform“, wie es auch der volkstümlichen Auffassung der Flechten entspricht. Die meisten Forscher, die sich mit „autökologischer Systematik“, d. h. mit der Aufstellung von Lebensformen-Gruppen, abgegeben haben, fassen die Flechten zu einem eigenen Typus zusammen, so in Deutschland Drude und in Fennoskandien, der eigentlichen Heimat der Flechtenökologie wie der Flechtensystematik, von älteren

Autoren H. v. Post, J. P. Norrlin und R. Hult und von lebenden Lichenologen: Olaf Galløe und G. Einar Du Rietz,¹⁾ der von der Grundform der „Licheniden“ spricht. Nach der Physiognomie wurden innerhalb des Flechtentypus unterschieden von R. Hult (1881): *Alectoria*-Form (= Bartflechtenform), *Cladonia*-Form (= Rentierflechtenform), *Umbilicaria*-Form (= Nabelflechtenform), *Lecideia*-Form (= Krustenflechtenform); von O. Drude (1913): Epiphytische Flechten (*Usnea*-Form), strauchigen oder blattartigen Thallus bildende Flechten auf Fels und Erde (*Cetraria*-Form, *Umbilicaria*-Form, *Cladonia*-Form) und Schorfflechten (*Lecanora*-Form); von Ed. Frey (1921): innerhalb der Krustenflechten die *Pertusaria*-, *Testudinea*-

¹⁾ G. Einar Du Rietz. Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Upsala 1921.

und *Placodium*-Form, innerhalb der Blattflechten die *Hypogymnia*-, *Parmelia*-, *Umbilicaria*- und *Peltigera*-Form, und innerhalb der Strauchflechten die *Cetraria*-, *Cladonia*- und *Usnea*-Form (Abb. 1).

Demgegenüber suchten andere Forscher die autökologische Einteilung von morphologisch-genetischen Merkmalen möglichst zu befreien und nur auf die Anpassungsmerkmale zu begründen. In diesem Bestreben verteilte zuerst A. Kerner (1863) die Flechten auf die auch Erdmoose und Blütenpflanzen (die „Chamaephyten“ *Raukias*) umfassenden „Filzpflanzen“ und die neben Krusten- und Blattflechten besonders auch gewisse Algen umfassenden „Krustenpflanzen“ Eug. Warming rechnet zu seinem „lichenoiden Typus“ außer den Flechten auch gewisse epiphytische Gefäßpflanzen wie *Tillandsia*. Auch der Verfasser¹⁾ kann keine alle Flechten umfassende Lebensformengruppe anerkennen, sondern verteilt diese auf zwei Haupttypen: den haftenden oder adnaten, wozu die ständig im Wasser lebenden Nereiden, die periodisch überfluteten Amphinereiden, die an der Luft lebenden Hafter (*Ephaptomenon*, weitere Einteilung wie bei den übrigen nach der Ernährungs- und Bewegungsweise), die in Fels oder Holz eingesenkten (Endopeten und Endoxyle) und die in andern Flechten lebenden (Parasiten) zählen und weiter auf die Kerner's Filzpflanzen entsprechenden Chamaephyten (Untergruppe Bryochamaephyten) innerhalb des wurzelnden oder radikanten Typus. Zum letzten Typus, dem frei beweglichen oder erranten, könnten nur wenige „Steppenläufer“ (gewisse Formen von *Parmelia foliacea* und *conspersa*) gestellt werden.

Zu sehr abweichenden Ergebnissen führen Einteilungen nach dem Wuchsort, da bekanntlich nebeneinander recht verschiedene Lebensformen auftreten, andererseits aber auch dieselben Formen, ja dieselben Arten, auf höchst verschiedenen Wuchsorten (z. B. auf Fels, Rinde und Dünen sand) auftreten können. Von solchen Einteilungen seien die von Arnold und Galløe genannt. F. Arnold (Lichenologische Ausflüge in Tirol [1868—97]) teilt die Stein- und Erdflechten zunächst nach dem Gestein ein und

faßt in jeder Gruppe felsbewohnende (*saxicolae*) und Erde und Moos bewohnende (*terrestres et muscicolae*) Arten zusammen, gelegentlich auch die Wasserflechten. Die Rinden- und Holzflechten ordnet er nach den Baumarten an. Ähnliche Gesichtspunkte verfolgt er in seiner Lichenenflora von München (1891—1901), in der er u. a. auch Ziegel und altes Eisen ausscheidet und die Flechtenparasiten für sich behandelt. Galløe¹⁾ teilt die Flechten Dänemarks in Dünenflechten, Heideflechten, Moorflechten, Baum- und Waldflechten und Steinflechten ein, die Flechten insgesamt in folgende Gruppen:

1. Rindenflechten: hypophloeodische (in Borke oder Holz eingesenkt) und epiphloeodische (oberflächlich wachsende) Krustenflechten, Blatt- und Strauchflechten.

2. Epiphyll, d. h. blätterbewohnende Flechten: Strauch-, Blatt- und Krustenepiphyllen.

3. Erdflechten: krusten-, blatt- und strauchförmige. Letztere, zu denen u. a. die meisten Arten der formenreichen Gattungen *Cladonia*, *Stereocaulon* und *Cetraria* gehören, werden weiter eingeteilt in Hypothalluswanderer (mit bleibendem Hypothallus, z. B. *Cladonia pyxidata* und *coccifera*, *Stereocaulon condensatum*), Podetienwanderer (mit frühzeitig bis auf die Podetien schwindendem Thallus (z. B. *Cladonia rangiferina* und *uncialis*, *Stereocaulon paschale*, *Thamnolia*) und Primärschuppenwanderer (ohne Podetien: *Cladonia foliacea*).

4. Steinflechten: epilithische und endolithische Krustenflechten, Blattflechten (*Gyrophora*-Typus [= *Umbilicaria*-Typus anderer Autoren] mit zentraler Anheftung und *Parmelia*-Typus mit ganzflächiger Anheftung) und Strauchflechten.

5. Schmarotzerflechten und 6. Saprophytische Flechten.

Es werden also hier verschiedene Einteilungsprinzipien kombiniert. Im ganzen muß gesagt werden, daß jede Einteilung nach dem Standort wenig befriedigend ausfallen muß. Im folgenden Abschnitt werden wir sehen, wie mannigfaltig und vielfach noch wenig erforscht die Einflüsse der

¹⁾ H. Gams. 'Prinzipienfrage der Vegetationsforschung. Zürich 1918. Beide Arbeiten enthalten ausführliche Literaturnachweise.

¹⁾ Olaf Galløe. Danske Likeners Ökologi. Bot. Tidsskrift 1908.
—, Forberedende Undersøgelser til en almindelig Likenøkologi. Kopenhagen 1913.

Außenwelt (Standortsfaktoren) und die als Anpassungen an diese gedeuteten morphologischen und physiologischen Eigenschaften der Flechten sind, und in einem weiteren Kapitel, daß wir beim Studium der Flechtengesellschaften wie der Organismengesellschaften überhaupt von diesen selbst ausgehen müssen, da wir zunächst in den meisten Fällen gar nicht entscheiden können, welche Eigenschaften des Wuchsortes für die Vegetation maßgebend sind und welche nicht.

ten überhaupt von diesen selbst ausgehen müssen, da wir zunächst in den meisten Fällen gar nicht entscheiden können, welche Eigenschaften des Wuchsortes für die Vegetation maßgebend sind und welche nicht.

Über Morphologie, Biologie und Systematik wasserbewohnender Dipterenlarven.

Von Dr. V. Brehm.

Ein großer Teil der Leser des „Mikrokosmos“ setzt sich aus Freunden der Hydrobiologie zusammen. Seit langer Zeit schon hat die Formenschönheit der Diatomeen und Desmidiaceen viele Amateure diesem Wissenszweig zugeführt und mit dem Aufblühen der Planktonuntersuchungen wendete sich ein namhafter Teil der Amateure der Hydrobiologie, dem Studium der Kleinkrebse und der Rädertiere zu. Die Beschäftigung mit den übrigen Tiergruppen aber blieb, da sie mit allerlei Schwierigkeiten verknüpft ist, den Fachleuten vorbehalten. Aber auch bei Durchsicht der von zünftigen Zoologen verfaßten hydrobiologischen Abhandlungen fällt uns eine auffallende Vernachlässigung gewisser Tiergruppen auf. Am stiefmütterlichsten behandelt finden wir da die wasserbewohnenden Insekten, und zwar ganz besonders die Dipterenlarven. Wenn man die um die Jahrhundertwende erschienenen Arbeiten durchsieht, könnte man fast auf die Vermutung kommen, daß die ganze deutsche Dipterenfauna, soweit sich deren Arten im Wasser entwickeln, nur aus zwei Arten bestünde: aus der in den Planktonlisten immer wiederkehrenden *Corethra plumicornis* und aus dem berühmten *Chironomus plumosus*, der so ziemlich einen Sammelnamen für alle übrigen nicht planktonischen Mückenlarven darstellte.

Bei der großen Formenfülle der in Betracht kommenden Arten, bei deren biologischer Vielseitigkeit und ökologischen Bedeutung infolge ihres Massenauftretens erscheint es heute geradezu unbegreiflich, daß erst vor wenigen Jahren das so lange vernachlässigte Gebiet in Angriff genommen wurde. Ein deutscher Zoologe, P r o f. T h i e n e m a n n, setzte es sich zum Ziel, eine genaue Beschreibung aller in Betracht kommenden Insektenlarven zu geben, durch ihre Aufzucht

den Verlauf der Metamorphose und die zu den beschriebenen Larven- und Puppenstadien gehörigen imagines festzustellen und auf dieser Grundlage nicht nur die bisher fehlende Systematik dieser Tiere zu schaffen, sondern auch diese Tiergruppe in der Biologie entsprechend zu verwerten. Mit Hilfe einer Schar zu diesem Zwecke herangebildeter junger Mitarbeiter, von denen leider einige im Kriege gefallen sind, gelang es in überraschend kurzer Zeit, das Projekt zu verwirklichen und Ergebnisse zu erzielen, die als ganz unerwartet bezeichnet werden müssen, um so mehr, als noch in jüngster Zeit den Insekten von so manchem Fachzoologen das wenig schmeichelhafte Attribut einer „faden Tiergruppe“ zuerteilt wurde und man daher vielfach keine großen Erwartungen an die Bebauung des neuen Arbeitsfeldes geknüpft hatte. Wenn wir nun heute dank der unermüdlichen und ziel-sicheren Arbeit Thienemanns auch in der Lage sind, viele solcher Larven zu bestimmen und ihrer biologischen Eigenart gerecht zu werden, so sind wir doch noch weit davon entfernt, die bei uns lebenden Formen zu überblicken. Jeder, der bisher den Versuch machte, Dipterenlarven zu züchten, machte die Erfahrung, daß ein großer Prozentsatz der gezüchteten Arten als neue Spezies beschrieben werden mußte; so waren von 3 Dipterenlarven, die ich in Lunz züchtete, 2 neu, von 5 aus den Marienbader Moorwässern gezüchteten 3 noch unbekannt. Ebenso fördern die morphologischen und biologischen Studien an diesem Material regelmäßig Neues zu tage und wir werden auch in der folgenden Darstellung mehr als einmal auf noch ungelöste Fragen stoßen.

Wir werden dem didaktischen und dem historischen Standpunkt gerecht, wenn wir uns zuerst einmal daran machen, die überall

vorkommende *Corethra*-Larve näher kennen zu lernen. Denn als einzige, dem Plankton sich stellenweise zugesellende Insektenlarve ist sie glashell und vereinigt so in sich alle Vorzüge eines durchsichtigen Modells. Dann war sie der Gegenstand einer klassischen Untersuchung Weismanns, auf die wohl auch heute noch jeder zurückgreifen muß, der sich mit Bau und Entwicklung unserer Mückenlarven beschäftigt. Gelegenheit hierzu bietet uns die in Heft 6 des laufenden Jahrgangs des Mikrokosmos (S. 110) erschienene Arbeit von Koepfel über den Hecht der Schnakenlarven (die Büschelmücke, *Corethra plumicornis*).

Wenn ich voraussetze, daß der Leser im Besitz des Dipterenheftes 2 A der Brauerischen Süßwasserfauna sich befindet sowie des hübschen Büchleins „Unsere Wasserinsekten“ von G. Ulmer, so kann ich mich über die Systematik um so kürzer fassen, da es dann nur noch erforderlich ist, auf die eben erst in den letzten Jahren näher bekannt gewordenen Tendipedidenlarven etwas genauer einzugehen, mit denen wir uns im folgenden ja hauptsächlich befassen wollen. Wer also beim Bestimmen mit der von Grünberg bei Brauer gegebenen Tabelle bei Nr. 7 in der Larventabelle angelangt ist, mag mit Hilfe nachstehenden Schlüssels noch spezieller die Zugehörigkeit der ihm vorliegenden Larvenform ermitteln:

1. Larven wurmförmig, d. h. ohne Gehhöcker und Nachschieber (Beispiel Abb. 100 bei Ulmer!)
Ceratopogoninae
 (= *Culicoidinae*)
 L. mit Gehhöckern und Nachschiebern 2
2. Antennen retraktil. Kopf meist mit auffälliger Muskulatur. Präanale Borstpinsel auf Chitinstäben
Tanypodinae
 (= *Pelopiinae*)
 A. nicht retraktil, präan. 3
 B. nicht auf Chitinstäben.
3. Antennen auf Höckern. Lauterbornsche Organe deutlich. Klauenspitzen bilden ein Hufeisen
Tanytarsidae
 A. der Kopfkapsel direkt aufsitzend. Lauterb. O. undeutlich oder fehlend. Klauenspitzen bilden einen geschloss. Kranz 4

Die als 4 übrigbleibenden Gruppen lassen eine weitere Einteilung in *Orthocladinae*, *Cryptochironominae*, *Chironominae* zu, für die, sowie für die weiteren Untereinteilungen bereits eine von Thienemann verfaßte Bestimmungstabelle im Manuskript vorliegt, deren

Veröffentlichung wohl in nächster Zeit zu erwarten ist.

Gehen wir nun noch etwas näher auf die Gruppen 1 bis 4 ein! Die *Culicoidinae* umfassen nur wenige Gattungen, von denen einige durch halophile Arten interessant sind: So *Culicoides*, deren Arten *Riethi* und *sali-*

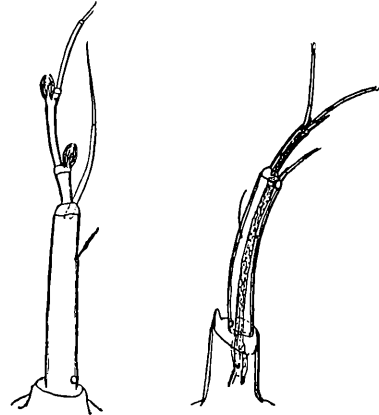


Abb. 1. Antenne von *Tanytarsus agratoides*. 170f. Vergr. (Nach Bause.)
 Abb. 2. Antenne von *Tanytarsus thernipies*. 125f. Vergr. (Nach Bause.)

narius in westfälischen Salinenwässern gefunden wurden, während andere aus brackischen Mangrovesümpfen Brasiliens bekannt sind. *Dasyhelea* ist ebenfalls durch eine Art, *diplosis*, in der Binnensalzwasserfauna Deutschlands vertreten, sowie durch die *halophila* in der merkwürdigen „rock-pool“-Fauna der Adriaküste. Die *Forcipomyia* macht nur in einem Fall die Entwicklung im Wasser durch (*F. Mülleri* in Thüringen), während die anderen Arten in Mist, faulen Pilzen, Harz sich entwickeln oder myrmekophile Larven besitzen. Die Puppen sind durch Dornenbesatz und das gabelspitzige Ende meist schon mit freiem Auge zu erkennen. Sehen wir von den meist außer Wasser lebenden *Forcipomyia*-Arten ab, so können wir die Larven kurz in folgender Weise unterscheiden:

- | | | |
|---|-------------------|---|
| 1. Larve mit Nachschieber | <i>Dasyhelea</i> | |
| Larve ohne Nachschieber | | 3 |
| 2. Kopf herzförmig: Breite zur Länge = 1:2 | <i>Culicoides</i> | |
| Kopf schmal: Breite zur Länge = 1:3 | | 3 |
| 3. After von 8 paarig gestellten Borsten umgeben | <i>Bezzia</i> | |
| Außerdem noch je eine kurze Borste dicht am After | <i>Palpomyia</i> | |

Die Gruppe der *Tanypodidae* umfaßt außer *Tanytus* und *Micropelopia* zwei Gattungen,

die uns im biologischen Teil noch beschäftigen, nämlich *Macropelopia* und *Psectrotanypus*, die sich von den anderen Gattungen dadurch unterscheiden, daß an den Antennen das Verhältnis der Antennenbasis zur Geißel 7 : 1 erreicht, während bei den anderen es von 6 : 1 bis 3 : 1 sinkt. Biologisch ist diese Gruppe weniger vielseitig als die vorige; doch kommen auch halophile Arten vor und die überhaupt sehr widerstandsfähige Larve von *Psectrotanypus brevicar* ist mir z. B. in einer stark aluminiumsulfathaltigen Quelle untergekommen.

Die dritte Gruppe der Tanytarsiden umfaßt gerade jene Formen, die uns am meisten interessieren, weshalb auch für diese eine speziellere systematische Übersicht mitgeteilt sei.

1. Labium jederseits mit 5 Seitenzähnen 2
Labium mit 6 Seitenzähnen; frei bewegliche Gehäuse 3
2. Große gegenständige L.O.¹⁾ auf halblangen Stielen Attersee Tanytarsus
Große sitzende L.O.: Lauterborni-Gruppe
Kleine L. O. auf kurzen Stielen. Kielgehäuse: Rheotanytarsus
Kleine L. O. auf langen Stielen Schlammröhren-Tanyt.
3. Mit Dentaliumgehäuse Stempellina
Mit spindelförm. Gehäuse Lauterborniella
Mit konischem Gehäuse Zavrelia.

Unter der riesigen Formenfülle, die unter Nummer 4 übrig blieb, können wir, wenn wir's nicht allzu genau nehmen, die Orthocladien von den Tendipediden (= Chironomiden) dadurch unterscheiden, daß jene am 11. Segment niemals Anhänge tragen, während diese meistens vier ventrale „Kiemenschläuche“ (tubuli) besitzen. Die Unterscheidung der einzelnen Gattungen ist im Larvenstadium noch keineswegs gesichert und, wenn dies der Fall ist, meist nur auf Grund diffiziler Untersuchung möglich. Eine Ausnahme davon bildet die Gattung *Psectrocladius*, die auf den ersten Blick daran kenntlich ist, daß die Borsträger des drittletzten Segmentes an der Basis einen nach hinten gewendeten Sporn tragen. Diese durch den eben erwähnten Sporn morphologisch wohl charakterisierte Gattung zeigt sich auch biologisch gut umschrieben; denn die meisten Larven dieser Gattung bauen ein in grüne Fadenalgen gehülltes, frei im Wasser schwimmendes Gallertgehäuse, aus dem die Larven blitzschnell ihren Körper hervorstrecken, als ob sie die

Absicht hätten, an ihrer tonnenförmigen Wohnung eine Schwungstemme auszuführen. Unwillkürlich wird man bei ihrem Gebaren an die Turnübungen der Phronima in ihrem Salpengehäuse erinnert, die uns C. Vogt in so launiger Weise beschrieben hat.

Mehrfach fanden in unseren provisorischen Bestimmungstabellen Sinnesorgane Erwähnung, die man in unseren gewöhnlichen Lehr- und Handbüchern vergeblich suchen wird, ja über die man sogar in dem prächtigen Werk „Die Sinnesorgane der Arthropoden“ von Demoll kaum Aufschluß finden kann. Sind doch selbst die so auffallenden Lauterbornschen Organe nicht einmal dem Namen nach dort erwähnt.

Es wird daher angezeigt sein, einen Überblick über die wichtigsten dieser Organe zu geben, der aber durchaus keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen will.

An den Antennen treffen wir am Basalglied das Ringorgan, dessen Bau und Bedeutung unbekannt ist, sowie oft eine „hyaline“ Blattborste. — Das erste Geißelglied der Antenne ist gewöhnlich der Sitz eines Leydigischen Kolbens (vergl. Cyclops) sowie der Lauterbornschen Organe (Abb. 3). „Dieselben besitzen eine ungefähr birnkelchförmige Gestalt, ihre Wandung ist durch zahlreiche gekrümmte Borsten versteift, die wie die Stäbe eines Käfigs oder einer Reuse sich über dem im Zentrum sich erhebenden Sinneskegel zusammenschließen. Wir haben es bei ihnen mit höchst eigenartigen Antennalorganen zu tun, für die aus der ganzen Klasse der Insekten schwer ein Analogon zu finden sein möchte. Am meisten Wahrscheinlichkeit dürfte noch die Annahme haben, daß diese Organe, die nur röhrenbewohnenden Larven zuzukommen scheinen, vielleicht dazu dienen, dem Tiere Aufschluß zu geben über etwaige Wechsel in der chemischen oder physikalischen Beschaffenheit des Wassers außerhalb der Röhre, ohne daß die Larve sich mit ihrem Körper aus ihrem schützenden Gehäuse zu entfernen braucht.“ (Lauterborn.)

Als Holmgrensche Organe wurden früher fälschlich als Frontalorgane be-

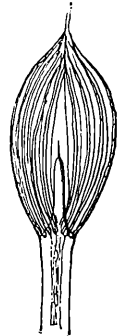


Abb. 3. Großes Lauterbornsches Sinnesorgan. (Nach Lauterborn.) 1000 f. Vergr.

¹⁾ L.O. = Lauterbornsche Organe.

zeichnete Sinnesorgane erwähnt, die meist hinter den Nebenaugen liegen; es sind runde Scheiben mit radialen dunklen Bändern. Bau und Bedeutung unbekannt.

Das Miallsche Organ ist identisch mit dem sog. dorsalen Borstenträger der Systematiker. Am dorsalen Hinterrand des 9. Abdominalsegmentes stehen meist auf 2 besonderen Trägern 2 Borstenbüschel. Daß dieses Gebilde ein Sinnesorgan ist, wird dadurch wahrscheinlich, daß an der Basis des Trägers eine Ganglienzellengruppe steht.

Polyskolopische Chordotonalorgane sind regelmäßig an die hintere Basis jedes Borstenträgers angesetzt. Demnach stellt vielleicht das Miallsche Organ nur einen Teil dieses Apparates dar, der dazu bestimmt ist, Erschütterungen des Wassers zu perzipieren. Die Borstenträger sind dabei die äußeren Hebel, die ihre Bewegung auf die Saite des inneren Chordotonalorganes übertragen. Auch die imagines verfügen über Chordotonalorgane; diese sind aber nicht mit denen der Larven identisch, sondern haben ihren Sitz in den Antennen und sind nach einem ganz anderen Bauplan gebildet, weshalb sie wiederum als besondere Organe unter dem Namen Johnstonsche Organe beschrieben wurden. Sie bestehen aus einem Chitinring mit radialen Chitindornen, vergleichbar dem Spillrad am Schiffssteuer.

Daß ein eigenartiger Typus von Sinnesorganen, eben die Lauterbornschen, mit dem Gehäusebau zusammenhängt, läßt erwarten, daß dieser besonders entwickelt sei. Unsere Bestimmungstabelle vermerkt das Auftreten deutlicher solcher Organe bei den Tanytarsiden. Und damit stimmt nun wieder in ausgezeichneter Weise überein, was ein neuerer Monograph, E. Bause, über diese Gattung sagt: zeichnen sich insbesondere die Larven der Gattung Tanytarsus durch eine solche Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit ihrer Bauformen aus, daß sie in dieser Hinsicht einen Vergleich mit jeder anderen gehäusebauenden Insektengruppe wohl aushalten können; und während bisher die Trichopteren als die Baukünstler κατ' ἐξοχήν unter den Insekten galten, werden sie wohl nun den Ruhm an unsere Gattung abtreten.

Doppelt interessant erscheint nun dieser Gehäusebau, wenn wir ihn mit dem anderer Insekten vergleichen. In der zweiten Hälfte

des vorigen Jahrhunderts beschrieb Mac Lachlan die Trichoptere *Agraylea pallidula*, deren Larve sich ein brillenfuttermalähnliches Gehäuse herstellt. 1909 stellte Thienemann fest, daß die Larve der Tanytarside *Lauterborniella agrayloides* Kieff. (Abb. 4), wie schon im Speziesnamen zum Ausdruck kommt, genau solche eigentümliche Gehäuse baut, und das verflossene Jahr brachte wiederum durch Thienemann die Entdeckung, daß derselbe Gehäusotypus unabhängig von den beiden schon genannten Fällen noch ein drittes Mal auftaucht, nämlich bei der Tipulidenlarve *Thaumastoptera calceata*. — Wir werden unwillkürlich an andere Beispiele erinnert, in denen wir polyphyletisches Entstehen morphologischer und biologischer Erscheinungen annehmen müssen, an die vielen Instinktparallelen bei Termiten und Ameisen, oder an die morphologischen Parallel-Erscheinungen der „Moosauswüchse“ bei verschiedenen Dipterentypen (Phalacrocer, Triogma, Liogma, Cyliodrotoma), worüber kürzlich Lenz und Thienemann berichtet haben. (Die Metamorphose der Cyliodrotomiden; Archiv f. Naturg. 1919.)

Die Ähnlichkeit bestimmter Tanytarsidenlarvenköcher mit Trichopterengehäusen kehrt noch öfters wieder und wird besonders dann auffallend, wenn die Gehäuse durch Auflagerung von Fremdkörpern ausgezeichnet sind, wie bei *Zavrelia* (Abb. 5), deren Röhren mit Diatomeenpanzern und Rhizopodenschalen bedeckt werden. „Die Ähnlichkeit mit einem Trichopterenköcher wird noch dadurch vermehrt, daß die Larve ihr Gehäuse vorn und hinten mit einem häutigen Deckel verschließt, der im Zentrum von einer kreisförmigen Öffnung durchbrochen ist.“

Weit häufiger als Formen mit transportab-



Abb. 4. Larve von *T. agrayloides* mit Gehäuse.
(Nach Lauterborn.)
30f. Verg.

lem Gehäuse sind solche mit fixierten Wohnröhren. Einen besonderen Typus unter diesen bilden die Arten der bachbewohnenden Gattung *Rheotanytarsus*, deren kurze, konische Sandgehäuse mit Kielfäden versehen sind, die sich über den Rand der Gehäusemündung als „Fangfäden“ fortsetzen. Neben Formen, die flach auf Steinen be-

festigt sind, kommen auch solche vor, bei denen ein solcher Kielfaden über das Hinterende des Gehäuses hinaus verlängert ist und zur Verankerung des Gehäuses dient, wobei dieser Stiel durch seine Elastizität das gestielte Gehäuse frei von der Unterlage abstehend erhält (Abb. 6 und 7). Gerade diese Rheotanytarsusgehäuse sind ferner Beispiele für eine theoretisch bedeutsame Erscheinung. Wir finden hier nämlich Arten, die bei völliger morphologischer Übereinstimmung durch biologische Verschiedenheiten, eben durch verschiedenen Gehäusebau, sich unterscheiden lassen. Wir werden diese biologische Artdifferenzierung wohl mit den biologischen Rassen der Uredineen vergleichen dürfen, um allgemeinere Gesichtspunkte zu gewinnen und wir werden ferner an den eigenartigen Fall erinnern, daß die systematische Gliederung der imagines

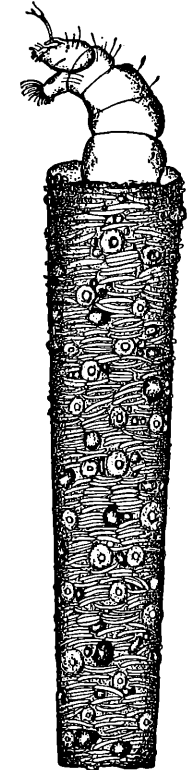


Abb. 5. Gehäuse von *T. pentatoma* (Zavrelia-Gruppe). (Nach Lauterborn.) 15f. Vergr.

und der Larven nicht kongruent sind. Zwei Fälle sind hier zu unterscheiden. Einmal liegt der Fall vor, daß aus nicht unterscheidbaren Larven verschiedene imagines ausschlüpfen; es besteht dann natürlich eine Dissonanz zwischen der Imaginalsystematik und der Larvensystematik; die Imaginalsystematiker neigen der Ansicht zu, daß ihr System den natürlichen Verhältnissen entspreche und daß der Umstand, daß verschiedene Spezies im Larvenzustand nicht unterscheidbar wären, ganz den auch anderweitig gemachten Erfahrungen entspräche, daß Entwicklungsstadien verschiedener Formen einander um so ähnlicher werden, je

jünger sie sind. Die Nichtunterscheidbarkeit verschiedener Larven bedeutet demnach noch lange keine Identität, da nur die Produktion sichtbarer Mannigfaltigkeit noch nicht eingesetzt hat. Die Larvensystematiker wiederum neigen teilweise, wie z. B. Rhode, zu der Anschauung, daß morphologisch nicht unterscheidbare Larven identisch seien und daß die vermeintlich verschiedenen imagines, die aus solchen Larven entstünden, durch Milieuwirkung bedingte Modifikationen, also nicht spezifisch verschieden seien. Da die Entscheidung durch das Experiment möglich ist, wird wohl diese Frage in absehbarer Zeit gelöst werden. Es führt uns aber dieser Streit zwischen Larven- und Imaginalsystematik auf eine bereits bei den Sinnesorganen berührte Schwierigkeit, die ich als Beziehungslosigkeiten im Lauf der Insektenentwicklung bezeichnen möchte und die bei der sonstigen Einheitlichkeit des Arthropodenstammes um so mehr überraschen muß, als bei einem anderen Zweig der Arthropoden, den Krustazeen, geradezu vorbildlich exakte Beziehungen in morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Erscheinungen festzustellen sind, weshalb ja gerade die Krustazeen zu den klassischen Objekten der vgl. Morphologie geworden sind. (Claus.)

Wer aber etwa von den Kopepoden kommend an die Entwicklung und vgl. Morphologie der Dipterenlarven herantritt, muß seine altgewohnten Vorstellungsräume über Bord werfen und umlernen. Wie schön hat sich z. B. jüngst die Trennung der zuerst natürlich nur auf Grund reifer Exemplare unterschiedenen Gattungen *Moraria* und *Canthocamptus* auch durch vgl. Untersuchung der Nauplienentwicklung begründen lassen. Gleichzeitig handelte es sich um eine systematische Fixierung der Gattungen *Diamesa* und *Prodiamesa*, unter den Dipteren, zu denen ökologisch wichtige Leitformen gehören, wie wir gleich sehen werden. Beide Gattungen wurden auf Grund des Aussehens der imagines zur Familie der Tanypinen gerechnet, Larve und Puppe aber verlangen ohne Zweifel die Zuordnung zu einer ganz anderen Familie, den Orthocladinen. Freilich ist gegenüber den Krustazeen hier die Lebensweise der Larven im Wasser und der imagines in der Luft so grundverschieden, daß es vielleicht nicht überrascht, wenn der vgl. Morphologe sich außer stande sieht, bestimmte Teile des Imagokörpers zu korre-

spondierenden der Larve in Beziehung zu setzen. Aber diese Beziehungslosigkeit macht sich auch beim Vergleich der imagines untereinander und der Larven untereinander in sehr unangenehmer Weise bemerkbar. Wer z. B. sich mit Zyklopen beschäftigt hat, weiß trotz der von 6—18 schwankenden Zahl der Antennenglieder jedes Glied der Antenne einer Art mit einem Glied oder einer Gliedergruppe der Antenne einer zweiten Art als homolog zu bezeichnen; die Glieder mögen sich trennen oder untereinander verschmelzen, die an ihnen sitzenden Sinnesorgane behalten ihren Platz unbekümmert bei, sie sind die ruhenden Pole in der Erscheinungen Flucht. Anders bei den Insektenlarven; hier geht die Sache so weit, daß in einigen neueren Arbeiten ernstlich daran gezweifelt wird, ob termini wie Oberlippe überhaupt homologe Dinge bezeichnen.

Erfreulichere Fortschritte als auf dem Gebiet der vgl. Morphologie haben wir auf biologischem Gebiet zu verzeichnen. Bereits lassen sich in groben Umrissen ökologische Gesellschaften erkennen, die durch interessante physiologische Eigentümlichkeiten gekennzeichnet sind. Über verschiedene facies im fließenden Wasser hat Thienemann in seiner Arbeit über den Bergbach des Sauerlandes eingehend berichtet; im stehenden Wasser bilden die Minierformen der Krustensteine der Uferzone, die Minierformen der Schwimmblätter des Aufwuchses, die Schlammbewohner des Seichtwassers, die Vertreter der Tiefenfauna bereits näher studierte Biocönosen und wir wollen einmal gleich der interessantesten derselben, der Tiefenfauna, unser Augenmerk zuwenden.

Schon die früheren Autoren bemerkten das massenhafte Auftreten von Mückenlarven am Grund tiefer Seen; diese ungewöhnliche Erscheinung führte sie, so z. B. Forel und Lampert, zu der Ansicht, daß diese Tiefenlarven neotenische Formen wären. Schon Zschokke vertrat die gegenteilige Ansicht, daß nämlich auch aus diesen Tiefenformen geschlechtsreife imagines entstünden, die oberhalb des Seespiegels kopulierten. Aber erst 1912 gelang es Fehlmann, an der von ihm neu entdeckten *Pelopia Fehlmanni* diesen Vorgang tatsächlich festzustellen. Einzelheiten über die Vorgänge auf dem oft über 100 m betragenden Weg zur Tiefe und wieder herauf an die Oberfläche, bei denen die Entwicklungsstadien oft chemisch und physi-

kalisch sehr differente Wasserbezirke passieren müssen, speziell über die Dauer dieser Vorgänge, fehlen noch. Hingegen sind wir über die wechselnde Zusammensetzung der Dipterenlarvenfauna großer Seetiefen bei verschiedenen Seetypen schon leidlich gut unterrichtet. Thienemann hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß zwei auch anderweitig verschiedene Gruppen von Seen sich auffällig durch ihre Dipterenbodenfauna unterscheiden.

In den Seen des baltischen Typus, in denen

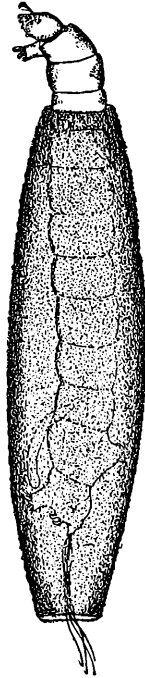


Abb. 6. Gehäuse von *T. flexilis* (nach Lauterborn). 15f. Vergr.

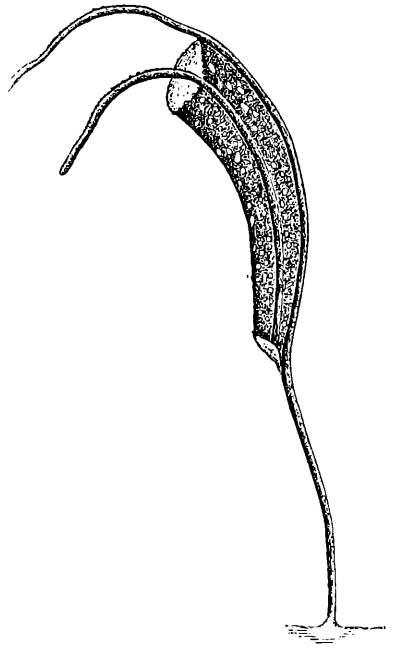


Abb. 7. Gestieltes *erigius*-Gehäuse mit 3 Kieffäden. (Nach Lauterborn.) 10f. Vergr.

das Sommertiefenwasser einen Sauerstoffgehalt von nur 4—0 cm³, also 50—0 % der Sättigung besitzt, setzt sich die Tiefenfauna aus *Chironomus*-Arten zusammen: *Chironomus*-Seen; in den Seen des sog. subalpinen Typus, deren Tiefenwasser mindestens 6 cm³ O₂ im Liter enthält (=70% der Sättigung), aber sind Angehörige der Gattung *Tanytarsus* Leitformen der Tiefenfauna: *Tanytarsus*-Seen.

In den deutschen Seen haben sich speziell die *Tanytarsiden* *Lauterbornia coracina* und *Prodiamesa bathyphila* als Indikatoren hohen O₂gehaltes erwiesen, während die *Chironomus*-Seen durch die Arten *Liebeli-bathophilus*

und *plumosus* der Gattung *Chironomus* gekennzeichnet sind. Dabei erweist sich die Verteilung dieser beiden Arten wiederum durch die Sauerstoffverhältnisse bedingt; ist nämlich im Winter in der Tiefe der O_2 -gehalt = 8—10 cm³ im Liter (= 96—110 %), so dominiert *Liebeli-bathophila*; geht der O_2 -gehalt auf 50 % herab, so gewinnt *plumosus* die Oberhand, sinkt der O_2 -gehalt noch tiefer, so lebt im Tiefenwasser nur noch *Corethra plumicornis*.

Die interessantesten biologischen Eigentümlichkeiten der Minierer, die Moosbewohner in Bächen, der Fauna hygropetrica usw. darzustellen, würde unseren Artikel, der ja nur den Zweck verfolgt, das Interesse auf einen bisher stark vernachlässigten Zweig der Biologie zu lenken, über Gebühr ausdehnen. Vielleicht findet sich Gelegenheit in einer Anleitung zur Aufzucht wasserbewohnender Dipterenlarven, auch auf diese Punkte zurück zu kommen.

Für denjenigen, der sich etwas eingehender mit den Süßwasserdipterenlarven beschäftigen will, seien vorerst einige Abhandlungen zitiert, in denen auch umfangreichere Literaturnachweise zu finden sind:

- Bause, E. Die Metamorphose der Gattung Tanytarsus. Archiv für Hydrobiologie. Suppl.-Bd. II. 1913.
 Gripekoven, H. Minierende Tendipediden. ibidem 1913.
 Potthast. Die Metamorphose der Orthocladiusgruppe. ibidem 1913.
 Thienemann und Zavřel. Die Metamorphose der Tanyptinen. Suppl.-Bd. II. 1916.
 Thienemann. Die Chironomidenfauna der Eifelmaare. Verhdlg. naturh. Ver. preuß. Rheinlande. 1915.

Ferner sei bemerkt, daß sich das Bändchen der Brauerschen Fauna, das die Chironomiden enthalten wird, bereits in Vorbereitung befindet, so daß man bald in der Lage sein dürfte, ohne großen Literaturapparat mit Hilfe dieses von Prof. Thienemann bearbeiteten Buches an das Studium dieser so überaus interessanten Bewohner unserer Gewässer heranzugehen.

Ein neuer Wassers schöpfer zur Planktonkunde.

Von Studienrat Dr. E. Wasserloos.

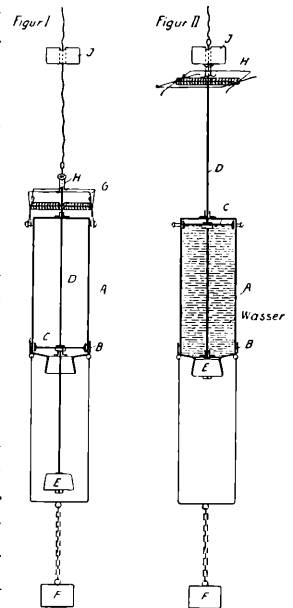
Im vergangenen Sommer leitete ich in Gemeinschaft mit meinem Kollegen, Herrn Studienrat Engländer, eine biologische Arbeitsgemeinschaft in der Volkshochschule der Stadt Essen. Eine Einführung in die Planktonkunde war das Ziel. Unsere Studien fußten auf Beobachtungen, die teils im Freien angestellt, teils im biologischen Laboratorium der Viktoriaschule gesammelt wurden, wo uns eine Reihe von Mikroskopen zur Verfügung standen. Als Wassers schöpfer diente eine Meyersche Stöpselflasche. Angeregt durch die praktischen Versuche und durch meine Ausführungen über hydrobiologische Apparate kam ein Teilnehmer der Arbeitsgemeinschaft, Herr Gustav Scheidt, auf den Gedanken, einen besseren Wassers schöpfer zu konstruieren. Ursprünglich mit einfachen Mitteln aus Konservenbüchsen zusammengelötet, machte dieser Apparat im Laufe der Zeit eine Vervollkommenung durch und erwies sich bei Versuchen im Werdener Hafen recht brauchbar. Herr Scheidt ließ sich für seinen Apparat Gebrauchsmusterschutz geben. Seinem Wunsche, den Wassers schöpfer weiteren Kreisen bekannt zu machen und vielleicht dadurch den Anreiz zu einer

Herstellung im großen zu geben, komme ich gerne nach.

Der Apparat dient dazu, aus beliebiger Tiefe Flüssigkeitsproben zu entnehmen, um diese auf ihre chemische und physikalische Beschaffenheit zu untersuchen. Das Wesentlichste an dem Schöpfer ist ein nach unten offener Zylinder, der in beliebiger Tiefe durch ein an dem Senklot heruntergelassenes Laufgewicht geschlossen wird. Figur I stellt den Apparat vor dem Versenken dar. Der Zylinder *A* trägt an seinem unteren Ende eine abnehmbare Kapsel *B* mit trichterförmigem Ansatz. In dem Zylinder befindet sich ein dichtschließender Kolben *C*, der an der zentralen Stange *D* befestigt ist. Diese trägt an ihrem unteren Ende einen massiven Konus *E*, der in den trichterförmigen Ansatz der Kapsel *B* hineinpaßt und diesen dicht schließt. An der Kapsel *B*, die den unteren Abschluß des Zylinders *A* bildet, ist ein Gestänge mit dem Beschwerungsgewicht *F* eingehängt. Der Zylinder wird durch die Haltevorrichtung *E* an zwei Zapfen in der Stellung gehalten, wie sie Figur I zeigt, der Kolben *C* steht dabei im unteren Ende des Zylinders. Die Haltevorrichtung *G* besteht aus zwei

Scherenbügeln mit Federspannung, die durch den Ringhaken *H* in Vorspannung gehalten werden. Hat der Apparat die gewünschte Tiefe erreicht, so läßt man das Ringgewicht *J* an dem Senklot herunter. Das Ringgewicht schlägt dabei auf den Ringhaken *H* und drückt ihn herunter. Dadurch wird der Scherenbügel entspannt; die Scherengreifer lassen die Zapfen des Zylinders los. Die Einzelteile des Apparates kommen in die in Figur II gekennzeichnete Lage. Durch sein eigenes Gewicht, das in seiner Wirkung noch durch das Beschwerungsgewicht *F* verstärkt wird, wird der Zylinder nach unten gezogen. Der Kolben *C* kommt dabei in den oberen Teil des Zylinders zu stehen, der Zylinder füllt sich mit Flüssigkeit und der Konus *E* verschließt die trichterförmige Öffnung des Zylinderansatzes. Das Gestänge *H D E* geht durch die Mitte der oberen Zylinderplatte; da es hier nicht luftdicht durchgeführt ist, so kann die ursprünglich oberhalb des Kolbens sich befindende Luft hier entwei-

chen. Ist der Zylinder mit Flüssigkeit aus der zu untersuchenden Schicht gefüllt, so kann weitere Flüssigkeit nicht mehr eindringen; er kann ohne Gefährdung seines Inhaltes nach oben gezogen werden. Das Entleeren geschieht zweckmäßig über einem Gefäß, indem man die Stange mit dem Kolben in ihre Anfangsstellung zurückdrückt. — Der Apparat ist zerlegbar, einfach zu handhaben und gut zu reinigen.



Der neue Wasserschöpfer.
Erklärung im Text.

Kleine Mitteilungen.

Interessante Beobachtungen über **Schwellungsdeformationen bei pflanzlichen Zellkörnern** stellte Prof. K ü s t e r an (Zeitschrift f. wissenschaftl. Mikroskopie 1922, Bd. 38). Legt man Zellen der Epidermis von *Allium cepa* in eine KNO_3 -Lösung (Salpeter), so sieht man bereits nach 24 Stunden den Kern deutlich schwellen, seine Umrisse schärfer werden. Seine Form zeigt allerhand Anomalien; es treten außerdem breite Blasen hervor, oder es werden deren 2 oder mehrere sichtbar, die dem Kern ein rosetten- oder morulaähnliches Aussehen geben. Zuweilen sind diese Vorwölbungen hart und flach, so daß sie die normale Form des Kernes nur wenig alterieren, in anderen Fällen sind sie sehr groß, das Volumen des Kernes wird verdoppelt und vervielfacht und es erscheinen Formen amöboid gelappt oder in Fragmentation begriffener Kerne.

Diese Veränderungen zeigten sich teilweise schon an der lebenden Zelle, in anderen Fällen wurde eine Fixierung mit Jod notwendig.

Läßt man die Epidermispräparate länger als 24 Stunden im Plasmolytikum liegen, so treten am Zellkern keine wesentlichen Veränderungen mehr auf; als auffallend zu erwähnen bleibt nur noch die Ausstoßung des Zellkerns an die Oberfläche des Zellenleibes und die Vorwölbung der Kernblase über diese hervor.

Dr. P. Sch.

Dr. H. R o c k berichtet in der M. Med. Wochenschr. 1922, Nr. 19 über die **Durchführung des Uberganges vom Dunkel- zum Hellfelde** mit dem Leitzschen Spiegelkon-

densor für Dunkelfeldbeleuchtung. Um auch bei älteren Mikroskopsystemen einen schnellen Wechsel zwischen Hell- und Dunkelfeldbeleuchtung zu ermöglichen, empfiehlt er, den Kondensor zu senken. Will man z. B. nach einer Spirochätenuntersuchung im Dunkelfelde eine Gonokokkenuntersuchung im Hellfelde vornehmen, so wird der Tubus gehoben, das Spirochätenpräparat entfernt, das Wasser am Kondensor mit Filtrierpapier abgesaugt, das Gonokokkenpräparat aufgelegt, ein Tropfen Zedernöl darauf gebracht und die Immersion wie gewöhnlich eingetaucht. Nun faßt die linke Hand des Beobachters die Schraube zur Regulierung des Beleuchtungsapparates und beginnt langsam den Kondensor durch vorsichtige Schraubenbewegung samt dem ganzen Beleuchtungsapparate zu senken. Sehr bald beginnt sich während des Senkens über die anfangs völlig dunkle Fläche vom Rande her Licht zu verbreiten, bis schließlich das gesamte Sehfeld vollkommen hell geworden ist und das Präparat nach den gewöhnlichen Methoden scharf eingestellt und durchmustert werden kann. Die Entfernung von der unteren Fläche des Objektträgers bis zur oberen Grenzfläche des Spiegelkondensors beträgt bei dieser Beleuchtung etwa $1-1\frac{1}{2}$ cm. Betrachtung durch Objektiv 3 gibt keine brauchbaren Bilder.

Dr. P. Sch.

Die Entwicklungsgeschichte von *Ilex aquifolium*, unserer Stechpalme, beschreibt S c h ü r h o f f (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellschaft 1921, Bd. 39, Heft 10). Es bildet

sich ein normaler achtkerniger Embryosack, das Endosperm wird von Beginn an zellulär angelegt, d. h. nach jeder Kernteilung folgt auch die Bildung der neuen Zellwand. Es zeigt sich, daß die von Engler unter der Reihe der Sapindales zusammengestellten Familien außerordentliche Unterschiede aufweisen, so daß weitere zytologische Untersuchungen sicher zu einer besseren Klassifizierung beitragen werden. Jedenfalls ist schon festgestellt, daß auf Grund der Untersuchungen von Samuelsson die Empetrazee nicht mehr zu den Sapindales, sondern zu den Ericales zu rechnen sind. Dr. P. Sch.

Eine neue Farbreaktion konnte ich bei meinen Versuchen mit dem Pariser Blau oder Ferriferrocyanid $[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3\text{Fe}_4$ feststellen. Versetzt man nämlich eine Lösung von Pariser Blau mit Kalilauge oder Natronlauge, so wandelt sich die blaue in eine charakteristisch gelbe Färbung um, die auf Zusatz von Schwefelsäure wieder in Blau übergeht. Die Reaktion tritt schon bei ziemlich geringen Mengen von $\text{K}(\text{OH})$ oder $\text{Na}(\text{OH})$ ein, so daß uns in dem Ferriferrocyanid ein ziemlich empfindliches Reagens auf Kali und Natronlauge gegeben wäre. K. Erpelding.

Eine histochemische Reaktion zur Darstellung der Kupfferschen Sternzellen der Leber beschreibt A. Stöcker in No. 3 der D. Med. W., Jhrg. 1922. Frische Gefrierschnitte der Leber werden in schwacher Formalinlösung fixiert und kurz vor Anfertigung des Präparats 5–10 Minuten lang in 30%iges Formaldehyd getan. Alsdann werden die Schnitte auf dem Objektträger ausgebreitet, ein Tropfen konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt und das Ganze mit einem Deckglase bedeckt. Sofort wird der Umriß der Sternzellen sichtbar, indem dieselben zunächst eine flüchtige violette Tönung, dann eine tiefbraune Färbung annehmen. Die Färbung verdeckt die Stelle des Zellkerns nicht. Das Lebergewebe färbt sich für gewöhnlich nicht. Die Anfertigung von Dauerpräparaten soll möglich sein. Die Färbung beruht auf der Anwesenheit von Cholesterin in den Sternzellen. Die Reaktion ist zum ersten Male im Jahre 1908 von Golodetz für Cholesterinkristalle beschrieben worden. Die Reaktion ist für diesen Stoff streng spezifisch. Cholesterinester geben sie nicht. P. R.

Ueber Ersatz von Zedernöl durch andere Immersionsflüssigkeiten berichtet R. Wasky in der Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, Bd. 37, H. 3. 1921. Die Ersatzmittel müssen folgende Forderungen erfüllen: 1. Sie müssen den gleichen Brechungsexponenten ($n = 1,51-1,52$) haben. 2. Sie müssen gefahrlos für Metall und Glasgegenstände, sowie für den Fassungskitt des Objektivs sein. 3. Sie müssen einen hohen Grad von Viskosität besitzen und müssen 4. farblos sein. Diesen Forderungen genügen folgende Stoffe: 1. Paraffinöl, je nach Sorte $n = 1,46-1,52$, die schwächer brechenden Öle gemischt mit Methylsalizylsäureester (Gaultheriaöl), $n =$

1,5352; 2. Rizinusöl ($n =$ etwa 1,4770), gemischt mit Methylsalizylsäureester oder mit Zimtaldehyd ($n = 1,6111$) oder mit Zimtöl. Wenn man die Refraktion ohne Refraktometer vergleichen will, dann lege man je ein Stärkekorn in das Ersatzmittel und in Zedernöl und vergleiche bei schwacher Vergrößerung mit dem Mikroskop. P. R.

Einen brauchbaren Thermoregulator beschreibt H. Hasselbruig in Botan. Gaz. Bd. 71, No. 4. 1921. Es handelt sich um ein Kontaktthermometer mit einem elektrischen Läutewerk, das man auf verschiedene Temperaturen einstellen kann. Das Thermometerrohr ist 30 cm lang und in seinem oberen Ende rechtwinklig umgebogen und kugelförmig erweitert. Etwas über dem Platinkontakt ist die Thermometerkapillare verengt. Man kann aus ihr beliebig viel Quecksilber in die als Reservoir dienende Kugel schleudern (etwa in der Art wie bei dem Thermometer nach Beckmann). Man stellt das Thermometer ein, indem man es in eine Flüssigkeit von der gewünschten Temperatur bringt und dann das über der Einschnürung befindliche Quecksilber in die Kugel laufen läßt. P. R.

Eine Methode zum mikrochemischen Nachweis von Harnstoff in der Niere mittels Xanthhydrol beschreibt H. Stübel im Anat. Anzeiger B. 54, Nr. 11. Lebensfrische Gewebsstücke, die eine Kantenlänge von nicht über 2 mm haben sollen, werden für 6–12 Stunden in 6%ige Xanthhydrol-Eisessiglösung gelegt. Dann werden sie 48 Stunden lang in mehrfach gewechseltem absolutem Alkohol ausgewaschen und durch Xylol in Paraffin eingebettet. Die Paraffinschnitte muß man mit Eiweißglyzerin auf dem Objektträger aufkleben, da sie sonst sehr leicht abschwimmen. Da das Xanthhydrol sich leicht oxydiert, so muß man darauf achten, daß man nicht zu alte Präparate verwendet. Auch soll man die Lösung stets frisch kurz vor dem Gebrauch ansetzen. Die Paraffinschnitte kann man kurz mit Hämatoxylin nachfärben. Der in den Geweben enthaltene Harnstoff verbindet sich mit dem Xanthhydrol zu Kristallen von Dixanthylharnstoff, die stark doppelbrechend sind. Daher sind sie besonders schön im Polarisationsmikroskop zu sehen, aber auch im gewöhnlichen Mikroskop fallen sie in die Augen. Das Reagens dringt nur schwer in das Gewebe ein. Daher muß man einerseits nur ganz kleine Stücke verwenden, andererseits hauptsächlich die Randstellen untersuchen. P. Rostock.

Eine neue Pikrokarmine methode beschreibt Jensen in Cpt. rend. des Séances de la soc. de biol. Bd. 84 Nr. 6 1921. Er selbst bezeichnet sie als eine Kombination der Methoden von Ranvier und P. Mayer. Man stellt sich zunächst folgende drei Lösungen her: 1. 1 g Karmin und 0,1 g Magnesiumoxyd werden in 50 ccm destilliertem Wasser gelöst, 5 Minuten gekocht, abgekühlt und filtriert. Zum Filtrat werden 0,5 ccm Karbolsäure gesetzt.

2. 0,5 g Pikrinsäure und 0,5 g Magnesiumoxyd werden in 50 ccm destilliertem Wasser gelöst und wie oben weiter behandelt. Jedoch wird keine Karbolsäure zugesetzt.

3. Man stellt sich eine 1% wässrige Pikrinsäurelösung her. Nun mischt man unter ständigem Umrühren Lösung 1 und 2 und gibt 10 ccm der Lösung 3 hinzu. Es entsteht so eine gut haltbare, klare, tiefrote Farblösung. Sie ist für Paraffin- und Zelloidinschnitte besonders geeignet nach Sublimat- oder Alkoholfixierung, sie färbt aber auch gut nach Formalinfixierung.

Bei der Claudiusschen Methode zum Nachfärben von Grampräparaten kann sie die Pikrinsäure ersetzen. Das Färbeverfahren für Paraffinschnitte ist dann folgendes: Xylol, Alkoholreihe, 1% wässrige Methylviolett-Lösung (2–3 Minuten), Auswässern, Pikrokarmin (3–5 Minuten), Entfernen des Farbstoffes mittels Filtrierpapiers, Differenzieren mit Pikrinanilin (ein wenig Pikrinsäure in Anilinöl gelöst) bis der Schnitt rosafarben wird, Alkohol, Xylol, Abtrocknen mit Filtrierpapier, Einschließen in Kanadabalsam.

Die grampositiven Bakterien färben sich bläulich-schwarz, das Protoplasma orange, Muskeln und Blut gelb, Bindegewebe rosa.
P. Rostock.

Eine **neue histologische Technik für Sehnenuntersuchung** beschreibt Fritz Drahn in der Berl. Tierärztl. Wochenschr. Jahrg. 77, Nr. 9, 1921. Zur Fixierung verwendet man Sublimat, Pikrinsäuresublimat und Pikrinsäuresublimat-Eisigsäure nach Röthig. Das gewöhnliche Formalin und der Äthylalkohol härten zu stark und vernichten die Schneidbarkeit. Nach der Fixierung ist eine Erweichung des Materials erforderlich. Man bedient sich hierzu eines Gemisches von *Acidum nitricum purum officinal.* 25 Teile, reinster Methylalkohol 210 Teile, destilliertes Wasser 90 Teile, Eisessig 16 Teile, Natriumchloratum 0,75 g. Die Dauer der Fixierung und der Erweichung beträgt 3 Tage bis 8 Wochen. In der Nachbehandlung, auch bei der Zelloidineinbettung, ist überall der Äthylalkohol durch Methylalkohol zu ersetzen. Die Einbettung erfolgt durch Methylalkohol, Oleinsäure, Paraffinum liquidum in Paraffin (40–50°) oder in Zelloidin-Paraffin. Dies Verfahren ist besonders für Querschnitte geeignet. Bei Anwendung dieser Vorschrift lassen sich z. B. von den tiefen Beugeschnitten des Pferdes Längsschnitte von 10–15 μ und Querschnitte von 15–30 μ anfertigen. Zur Färbung verwendet man das gewöhnliche Hämatoxylin-Eosin oder Hämalaun.
P. Rostock.

Eine entkalkende und entwässernde Fixierungsflüssigkeit gibt C. F. Jenkins im Journ. of pathol. a. bacteriol. Bd. 24 1921 Nr. 2 an. Sie hat folgende Zusammensetzung: 4 Teile Salzsäure, 3 Teile Eisessig, 10 Teile Chloroform, 10 Teile Wasser, 73 Teile absoluter Alkohol. Die Flüssigkeit soll rasch eindringen und schnell entkalken. Nach der Fixierung ist das Auswaschen der Salzsäure in mehrfach zu wechselndem absolutem Alkohol unerlässlich. Dann erst kann man über Chloroform in Paraffin einbetten. P. Rostock.

Kleine mikrotechnische Mitteilungen.

d) **Gebrauchtes Agar-Agar** kann wieder benutzt werden, wenn man nach Verflüssigung von je 100 g davon 0,1 g in wenig Wasser gelöstem Sublimat, 5 g Tierkohle und 2½ g Infusorienerde zufügt, die Masse 10 Min. auf 100° erhitzt und dann im Dampftrichter filtriert. Das Produkt muß man erstarren lassen, zerkleinern, wiederholt auswaschen und dann mit frischem Agar mischen. (Vgl. Serger in Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. XXXIV, S. 291.)

e) **Verhalten von Hesperidinsphäriten.** Bei bestimmten Kreuzblütlern findet man nach Anwendung von Herbarmaterial oder von in Alkohol gehärteten frischen Pflanzen sphäro-kristallinische Niederschläge von derselben Gestalt wie die aus apfelsaurem Kalk bestehenden in Eschenzweigen (s. Pfeiffer in Mikrok. XIII, S. 185 f.). Früher habe ich (S. 186, Anm.) schon auf diese Sphärite aus Hesperidin hingewiesen, deren botanische Struktur von Pfeffer (in Botan. Zeitg. XXXII) studiert wurde. Die einzelnen Oberhautzellen (mit oder ohne Sphärit) zeigen bei Untersuchung in Wasser keine Besonderheiten. Nach Übertragen in konzentriertes Glycerin oder in 20% Kaliumnitrat bildet sich in ihnen ein stark lichtbrechender Körper weißer Farbe. Trägt man die Schnitte in Alkohol, Chloroform, Äther, Azeton, Xylol, Eisessig oder verdünnte Mineralsäuren, so sind alsbald sämtliche Zellen von Sphäriten erfüllt. Diese sind unlöslich in verdünnten Säuren, in konzentriertem kalter Salzsäure, löslich erst bei längerem Kochen in Glycerin, sowie in kalter Schwefelsäure (Lösung von gelber Farbe, die beim Erwärmen in Braunrot übergeht), endlich in Kali- oder Natronlauge. Die Zuckerreaktion mit α -Naphthol-Schwefelsäure nach Molisch geben die Kristalle direkt nicht. Nach einer russisch geschriebenen Abhandlung Borodins sollen auch Gräser und Riedgräser Hesperidin enthalten (?). Einzelheiten sind nicht bekannt, auch in den Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. XXXIX (1921), S. 208 ff. nicht gegeben.
Dr. Pf.

Bücherschau.

Wie trocken wirkt den belebenden Schriften von Cornel Schmitt gegenüber **Die Tierkunde**, ein methodisches Lehrbuch von Prof. Ernst Walther (Bd. 8 des „Lebensvollen Unterrichts“,

eine Sammlung von Handbüchern f. d. Schulgebrauch, herausg. von F. Lindemann und R. Schulze. 1921, Leipzig, Dürrsche Buchh., geb. Mk. 25.—). Hier ein nacktes Aneinander-

reihen der einzelnen Tiere, von denen in knappen Sätzen „Äußeres“, „Aus seinem Leben“ und „Allgemein Methodisches“ gegeben wird. Freilich ist das Buch ja nur für den Lehrer bestimmt, aber dennoch vermisse ich darin die Wärme, die für einen ersprießlichen Unterricht nun einmal unentbehrlich ist. Der behandelte Stoff ist eingeteilt in: „Tiere im freien Bereich der heimatischen Natur“, „Im Bannkreise der Kultur“ und „In der Fremde“. Der Stoff ist für die ganze Schulzeit berechnet, so daß sich der Lehrer jederzeit daraus aussuchen kann, was er gerade für seine Klasse braucht. Das Buch ist sauber ausgestattet und mit einigen ganz aparten guten Skizzen versehen. Mir sagen aber die methodischen Bücher von Schmeil, Kraepelin, Smalian und B. Schmid mehr zu. — Bei weitem anschaulicher und lebendiger ist **Die Chemie und Mineralogie**, ein Handbuch für Lehrer an Volks-, Fortbildungs- und Gewerbeschulen und zum Selbstunterricht, von Prof. Dr. G. **Forker** (Bd. 7 der gleichen Sammlung, 1922, brosch. Mk. 50.—). An der Hand klarer und übersichtlicher Abbildungen weiß der Verfasser den allgemein für recht spröde gehaltenen Stoff zu meistern und zu zeigen, daß er recht gut auch in Volks- und Gewerbeschulen mehr berücksichtigt werden kann, wenn man der von ihm gegebenen Einteilung unter möglichst scharfer Betonung des Schülerversuches bei weitgehender Arbeits- teilung folgt. Die Ratschläge für Ausstattung von Lehr- und Übungsräumen in den verschiedensten Schularten, sowie über Einrichtung von Sammlungen und Leitung von Unterrichtsgängen sind ganz der Praxis des Verfassers entnommen. Die Bedeutung, die der chemischen Wissenschaft im Kulturleben der Gegenwart zukommt und das Interesse, das man chemischen Fragen jetzt in jedem Beruf und Stand entgegenbringt, werden dem Buche weitgehende Beachtung sichern. — Von der bereits wiederholt erwähnten **Süßwasserflora Deutschlands**, herausgegeb. von Prof. Dr. A. **Pascher** (Jena, Fischer) ist soeben **Heft 7** erschienen, das den IV. Teil der Chlorophyceae, die Siphonocladiales und Siphonales behandelt, bearbeitet von dem im Weltkrieg gefallenen **W. Heering** (brosh. Mk. 15.—, geb. Mk. 20.—). Das Heft ist wieder reich illustriert und sauber ausgestaltet. Der Name des Herausgebers bürgt für eine gediegene, ausführliche Bearbeitung dieser vielgestaltigen Grünalgen. — Das bekannte **Taschenbuch der mikroskopischen Technik der Protistenuntersuchung des S. v. Prowazek** ist in völlig neuer Bearbeitung von **V. Jollos** in 3. Aufl. herausgegeben worden (1922 Leipzig, J. A. Barth, Mk. 18.—). War das Bändchen früher fast ausschließlich für den Mediziner bestimmt und daher fast nur die pathogenen Protozoen berücksichtigt, so hat der neue Herausgeber auch die freilebenden Protisten eingehender behandelt und das Bändchen so allgemein ausgebaut, daß es dem Anfänger unter Berücksichtigung der heutigen Unter-

suchungstechnik ermöglicht wird, sich damit in die Protistenforschung einzuarbeiten. Freilich mußte manches wegbleiben, das die Eigenart des „Taschenbuches“ von Prowazek ausmachte, doch hat das empfehlenswerte Bändchen nur dadurch gewonnen. Die den einzelnen Kapiteln angehängte Literatur hätte man aber m. E. noch recht gut um einige bekannte führende Werke über Protozoen und Mikrotechnik erweitern dürfen. — i —

Festschrift zur Feier des 60. Geburtstages (27. Mai 1920) von **Friedrich Zschokke**, ord. Prof. der Zoologie d. Universität Basel. (Basel 1921.) Zu der sehr gehaltvollen Festschrift haben 42 Freunde und zumeist Schüler des gefeierten Zoologen kleinere und größere Beiträge aus dessen großem Forschungsgebiet beigesteuert. Von den 10 Arbeiten, die Fragen der allgemeinen Morphologie, Physiologie, Entwicklungsgeschichte und Faunistik behandeln, seien hier nur 2 aus dem letztgenannten Gebiet hervorgehoben: F. **Heinis** hat 37 Proben von Polster- und Rosettenpflanzen auf ihre Mikrofauna untersucht, davon 2 aus dem Jura und die übrigen aus den Alpen von 1800 bis 3534 m Höhe. **Aug. Thienemann** diskutiert die faunistischen Prinzipien, zu denen **Monard** bei der Bearbeitung der Tiefenfauna des Neuenburgersees gelangt ist. — Hauptsächlich mit Wirbeltieren befassen sich 8 Arbeiten, davon 2 mit Süßwasserfischen. Mollusken behandeln 3 Autoren, Diplopoden und Wassermilben je 1, niedere Süßwasserkrebse dagegen 6 und Insekten 7. Von den Arbeiten über die Krebse des Seenplanktons sei die von **G. Burckhardt** über den Jahreszyklus in Alpenseen hervor- gehoben, von denen über Wasserinsekten die Übersicht von **F. Ris** über die Libellenlarven der Gattung *Lestes* und die eine Menge neuer interessanter Tatsachen bebringende von **C. Wesenberg-Lund** über die Puppen der Stechmücken. **E. Bugnion** und **P. Vonnwiler** veröffentlichen neue Untersuchungen über verschiedene Leuchtkäfer, vermochten jedoch den Leuchtvorgang selber, dem nach **Buchner** eine Bakteriensymbiose zugrunde liegen soll, nicht aufzuklären. — Nematoden behandeln 3 Autoren, von denen **G. Steiner** auf die überraschend zahlreichen und kaum zufälligen Ähnlichkeiten zwischen Fadenwürmern und Rädertieren aufmerksam macht. — 4 Arbeiten sind der Parasitenkunde gewidmet, namentlich den parasitischen Flachwürmern, eine jedoch einem neuen Sauginfuser, der von **E. Pénard** auf dem Rädertier *Callidina socialis* entdeckten *Physaliella collini*. — Über ein Drittel aller in dem Festband vereinigten Abhandlungen gilt der vom Jubilar besonders geförderten Süßwasserbiologie, von allgemein hydrobiologischen Arbeiten seien noch die von **W. Fehlmann** und **L. Minder** über die Sedimentbildung im Zürichsee und die von **A. Güntert** über Sauerstoff und Schwefelwasserstoff im Hallwilersee nachgetragen. **Dr. H. Gams**.

Ihr alle fühlt geheimes Wirken
der ewig waltenden Natur,
und aus den untersten Bezirken
schmiegt sich herauf lebend'ge Spur.
Goethe, Faust.

Einführung in die Untersuchung des mikroskopischen Baues der Wirbeltiere.

Schluß von S. 181.

Von Wilh. Schneider.

c) Zerzupfen und Isolieren.

18. Kleine Blutgefäße. Wenn man von dem nach No. 15 fixierten Gehirn Fetzen der weichen Hirnhaut mit der Pinzette abzieht, so ziehen sich die von ihr umhüllten, in das Gehirn eindringenden Blutgefäße zum Teil mit heraus. Sie werden nur mit Hämalaun gefärbt,¹⁾ abgeschnitten und durch Terpeneol in Kanadabalsam eingeschlossen.

Die 3 Schichten, die wir bei größeren Blutgefäßen kennen gelernt haben (s. No. 10), sind leicht aufzufinden. Bei Einstellen auf die Oberfläche sehen wir die rundlichen Kerne der *Tunica externa*, beim Senken des Tubus erscheinen die gestreckten, quergestellten Kerne der *T. media*, die bei kleinen Gefäßen nur aus einer einfachen Lage von glatten Muskelzellen besteht, und endlich die ebenfalls, aber in der Längsrichtung gestreckten Kerne der *T. interna*.

19. Nervenfasern vom Frosch. Einer der nach I. 10¹⁾ freigelegten Nerven wird auf ein Streichholz aufgebunden und mit einigen Tropfen einer 1%igen Osmiumsäurelösung betupft. Nach einer halben Stunde schneidet man ihn (mit dem Streichholz) heraus und legt ihn auf 24 Stunden in eine kleine Menge der Osmiumsäure ein. Nun wird der mittlere Teil (zwischen den abgebundenen Stellen) herausgeschnitten, in Alkohol entwässert, durch Terpeneol in Kanadabalsam übertragen, auf dem Objektträger gezupft (vergl. I. 10) und mit Deckglas bedeckt.

Der aus Fibrillen zusammengesetzte, in unsern Präparaten nicht gefärbte Achsenzylinder der Nervenfasern ist von einer fettartigen und daher durch die Osmiumsäure geschwärzten Masse, der Markscheide, umhüllt. Vielfach zeigt diese schräg nach innen verlaufende Einschnitte,

die Lautermannschen Einkerbungen. Stellenweise ist die Markscheide unterbrochen (Ranviersche Schnürringe). An solchen Punkten wird die häutige Hülle der Faser, das Neurilemm (Schwannsche Scheide), deutlich sichtbar.

20. Muskelfibrillen. Mit der Schere in der Längsrichtung der Fasern abgetragene Scheibchen von einem Beinmuskel des Frosches werden in Formalin fixiert. Nach Auswaschen mit Wasser (auch nach längerem Aufbewahren in 70%igem Spiritus) färben wir mit Hämalaun, führen in Kanadabalsam über und zerzupfen darin auf dem Objektträger. An vielen Stellen sind die Enden der Muskelfasern in feinste Fibrillen aufgesplittert, die bei stärkerer Vergrößerung den Aufbau aus einfach- und doppeltbrechenden Abschnitten zeigen. Auch das Sarkolemm und die Kerne sind an solchen Präparaten schön zu sehen. — Um die Nervenendigungen an Muskeln darzustellen, vergolde man nach No. 14 die Rippenmuskeln von Eidechsen oder Schlangen. Zupfen und Einschließen in Glycerin.

21. Ganglienzellen aus dem Rückenmark der Katze. Die von der weißen Substanz möglichst befreite graue Masse des frischen Rückenmarks wird in kleinen Stücken (am besten aus den Vorderhörnern) in eine sehr verdünnte Chromsäurelösung gelegt (1 ccm 0,5%ige Lösung auf 50 ccm Wasser). Die Dauer der Einwirkung ist nach der Temperatur verschieden; man braucht aber die Zeit nicht ängstlich abzumessen, da die Ganglienzellen gegenüber der Fäulnis sehr widerstandsfähig sind. Nach etwa 5 Tagen kann man versuchen, aus einem kleinen Teil der Masse die Zellen auf dem Objektträger zu isolieren. Dabei leistet, wie auch sonst häufig bei mikroskopischen Arbeiten, ein

¹⁾ Eosin würde durch die starke Färbung der roten Blutkörperchen nur störend wirken.

Präpariermikroskop vorzügliche Dienste. In Ermangelung eines solchen kann man die Lupe in einen zur Öse gebogenen Draht einhängen, der mittels eines in kleinen Abständen durchlochten, auf einem Brett befestigten Holzstabes leicht in entsprechende Höhe über dem Objekt gebracht werden kann.¹⁾ Hat man einige Zellen mit ihren Fortsätzen befreit, so sucht man den Rest der Masse mit Pinsel und Nadel möglichst zu entfernen und fügt einen Tropfen Eosinlösung zu. Nach einigen Minuten kann man vorsichtig auswaschen und dann in Glycerin einschließen (Deckglas umranden!) oder auch an der Luft trocknen lassen und mit Kanadabalsam eindecken.

Um eine einzelne, besonders schöne Zelle — wie auch bemerkenswerte Stellen in

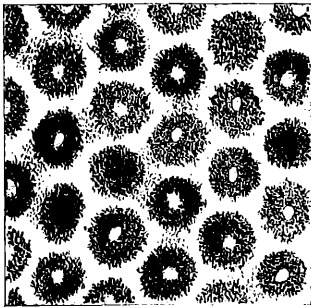


Abb. 41. Pigmentzellen aus der Pigmentschicht der Retina des Rinder Auges.
(Nach Sigmund.)

anderen Präparaten — jederzeit sofort wieder auffinden zu können, legt man um sie herum auf dem Deckglas einen dünnen Ring von Maskenlack an. Für denjenigen, der die Kosten nicht zu scheuen braucht, sind verschiedene Formen von Objektmarkieren im Handel zu haben.

22. Netzhautelemente. Die von uns hergestellten Schnittpräparate (16 a) geben uns aus verschiedenen Gründen über den Bau der Stäbchen und Zapfen nur lückenhaft Aufschluß. Wir ergänzen sie daher durch Zupfpräparate der Retina solcher Tiere, die große Stäbchen und Zapfen besitzen, z. B. Frosch, Salamander, Fische. Kleine Fetzen der Netzhaut eines in Müllerscher Flüssigkeit 2 Wochen lang fixierten Auges werden auf dem Objektträger in einigen Tropfen der Fixierungsflüssigkeit (Zusammensetzung s. u. No. 15 b) mit spitzen

Nadeln vorsichtig zerzupft und nach Auflegen des Deckglases untersucht. Haare als Schutzleisten unterlegen! Außer isolierten Stäbchen und Zapfen findet man oft sehr belehrende Flächenansichten solcher. Für Dauerpräparate wäre vorsichtig Wasser unter dem Deckglas durchzusaugen und durch verdünntes Glycerin zu verdrängen.

d) Präparate von Häuten.

23. Pigmentepithel der Retina. Wenn man zur Herstellung des vorigen Präparates die Netzhaut mit der Pinzette abzieht, lösen sich kleine Stückchen des Pigmentepithels ab, die man mit der Pipette ansaugt und auf den Objektträger bringt. Leichter ist allerdings das Verfahren, wenn man Augen großer Schlachttiere nimmt, deren hintere Bulbushälften 2 Wochen in Müllerscher Flüssigkeit fixiert und dann 2 Stunden in Wasser gewaschen werden. Zu den in Wasser unter dem Deckglas liegenden Fetzen fügt man an einer Seite Glycerin, während man auf der entgegengesetzten Seite das Wasser absaugt. Beobachtung: Regelmäßig sechseckige, von braunen Körnchen erfüllte Zellen (Abb. 41).

24. Hornhaut des Frosches. Der Kopf eines getöteten Frosches wird in heißes Wasser getaucht, worauf man das Hornhautepithel leicht mit einem Tuche abwischen kann. Nun schneidet man die Hornhaut aus und legt sie 5 Minuten in eine 10%ige Lösung von Eisensulfat (Vitriol). Nach ganz kurzem Abspülen in dest. Wasser überträgt man für 5 Minuten in konzentrierte Lösung von rotem Blutlaugensalz. Man kann nun abspülen und durch Alkohol usw. in Balsam einschließen. Es gelingt aber auch, an der hinteren Hornhautseite dünne Schichten mit der Pinzette abzuziehen, die klare Bilder liefern. — Wir erkennen blau gefärbte, beim Frosch ziemlich regelmäßig rechtwinkelig verlaufende Saftkanälchen sowie Saftlücken (positives Hornhautbild; Abb. 42).

25. Epithel des Mesenteriums der Katze. Wir schieben unter das die Darmschlingen verbindende Mesenterium (oder unter das Netz) einen großen glatten Korkstopfen und stecken die so ausgespannte Haut mit Igelstacheln fest, worauf sie ringsum abgeschnitten wird. Es empfiehlt sich, eine möglichst fettfreie Stelle zu wählen. Man läßt nun den Kork mit der Präparatseite nach unten im Dunkeln auf einer 0,75%igen

¹⁾ Die Firma Leitz-Wetzlar liefert ein nach meiner Erfahrung recht brauchbares Lupengestell.

Lösung von Silbernitrat schwimmen. Nach einer Viertelstunde spült man in dest. Wasser ab, löst die Haut ab und setzt sie in einem Porzellanteller mit destilliertem Wasser dem Lichte aus. Am schnellsten vollzieht sich natürlich die Reduktion im Sonnenlicht. Hat sich die Haut tief gebräunt, so bringt man sie in starken Alkohol, schneidet nach einer halben Stunde Stücke heraus und schließt sie in Balsam ein. Wünscht man Kernfärbung, so ist vor dem Alkohol Hämalau einzuschalten. — Das Silber hat sich in der Kittsubstanz zwischen den Zellen niedergeschlagen, so daß die Zellgrenzen schwarz hervortreten. Man beachte, daß das Epithel zweischichtig ist und richte sein Augenmerk auch auf etwaige kleine Arterien, bei denen oft die Grenzen der platten Muskelfasern in der Media und die der Endothelzellen in der *T. interna* schön zu sehen sind.

26. Kernteilungen in der Hornhaut der Molchlarve. Molchlarven sind im Frühjahr in pflanzenreichen Tümpeln massenhaft vorhanden und auch leicht im Aquarium zu züchten. In diesem Falle muß man sie einige Tage vor dem Töten reichlich füttern. Die Köpfe werden abgeschnitten und in Sublimat fixiert (24 Stunden). Dann legt man sie in 70%igen Spiritus, dem Jodtinktur bis zur Kognakfarbe zugesetzt wird. Der Jodzusatz ist so lange zu wiederholen, bis keine Entfärbung mehr eintritt. Dann folgt 0,25%ige Fixiernatronlösung, Wasser, Alkohol (vergl. u. No. 5). Nun schneiden wir mit der feinen Schere die Hornhaut ringsum ein, ziehen sie mit der Pinzette ab und färben in Hämalau. Beim Einschluß in Kanadabalsam ist darauf zu achten, daß die vordere (gewölbte) Hornhautfläche nach oben kommt. — Im Hornhautepithel findet man meist zahlreiche Kernteilungen, die verschieden weit vorgeschritten sind. Centrosomen und Polstrahlungen sind bei der eingeschlagenen Behandlungsweise nicht zu erkennen.

*

Wer nach der vorstehenden Anleitung die mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere durchgearbeitet und seine Präparate vor allem auch zeichnend verwertet hat, der wird nicht nur in technischer Hinsicht eine gute Grundlage erworben, sondern auch einen schönen Einblick in den feineren Bau

des Wirbeltierkörpers gewonnen haben.¹⁾ Dadurch wird in ihm der Wunsch geweckt worden sein, sich noch mehr in das fesselnde Gebiet zu vertiefen. Die unten angegebenen Bücher können bei diesem Bestreben zuverlässige Führer sein. Immer aber ist es die eigene praktische Arbeit, durch die wir das, was die wissenschaftliche Forschung lehrt, erwerben, um es dauernd zu besitzen.

Böhm u. Oppel, Taschenbuch der mikr. Technik. München, Oldenbourg.

R. Krause, Kursus der normalen Histologie. Urban u. Schw., Berlin.

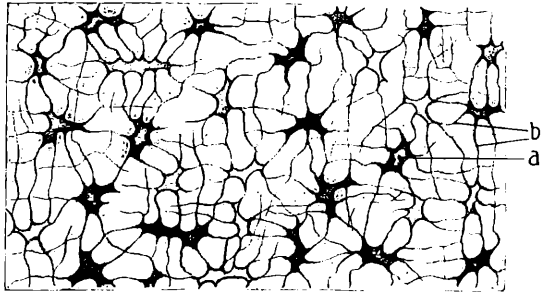


Abb. 42. Flächenschnitt durch die Hornhaut des Rinderauges (Goldimprägnation). a = Hornhautkörperchen. b = Ausläufer der Hornhautkörperchen. (Nach Sigmund.)

Lee u. Meyer, Grundzüge der mikr. Technik. Friedländer u. S.

H. Poll, Zoologisch-mikroskopische Technik; in Schmidts Handbuch der naturgeschichtl. Technik. Leipzig, Teubner 1914.

A. u. W. Schneider, Praktikum der mikr. Anatomie der Wirbeltiere. Leipzig u. Wien, Freytag u. Tempisky 1915.

F. Sigmund, Vergl. Histologie der Wirbeltiere. (Mit Ausschluß der Säuger.) Ebenda 1921.

F. Sigmund, Physiol. Histologie des Menschen- und Säugetierkörpers. Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung.

Stehli, Das Mikrotom und die Mikrotomtechnik. Eine Einführung in die Praxis der Mikrotomie; 2. A. 1921. Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung.

Stöhr-Schultze, Lehrbuch der Histologie. Jena, Fischer.

Szymonowicz, Lehrbuch der Histologie. Leipzig, C. Kabitzsch.

¹⁾ Von wichtigeren Organen ist nur das Ohr übergangen, weil seine Präparation zu den schwierigsten Aufgaben des Histologen gehört und mit den hier vorausgesetzten Hilfsmitteln nicht durchgeführt werden kann.

Die Besiedelung des Depotseeleins bei Bönigen am Brienersee.

Von F. Seiler.

Beim Bau der Brienerseebahn in der Schweiz wurde, um einen hohen Damm aufzuschütten, nur wenige Meter neben dem Brienersee in Bönigen ein annähernd quadratisches Becken gebaggert. Seine Länge beträgt ca. 120 m und die Breite ca. 100 m; die Tiefe beträgt nach meiner Schätzung höchstens 5 m. Sofort füllte es sich mit Wasser (Grundwasser) und sein Spiegel entspricht dem des Sees (Distanz des Beckens vom Brienersee 10 m). Alle vier Ufer sind ziemlich steil. Der Boden besteht aus dem Aufschüttungsmaterial der Lutschine (Urgestein- und Kalkgeschiebe und -geröll).

Die nächste Umgebung ist Weideland und einige Äcker. Nördlich davon führt die Seepromenade vorbei, an welcher seewärts Weiden, Birken und Kiefern stehen, dann folgt das flache Seeufer. Am Rand des Seeleins stehen auch schon einige Weiden; das waren wohl die ersten Besiedler, wenn auch nicht des Seeleins, so doch seiner nächsten Nähe.

Das erste Lebewesen, das mir im Seelein begegnete, war eine Kolonie Wassermilch (*Men-
tha aquatica*) halb untergetaucht, ganz nahe am Ufer, Ausläufer gegen die Tiefe zu treibend. Als

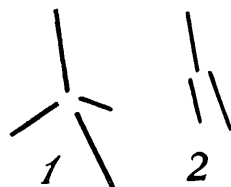


Abb. 1.

Ceratiumformen.

Abb. 2.

nächster Vertreter der Pflanzenwelt gesellte sich zu der Milch der Rohrkolben. Die größte Nähe seines Vorkommens ist die Weißenau am Thunersee, ca. 4,5 km entfernt.

Das wird auch der einzige in Frage kommende Stammort sein. Der hier vorherrschende Westwind hat die (oder einen) Samen hergetragen. Am Brienersee ist, so viel ich weiß, nirgends Rohrkolben zu finden.

Am 25. Mai 1921 machte ich den ersten Planktonfang mit meinem größeren Netz.

Als dominierende Form (d. h. im Fangmaterial dominierend) fand ich *Ceratium hirundinella*. Es war die sperrige Form, die nur so im Faulenseelein vorkommt, das im Sommer Temperaturen bis über 30° C aufweist. Auch das Depotseelein hat im Sommer gewöhnlich eine um 10° höhere Temperatur als das kalte Wasser des Brienersees. —

Nach meiner Ansicht stammt aber *Ceratium* aus dem nur 10 m entfernten Brienersee. Im Brienersee tritt es aber nur in kleinen, gedrängten Exemplaren auf. Hier hätte sich also als verändernder Faktor die Temperatur geltend gemacht, denn es herrscht ein großer Unterschied zwischen der Form vom Brienersee und der des Seeleins, wie auch in der Temperatur.

Die Ceratien aus dem Seelein haben folgende Form (s. Abb. 1).

Diejenige aus dem Brienersee sieht aus wie Abb. 2.

In einem andern Fang vom 3. Juli treffe ich auch die gedrängte Form mit nur zwei hintern Hörnern. Diese Tatsache kann ich mir nicht recht erklären. Ist es eine Form, die aus der ersten durch Saisondimorphismus hervorging? Vielleicht. Eine Möglichkeit der frischen Einschleppung bestände darin, daß die vielen Badenden diese gedrängte Form aus dem Brienersee hergetragen hätten. Möglich ist das schon, denn die beiden Gewässer sind nur 10 m entfernt; das Badeleben ist sehr reger und zudem können nur Schwimmer im kleinen Seelein baden, weil seine Ufer zu steil abfallen. Das ist kein Hemmnis, denn gerade die Schwimmer wagen sich hinaus in den Brienersee, wo doch ihr Badekleid zum Teil als Planktonnetz figuriert und wo die Ceratien häufig vorkommen. Nach jedem Baden sah ich vom kalten Seewasser heraustrinken und sich in Eile in das warme des Seeleins stürzen. Hier nun werden die Ceratien abgespült in ihre neue Wohnstätte.

Das wird wohl der Weg der Einwanderung sein. Ob auch das Wasser, das das Seelein füllte, beim Einstürmen Lebewesen aus dem See hergebracht hat, ist fraglich; denn das Wasser füllte das Becken als Grundwasser. Eine freie Verbindung zwischen See und Seelein bestand nicht. Und 10 m dicke Kies- und Sandschichten sind meiner Ansicht nach ein gehöriges Hindernis, selbst für Bakterien.

In der Reihenfolge kommt *Dinobryon sertularia*, der Häufigkeit des Vorkommens nach gemessen. Auffallend sind die dichtbuschigen Kolonien. Herkunft wohl die gleiche wie bei *Ceratium*.

Im hellen Licht unter dem Mikroskop starben sie rasch ab. Ein Individuum nach dem andern zog sich in seinem Gehäuse zusammen (wie Glockentierchen). Dann lösten sie sich auf, was einem Zerspringen gleichkam. Es hatte den Anschein, als explodierte eine Blase und halbflüssiger Inhalt floß heraus. Bei den meisten blieb der Chloroplast noch längere Zeit kompakt und färbte sich grün, bis er auch sich auflöste.

Beim Herumschwimmen ist immer die Öffnung des Gehäuses voran. Unter Umständen auch die Spitze des Gehäuses. Unter *Dinobryon sertularia* hatte es auch Kolonien von *D. stipitata*, analog *Ceratium*.

Nun folgen die Rädertiere. Von *Polyarthra platyptera* fand ich 2 Exemplare, und eines von *Asplanchna priodonta*, das aber war tot. Ferner

eine nicht sichere Art (vielleicht *Diglena*?) und *Notommata ansata* Ehrenbg.

Von den *Cyclopiden* war nur eine Form vorhanden, ein Männchen mit rechter Greifantenne, die ich bestimmen konnte.

Auch fand ich eine Art *Peridinium*, die aber so defekt war, daß ich sie nicht bestimmen konnte.

Unter den Kieselalgen waren folgende: *Synedra delicatissima* und eine nicht näher bestimmte *Navicula*. *Synedra* war noch ziemlich häufig vertreten, hingegen war die *Navicula* selten.

Im Fang vom 3. Juli d. gl. Jahres waren die beiden Formen *Ceratium* vertreten, wie oben erwähnt.

Als neue Formen sind zu nennen: Unter den Rotatorien eine *Monostyla*-art recht häufig, ihr Jugendstadium war noch zahlreicher vertreten als die ausgewachsenen Tiere. Unter den Dinobryon: *Dinobryon divergens*, aber nur leere Gehäuse nach 3stündigem Marsche (ohne Fixierung); unter den *Cyclopiden* war *Cyclops strenuus* (gelbe und graue Form) und viele Nauplien, ob aber solche von *C. strenuus* ist fraglich. Unter den Peridineen 3 Formen, eine große, mittlere und kleine; die mittelgroße Form war am häufigsten (wurden nicht bestimmt). Unter den Diatomeen tritt *Cyclotella compta* frisch auf, aber nur in wenigen Exemplaren.

Als ganz neu ist *Bosmina longirostris* zu erwähnen. Woher diese Form kommt, weiß ich nicht. So viel ich vom Brienzersee weiß, kommt *Bosmina* dort nicht vor, ich habe sie nie gefunden. Im Fang war *Bosmina* so häufig, daß das Wasser ganz trübe war. *Bosmina* kommt im Faulenseelein häufig vor.

Luftlinie-Entfernung etwa 3 km. Wie da eine Verschleppung möglich war?

Nun wurden auch Fische eingesetzt, von wem und was für welche, konnte ich bis jetzt nicht in Erfahrung bringen. Ob vielleicht Fische aus dem Faulenseelein genommen und herabgetragen wurden? In dem Falle wäre es wohl wahrscheinlich, daß einige Rüsselkrebse die Reise mitgemacht hätten.

Eine Eigentümlichkeit muß ich noch erwähnen, die mir noch nirgends sonst begegnet ist. Diese eingesetzten Jungfische verhielten sich meinem Planktonnetz gegenüber genau so, wie gegen einen Raubfisch, von denen keiner im Seelein ist. Sobald das Netz durch das Wasser glitt, sprangen die Jungfische in ihren Schulen über den Wasserspiegel, daß es blinkte, wie wenn Silberpfeile darüberflogen, 3, 4 Sprünge machten sie, ehe sie in ihrer Angst wieder eintauchten. Sie werden wohl noch oft springen müssen, bis sie sich an mein Netz gewöhnt haben.

Die Arbeit ist noch nicht geschlossen über das Seelein. Ich werde der Natur ein bißchen helfen und versuchen, das Hornblatt einzubürgern, welches hier im engern Oberland nirgends vorkommt. Mit der Zeit wird wohl auch die Wasserpest einziehen und ihre Begleiter alle.

Liste der bis jetzt im Seelein gefundenen Pflanzen und Tiere:

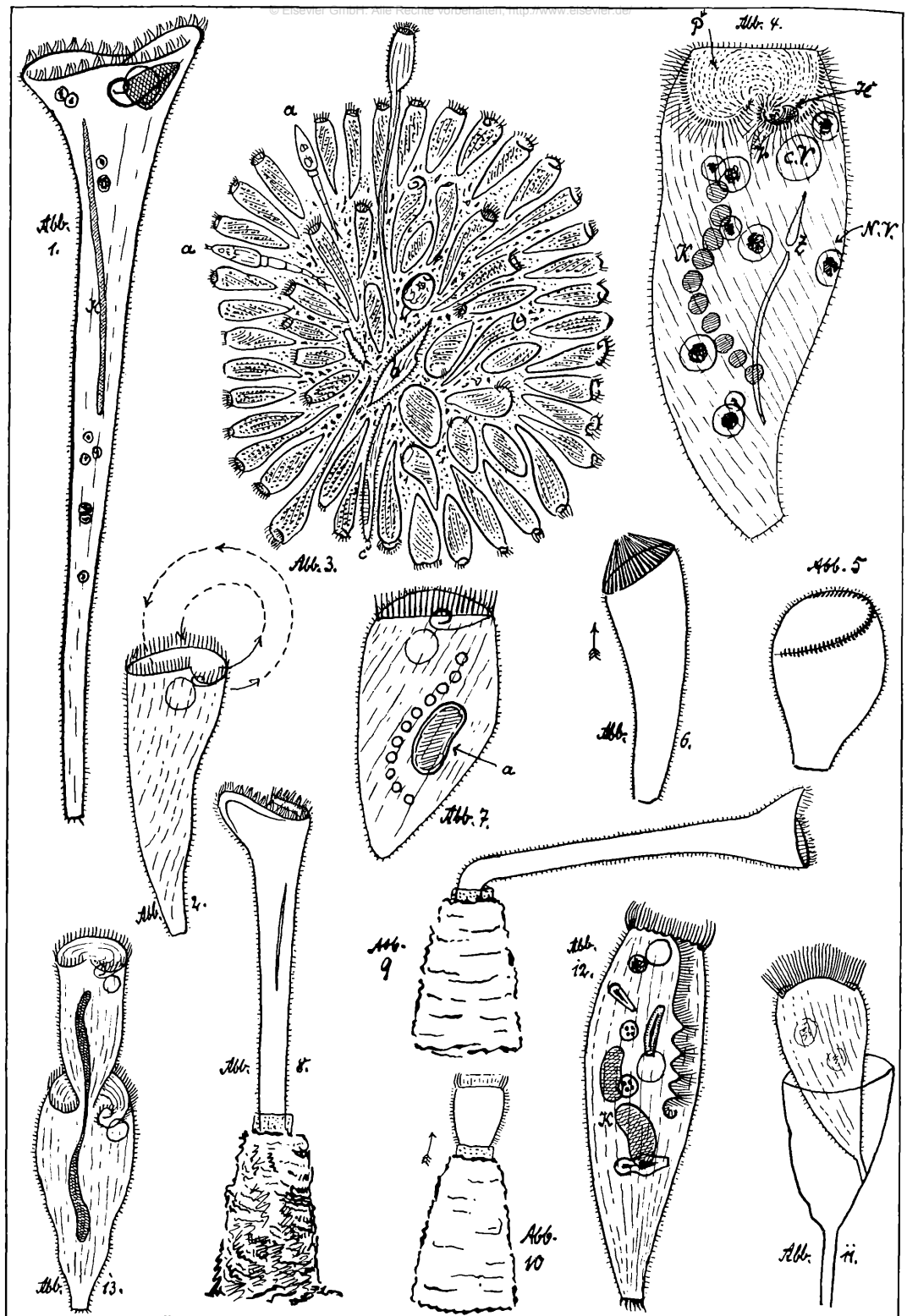
1. *Mentha aquatica*. 2. *Typha* (?) 3. *Ceratium hirundinella*. 4. *Peridinium* (3 Formen).
5. *Synedra delicatissima*. 6. *Navicula* (?).
7. *Cyclotella compta*. 8. *Dinobryon sertularia*.
9. *Dinobryon stipitata*. 10. *Dinobryon divergens*. 11. Fische (unbestimmt). 12. *Cyclops* (?).
13. *Cyclops strenuus*. 14. *Bosmina longirostris*.
15. *Polyarthra platyptera*. 16. *Asplanchna priodonta*. 17. (*Diglena*?). 18. *Notommata ansata*. 19. *Monostyla* (?)

Die Trompetentierchen.

Von Oberstudiendirektor Dr. Aug. Koeppel.

„Wo Aas ist, sammeln sich die Geier“ und wo Detritus ist, die Saprophilen. Nimm ein schwebendes Tröpfchen Schlamm oder schabe dir ein solches vorsichtig von einem Wasserpflanzenkadaver auf den Objektträger und du wirst „eine saubere Gesellschaft“ darin beisammen finden, deren Glieder sich alle friedlich in den Abfall teilen. Besonders markante Erscheinungen dieser Sippe sind das blattähnliche *Loxophyllum*, das aalgleiche *Spirostomum*, das pantoffelförmige *Paramäzium* und viele andere. Obwohl sie alle wie die Schweine im Miste wühlen, sind sie doch ausnahmslos äußerst propere appetitliche Wesen. Unter ihnen allen aber, die durch die stets gedeckte Tafel zu meist

stattlichen Formen sich entwickeln, ragt wie ein König an Gestalt und Wuchs hervor *Stentor*, das Trompetentierchen. Zwar gibt es keinen Ton von sich, weshalb es seinen Namen mit Unrecht trägt, aber wenn es sich in Strudelpositur uns zeigt, gleicht es einer mächtigen Tuba (Abb. 1), die aus der Menge sich herausreckt und alles Benachbarte in den Bannkreis ihres Wirbels zieht (Abb. 2). Trotz seiner Größe — es gehört nämlich zu den Riesen der Einzeller und ist mit bloßem Auge bereits sichtbar — ist es ein ungemein zartes Tierchen, das am ganzen Leibe ein äußerst feines Haarkleid trägt, während die Trompetenmündung kräftig bewimpert ist; am Fußpunkte heftet



Tafel I: Trompetentierchen. Nach lebendem Material aus oberbayr., oberfränk. und oberpfälz. Weihern gezeichnet.
 Abb. 1. *Stentor Röselii* mit bandförmigem Kern. Abb. 2. *Stentor polymorphus* mit Wasservirbel. Abb. 3. *Stentor polymorphus*.
 a = Rotifer macurus, b = Lionotus, links daneben Chaetonotus, c = Spirostomum. Abb. 4. *Stentor coeruleus*. P = Peristom,
 H = Hypostom vor dem Munde, V = Vestibulum, c.v. = kontraktile Vakuole, Z = zuführender Kanal derselben,
 N.V. = Nahrungsvakuole, K = Kern. Abb. 5. *Stentor coeruleus*: kontrahiert; die adorale Spirale ist nicht sichtbar.
 Abb. 6. *Stentor coeruleus*: sich ausstreckend, die Peristomwimpern kegelförmig zusammengelegt. Abb. 7. *Stentor coeruleus*:
 mit gefressenem Wimperling a. Abb. 8. *Stentor* mit Häuschen, gestreckt strudelnd. Abb. 9. *Stentor* mit Häuschen, die
 Umgebung absuchend. Abb. 10. *Stentor* nach der Kontraktion aus dem Häuschen hervorkommend; Wimperband.
 Abb. 11. *Stentor coeruleus*: in einer gestielten Eischale sitzend. Abb. 12. *Stentor igneus* im Anfangsstadium der Teilung.
 Abb. 13. *Stentor Röselii* im Endstadium der Teilung (n. Bütschli).

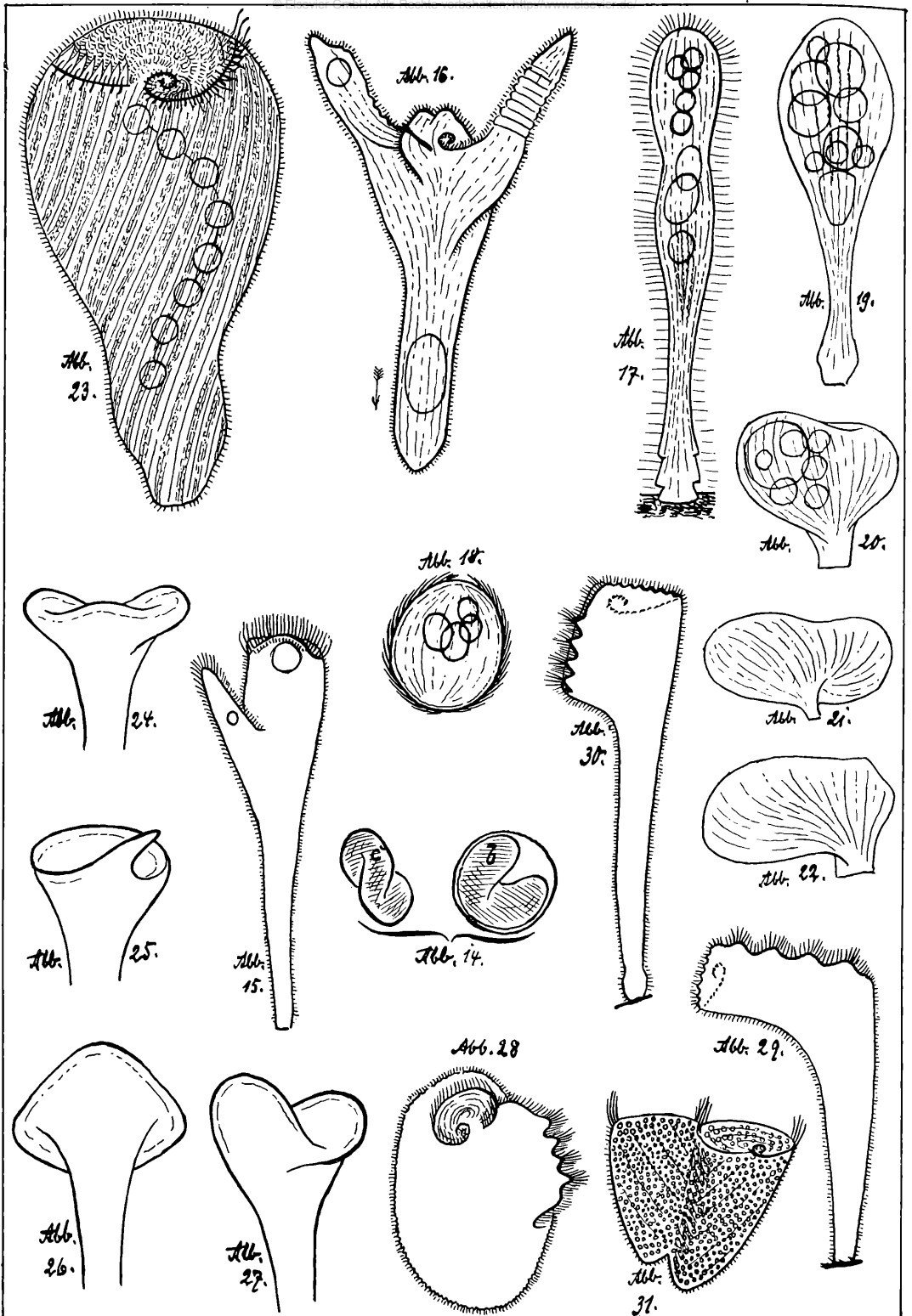
es sich mit Plasmafäden, sog. Pseudopodien, an der Unterlage fest.

Es liebt die Geselligkeit und manchmal findet es sich in großen Herden von seinesgleichen beisammen. Diese bilden dann bis senfkorngroße grünliche Flöckchen, die, wenn man sie im Einmachglas hält, an die Wasseroberfläche steigen oder die Glaswände beschlagen (Abb. 3); nicht selten trifft man in ihrer Gesellschaft andere Wimperlinge, ja sogar Rädertierchen an. Auch diese strudeln sich ihre Nahrung herbei, doch sind die diesbezüglichen Organellen beider grundverschieden. Während das Räderorgan paarig angelegt erscheint, besteht der Strudelapparat der Stentoren aus einer einfachen Wimperspirale (Abb. 4). Ihr vorderes Körperende ist abgestutzt, breit trichterförmig ausgehöhlt und eng spiralig gestreift. Am Rande dieser Vertiefung verläuft die genannte großwimperige Spirale, die auf der Bauchseite den im engen Spiralschluß steckenden Mund umschließt, dem sich ein kurzer Schlund anfügt. Bei beiden Tieren fängt dieses Wimpersystem, das, nebenbei bemerkt, auch dem Schwimmen dient, die zugetriebene Nahrung auf und führt sie dem Munde zu.

Die Trompetentierchen haben also zweierlei Zilien, kurze als Körperbedeckung und große als sog. adorale Wimpern, sie gehören mithin zu den verschiedenhaarigen Protozoen oder Heterotrichen. So oft man sie auch unter dem Mikroskop beobachtet, immer sieht man ihrem lustigen Treiben gerne zu. Sie halten sich dabei selten still, da sie fortwährend langsam pendeln und ihre ganze Umgebung gehörig absuchen; hat man eine größere Gesellschaft von ihnen im Gesichtsfeld, so erinnern sie in ihrem Strudeln, Pendeln und Zusammenzucken unwillkürlich an die Glockentierchen. Sie sind nämlich ebenfalls äußerst kontraktile und schrumpfen (Abb. 5) bei einem äußeren Reiz augenblicklich auf einen ei- oder birnförmigen Klumpen zusammen. Um diese Leistung zu ermöglichen, verlaufen dicht unter ihrer Oberfläche in steiler Schraubenlinie, und zwar parallel zu den äußeren Körperstreifen feine Muskelfibrillen, deren Kontraktion den ganzen Rumpf in Mitleidenschaft zieht. Doch verharren sie in dieser Schreckstellung nicht allzulange, in der Regel beginnen sie schon nach einigen Sekunden sich langsam wieder auszustrecken (Abb. 6), wo-

bei einige so lange werden, daß der vordere Körperkegel wie auf einem schwankenden Stiele ruht. Haben sie dann nach längerer Zeit ihre ganze Umgebung abgefischt, so lassen sie plötzlich von der Unterlage los und schwimmen fort (Abb. 7), durch den Wimperschlag ihres Peristomfeldes — dies ist der Name für ihren Wimpertrichter — wird ihr Körper dabei um seine Längsachse gedreht; stoßen sie während ihres Ortswechsels irgendwo an, so zucken sie kurz zusammen und wechseln darauf die Richtung.

Außer diesen nomadisierenden Formen gibt es aber auch festsitzende (sessile). Zuweilen findet man nämlich Stentoren in schwachkonischen Häuschen sitzen, aus denen sie im strudelnden Zustand (Abb. 8 bis 10) soweit herausragen, daß man kaum glauben kann, daß sie im kontrahierten Zustand darin überhaupt Platz haben. Diese Wohnungen sind kurze zarthäutige Röhren, die in der Regel so verschmutzt sind, daß man sie im Detritus nur schwer sieht. Ihr Mündungsrand, der sich beim Ausstrecken des Tieres wie eine Manschette mit vorschiebt, ist der einzige saubere Teil davon. In seltenen Fällen kann man die Tiere auch in gestielten Eischalen von Strudelwürmern sitzend finden (Abb. 11); doch sind dies wohl Zufallsbilder von nomadisierenden Formen. Untersucht man zur Sommerszeit viele Stentoren, so kann man, wenn man etwas Glück hat, hie und da welche beobachten, die sich im Zustande der Vermehrung befinden. Im ersten Moment überrascht ein solches Tier (Abb. 12). Seine adorale Wimperzone setzt sich nämlich senkrecht nach unten, und zwar in einer stark strudelnden welligen Linie fort, die sich schließlich um die Einschnüpfungsfurche legt und die Wimperspirale des unteren Tieres bildet; vor der Trennung beider glaubt man einen Stentor zu sehen, aus dem oben ein anderer herauswächst (Abb. 13). Zuvor wurde natürlich auch der Kern der Masse nach halbiert. Dieser ist je nach der Art eiförmig, strangartig oder er besteht aus ungefähr einem Dutzend Kugeln, die durch einen äußerst feinen Faden zusammengehalten sind (Abb. 23) und an einen Rosenkranz oder eine Perlenkette erinnern. Auch die kontraktile Vakuole zeigt einen eigenartigen Bau. Da sie in der Nähe des Mundfeldes liegt und das Ausscheidungsorganell für den ganzen Körper darstellt, bedarf sie



Tafel II: Trompetentierchen. Nach lebendem Material aus oberbayr., oberfränk. und oberpfälz. Weihern gezeichnet. Abb. 14. Die Beute von Abb. 7, stärker vergrößert. Abb. 15. *Stentor*, einarmig. Abb. 16. *Stentor*, zweiarig. Abb. 17. Unbekanntes, stentorähnliches Tier, gestreckt. Abb. 18. Desgl. kontrahiert. Abb. 19. bis 22. Desgl. in verschiedenen Kontraktionsformen (ohne Wimpern gez.). Abb. 23. *Stentor coar.* stärker vergrößert, auf der linken Seite ist zu sehen, daß seine Spiralschwärze dreieckige Lappchen sind; auch das Peristomfeld ist bewimpert. Abb. 24 bis 27. *Stentor Röseli*, 4 verschiedene „Kopfbilder“ von Abb. 1; ohne Bewimperung gez. Abb. 28. *Stentor igneus* . . . Kontraktionsform von Abb. 12; Mundfeld mit 14 Spiralen. Abb. 29 und 30. *Stentor igneus*, metabolische Formen von Abb. 12. Abb. 31. *Stentor polym.* mit Kugelalgen, 2 konjugierende Tiere.

eines langgestreckten Zuleitungskanals, der die Exkretionssäfte allseitig aufnimmt und ihr zuführt. Daß Tiere, die wie die Trompetentierchen fortgesetzt auf der Jagd nach Nahrung mit offenem Munde schwimmen, ständig Wasser schlucken, liegt auf der Hand und dieses wird wohl die Hauptmasse des Exkretes bilden; dabei sind die Vakuolen nicht häutige Bläschen, sondern kugelige Flüssigkeitstropfen im Plasma, die sich fortgesetzt direkt unter der Oberfläche an bestimmten Punkten desselben bilden, wenn die Entleerung stattgefunden hat.

Das eingestrudelte und verschluckte Wasser enthält die Nahrung; diese besteht meistens aus einzelligen Pflänzchen (Abb. 4 und 12), manchmal aber auch aus einzelligen Tierchen, wie Abb. 7 und 14 zeigen. Die Beute kreist in einer sog. Nahrungsvakuole im Körperplasma herum, bis sie verdaut ist; die unverdaulichen Reste, besonders Algenschaln, werden dann durch den in der Nähe des Peristoms befindlichen Zellafter entfernt. So sehr sich die Stentoren im äußeren Habitus gleichen — im ausgewachsenen Zustand schwankt ihre Größe je nach Art zwischen 500 μ und 1000 μ — so verschieden sind sie in der Farbe; dies ist umso bemerkenswerter, als im Reiche der Einzeller Farblosigkeit die Regel bildet. Man findet außer den farblosen bzw. grau gekörneltten Arten, welche die verbreitetsten sind, besonders häufig die blauen (*Stentor coeruleus*, Abb. 4), die mit ihrer Zebrastrreifung wohl die markantesten sind. Nicht selten sind auch die grünen (*Stentor polymorphus*, Abbild. 31); doch rührt deren Färbung von winzigen Kugelalgen her, die in solchen Mengen im Körperplasma verteilt sind, daß man nur schwer die inneren Organellen sieht; eine derartige Freundschaft auf Gegenseitigkeit heißt Symbiose; sie ist bei den Wimperlingen nicht selten und vor allem auch bei unsrer Hydra zu finden. Derartige Trompetentierchen sind dann entweder farblos oder sie haben eine rot pigmentierte Haut (*Stentor igneus*, Abb. 12); am seltensten sind wohl die gelblich oder hellbraun gefärbten (*Stentor niger*). Beobachtet man in einem Tröpfchen Schlamm farbige Formen, so ist in der Regel eine größere Anzahl gleichfarbiger in nächster Nähe. Alle, wie eingangs erwähnt, entweder sitzend oder mit dem Peristom vorwärts schwimmend. Eine interessante Ausnahme hievon bildeten

die in Abb. 15 und 16 dargestellten „Mißgeburten“. Die erste hatte unter ihrer Kopfpartie einen langen seitlichen Finger. Das Tier schwamm zwar hie und da herum, meist aber hielt es sich mit seiner Fingerspitze fest und strudelte, oder es stellte sich auf diese und drehte sich im Kreise. Sein Peristom war klein und wenig charakteristisch; wenn es kontrahierte, ragte sein Daumen wie ein kurzer dicker Zapfen heraus. Sein zweiarmliger Partner schwamm immer mit dem Hinterleib voraus, da seine Arme, selbst wenn sie parallel gelegt waren, für die normale Fortbewegung ein zu großes Hindernis bildeten. Spreizte es diese in einem Winkel von 180° auseinander, so hielt es sich damit an der Unterlage fest und machte mit dem Körper alle möglichen turnerischen Wendungen. Bei Zugabe von etwas Alkohol schnurrte sein Körper auf eine zweihöckerige Birne zusammen. Beide Künstler hatten also etwas akrobatenhaftes: sie verzichteten häufig auf die normale Fortbewegung und durchheilten ihr Medium rückläufig oder stellten sich auf ihre Arme und machten eigenartige Evolutionen.

Die Ursache derartiger Bildungen ist mir unbekannt; doch habe ich öfters leicht verletzte Stentoren beobachtet, die ein armartiges Gebilde ausstreckten und manchmal auch schwerverwundete, deren Körper teilweise so stark zerfetzt war, daß er nur noch aus zusammenhängenden Stücken bestand; aber trotzdem blieben diese Tiere am Leben und ihre einzelnen Teile strudelten um die Wette. Diese Lebenszähigkeit erinnert an unsere Hydra und forderte auch hier zu Teilungsversuchen förmlich heraus. Durchschneidet man einen Stentor mit einem Rosenkranzkern, so lebt nicht nur jeder Teil, der einige Kernperlen hat, weiter, sondern ergänzt sich sogar zu einem neuen kleinen Wassertrompeter. Diese künstlich erzeugten Kinder unterscheiden sich in nichts von den Naturkindern, sie strudeln und schwimmen wie diese herum und freuen sich ihres Lebens.

Im grellen Gegensatz zu diesen und allen übrigen Stentoren steht das in Bild 17 dargestellte Tier, das ich im Mai vor 2 Jahren in einem oberfränkischen Weiher fand und das nach meinem Wissen noch nicht bekannt ist. Es saß in majestätischer Ruhe auf einem zarten Würzelchen. Sein Körper war eine schlanke Keule, mit langen, anscheinend

starren Haaren dicht besetzt, von blauer Farbe und deutlich längs gestreift; es erinnerte sofort an die in seiner nächsten Nähe sich tummelnden blauen Stentoren, doch fehlte ihm jegliches Peristom. Der Kopfteil war wohl gerundet und mit etwas kürzeren, schwach flimmernden Haaren bedeckt. Sein Querschnitt war gleichmäßig rund, was deutlich zu sehen war, als ein ebenso großes Pantoffeltierchen darüber wegschwamm und es auf dem Objektträger rollte. Im Plasma zeigten sich viele große Blasen, die nicht die geringste Bewegung verrieten. Von Zeit zu Zeit zuckte es ohne äußeren Anlaß momentan zu einem stumpfen Ei (Abb. 18) zusammen; seine Haare legten sich dabei an und strudelten. Nach 3stündiger Beobachtung nahm es die Gestalt von Abb. 19 an. Seine auffälligste Eigenschaft war seine Metabolie (= Gestaltveränderung). So oft es sich durch Detritus durcharbeitete oder von diesem gedrückt wurde, ging es gewaltig in die Breite, wie die Bilder 20, 21 und 22 zeigen. Kurze Körperhaare wie der seltene *Stentor Barretti*, bei dem sogar das Peristom Tasthaare trägt, hatte es nicht.

Aus all dem Angeführten erhellt, daß die Stentoren äußerst dankbare Objekte für die mikroskopische Untersuchung sind, und zwar besonders für die Anfänger: sie sind die wärmere Hälfte des Jahres in jedem

Stillwasser leicht zu finden und manchmal in solchen Mengen, daß sie kleine „Schimmelrasen“ bilden, sie gehören zu den Großen unter den Kleinen und sind daher leichter zu mikroskopieren wie diese; sie sind ausgezeichnet durch hübsche Färbungen; sie besitzen ein hochinteressantes Mundfeld mit breiten Wimpern (Abb. 23), das je nach Blickrichtung ganz verschiedene Ansichten (Abb. 24 mit 27) bietet; sie haben durchwegs große Kerne, die ohne weiteres gut zu sehen sind; sie sind teils schwimmend und teils festsitzend, ferner äußerst zählebig und regenerationsfähig.

Ihr System ist klar und einfach; man unterscheidet

1. solche mit Rosenkranzkern:
 - a) grüne: *Stentor polymorphus* (mit einzelnen Tastborsten),
 - b) blaue: *St. coeruleus* (mit einzelnen Tastborsten);
2. solche mit bandförmigem Kern:
 - a) Peristom ohne Tastborsten: *Stentor Roeselii*,
 - b) Peristom mit Tastborsten: *St. Barretti*;
3. solche mit rundlichem Kern:
 - a) außen rot, auch mit Kugelalgen: *St. igneus*,
 - b) gelb oder braune: *St. niger*.

Über tierische Parasiten.

Von B. Schroeder.

II. *Coccidium cuniculi*.

Kennen Sie den Ausspruch: die Ziege ist die Kuh des kleinen Mannes? Mit demselben Recht kann man sagen, daß das Kaninchen das Schwein des kleinen Haushalts ist. Bitte sehr: Es kann genau so wie dieses mit Küchenabfällen nicht nur erhalten sondern sogar fett gemacht werden. Es frißt alles, von dem Morgensüppchen-Rest, den das Jüngste der Familie übrig ließ, und den Gemüseabfällen des Mittags bis zur harten Brotrinde, die Großmütterchen auf dem Abendtisch zurücklegte. Selbst die panierten Kotelettknochen nagt es noch fein säuberlich ab. (Selbst beobachtet!) Als ich das letzte Mal von einem

Schmarotzer des Hausschweins erzählte,¹⁾ konnte ich leider nicht angeben, wo das betreffende Material herzubekommen wäre, da er durch langjährige mikroskopische Nachstellungen auf dem Aussterbe-Etat steht. Diesmal sollen Sie dafür entschädigt werden durch Vorführung eines Schmarotzers des oben erwähnten Schweins des kleinen Haushalts, der so verbreitet ist, daß Material davon überall leicht zu beschaffen ist. Ein weiterer Beweis für den neuen Beinamen des Kaninchens ist auch dessen vielfach anzutreffende, vergleichsweise „schweinemäßig“ zu bezeichnende Stallhaltung. Da sitzen die armen Tierchen, als wären sie im

¹⁾ s. S. 62 (H. 3).

Sumpfwald zu Hause, in engen Kisten ohne Abfluß, bekommen ihr Futter, ihr Heu auf den durchnäßten Boden hingestreut und lernen wirkliches Großbreinemachen ihrer Wohnung vielleicht ihr Lebtage nicht kennen. Kein Wunder, daß diese ein Eldorado für allerlei Schmarotzer bildet. Und dann kommt das große Kaninchensterben. Zuerst meist die Jungtiere, so im Alter von 10 bis 12 Wochen. Sie wären „aufgebläht“ gewesen, hätten den Schnupfen gehabt, hätten Durchfall bekommen und ähnliches mehr kriegt man da zu hören. Mikroskopiker! Wenn du von solchen hörst, dann aber auf und hin; da gibt es etwas Interessantes für deine Linse! Das Rezept der Zubereitung lautet also: „M a n n e h m e“ einige Kotkügelchen, verreise sie in einer Schale unter tropfenweisem Zusatz von konzentrierter Kochsalzlösung zu einem homogenen Brei und filtriere dann durch ein Drahtsieb von etwa 0,2 cm Maschenweite unter Übergießen von konzentrierter Kochsalzlösung und Umrühren, so daß die größten Teilchen zurückbleiben. Nun gieße man von der dicken Lösung etwas in einen Erlenmeyerkolben und fülle diesen bis zur engsten Stelle mit konzentrierter Kochsalzlösung auf. Es soll mindestens 10mal so viel Salzlösung als Kotbrei sein. Flaschen mit gebauchten Wandungen eignen sich nicht. Zur Not kann man einen Glastrichter über den Kotbrei in einem gewöhnlichen Topf stülpen und dann mit Salzlösung bis zur Ansatzstelle des Trichterhalses auffüllen. Nun wartet man 5 bis 90 Minuten ab und fischt dann mit einer Platinöse (oder sonst einem Gegenstand) einen Tropfen von der Oberfläche der Lösung ab. Tut ihn auf ein Objektglas, legt säuberlich ein Deckgläschen auf und untersucht ihn unter dem Mikroskop. Neben reichlich Schmutzpartikelchen fallen ovale Gebilde auf. Sie haben einen stark lichtbrechenden Rand, der meist doppeltkonturiert ist, und einen dunkleren, kreisrunden Kern. Sie sind so typisch gestaltet und meist in so großer Anzahl vorhanden, daß sie gar nicht zu übersehen sind. Es sind

dies Oozysten¹⁾ von *Coccidium cuniculi* (*Eimeria stiedae*), einem weitverbreiteten Kaninchenschmarotzer. Läßt man nun den angefeuchteten Kot bei Zimmertemperatur auf stets feuchtem Fließpapier stehen und entnimmt davon im Verlaufe von 10 bis 20 Tagen des öfteren Proben, die nach dem gleichen Rezept zubereitet werden, so findet man bei nachfolgender Untersuchung, daß mit den Oozysten eine Veränderung vorggegangen ist. Der ehemals kreisrunde Kern ist bei einigen verändert; es sind 2, 3 oder 4 Kerne geworden, teils rund, teils länglich

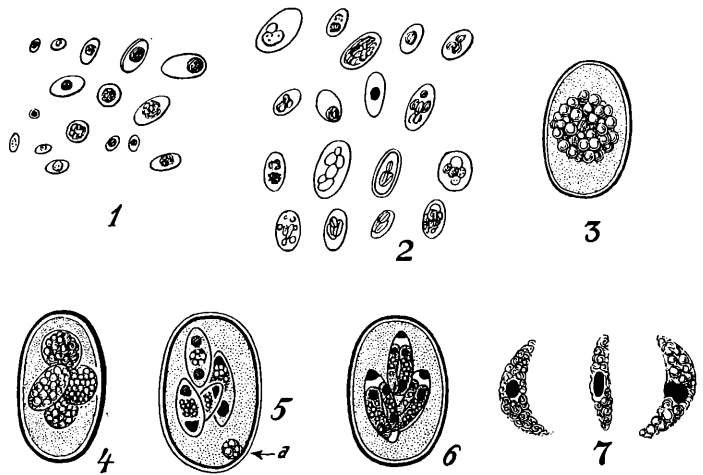


Abb. 1. *Coccidium cuniculi*. 1. Unversportete Oozysten. 2. Vier Tage versport. 3. Oozyste. 4. Vier Sporoblasten. 5. Vier Sporozysten, a = Stiedasches Körperchen. 6. Sporozoiten in der Oozyste. 7. Merozoiten. Sämtl. vergr.

oval: die beginnende Versporung. Untersucht man nun in Abständen weiter, so kann man alle Stadien der Versporung zu sehen bekommen. Auffällig ist auch, daß die Zysten von verschiedener Größe sind.

Über die Entwicklung der Kokzidien überhaupt geben Huttyra und Marek folgendes an. In den mit dem Kote abgehenden Oozysten entstehen bei genügender Feuchtigkeit, Wärme und beim Zutritt von Licht und Sauerstoff in 2 bis 6 Tagen vier kugelförmige Zellen, die Sporoblasten, die durch Annahme der Spindelform alsbald zu Sporozysten werden und in denen sich durch Teilung wiederum je zwei sichelförmige Sporozoiten entwickeln (Abb. 1—7). Dieser ganze Umwandlungsprozeß verläuft je nach den äußeren Einflüssen in 4—5 oder erst in

¹⁾ So benannt wegen der Herkunft dieser Zysten von einer befruchteten, einem Ei höherer Tiere vergleichbaren Zelle.

14—15 Tagen. Hiergegen bleiben in dicken Kotschichten eingeschlossene oder unter einer dicken Wasserschicht liegende Oozysten 2—2½ Monate unverändert ohne Sporulation, trotzdem aber entwicklungsfähig. Die Oozysten zeichnen sich durch eine besondere Widerstandsfähigkeit aus, indem sie selbst der Fäulnis mehr als 3 Monate lang widerstehen (Degoix). Werden sie nun mit dem von befallenen Kaninchen mit Kot beschmutzten Futter von anderen Kaninchen aufgenommen, so wird ihre Hülle durch die Verdauungssäfte, in erster Linie durch den Pankreassaft, aufgelöst, worauf die freigesetzten, sich nunmehr lebhaft bewegenden Sporozoiten in die Darmepithelien eindringen und eine rundliche Form annehmen, nachdem sie zwischen der Zellwand und dem Zellkern Platz genommen haben. Unter allmählicher Vergrößerung werden sie nun zu Schizonten, die sich ungeschlechtlich vermehren (Schizogonie), indem sich in ihnen in größerer Zahl spindelförmige Merozoiten bilden. Diese gelangen nach Zerfall der angegriffenen Darmzelle in das Darmlumen und dringen in andere noch unversehrte Epithelzellen ein, wo sich die Vermehrung durch Schizogonie noch mehrmals wiederholt, schließlich aber jedes Schizont seine Entwicklung früher oder später durch Sporogonie abschließt, wobei die in die Epithelzellen eindringenden Merozoiten sich zu Makrogametozyten und Mikrogametozyten verwandeln, die in den Mikrogametozyten entstandenen Mikrogameten dann frei werden, in die durch den Zerfall der Epithelzelle ebenfalls in das Darminnere gelangten Makrogameten, eindringen und sie befruchten, worauf eine Oozyste entsteht. Ob die Vermehrung der Kokzidien auf ungeschlechtlichem Wege auch außerhalb des tierischen Organismus vor sich gehen kann, ist nicht erwiesen, Züblin hält sie aber für möglich.

Die *Eimeria stiedae* (der meist gebrauchte Gattungsname *Coccidium* müßte nach dem Nomenklaturgesetz der Zoologen der älteren, von Aimé Schneider 1875 gebrauchten Gattungsbezeichnung *Eimeria* weichen!) schmarotzt in der Leber und im Darm des Kaninchens. Zwar ist wissenschaftlich noch nicht feststehend, ob der Leber- und der Darmparasit nicht zwei verschiedene Arten sind,

wie z. B. Hutyra und Marek annehmen und sie deswegen getrennt als *Coccidium cuniculi* und *Coccidium perforans* beschreiben. In neuerer Zeit hält man sie jedoch für eins, ohne daß der Beweis dafür bisher erbracht ist. Die auffälligste Form des Parasiten sind die Oozysten (und die Sporoblasten), die, wie oben beschrieben, länglich oval und 0,03—0,04 mm lang und 0,015—0,028 mm breit sind. Sie sind es auch, die mit dem Kote ausgeschieden, für Weiterverbreitung des Parasiten sorgen. Die Infektion erfolgt durch nasses Futter, das mit infiziertem Kot in Berührung gekommen war. Sie wird begünstigt durch (stark wasserhaltiges) Grünfütter, plötzlichen Temperaturwechsel, Erkältungen und schlechten Ernährungszustand. Das ist auch der Grund, weswegen besonders junge Tiere im Alter von 10 bis 11 Wochen (Aufhören der Ernährung mit Muttermilch, vermehrtes selbständiges Futtersuchen, und durch diesen Nahrungswechsel bedingtes Zurückgehen im Ernährungszustande!) und besonders im Frühjahr (sehr saftiges junges Grünfütter) am meisten und am schwersten erkranken, wohingegen ältere Tiere weniger leicht angesteckt werden und auch dann gar nicht immer krankhafte Erscheinungen zeigen.

Die Symptome der Krankheit bestehen naturgemäß in Ernährungsstörungen. Bei der Leberkokzidiose können Krankheitserscheinungen überhaupt lange fehlen. Die Tiere zeigen normale, fast übernormale Freßlust, wachsen heran und nehmen an Gewicht zu. Nach einiger Zeit fallen die Kranken durch ihren ungewöhnlich dicken Bauch auf, während der Rücken abmagert. Das Fell wird struppig, die Augen verkleben und oft ist Nasenausfluß zu beobachten. Einen schnelleren Verlauf zeigt die (meist akute) Darmkokzidiose. Hier setzen schon früh Verdauungsstörungen ein, starker Durchfall tritt auf, der das struppige Fell vielfach verklebt, die Tiere magern schnell ab und gehen oft schon 24 Stunden, nachdem sich die ersten Krankheitserscheinungen zeigten, unter Krämpfen oder Lähmung und manchmal schmerzlich schreiend zugrunde.

Die anatomischen Veränderungen beschränken sich bei der Leberkokzidiose auf die Leber bzw. auf das Epithel der Gallengänge. Unter der Oberfläche wie in der Tiefe der Leber sind weißgelbe Knötchen von

Stecknadelkopf- bis zur Erbsengröße oft in ungeheurer Anzahl zu sehen (Abb. 8). Sie enthalten neben Zerfallsprodukten die Kokzidien (besonders die Oozysten) geradezu in Reinkultur. Bei der Darm kokzidiose hat man besonders im Dünndarm das Bild eines heftigen Darmkatarrhs mit Anhäufung von zähem, oftmals blutigem Schleim auf der geschwellenen Schleimhaut, die in selteneren Fällen noch mit kleinsten weißen oder glasigen Knötchen besetzt ist. Manchmal sind jedoch die sichtbaren Veränderungen äußerst geringfügig.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Kokzidienkrankheit ist nicht zu unterschätzen; betragen doch die Verluste in verseuchten Beständen oft bis 100 Prozent. Nach S u s t m a n n sind 85 Proz. unserer Kaninchenbestände mit Kokzidien behaftet. Die große Verbreitung der Schmarotzer wird in erster Linie durch unsachgemäße Haltung bedingt. In feuchten Stallungen ohne Urinabfluß, in dunklen Kästen ohne Licht und ohne Reinlichkeit wird die Kokzidiose nie aussterben, auch wenn alle kranken oder verdächtigen Tiere beseitigt werden. Die „Kokzidienträger“, Tiere, die nach chronischem Krankheitsverlauf scheinbar ganz gesund sind, und die große Unreinlichkeit, die in den meisten Hauskaninchenzuchten herrscht, werden immer wieder dafür sorgen, daß die Jungtiere mit verschmutztem Futter in Berührung kommen und sich infizieren. Ein sicheres Heilmittel gegen die Kokzidiose gibt es bis jetzt nicht; jedenfalls sind die Untersuchungen darüber noch im Gange. Die auf den Kaninchenausstellungen angepriesenen Mittelchen sind wertlos. Vorläufig kann den Züchtern nur helfen, als Devise über ihre Stallungen zu schreiben: „Licht, Luft und Reinlichkeit“ und diese auch zu beherzigen.

Die Kokzidienkrankheit der Kaninchen und ihre Erreger hat man lange vernachlässigt. Das lag daran, daß der Nachweis der Oozysten im Kot manchmal so schwer gelang. Bei der chronischen Form und besonders bei der reinen Leberkokzidiose sind die Kokzidien im Abgang so spärlich vorhanden, daß sie mit der gewöhnlichen mikroskopischen Untersuchung meist nicht gefunden wurden. Erst das Jahr 1921 hat uns die eingangs beschriebene Kochsalz-Methode zum Zweck der Anreicherung der Kokzidien gebracht. Sie beruht darauf, daß

die spezifisch leichteren Protozoen, in eine gesättigte Kochsalzlösung gebracht, alsbald auf dieser schwimmen. Die Form des Erlenmeyerkolbens ist nötig, um eine für die Menge des Kotes und der Lösung verhältnismäßig kleine Oberfläche zu schaffen, wodurch die Konzentration der Kokzidien weiter verstärkt wird. Angegeben ist die Methode in dieser Form erstmalig von Prof. Dr. W. N ö l l e r. Sie geht zurück auf die Angaben von K o f o i d und B a r b e r, die die Anreicherung von Wurmeiern im menschlichen Kot auf ähnliche Weise bewerkstelligten, und von F ü l l e b o r n (1921), der erwähnt, daß man mit der Methode von K o f o i d und B a r b e r auch das Mäusekokzid

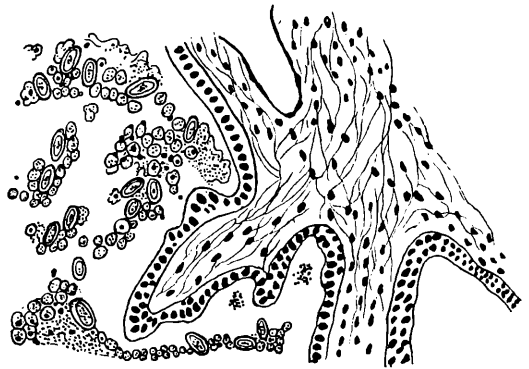


Abb. 8. Schnitt durch eine Kaninchenleber mit Kokzidienzysten (nach Thoma).

mit anreichern könnte. Während man eine ganze Reihe von Anreicherungsmethoden von Amöbenzysten und Wurmeiern im Stuhl des Menschen kennt, liegen bis jetzt nur sehr wenige Angaben über solche von Zysten parasitärer Protozoen vor. Besonders wertvoll ist aber die Methode von Prof. N ö l l e r nicht nur deshalb, weil dadurch in frischem Kot die Oozysten klar und angereichert zu Gesicht kommen, sondern auch deshalb, weil mit der Kochsalzmethode auch die fertig versporteten und die in der Versporung begriffenen Oozysten in jedem Stadium mit an die Oberfläche kommen. Fast noch wertvoller ist aber die Angabe N ö l l e r s, daß auch die in 4proz. Formalin- oder in einer 8proz. Formaldehydlösung in physiologischer Kochsalzlösung fixierten Oozysten sich mit der Kochsalzmethode noch nach Monaten ebenso leicht und gut anreichern lassen wie frisches Oozystenmaterial. Damit hat man die Möglichkeit, alle Versporungsstufen abschnittsweise

zu fixieren. Und noch eins hat die Kochsalzmethode gebracht: Man hat Kokzidien bei fast allen Haustieren, ja sogar bei den „wilden“ Tieren im Zoo, gefunden, von deren Existenz man vorher keine Ahnung hatte, ja bei manchen sogar gleich zwei verschiedene Arten! Doch davon vielleicht später einmal!

Literatur.

Nöller und Otten (1921): Die Kochsalzmethode bei der Untersuchung der

Haustierkokzidien. Berl. Tierärztliche Wochenschr., Nr. 41.

Kofoid and Barber (1919): Rapid method for detection of ova of intestinal parasites in human stools. Journ. Amer. Med. Assoc. Bd. 71.

Fülleborn (1920): Neuere Methode zum Nachweis von Helmintheneiern. Arch. f. Schiffs- und Tropenhygiene. Bd. 24.

Cropper and Row (1917): A method of concentrating Entamoeba cysts in stools. Lancet. 3. Febr. 1917.

Verkohlung und Photographieren von Pflanzengewebe.

Von Privatdozent Dr. **F. Hollendonner**.

Die mikrophotographisch aufgenommenen Bilder haben nur zu oft den Fehler, daß sich das Bild des Objektes nicht scharf genug vom

schen Spodogramme meine Kohlenbilder (Anthrakogramme) angefertigt (s. Abbildung 1, 2, 3).

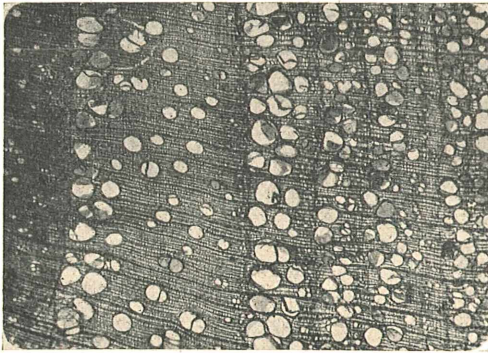


Abb. 1. Anthrakogramm von *Rhus typhina* S. (Hirschkolben-Sumach). 47f. Vergr. — Hollendonner phot.

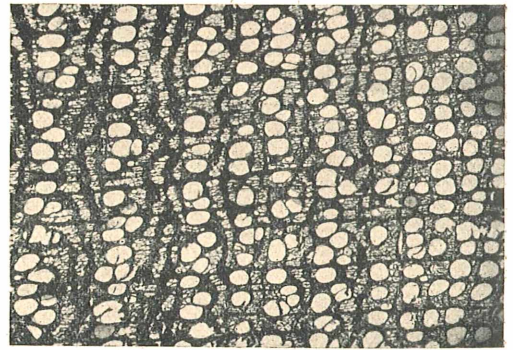


Abb. 2. Anthrakogramm von *Ulmus laevis* Pall. 20f. Vergr. Hollendonner phot.

Grunde abhebt. Die Platte ist unfähig, die Lichtdifferenz zwischen dem Sehfeld und dem gefärbten Präparat wiederzugeben, denn die Zellwand, in welcher Farbe sie auch gefärbt sei, wird immer noch etwas Licht durchlassen. Mit Rücksicht darauf, daß nicht allein die Holzkohle, sondern auch die Asche ihre Gewebestruktur beibehält, wie aus den Untersuchungen Netolitzkys, Wittmack-Buchwalds, Neuweilers und Molischs (s. Mikrokosmos Jahrg. XIV, S. 215) hervorgeht, und daß weiterhin die Kohle sämtliche Strahlen absorbiert, habe ich die Schnitte verkohlt und nach dem Muster der Molisch-

Die Herstellung derartiger Bilder geschieht folgendermaßen. Der Schnitt wird trocken, oder mit etwas Wasser, oder Alkohol auf einen reinen Objektträger, oder irgendeine andere Glasplatte gelegt, dann mit einem Deckglas oder einem anderen Glasplättchen bedeckt und über der Bunsenflamme unter steter Bewegung erhitzt. Nach Verdunsten des Wassers oder des Alkohols beginnt der Schnitt zu rösten, wird erst rötlich, dann rotbraun und endlich schwarz. Nach dem Auskühlen ist das Deckglas leicht zu entfernen und der Schnitt wird, ohne auseinanderzufallen, auf einen reinen Objektträger über-

tragen und in Kanadabalsam eingeschlossen. Bleiben nicht viel Verbrennungsprodukte zurück, d. h. bräunt sich der Objektträger nicht, so kann das Einschließen gleich auf dem ersten Objektträger vorgenommen werden. Besonders die Querschnitte der verholzten Gewebe (Holz), aber auch harte Zellulosegewebe (Maisstengel) geben sehr reine, scharfe, kontrastreiche Bilder, die ebendarum leicht und gut photographierbar sind. Wird das Rösten bei der rotenrot-braunen Färbung unterbrochen, dann erhält man eine ganz besonders glänzende Farbe, was die Beobachtung sehr erleichtert.

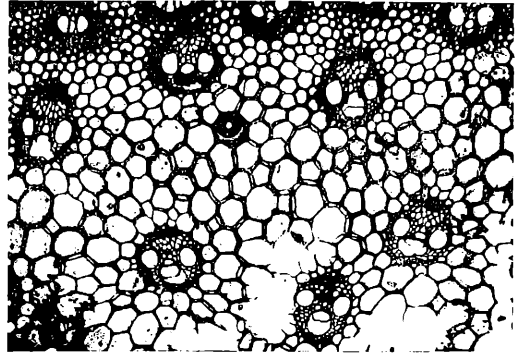


Abb. 3. Anthrakogramm von Zea Mays L. 83f. Vergr. Hollendomer phot.

Kleine Mitteilungen.

Interessante Zahlen über das Blut teilte Kaiserling in der Sitzung am 19. XII. 21 des Vereins für wissenschaftliche Heilkunde, Königsberg i. Pr., mit. Er ist der Ansicht, daß Zahlen blind sind, wenn sie nicht im Raume gesehen werden.

Da der Mensch durchschnittlich 5 l Blut hat und jeder mm³ davon 5 Millionen rote Blutkörperchen besitzt, so hat der Mensch im ganzen gegen 25 Billionen rote Blutkörperchen. Legt man die roten Blutkörperchen wie Geldstücke nebeneinander, so ergibt sich eine Strecke von 187 000 km = dem 4,7 fachen Umfang des Erdäquators. Zählt man in jeder Sekunde 10 rote Blutkörperchen auf, so benötigt man dazu eine ununterbrochene Tätigkeit von rund 80 000 Jahren. Die Blutkörperchen zweier Menschen genügen, um eine Brücke zum Mond zu bauen.

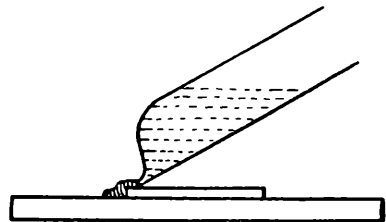
Ein D-Zug mit 70 km Stundengeschwindigkeit gebraucht 111,6 Tage, um die Blutkörperchenlänge abzurufen. Legt man die Blutkörperchen wie Geldstücke in Säulen aufeinander, so ergibt dies eine Höhe von 62 000 km = 1,5mal den Erdäquator. Auf eine Fläche nebeneinander gelegt bedecken die roten Blutkörperchen 1400 qm. Die gesamte Oberfläche aller roten Blutkörperchen (das ist die Atemfläche) beträgt rund 3680 qm.

Die 25 Milliarden weißen Blutkörperchen haben zusammen eine Länge von 350 km (= Königsberg—Posen) und bedecken eine Oberfläche von 10 qm.

Das Volumen des Blutes läßt sich leicht in 5 Würfeln von je 10 cm Seitenlänge darstellen. Davon sind 2 cdm Hämoglobin, 3 Plasma, Die Leukocyten nehmen ohne Zwischenräume einen Würfel von nur 2,63 cm = 18,33 ccm ein. Das Fibrin füllt einen Würfel von 2,2 ccm, wenn das Blut 0,2 % enthält. P. R.

Kovács (Zentralbl. f. inn. Medizin 1922, Heft 15) beschreibt einen **Apparat zur Umrandung von Deckgläsern mit Paraffin für Dauerpräparate**, die in einer Flüssigkeit (Glycerin

usw.) aufbewahrt werden. Wenn man ein gewöhnliches Reagenzglas am äußersten Teil der Kuppe vorsichtig über einer Gasflamme erwärmt und gleichzeitig von innen mit einer dünnen Präparier- oder Stricknadel ganz an der Seite der Kuppe auf diese einen leichten Druck ausübt, so bildet sich daselbst eine Ausstülpung. Diese wird nun durchbohrt, wobei nur zu beachten ist, daß das Bohrloch



nicht mehr als 1 mm Durchmesser hat. Falls die Öffnung etwas zu groß geworden ist, läßt sie sich in der Flamme wieder einschmelzen. Das so umgearbeitete Reagenzglas wird mit der Einschlußmasse gefüllt und diese behufs gleichmäßiger Verteilung flüssig gemacht; beim folgenden Erstarrungsprozeß soll das Paraffin die Wände möglichst gleichmäßig auskleiden, was durch Drehen der schief gehaltenen Epruvette ohne weiteres möglich ist. Die Handhabung des Apparates ist folgende:

Man erwärmt vom unteren Ende des Einschlußmassebelages so viel, als man jeweilig benötigt. Hierbei ist zu beachten, daß die Bohrung beim Erwärmen des Reagenzglases nach oben sieht, da sonst unnötig Material verloren geht. Hat man auf diese Art genügend flüssige Einschlußmasse gewonnen, so streicht man mit der Bohrung nach unten in einem Winkel von 20—30° die aus dem Bohrloch ausströmende Einschlußmasse längs des Deckglasrandes auf (s. Abb.). Dr. P. Sch.

Ammoniumpikrat als Ersatz für Lugolsche Lösung (Jodjodkalium). Nach Versuchen von Vierling (Centralbl. f. Bakteriolog. I. 88 Heft 2) kann an Stelle des heute sehr knappen und teuren Jods zu der Gramschen Färbung von Bakterien mit gutem Erfolge Pikrinsäure verwendet werden. Das Verfahren gestaltet sich dann zweckmäßig folgendermaßen:

1. $\frac{1}{2}$ Min. färben mit Methylviolettanilin (100 ccm Wasser mit 3 ccm Anilin schütteln, filtrieren; dazu 10 ccm konz. alkoholische Methylviolettlösung und 4 ccm 1%ige wässrige Nachtblaulösung). Abspülen, Spülwasser abschleudern; dann
2. $\frac{1}{2}$ Min. behandeln mit Ammoniumpikrat (3 g techn. Pikrinsäure + 200 ccm Wasser + 2,2 ccm 10%iges Ammoniak). Abtrocknen mit Fließpapier.
3. 3—4 Sek. entfärben mit 90%igem Alkohol. Sofort abtrocknen mit Fließpapier; dieses schnell entfernen.
4. 15 Sek. nachfärben (0,2 g Rhodamin 2 ASIa Höchst + 0,2 g Neutralrot + 100 ccm Wasser; statt dessen auch mit der üblichen Karbolfuchsinlösung 1:20). Sehr kurz abspülen, schnell trocknen.

* O. Arnbeck.

Die Darstellung der Hämochromokristalle nach Takayama beschreibt Dr. Georg Straussmann in der M. Med. Wochenschr. 1922, Nr. 4. Das eine Reagens ist lange haltbar und besteht aus:

5 ccm	10% Traubenzuckerlösung
10	10% Natronlauge
65	destilliertes Wasser
20 „	Pyridin.

Zu dem zu untersuchenden Blutpartikel werden auf dem Objektträger einige Tropfen des Reagens zugesetzt und über kleiner Flamme erwärmt, bis die erst grünlichen Blutschüppchen sich rosarot färben. Nach einiger Zeit bilden sich Hämochromokristalle. Sie halten sich in der Lösung ohne Konservierungsmittel mehrere Tage lang. Das Präparat ist nach vorsichtiger Umrandung mit Deckglaskitt oder Kanadabalsam mehrere Wochen lang haltbar. Dabei verschwinden eine Anzahl Kristalle allmählich.

Noch wirksamer ist das wie folgt zusammengesetzte Reagens:

10,0 ccm	10% Natronlauge
10,0	10% Traubenzuckerlösung
10,0	Pyridin
70,0 „	destilliertes Wasser.

Die Mischung verliert jedoch nach 2—3 Wochen ihre Wirksamkeit.

Die Anwendung ist genau so wie oben beschrieben. Die angegebenen Reagentien sind den sonst zur Darstellung des Hämochromogens üblichen weit überlegen. P. R.

Eine Verbesserung der alten Kochmethode des Sputums (nach Dahmen)¹⁾ zur Anreicherung der Tuberkelbazillen glauben R. Pfeiffer und W. Robitschek (Centralbl. f. Bakt.

I. Abtlg., 87. Bd., 1921/22, S. 27 ff.) dadurch zu erzielen, daß sie in der gekochten Flüssigkeit durch Mastix einen äußerst feinflockigen Niederschlag erzeugen, „an dessen Partikelchen die Bazillen sich apponieren sollen, um beim Ausschleudern in der Bodenschicht gefunden zu werden“. Es wird zunächst eine 10%ige Stammlösung von Mastix in absolutem oder stark konzentriertem Alkohol hergestellt und einige Stunden nach der Auflösung filtriert. Aus dieser unbegrenzt haltbaren Stammlösung erhält man die 2—3 Wochen haltbare Gebrauchslösung durch „Einblasen“ von 0,5 cm³ Stammlösung + 4,5 cm³ abs. Alkohol in einen kleinen, 20 cm³ dest. Wasser enthaltenden Erlennmeyerkolben (mittels einer mäßigen weiten Pipette, unter gleichmäßigem Zufließen). Vom frischen Sputum werden 50 cm³ mit der dreifachen Menge dest. Wasser in einem Erlennmeyerkolben, unter wiederholtem Umschütteln, auf dem Wasserbade bis zur vollständigen Homogenisierung gekocht und dann 8 cm³ dieser Flüssigkeit mit 2 cm³ der Mastix-Gebrauchslösung gemischt und in einer graduierten Sedimentierungs-Eprouvette über den Tag zum langsamen Absetzen in den Brutschrank gestellt und nach 24 Stunden zentrifugiert¹⁾. Dann werden aus 3 verschiedenen Schichten des Bodensatzes, unter anderem aus der Grenzschicht zwischen dem flüssigen und dem festen Anteile des Röhrcheninhaltes, je ein Objektträger gestrichen; wobei sich als besonderer Vorteil ergibt, daß die Ausstriche infolge der Klebkraft des Mastix fest am Glase haften; ein etwaiger Überschuß an Mastix wird bei der folgenden Behandlung durch Alkohol entfernt. — Durch eine sorgfältig gearbeitete Tabelle beweisen die Autoren zahlenmäßig die Überlegenheit ihrer Methode gegenüber der des gewöhnlichen Ausstreichens von frischem Sputum; da aber letzterer schon das bloße Kochen nach Dahmen überlegen ist, hätten sie unbedingt einen Vergleich zwischen den zahlenmäßigen Ergebnissen der einfachen Kochmethode und der mit dem Mastix-Verfahren kombinierten bringen müssen.

Dr. E. Löwi.

Das Glychämalaun wird nach P. Mayer folgendermaßen angesetzt: „Man zerreibt 0,4 g Hämatein (oder Hämatein-Ammoniak) mit einigen Tropfen Glycerin und setzt dazu eine Lösung von 5 g Alaun in 30 ccm Glycerin und 70 ccm destill. Wassers.“ Die Lösung hält sich einige Jahre lang (etwas Alaun kann auskristallisieren), wirkt sehr stark, gibt aber keine scharfe Kernfärbung; will man diese erreichen, so muß man mit Alaunwasser oder sogar mit schwacher Säure auswaschen.

¹⁾ Zentrifugieren ohne vorheriges freiwilliges Absetzenlassen scheint, wie die Autoren meinen, die Sicherheit des Ergebnisses zu verringern, wohl deshalb, weil die Bakterien weniger Gelegenheit haben, sich an die kleinsten korpuskulären Elemente anzulagern.

¹⁾ Vgl. meine Notiz „Mikrokosmos“ XV, S. 67

Die anorganischen Wachstumserscheinungen.

Von J. Winckelmann.

V

Gegenstand dieses Aufsatzes soll ein Sonderfall sein, der bei der Diffusion von Salzen in Gallerten auftritt und dessen Auswertung zur Erklärung zahlreicher Phänomene aus den verschiedensten Gebieten wie der Botanik, Geologie u. a. m. gedient hat.

Rhythmische Fällung durch innere Einflüsse.

Es ist bekannt, daß sich bei der Diffusion eines Körpers A in einem Medium, das einen Körper B enthält, der daraus entstehende Niederschlag C nicht überall gleichmäßig absetzt, sondern in Schichten, die mit solchen ohne Niederschlag wechseln.

Versuch 40: Wie wir aus früheren Versuchen wissen, erzeugt ein Tropfen Silbernitrat auf einer Gelatine, die Natriumchlorid enthält, einen vollkommen gleichmäßigen Niederschlag von Chlorsilber. Wir fügen jetzt der Gelatine anstatt des Kochsalzes Kaliumbichromat oder Ammoniumbichromat zu, und zwar genügen wenige (5—10) Tropfen 10% Lösung auf 100 ccm 5% Gelatine; oder ein Tropfen auf etwa 20 ccm Gelatine, d. h. soviel Gelatine, als man zum Aufgießen auf 4 Platten 9×12 gerade braucht. Man nehme aber aus später zu erörternden Gründen Gelatine, die einige Tage alt oder nicht ausgewässert ist. Nach dem Erstarren impfen wir wie früher einen großen Tropfen 10—30% Silbernitratlösung in die Mitte. Das Präparat kommt am besten in eine feuchte Kammer, Pappschachtel oder dergl. und bleibt dunkel stehen. Schon nach kurzer Zeit setzt sich das sich bildende Chromsilber ab, und zwar nicht gleichmäßig, sondern in Ringen von roter oder schwarzer Farbe, denen freie Schichten folgen (Abb. 1).

Den gleichen Versuch wiederhole man auf Objektträgern mit verschiedenen großen Tropfen verschiedener Konzentration. Die Ergebnisse variieren beträchtlich.

Sogleich interessiert natürlich die Frage: Wie kommt diese Erscheinung zustande? Aber so einfach ihre Lösung auf den ersten Blick erscheint, wenn man die Theorie der Übersättigung auf sie anwendet, so kompliziert wird sie, wenn man den Vorgang weiter studiert, und tatsächlich gibt es zurzeit keine völlig befriedigende Erklärung.

Um uns weiter zu orientieren, machen wir **Versuch 41:** Wir füllen ein Glasrohr (einfaches Biegerohr) von 3—6 mm Weite oder eine aus solchem Rohr lang ausgezogene nicht zu feine Kapillare mit Gelatine, die ein Chromat im angegebenen Verhältnis enthält. Nach dem Erstarren wird das Glasrohr zerschnitten und die einzelnen

Teile in Lösungen von Silbernitrat gestellt, die verschieden stark sind. Nach einigen Tagen haben sich parallel zur unteren Öffnung in der Gelatine Schichtungen ausgebildet, und zwar liegen diese unten ganz nah beieinander, während die Abstände nach oben zu immer größer werden. Betrachten wir aber einen bestimmten Abstand in verschiedenen Röhrchen, so finden wir z. B., daß ein Abstand von 3 mm in dem einen Röhrchen in einer Höhe von 10 mm auftritt; in einem andern, das in konzentrierterer Lösung stand, aber tritt dieser Abstand von 3 mm erst in 15 mm Höhe auf und bei einem dritten, das in dreimal so konzentrierter Lösung stand, vielleicht erst in 20 mm Höhe. Immer aber findet man bei

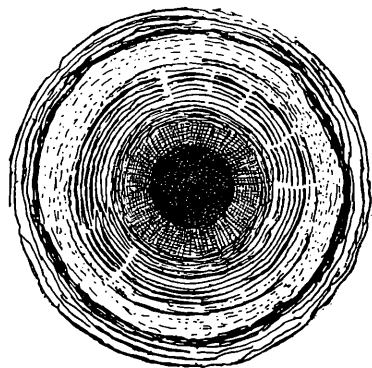


Abb. 1. Rhythmischer Silberchromatniederschlag.

diesen und ähnlichen Versuchen, daß die Abstände bei der Entfernung vom Diffusionszentrum zunehmen.

Versuch 42: Wiederholung der Versuche mit andern Salzen, z. B. Ersatz des Chromates durch Phosphat als Impftropfen; Kalziumchlorid, Baryumchlorid, Silberchlorid u. a. m.; ferner auf gleiche Weise die Bildung von Kupferkarbonat, Kalziumkarbonat, Jodblei. Bei diesem erhält man oft sehr schöne Ringbildung.

Versuch 43: Man ersetze die Gelatine durch Agar-Agar oder Kieselsäuregallerte. Man erhält bei manchen Salzen bessere, bei manchen schlechtere Resultate, weil hier Verunreinigungen, teils eine fördernde, teils hemmende Wirkung ausüben. Bei Zusatz von Säuren zur Gelatine wird je nach der Konzentration die Ringbildung verhindert, verzögert oder verbreitert.

Theorie der rhythmischen Fällungen.

Über diese Vorgänge hat nun Ostwald im

Lehrbuch der allgemeinen Chemie (2. Aufl.) 2 II. S. 778—780 eine Theorie aufgestellt, in der die Übersättigung des Silberchromates die Hauptrolle spielt. Das Silbernitrat und das sich bildende Alkalinitrat wandern vom Zentrum aus nach außen, also zentrifugal. Und ebenso wandert das entstehende und vorläufig übersättigt gelöste Silberchromat. Beim Eintreten eines bestimmten

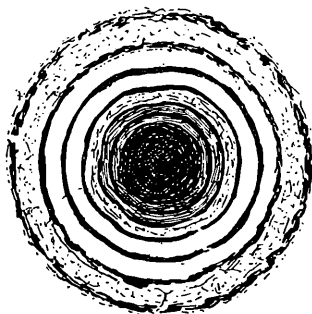


Abb. 2.

Rhythmischer Silbernitratniederschlag.

Lösung n. Ostwald bei Erreichung dieser metastabilen Grenze auch bei Abwesenheit von Keimen nicht mehr beständig sein. Ist einmal im Zentrum das Silbernitrat plötzlich ausgefallen, muß von außen her eine teilweise zentripetale Rückwanderung des übersättigt gelösten Chromates stattfinden, und um die Niederschlagszone herum muß sich ein chromatärmer Hof bilden, denn neues Chromat kann wegen Verbrauches des Alkalichromates nicht gebildet werden. Also findet in dieser Zone auch kein Ausfallen von Silberchromat mehr statt, d. h. sie bleibt frei. Weiter außen bildet sich neues Chromat, das beim Überschreiten der metastabilen Grenze ausfällt und einen zweiten Ring bildet, und so fort. Gegen diese Theorie sind jedoch mannigfaltige Einwände erhoben worden. Z. B. müßte ja, wenn man der Chromatschicht schon Silberchromat einbettet, die Schichtung ausbleiben, da die Keime keine Übersättigung aufkommen lassen.

Versuch 44: In eine noch flüssige, auf eine Glasplatte gegossene Chromatgallerte bringt man eine Spur Silbernitrat. Das sich bildende Chromat wird mit einem Glasstab verrührt und löst sich auf. Bringt man auf die dann erstandene Gallerte einen Tropfen Silbernitrat, findet keine Bänderung statt, sondern das Silberchromat scheidet sich überall gleichmäßig ab. Aber Hatscheck gibt einen Versuch an, der gerade das Gegenteil beweist.

Versuch 45: In ein Reagenzrohr kommt 1% Agar-Agar-Gallerte mit 4% Kaliumjodid, darüber konzentrierte Lösung von Bleinitrat. Es bilden sich sehr schöne Schichtungen von Bleijodid. In einem zweiten Rohr werden der Gallerte außerdem Keime zugefügt, durch Zusatz einer Spur Bleinitrat oder von fertigem Bleijodid zur Gallerte. Auch in diesem Röhrchen bilden sich schöne Schichtungen aus. Auch Bechold hat einen Beweis gegen die Übersättigungstheorie angeführt, der aber weniger stichhaltig ist.

Versuch 46: Man mache einige Diffusionsversuche, bei denen das Silbernitrat sich in der Gallerte befindet und das Chromat aufgetropft wird. Auch hier kann man gute Ring-

systeme erhalten (Abb. 2), aber die Bildungen sind leichten Störungen unterworfen. Verunreinigungen am Glas und anderes können Ansammlungen von Silbersalz hervorrufen, die dann als Fremdkeime wirken. Liesegang macht besonders die Färber histologischer Präparate auf diese Tatsache aufmerksam. Er weist auf die Ähnlichkeit hin, die die Imprägnierung der Ganglienzellen mit Silberchromat nach dem Golgischen Verfahren mit derartigen Wirkungen in physikalisch-chemischer Hinsicht hat. Je weiter nun die Ringe auseinanderdrücken, desto mehr nehmen Störungen und Unregelmäßigkeiten zu. Abb. 3 zeigt verschiedene Stellen eines Präparates in verschiedener Entfernung vom Zentrum. Während die Ringbildung zuerst ganz scharf ist, wird sie an weiter außen liegenden Punkten verschwommener. Die Ringe werden breiter, lösen sich in einzelne mikroskopische Teilchen auf oder es zeigen sich Interferenzen. Dies ist auch ganz natürlich, da ja die übersättigte Lösung immer längere Wege zurücklegen muß und ihr immer größere Mengen Gelatine entgegenstehen, die durchwandert werden müssen. Bei manchen Präparaten liegen die Ringe paarweise nebeneinander, und zwar der eine höher, der andere tiefer im Präparat. Hiervon kann wieder der eine eine dicht geschlossene, der andere eine fein unterbrochene Struktur zeigen; lauter Vorgänge, zu deren Erklärung die Ostwaldsche Theorie zum mindesten noch einer Ergänzung bedarf.

Versuch 47: Man versuche Fällungen von Manganhydroxyd in Gelatine. Hier erhielten Tillmann und Häublein besonders weit auseinander liegende Ringe und große Störungen durch Papierfasern, eingehängte Wollfäden und sogar Bakterien.

Rhythmische Fällung durch äußere Einflüsse.

Derartige rhythmische Fällungen lassen sich jedoch nicht nur bei Auftreten von Niederschlägen verfolgen, sondern auch bei der einfachen Kristallisation.

Versuch 48: Auf einer Glasplatte läßt man 10% Gelatine erstarren, die man in 10% Trinatriumphosphatlösung badet. Trocknet

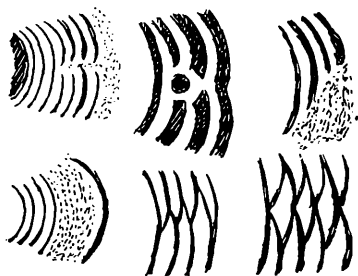


Abb. 3. Verschiedene Störungsstellen an einem Präparat.

das Ganze ein, so bilden sich Kristallbänder, parallel zum äußeren Rande, d. h.: vor der Kristallisation bildet sich durch die stärkere Verdunstung am Rande eine übersättigte Lösung, dann scheiden sich bei Überschreitung der metastabilen Grenze Kristalle aus, diese

wirken als Keime und die Lösung diffundiert zu ihnen hin. Hierdurch entsteht eine salzarme Zone. Durch weitere Verdunstung scheidet sich immer mehr aus, die „Salzverarmung“ wird also durch weitere Diffusion immer größer; schließlich trocknet die Zone ein. Inzwischen erreicht in einiger Entfernung die nächste — dritte — Zone durch Verdunstung ihre metastabile Grenze und ein zweites Kristallband schlägt sich nieder. Und so fort. Hier kann also aus anderen äußeren Gründen ähnliches entstehen wie bei den früheren Versuchen. Liesegang warnt hier ausdrücklich noch einmal vor Temperaturschwankungen beim Versuch. Denn auch durch diese ist natürlich eine rhythmische Fällung oder Kristallisation zu erzielen. Der Wechsel der Konzentration, mit dem wir uns schon in den ersten Aufsätzen befaßten, spielt auch hier eine große Rolle und alle diese Fälle müssen natürlich genau auseinander gehalten werden.

In den Lebewesen, in denen ja auch dauernd kristallinische Salzlösungen in Kolloiden diffundieren, wirken alle diese äußeren Einflüsse (Temperatur, Licht usw.) und die inneren (Konzentration, Zusammensetzung, Vorhandensein oder Abwesenheit besonderer Salze, Fermente, Keime usw.) im buntesten Wechsel durcheinander. Wie unendlich schwer also einen einfachen Lebensvorgang restlos zu erklären, wo hier schon bei Betrachtung aller Einzelfälle in ihrer Gesondertheit so viele Faktoren auszuschalten oder zu berücksichtigen sind!

Es muß hier von einer Erscheinung gesprochen werden, die selbst kürzlich noch in Publikationen über dieses Thema mit den rhythmischen Niederschlägen oben besprochener Art verwechselt worden ist, obwohl es sich hier um einen „äußeren“ Einfluß handelt. Schon im Jahre 1855 gab F. R. Runge eine sehr schöne Schrift heraus, genannt „Der Bildungstrieb der Stoffe“. Leider ist dieses Buch nur noch in wenigen Bibliotheken erhältlich. Runge erzeugte nämlich ebenfalls rhythmische Diffusionen und zwar auf Filtrierpapier.

Dieses wurde mit einem Salze getränkt und getrocknet. Hierauf trüfete er dann eine andere Salzlösung; diese wurde durch die Kapillarität des Papierses aufgesogen und gab mit dem ersten Salze einen Niederschlag und zwar in kürzester Zeit. Dann kam auf dasselbe Zentrum ein neuer Tropfen. Dieser schlug um den alten Ring herum einen neuen nieder. Es kam also als neuer formender äußerer Faktor die Zeit mit hinein. Bei einmaligem Tropfenaufsatz entstand niemals eine Bänderung. Runge fügte seine Originalpräparate den Büchern bei, was diesen besonderen Wert verleiht.

Formkatalysatoren.

Biologen wird es besonders interessieren zu hören, daß minimale Spuren eines Salzes A die Wechselwirkung zwischen zwei andern Salzen B und C so beeinflussen können, daß sich das entstehende Produkt D ebenfalls in Bändern rhythmisch abscheidet, wozu es sonst nicht fähig wäre.

Versuch 49: 10% Gelatine enthält 0,1—1% Silbernitrat, als Impftropfen Natriumchlorid mit wenig Bichromat. Es bildet sich Chlorsilber in Ringform statt des sonst üblichen einfachen zusammenhängenden Niederschlages. Der Vorgang ist folgender: das Chromat wandert dem Chlorid voraus und bildet Silberchromat; dieses wird durch das nachfolgende Natriumchlorid in Chlorsilber umgewandelt. Das wieder frei werdende Chromat diffundiert weiter und so setzt sich der Vorgang fort.

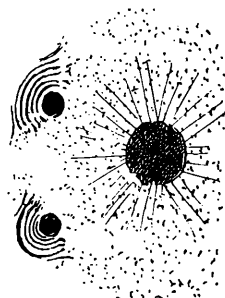


Abb. 4. Umwandlung gleichmäßig gelagerten Silberchlorids in rhythmisch gelagertes.

Versuch 50: Man kann nach Liesegang diese Wirkung auch lokal erzielen. Gelatine mit 2% Silbernitrat dient als Bettsubstanz. In der Mitte als Impftropfen Natriumchlorid. In einiger Entfernung werden um den Tropfen herum Körnchen von Silberchromat gelegt. Das Chlorsilber schlägt sich bis zu diesen Körnchen geschlossen nieder, dann tritt Bänderung ein aus oben erwähntem Grunde (Abb. 4).

Versuch 51: Man stelle 3 oder mehrere Tropfen Chromat und Silbernitrat auf erstarrter reiner Gelatine einander gegenüber. Hier werden durch die wechselseitige Diffusion besonders unregelmäßige Bildungen erzeugt (Abb. 5). Schwarze und rote Formen wechseln stark ab. Die schwarzen Chromate sind kristallinisch und oft makroskopisch, die roten dagegen hoch dispers. Liesegang sagt an dieser Stelle: Wegen der auffallenden Beeinflussung der Formenbildung durch kleine chemische Unterschiede sind diese Präparate auch für Vergleiche mit der Formenbildung in Lebewesen von Interesse. Denn wahrscheinlich wird man auch dort allmählich immer mehr nach den Beziehungen der Form zum Chemischen suchen. Die bisher zuweilen angeführten Vergleiche mit den verschiedenen Kristallformen waren doch etwas zu abgelegen.

Bei diesen Präparaten tritt natürlich zwischen Chromat und Silber sofort eine Reaktion ein, aber das Silberchromat kann gelöst recht weit diffundieren und plötzlich durch Keimwirkung oder Überschreitung der metastabilen

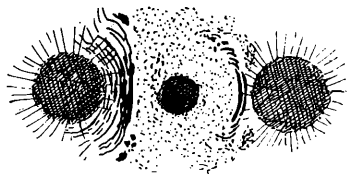


Abb. Silbernitrat-tropfen zwischen Chromat-tropfen.

Grenze sich niederschlagen. Hierdurch kann es zu plötzlich großen Ausscheidungen an einigen Punkten kommen, zu denen dann das noch Gelöste wieder hindiffundiert, so große

niederschlaghaltige Strecken mit freien Höfen bildend.

Versuch 52: Präparate, die noch im Entstehen sind, reinige man von überschüssigen Reagenztropfen und bade sie in Lösungen von Chromaten und Silbernitrat durch Überstreichen mit diesen Lösungen. Hierdurch erhält man oft wertvolle Aufschlüsse über das Vordringen der einzelnen Reagentien. Es kann vorkommen, daß eine Stelle des Präparates mit beiden Lösungen reagiert. Leduc beschreibt in seinem Werke „Das Leben“ die Bildung periodischer Niederschläge durch Diffusion eines Tropfens Blutlaugensalzes (Ferrocyankalium) in Gelatine, die Spuren von Eisensulfat enthält. Ferner durch Diffusion von Silbernitrat in Gelatine, die Natriumarseniat enthält. Man versuche wenn möglich auch diese Stoffe und auch in der Umkehr der Substanzen, da manche Erscheinungen sich je nach der Lage der Substanz besonders schön zeigen.

Brechung und Beugung.

Versuch 53: Von einer erstarrten chromat- oder arseniathaltigen Gelatine wird ein Teil entfernt und daneben eine doppelt bis dreifach so konzentrierte Gelatine gegossen. Ein auf die schwächere Chromatseite gebrachter Tropfen Silbernitrat bildet Wellen, die sich beim Eindringen in das dichtere Medium verändern. In dem konzentrierteren Teil sind die Ringe

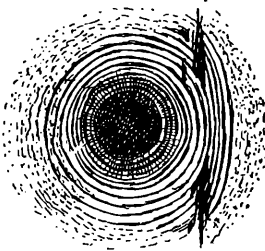


Abb. 6. Brechung durch ein dichteres Medium.

flacher und von größerem Radius (Abb. 6).

Versuch 54: Aus einer erstarrten Gelatine schneidet man zwei Stücke heraus, so daß eine enge Öffnung entsteht und läßt das Chromat durch diese hindurchdiffundieren. Dann bildet die Öffnung ein neues Zentrum für die Ringe mit dem Mittelpunkt in der Öffnung selbst.

Die Ringe werden also ebenso wie Lichtwellen beim Durchtritt durch eine enge Öffnung gebrochen (Leduc); denn auch wenn Licht durch eine enge Öffnung tritt, setzt es nicht seinen Weg geradlinig fort, sondern verbreitert sich fächerförmig zu einem Kegel. Es ist, als ob die Öffnung selbst ein leuchtender Punkt wäre. Leduc knüpft hieran eine interessante Polemik über die Wellen- und Emissionstheorie des Lichtes.

Leduc gelang auch die Herstellung sehr feiner Wellen. Während bei äußeren Präparaten die Ringe oft auseinander liegen, stellte er Wellen von weniger als 2 Mikron Dichte her. Er gibt folgendes Rezept an: zu je 5 Tropfen 10% Gelatine einen Tropfen Kalziumnitrat. (Wie stark, ist nicht gesagt, aber wahrscheinlich ist normales gemeint.) Als Impftropfen dient eine Mischung von 2 Teilen Karbonaten und 1 Teil Phosphaten des Kalium oder Natriums. Die 3 basischen Phosphate

sollen allein schon schöne feine Ringe geben. Ich kann diese Angaben bestätigen, doch hängt die Feinheit der Ringbildung noch von äußeren Umständen ab wie Temperatur, Dicke der Schicht, Reinheit usw. 3 basisches Kaliumphosphat fällt schon allein Gelatine aus.

Gesättigte Lösung von Cyansilber in Cyankalium soll gleichfalls in Gelatine allein feine Ringe geben.

Diese feinen Gitter finden sich in der Natur vor als das Perlmutter der Mollusken und Perlen. Sie besitzen dieselbe chemische Zusammensetzung und — dieselbe Form. Man hat in ihnen also nicht nur die Synthese der chemischen Zusammensetzung, sondern auch der Form, der Struktur selber. Ein gewiß seltener Fall.

Bildung der Achate.

Einen der wichtigsten Schlüsse auf die Bildungsweisen von Strukturen aber hat Liesegang gezogen, und zwar ist das die Erklärung der Bänderung und überhaupt der Bildungsweise der Achate. In seinen beiden Werken „Die Achate“ und „Geologische Diffusionen“ hat er sich ausführlich hierüber geäußert. Nicht nur die Bänderung selbst läßt sich auf diese Weise restlos erklären, sondern auch alle Nebenerscheinungen und Abweichungen wie die scheinbaren Einflußkanäle, die Röhrenbildung, die unvollkommene Ringbildung, die Röhrenachate usw.

Ein Fall soll noch erwähnt werden, weil er dem Leser, der diese Versuche nachprüft, begegnen wird. Bei der Betrachtung der Präparate mit dem Mikroskop findet man oft zwischen der großen Bänderung einige feine Linien, und zwar ist die feinere meist rötlich oder weiß. Im ersten Falle handelt es sich bei Chromatpräparaten um Silberchromat in hochdisperser Form. Im zweiten Falle um Chlor-silber oder Karbonate, die aus Verunreinigungen der Gelatine entstanden sind. Man kann diese Zwischenlinien verdeutlichen, indem man der Gelatine außer dem Chromat Spuren eines Chlorites zusetzt; die Bänderung wird dann oft sehr schön.

Wahrscheinlich spielt die Möglichkeit, daß sich Stoffe nicht nur kontinuierlich, sondern auch rhythmisch absondern können, im Haushalte der Natur eine viel größere Rolle, als man bis jetzt annimmt, und das Forschen auf diesem Gebiete kann uns noch die ungeahntesten Aufschlüsse bieten.

Für die Praxis der Versuche muß hier noch folgendes bemerkt werden. Nimmt man zur Ausführung gewöhnliche Gelatine, wird die Bänderung immer sehr schön. Nimmt man aber Gelatine, die man durch längeres (24 Std.) Auswässern in mehrfach gewechseltem Wasser gründlich gereinigt und von allen löslichen Bestandteilen befreit hat, können manchmal die Bänderungen ausbleiben. Durch das Wässern wird ein Teil der Gelatose, das heißt der hydrolytischen Abbauprodukte und die weiter in der Gelatine enthaltenen Säuren entfernt. Diese spielen aber bei der rhythmischen Fällung eine große Rolle.

Die Säure muß dann ersetzt werden. Die Gelatose bildet sich von selbst wieder bei

mehrfachem Erwärmen der Gelatine oder beim Stehenlassen in einigen Tagen.

Auf den Einfluß der Gallerten auf die Vorgänge bei der Diffusion selbst kann hier nicht eingegangen werden. Viele Salze werden überhaupt nicht beeinflusst. Bei anderen wird das Verhältnis von dissoziiertem zu nicht dissoziiertem verschoben, oder es tritt hydrolytische Spaltung ein, oder eine Reaktion auf das Salz durch Adsorption (Fe Cl_3). Die Gelatine kann stark quellen oder schrumpfen oder gegerbt werden. Hierdurch kann die Schnelligkeit der Diffusionszeiten oder die Diffusionswege verändert werden. Die Gelatine kann durch viele Stoffe peptonisiert werden, besonders wenn deren Konz. beim Versuch zu groß ist.

Eine direkte Einwirkung der Gallerte aber auf die Reaktion zweier Körper kann für ausgeschlossen gelten. Stark beeinflusst wird aber das Verhalten der sich bildenden Stoffe. Die Gelatine wirkt hier als Schutzkolloid. Sie erschwert den Zusammentritt größerer Komplexe und fördert die Stabilität übersättigter Lösungen.

Bei der Diffusion von Gemischen können Reaktionen nacheinander auftreten, die sich sonst gleichzeitig abspielen. Gebildete Stoffe können durch andere wieder gelöst und an anderen Punkten neu niedergeschlagen werden. Hier sind noch viele Fragen zu lösen. Alle diese Fragen sind mit vielen Literaturangaben von Liesegang behandelt im Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abteilung III B, Heft 1.

In letzter Zeit habe ich viele Versuche in weit größeren Verdünnungen ($\frac{n}{100}$) ausgeführt

als bisher. Die Resultate werden hierdurch oft noch deutlicher, die Präparate durchsichtiger und die verschiedenen Formen, in denen die Niederschläge auftreten, für die mikroskopische Beobachtung klarer. Bei der

Bildung von Phosphaten und Karbonaten des Baryums und Kalziums war die starke Verdünnung — es wurde mit Einhundertstel Normallösungen gearbeitet, — weniger gut. Sehr klare Bilder aber erhielt ich bei den Bildungen von Chlorsilber, Chromsilber, Bleikarbonat, Bleijodid, Bleichromat, Baryumsulfat, kurz von allen sehr schwer löslichen Salzen.

Hier merkt man auch in einigen Fällen deutlich den Einfluß der Gelatine. Die Rotfärbung von Eisenchlorid durch Rhodansalze bleibt zum Beispiel aus, ebenso die Fällung durch gelbes Blutlaugensalz, weil die geringe Menge Fe-Ionen durch die Gelatine völlig adsorbiert wird. Das so gebundene Eisen wird auch beim Dialysieren völlig zurückgehalten.

Mit diesem Aufsatze schließt gewissermaßen die erste Reihe des Gesamtgebietes ab. Bei allen bisherigen Versuchen spielte die Diffusion die Hauptrolle. In der zweiten großen Klasse anorganischer Wachstumserscheinungen sollen in den folgenden Aufsätzen die Formen besprochen werden, in denen die verschiedenartigen Reaktionsprodukte ohne und unter dem Einfluß sie umgebender Kolloide auftreten. Wir wollen versuchen, uns ein Bild zu machen, warum ein Körper sich einmal amorph, ein zweites Mal kolloidal, ein drittes Mal als Kristall sich abscheidet, warum gut kristallisierende Körper plötzlich als Kugeln, Waben, Membranhäutchen auftreten, oder warum nicht kristallisierende Körper die Form von Netzen, Röhren, Schrauben usw. annehmen, Formen, die dann immer wieder in der organischen Natur auftreten und so zu Vergleichen reizen.

Namhafte Forscher haben ihre Aufmerksamkeit diesen Gebieten zugewandt. Namen wie Bütschli und Quincke stehen hier an erster Stelle. Auch diese Versuche lassen sich mit den einfachsten Mitteln darstellen und bilden eine unerschöpfliche Fülle von wissenschaftlich Interessantem wie ästhetisch Schönerem.

Der Sago und die Tapioka.

Von Dr. L. Minder.

Zu den vielgebrauchten Nahrungsmitteln, über deren Herkunft Bezeichnung und Echtheit des Gebotenen in breiten Kreisen viel Unklarheit herrscht, gehören der Sago und die Tapioka. Diese nicht unwichtigen Produkte des Welthandels sollen daher Gegenstand einer kurzen Darstellung sein; dies umso mehr, als sie gerade für den Liebhaber-mikroskopiker leicht zu beschaffende und dankbare Untersuchungsobjekte sind; braucht er doch nur seinen Küchenkasten zu öffnen, ein Objektträger, ein Tropfen Wasser, ein Skalpell und das Mikroskop orientiert ihn meist in wenigen Minuten schon, ob er eine echte Ware oder eine Verfälschung vor sich hat.

Sago und Tapioka sind im Kleinhandel fast durchweg Nahrungsmittelzubereitungen aus Stärkemehlen. Und wenn wir beide in einem Atemzuge nennen, so geschieht das deshalb, weil die Herstellung und Verwendung im wesentlichen die gleiche ist, nicht etwa, weil die Stammpflanzen miteinander etwas zu tun hätten.

Der echte Sago wird aus dem Stärkemehl¹⁾

¹⁾ Es ist vielleicht nicht überflüssig, hier anzuführen, daß der Lebensmittelmikroskopiker zwischen „Stärke“ oder „Stärkemehl“ und „Mehl“ einen scharfen Unterschied macht. Stärkemehle sind rein gewonnene Stärtearten, enthalten also keine Gewebestandteile der Stammpflanze mehr. Dem-

der Sagopalmen (Gattung *Metroxylon*) bereitet. Verschiedene Arten dieser Gattung speichern im Parenchym des Stammes massenhaft Stärke, so daß ein einziger Baum bis 400 kg liefern kann. Das stärkereiche Gewebe wird aus dem Stamm herausgekratzt und daraus durch wiederholtes Schlämmen und Absetzenlassen das reine Stärkemehl gewonnen. Die feuchte Stärke wird alsdann durch Siebe getrieben und die entstehenden Körner werden in eisernen Pfannen über gelindem Feuer unter beständigem Umrühren getrocknet. Die äußersten Schichten der

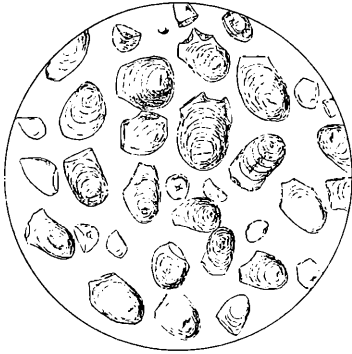


Abb. 1. Ostindischer Sago; etwa 300f.

Körner verkleistern dadurch mehr oder weniger. Die durch Sieben nach der Größe etwas sortierten Körner ergeben dann den echten Sago des Handels.

Trotz der teilweisen Verkleisterung ist die Mikroskopie des Sago zumeist nicht schwer. Man zerdrückt, zerreibt oder zerschneidet einige Körner und erhält aus dem Innern in hinreichender Menge völlig intakte Stücke zur Untersuchung. Ich gebe in der Abb. 1 die Sagostärke eines mir vorliegenden, zweifellos echten Präparates wieder, das als „ostindischer Perlsago“ bezeichnet ist. Die Stärke besteht aus Hauptkörnern und Nebenkörnern. Eigentlich charakteristisch sind die Hauptkörner. Diese sind zumeist exzentrisch geschichtet, ähnlich der Kartoffelstärke. Nur ist der Kern nicht punktförmig, sondern es findet sich eine längliche oder

gemäß ist auch der Aschegehalt der Stärkemehle sehr gering. Beispielsweise dürfen als Nahrungsmittel gebrauchte Stärkemehle nicht mehr als 1 % (auf Trockensubstanz berechnete) Aschenwerte besitzen. Weizenmehl ist also nicht Weizenstärke und Reismehl nicht Reiskestärke. Einzig bei der Kartoffelstärke macht man eine Ausnahme und versteht sowohl unter Kartoffelmehl und Kartoffelstärke stets diese.

strahlige Kernspalte. Am entgegengesetzten Ende der Kernspalte sitzen die Nebenkörner. Das Sagostärke Korn ist also zusammengesetzt. Die Zahl der Nebenkörner ist 2, 3, selten auch mehr und die Grenzfläche zwischen Hauptkorn und Nebenkörnern ist eben, so daß im mikroskopischen Bild eine mehr oder weniger langgezogene Ellipse oder im Grenzfall eine Gerade sichtbar ist. In den Handelspräparaten sind die zusammengesetzten Körner fast immer zerfallen, so daß dann die eben beschriebenen Hauptkörner mit den Ansatzflächen und mehr oder weniger paukenförmige Nebenkörner vorkommen. Die Größe der Hauptkörner beträgt bis etwa 70 μ , diejenige der Nebenkörner etwa 10-20 μ .

Nun scheint aber dieser echte Sago im Handel bei uns recht selten geworden zu sein. Als wichtigstes Surrogat kommt „Sago“ aus Tapiokastärke hergestellt vor, der dann unter der Bezeichnung Sago oder Perl-Tapioka (auch kurzweg Tapioka) verkauft wird. Gegen die Bezeichnung Perl-Tapioka ist natürlich nichts einzuwenden. Ob aber Perl-Tapioka ohne weiteres als Sago gehandelt werden darf, darüber sind die Meinungen getrennt. Das schweizerische Lebensmittelbuch z. B. läßt dies zu. Autoritäten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelkunde, wie König, Hartwich, erblicken darin eine unstatthafte Unterschiebung. Jedenfalls darf die Perl-Tapioka als der zulässigste und am wenigsten zu beanstandende Ersatz des Sago gelten.

Die Tapiokastärke (Abb. 2) entstammt der Wurzelknolle verschiedener in den Tropen kultivierter *Manihot*¹⁾-Arten, hauptsächlich der *Manihot utilissima* (Euphorbiaceen). Die Knollen enthalten etwas Blausäure und einen noch nicht näher untersuchten giftigen Stoff, das Manihotoxin. Sie müssen daher zuerst entgiftet werden, indem aus den geschälten und zerschnittenen Wurzeln der Giftsaft ausgepreßt wird. Nachher werden die Stücke getrocknet, gemahlen und das Pulver wird durch Schlämmen auf Stärke verarbeitet. Letztes Jahr ist mir einmal ein Präparat in die Hände gekommen, das als

¹⁾ Es kommt vor, daß viele tropische Stärkearten, die zu uns gelangen, mit Ausnahme des Sago, den Namen Arrow-root führen. Z. B. westindisches Arrow-root Stärke der *maranta arundinacea* (Marantastärke); ostindisches Arrow-root Stärke von *curcuma angustifolia* (Curcumastärke); brasilianisches Arrow-root = Stärke von *manihot* (Tapiokastärke).

„semoule de manioc“ bezeichnet war und als Sago oder Perl-Tapioka hätte in den Handel kommen sollen. Dieses zur Griesfeinheit gemahlene Pulver bestand aus derartiger zerkleinerter Manihotwurzel. Aus der Stärke, die im Kleinhandel selten vorkommen dürfte, wird auf gleiche Weise wie beim Sago die Perl-Tapioka bereitet.

Die Stärkekörner der Manihotwurzel sind meist zusammengesetzt. Vielfach stoßen zwei ziemlich gleich große Teilkörner, die dann einzeln paukenförmig aussehen, in einer ebenen Trennungsfläche zusammen. Es kommt aber auch vor, daß ein größeres Korn ein oder zwei kleinere Teilkörner trägt. Zumeist ist ein kleiner, manchmal sternförmiger Spalt vorhanden, der oft etwas näher dem gerundeten Ende des Teilkornes liegt, und bei den etwas verkleisterten Körnern rundlich geworden ist. In der Regel bekommt man nur die Teilkörner zu sehen, wobei zu beachten ist, daß sie, wenn sie auf der Ebene liegen, dann völlig rund aussehen. Die größeren Körner messen etwa 15–33 μ . Es gibt aber auch kleinere, wenig charakteristische, die bis zu 5 μ hinuntergehen.

Diese Charakterisierung genügt vollauf, Sago und Tapioka sowohl für sich, wie auch in Gemengen mikroskopisch mit Sicherheit zu erkennen. Erwähnt mag noch werden, daß reiner Perlsago von reiner Perl-Tapioka schon durch deren weißere Farbe unterscheidbar ist.

Es ist selbstverständlich, daß Sago wie Tapioka mit allen möglichen Stärkearten verfälscht werden können, und zwar sind zwei Fälle denkbar: Es wird dem Rohmaterial, also der reinen Sago- oder Tapiokastärke fremde Stärke beigemischt, oder es werden den fertigen Produkten gleich hergestellte Erzeugnisse aus anderen Stärkearten beigemischt. Der erste Fall scheint selten oder nicht vorzukommen; wohl weil Perl-Sago wie Perl-Tapioka in den Ursprungsländern der Stammpflanzen hergestellt werden, wo wahrscheinlich andere Stärkearten kaum so billig zu stehen kämen, daß sich die Verfälschung lohnte. Der zweite Fall kommt vor, dies umso mehr, als aus Kartoffelstärke analog dem Sago ein gekörntes Präparat gemacht wird, das als Kartoffel- oder inländischer, oder europäischer Sago im Handel ist. Natürlich bedeutet die Benennung Sago oder Tapioka und Perl-Tapioka für Kartoffelsago eine unerlaubte Unterschlebung und die Bei-

mengung von Kartoffelsago zu diesen eine Verfälschung.

Die mikroskopische Untersuchung auf eine derartige Verfälschung wird sich zunächst nicht darauf beschränken können, lediglich Stichproben an einzelnen Körnern vorzunehmen. Vielmehr zerreibt man eine gute Messerspitze voll in einer Reibschale, event unter Zugabe von etwas Wasser und mikroskopiert den feinen Brei. Ist Kartoffelsago vorhanden, so wird man neben verquollenen Körnern eine Menge völlig unveränderter Kartoffelstärkekörner finden. Die Struktur der Kartoffelstärke¹⁾ darf hier wohl als ge-

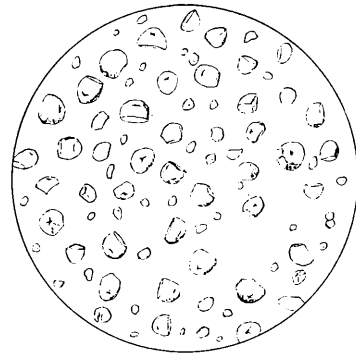


Abb. 2. Tapioka; etwa 300f.

nügend bekannt vorausgesetzt werden. Nicht immer so ganz einfach ist es, die etwas verquollene Stärke zu identifizieren, indem die Kartoffelstärke die listige Eigenschaft hat, unter gewissen physikalischen Bedingungen ganz andere Formen vorzutauschen. Man trifft dann Typen mit Längsspalten oder auch solche, die etwas gequollener Palmenstärke nicht unähnlich sind.²⁾ Wer aber auf diese Eigentümlichkeiten gegebenenfalls acht gibt,

¹⁾ Abbildungen davon befinden sich in den „Mikrokosmos“-Jahrgängen V., S. 75; VI., S. 63; VII., S. 238; IX., S. 173 u. XIV., S. 17.

²⁾ Ich habe gelegentlich bei der Mikroskopie von Suppenpräparaten Kartoffelstärke gefunden, die gefiederte Längsspalten enthielt und die man, wenn die exzentrische Schichtung gefehlt hätte, auf den ersten Blick für Leguminosenstärke angesprochen hätte. Ich habe diese Erscheinung auf den Kochsalzgehalt zurückgeführt. Diese Auffassung ist von A. Reuß („Über Spaltenbildung bei Kartoffelstärkekörnern“ Zeitschr. für Unters. der Nahrungs- und Genußmittel, 1916, Bd. 32, S. 269) bestätigt worden, indem es gelang, derartige Strukturänderungen durch Kochsalzlösungen wie auch Zuckerlösungen experimentell zu erzeugen.

wird in allen Fällen zu einem sicheren Resultat kommen. Neben den durch das Mikroskop — und nur durch dieses — erkennbaren Verfälschungen, sind auch solche mit anorganischen Substanzen möglich, z. B. mit Kreide, Schwerspat, Gips usw. Glaubt man bei der mikroskopischen Untersuchung Anhaltspunkte für derartige Zusätze gefunden zu haben, so wird eine Aschenbestimmung und Aschenanalyse leicht zum Ziele führen. Hierbei vergesse man nicht, daß der auf Trockensubstanz berechnete Aschengehalt normalerweise bis zu 1 % betragen kann.¹⁾

Damit haben wir das Wichtigste, was sich über die Mikroskopie des Sago und der

Tapioka sagen läßt, erörtert. Es ist aber ganz wohl möglich, daß noch andere Verfälschungen oder Unterschiebungen dieser Produkte im Umlauf sind; man bedenke, daß der Krieg die Nahrungsmittelindustrie erfinderisch gemacht hat. Wer von den Mikrokosmoslesern über diese der Untersuchung so leicht zugänglichen Materialien etwas weiteres Zuverlässiges berichten kann, dem dürfte der Mikrokosmos seine Spalten wohl gerne öffnen; ist doch die praktische Mikroskopie ein Gebiet, das nicht nur dem Liebhaber Befriedigung gewährt, sondern aus dem das gesamte wirtschaftliche und soziale Leben weitgehenden Nutzen zieht.

Über die Reinigung städtischer Abwässer, mit besonderer Berücksichtigung der biologischen Methoden.

Von Dr. G. Martius.

Die meisten Städte und viele kleinere Orte sammeln ihre Abwässer in einem Netz von Kanälen und führen sie in einem Hauptkanal aus ihrem Weichbild hinaus. Nach mehr oder minder eingehender weiterer Verarbeitung gelangen sie in den örtlichen Flußlauf. In die Kanäle wird das Verbrauchswasser der Haushaltungen, der Aborte, Bäder, Springbrunnen, das zur Straßenreinigung benützte Wasser und das Abwasser der Brauereien, Gerbereien, Wäschereien und anderer Industrien und Gewerbe geleitet. Dazu gesellt sich, soweit nicht eigene Kanäle hiefür an-

gelegt sind, das Meteorwasser, d. h. das Regenwasser, das je nach Witterung und Jahreszeit bedeutend an Menge schwankt und oft plötzlich die Kanäle überfüllt. Die Abwässer vor der Einleitung in den Vorfluter so zu behandeln, daß die flußabwärts wohnenden Ansiedler vor gesundheitlichen Schädigungen bewahrt bleiben, ist Sache des Gesundheitsingenieurs. Zunächst müssen die „Schwimmstoffe“, die meist nur durch Zufall beigemischt sind, abgefangen und ausgesondert werden, dann die zum Absetzen neigenden Stoffe (Sand, größere und kleinere Schmutzteile und andere Bestandteile). Die nicht unbeträchtlichen Mengen Fett lassen sich durch besondere Vorrichtungen leicht ausscheiden und technisch verwerten. Die in ungeheurer Zahl vorhandenen Bakterien aller Art müssen unter Umständen in der Menge verringert werden; am wesentlichsten ist die Herabsetzung der der Fäulnis zugängigen Bestandteile gelöst und nicht gelöster Art, beziehungsweise ihr Abbau bis zur Unschädlichkeit.

Die Schwemm-Kanalisation, bei der die Abwässer nur nach mechanischer Befreiung von Schwimm- und Sinkstoffen einfach dem Flusse zugeführt werden, rechnet auf die Selbstreinigung der Flüsse, über die G. Seifert im 6. Band dieser Zeitschrift 1912/13, S. 177 f., ausführlich berichtet hat. Man versteht darunter die im Flusse nach kürzerem oder längerem Lauf auftretende Wiederklärung des durch die zugeführten Kanalwässer verunreinigten Wassers. Die dabei wirkenden Kräfte sind: Verdünnung durch reines Wasser, Absetzung von Schlamm und weitgehende chemische Umsetzungen, zunächst Reduktion der höher organisierten Verbindungen in einfachere und schließlich Oxydation bis zur Bildung von Salpeter und Schwefelsäure und deren Salzen (Minerali-

¹⁾ Über grobe Verfälschungen mineralischer Art kann folgende Methode, in den Grundzügen wenigstens, orientieren. Man versacht einige Gramm der Substanz in einem Platin- oder Porzellantiegel. Grobe Mineralverfälschungen werden sich ohne Wägung schon durch eine reichliche Aschenmenge verraten. Man versetzt die Asche mit verd. (etwa 10%) Salzsäure. Alles löst sich unter starkem Aufbrausen: spricht für Kreidemehl. Die Lösung wird in ein Reagenzglas gebracht und mit Bariumchloridlösung versetzt. Ein dicker weißer Niederschlag würde Gips anzeigen. Diese Reaktionen sind mit Vorsicht zu deuten; man muß sie abschätzen lernen. Denn erstens braust jede Pflanzenasche mit Salzsäure etwas auf, zweitens ist Gips ein weit verbreiteter Körper, so z. B. auch in Kreidemehl in geringen Mengen enthalten, so daß eine schwache Reaktion fast immer auftreten wird. Ist man nicht sicher, so versache man zum Vergleich reines Material und nehme die Reaktionen nebeneinander vor. — Ist die Asche fast ganz salzsäureunlöslich, so spricht das für Schwerspat. Man mache mikroskopische Präparate und versuche mit Präparaten von Schwerspat zu identifizieren.

sierung). Außer dem Sauerstoff der Luft und des Wassers sind Bakterien und niedere Lebewesen aus Pflanzen- und Tierreich lebhaft an diesen Umsetzungen beteiligt.

Die früher viel beliebten Methoden, durch Zusatz von Chemikalien, so von Eisensalz- und Tonerde- oder Kalklösungen, auch wohl von Kohlebrei, das Absitzen des Schlammes zu beschleunigen, werden mehr und mehr verlassen, weil der dabei entstehende Schlamm beim Lagern fault und die Luft weithin verpestet, und weil die Beseitigung der viel Wasser einschließenden Schlammengen recht kostspielig ist. Nur da, wo der Schlamm durch Gehalt an brennbarem Material nach Pressung für Leucht- und Heizzwecke verwendet werden kann, erhält sich diese Art der Abwasser-Reinigung; die Landwirtschaft schätzt meist den so gewonnenen Dünger nicht hoch ein.

Viele Städte befreien durch sinnreich konstruierte Vorrichtungen, wie Rechen, Gitter und Siebe, die selbsttätig wirken, ihr Abwasser von Schwimmstoffen, durch Absatz-Becken, Klärbecken, -Brunnen, -Türme von den schlammbildenden Stoffen, und leiten das so behandelte Kanalwasser dem Flusse zu. Der Schlamm, der das Wasser schwer abgibt, wird, getrocknet, der Landwirtschaft zugeführt.

Die biologischen Methoden suchen das Abwasser unschädlich zu machen unter Ausnützung der in der Natur wirkenden Kräfte von Lebewesen aller Art. Das „Rieselsystem“ und die ihm nahe stehende „unterbrochene Bodenfiltration“ setzen eine sorgfältig durchgeführte Drainage des Bodens voraus. Bei dem erstgenannten Verfahren werden die Abwässer auf den einzelnen Äckern des „Rieselgutes“ der Reihe nach zum Versickern gebracht und so landwirtschaftlich ausgenützt. Übelstände ergeben sich nur, wenn der Boden die zugeführte Menge der Flüssigkeit nicht mehr zu verarbeiten imstande ist, z. B. nach starkem Regen oder wenn die gebaute Feldfrucht weitere Zufuhr von Jauche nicht verträgt. Die „unterbrochene Bodenfiltration“ verzichtet von vornherein auf Nutzen aus dem Feldebtrieb, und verrieselt das Wasser in 6stündigen Pausen auf die Felder. In den Zwischenpausen verarbeitet der Boden die faulfähigen Bestandteile bis zur Mineralisierung.

Als künstliche biologische Methoden bezeichnet man das sog. „Füll“- und das „Tropf“-Verfahren, beide aus Amerika und England in Deutschland eingeführt. Beim Füllverfahren (s. Abb. 1) läßt man das nur grob mechanisch vorgereinigte Abwasser 12—36 Stunden in einem „Faul“-raum, das ist ein großes Bassin, Sand und Schlamm absitzen. Der abgesetzte Schlamm fault allmählich aus und verzehrt sich so, daß ein Ausräumen sehr selten nötig ist. Auf der Oberfläche des Faulraumes bildet sich eine meist aus Pilzmyzelien bestehende Schwimmdecke; das zwischen Schlamm und Schwimmdecke stehende, mit gelösten, faulfähigen Stoffen gesättigte Wasser wird nun in den „Füllraum“ eingelassen, das ist ein nur mit Zu- und Abfluß versehener geschlossener Behälter,

in dem Stücke von Koks oder Kesselschlacke gleichmäßig aufgeschichtet sind. Dies Bassin steht nun 2 Stunden gefüllt, und wird dann entleert. Erst nach 6stündigem Leerstehen darf es erneut gefüllt werden. Das abgelassene Wasser ist fast oder ganz klar, hat den größten Teil der organischen Substanzen abgegeben und fault nicht mehr. — Die „Tropf“-körper (Abb. 2) sind frei — der Luft zugänglich auf betoniertem Boden sorgfältig aus Kesselschlacke, Koks oder mit Eisenstückchen gemischten Grobkieseln in der Weise aufgebaut, daß die einzelnen Schichten der verwendeten Steine von unten nach oben abnehmende Größe zeigen. Der Zulauf des Abwassers erfolgt durch allerlei selbsttätig wirkende Tropfvorrichtungen, die ein unaufhörliches, gleichmäßiges Tropfen des Ab-

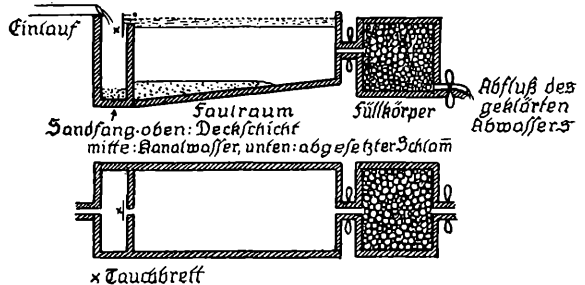


Abb. 1. Durchschnitt und Aufriß einer biologischen Kläranlage mit Faulraum und Füllkörper.

wassers durch die geschichteten Steine zu lassen. Prof. Dunbar-Hamburg¹⁾ hat die Tropfvorrichtungen ersetzt durch eine etwa 30 cm hohe Schicht von Feinschlacke, auf welche das Abwasser in Röhren geleitet wird und die Verteilung in Tropfenform gleichmäßig bewirkt. Füll- und Tropfkörper erfordern eine gewisse Zeit der Einarbeitung, in dieser Zeit umziehen die Steine sich mit einer aus Schimmelpilzen bestehenden Deckschicht. Diese Schicht „absorbiert“ während des Durchtropfens (bezw. während der Füllung beim Füllverfahren) aus dem Abwasser die fäulnisfähige Substanz; sie zieht sie an sich und hält sie fest, bis die in der Deckschicht befindlichen Bakterien den Abbau der hochzusammengesetzten Verbindungen in einfachere und einfachste vollzogen haben. Neben den Bakterien sind niedere Lebewesen aus Pflanzen- und Tierwelt, sowie Würmer und Insekten am Abbau beteiligt. Daß eine Absorption im Spiele ist, stellte Dunbar auf Grund seiner Versuche fest. Ist nämlich ein Tropfkörper einmal „eingearbeitet“, so zeigt das 5 Minuten nach neuem Zulauf von Abwasser aufgefangene, abfließende Wasser eine Verminderung der organischen Bestandteile um etwa 60%. In der kurzen Zeit von 5 Minuten könnten aber die Bakterien und Lebewesen unmöglich einen so eingreifenden Einfluß auf die Zusammensetzung der Flüssigkeit ausgeübt haben. Man muß also schließen, daß die organischen Substanzen an die Deck-

¹⁾ Leitfaden der Abwasser-Reinigungsfrage (Berlin).

schicht angezogen und erst allmählich abgebaut werden, das mineralisierte Material geht dann gelöst mit dem abfließenden Wasser weg. Das Innere der arbeitenden Tropfkörper zeigt als Ausdruck der Tätigkeit der genannten Lebewesen einen höheren Gehalt an Kohlensäure als die umgebende Luft.

Das den Tropfkörper verlassende Wasser ist nicht mehr faulfähig, selbst wenn es wochenlang im geschlossenen Glaszylinder warm steht.

Ein Nachteil dieser offen stehenden Körper ist die Ansiedelung gewaltiger Mengen von Fliegen, besonders der Arten *Psychoda phalenoides* und *Ps. sexpunctata*, sie finden für sich und ihre Larven überreiche Nahrung und verlassen deshalb meist ihre Niederlassung nicht, aber man umgibt doch zweckmäßig die Tropfkörper mit Anpflanzungen.

Steigender Anerkennung erfreut sich die

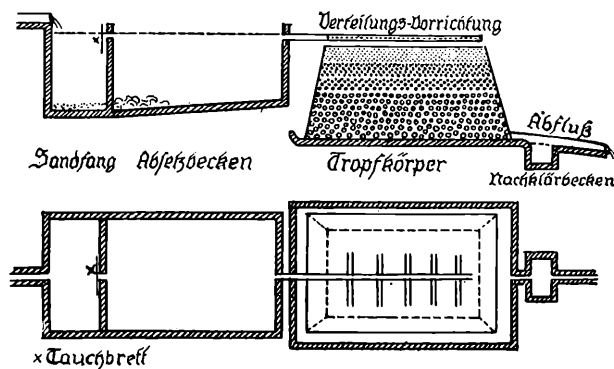


Abb. 2. Durchschnitt u. Aufriß einer biologischen Kläranlage mit Absetzbecken und Tropfkörper.

neueste Art der biologischen Reinigung der Abwässer, die der jüngst verstorbene Prof. Hofer in München eingeführt hat: die Einleitung der grob vorgereinigten Abwässer in Fischteiche nach ausreichender Verdünnung mit Frischwasser. Hierbei werden Zwischenprodukte, die sich beim Abbau der organischen Substanzen bis zur Mineralisierung ergeben, z. T. schon von Bakterien, Algen, Ürtierchen, aber auch höher organisierten Lebewesen, von Krustern, Mollusken, Würmern und Insekten und ihren Larven als Nahrung verwendet. Die eingesetzten Fische nähren sich aber von den aufgezählten höher organisierten Lebewesen, so daß der Betrieb der Abwasser-Reinigung mit Fischteichen noch Gewinn abwirft. Die organische Substanz verringert sich um etwa 80%, die Bakterien nehmen zumal im Sommer bei Sonnenschein sehr ab. Zweckmäßig pflanzt man im Teich Kalmus, Mannagras und Laichgräser, Myriophyten in größerer Menge an und setzt reichlich Mollusken jeder Art und Schlammwürmer ein.

Die Abwasser-Reinigung bietet für eine Nachprüfung interessante Fragen; so z. B. das Problem der Absorption. Hierzu füllt man nach Dunbar, der das Tropfkörper-Verfahren in Deutschland am gründlichsten studiert und

mannigfach verbessert hat, eine etwa 5 l fassende Flasche, die zweckmäßig unten eine Abfluß-Vorrichtung hat, mit nußgroßen Stücken von Kesselschlacke und beschickt sie zunächst zum Einarbeiten, das ist so lange, bis sich die Steine mit der oben erwähnten Deckschicht umgeben haben, täglich etwa 2 mal auf je 2 Stunden mit Jauche, läßt dann die Flüssigkeit langsam auf eine Wiese oder ein Gartenbeet auslaufen. Zwischen den einzelnen Beschickungen muß die Flasche mindestens 6 Stunden leer stehen. In der ersten Zeit wird der Unterschied zwischen dem eingefüllten und dem abgelassenen Jauchenwasser nicht groß sein. Ist aber eine ausreichende Deckschicht um die Schlackensteine gebildet, wird die chemische Untersuchung eine bedeutende Abminderung der organischen Substanz im abgelassenen Wasser feststellen können, das abgelassene Wasser, in verschlossenem Glaszylinder aufbewahrt, wird nicht mehr faulig riechen, denn die faulfähigen Substanzen sind nun mineralisiert. Dieser Erfolg kann schon festgestellt werden, wenn man das Wasser nach 5 Minuten Stehen in der Flasche wieder abläßt, es kann sich nur darum handeln, daß die der Fäulnis unterliegenden Stoffe nach Füllung der Flasche an die Deckschicht der Schlacke geheftet, in der Schicht abgebaut, und nach Mineralisierung an die Flüssigkeit wieder abgegeben und mit ihr weggespült werden. Ein reiches Feld zur Beobachtung findet der Mikroskopiker und Biologe im Studium der

Kleinwelt aus Pflanzen- und Tierreich im Laufe des Flusses oberhalb und unterhalb der Stelle, wo das Abwasser eingeleitet wird. Nach dem Eintritt des Kanalwassers in den Vorfluter findet man nach Seiffert a. a. O. in der Fauna Flagellaten und Ziliaten, in der Flora Schizomyzeten, Schwefelbakterien und andere Bakterien in enormer Zahl (über eine Million Keime im Kubikzentimeter); chemisch findet man vorzugsweise Reduktions- und Spaltungsprozesse (Hydrolyse), daher reichlich Kohlensäure, aber nie freien Sauerstoff. Weiter flußabwärts in der Übergangszone zum wiedergereinigten Flußwasser überwiegen von den Bakterien die Mesosaprobier, die als Nährstoff Aminosäuren und Glycerin bevorzugen. Die Keimzahl im ccm sinkt auf 100 000 und noch darunter, neben den Schizomyzeten treten Eumyzeten, Diatomazeen, Chlorophyteen auf, die Fauna zeigt Rhizopoden, Ziliaten, Rotatorien, allerlei Würmer. Chemisch überwiegen Oxydationsprozesse, am Tage läßt sich Sauerstoff nachweisen, der nachts abnimmt. In der Reinwasserzone herrschen die Oligosaprobier vor, die sich von mineralischen Stoffen nähren, die Keimzahl sinkt weiter, die Flora nähert sich der normalen Flußflora, die Fauna bietet neben Ziliaten und Rotatorien Kruster und Fische. Chemisch findet man reichlich Sauerstoff; die organischen Substanzen sind größtenteils mineralisiert.

Die Geißeln der Bakterien.

Von **Otto Arnbeck.**

Die Ortsbewegungen, die zahlreiche Bakterienarten auszuführen vermögen, können auf sehr verschiedene Weise zustande kommen. Das gebräuchlichste Bewegungsorgan ist ein fadenförmiger Protoplasmafortsatz, Geißel (Flagellum) genannt. Daneben kommen bei Fadenbakterien der Gattungen *Beggiatoa* und *Thiothrix* eigentümliche Kriechbewegungen vor, die meist unter schraubenförmigen Krümmungen besonders der vorangehenden Fadenspitze ablaufen. Kriechbewegungen beobachten wir auch bei den Vertretern der merkwürdigen Familie der Schleimbakterien (*Mycobacteriaceae*). Ferner vermögen die schlanken Spirochäten, die allerdings heute meist nicht mehr zu den Bakterien gestellt werden, durch lebhaftes Schlingeln ihrer biegsamen Zellen Flüssigkeiten zu durchschwimmen. Auch amöbenartige Bewegung ganzer Bakterienkolonien ist gelegentlich beobachtet worden, so bei einem Amöbobacter genannten Purpurbakterium.

Wir wollen uns heute allein mit der typischen Fortbewegungsart der Bakterien, der Bewegung durch Geißeln, befassen, und an Hand einiger selbst hergestellter Präparate diese Organe kennen lernen.

Stehen uns Reinkulturen irgendwelcher beweglicher Bakterienarten zur Verfügung, z. B. des gewöhnlich als „*Proteus*bazillus“ bezeichneten *Bacterium vulgare*, so gehen wir am vorteilhaftesten von diesen aus. Notwendig ist es jedoch hierbei, erst noch einmal in ein frisches Schrägagarröhrchen umzuimpfen und eine etwa 48 Stunden alte Kultur zur Präparation zu verwenden.

Andernfalls müßten wir uns mit der Benutzung irgendwelcher bakterienreicher Flüssigkeiten begnügen. Solche können wir erhalten, wenn wir fäulnisfähige Stoffe, ein Stückchen Fleisch oder dergl., mit Wasser übergießen und einige Tage bei nicht zu niedriger Temperatur sich selbst überlassen. Vorzugsweise Vibrionen erhält man, wenn man Bouillon mit 1 % krist. Soda versetzt und etwas Teichwasser zur „Beimpfung“ hinzufügt, Spirillen, wenn man einige Sprosse von *Elodea canadensis* (der kanadischen Wasserpest) zerquetscht und faulen läßt. Auch Jauche ist eine wahre Fundgrube der verschiedensten Bakterienarten, darunter Spirillen u. a.

Glauben wir ein geeignetes Material gefunden zu haben, so überzeugen wir uns zunächst mit dem Mikroskop durch Beobachtung eines hängenden Tropfens davon, ob die Bakterien darin auch gute Beweglichkeit zeigen. Nur wenn dies der Fall ist, dürfen wir davon auch ein gutes Geißeldauerpräparat erwarten.

Um ein solches herzustellen, bringen wir ein Tröpfchen der Bakterienflüssigkeit oder ein Tröpfchen von dem Kondenswasser, das in Agarröhrchen fast immer vorhanden ist, mittels einer Platinöse in einen Tropfen Leitungswasser, der sich auf einem Objekt-

träger befindet. Nach einigen Minuten verteilen wir hiervon kleine Tröpfchen auf sorgfältig gereinigte Deckgläser. Diese müssen vollkommen fettfrei sein; man erreicht dies durch Behandlung mit einem Äther-Alkohol-Gemisch oder durch Erhitzen auf einem Eisenblech. Deckgläser stets nur mit sauberer Pinzette anfassen! Das darauf gebrachte Tröpfchen muß sich ausbreiten und in wenigen Sekunden verdunstet sein. Nach völligem Trocknen führt man das Deckglas zur Fixierung einmal schnell durch die Flamme. Nunmehr muß eine Beizung vorgenommen werden, wozu man eine der für diesen Zweck im Handel erhältlichen Beizflüssigkeiten benutzt. Man kann sich solche auch selbst herstellen, indem man 25 ccm 25 %iger Eisenchloridlösung mit 75 ccm einer konzentrierten Tanninlösung und 4 ccm einer Lösung von Fuchsin in absolutem Alkohol vermischt, das Gemisch einige Tage stehen läßt und zum jedesmaligen Gebrauch filtriert. Man läßt es 1–2 Minuten auf die fixierten Deckgläser unter gelindem Erwärmen (nicht Kochen!) einwirken, spült diese dann ab, legt sie für kurze Zeit in ½ %ige Essigsäure und läßt sie trocknen. Vielfach ist es vorteilhaft, das Beizen mit der darauf folgenden Wasserspülung mehrmals zu wiederholen. — Hierauf läßt man ebenso lange die für Bakterienfärbungen gebräuchliche Karbolfuchsinlösung einwirken (1 Teil konz. alkohol. Fuchsinlösung, 9 Teile 5 %ige wässer. Karbolsäurelösung). Dann nochmals ganz kurze Zeit in ½ %ige Essigsäure. Schließlich abspülen und trocknen. Die fertigen Deckgläser werden dann mittels eines Tröpfchens Kanadabalsam oder Rhetinid auf Objektträger geklebt. Die Beobachtung geschieht mit Ölimmersion von möglichst starker Vergrößerung und Auflösungsfähigkeit.

Statt dieses etwas komplizierten Verfahrens kann man zu Geißelstudien vielfach — so z. B. bei Spirillen — auch mit gutem Erfolge das von *Burri* eingeführte Tuscheverfahren anwenden. Hier hat man nur nötig, ein kleines Tröpfchen Bakterienflüssigkeit mit einem etwas größeren Tropfen Burrischer Tusche — auch gewöhnliche schwarze Tusche tut es, wenn man sie durch Aufkochen sterilisiert und absitzen läßt — gut auf einem Objektträger zu vermischen und mit der Kante eines Deckglases auszustreichen. Trocknen lassen, dann Kanadabalsam und Deckglas. Man sieht auf diese Weise die Bakterien mit Geißeln hell auf dunklem Grunde liegen, wenigstens an den Stellen, wo der Ausstrich genügend dünn ist.

Auch im lebenden Zustande lassen sich Bakteriengeißeln beobachten, und zwar mit Hilfe des Ultramikroskops. Wer im Besitze der nötigen Apparatur ist, den verweise ich auf eine diesbezügliche Arbeit von *K. Reichert* (Centralblatt für Bakteriologie I. Orig.

Band 51, S. 14). Hier finden sich alle näheren Anweisungen.

Betrachten wir nun unsere Präparate mikroskopisch, so sehen wir die Geißeln an günstigen Objekten als zarte Fäden von mehr oder weniger deutlich geschlängelter Form. Ihre Größe ist recht verschieden; als Länge wird 10—30 μ , als Dicke 0.02—0.06 μ angegeben.

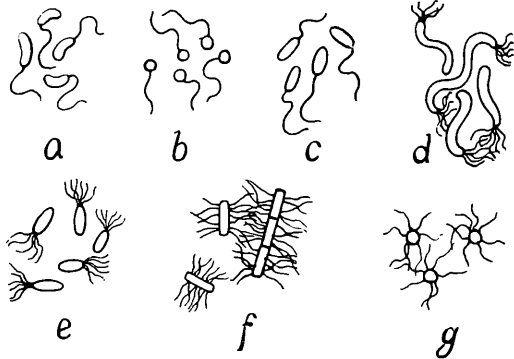


Abb. 1. Anheftungsweise der Geißeln. a—c monotrich, d und e lophotrich, f und g lateral (peritrich).

Bei der letzten Zahlangabe berücksichtige man, daß die Geißeln durch die Beizung wesentlich dicker erscheinen. Jedenfalls sind die Geißeln der Vibrionen dicker und leichter sichtbar als die der Spirillen, und die der Spirillen dicker als die der Stäbchenbakterien. Was die Zahl und die Anheftungsweise der Geißeln anbelangt, so kann man im wesentlichen drei Möglichkeiten unterscheiden:

1. eine Geißel befindet sich an einem Ende oder Pol des Bakteriums: monotriche Beigeißelung. Hierher gehören Vibrionen und zahlreiche Kokken, ferner einige Stäbchen (sog. *Pseudomonas*-Formen), (vgl. Abb. 1, a, b und c);

2. an einem, unter Umständen an beiden Enden befindet sich ein Geißelschopf: lophotriche Formen. Hierher: Spirillen, ferner einige Stäbchen (Abb. 1, d und e);

3. Geißeln sind ringsum annähernd gleichmäßig verteilt, fehlen bei Stäbchen jedoch an den Querwänden: laterale oder peritriche Beigeißelung. Kommt vor bei Stäbchenbakterien und Kokken. (Abb. 1, f und g).

Während wir diese Tatsachen aus dem mikroskopischen Bilde mehr oder weniger gut werden ablesen können, wird uns dieses keinen Aufschluß geben über die Frage, wie denn diese Geißeln bei der Bewegung funktionieren. Hier vermag uns nur die ultramikroskopische Beobachtung lebender Bakterien etwas auszusagen.

Da ist zunächst festzustellen, daß die monotrichen Bakterien stets die Geißel vom Körper weggewendet führen, also nach vorn bei Vorwärts-, nach hinten bei Rückwärtsbewegung.

Alle anderen Formen richten die Geißeln nach rückwärts. Schwimmt also z. B. ein Spirillum mit dem Geißelpol voran, so ist der Schopf locker um den Körper gewunden.

Jede Geißel führt nun, wie die Lebendbeobachtung zeigt, eine schraubenförmige Bewegung aus. Dies kann nur dadurch zustande kommen, daß eine engbegrenzte Stelle der Geißeloberfläche eine Zusammenziehung erfährt, und daß diese Zusammenziehung sich in spiralförmiger Richtung durch die ganze Länge der Geißel fortpflanzt. Daß solche Schraubenbewegung einen Antrieb auf den ganzen Organismus ausübt, ähnlich wie die Schiffschraube auf den Dampfer, ist unschwer zu begreifen. Bütschli hat dies durch eine in Abb. 2 wiedergegebene Zeichnung klar gemacht, die sich zwar auf ein einbeißeliges Infusorium vom Flagellatentypus bezog, die aber grundsätzlich auch für die Verhältnisse bei Bakterien zutrifft. Das von der Flüssigkeit infolge ihres Widerstandes ausgeübte Kraftmoment ist durch den Pfeil A B ausgedrückt. Es läßt sich in die Komponenten A C und A D zerlegen, von denen die erste eine Vorwärtsbewegung, diese eine Drehung der Zelle bewirkt. Damit stimmt die Beobachtung gut überein, daß jedes sich bewegende Bakterium auch eine Achsendrehung zeigt, die sich manchmal durch ein sonderbares „Vorwärtswackeln“ des ganzen Organismus kund tut, nämlich dann, wenn die Achse der Zelle nicht ganz in die Bewegungsrichtung fällt.

Sonst ist an der Geißel von irgendwelchen Strukturen nichts zu erkennen, selbst unter den günstigsten Beobachtungsbedingungen nicht. In einigen Fällen nur hat sich an ihrem Fuß ein mit Methylgrün färbbares Chromatinkörnchen nachweisen lassen. Dieses hat man als das Bewegungszentrum, den motorischen Zellkern der sonst bekanntlich kernlosen Bakterienzelle angesprochen. Inwieweit diese Vermutung den Tatsachen entspricht, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit sagen. Außerdem muß man aber bei mehrgeißeligen Bakterien auch noch eine oberste Leitung annehmen, von der aus die Bewegung aller Geißeln hinsichtlich ihrer Richtung und Schnelligkeit geregelt wird. Ferner müssen als Ganzes schwimmende mehrzellige Kolonien, besonders Bakterienfäden, noch eine Hauptzentrale besitzen. Hier kann man allerdings gelegentlich beobachten, daß „die Regie versagt“ und die Kolonie sich infolge des Gegeneinanderarbeitens der Geißeln regellos hin und her wälzt.

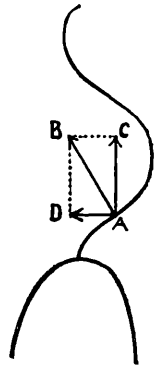


Abb. 2. Mechanik der Geißelbewegung, n. Bütschli.

Neuere Untersuchungen über die Vorgänge bei der Kohlensäureassimilation und beim Abbau der Stärke.

Von Ing. R. Baecker.

In den grünen Organen der lebenden Pflanze, vor allem in den Blättern, wird unter der Einwirkung des Lichtes in den Chlorophyllkörnern aus der Kohlensäure der Luft und dem dem Boden entnommenen Wasser Stärke gebildet, wobei gleichzeitig Sauerstoff frei wird (Kohlensäureassimilation). Kleinstück¹⁾ hat nun bei Durchführung des bekannten Versuches über die Kohlensäureassimilation (Sprosse von *Elodea canadensis* werden in einen mit kohlensäurehaltigem Wasser gefüllten Kolben oder umgekehrten Trichter gebracht und dem Sonnenlichte ausgesetzt, wobei nach einiger Zeit Sauerstoff in Form von Bläschen ausgeschieden wird) festgestellt, daß das von ihm benutzte Selterswasser nach Beendigung des Versuches eine angesäuerte Lösung von Jodkaliumstärkekleister intensiv bläut und aus dieser Reaktion die Bildung von Wasserstoffsuperoxyd gefolgert. Dieses auffällige Ergebnis veranlaßte Molisch²⁾ zu einer Nachprüfung, die er in folgender Weise vornahm: Je 12 kräftige, gesunde *Elodea*sprossen aus dem Lunzersee (N. Oe.) wurden in Glaswannen gebracht, von denen die eine mit gewöhnlichem Leitungswasser, die zweite mit Kohlensäure gesättigtem Leitungswasser und die dritte mit dest. Wasser, dem zu je 100 ccm 20 ccm einer gesättigten Kalzumbikarbonatlösung zugesetzt worden war, gefüllt war. Nach siebenstündiger Besonnung und kräftiger Gasblasenentwicklung wurde das Wasser jeder der drei Wannen mit frischbereitetem Jodkaliumstärkekleister geprüft, eine Blaufärbung trat jedoch im Gegensatz zu den Beobachtungen Kleinstücks nicht ein. Kontrollversuche mit geringer Wassermenge (um eine immerhin mögliche zu starke Verdünnung des etwa gebildeten Wasserstoffsuperoxyds zu verhüten), mit Zusatz von Sodawasser und mit dem von Kleinstück verwendeten Selterswasser ergaben ebenso wie die direkte Untersuchung des entbundenen Gases mit Jodkaliumstärkekleisterpapier ein negatives Resultat. Auch mit der empfindlichen Titansäurereaktion konnte Molisch die Entwicklung von Wasserstoffsuperoxyd nicht nachweisen. Molisch kommt daher auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnisse, daß die von Kleinstück beobachtete Blaufärbung des Jodkaliumstärkekleisters vielleicht überhaupt auf eine andere Ursache zurückzuführen ist, etwa auf einen Eisengehalt des verwendeten Selters-

wassers oder auf Eisenbakterien, die sich auf den zum Versuche verwendeten *Elodea*-pflanzen angesiedelt hatten. Da schon ganz geringe Eisenmengen Jodkaliumstärkekleister intensiv bläuen, ließe sich damit die Beobachtung Kleinstücks erklären. Im Zusammenhange damit weist Molisch auf eine auffällige Beobachtung an schwimmenden Blättern von *Nymphaea* hin. Diese Blätter waren an der von Wasser benetzten Unterseite braun gefärbt und zeigten nach Auf-tropfen von angesäuertem Jodkaliumstärkekleister sofort eine tiefblaue Färbung. Es wäre zunächst nahe gelegen, das Bläunungsvermögen dem Blatte selbst zuzuschreiben, eine mikroskopische Untersuchung des braunen Teiles der Blattunterseite lehrte jedoch, daß die braune Färbung durch einen Überzug mit einer Eisenbakterie (*Siderocapsa Treubii* [Molisch]) verursacht war, deren Eisenoxyd mit der Salzsäure des Reagens Eisenchlorid ergab, das dann die Bläuung verursachte. Angesäuertes Jodkaliumstärkekleister kann daher allgemein als Nachweis eines oberflächlichen Niederschlages von Eisenoxydhydrat oder von Eisenbakterien verwendet werden.

Die Jodstärkereaktion der bei der Kohlensäureassimilation im Chlorophyllkorn gebildeten autochthonen Stärke wurde von Molisch auch dazu benützt,⁴⁾ auf einem Blatte von *Tropaeolum majus* (Große Kapuzinerkresse) regelrechte Photographien herzustellen. Er setzte ein vollständig stärkefreies Blatt der genannten Pflanze unter einem guten Negativ während eines ganzen Tages dem Sonnenlichte aus, entfernte das Chlorophyll durch Alkohol und behandelte das Blatt mit Jod; dadurch entstand durch die Blaufärbung der in den Chlorophyllkörnern gebildeten Stärke ein positives Bild, das nicht nur die Lichter und Schatten, sondern auch die Halbtöne des Originals vollständig wiedergab.

Gelegentlich dieser Versuche machte Molisch²⁾ die auffällige Wahrnehmung, daß Laubblätter von *Tropaeolum majus*, die während des Tages lebhaft assimiliert hatten und daher reich an Stärke waren, im Laufe der Nacht ihre Stärke dann nur unvollkommen verloren, wenn sie in einem dunstgesättigten Raume oder auf Wasser liegend verwahrt wurden, während frei im Zimmer liegende Blätter unter sonst gleichen Bedingungen am Morgen nahezu stärkefrei waren. Die Versuche wurden in der Weise

¹⁾ Kleinstück, Wasserstoffsuperoxyd als Reduktionsmittel, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 51, 108, 1918.

²⁾ Molisch, Über die angebliche Entwicklung von Wasserstoffsuperoxyd bei der Kohlensäureassimilation, Biochem. Ztschrft., 125. Bd., Heft 5/6.

⁴⁾ Kaiserl. Akadem. d. Wissensch. Wien, akad. Anz. XIX, 1914.

²⁾ Molisch, Über den Einfluß der Transpiration auf das Verschwinden der Stärke in den Blättern, Ber. d. D. B. Ges. 1921, Bd. XXXIX, Heft 9.

vorgenommen, daß die gesunden und kräftigen Pflanzen entnommenen Blätter am Abend abgeschnitten (der Blattstiel wurde entfernt) und der Länge nach in zwei Hälften geteilt wurden; die eine Hälfte wurde in Petrischalen auf Wasser schwimmend, die andere freiliegend aufbewahrt und über beide ein weiter Pappsturz gestellt. Die am nächsten Tage vorgenommene Jodprobe ergab bei den im feuchten Raum verwahrten Hälften eine intensive, auf den Stärkegehalt zurückzuführende Blaufärbung, bei den anderen Hälften jedoch eine Bläue nur mehr an den Schnittstellen, in den Schließzellen und stellenweise im Geäder. Auch abgeschnittene Blätter von *Boehmeria*, *Urtica*, *Impatiens* u. a. verlieren die Stärke in trockener Luft, also bei starker Transpiration, viel rascher als bei ganz oder nahezu veränderter Transpiration. Die Ursachen dieses auffälligen Verhaltens sind noch nicht aufgeklärt, Molisch bezeichnet es als nicht unwahrscheinlich, daß die Stärkewandlung durch die beim Welken zunehmende Konzentration gewisser Stoffe, vielleicht der Diastase, gefördert wird.

Unter Hinweis auf ähnliche Versuche Rywosch¹⁾ mit *Impatiens Sultani* und *Polemonium coeruleum*, die dasselbe Resultat ergeben haben, betont Molisch noch, daß das Stärkefreiwerden der Blätter nicht gleich-

zeitig auch eine Auswanderung der Stärke bzw. der aus ihr entstandenen Substanzen aus dem Blatte bedinge. Die erwähnten Versuche mit Blättern, deren Stiel entfernt worden war, zeigen vielmehr, daß eine Umwandlung der Stärke auch dann stattfindet, wenn eine Möglichkeit der Auswanderung ihrer Spaltungsprodukte gar nicht besteht. Um die Frage zu beantworten, ob auch in abgeschnittenen Blättern die Stärke in Zucker umgewandelt wird, wurde von stiellosen Blättern, von denen während der Nacht ein Teil in feuchter, der andere Teil in trockener Luft aufbewahrt wurde, der Gehalt an direkt reduzierenden Substanzen und an reduzierender Substanz nach Inversion bestimmt; hierbei zeigte sich das nicht erwartete Resultat, daß die nur wenig entstärkten, turgeszenten Blätter mehr reduzierende Substanzen enthielten als die fast ganz entstärkten Blätter, die in trockener Luft aufbewahrt worden waren. Eigentlich wäre anzunehmen gewesen, daß deren Zuckergehalt größer ist. Die Erscheinung ist nach dem genannten Autor vielleicht so zu erklären, daß in den entstärkten Blättern nicht nur Glykose, sondern auch andere Stoffe (Dextrine und verwandte Substanzen) gebildet werden, die bei der Analyse nicht gelöst werden, und daher auch nicht in Erscheinung treten.

Über die Morphologie der Hauswinkelspinne.

Von Alfred Kästner.

Es gibt wohl kaum eine Tierordnung, die, obgleich ihre sämtlichen Vertreter den Menschen nützlich sind, in gleicher Weise gehaßt und verfolgt wird, wie die Spinnen. Vermutlich haben die langen Beine im Verein mit der oft düsteren Färbung und dem klebrigen Netze viel dazu beigetragen. Da die Spinnen nun eine durch Bau und Lebensweise außerordentlich interessante Tiergruppe sind, wird vielleicht manchem mit einem kleinen Einblick in ihre Organisation gedient sein.

Als Objekt für unsre Untersuchung wählen wir die Winkelspinne, die in Winkeln in und an unseren Häusern ein dreieckiges Netz spinnt, das nach unten trichterförmig in eine beiderseits offene Röhre ausgeht. Die Tiere sitzen in der Röhre und strecken ihr feinempfindendes erstes Beinpaar nach vorn, um den Anprall der Insekten an das Netz sofort zu spüren. Sie stürzen dann schnell hervor, packen das Opfer und versetzen ihm giftige Bisse. Hierauf schleppen sie die Beute in ihre Wohnröhre, wo sie aussaugen. Da die Tiere auch im Winter in ihrem Gewebe anzutreffen sind, können wir sie uns auch

jetzt noch leicht verschaffen. Bei uns leben in und an Gebäuden zwei Arten:

1. Hinterleib oben mit rotbraunem Mittelbande. Jederseits davon weiße und schwarze Flecke. *Tegenaria domestica* Cl. Hinterleib oben mit 3—5 Reihen schwarzer unregelmäßiger Flecken.

Tegenaria Derhamii Scop.

Wir werfen die gefangenen Tiere in 80% Alkohol. (Tötet und konserviert gleichzeitig.) Zur Untersuchung benötigen wir ein Mikroskop mit einer sehr schwachen (11—25fachen) und einer starken Vergrößerung, Objektträger und Deckgläser, ein Wasserfläschchen mit Pipette, Skalpell, Präpariernadeln, Schere, Pinzette und ein Fläschchen Kalilauge. Zur Untersuchung entnehmen wir die Tiere der Flasche mit Alkohol und legen sie auf Fließpapier. Während sie trocknen, betrachten wir die **äußere Gliederung des Körpers**. Der Leib der Spinnen besteht aus *Cephalothorax* (Kopfbrust) und *Abdomen* (Hinterleib.) Es ist klar, daß die Verschmelzung der einzelnen Brustsegmente zum *Cephalothorax* ein Gebilde von erhöhter Festigkeit gibt.¹⁾ Für Raubtiere ist dies

¹⁾ Rywosch, Zur Stoffwanderung im Chlorophyllgewebe, Bot. Ztg. 1908, Jhg. 66. I. Abt., S. 121.

¹⁾ Bei diesen Überlegungen ist das ausgezeichnete Werk: „Vergleichende Morphologie und Physiologie der Spinnentiere“ von Dahl (Fischer, Jena, 1913) benutzt worden.

insofern günstig, als feste Ansatzpunkte für starke Waffen (Kiefern) entstehen. Ferner entsteht durch Wegfall der weichen Segmentverbindungs häute ein gleichmäßig fester Chitinpanzer, der den Waffen des Feindes keine schwachen Stellen bietet. Der Nachteil der Verschmelzung liegt in der geringeren Beweglichkeit des entstandenen Körperteils, die besonders der allseitigen Orientierung durch den Gesichtssinn Abbruch leistet. Bei unsren Tieren wird dieser Umstand vermieden durch die Zahl der Augen und ihre Stellung, die je nach der Lebensweise verschieden ist. (Man betrachte das Vorderende des Tieres mit schwacher Vergr.) Überlegen wir noch, daß die Segmentverschmelzung eine weitgehende Ganglienverschmelzung gestattete, der eine höhere Geistestätigkeit entspricht, so dürfen wir wohl annehmen, den Hauptteil der Beziehungen dieser Veränderung zum Leben der Spinnen erkannt zu haben. Der Hinterleib ist ebenfalls ohne jede Gliederung. Hier liegen die Dinge aber anders als im Vorderleib. Die Verschmelzung des Hinterleibes macht es möglich, daß die an seinem

Ende sitzenden Spinnwarzen sicher bewegt und geführt werden. Eine Gliederung würde der einheitlichen Bewegung schaden. Der dünne Stiel, der Brust und Hinterleib verbindet, dient dem gleichen Zweck. Da beim trächtigen Weibchen der Eierstock sehr anschwillt, ist es vorteilhaft, daß die Haut des Hinterleibes weich und dehnbar ist und dem erzeugten Drucke leicht nachgibt.

Die Gliedmaßen. Wir stellen unser Tier nun so auf, daß wir seine Stirnseite bequem mit schwachen Vergrößerungen untersuchen können. Wir sehen den Stirnrand, die Augen und die Cheliceren (Kieferfühler) (Abb. 1.). Diese liegen präoral (vor dem Munde), entsprechen also nicht den Oberkiefern der Insekten, sondern deren Fühler.¹⁾ Die Tastfunktion ist bei den Spinnen von den Beinen übernommen; so wurde das 1. Gliedmaßenpaar zu einem Wehr- und Kampforgan, das auch als „Hand“ beim Wegschaffen von Hindernissen usw. dient. Wir legen unser Tier rücklings auf einen Objektträger und führen einen Schnitt

rechtwinklig zur Längsrichtung des Körpers, dicht hinter den Cheliceren, so daß diese vom Leibe getrennt werden. Dann trennen wir die beiden Grundglieder voneinander und betrachten eines von verschiedenen Seiten mit schwacher Vergrößerung. Wir erkennen, daß das Grundglied am Ende eine Klaue besitzt, die in eine mit Zähnen besetzte Furche taschenmesserartig eingeschlagen werden kann. Hierauf schneiden wir mit dem Skalpell den Endteil mit Klaue und Furche vom Grundgliede ab, pressen ihn ein wenig zwischen 2 Objektträgern und untersuchen ihn mit starker Vergrößerung. (Zusatz von Kalilauge!) Wir sehen, daß die Krallen von einem Kanal durchzogen wird, durch den das Gift in die Wunde fließt, und beobachten eine feine Zählanel an der ersten Hälfte des



Abb. 1. Kieferfühler der Spinne, durch deren Zähne die Spinne ihr Gift in die Bißwunde ergießt. Stark vergrößert. (Phot. H. Hintenberger.)

Innenrandes.¹⁾ Auch die Furche mit den sie beiderseits begleitenden 3—4 Zähnen und ihren Borsten können wir nun genauer beobachten. Die Giftdrüse, die in den Klauenkanal mündet, bekommen wir auf folgende Weise zu Gesicht. Wir brechen einem soeben getöteten Tier die Cheliceren nahe der Wurzel ab. Aus der Bruchstelle hängt ein weißlicher Schlauch heraus. Mit einer Pinzette völlig herausgezogen und unter Wasser bei schwacher Vergrößerung betrachtet, bietet er das Bild einer von einem Muskelschlauch umgebenen

¹⁾ Dauerpräparate lassen sich von diesen Objekten leicht anfertigen, indem man sie auf einem Objektträger völlig trocknen läßt und dann in Kanadabalsam einschließt. ♂-Taster behandle man vorher mit Kalilauge. Bei Beinen usw. wende man diese Lauge nicht an, da sie die feineren Haare unter Umständen angreift.

¹⁾ Es gibt Forscher, die die entgegengesetzte Ansicht vertreten. Lang, Handb. d. Morphologie d. wirbellosen Tiere. IV S. 280.

sackförmigen Drüse, die in einen Kanal ausläuft. Starke Vergrößerung zeigt die schrägliegenden, quergestreiften Ringmuskeln besser. Es ist die Giftdrüse, die z. T. zwischen den Muskeln in den Cheliceren, z. T. in der Kopfbrust liegt. Es ist bisher nur eine deutsche Spinne bekannt (*Chiracantium nutria* Walck = *Draspes maxillosus* Wid.), deren Biß beim Menschen deutliche Vergiftungssymptome hervorruft. Durch

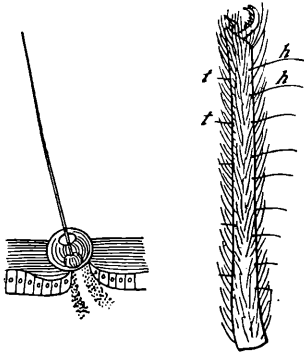


Abb. 2. Hörhaare der Spinnen. — *t* = Fühlhaare, *h* = Hörhaare. Links: ein Hörhaar in starker Vergrößerung.

Mit einer Kreuzspinne kann man etwa 1000 halbwüchsige Katzen vergiften. Die Giftklaue von *Epeira diademata* vermag aber nicht unsere Haut zu durchbohren, weshalb ihr Biß beim Erwachsenen wirkungslos ist.¹⁾ Das zweite Gliedmaßenpaar ist postoral gelegen. Seine Hüften sind verbreitert und bilden Unterkiefer, die zum Auspressen des Opfers dienen. Am Außenende setzt sich ein Taster an. Beim Weibchen ist er beinförmig und am Ende mit einer Kammkralle versehen. Beim Männchen ist sein letztes Glied eigenartig verändert. Es hat

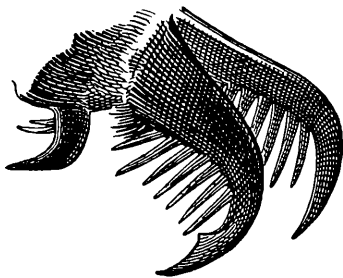


Abb. 3. Fußklaue einer Webspinne, vergr. zu betrachten, legen wir die Tiere auf den Rücken und untersuchen mit schwacher Vergrößerung. Zwischen den beiden Maxillen liegt die Unterlippe, die an dem Brustschild angewachsen ist.

Von den Beinen dient das 1. Paar in erhöhtem Maße der Tastfunktion. (Bei *Teg. domestica* ist es das längste, 2½ cm.) Das wird wohl auch der Grund dafür sein, daß

¹⁾ Wer sich für diese Tatsachen interessiert, findet in der Schrift „Beiträge zur Kenntnis der Giftspinnen“ von R. Kobert (Stuttgart. Enke 1901) interessante Versuche.

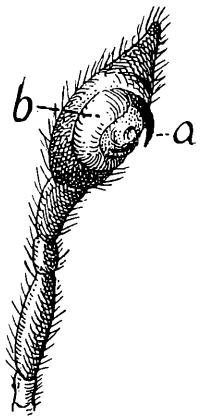
die Spinnen nicht wie die Insekten 3 Paar, sondern 4 Paar Beine besitzen. Die Beine bestehen aus Hüfte, Schenkel, Knie, Schiene, Metatarsus und Fuß (Tarsus). Wir wollen diesen genauer betrachten. (Abschneiden und unter Kalilauge bei etwa 30facher Vergrößerung betrachten.) Er ist mit Stacheln bedeckt, von denen wir 4 Formen erkennen:

1. parallelstreifige Stacheln (starke Vergrößerung!),
2. Fiederhaare,
3. feinbehaarte Borsten,
4. senkrechte



Abb. 4. Das weibliche Geschlechtsorgan (Epigyne) von *Tegenaria domestica* Cl. Nach Bösenberg. Vergr.

Tasthaare an der Unterseite. Außerdem sind noch dorsal senkrecht abstehende feine Borsten vorhanden, die nach dem Ende des Fußes an Länge zunehmen. Starke Vergrößerung zeigt, daß sie am Grunde in kleine Becher eingelegt sind. Es sind Hörhaare (s. Abb. 2). Solange das Blut noch nicht geronnen ist, kann man sie beim Anstreichen einer Geige unterm Mikroskop schwingen sehen. An den Endklauen der Füße (bei schwacher Vergrößerung mit Skalpell den Endteil des Tarsus abtrennen, und mit starker Vergrößerung untersuchen!) erkennen wir 2 große, gezähnte Hauptkrallen und eine kleinere Afterkralle (Abb. 3). Sie leisten der Spinne beim Gehen auf den Fäden des Netzes, sowie beim Vereinigen der dünnen, aus den Spinnwarzen austretenden Fächchen zum starken Faden gute Dienste. Von den äußerlich sichtbaren Organen des Abdomens erkennen wir mit der Lupe nahe dem Vorderrande des Bauches eine Furche, die Genitalspalte. Über ihr liegen zu beiden Seiten die hellen, dreieckigen Plättchen, die die Atmungsorgane decken. Dazwischen ist das weibliche



Kopulationsorgan zu sehen. Durch einen Schnitt parallel der Längsachse des Tieres von den Spinnwarzen bis zum Vorderrande des Abdomens trennen wir die Bauchhaut ab. (Abspülen in Wasser und mit etwas Kalilauge versetzt, von der Innenseite betrachten!) Die weißen Lungenfleckchen zeigen sich uns jetzt als eine Menge weißer Blättchen, die wie die Seiten eines Buches angeordnet sind. Das zwischen den Lungen liegende weibliche Geschlechtsorgan (Epigyne) ist bei *Teg. domestica* und *T. Derhamii* verschieden. Wir betrachten das von *T. Derhamii* bei Zu-

Abb. 5. Männlicher Taster von *T. domestica* gesehen. *a* = Übertragungsorgan (Eindringer). *b* = Samenbehälter. Vergr.

satz von Kalilauge (Abb. 4.) Es besteht aus einer hornigen Rippe, an deren Seiten die Receptacula seminis liegen. Das Männchen bringt seinen Samen also nie in die Scheide des Weibchens, sondern in den vor dieser liegenden Samenbehälter. Befruchtung erfolgt beim Legen der Eier. Das Männchen hat keine Epigyne. Es preßt, auf einem selbst hergestellten dreieckigen Gewebe hin- und herwutschend, einen Tropfen Samenflüssigkeit aus der Genitalspalte und tupft ihn mit seinen Tastern auf. Bei *Tegenaria domestica* zeigen diese ein ausgehöhltes Endglied, das mit Klammerhaken versehen ist (Abb. 5). Eine weit vorstehende Rinne, der Samenträger, birgt einen haarfeinen dünnen Kanal, den Eindringer. Dieser ist an seinem im Tasterinnern liegenden Grundteil mit einer Drüse versehen, in die der ausgepreßte Samen aufgenommen wird. Bei der Befruchtung wird der Samenträger samt dem Eindringer in die Öffnung der Receptacula des Weibchens eingeführt, wobei die Klammerhaken sich an der Epigyne festhaken. Die scheinbar so ungünstige Lage der weiblichen Kopulationsorgane am Vorderende des Bauches, die wohl die Eigenart der Samenübertragung durch männliche Mundgliedmaßen verursachte, ist vielleicht dadurch veranlaßt, daß die Spinnwarzen den günstigen Platz am Ende des Abdomens eingenommen haben. Wir finden bei unserer Spinne 6 Spinnwarzen (Abb. 6). Sie sind aus Abdominalbeinen des Embryos entstanden und z. T. drei-, z. T. zweigliedrig. Am Endgliede jeder Spinnwarze liegen zwischen den Haaren Spinnröhrchen, die Ausführgänge der Spinnrüsen. Die von den vielen Spinnröhrchen ausgepreßten Einzelfäden werden mit Hilfe der Klauen des 4. Beinpaares zu einem Faden vereinigt.

Die vorstehenden Zeilen geben nur einen kurzen Überblick, ein leises Ahnen dessen, was der durchlebt, der tiefer in die Lebensweise und Organisation der einzelnen Arten dieser eigenartigen Tiergruppe eindringt. Ich möchte deshalb nicht versäumen, für die Leser, die gern nähere Auskunft haben möchten, einige Werke anzugeben. Eine ganz reizende Schrift des Lehrer-Vereins für Naturkunde „Ellis, Im Spinnenland“ ist sehr geeignet, eine Einführung in die Biologie unserer Gruppe zu geben, ebenso wie das Kosmosbändchen von Dr. Floericke, Spinnen und Spinnenleben. Ferner möchte ich auf den Artikel „Arachnoidea“ im Handwörterbuche der Naturwissenschaften I. Bd. und das großzügige Werk von W. Bösenberg, Die Spinnen Deutschlands (1903, Stuttgart, E. Nägele) hinweisen, das auch weitere Quellenangaben enthält.

Es ist mir oft aufgefallen, daß es unter den Liebhabermikroskopikern eine große Anzahl gibt, die trotz ihrer ausgesprochenen Begabung bei ihren Beobachtungen nur rein

subjektive Werte erzielen. Der Grund ist leicht zu finden. Diese Herren beschäftigen sich mit sämtlichen Tiergruppen und so ist ihnen eine genauere Artbestimmung sowie Verfolgung einzelner Fragen aus Mangel an Fachliteratur unmöglich. Es wäre nun dringend erwünscht, daß wissenschaftliche Forschungen nicht nur Herren überlassen würden, die an Instituten arbeiten, sondern daß gebildete Liebhaber selbst forschend tätig wären. Ich weise auf das Gebiet der Faunistik hin. Der größte Teil der norddeutschen Tiefebene von Holstein bis zum Main und Sachsen ist in bezug auf Phalangiden und Pseudoscorpioniden noch nicht erforscht. Spinnenfaunen existieren von Rheingegenden, Holstein, Lausitz, Westfalen, Nassau, Riesengebirge, Danzig und Nürnberg. In West-

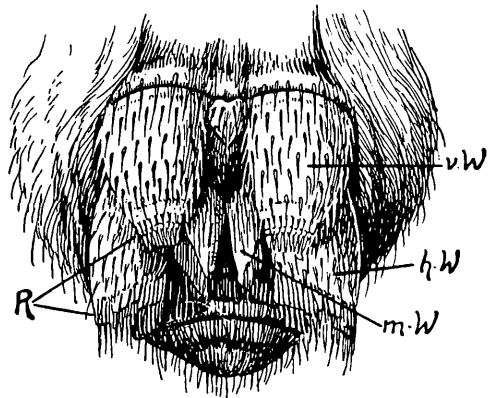


Abb. 6. Spinnwarzen der Kreuzspinne (vergr.). v.W., m.W. und h.W. = vordere, mittlere und hintere Spinnwarzen. R = Spinnröhrchen.

sachsen, Südbayern, Württemberg usw. hat niemand Faunen aufgestellt. Und dies ist doch für tiergeographische Forschungen so außerordentlich wichtig. Würde es nicht möglich sein, daß sich Liebhaber spezialisierten und mitarbeiteten an der zoologischen Durchforschung der Heimat? Ich glaube sicher, daß das Feststellen neuer Tatsachen und somit Förderung objektiver Werte eine viel größere innere Befriedigung auslöst, als das Tasten innerhalb festliegender Ergebnisse, das an sich natürlich auch bildend ist. Es würde mich sehr freuen, wenn ich unter den Lesern Gesinnungsgenossen fände, die vielleicht die eine oder andere Arachnidengruppe in ihrer Heimat studieren würden. Jederzeit würde ich, soweit ich dazu in der Lage bin, gern Angaben über Bestimmungsliteratur, Konservierung usw. geben. Ist doch jede sorgfältige Faunenliste einer Gegend eine Arbeit, die für ethologische, faunistische und tiergeographische Untersuchungen eine ebenso wertvolle Grundlage liefert, wie eine hochkomplizierte morphologische Studie.

Uropoda marginata (C. L. Koch). — Deutonympha. — Ordnung der Mesostigmata. Familie der Uropodidae. — Die vor 80 Jahren von C. L. Koch *Notaspis marginatus* benannte Art ist in allen Entwicklungsstadien ein wahrscheinlich über die ganze Welt verbreiteter häufiger Bewohner von Düngerhaufen. Es gehört zu den biologischen Eigentümlichkeiten aller Uropoda-Arten, daß sie die Verbreitung und somit mittelbar auch die Erhaltung der Art sicherstellen, indem sich die Deutonympha auf Insekten, in Einzelfällen auch Krebstieren, anheftet, um sich verschleppen zu lassen. Die Deutonympha von *Uropoda marginata* benutzt hierzu in der Regel Käfer, die in Düngerhaufen dem Fortpflanzungsgeschäft obliegen, gelegentlich auch Ameisen, die sich in der Nähe zu schaffen machen. Das für die Mikrokosmos-Serie verarbeitete Material stammt jedoch ausnahmsweise von einer Kellerassel, also einem Krebstier, und zwar von einem einzigen Exemplar, das mit etwa 600 solcher Deutonymphen behaftet war. Die Anheftung, mit der echter Parasitismus wahrscheinlich nicht verbunden ist, geschieht vermittels eines aus mehreren Drüsen, die innerhalb der Analöffnung ihren Sitz haben, aus verschiedenen, zunächst zäh flüssigen und demnächst erhärtenden Stieles. Während des Transportes bedarf das Tier seiner Beine nicht und pflegt diese daher in Beigruben zurückzuziehen, die in die Bauchfläche tief eingelassen sind. Man beachte, was systematisch wichtig ist, daß auch das vorderste Beinpaar am Tarsus mit normalen, langgestielten Krallen versehen ist, die aus einem Büschel von Haaren hervorragen, unter denen sich ein Tasthaar durch besondere Länge auszeichnet. In der Tiefe des vorderen Teiles der für das dritte Beinpaar bestimmten Grube liegt die Atemöffnung (Stigma). Von hier aus strebt ein mannigfach geschlängelter Luftkanal (Peritrema) nach vorn. Der Verlauf dieses Luftkanals ist ebenfalls von systematischer Bedeutung. Die Rückenbedeckung läßt eine Abgrenzung eines Mittelschildes von einem ringum verlaufenden Randschild nicht erkennen. Sie ist mit kräftigen, langen Haaren besetzt, die in der Randgegend radiär gerichtet stehen. Die Bauchfläche zeigt vor allem ein großes, die Mitte einnehmendes Sternalschild und dahinter das Ventralschild, aus dem sich der wohl ausschließlich Haftzwecken dienende Analapparat hervorwölbt. Den Rand der Bauchfläche umsäumt ein mit radiär gerichteten Borsten ausgestattetes Chitinband, das hier einheitlich ist, während es bei anderen Arten sehr oft in kleine Einzelplättchen zerlegt auftritt. — Wer sich näher mit der Art befassen will, der findet bei Berlése, „Acari, Myriopoda et Scorpiones“, Heft 11, Nr. 8, unter der irrtümlichen Bezeichnung *Uropoda obscura* (Koch) die wesentlichste Literatur verzeichnet und ebenda auf Taf. 156 in Fig. 3 eine allenfalls erkennbare Abbildung der Deutonympha. Eine wirklich gute Ab-

bildung der Deutonympha fehlt bisher immer noch. Vitzthum.

Eine Methode zum Nachweis der Tuberkelbazillen im dicken Tropfen beschreibt W. L o l l in der Wiener med. Wochenschr. 1922, No. 7. Zunächst wurde sie zum Nachweis der Tuberkelbazillen im Stuhl angewandt. Eine kleine Menge Kot wird mit Wasser verrührt und zentrifugiert. Die Mehrzahl der Bazillen findet sich in der Flüssigkeitsschicht über dem Sediment. Man gießt diese ab, versetzt sie mit 2 Teilen 96% Alkohol und zentrifugiert erneut. Jetzt sind die Bazillen im Sediment enthalten. Dieses wird in Form eines dicken Tropfens auf den Objektträger gebracht, getrocknet, in der Flamme fixiert und in der üblichen Weise nach Ziehl-Nelsen gefärbt. Gegenfärbung mit Methylenblau hat sich bewährt.

Auch zum Nachweis der Tuberkelbazillen im Sputum ist die Methode verwendbar. Ein Teil Sputum wird mit 2 Teilen einer 50%igen Antiforminlösung versetzt und nach einer halben Stunde zentrifugiert. Die Flüssigkeit wird abgossen und nur das meist sehr spärliche Sediment in 1—2 Tropfen destillierten Wassers mit der Platinöse verrührt. Diese Aufschwemmung wird, wie vorher beschrieben, in Form eines dicken Tropfens weiter behandelt. P. R.

Seit längerer Zeit war die Tatsache bekannt, daß in höher gelegenen Orten die Zahl der Blutkörperchen und die Menge des Hämoglobins zunimmt. Diese Zunahme erfolgt unmittelbar nach dem Eintreffen in die Höhenlagen; über den Mechanismus dieser Vermehrung war bisher nichts Sicheres bekannt. Nun berichtet Dr. P. L i e b e s n y in der Schweizerischen Med. Wochenschr. 1922, Nr. 18 über seine Untersuchungen, die das **Verhalten der Hautkapillaren** zum Studium haben.

Als Untersuchungsinstrument verwandte er das von O. Müller und H. Schur angegebene und von Zeiß in Jena konstruierte neue Modell des Haut-Mikroskopes. Dieses ermöglicht die episkopische Beobachtung der Hautkapillaren bei einer 6fachen Vergrößerung. Die Haut wird vor der Untersuchung nach dem Vorschlag von Spalteholz durch Betupfen mit einem ätherischen Öl aufgeheilt. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde Zedernöl verwendet. Das Mikroskop hat einen seitlichen Ansatz, in welchem ein 4 Volt-Lämpchen, wie es für Taschenlampen überall erhältlich ist, eingeschoben wird. Diese Lampen haben bei voller Spannung eine genügend große Leuchtkraft für alle hier zu beobachtenden Einzelheiten. Ja, es erwies sich sogar als notwendig, durch einen zwischen Stromquelle und Lampe vorgeschalteten Rheostaten die Intensität der verwendeten Stromquelle zu regulieren, da häufig die mit voller Spannung brennenden Lämpchen ein die Beobachtung störendes zu grelles Licht gaben. Fast bei allen Untersuchungen wurden die Kapillaren des Nagelfalzes beobachtet, zu

welchem Zwecke der betreffende Finger unter das Mikroskop auf die Auflageplatte gelegt wurde. Vereinzelt wurden auch andere Hautpartien untersucht. In diesem Falle wurde die Auflageplatte abgeschraubt und nun das Mikroskop direkt auf die betreffende Hautpartie aufgesetzt. Bei dieser Art der Untersuchung erwies es sich als zweckmäßig, nach dem Vorschlag Schurs die Haut nicht nur mit Zedernöl zu betupfen, sondern auch auf die betreffende Stelle ein kreisrundes Deckgläschen von ca. 8 mm Durchmesser aufzulegen. Die Beobachtung der Kapillaren bei normalen Verhältnissen zeigt diese im Nagelfalz meist haarnadelförmig, mit ziemlich parallel verlaufenden Schenkeln; der venöse Schenkel ist manchmal dicker als der arterielle. Es zeigte sich nun, daß in Höhenlagen die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes in den meisten Kapillaren verlangsamt und daß die Strömung in einem großen Teil der Kapillaren feinkörnig bis grobkörnig war, während die Kapillaren normalerweise scharf und gradlinig begrenzt sind und der Blutstrom kaum zu beobachten ist. Bei Verlangsamung des Blutstromes ballen sich die roten Blutkörperchen zusammen, und zwar zu umso größeren Körnern, je langsamer der Blutstrom ist. Vielleicht ist daher die in Höhenlagen beobachtete Blutkörperchenvermehrung durch Erythrozytenansammlung in den Hautkapillaren zu erklären.

(Jeder Mikroskopiker kann die Blutkapillaren beobachten, wenn er auf die Haut einen Tropfen Zedernöl bringt und diesen mit einem Deckglase bedeckt, man legt den Finger auf den Objektisch des Mikroskops, läßt den Finger vom Sonnenlicht beleuchten und betrachtet bei 60—100facher Vergrößerung.)
Dr. P. Sch.

Einige Schnelfärbungen von Darmflagellaten beschreibt R. Oehler in der D. med. Wochenschr. 1922, No. 14. Die Ruppertsche Färbung war ursprünglich zur Darstellung von Spirochäten bestimmt. Eine vom Verfasser erprobte Modifikation eignet sich gut zur Darstellung der Darmflagellaten. Das Untersuchungsmaterial wird unter Umständen unter Zusatz von etwas Agarschleim auf dem Objektträger wie ein Blutpräparat dünn ausgestrichen. Auf die getrockneten Objektträger wird die Farblösung (2 g Brillant-Reinblau 8. G. extra der Farbwerke Bayer u. Co., Leverkusen, auf 100 ccm Wasser) gegossen und leicht erwärmt. Nach einer Minute wird mit Wasser abgespült und das Präparat nach dem Trocknen in Balsam eingeschlossen. Die Präparate zeigen gute Erhaltung der Teile, weniger der Form.

Eine empfehlenswerte Deckfärbung ist die von Bresslau angegebene. Die verwendete Deckfarbe, das von Grüber zu beziehende Opalblau ist eine dicke Masse, die mit dem zu untersuchenden Material gut verrührt und fein ausgestrichen wird. Das Eintrocknen ist durch Schwenken an der Luft zu beschleunigen. Die feinkolloide Farbmasse bäckt die Untersuchungsmasse ein und erhält die Form sehr gut. Alle Erhabenheiten erscheinen licht,

alle Vertiefungen blau in feinsten Abstufungen, so daß ein sehr schönes Reliefbild auf dunkelblauem Grunde entsteht (vgl. dazu den Artikel v. Prof. Bresslau auf S. 130 des laufenden Mikrokosmos-Jahrgangs).
P. R.

Ueber eine einfache und ökonomische Methode der Blutfärbung berichten J. Nickl und N. Jagič (Wiener klin. Wochenschr. 1922, S. 323). An Stelle der gegenwärtig oft schwer zu beschaffenden und außerordentlich kostspieligen, speziell für Blutfärbungen bestimmten Farbstoffmischungen (Giemsa, Leishmann u. dgl.) verwenden sie einen, wenn auch nicht ganz vollwertigen, so doch ausreichenden Ersatz: Eine 10fache Verdünnung einer 1,5%igen Lösung von Toluidinblau (Grüber) in dest. Wasser. Sowohl die Stammlösung als auch die verdünnte Gebrauchslösung sind längere Zeit haltbar. Die auf gewöhnliche Weise — durch Auseinanderziehen zweier Deckgläschen, zwischen denen man einen kleinen Blutstropfen sich ausbreiten ließ — hergestellten Ausstriche werden an einem staubgeschützten Orte 12—24 Stunden lang getrocknet. Die Färbung erfolgt auf einem Objektträger, der vorsichtig mit einem Tropfen der oben erwähnten Gebrauchslösung beschickt wird (mittels eines Glasstabes oder einer Pipette), indem man das Deckgläschen, ohne vorher zu fixieren, mit der Schicht nach unten darauf legt; sie ist nach 3—5 Minuten beendet. Dann zieht man das Deckgläschen sorgfältig vom Objektträger ab und läßt es, ohne es abzuspülen und ohne es mit Filtrierpapier abzutrocknen, lufttrocknen werden. Dann wird es mit der Blutschicht nach oben — also verkehrt — mit Kanadabalsam auf einen Objektträger geklebt und mit Ölimmersion untersucht; Einschluß in Kanadabalsam würde die Haltbarkeit der Präparate, die ohnehin weit geringer ist als die von Giemsa-Präparaten — nach einigen Tagen beginnen sie stärker abzublauen — noch weiter herabsetzen. Will man mit Trockensystemen untersuchen, so muß man es, solange der Deckglasausstrich noch feucht auf dem Objektträger liegt, tun. Die Färbung läßt mit genügender Deutlichkeit die Granulationen und Kerne der einzelnen Leukozytenformen sowie die Konturen der Erythrozyten erkennen, die Einzelheiten treten scharf hervor und die einzelnen Strukturen zeigen verschiedene Tonabstufungen der Farbe. An den Toluidinblau-Präparaten läßt sich auch die Differentialzählung der Leukozyten vornehmen; jedoch ist es zur sicheren Erkennung der einzelnen Leukozyten-Formen nötig, daß man sich ihre Merkmale durch das Studium von guten nach Giemsa u. dgl. gefärbten Präparaten genau einprägt. Dr. E. Löwi.

Die Verstärkung von Gewebsfärbungen mit Anilinfarben durch Zusatzmittel hat Dr. med. Karl Post untersucht. Er berichtet darüber in der M. Med. Wochenschr. 1922, No. 14. Das Hauptziel der Versuche war, festzustellen, ob die Färbekraft der Lösungen der gebräuchlichen Anilinfarbstoffe durch Verbindungen der aromatischen Reihe erheblich verstärkt

wird. Die deutliche Verstärkung wurde erzielt durch:

Phenol bei Methylviolett.

Parakresol bei Safranin (nur in Gegenwart von Lithiumkarbonat), Fuchsin (Magenta), Kongorot.

Brenzkatechin bei Bismarckbraun, Malachitgrün, Pyronin G., Neutralrot, Nigrosin, Eosin.

Hydrochinon bei Orange G.

Pyrogallol bei Nigrosin, Eosin, Orange G., Kongorot.

Phlorogluzin bei Methylenblau, Orange G., Kongorot.

Anilin bei Methylenblau, Gentianaviolett, Pyronin G., Kongorot.

Phenazetin bei Methylenblau, Methylviolett, Malachitgrün, Fuchsin (Magenta), Kongorot.

Adrenalin bei Methylenblau, Methylviolett, Gentianaviolett, Bismarckbraun, Fuchsin S., Nigrosin, Eosin, Orange G.

Benzoessäure bei Methylenblau, Methylviolett, Fuchsin S., Bismarckbraun, Nigrosin, Eosin, Orange G.

Sulfanilsäure bei Methylenblau, Fuchsin B., Nigrosin, Eosin, Orange G.

Saccharin bei Methylenblau, Methylviolett, Fuchsin (Magenta).

Salizylsäure bei Methylenblau, Malachitgrün, Fuchsin S., Nigrosin, Eosin, Orange G.

Protokatechussäure bei Bismarckbraun, Malachitgrün, Fuchsin S., Nigrosin, Eosin, Orange G.

Gallussäure bei Methylenblau, Gentianaviolett, Bismarckbraun, Pyronin G., Fuchsin S., Nigrosin, Eosin, Orange G.

α -Naphthol bei Eosin, Orange G., Kongorot.

β -Naphthol bei Nigrosin, Kongorot.

Ganz besonders hervorzuhellen sind die erheblichen Verstärkungen bei Zusatz von Adrenalin (in Lösung 1:1000) und Phenazetin, ferner die hochgradige Verstärkung bei Malachitgrün und Eosin durch Brenzkatechin, bei Nigrosin, Eosin, Orange G. und Kongorot durch Pyrogallol und bei Orange G. und Kongorot durch Phlorogluzin. P. R.

Discopoma regia Vitzthum. Deutonympha. Ordnung der Mesostigmata. Familie der Uropodidae. — Die Art ist nur als Deutonympha bekannt und wird von mir im „Archiv für Naturgeschichte“ Jahrg. 1921 zum ersten Mal wissenschaftlich bearbeitet. — In Übereinstimmung mit der Gattung Uropoda pflegen auch die Deutonymphen aus der Gattung Discopoma sich zum Zweck des Transportes auf geeigneten Insekten anzuhängen. Der auch in der Deutonympha hervortretende hauptsächlichste Gattungsunterschied (der auch in der Gattung Cillibano wiederkehrt) besteht darin, daß das vorderste Beinpaar der Krallen entbehrt und daß dieses, nur als Tastorgan dienend, am Tarsus daher nur reichlich mit Tasthaaren ausgestattet ist. Auf der Rückenfläche grenzt sich durch eine feine, aus zahllosen Bogen bestehende Linie ein ringsum verlaufendes Randschild von dem großen Mittelschild ab. Das schmale Randschild ist glatt, haarlos und horizontal abstehend. Das Mittelschild ist in der Mitte einigmaßen gewölbt,

geht aber dem Rande zu auch in eine wagerechte Ebene über. Dieser wagerechte Teil ist glatt und wird gegen das Mittelstück hin durch einen Kranz radiär gerichteter steifer Haare abgegrenzt. Der gewölbte Teil ist außen von zahllosen Grübchen übersät, die nach hinten zu kleiner werden und in der Gegend der größten Rumpfhöhe vereinzelt auch gegen die Rumpfmittle hin vordringen. Seine Behaarung besteht aus langen, etwas biegsamen Haaren, die rückwärts gerichtet sind. Man beachte das fein skulpturierte Vorderende des Rumpfes. Die Bauchfläche wird umsäumt von einem schmalen Chitinstreifen, der in der vorderen Hälfte ein einheitliches Band darstellt, in der hinteren Hälfte aber in meist 54 kleine Einzelplättchen aufgelöst ist. Jedes dieser Plättchen trägt ein radiär gerichtetes Härchen, und diese Härchen setzen sich in gleichen Abständen auch auf dem einheitlichen Bandstreifen fort. Auch auf der Bauchfläche beachte man die überaus feine Skulpturierung der Schildplatten und der Beingruben. — Das Tier ist bisher nur in Bolivia auf einer Brenthus-Art gefunden worden. Die Brenthiden sind hinter Baumrinde lebende Käfer, die sich durch ganz absonderlich gestreckte Rumpfteile und namentlich durch einen meist ganz ungeheuerlich langen Rüssel auszeichnen. Sie sind mit Ausnahme des südeuropäischen *Amorphocephalus coronatus* Bewohner der Tropen. In solchen exotischen Ländern ist nicht damit zu rechnen, daß die Käfersammler auch den den Käfern anhaftenden, kaum wahrnehmbaren Ektoparasiten die nötige Beachtung schenken und sie sachgemäß konservieren. Darum muß man es leider in den Kauf nehmen, daß so seltene und gleichzeitig so zerbrechliche Tiere, wie das vorliegende, nur in Ausnahmefällen in völlig unbeschädigtem Zustand in unsere Hände gelangen.

Vitzthum.

Eine einfache Methode, um Präparate nach Golgi-Cox dauerhaft zu machen beschreibt D. A. Fano im Journ. of physiol. Bd. 54 Nr. 5 bis 6, 1921. Um das mit der kombinierten Kaliumbichromat-Sublimatimprägnierung behandelte Material einmal leichter schneidbar zu machen und es ebenfalls vor Niederschlagsbildungen und Auskristallisationen zu bewahren, hat der Verfasser das nachstehende Verfahren ausgearbeitet.

Auswaschen der gut imprägnierten Stücke in destilliertem Wasser. Entwässern in Alkoholreihe und Zelloidineinbettung. Den Zelloidinblock in 70 % Alkohol aufbewahren. Die Schnitte kommen über 60 % Alkohol in destilliertes Wasser und werden gut ausgewaschen. 5 % Ammoniaklösung 5–10 Minuten. Auswaschen in Wasser. 0,2 % Goldchloridlösung 10–20 Minuten je nach Schnittstärke. Auswaschen in Wasser. Alkoholreihe bis 70 % Alkohol. Jodalkohol 1:5, 10–15 Minuten. Erneut 70 % Alkohol. Die eigentliche Behandlung ist nunmehr beendet. Die Schnitte können jetzt eingebettet oder mit Karmin nachgefärbt werden. Man kann schließlich auch das Zelloidin durch Ätheralkohol entfernen. P. Rostock.

Das Laboratorium des Mikroskopikers

Beiblatt zum „Mikrokosmos“

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

Selbsterstellung eines elektr. Thermo-Regulators für elektrisch geheizte Thermostaten.

Von A. Mädler.

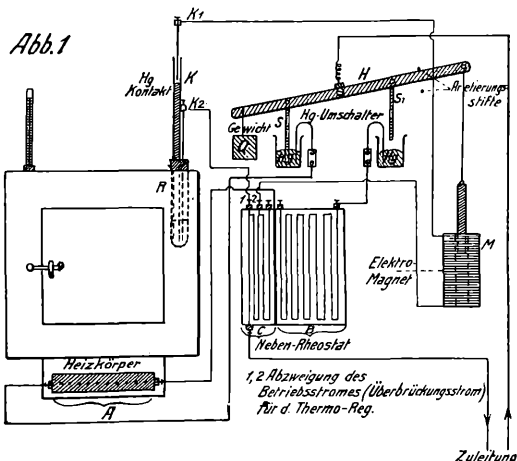
Der von P. R o s t o c k im „Mikrokosmos“ Seite 23 des vergangenen Jahrg. beschriebene elektrische Thermo-Regulator hat mich veranlaßt, auch meine Konstruktion den Mikrokosmoslesern vorzuführen, da nach meinen Erfahrungen die Herstellung eines wirklich brauchbaren elektrischen Thermo-Regulators keine einfache Aufgabe ist.

Bereits vor Erscheinen der Arbeit von P. Rostock hatte ich mit dem Bau meines Regulators begonnen, angeregt durch die Ausführungen von H. W. Fischer im Mikrokosmos (Jahrg. 1918/19).

Meine Konstruktion gleicht im Prinzip der von P. Rostock, besitzt aber vor jener den Vorzug der größeren Einfachheit, der bequemeren und leichteren Regulierbarkeit und nicht zuletzt den der Billigkeit, da die Anschaffung der so komplizierten U-Röhre Rostocks vermieden wird. Mein Thermoregulator (s. Abb. 1) setzt sich aus 3 Teilen zusammen: 1. aus dem Regulator *R*, der aus einer mit einem Gummikork verschließbaren Glasröhre, Probierröhre oder einem kleinen Kochkolben besteht und in den Wassermantel des Brutschrankes hineintaucht. In den Regulator sind eine längere enge Glasröhre und ein Kupferdraht eingelassen. 2. Aus dem Heizkörper *A* und einem Nebenrheostaten *B*, *C* und 3. aus dem Quecksilberschalter *H* mit Elektromagnet *M*.

Der wichtigste und empfindlichste Teil des ganzen Apparates ist natürlich der Regulator. Wegen der Bauart meines Brutschrankes verwende ich dazu einen kleinen Kochkolben, dessen Größe sich nach der Größe des Wassermantels des Brutschrankes richtet (s. Abb. 2). Dieser Kochkolben (oder Probierröhre) ist mit einem gut passenden Gummikork zu verschließen, der zwei Durchbohrungen zur Aufnahme einer 70 cm langen Glasröhre von 2 mm innerer Weite und eines 1 mm dicken Kupferdrahtes besitzt. Beide tauchen bis in das am Boden des Regulators befindliche Quecksilber. Nun bringt man über das Quecksilber einige Tropfen 95 %igen Alkohol und stellt die so vorbereitete Probierröhre, jedoch nicht verkorkt, in eine Kältemischung von 0°, bis alle

Teile (Röhre, Quecksilber, Alkohol) die gleiche Temperatur angenommen haben; hierauf wird fest verkorkt und nun kann die Probierröhre in den Wassermantel des Brutschrankes eingesetzt werden. Am offenen Ende der 70 cm langen engen Glasröhre wird dann ein ebenso langer Kupferdraht eingeführt, dessen Pol



K₁ mit dem Pol *K₂* des anderen Kupferdrahtes im Stromkreis des Elektromagneten *M* eingeschaltet ist.

Als zweiter Teil kommt der Heizkörper *A* in Betracht in Verbindung mit den Nebenrheostaten *B*, *C*. Die Größe des Heizkörpers richtet sich wieder nach der Größe des Thermostaten und dessen Heizfläche. Ich selbst verwendete dazu 15 Spiralen von 10 cm Länge eines 0,3 mm dicken Heizdrahtes, die auf Eternit montiert an der Unterseite der Holzverkleidung des Brutschrankes befestigt sind (Abb. 1, 3).

Der Nebenrheostat steht mit dem Heizkörper *A* in Verbindung und teilt sich in zwei ungleiche Hälften *B* und *C*. *B* ist genau so groß wie der Heizkörper *A* und besitzt auch den gleichen Widerstand; *C* besteht nur aus 5 bis 6 Spiralen eines 1 mm dicken Eisendrahtes und ist, wie aus dem Schaltungsschema auf

Abb. 1 hervorgeht, das eine Mal dem Heizkörper *A*, das andere Mal *B* vorgeschaltet. Ebenfalls auf einer Eternittafel montiert, kann dieser Nebenrheostat *B*, *C* an der Rückwand des Thermostaten befestigt werden.

Der dritte Teil, der Quecksilberumschalter *H*, besteht aus einem 15 cm langen Metallhebel; dieser ist in der Mitte durchbohrt, drehbar, und trägt auf der einen Seite ein Gewicht *Q* und auf der anderen Seite einen an einem Bindfaden aufgehängten Eisenkern, der mit dem einen Ende in die Öffnung einer Magnetspule taucht. Ungefähr 4 cm vom Drehpunkt entfernt, ist auf jeder Seite des Hebels ein Kontaktstift *S*, *S*₁ befestigt, die beide in kleine untergestellte Quecksilbergefäße tauchen.

Das Gewicht *Q*, das etwas schwerer ist als der auf der andern Seite hängende Eisenkern, bringt den Hebel in die Stellung auf Heizung, wie Abb. 1 zeigt. Wenn nun der Strom durch die Windungen der Spule fließt, so wird der Eisenkern in diese hineingezogen, bewirkt dadurch eine Drehung des

Hebels und durch Eintauchen des Kontaktstiftes *S*₁ in das Quecksilbergefäß eine Umschaltung des Heizstromes.

Der Zweck der ganzen Anordnung ist der, daß man zur Heizung einen beliebig großen Heizkörper verwenden kann; außerdem gewinnt man dadurch einen Nebenstrom (Überbrückungsstrom) in dem Nebenrheostaten *C*, der die Funkenbildung beim Quecksilberkontakt in der 70 cm langen Röhre auf ein Minimum herabsetzt. Dies ist aber für das reibungslose Steigen und Fallen des Quecksilbers ganz besonders wichtig.

Dieser Thermoregulator arbeitet nun folgendermaßen: Durch die Stellung des Hebels *H*, die durch die Schwere des Gewichtes *Q* bedingt ist (Abb. 1), sind Heizkörper *A* und Nebenrheostat *C* eingeschaltet, der Thermostat wird also geheizt. Ist nun die Temperatur auf die gewünschte Höhe gestiegen, so ist auch die Quecksilbersäule, die ja infolge der Zimmertemperatur schon eine gewisse Höhe erreicht hat, durch die Ausdehnung der Alkoholdämpfe auf einer bestimmten Höhe angelangt; führt man nun den Kupferdraht in der Röhre bis zum Quecksilberspiegel, so wird der Stromkreis des Überbrückungsstromes, der von der Klemme 1 und 2 des Nebenrheostaten *C* abzweigt, durch die Spule geschlossen, der Eisenkern wird in die Spule hineingezogen. Der Hebel *H* kommt somit in die andere Lage, der Heizstrom wird unterbrochen und gleichzeitig Nebenrheostat *B* eingeschaltet. Eine Unterbrechung des Überbrückungsstromes

tritt dadurch nicht ein, da Nebenrheostat *C* fortwährend eingeschaltet bleibt.

Sinkt nun die Temperatur im Brutschrank, so sinkt auch die Quecksilbersäule, das Quecksilber reißt vom Kupferdraht ab, der Überbrückungsstrom wird unterbrochen, die Spule wird stromlos und das Gewicht bringt den Hebel wieder in seine frühere Lage zurück, wodurch der Heizkörper wieder eingeschaltet und Nebenrheostat *B* ausgeschaltet wird. Dieses Spiel wiederholt sich nun in regelmäßig aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten und die Temperatur im Thermostaten bleibt auf gleicher Höhe. Kleine auftretende Differenzen können leicht durch Heben oder Senken des Kupferdrahtes ausgeglichen werden.

Dort, wo kein Gleichstrom zur Verfügung steht, kann anstatt des Überbrückungsstromes der Strom einer Batterie Elemente oder Akkumulatoren verwendet werden; in diesem Falle kann dann der Nebenrheostat *B*, *C* ganz wegfallen und auch der Quecksilberumschalter eine einfachere Form erhalten. Zur bequemen und sicheren Einstellung auf eine bestimmte Temperatur möchte ich noch eine Einstellvorrichtung erwähnen, wie sie Abb. 3 zeigt. Auf einer seitlich von dieser Einstellvorrichtung angebrachten Einteilung, die der Steigung der Quecksilbersäule und der Gradeinteilung des Thermometers entspricht, kann dann durch Drehung an der Stellschraube rasch und leicht auf die gewünschte Temperatur eingestellt werden. Die durch den äußeren Luftdruck verursachten Temperaturschwankungen sind so gering, daß sie kaum beachtet werden.

Durch diese Konstruktion ist es möglich, den Thermostaten innerhalb der Tempera-

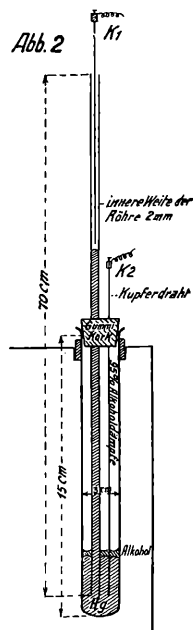
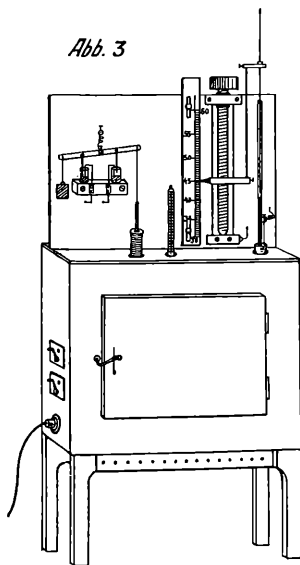


Abb. 3



turen von 30–60° auf jeden beliebigen Grad rasch und sicher einzustellen. Die Genauigkeit beträgt dabei 0,1°, da sich der Unterschied der Ausdehnung des Quecksilbers im Thermometer zur Ausdehnung der Alkoholdämpfe und

Steigung des Quecksilbers in der langen Glasröhre verhält wie 1:12,5.

Besonders gute Dienste leistet dieser Thermoregulator bei schwierigen Einbettungsmethoden, wenn beispielsweise sehr zarte Objekte vom Intermedium in Paraffin übergeführt werden sollen, wo dann durch allmähliches Steigen und stufenweise Erhöhung der Temperatur von Grad zu Grad eine verderbliche Schrumpfung vermieden wird.

Anstatt des Wassermantels des Brutschrankes kann auch der Luftmantel verwendet werden, wenn man rasch eine Arbeit durchführen will, ohne erst auf die langsame Erwärmung des Wassers warten zu müssen, jedoch ist es dann notwendig, die Temperatur im Brutraum selbst zu kontrollieren. Auf einige beachtenswerte Umstände in der Konstruktion möchte ich noch hinweisen, nämlich auf ein gründliches Reinigen der 70 cm langen

Röhre und auf ein luftdichtes, festes Verkorken der Probierröhre. Vollkommene Luftdichtheit erreicht man, wenn man die Durchführung der Glasröhre und des Kupferdrahtes durch den Gummikork mit einer guten Gummilösung, wie sie zum Kleben bei Fahrrädern verwendet wird, abdichtet. Weiter soll, um ein leichtes Abreißen des Quecksilbers vom Kupferdraht zu ermöglichen, einmal die Spitze des Drahtes genau über der Mitte der Quecksilberkuppe zu stehen kommen, und dann soll womöglich die Spitze zum Schutze gegen Amalgamierung in der Spiritusflamme ausgeglüht werden.

Abb. 3 zeigt den auf vorhergehende Ausführungen selbst hergestellten Thermostaten mit Regulierung, der seit einem Jahr in Verwendung steht und dessen genaues und gutes Arbeiten jedem Mikroskopiker Freude bereiten kann.

Ein selbstgebauter Kymograph.

Von H. Bernstein.

Mancher Leser hat sicher schon in Zeitschriften oder in einem Lehrbuch der Physiologie jene seltsamen Kurven gesehen, die dem Physiologen über die Bewegung gewisser Organe, z. B. des Froschherzens Aufschluß geben, und gewiß ist der Wunsch entstanden, selbst ähnliche Versuche zu machen, um sich über einzelne Vorgänge in unserem Körper Klarheit zu verschaffen. Mag man noch so viel gelesen und gehört haben, nichts prägt sich dem Geist so fest ein, als das, was man selbst ausgeführt hat. Ich will daher einen Apparat beschreiben, der es denen, die solche Versuche ausführen wollen, ermöglichen soll, jene Kurven zu erhalten. Die Anwendung dieses Kymographen besteht, kurz gesagt, in folgendem. In die Spitze eines freipräparierten Froschherzens, das uns zunächst als Versuchsobjekt dienen soll, wird ein spitzes Häkchen gebohrt, das an einem Faden befestigt ist. Dieser greift an dem kurzen Ende eines leichten Hebels an, dessen langer Schenkel mit einer Schreibspitze versehen ist und die Bewegungen des Herzens vergrößert wiedergibt. Die Schreibspitze macht Auf- und Abwärtsbewegungen, aus denen man natürlich nichts ersehen kann. Lasse ich die Spitze aber auf einer rotierenden berußten Trommel schreiben, dann erhalte ich eine Kurve, deren Bild die Bewegungen der einzelnen Teile des Herzens zeigt. Bei Einführung kleiner Nebenapparate in unsere Apparatur können wir auch die Bewegung der Muskeln bei verschiedenen Reizen studieren; ja sogar die Kurve unseres eigenen Pulses und den Stoß der Herzspitze können wir verzeichnen.

Das Grundbrett dieses Apparates bilden 2 Leisten t und t_1 , die T-förmig miteinander

verbunden werden. Auf der Leiste t ist ein Lagerklötzchen l befestigt, auf dem sich eine Blechscheibe mit einer Höhlung befindet, zur Aufnahme der Achse m . Weiterhin ist ein Stab d befestigt mit einer Querleiste x , die das 2. Lager für die Achse m ist. An der Stelle, wo die Achse durch die Leiste x tritt, befindet sich eine durchbohrte Blechscheibe, damit wir möglichst wenig Reibung haben. Als Schreibzylinder habe ich eine runde Mützenschachtel benützt. Auf den Boden habe ich die Räder r und r_1 festgenagelt und diese dann auf die Achse m aufgekeilt, so daß Räder, Achse und Zylinder ein Ganzes bilden. Ich habe die Radien der Räder verschieden gewählt, damit ich die Umdrehungsgeschwindigkeit des Zylinders verändern kann, was übrigens auch noch durch ein anderes Hilfsmittel möglich ist. Damit ich nun eine möglichst gleichförmige Umdrehung bei diesem Apparat erziele, benütze ich ein Taschenuhrwerk. Das ist der 2. Teil dieses Kymographen, den wir in Bild 1 von oben, in Bild 2 von vorn sehen.

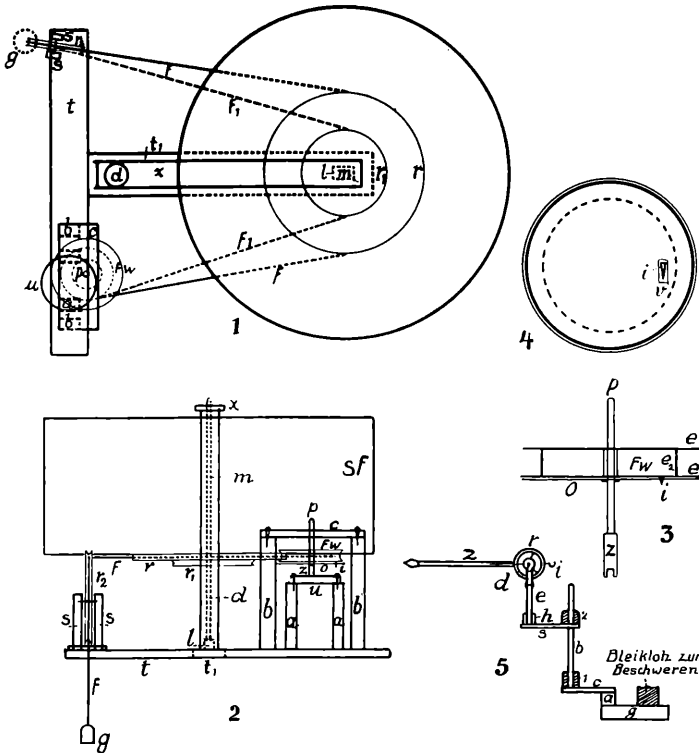
Auf der Leiste t sind 2 Lagerhölzer a gebracht, auf denen das Uhrwerk mit 2 Stiften befestigt ist, die durch die Löcher gehen, in denen sonst die Stützen des Zifferblattes sitzen. Die Federtrommel ist ihrer Feder beraubt und dafür die Achse mit dem Federrad verlötet worden. Desgleichen ist auch die Sperrklinke entfernt worden, so daß ich das Rad mit Hilfe des Uhrschlüssels vor- und rückwärts drehen kann. Auch das Anker-rad mit dem Gegenlager ist abgeschraubt worden, da ich das zu dem Zeiger in Bild 5 benötigte. Man nehme einen Uhrwerkschlüssel und schraube den Ring oben ab, so daß nur noch der Stutzen z (Bild 3) übrig bleibt. Diesen lötete ich an eine Achse P , an

der eine Scheibe o aus Blech festgelötet ist. Diese besitzt ein Stück von der Peripherie entfernt eine Aussparung v (Bild 4). In diese tritt eine Nase i ein, oder wie man es auch nennt, ein Mitnehmer. Der Mitnehmer ist aus der unteren Scheibe der Fadenwalze Fw herausgebogen. e und e_1 sind Blechscheiben, e_2 eine Holzscheibe. Die Fadenwalze bewegt

Rad r über r_2 und besitzt ein Gewicht g , dessen Schwere ich verändere und damit das 2. Hilfsmittel zur Änderung der Umdrehungsgeschwindigkeit besitze. Ist der Faden abgelaufen, dann drehe ich Fw entgegengesetzt und wickle ihn wieder auf. Die Schreibfläche Sf des Zylinders ist mit weißem Glanzpapier überzogen und dann berußt worden.

Das Zeigerinstrument zeigt Bild 5. Ein Grundbrett g mit einem Klotz a unter einer Leiste c bildet die Grundlage. Am Ende von c ist ein Kork (1) aufgelegt, in dem ein Stricknadelstück steckt, an dem die Leiste s mit dem Korken (2) und der Hülse h drehbar befestigt ist. In der Hülse steckt ein Metallstab e , an dem das Lager mit dem Gegenlager des Ankerrades angelötet ist. An dem Ankerrad ist die kleine Feder entfernt worden. An der Peripherie sind an 2 entgegengesetzten Punkten ein Drähtchen d und ein Häkchen i angelötet. Auf dem Drähtchen sitzt ein Strohalm als Zeiger, der ein gebogenes Papierstreifen als Schreibspitze besitzt. Länge des Zeigers 10–12 cm.

Bild 2 und 4 sind natürliche Größe, die übrigen sind im Verhältnis 1:3 angegeben. Der Apparat hat meine volle Zufriedenheit, und es gelingt mir mit der Suspensionsmethode nach Engelmann sämtliche Kurven zu verzeichnen. Als Belastung habe ich ein 9 mm-Geschoß einer großen Mauserpistole. Das Uhrwerk läuft dann 9 Minuten, was natürlich verlängert werden kann durch Höherstellen des Kymographen. Auch bin ich damit beschäftigt, kleine Mareysche Kapseln, die zur Übertragung von (Puls-) Druckschwankungen auf einen Schreibhebel dienen, zu bauen, um die Verwendungsmöglichkeit des Apparates zu vergrößern und damit denen, die Interesse an der Physiologie haben, Gelegenheit zu geben, in die Geheimnisse dieses Wissenschaftszweiges etwas näher einzudringen.



Ein selbstgebautes Kymograph. Erklärung im Text.

sich locker um die Achse P . Diese sitzt in einem Lager der Leiste c , die auf den Lagerhölzern bb fest sitzt. Als letztes an dem Apparat ist das Rad r_2 mit seinem Lager ss angebracht; sämtliche Räder bestehen aus Holz und sind mit einer Rinne versehen. Von Vorteil ist es, das Rad r_2 mit seinem Lager drehbar zu befestigen, damit bei Einschaltung des Rades r_1 der Faden F mit der Rinne des Rades eine gerade Linie bildet (F_1 , Radbogen wird gedreht in Richtung F_1). Der Faden ist aufgerollt auf die Fadenwalze Fw , geht um das

einer großen Mauserpistole. Das Uhrwerk läuft dann 9 Minuten, was natürlich verlängert werden kann durch Höherstellen des Kymographen. Auch bin ich damit beschäftigt, kleine Mareysche Kapseln, die zur Übertragung von (Puls-) Druckschwankungen auf einen Schreibhebel dienen, zu bauen, um die Verwendungsmöglichkeit des Apparates zu vergrößern und damit denen, die Interesse an der Physiologie haben, Gelegenheit zu geben, in die Geheimnisse dieses Wissenschaftszweiges etwas näher einzudringen.

