

*1902 Lager*  
*Spuler*

# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

R. Goldschmidt

# Die Urtiere

Eine Einführung  
in die Wissenschaft vom Leben

Zweite Auflage



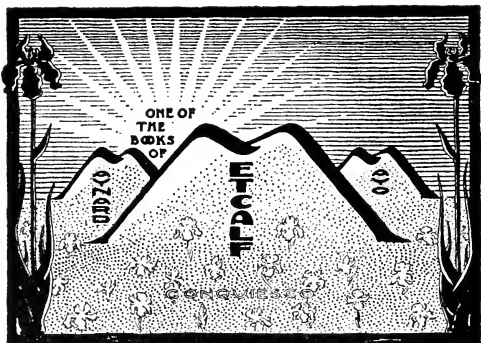
Verlag von B. G. Teubner in Leipzig

DL  
366  
G 68

# Die Sammlung

## „Aus Natur und Geisteswelt“

verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutsamen sozialen Aufgabe mitzuwirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohenden Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, und dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrätzen oder etwa



der jeder Auflage durchaus neu bearbeitet und völlig neu gesetzt.

So sind denn die schmucken, gehaltvollen Bände durchaus geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt“ vereinigt.

Die meist reich illustrierten Bändchen sind  
in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

Werte, die mehrere Bändchen umfassen, auch in einem Band geb.  
Jedes Bändchen geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Leipzig

B. G. Teubner

Jedes Bändchen geheftet M. 1.—, in Leinw. gebunden M. 1.25

## Biologie. Botanik. Zoologie.

**Die Welt der Organismen.** In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt.  
Von Prof. Dr. K. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)

**Allgemeine Biologie.** Einführung in die Hauptprobleme der organischen Natur.  
Von Prof. Dr. H. Mische. 2. Aufl. Mit ca. 40 Figuren. (Bd. 130.)

**Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander.** Von Professor Dr.  
K. Kraepelin. 2. Aufl. 2 Bde. auch in 1 Bd. gebunden.

Band I: Die Beziehungen der Tiere zueinander. Mit 64 Abb. (Bd. 426.)

Band II: Die Beziehungen der Pflanzen zueinander und zur Tierwelt. Mit  
68 Abb. (Bd. 427.)

**Experimentelle Biologie.** Von Dr. C. Thesing. Mit Abb. 2 Bde. auch in 1 Bd. geb.  
Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)

Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)

**Einführung in die Biochemie.** Von Prof. Dr. W. Cöb. (Bd. 352.)

**Abstammungslehre und Darwinismus.** Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl.  
Mit 37 Fig. (Bd. 39.)

**Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre.** Von Dr. H. Lehmann.  
(Bd. 379.)

**Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung.** Von Dr.  
E. Reichmann. 2. Aufl. Mit 7 Abb. und 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)

**...ing und Sexualität bei den Pflanzen.** Von Prof. Dr. E. Küster.  
Abb. (Bd. 112.)

**...den und Vergehen der Pflanzen.** Von Prof. Dr. P. Gisevius. Mit  
... (Bd. 173.)

**...e.** Von Dr. A. Eichinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)

**...terien.** Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

**...nkheitserregenden Bakterien.** Von Privatdozent Dr. M. Loehlein.  
Abb. (Bd. 307.)

**...anzenwelt des Mikroskops.** Von Bürgerlehrer E. Reufauf.  
10 Abb. (Bd. 181.)

**...schfressenden Pflanzen.** Von Dr. A. Wagner. Mit Abb. (Bd. 344.)

**...wichtigsten Kulturpflanzen (die Getreidegräser).** Von Prof. Dr.  
...esenhagen. 2. Aufl. Mit 38 Fig. (Bd. 10.)

**...ussische Wald.** Von Prof. Dr. H. Hausrath. Mit 15 Abb. und 2 Karten.  
53.)

**...bstbau.** Von Dr. E. Voges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)

**...au und Weinbereitung.** Von Dr. F. Schmittgenner. (Bd. 332.)

**...Blumen und Pflanzen im Zimmer.** Von Prof. Dr. U. Dammer.  
359.)

**...e Blumen und Pflanzen im Garten.** Von Prof. Dr. U. Dammer.  
360.)

**...ichte der Gartenkunst.** Von Reg.-Baumeister Chr. Rand. Mit 41 Abb.  
274.)

**Kolonialbotanik.** Von Prof. Dr. S. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

**Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke.** Von Prof. Dr.  
A. Winter. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)

**Der Tabak.** Anbau, Handel und Verarbeitung. Von Jac. Wolf. (Bd. 416.)

**Jedes Bändchen geheftet M. 1.—, in Leinw. gebunden M. 1.25**

- Tierkunde.** Eine Einführung in die Zoologie. Von weill. Privatdozent Dr. K. Hennings. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)
- Tiere der Vorwelt.** Von Prof. Dr. O. Abel. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)
- Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)
- Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus).** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
- Die Sortpflanzung der Tiere.** Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)
- Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere.** Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)
- Die Stammesgeschichte unserer Haustiere.** Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)
- Tierzüchtung.** Von Dr. G. Wilsdorf. (Bd. 369.)
- Die Milch und ihre Produkte.** Von Dr. A. Reig. (Bd. 326.)
- Der Kampf zwischen Mensch und Tier.** Von Prof. Dr. K. Edstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)
- Deutsches Vogelleben.** Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)
- Vogelzug und Vogelschutz.** Von Dr. W. R. Edardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
- Die Ameisen.** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)
- Die Urtiere.** Eine Einführung in die Wissenschaft vom Leben. Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. 2. Aufl. Mit 43 Abb. (Bd. 160.)
- Korallen und andere gesteinsbildende Tiere.** Von Prof. Dr. W. Man. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)
- Das Meer, seine Erforschung und sein Leben.** Von Prof. Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 40 Fig. (Bd. 30.)
- Das Süßwasser-Plankton.** Von Prof. Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)
- Das Aquarium.** Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

QW  
366  
G68

# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

160. Bändchen

1992

# Die Urtiere

Eine Einführung in die  
Wissenschaft vom Leben

Von

Dr. Richard Goldschmidt

a. o. Professor der Zoologie an der Universität  
München

Zweite Auflage

Mit 44 Abbildungen

SHelf LIST



0 0301 0045741 2

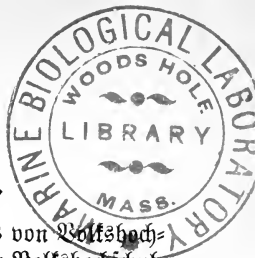
MBL



Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1914

Copyright 1914 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechtes, vorbehalten.



## Vorwort zur ersten Auflage.

Vorliegendes Bändchen entstand aus einem Zyklus von Volkshochschulvorlesungen, die im Februar 1906 im Münchener Volkshochschulverein gehalten wurden. Es war meine Absicht, eine Schilderung der mikroskopischen Lebewelt zu geben, die nicht nur den Laien zur eigenen Beschäftigung mit dem Mikroskop ermuntern sollte, was sich mit den allerbescheidensten Hilfsmitteln schon nutzbringend durchführen läßt, sondern gleichzeitig auch zeigen sollte, wie gerade die Beschäftigung mit der Tierwelt des Mikroskops geeignet ist, die Grundkenntnisse vom Bau und den Lebensfunktionen des Tieres zu vermitteln und in zahlreiche Probleme, die dem Naturforscher die belebte Natur darbietet, einzuführen. Da ich diesen Plan auch in vorliegender Bearbeitung beibehielt, so wird man zwar nicht imstande sein, mit Hilfe des Büchleins jedes unter dem Mikroskop gefundene Tier seinem Namen nach festzustellen, wohl aber kann man, so hoffe ich, daraus einen Einblick in das schon auf seiner niedersten Stufe so verwickelte Getriebe tierischen Lebens bekommen und daraus die Begierde schöpfen, durch weiteres Studium und Nachdenken tiefer in die schönste aller Wissenschaften, die Wissenschaft vom Leben, einzudringen. Es war schließlich mein Streben, zu vermeiden, daß der Begriff „gemeinverständlich“ sich nur auf dem Titel vorfindet.

München im September 1906.

R. Goldschmidt.

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Die zweite Auflage des Bändchens enthält keine prinzipiellen Änderungen. Wo es nötig war, wurde die Darstellung natürlich entsprechend dem augenblicklichen Stand des Wissens ergänzt, und auch sonst da und dort verbessert. Der unschöne Titel der ersten Auflage wurde durch einen richtigern ersetzt.

München im Oktober 1913.

R. Goldschmidt.

# Inhalt.

## A. Einleitung.

	Seite
1. Kapitel. Die Entdeckung der mikroskopischen Lebewelt . . . . .	1
2. Kapitel. Untersuchungsmethoden . . . . .	7

## B. Bau und Leben der Urtiere.

3. Kapitel. Zellen. Lebensgeschichte einer Amöbe . . . . .	11
4. Kapitel. Bau und Leben der Rhizopoden oder Wurzelfüßler . . . . .	25
5. Kapitel. Bau und Leben der Flagellaten und Infusorien . . . . .	47

## C. Die Urtiere als gefährliche Krankheitserreger.

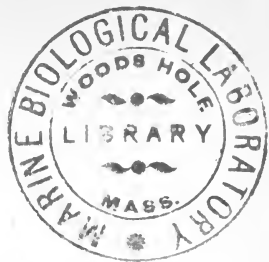
6. Kapitel. Die Malaria Parasiten . . . . .	73
7. Kapitel. Andere krankheitserregende Urtiere . . . . .	81

## D. Die mikroskopische Lebewelt im Haushalte der Natur.

8. Kapitel. Planktonorganismen . . . . .	89
9. Kapitel. Fossile Protozoen . . . . .	94
Literatur . . . . .	96

39775





## A. Einleitung.

### Erstes Kapitel.

#### Die Entdeckung der mikroskopischen Lebewelt.

Die Mutter einer jeden Naturforschung ist die Phantasie. Ihr Wunsch, immer wieder Neues und Seltsames zu schauen, veranlaßt den Menschen, in der ihn umgebenden Natur Umschau zu halten, veranlaßt ihn, die Kelche der Blüten zu öffnen und das darin versteckte Insekt hervorzuholen, veranlaßt ihn, den Blick zu den Gestirnen hinaufzuwenden und darüber zu sinnern, wie es wohl dort in den anderen Welten ausschauen möge, und was noch alles wohl hinter den Gestirnen sich finde. Besonders ist es begreiflicher Weise alles Übersinnliche, das ihr die reichste Nahrung gewährt, das übermäßig Große und das über die Maßen Kleine. Und gerade ersteres ist ja vor allem ihr Lieblingsgegenstand. Groß, selbstverständlich nur vom menschlichen Standpunkte aus gemessen! Für uns ist beispielsweise die Maus ein recht kleines Tier, während sie der Raubvogel, hoch in den Lüften schwebend, erspäht und geradewegs auf sie herabstößt. Und umgekehrt mag dem Riesen des Meeres, dem Walfisch, ein mit zehn Ruderern bemanntes Boot gar klein erscheinen. So bevölkert also von jeher die Phantasie mit Vorliebe die Welt mit Riesen und übersinnlich großen Ungeheuern: in den Sagen und Mythen aller Völker und Zeiten kehren sie wieder, die Riesen, welche mit Göttern und Menschen kämpfen, und gewaltige Tiere, welche die Masse der Welt auf ihren Schultern tragen. Anders dagegen ist es mit den unendlich kleinen. Man konnte sich wohl eine Schildkröte ausmalen von so gewaltiger Größe, daß sie auf ihrem Rücken die Last der Welt trug, nicht konnte man sich aber lebende Wesen vorstellen, die so klein sind, daß man sie nicht sehen kann; denn wie sollte etwas wirklich vorhanden sein, was man gar nicht sehen kann!

Man kann sich danach wohl die Freude und das Erstaunen des großen holländischen Naturforschers Leeuwenhoek denken, als er um die Mitte des 17. Jahrhunderts zum erstenmal durch ein Mikroskop schaute. Vorher kannte man ja solche Instrumente noch nicht; man besaß nur Vergrößerungsgläser, die ungefähr so einfach gebaut waren, wie die, die

heute unsere Uhrmacher benutzen. Leeuwenhoek hatte sich selbst das zusammengesetzte Mikroskop konstruiert, das ihm jetzt eine viel stärkere Vergrößerung erlaubte, als sie die alten Lupen hatten geben können. Und mit diesem Instrument untersuchte er nun unter anderem auch das Wasser, und da wimmelte es von lebenden Wesen, von deren Bestehen man keine Ahnung gehabt hatte und haben konnte! Es waren Tierchen von merkwürdiger Form und Gestalt, viele voneinander verschieden, und doch wieder in ihrer Art sich zu benehmen von einer gewissen Einheit. Besonders ihre lebhaften Bewegungen sagten ihm auf den ersten Blick: das sind lebende Wesen, das können nur Tiere sein. Und nun bemühte er sich natürlich, solche Tiere, soviel er konnte, zu finden. Er kam auf den Gedanken, alle möglichen Substanzen, die sich darbieten, mit Wasser zu übergießen, Infusionen, Aufgüsse, wie man das nannte, anzufertigen. Er nahm Heu, Stroh, Pfeffer und alle möglichen Gewürze, begoß sie mit Wasser und ließ sie eine Zeitlang stehen. Und wartete er lange genug, so war das Wasser angefüllt mit merkwürdigen Tierchen, denen man von der Methode, mit der sie erhalten wurden, den Namen Aufgusstierchen oder Infusorien gab. Als bald wurde diese Entdeckung immer allgemeiner bekannt und so kam es, daß es eine wissenschaftliche Liebhaberei der gebildeten Welt wurde, Aufgüsse zu machen und im Mikroskop zu betrachten. Der Kenntnis dieser Tiere kam aber die Mode sehr zu statten, sie machte immer bedeutendere Fortschritte. Es sei nur der Name Kiesel von Rosenhofs genannt, an dessen lebendiger Schilderung und prächtigen Abbildungen wir heute noch unsere Freude haben.

Die Erkenntnis wuchs selbstverständlich immer weiter mit der Vervollkommnung der Hilfsmittel. Man lernte kompliziertere und bessere Mikroskope bauen, die den Begriff des Kleinen immer mehr nach unten verschoben, und noch jetzt bringt uns jedes Jahr auf diesem Gebiete Verbesserungen und damit die Möglichkeit, immer weiter in den feineren Bau der Lebewesen einzudringen. Zahlreiche Forscher wandten sich vor allem im verflossenen Jahrhundert dem Studium der mikroskopischen Lebewelt zu und förderten ihre Kenntnisse in solcher Weise, daß gerade die kleinsten unter den Tieren jetzt zu den besterforschtesten gehören. D. F. Müller und Ehrenberg, Joh. Müller, Max Schulze und Fritz Schaudinn und von noch lebenden Forschern Ernst Haeckel, Otto Bütschli, Richard Hertwig sind es, denen wir diese großen Fortschritte in erster Linie verdanken.

Die Zahl verschiedener mikroskopischer Lebewesen ist dabei ins Ungeheure gewachsen. Früher konnte man die Tiere nur in den leicht zugänglichen Gewässern, Teichen und Sümpfen auffuchen. Die stetig wachsende Erleichterung der Verkehrsmittel führte nun den Forscher zu neuen jungfräulichen Gebieten, vor allem ans Meer, und damit eröffnete sich ihm eine neue Welt der herrlichsten Lebewesen. Denn nirgends sind sie so formenreich und in solcher Schönheit vorhanden, wie im Meer. Und seit man zuerst in England, vor einigen Jahren aber auch bei uns, besondere Expeditionen ausrüstete, die auch die ewige Nacht der Tiefsee mit ihren modernen Instrumenten durchforschten, konnte ein so ungeheures Material aufgehäuft werden, daß bedeutende Gelehrte Jahrzehnte mühevoller Arbeit allein auf die Beschreibung der neuentdeckten Formen dieser oder jener Gruppe mikroskopischer Lebewesen verwenden konnten. In jüngster Zeit endlich haben die mikroskopisch kleinen Tiere eine ganz besondere und ungeahnte Bedeutung erlangt, seit man erkannte, daß sie imstande sind, als Schmarotzer die Erreger zahlreicher gefährlicher Krankheiten zu werden. Davon aber werden wir später näheres hören.

Ehe wir uns nun der Betrachtung jener kleinen Lebewesen zuwenden, müssen wir noch eine ganze Anzahl Vorfragen uns vorlegen. Zunächst: wie kommt diese Fülle kleinster Tierchen in die Aufgüsse, in jeden Wassertropfen hinein? Diese Frage stellte man sich zur Zeit ihrer Entdeckung selbstverständlich ebenfalls. Damals war man aber mit einer sehr einfachen Lösung zufrieden. Die Tierchen waren so klein, und schienen so außerordentlich einfach gebaut zu sein, daß man sich sehr wohl vorstellen konnte, daß sie plötzlich aus etwas Leblosem entstanden seien. Es war vorher in der zum Aufguß verwandten Substanz, im Pfeffer, im Heu nichts Lebendes gewesen, auf einmal war es da, und so war keine andere Möglichkeit scheinbar vorhanden, als daß die plötzlich aufgetretenen Tiere sich aus diesen Dingen herausgebildet hatten. Es hatte also Lebloses Lebendiges erzeugt, eine Vorstellung, an der man nicht den geringsten Anstoß nahm. Man war es ja auch von alters her gewohnt, — schon seit dem klassischen Altertum — Tiere, von deren Herkunft man nichts wußte, oder welche so klein waren, daß man sich um ihre Erforschung nicht bemühte, als aus Leblosem entstanden anzusehen. Man fand nichts Abenteuerliches in der Ansicht, daß Ratten und Mäuse aus Sägespänen oder Schmutz entstehen und für ein so kleines Wesen, wie es ein Floh ist war es ganz selbstverständlich, daß er sich aus Urin

bildete. Warum sollte dann eine solche Urzeugung bei mikroskopisch kleinen Tieren, die man mit unbewaffnetem Auge gar nicht einmal erkennen konnte, nicht erst recht stattfinden? Leeuwenhoek selbst war viel weiter fortgeschritten; er hatte eine ganz richtige Vorstellung von der Herkunft seiner Aufgusstierchen, mit der er aber bei seinen Zeitgenossen keinen Anklang fand. Die Idee der Urzeugung erhielt vielmehr noch weitere Nahrung durch die damals begonnenen Forschungen über die Eingeweidewürmer, Schmarozker im menschlichen und tierischen Körper, die im Innern des Darms leben. Man wußte, daß der Mensch einen Bandwurm nicht verschluckte, daß der betreffende Mensch auch früher keinen Bandwurm gehabt hatte. Plötzlich aber hatte er ihn; er mußte sich also aus nichts in seinem Darne gebildet haben. Und diese Anschauung hielt wirklich sehr lange Zeit vor. Den ersten Stoß erhielt sie, als der italienische Naturforscher Redi die Entdeckung machte, daß die sogenannten Fleischwürmer, die plötzlich in faulendem Fleisch auftreten und die nach der Meinung der Zeit sich aus dem Fleisch, durch Urzeugung bildeten, nichts andres sind, als die Larven gewisser Fliegen. Sie entwickeln sich nur, wenn diese Fliegen Gelegenheit haben, ihre Eier ins Fleisch hineinzulegen und wandeln sich dann später wieder in Fliegen um.

Damit war der Urzeugungslehre ein Stoß versetzt, von dem sie sich nicht wieder erholte. Zahlreiche Entdeckungen folgten, insbesondere die erwähnten Eingeweidewürmer betreffend, indem man fand, daß diese sich nur aus Eiern oder bestimmten Keimen entwickeln konnten, die vorher durch den Mund in den Darm des Menschen kamen. Endgültig aber wurde erst im vergangenen Jahrhundert das Bestehen einer Urzeugung widerlegt. Bis dahin tauchte sie für die niedersten Lebewesen noch immer, sogar in der wissenschaftlichen Welt auf. Es sei vielleicht ein solches Experiment zur einwandfreien Widerlegung der Urzeugungslehre kurz wiedergegeben, das der englische Physiker Tyndall anstellte, und das besonders einleuchtend erscheint. Er nahm eine Anzahl Flaschen, füllte sie mit Abkochungen von 54 verschiedenen Substanzen, wie Fleisch, Stroh usw., erhitzte sie auf über  $100^{\circ}\text{C}$  — bei welcher Temperatur kein Lebewesen dauernd bestehen kann — und war so sicher, daß nichts Lebendes mehr in seinen Flaschen vorhanden war. Dann schmolz er die Flaschen zu, kühlte sie langsam ab und reiste mit ihnen in die Schweiz. Unterwegs zerbrachen ihm 6 Flaschen und als er ihren Inhalt untersuchte, fand er etwas ganz Merkwürdiges: alle Abkochungen enthielten trotz des Erhitzens eine Unmenge lebender Organismen. Die übrigen Flaschen

theilte er nun in zwei Teile ein. Mit der einen Hälfte ging er auf einen großen Gletscher und schlug ihnen hier die Hälse ab und ließ sie mehrere Wochen in der reinen Gletscherluft stehen. Die anderen Flaschen brachte er auf den Heuboden eines Hauses und öffnete sie ebenfalls. Einige Zeit hernach untersuchte er dann alle Flaschen. Diejenigen, welche auf dem Heuboden gestanden hatten, waren ebenso wie die, die unterwegs zerbrochen waren, angefüllt mit allem möglichem Lebenden, während in den Flaschen, die auf dem Gletscher in der reinen, keimfreien Gletscherluft gestanden hatten, sich keine Spur von Leben fand. Dieser Versuch besagt, daß nur in unreiner Luft die Entwicklung von Tieren in solchen Abkochungen möglich ist.

Die Frage, woher nun diese Lebewesen hineingekommen waren, wurde durch den französischen Forscher Pasteur endgültig gelöst. Pasteur unterzog sich der ungeheuren Mühe, den Staub der Luft zu sammeln und zu untersuchen; er baute sich ganz besondere Apparate und Einrichtungen — heute gehören solche Apparate allerdings bereits zum Hausrat —, mit denen er den Staub aus den Zimmern und Sälen aufsaugte. Diesen untersuchte er mikroskopisch und fand, daß eine Unmenge solcher Keime vorhanden waren, die geeignet waren, unter günstige Bedingungen gebracht, nämlich in feuchte Umgebung, kleinen Lebewesen den Ursprung wiederzugeben. Er hatte ferner Gelegenheit einen Keller zu untersuchen, der seit vielen Jahrzehnten nicht mehr betreten worden war. Infolgedessen hatte sich aller Staub an die Wände angelegt und die Luft war vollständig staubfrei. Mit besonderen Vorsichtsmaßregeln schlug Pasteur nun den Keller an und sammelte von der Luft aus dem Raume. Und in der That war die Luft vollständig keimfrei. Er konnte sie mit Abkochungen in Berührung bringen, niemals entwickelte sich etwas Lebendiges. Also damit war für die wissenschaftliche Welt die Frage der Möglichkeit einer jetzt bestehenden Urzeugung vollständig erledigt und nachgewiesen, daß, wenn sich irgendwo plötzlich Lebewesen zeigten, wo vorher keine waren, sie aus den Keimen entstanden waren, die überall im Staub der Luft enthalten sind. Wie sie in diesen kommen, werden wir bald erfahren,

Es ist bekannt, daß die Zoologen und Botaniker im Laufe des vergangenen Jahrhunderts, besonders im Anschluß an Darwins Werk, zur Überzeugung gekommen sind, daß die Tierwelt, wie sie jetzt auf unsrer Erde lebt, nicht auf einmal durch irgendeinen plötzlichen schöpferischen Akt auf die Erde gelangt sei, sondern daß sie sich ganz allmählich während

der Millionen Jahre, die die Erde zu ihrer Ausgestaltung brauchte, entwickelt hat, daß die Tiere höheren Baues sich allmählich aus Tieren von einfachem Bau hervorgebildet haben, und diese von immer wieder einfacheren bis zu den einfachsten herab abstammen, den Urtieren. Und daraus ergibt sich die Frage: wie kamen die allereinfachst gebauten Tiere, die voraussichtlich ja auch mikroskopisch klein gewesen sein werden, auf die Erde? Eine gewiß berechtigte Frage! Bleiben wir konsequent, so müssen wir natürlich auch hier jede übernatürliche Ursache ausschließen, und so bleibt nur die Annahme übrig, daß die einfachsten Lebewesen oder die einfachste organisierte Substanz sich aus lebloser, aus anorganischer Materie gebildet hat, d. h. daß die erste Entstehung von Lebewesen durch Urzeugung geschehen ist. Wir sehen also auf der einen Seite die Unmöglichkeit, eine jetzt noch bestehende Urzeugung nachzuweisen, andererseits den logischen Zwang, für die erste Entstehung des Lebens auf der Erde die Urzeugung anzunehmen. Wie sollen wir aus diesem Zwiespalt herauskommen?

Das ist eine gar nicht leicht zu beantwortende Frage. Bekanntlich war die Erde vor unendlich langer Zeit ehe ihre Oberfläche zu einer der jetzigen ähnlichen Gestalt erstarrte, ein feurig flüssiger Ball, ein glühender Körper, auf dem Leben nicht bestehen konnte. Nach dem Abkühlen der Erde aber fanden sich, wie die Versteinerungen lehren, Lebewesen vor. Wie waren sie auf die Erde gekommen? Nehmen wir an, daß das Leben sich aus Leblosem entwickelt hat, daß Urzeugung stattfand, so bietet uns eine solche Annahme für die chemischen Substanzen, die den Körper aufbauen, keine Schwierigkeit. Die Chemie hat im vergangenen Jahrhundert so unendlich viele chemische Verbindungen dargestellt, von denen man früher glaubte, daß nur lebende Organismen imstande seien sie zu bilden, — Wöhlers berühmte Darstellung des Harnstoffs bildete ja den Ausgangspunkt, — daß auch Aussicht vorhanden ist, daß in nicht zu ferner Zeit es möglich sein wird, aus ihren einzelnen Bestandteilen auch die Eiweißkörper darstellen zu können, jene hochkomplizierten chemischen Verbindungen aus denen die Organismen vorzugsweise ihren Leib aufbauen. Ja für die einfachsten ist das, dank dem Genie Emil Fischers bereits ebenso gelungen wie für einen andern wichtigen Baustein des tierischen Körpers, den Zucker. Damit ist aber noch lange nicht die Entstehung von Lebendem aus Leblosem nachgewiesen. Denn zwischen einer Gruppe der kompliziertesten Eiweißkörper und einem lebenden Organismus ist noch ein gewaltiger Unterschied.

Man hat versucht diese schwere Lücke durch eine Annahme zu überbrücken. Man sagte sich: auf der Erde konnte zwar Leben nicht bestanden haben, es konnte aber auf einem anderen Weltkörper, auf dem Mars oder Jupiter oder sonstwo schon früher vorhanden sein. Und von ihnen konnten kleine lebende Teilchen, sicher gegen Zerstörung im Innern von Meteoriten eingeschlossen durch den Weltraum fliegend auf die Erde gelangen, und hier neuem Leben den Ursprung geben. Es ist dies an und für sich gar nicht so unmöglich, da die Meteore, die beim Eintritt in die Erdatmosphäre durch Reibung ins Glühende geraten, im Innern trotzdem kalt bleiben. Es ist aber klar, daß damit die Frage nur um eine Station weiter geschoben wird, denn jetzt müssen wir fragen, wie kam das Leben auf jenen Himmelskörper? Ist es vielleicht dort unter anderen geeigneteren Bedingungen aus Leblosem entstanden oder ist es vielleicht überhaupt von Ewigkeit an in der Welt? Wir kommen also so um die Schwierigkeit nicht herum. Wir sehen, daß wir für die erste Entstehung des Lebens auf der Erde, wenn wir bei natürlichen Ursachen bleiben, was der Naturforscher muß, eine Urzeugung annehmen müssen, daß wir uns aber weder vorstellen können, wie sie vor sich ging, noch sie nachmachen können. Aber es hat ja auch noch niemand ein Atom oder Elektron oder Lichtätherteilchen gesehen, und doch beruht auf der Annahme ihrer Existenz die ganze wissenschaftliche Physik und Chemie. Es gibt ja auch Forscher, welche annehmen, daß vielleicht jetzt noch auf dem Grund des Ozeans die geeigneten Bedingungen zur Urzeugung vorhanden sind, die dort immerfort stattfindet. Beweisen wird sich das aber wohl nie lassen. Damit wollen wir diese Frage verlassen und uns lieber Problemen zuwenden, deren Lösung mehr im Bereich der Möglichkeit liegt und uns fruchtbarere Aufgaben an die Hand gibt.

## Zweites Kapitel.

### Untersuchungsmethoden.

Es war oben davon die Rede, daß unsere Kenntnis der mikroskopischen Tierformen seit ihrem Bekanntwerden so außerordentlich angewachsen ist; und da lohnt es sich gewiß, ein wenig darauf einzugehen, wie man diese mit bloßem Auge gar nicht oder kaum sichtbaren Tiere auffinden und zur Untersuchung bringen kann. Eine Methode, sie zu erhalten, haben wir schon kennen gelernt, Leeuwenhoeks Aufgüsse. Sie ist auch

jetzt noch jedem zu empfehlen, der sich in kurzer Zeit eine große Menge solcher Organismen beschaffen will. Will man aber in ihre Vielgestaltigkeit einen Einblick erlangen, so muß man zu andern Mitteln greifen. Da gehe man z. B. hinaus an unsre Sümpfe, stehenden Gewässer und Teiche und nehme von dem Schlamm, der den Boden bedeckt, ein Gläschen mit nach Hause. Besonders reiche Beute wird man finden, wenn man den Mulder aus verfaulenden Blättern ausdrückt, wenn man morsche Äste, die im Wasser liegen, und auch alle Wasserpflanzen in seine Gläschen ausschüttelt. Wir brauchen dann unsre Beute nur ein paar Tage offen stehen zu lassen, um dann in einer Probe, die wir vom Grunde oder vom Rand des Glases oder von den Wasserpflanzen nehmen, eine Menge der verschiedenartigsten Organismen zu finden. Man kann diese mit kleinen Glasröhrchen, sog. Pipetten, leicht herausfangen, auf kleine Glasplatten (Objektträger) bringen, sie mit einem sehr dünnen Gläschen (Deckgläschen) bedecken, nachdem man ein Haar dazwischenlegte, damit sie nicht zerquetscht werden, und nun untersuchen. Will man sich von einer bestimmten Art recht viele verschaffen, so bringt man sie in ein Schälchen mit Wasser und füttert sie hier mit ihrer Lieblingsnahrung, die die Erfahrung lehrt (das sind oft die Bakterien, die man in reichlicher Menge aus in Wasser faulendem Salat erhält, oder andre kleine Tiere), und wird nun bald sehen, daß sie sich ungeheuer vermehren. Beobachten wir unsre Beute jetzt unter dem Mikroskop, so können wir gar manches von ihrem feineren Bau erkennen. Vieles aber bleibt uns, auch wenn wir die stärksten Vergrößerungen des Mikroskops anwenden, verborgen und zwar deshalb, weil die zarten Geschöpfe so durchsichtig sind, daß wir ihre einzelnen Bestandteile nicht voneinander scheiden können. Man weiß sich in diesem Falle zu helfen, indem man die Tiere färbt, d. h. mit bestimmten Farbstoffen durchtränkt, die die Eigenschaft haben, an den verschiedenen Bestandteilen jenes Körpers mehr oder minder fest zu haften, und sie so durch ihre dunklere oder hellere Färbung sichtbar zu machen. Man hat eine ganze komplizierte Färbetechnik auf diese Weise ausgebildet, deren geschickte Anwendung eine wesentliche Vorbedingung selbständiger mikroskopischer Forschung darstellt.

Ist der Bau eines Tieres aber sehr kompliziert, indem mannigfache Teile sich durcheinanderschieben, deren Entwirrung Schwierigkeiten bereitet, so muß man einen anderen Kunstgriff anwenden, um in ihren Bau eindringen zu können. Man hat besondere Maschinen konstruiert, Mikrotome, die es ermöglichen, das kleinste Objekt nach Durchtränkung



mit einer festen Masse wie Paraffin in Scheibchen von bis  $\frac{1}{1000}$  Millimeter zu zerschneiden. Aus den Bildern dieser feinsten Schnitte kann man sich dann leicht den Aufbau des ganzen Tieres wieder im Geiste oder einem Modell zusammensetzen.

Auf die oben besprochene Weise hatten wir die Tiere erbeutet, die im Schlamm, im Mulder oder auf Wasserpflanzen leben. Sehr viele mikroskopische Organismen, und das gilt besonders für die im Meer lebenden, halten sich jedoch nicht am Grunde auf, sondern schweben frei im Wasser. Um sie zu erhalten, muß man das Wasser durch ein sehr feines Netz durchsieben. Dazu benutzt man Netze, die aus der außerordentlich feinen Müllergaze gefertigt sind. Sie werden vom Boot aus durch das Wasser gezogen und sieben nun die ganze durchfurchte Wassersäule durch. Das Wasser läuft durch die Poren ab und die darin enthaltenen Tierchen sammeln sich in einem in das Netz eingebundenen Becher schließlich als ein dicker Brei an. Solchen Netzen, denen man die verschiedensten sinnreichen Konstruktionen gegeben hat, und die man auf den großen zoologischen Expeditionen in riesenhaften Dimensionen anwandte, verdanken wir vor allem die reiche Kenntnis der Formfülle der mikroskopischen Lebewelt des Meeres.

Es gibt aber Tiere, die auch solcher Einrichtungen spotten, die so unendlich klein sind, daß sie durch die Maschen dieser Netze immer noch hindurchgehen. Die Mittel, sie zu fangen, sind verschiedenartig. Eines möchte ich nur anführen, weil es auf einer sehr hübschen Idee eines deutschen Gelehrten, Lohmann, beruht. Dieser verschaffte sich Hilfsarbeiter in Gestalt von ebenfalls sehr kleinen Tieren, die im Meere leben. Diese Tiere, die Appendicularien, haben etwa das Aussehen einer Kaulquappe: ein dicker Körper, dem ein langer flacher Schwanz ansitzt, durch dessen Schläge sie im Meer umherschwimmen. Sie haben nun die eigentümliche Fähigkeit, sich Gehäuse bauen zu können, etwa wie Schnecken Gehäuse bauen, aber von ganz anderer Art. Sie sind nicht aus festem Material gebildet, wie die Schnecken-

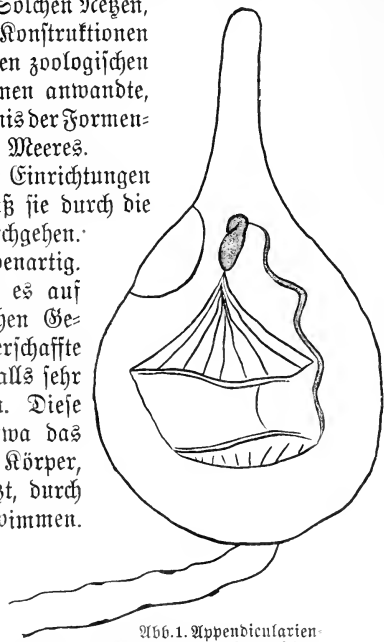


Abb. 1. Appendiculariengehäuse. Das Tier im Gehäuse punktiert (Nach Lohmann.)

schalen, sondern aus einer ganz weichen, vollständig durchsichtigen Gallerte. Die Form dieses Gehäuses geht aus umstehender Abbildung (Abb. 1) hervor.

Am birnförmigen Körper schweben zwei lange Fäden und im Innern des Gehäuses sitzt das kleine Tier und erzeugt durch schlagende Bewegungen seines Schwanzes einen Wasserstrom. Eine Öffnung, die aus dem Gehäuse nach außen führt, ist nun durch ausgespannte Fäden zu einer mikroskopischen Reuse umgewandelt, mit der das Tierchen das Meerwasser durchsiebt, um sich von den zurückbleibenden kleinen Organismen zu ernähren. Durch Untersuchung des durchgeseihten Inhaltes dieser Gehäuse gelang es, darin unendlich kleine Organismen aufzufinden, deren man auf andere Art und Weise noch nicht hatte habhaft werden können.

Zum Schluß dieses Kapitels müssen wir uns noch die Frage vorlegen, ob für unsere Hilfsmittel die Möglichkeit, allerkleinste Dinge sichtbar zu machen, eine unbegrenzte ist. Diese Frage ist zu verneinen, auch für das mikroskopische Sehen gibt es eine untere Grenze, die durch das Wesen des Lichts gegeben ist. Man hat ausgerechnet, daß sie bei etwa  $\frac{1}{5000}$  mm liegt, sie wird aber noch niedriger angegeben. In neuester Zeit hat man aber diese Grenze auch noch um ein Bedeutendes überschritten, indem man das Mikroskop mit einem neu konstruierten Apparat zu dem sogenannten Ultramikroskop vereinigte.

Das Prinzip, auf dem dies beruht, ist den Physikern schon lange bekannt. Befindet man sich in einem wenig hell erleuchteten Zimmer, so vermag man in der Luft im allgemeinen nichts wahrzunehmen. Nun fällt durch eine kleine Öffnung ein Sonnenstrahl herein, und sogleich sieht man überall, wo der Sonnenstrahl hinfällt, winzig kleine Stäubchen. Diese sind nicht etwa in die Richtung des Sonnenstrahls gewandert, sie waren vorher auch schon am gleichen Platz vorhanden; es ist ihnen nur durch die helle Beleuchtung soviel Licht gegeben worden, daß sie selbstleuchtend geworden sind und dadurch auf einmal sichtbar werden. Diese einfache Tatsache hat man benutzt und hat solche winzig kleine Körperchen, deren Vorhandensein man noch annehmen konnte, durch außerordentlich helles Licht, das einer elektrischen Bogenlampe, das durch einen Spalt einfällt, beleuchtet, so daß sie selbstleuchtend wurden und nunmehr im Mikroskop da, wo vorher nichts sichtbar war, als leuchtende Punkte erschienen. Mit diesem Ultramikroskop kann man nun Körper, also auch Organismen, die

viele Tausend mal kleiner sind, als bisher die untere Grenze betrug, sichtbar machen.

Schließlich sind wir sogar imstande, Lebewesen in ihrem Bestehen nachzuweisen, sogar ihre Größe annähernd festzustellen, die wir durch kein Hilfsmittel zur Anschauung zu bringen vermögen. Es ist dies besonders bei Lebewesen der Fall, die Krankheiten erzeugen. Man kann aus ganz bestimmten Gründen den Schluß ziehen, diese oder jene Krankheit kann nur von lebenden Organismen, von wirklichen Lebewesen erzeugt worden sein. Wir können aber nichts von diesen Lebewesen mit unseren besten mikroskopischen Hilfsmitteln sehen. In einer von einem kranken Tier erhaltenen Flüssigkeit weisen wir ihr Vorhandensein dadurch nach, daß wir ein andres Tier damit impfen. Bekommt es die gleiche Krankheit, so waren die krankheitserregenden Organismen in der Flüssigkeit enthalten. Nun hat man Filter konstruiert von außerordentlicher Feinheit, Tonzellen, Tonzylinder aus feinem porösen Ton, deren Porenweite man berechnen kann. Durch diese Tonzylinder preßt man die Flüssigkeit hindurch und sieht, ob die durchgepreßte Flüssigkeit die Fähigkeit hat, die betreffende Krankheit zu erregen. Hat sie dieselbe noch, dann waren die Keime noch so klein, daß sie durch diese Poren hindurchgegangen sind, ist sie aber dazu nicht mehr imstande, dann waren eben die Lebewesen größer als die Poren, wenn sie auch immer noch so klein sind, daß man sie mit dem Mikroskop nicht mehr nachweisen kann. In letzterem Falle kann man natürlich mit dem im Filter zurückgebliebenen Material wieder die Krankheit hervorrufen.

Und nunmehr wollen wir zusehen, was uns diese Hilfsmittel vom Bau und Leben der mikroskopischen Tiere enthüllt haben.

## B. Bau und Leben der Artiere.

### Drittes Kapitel.

#### Bellen. Lebensgeschichte einer Amöbe.

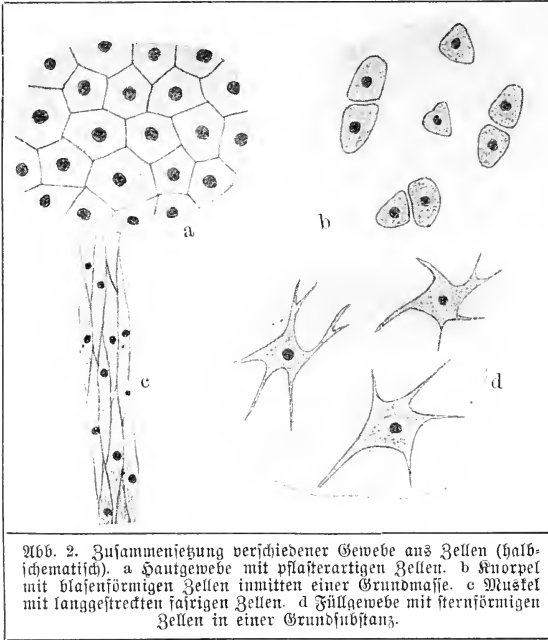
Wenn wir uns nunmehr einer näheren Betrachtung der mikroskopischen Tierwelt zuwenden wollen, so sei gleich von Anfang an betont, daß „die mikroskopische Tierwelt, die Tierwelt im Wassertropfen“ nicht ein einheitlicher zoologischer Begriff ist. Man hat ja bekanntlich alle

Tiere wie Pflanzen in eine gewisse Ordnung gebracht, ein System, in dem man immer die Tiere, die durch Ähnlichkeiten im Bau zusammen zu gehören scheinen, zu Gruppen vereinigt, diese wieder zu höheren Gruppen uff. So kommt das Gebäude des natürlichen Systems zustande, das die Tiere in Stämme, Ordnungen, Klassen, Familien, schließlich Gattungen und Arten einteilt. Die mikroskopische Tierwelt bildet aber nicht eine solche Gruppe, wie die erwähnten. In ihr finden sich vielmehr alle möglichen Tiergruppen vertreten, vor allem Würmer, Krebse und Urtierchen, die alle nur die sehr geringe Größe des Einzelindividuum gemeinsam haben. Und von diesen Tiergruppen wollen wir hier nur die der Urtierchen oder Protozoen herausgreifen und einer näheren Betrachtung unterziehen. Sie sind es, die die mikroskopische Lebewelt vor allem charakterisieren, an die man vor allem denkt, wenn man von mikroskopischen Tieren spricht und die sowohl durch die Mannigfaltigkeit ihrer Formen als auch durch die Eigenart ihrer Lebenserscheinungen das Interesse eines jeden Naturfreundes in besonders hohem Maße beanspruchen.

Da fordert nun schon gleich der Name Protozoen oder Urtiere eine Erklärung, denn das Wort Urtierchen, ursprüngliches Tier, besagt ja bereits einen Vergleich mit anderen Tieren, stellt jene Tiere anderen als ursprünglicher gegenüber. Was gibt uns nun das Recht, sie als ursprünglich zu bezeichnen? Es ist die bereits erwähnte Annahme, daß die Tiere sich im Laufe der Zeit aus einfachsten Anfängen entwickelt haben und daß, nach allem was wir wissen, die Protozoen die niedrigste Stufe dieser Reihe darstellen. Die Begründung dazu wird durch eine Erkenntnis gegeben, die im Beginn des zweiten Drittels des vorigen Jahrhunderts gefaßt wurde und alsbald ihren Siegeszug durch die ganze Welt antrat, zur Grundlage der Wissenschaft vom Bau der Tiere und Pflanzen wurde. Es ist die Zellenlehre, welche besagt, daß alle Tiere und Pflanzen in letzter Linie aus ihrem Wesen nach gleichartigen Bausteinen, den Zellen, zusammengesetzt sind. Betrachtet man einen modernen Backsteinbau, z. B. eine Kaserne, so zeigt sie Säulen und Zinnen, Fensterbögen und Tore, kurz alle möglichen Bestandteile eines Hauses, die als solche eine gewisse Einheit darstellen, und trotzdem erkennt man bei näherem Zusehen, daß sie alle aus einzelnen Backsteinen aufgebaut sind, daß man jeden Bogen, jede Zinne, jeden Pfeiler usw. in eine ganze Anzahl von gleichartigen Backsteinen zerlegen kann, aus denen sie zusammengesetzt wurden. Geradeso geht es mit der Lebewelt, mit den

Tieren und Pflanzen; auch sie bieten in ihrem Bau alle möglichen Einheiten dar, die zunächst als unzerlegbar erscheinen, wie Haut, Haare, Muskelfleisch, Nerven, Knochen, Knorpel. Und doch, wenn wir diese Dinge mit dem Mikroskop untersuchen, so finden wir sie alle aus solchen einfachen Bausteinen zusammengesetzt, die im Prinzip alle gleichartig beschaffen sind, Bausteine, die wir als Zellen bezeichnen. Der Name Zelle könnte leicht eine falsche Vorstellung erwecken, stammt er doch aus einer Zeit, in der man noch von der wirklichen Zelle nichts wußte, nur die feste Haut kannte, die die Pflanzenzelle umgibt und sie wie in ein Kästchen einschließt. Man hat den Namen aber beibehalten, als man erfuhr, daß nicht die Hülle, das Kästchen (cellula), sondern der Inhalt das Wesentliche ist. Der Name wurde auch beibehalten, als man die tierischen Zellen untersuchte und sah, daß ihre Form durchaus nicht immer die eines Kästchens ist, daß sie vielmehr wechselte je nach der höheren Einheit, dem Gewebe wie wir das nennen, das sie zusammensetzen: daß also z. B. die Muskelzellen, die in ihrer Gesamtheit das Muskelgewebe bilden, eine andere Form haben als Hautzellen, die das Hautgewebe zusammensetzen, oder als Nervenzellen, die die Grundlage des Nervengewebes bilden. Trotz ihrer verschiedenen Form werden wir sie aber doch stets sogleich als Zellen erkennen, wenn wir sie einer nähern Betrachtung unterziehen.

Wir können nämlich an jeder Zelle zwei verschiedene Bestandteile unterscheiden, einen, den wir als Zelleib bezeichnen und einen andern, den Zellkern. Man stelle sich eine Masse von weicher, halbflüssiger Beschaffenheit vor, ein Klümpchen schleimartiger Substanz, so ist das der Zelleib. In ihm befindet sich ein Kügelchen eingeschlossen, ein Bläschen, welches von einer festeren Haut umgeben ist und in seinem Innern eine Flüssigkeit enthält, in der verschiedene kleine Körperchen schwimmen, der Zellkern. Und diesen Aufbau aus Zelleib und Kern finden wir bei allen eben genannten Zellen wieder, welches ihre Form auch sein mag. Als Beispiel diene Abb. 2, die nebeneinander zeigt Hautgewebe, Knorpel, Muskel- und Füllgewebe. Allerdings ist es nicht nur die Form der Zelle, die sich in den verschiedenen Geweben unterscheidet, auch in ihrem weiteren Aufbau gibt es vielmehr Verschiedenheiten. Die Zellsubstanz hat nämlich die merkwürdige bildnerische Fähigkeit, je nach der Pflicht, die sie zu erfüllen hat, besondere Teile zu bilden. Wenn Zellen dazu dienen sollen, sich zusammenzuziehen, um andere Teile zu bewegen, also Muskelzellen darstellen, so scheiden sie im Innern ihres Leibes besondere Fäd-



chen aus, denen diese Fähigkeit zukommt, Muskelfibrillen (Abb. 2c). Oder sollen die Zellen eine feste Stützmasse bilden, wie die Knorpelzellen, so scheiden sie nach außen eine feste Masse aus, die Knorpelgrundsubstanz (Abb. 2b), und so erfahren alle Zellen entsprechend ihrer Funktion charakteristische Umbildungen, die sie gerade zu

ihrer spezifischen Aufgabe befähigen, ohne sie aber in ihrem Wesen als Zelle zu verändern. Es macht sich unter den einzelnen Zellen eines Organismus auf diese Weise das geltend, was wir als Arbeitsteilung bezeichnen: die verschiedenen Pflichten, die von einem lebenden Wesen in der Natur zu erfüllen sind, werden so verteilt, daß ein jeder einzelne Teil seine besondere Aufgabe übernimmt. Wie im Staate der eine Holz spaltet, der andere das Vaterland verteidigt, der dritte Maschinen baut, so übernimmt es im Zellenstaate, den der lebende Organismus ja darstellt, die eine Zellgruppe den Körper zu ernähren, die andere ihn zu bewegen, die dritte ihn zu stützen auf.

Nehmen wir nun dieses Prinzip der Arbeitsteilung zusammen mit dem andern oben erwähnten, mit der Wahrscheinlichkeit, daß die höher organisierten Tiere von einfacheren, niederen abstammen, so kommen wir zur Erkenntnis, daß die höhere Organisation auf höherer Arbeitsteilung innerhalb des Zellenstaates beruht, eine Tatsache, die sich auch

mit Leichtigkeit beweisen läßt. Nehmen wir nun die Sache umgekehrt! Wenn wir von hochorganisierten Tieren allmählich hinabsteigen zu niederen, so sehen wir, daß die Arbeitsteilung eine immer geringere ist, daß die Pflichten, die beim höher organisierten Tier auf viele verschiedene Zellarten verteilt waren, beim niederen von immer weniger Zellgruppen erfüllt werden, so daß wir schließlich zu Formen kommen müssen, bei welchen diese Pflichten nur von ganz wenigen Zellschichten, Zelllagen besorgt werden. Während gewöhnlich den Schutz des Körpers die Hautzellen bewirken, die Bewegungen aber durch die Muskelzellen ausgeführt werden, werden wir Organismen auffinden, bei denen ein und dieselbe Zelllage sowohl die Haut zusammensetzt, als auch die Muskeln liefert und so der Bewegung vorsteht. Und so müssen wir, wenn wir folgerichtig weitergehen, schließlich zu Lebewesen kommen, bei denen alle Funktionen, die der Organismus zu erfüllen hat, in einer einzigen Zelle lokalisiert sind. Nun haben die in der Einleitung genannten Forscher in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts festgestellt, daß der ganze Körper der Protozoen nur eine einzige Zelle darstellt, und nun verstehen wir, weshalb wir sie als Urtierchen, als ursprüngliche Tierchen bezeichnen, müssen wir sie doch als Ausgangspunkt für die Entwicklung der ganzen übrigen Tierwelt betrachten.

Wir wollen uns nun einmal ein solches Protozoon vornehmen und es durch sein Leben hindurch verfolgen, um bei dieser Gelegenheit zu sehen, wie innerhalb eines so scheinbar einfachen Körpers sich bereits alle die verwickeltesten Vorgänge abspielen, welche wir als Leben bezeichnen. Wir wählen dazu den Organismus, der allgemein als der Subbegriff der Einfachheit angesehen wird: die berühmte Amöbe, oder wie dies auf Deutsch heißt, das Wechsellierchen.

Seinen Namen führt dieses Tierchen daher, daß seine äußere Körpergestalt keine feste, bestimmte ist, wie bei anderen uns bekannten Tieren, sondern immer wechselt und in der mannigfachsten Form erscheint. Abb. 3 zeigt eine solche Amöbe, die in verschiedenen Momenten ihres Lebens gezeichnet wurde und immer wieder eine andere Form angenommen hatte.

Dieses einfachste Urtierchen lebt im Schlamm der Gewässer und läßt sich leicht herausfangen und näher betrachten, und wenn man geeignete Hilfsmittel anwendet, so wird man bald erkennen, daß eine solche Amöbe nur eine einzige Zelle darstellt. Damit ist im wesentlichen auch ihr Bau gegeben: sie besteht aus einem Zelleib oder, wie

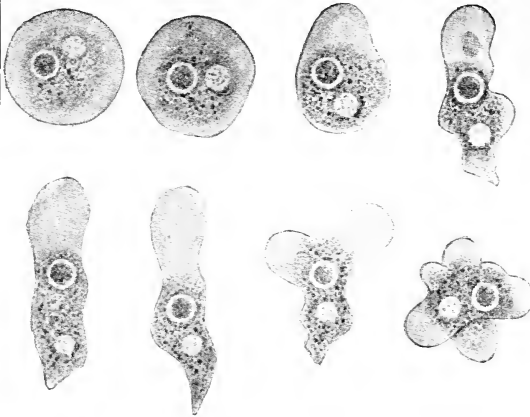


Abb. 3. Amöbe in verschiedenen Bewegungszuständen.  
(Nach Berworn.)

wir es mit dem griechischen Namen bezeichnen, Protoplasma, und einem Zellkern. Der Zelleib ist eine weiche, zähflüssige Substanz, die den in der Abbildung mit *n* bezeichneten Körper, den Zellkern, einschließt.

Ehe wir nun das Tier in seinen Lebenser-

scheinungen verfolgen, müssen wir uns die Vorfrage vorlegen: ist diese Zusammensetzung aus Zelleib und Zellkern für das Leben der Amöbe, für das Leben der Zelle, unbedingt erforderlich, kann nicht jedes für sich bestehen? Die Antwort auf eine derartige Frage kann durch keinerlei Überlegungen gefunden werden, sie gibt nur der Versuch, das Experiment, und dies können wir leicht ausführen. Wir nehmen eine solche Amöbe, zerschneiden sie in der Art wie es auf nebenstehender Abb. 4 angegeben ist. Wenn der Schnitt entsprechend der Linie *n—n* geführt wird, bekommen wir einen Teil, der keinen Kern besitzt und einen Teil, welcher den Kern enthält. Nun können wir zusehen, wie beide Teile sich verhalten; und da werden wir beobachten, daß der Teil, der den Kern enthält, am Leben bleibt und sich weiterhin benimmt, als ob gar nichts geschehen wäre, während der andere Teil ohne Kern zwar noch eine Zeitlang überlebt und herumkriecht, schließlich aber abstirbt. Der Kern ist also für das Leben des Tieres unbedingt erforderlich. Eine Zelle ohne Kern kann nicht existieren.

Beobachten wir nunmehr eine Amöbe im Mikroskop, so sehen wir, daß sie nicht still liegt, sondern daß sie sich bewegt, und damit treffen wir hier auf den ersten und elementarsten Lebensvorgang, die Bewegung. Wir sehen plötzlich, wie an der Oberfläche des Tieres ein Teil



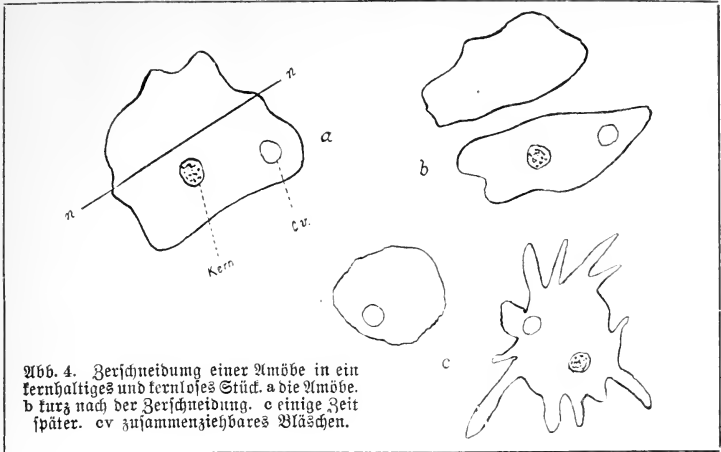


Abb. 4. Zerschneidung einer Amöbe in ein kernhaltiges und kernloses Stück. a die Amöbe. b kurz nach der Zerschneidung. c einige Zeit später. cv zusammenziehbares Bläschen.

sich vorwölbt. Dieser stumpfe Lappen beginnt sich nun vorwärts zu schieben, wir sehen, wie er immer weiter vorgestoßen wird und schließlich einen langen fingerförmigen Fortsatz bildet. Dieser Fortsatz wird dadurch hervorgerufen, daß die ganze Leibessubstanz der Amöbe in dieser Richtung vorwärtsströmt. Wir können dies erkennen, wenn wir die kleinen Körnchen ins Auge fassen, die sich im ganzen Körper der Amöbe in dem Protoplasma zerstreut vorfinden. Da sehen wir sie in der Mitte vorwärtsströmen, vorne teilt sich der Strom wie ein Springbrunnen, und fließt am Rande wieder zurück.

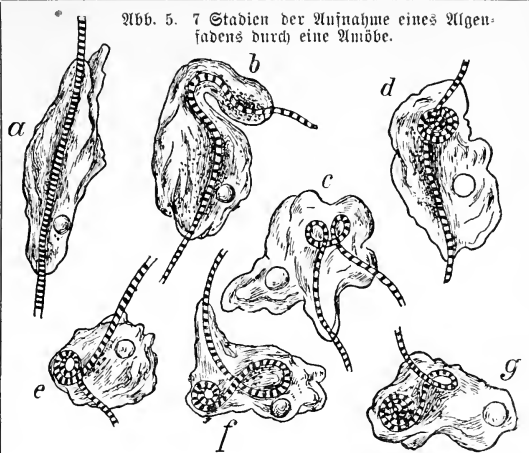
Wir bezeichnen diese Lappen als Scheinfüßchen oder Pseudopodien, Füßchen, weil das Tier sich damit vorwärts bewegt, Scheinfüßchen, weil sie keine dauernden Gebilde sind, sondern wieder eingezogen werden können. Diese Art der Bewegung ist die einfachste und primitivste Form, und auf ihr beruht somit auch die Wechselgestalt der Amöben. Man bezeichnet nach ihnen dieses fließende Rollen auf einer Unterlage mittels Ausstrecken von Pseudopodien auch als amöboide Bewegung.

Wir haben die Bewegung als die elementarste Eigenschaft alles Lebenden bezeichnet. Damit schließt sie aber auch gleich all das Geheimnisvolle in sich ein, was uns das Leben bietet und uns nicht ruhen läßt, immer wieder zu versuchen, den Schleier davon zu lüften. Früher glaubte

man, diese Eigenschaft käme einzig und allein dem Tierreich zu; es zeigte sich aber, daß alle Pflanzen eine solche Bewegung ebenfalls zeigen oder zeigen können. Sie ist aber nur unter geeigneten Umständen zu sehen, da sie nicht den gewöhnlichen Erfolg einer Bewegung, eine Ortsveränderung, zu bewirken vermag. Es ist vielmehr nur ein Strömen des Protoplasmas innerhalb der bei den Pflanzen den Zelleib umhüllenden kästchenartigen Zellhaut. Es ist klar, daß man versucht hat, diese merkwürdige Eigenschaft des lebenden Protoplasmas, sich aus sich selbst heraus zu bewegen, zu erklären, d. h. auf andere bekannte Gesetzmäßigkeiten der unbelebten Welt, auf physikalische und chemische Prozesse zurückzuführen. Wenn wir von diesem idealen Ziele auch noch weit entfernt sind, so ist es doch immerhin gelungen, die Möglichkeit aufzuzeigen, für die Erklärung der amöboiden Bewegung mit einfachen physikalisch-chemischen Ursachen auszukommen. Derartige Feststellungen sind deshalb so bemerkenswert, weil in neuerer Zeit wieder, wie vor 100 Jahren, Forscher aufgetreten sind, welche annehmen, daß eine restlose Erklärung der Vorgänge in der belebten Welt mit Hilfe der aus der unbelebten Welt bekannten Gesetzmäßigkeiten, den Gesetzen der Physik und Chemie nicht möglich sei. Es komme für die belebten Wesen vielmehr noch etwas Unbekanntes hinzu, was man früher als die geheimnisvolle „Lebenskraft“ bezeichnete, jetzt zwar anders nennt, aber damit ebenso mystische Vorstellungen verknüpft.

Man hat also versucht, solche Amöben künstlich nachzuahmen. Natürlich war es dabei nicht die Absicht und gelang auch nicht, wirkliche künstliche Lebewesen herzustellen. Es ist nur gelungen, Tröpfchen herzustellen von ähnlichem Bau wie das Protoplasma des Amöbenleibes, welche unter geeigneten Bedingungen imstande waren, in genau der gleichen Weise vorwärts zu fließen und vorwärts zu kriechen wie Amöben, wobei, wenn man dem Tropfen seine Körperchen entsprechend den feinen Körnchen im Protoplasma der Amöbe beimengte, diese dieselbe typische Art der Bewegung zeigten, die wir aus den Pseudopodien der Amöben kennen lernten, nämlich das springbrunnenartige Vor- und Rückwärtsströmen. Man kann daraus die Hoffnung ableiten, daß es gelingen wird, — ja manche Forscher glauben sogar, daß es schon gelungen ist — derartige Lebensvorgänge, wie die Bewegung, in gleicher Weise zu erklären, wie wir Vorgänge in der unbelebten Natur, wie das Fallen des Steines, das Aufsteigen des Barometers und ähnliche, erklären können. Eine sehr große Rolle spielt immer bei diesen Erklärungs-

versuchen der feineren Bau des Protoplasmas; denn dieses hat selbst auch noch einmal eine allerfeinste Struktur, so fein allerdings, daß sie meist erst bei Anwendung der allerstärksten Vergrößerungen sichtbar wird. Es ist ein Bau, wie ihn ein Seifenschaum zeigt, nur daß an Stelle der



Seifenlamellen dichteres, zähes Protoplasma zu denken ist und an Stelle der die Seifenblasen erfüllenden Luft eine dünnere wässrigere Flüssigkeit. (Schaumstruktur oder Wabenstruktur des Protoplasmas).

Also unsere Amöbe bewegt sich. Eine jede Bewegung aber erfordert eine Kraft. Man stelle sich eine Dampfmaschine vor. Bei ihr ist eine Bewegung unmöglich, wenn ihr nicht Kraft, Energie, wie wir das nennen, zugeführt wird. Diese bekommt sie dadurch, daß man im Kessel Wasser zum Verdampfen bringt durch die Hitze, welche ihrerseits durch das Verbrennen der Kohlen erzeugt wird. Genau dasselbe ist bei den Amöben der Fall. Sie müssen, bildlich gesprochen, Kohlen einnehmen und verbrennen. Nur bezeichnen wir beim Tier dieses Einnehmen der Kohlen als Nahrungsaufnahme. Eine Amöbe muß also, um Kraft zu bekommen, fressen. Und das macht sie in außerordentlich einfacher Weise. Man stelle sich vor, die Amöbe kriecht auf der Unterlage dahin und nun begegnet ihr ein anderes kleines Lebewesen, z. B. ein kleiner Wurm. Der Wurm bleibt an der klebrigen Oberfläche der Amöbe hängen, worauf diese ihre Pseudopodien zu beiden Seiten des Opfers aussendet. Sie legen sich um den Wurm herum, fließen allmählich zusammen und da dies gleichzeitig in allen Richtungen des Raumes geschieht, so sehen wir, wie der Wurm in das Innere der Amöbe hineingezogen wird. Hier bleibt er liegen und wird von einer

kleinen Flüssigkeitsansammlung umgeben. Abb. 5 zeigt, wie eine Amöbe imstande ist, einen langen Algenfaden aufzunehmen.

Wir verglichen nun die Nahrungsaufnahme mit der Kohlenheizung der Dampfmaschine. Ganz richtig ist dies nicht. Die Dampfmaschine bekommt Kohlen in die Feuerung und sie werden verbrannt, um die die Bewegung auslösende Wärme zu erzeugen. Ein Tier bekommt aber nicht direkt die Kohle. Den gefressenen Wurm können wir nicht direkt mit der Kohle vergleichen, sondern nur mit dem Bergwerk; denn so wie der Wurm ist, kann ihn die Amöbe nicht direkt benutzen, um daraus Kraft zu ziehen; sie muß erst aus dem Bergwerk die Kohle gewinnen, aus dem Wurm, den sie nicht direkt zur Erzeugung von Kraft verwenden kann, die Stoffe heraus- und umarbeiten, die dazu geeignet sind. Und dies geschieht durch den Verdauungsprozeß: sie muß das gefressene Tier verdauen. Die Amöbe ist zu dem Behufe wie andere Tiere imstande, eine besondere Flüssigkeit, einen verdauenden Saft, abzuscheiden; das sind Substanzen, welche befähigt sind, die Nahrung für den Körper in ganz bestimmter Weise umzuwandeln, in gleicher Weise, wie dies unsere Verdauungssäfte ja auch tun, so daß nachher die Nahrung direkt in den Körper aufgenommen werden kann. Hier wird dann aus ihr neue Körpersubstanz aufgebaut. Wir bezeichnen diesen Vorgang mit dem lateinischen Wort assimilieren, d. h. sich ähnlich machen. Der Organismus muß die Nahrung der eigenen Leibes- substanz ähnlich machen, nachdem er sie mit Hilfe bestimmter Flüssigkeiten entsprechend umgewandelt, vorbereitet, zugänglich gemacht hat. Erst dann kann er sie dem eigenen Körper einverleiben. Er muß erst aus dem Bergwerk die Kohle gewinnen, aus der er dann Kraft erzeugen kann.

Die Kohle, die die Nahrung der Dampfmaschine darstellt, wird in der Feuerung verbrannt, und auch die Amöbe muß die Nahrung verbrennen, um Kraft zu gewinnen. Verbrennen heißt nun nichts andres als die Substanz, die verbrannt werden soll, eine innige Verbindung eingehen zu lassen mit dem Sauerstoff, jenem gasförmigen Körper, der zu  $\frac{1}{5}$  unsre atmosphärische Luft zusammensetzt. Wenn die Kohle mit dem Sauerstoff der Luft unter bestimmten Bedingungen in Berührung gebracht wird, dann verbrennt sie. Schließt man den Ofen aber vollständig zu, so daß keine Luft hinzu gelangen kann, also auch kein Sauerstoff, dann kann auch die Kohle nicht verbrennen.

Genau so ist es mit der tierischen Verbrennung. Die Amöbe muß die durch Verdauung gewonnene und assimilierte Nahrung verbrennen,

um die für ihre Lebensäußerungen, wie die Bewegung, notwendige Energie zu erlangen. Dazu braucht sie aber nach dem Vorhergehenden den Sauerstoff der Luft resp. den, der sich im Wasser findet. Die Aufnahme von Sauerstoff durch ein Tier nennt man aber seine Atmung: auch die Amöbe muß atmen. Höhere Tiere haben dazu besondere Atmungsorgane, die Lungen oder Kiemen; dergleichen findet sich bei der Amöbe natürlich nicht; aber ihr ganzer Körper ist an seiner Oberfläche imstande, den im Wasser gelösten Sauerstoff in sein Inneres aufzunehmen, um ihn hier zur Verbrennung der assimilierten Nahrung zu verwenden. Es gibt freilich auch Amöben, welche dies nicht nötig haben, welche imstande sind, ohne Luft zu leben, z. B. jene, welche im Innern anderer Tiere schmarozhen, welche im Darm derselben leben und niemals mit Luft in Berührung kommen. Sie vermögen sich den Sauerstoff auf andre Weise aus der Substanz ihres Körpers selbst zu bilden.

Und noch weiter können wir den Vergleich mit der Dampfmaschine durchführen; wenn die Feuerung ausgebrannt ist, so zeigt sich, daß die Kohlen nicht vollständig verbrannt wurden, es sind Rückstände übrig geblieben; alles Unverbrannte, die Schlacken, müssen aus dem Ofen entfernt werden, damit er gut weiterbrennen kann. Auch in der Amöbe bleiben nach dem Verbrennungsprozeß unverbrauchte und nicht verwendbare Substanzen übrig, die sie entfernen muß. Dazu besitzt die Amöbe eine besondere Einrichtung, die wenigstens zum Teil diesem Zwecke dient, der Entfernung überflüssiger Schlacken. Wenn wir unser Tierchen eine Zeitlang im Mikroskop betrachten, so sehen wir, meist an einer bestimmten Stelle des Körpers, ein helles Bläschen auftauchen, das sich plötzlich zusammenzieht und wieder verschwunden ist. Nun beginnt es wieder langsam zu erscheinen und wird immer größer, bis es die alte Größe erreicht hat um dann wieder sich zusammenzuziehen (vgl. Abb. 4 cv). Dieses Spiel wiederholt sich in so regelmäßigen Abständen, daß man die Anzahl der Schläge wie beim Puls zählen kann. In Anbetracht dieser Ähnlichkeit bezeichnet man die Bläschen als pulsierende Bläschen oder pulsierende Vakuolen. Man kann nun feststellen, daß jedesmal, wenn ein Bläschen sich zusammenzieht, sich ein ganz außerordentlich feines Kanälchen nach außen öffnet, durch das die in der Blase enthaltene Flüssigkeit nach außen entleert wird. Es ist dies also eine Einrichtung, welche — unter andrem — überflüssige Substanzen aus dem Körper entfernt. Aber noch mehr muß die Amöbe können. Wir hatten gesagt, daß sie sozusagen nicht die Kohle sondern

das Bergwerk genießt, aus dem erst die Kohle durch den Verdauungsprozeß gewonnen wird. Dabei bleiben natürlich, wie im Bergwerke die Abraumgesteine, unverdauliche Bestandteile zurück, die ebenfalls entfernt werden müssen. Dies geschieht in sehr einfacher Weise; um einen solchen Körper sammelt sich ein Flüssigkeitsbläschen an, das an die Oberfläche des Amöbenkörpers rückt, hier platzt und seinen Inhalt nach außen entleert.

Die Gesamtheit der eben geschilderten Prozesse bezeichnet man als Stoffwechsel. Es müssen Stoffe in den Körper aufgenommen, verdaut und durch weitere Umwandlungen, bestehend in Zusammenlagerung einfacher chemischer Verbindungen zu komplizierteren, der Körpersubstanz gleich gemacht, assimiliert werden. Durch Aufnahme von Sauerstoff muß der die Energieleistungen des Körpers bedingende Verbrennungsprozeß eingeleitet und verbrauchte Teile, Schlacken, müssen wieder entfernt werden. So wird ständig der Körper immer wieder neu aufgebaut und zerstört, und dieser Stoffwechsel ist es, welcher im wesentlichen die Grundlage des Lebens ausmacht. Hört der Stoffwechsel auf, so ist im allgemeinen die Folge davon der Tod. Wir kennen aber auch Zustände, wo der Stoffwechsel aufhört oder sehr gering wird und trotzdem das Tier nicht stirbt.

Ein derartiger Zustand ist allgemein bekannt als der Winterschlaf vieler Tiere, z. B. der Mürmeliere, der Schlangen, der Frösche. Wenn diese sich in die Erde eingraben, dann hört der Stoffwechsel nahezu auf, er ist auf einen ganz kleinen Teil rückgebildet, da ja bei der vollständigen Bewegungslosigkeit der schlafenden Tiere keine Energie entwickelt zu werden braucht. Und zu einer ähnlichen Rückbildung des Stoffwechsels, vielleicht sogar zu ganzlichem Aufhören ist auch die Amöbe unter bestimmten Umständen fähig. Nehmen wir an, daß das Wasser, in dem die Amöbe lebt, auszutrocknen beginnt, so gerät sie in eine sehr schwierige Lage. Ihr Körper besteht aus sehr flüssigkeitsreicher, weicher Substanz und deshalb kann sie im Trocknen nicht leben. Denn wenn die Umgebung austrocknet, würde auch das Wasser, welches sie in ihrem Körper hat verdunsten. Dagegen braucht sie nun einen Schutz, der in folgender Weise zustande kommt. Wenn die Bedingungen ungünstig werden, so beginnt plötzlich die Amöbe ihre Scheinfüßchen einzuziehen, sie rundet sich zu einer vollständig gleichmäßigen Kugel ab. Aus ihrem Körper wird ein großer Teil der Flüssigkeit ausgepreßt, so daß er auf ein viel kleineres Volumen zusammenschrumpft und nun wird an der

Oberfläche eine Haut ausgeschwitzt. Das Häutchen wird immer dicker und dichter, erhärtet und ist schließlich für Wasser vollständig undurchdringlich. Trocknet nun der Tümpel, in dem die Amöbe sich befindet, aus, so kann ihr nichts weiter passieren, denn diese Hülle ist so fest, so undurchlässig für Wasser, daß das wenige Wasser, das ihr Körper noch enthält und zu seinem Fortbestand auch braucht, nicht verdunsten kann. Nun kann sie ruhig im Trocknen ausharren, ohne Schaden zu nehmen, bis sie wieder in günstigere Bedingungen gelangt. Kommt sie dann wieder in eine feuchte Umgebung, so erweicht die Hülle, die wieder zum Leben erwachende Amöbe sprengt sie und kriecht aus.

Nun verstehen wir genauer, wie in das Glas des alten Leenwenhoek alle jene Organismen hineingekommen waren und welcher Art die Keime waren, die Pasteur in dem Staub der Luft hatte nachweisen können. Die Tiere hatten sich ebenso wie unsre Amöben unter ungünstigen Bedingungen eingekapselt oder encystiert, wurden mit dem trocknen Schlamm, den der Wind in die Luft trieb, oder durch Wasservögel, an deren Beine sie gekommen waren, weit in die Welt verschleppt und trieben sich entsprechend ihrer Kleinheit und ihrem geringen Gewicht im Staub der Luft umher. Mit diesem fielen sie nun ins Wasser, das an der Luft offen stand, fanden hier wieder günstigere Lebensbedingungen und schlüpfen aus der Cyste aus und vermehrten sich bedeutend. Die Natur hat hierdurch diesen Tieren ausgezeichnete Schutzvorrichtungen gegeben.

Es erklärt sich aus dem, was wir jetzt hörten, auch eine andre auffallende Tatsache. Alle Tiere haben eine bestimmte geographische Verbreitung, d. h. sie leben auf einem eng begrenzten Raum der Erde, die man so in tiergeographische Provinzen mit bestimmten Charaktertieren einteilen kann. Findet man charakteristische Formen in verschiedenen Provinzen, so muß das seine nachweisbare Ursache haben, wie z. B. das Vorhandensein von Landbrücken in früheren Erdperioden zwischen jetzt durch das Meer getrennten Ländern. Für die verschiedenen Protozoenarten gibt es aber eine derartige geographische Verbreitung nicht, sie sind alle universell. Man hat verschiedentlich geglaubt, aus fremden Erdteilen neue Protozoen gefunden zu haben. Man fand aber später die gleichen dann auch bei uns vor. Der Sturmwind, der solche encystierten Tiere mit fortträgt, sorgt eben für die universelle Verbreitung. Und wie weit Staubeilchen in der Luft gelangen können, wissen wir ja von den großen Vulkanausbrüchen in der Südsee, nach denen noch

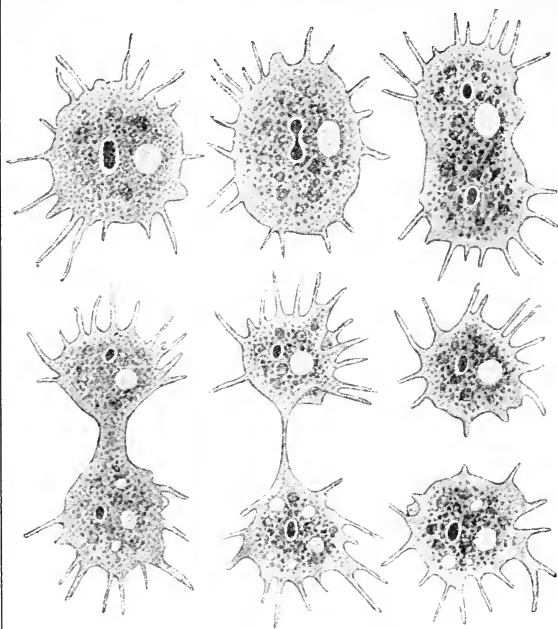


Abb. 6. Teilung einer Amöbe. (Nach F. E. Schulze aus Lang.)

jahrelang auf der ganzen Erde die Aschenteilchen in der Luft nachzuweisen waren.

Wir sahen hierbei nun auch das jedes Organismus innewohnende Bestreben, sein Leben zu erhalten. Das genügt ihm jedoch nicht. Er will nicht nur sein eigenes Leben erhalten, sondern hat vor allem das grundlegende Bestre-

ben, sein Leben über die eigene Person hinaus zu verlängern, d. h. sich fortzupflanzen. Ja man kann sagen das Endziel eines jeden Organismus ist die Fortpflanzung, ist es erreicht, so hat er seinen Zweck erfüllt und kann zugrunde gehen. Man denke nur an die Eintagsfliege, die ausschlüpft, das Fortpflanzungsgeschäft besorgt und am andern Tage bereits nicht mehr lebt, ja von vornherein nicht imstande ist, länger zu leben, da sie mit einem verkümmerten, gebrauchsunfähigen Verdauungsapparat zur Welt kommt. Daß auch eine Amöbe zur Fortpflanzung imstande ist, kann man auf sehr einfache Weise feststellen. Wenn wir in einem Glas eine oder wenige Amöben haben und es ist genügend Futter vorhanden, so wird das Glas in kurzer Zeit vollständig angefüllt sein mit vielen Tausenden von Amöben. Und dann können wir unter günstigen Umständen den Vorgang der Fortpflanzung



beobachten. Ist eines der Tierchen genügend herangewachsen, so sehen wir an seinem Kern eine Veränderung eintreten (Abb. 6). Er streckt sich in die Länge, wird allmählich bikuitförmig und schnürt sich zur Santelform ein. Die beiden Teile rücken allmählich auseinander, so daß sie schließlich nur mehr durch einen dünnen Faden miteinander verbunden sind. Der Faden reißt durch und in der Amöbe sind nun zwei Kerne vorhanden. Jetzt tritt auch eine Einschnürung des Zelleibes auf, die immer weiter fortschreitet, und schließlich reißt auch diese durch, und dann sind aus dem einen Tier zwei geworden. Auf diese Weise geht es immer weiter, bis sie schließlich zu ungeheurer Menge sich vermehrt haben. Die Fortpflanzung der Amöben ist also eine unendlich einfache, die der direkten Zerschnürung. Wir haben allerdings in neuester Zeit vor allem durch das Verdienst unsres so früh verstorbenen großen Protozoenforschers Fritz Schaudinn einen ganz merkwürdigen Fortpflanzungsprozeß bei gewissen Amöben — es gibt ja viele verschiedene Arten von Amöben — kennen gelernt, bei dem es zu echten geschlechtlichen Vorgängen, wie wir sie später von andren Organismen kennen lernen werden, kommt. Wir wollen uns aber hier nicht weiter damit befassen und jetzt die Amöbe, nachdem wir sie auf einem großen Teil ihres Lebenswegs begleitet haben, verlassen.

## Viertes Kapitel.

### Bau und Leben der Rhizopoden oder Wurzelfüßler.

Das Beispiel der Amöbe zeigte uns nicht nur, wie sich der Lebensweg eines Protozoon gestaltet, welche Funktionen selbst der ursprünglichste Organismus zu erfüllen vermag und erfüllen muß, wir lernten vielmehr in der Amöbe gleichzeitig einen Vertreter der einfachsten Gruppe von Artieren kennen, die man als die Wurzelfüßler oder Rhizopoden bezeichnet. Der Name bezieht sich auf die hervorstechendste Eigentümlichkeit dieser Tiere, auf die Bewegung mit Hilfe von Pseudopodien, die bald wie stumpfe Lappen am Körper vorspringen, bald sich zu langen fingerförmigen Fortsätzen ausziehen, bald aber auch als dünne zarte Fäden sich weithin verzweigen können wie ein Wurzelwerk. In ersteren Formen finden wir die Pseudopodien hauptsächlich bei den amöbenartigen Tieren, von denen man eine ganze Anzahl verschiedener unterscheidet. Ihre Größe ist dabei eine sehr ungleiche, von den winzig kleinen,

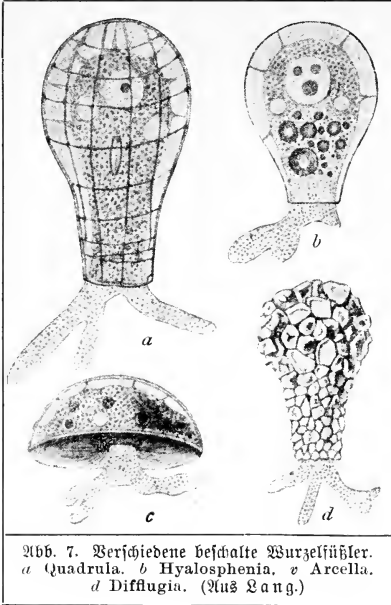


Abb. 7. Verschiedene beschalte Wurzelfüßler.  
 a *Quadrula*. b *Hyalosphenia*. c *Arcella*.  
 d *Difflugia*. (Nus Lang.)

nur mit den stärksten Vergrößerungen auffindbaren Formen, die man stets in Heu- und Strohaufgüssen finden kann, zu den Schlammamöben, die das Auge des Geübten als winziges Pünktchen zu erkennen vermag und der gigantischen *Pelomyxa*, die man als mehrere Millimeter dicke Kugel trägt im Schlamm sich herumwälzen sieht. Allen diesen und anderen Formen ist aber außer ihrer Bewegungsart gemeinsam, daß der formlose Leib ein nacktes Klümpchen Protoplasma darstellt. Schon in unsren Teichen und Sümpfen finden wir aber im Schlamm Wurzelfüßler, welche die eigentümliche Fähigkeit besitzen, ihre nackten Protoplasmaleiber durch Bildung

eines eigenartigen Gehäuses zu schützen. Wie eine Schnecke ihr Haus, so trägt ein solches beschaltes Rhizopod seine Schale auf dem Rücken und kriecht mit Hilfe seiner Pseudopodien umher. Natürlich muß, wie bei einem Schneckenhaus, die Schale eine Öffnung haben, zu der der Leib herausgestreckt wird, und in die er sich wieder zurückzieht, wenn Gefahr im Anzug ist. Die einzelnen Gehäuse sind dabei aus verschiedenartigen Substanzen aufgebaut, stets aber höchst zierlich und von großer Formenmannigfaltigkeit. Da gibt es solche, die nur eine sehr weiche und biegsame, ganz durchsichtige, mühenförmige Schale besitzen. Bei anderen besteht sie aus einer festeren, etwa hornartigen Substanz, die bald durchsichtig erscheint, bald lebhaft gefärbt ist. Dazhin gehören die zierlichen *Arcellen*, die man in großen Mengen an Wasserpflanzen findet, deren kreisrunde Schalen von vollständiger Durchsichtigkeit alle Übergänge durch gelb zu einem tiefen Brann zeigen. Die Form des Gehäuses ist ungefähr die eines Uhrglases (Abb. 7c). Betrachten wir es von der unteren Seite, so finden wir eine

kreisrunde Öffnung, aus der das Tierchen seine Scheinfüßchen herausstreckt. Noch viel zierlicher sind solche Gehäuse, wie das der in Abb. 7a abgebildeten Form. Sie sind aus kleinen, feinen Plättchen von verschiedener Form zusammengesetzt, auf denen Stacheln und alle möglichen Verzierungen stehen. Schließlich kennen wir Formen, die ebenfalls im Schlamm unsrer Gewässer häufig zu finden sind, die ihr Gehäuse nicht mehr aus selbstgefertigtem Material aufbauen, sondern dazu die Fremdkörper benutzen, die sie in ihrer Umgebung vorfinden, also z. B. kleine Kieselsteinchen, die zu einer charakteristisch geformten Schale fest zusammengebacken werden (Abb. 7d).

Wie der Bau solcher Gehäuse stattfindet, können wir am besten sehen, wenn die Tiere sich fortpflanzen. Auch hier geschieht die Fortpflanzung im allgemeinen durch einfache Zweiteilung des Körpers. Nun kann aber bei der Teilung ein solches festes Gehäuse nicht mit geteilt werden, denn es besteht ja aus nicht lebender Substanz. Wenn daher das Tier sich zu teilen beginnt, fließt es mit seinem Leib aus der Schalenöffnung



Abb. 8. Vier Stadien der Teilung eines beschalteten Rhizopods (Euglypha). (Aus Lang.)  
 1. Pseudopodien. 2. Nahrungskörper. 3. Material zum Schalenbau. 4. und 5. Kern. 7. Pulsierendes Bläschen. 6. 8. 9. Schale.

zu teilen beginnt, fließt es mit seinem Leib aus der Schalenöffnung

hervor (Abb. 8). Der Kern teilt sich wieder zuerst in zwei, der eine bleibt im alten Gehäuse mit einem Stück Zelleib zurück, der andere ist mit dem andren Teil des Zelleibs herausgeflossen. Und dieser nackte Protoplasma Klumpen bildet auf seiner Oberfläche dann ein neues Gehäuse und zwar auf verschiedene Weise je nach der Art, die wir vor uns haben. Entweder schißt er eine Haut aus, die zu einer zarten Schale erhärtet, oder aber es wird ihm von der Mutter- oder besser Schwesterzelle das nötige Baumaterial, sich ein Haus zu bauen, auf den Weg mitgegeben. Es sammeln sich vor der Teilung in der Schale allerlei kleine Plättchen und Stückchen an, die bei der Teilung in das Tochtertier gelangen, und nun an dessen Oberfläche emporrücken und hier abgelagert werden, und so, indem sie sich zusammenschließen, das neue Gehäuse bilden.

Den Formen, die, wie die in Abb. 7 d abgebildete *Diffflugia*, ihr Gehäuse aus Fremdkörpern aufbauen, kann man in dieser Situation sogar sozusagen einen bestimmten Baustil vorschreiben. Man braucht bloß allen Sand, Steinchen usw. aus dem Wasser, in dem man die Tiere hält, zu entfernen und statt ihrer z. B. kleine, blaue Glasplitter hinzugeben, so wird man sehen, daß die jungen *Diffflugien* sich dann Häuser aus blauem Glas aufbauen.

Bei dieser Teilung haben wir Gelegenheit, noch etwas andres von grundlegender Bedeutung zu beobachten. Wenn wir den sich zuerst teilenden Zellkern ins Auge fassen, so sehen wir, daß seine Teilung nicht eine solche einfache Zerschneidung ist wie beim *Amöbenkern*, sondern ziemlich kompliziert verläuft. Bei Beginn der Teilung sammeln sich die im Kerninneren zerstreuten Körnchen, die man wegen ihres Verhaltens zu den in der Einleitung erwähnten Farbstoffen als die färbbare Substanz des Kerns bezeichnet, im Äquator des Kerns an und legen sich hier zu Schleifen zusammen, die in einem zierlichen Kranz beisammenliegen. Gleichzeitig streckt sich der Kern etwas und nimmt ein feinstreifiges Aussehen an (Abb. 8 c). Nun wird jede der färbbaren Schleifen in zwei gespalten und je eine rückt nach entgegengesetzten Polen des Kerns. Jetzt schnürt sich der Kern ein und teilt sich vollständig. Der ganze Vorgang wird als indirekte Kernteilung bezeichnet im Gegensatz zu der direkten Kernzerschnürung der *Amöbe*. (Allerdings hat die fortschreitende Wissenschaft auch für die *Amöbe* gezeigt, daß der Kernzerteilungsvorgang viel verwickelter ist, als wir ihn hier beschrieben.) Der Effekt, der damit erzielt wird, ist eine mathematisch genaue Ver-

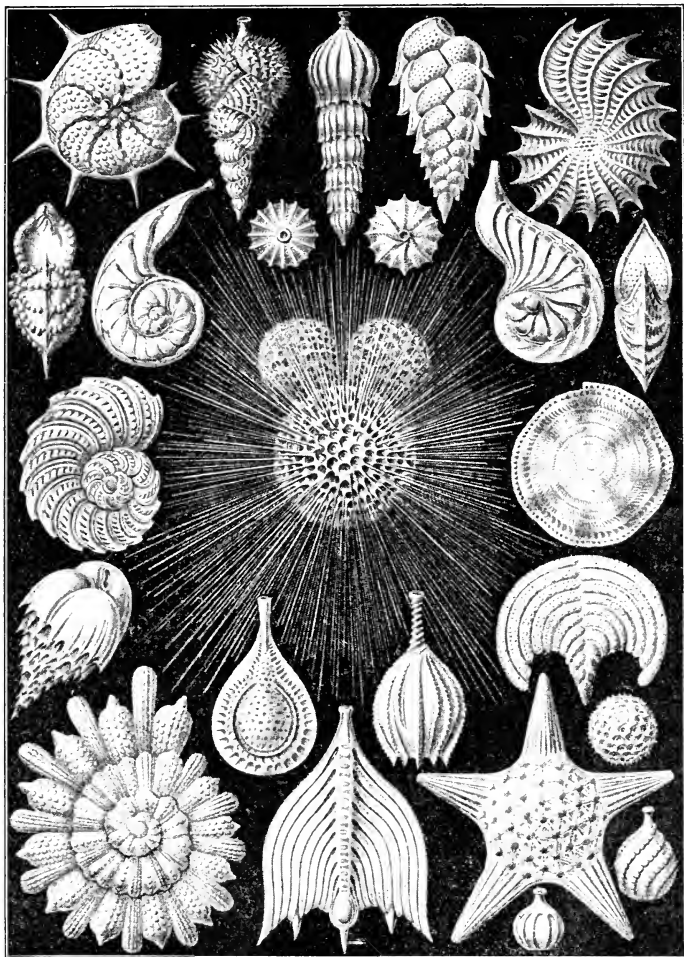


Abb. 9. Verschiedene Formen von Kammerlingen.  
 (Nach Haeckel's Kunstformen der Natur.)

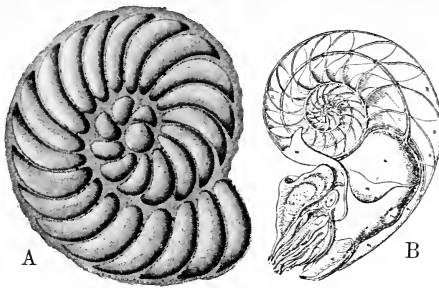


Abb. 10. A Aufgeschnittene Schale eines Kammerlings.  
 B dieselbe von einem Tintenfisch (Nautilus). Das Tier  
 sitzt in der linken Kammer.  
 (A nach Schulze, B aus Hertwig.)

teilung jener färbbaren Substanz auf die beiden Tochterkerne. Wenn zu ihrer Verteilung ein so komplizierter Apparat aber aufgeboten wird, so muß ihr eine große Bedeutung im Leben der Zelle zukommen, was auch der Fall ist. Und so verläuft der Teilungsprozeß fast aller tierischen und pflanzlichen

Zellkerne auf diese, vielfach sogar noch verwickeltere, indirekte Art.

Könnten wir bei unsern Süßwasserhizopoden schon eine ziemliche Kunstfertigkeit im Bau der Schale bewundern, so wird sie bei weitem in den Schatten gestellt durch die Künste ihrer im Meer lebenden Vettern. Ein Blick auf Abb. 9 kann von der dort herrschenden Mannigfaltigkeit und Schönheit, ja auch Abenteuerlichkeit der Formen, von denen man viele Tausend verschiedene unterscheidet, nur einen sehr schwachen Begriff geben. Aber man wird beim Anblick der einen oder andern stutzig werden und sich fragen: Sollten denn das wirklich einzellige Tiere, Protozoen sein, deren Schalen genau aussehen wie Schnecken- schalen? Und noch ungläubiger wird man werden, wenn man erst einmal eine solche Schale aufschneidet und sieht, daß sie gar nicht aus einer einheitlichen Höhlung besteht, sondern in zahlreiche hintereinanderliegende Kämmerchen getrennt ist. Und hält man gar neben einen solchen Durchschnitt einer derartigen Schale den einer solchen eines sogenannten Nautilus, d. i. eines hochentwickeltesten schneckenartigen Tieres, deren wunderbar glänzende Schalen oft zu kunstgewerblichen Prunkstücken verwandt werden — in Abb. 10 sind die beiden Objekte nebeneinander gestellt —, so wird man sich nicht wundern, daß man in früheren Zeiten jene Schalen wirklich für solche derartiger, nur sehr kleiner Schnecken- tiere, hielt. Daß es aber wirklich Urtiere sind, Protozoen, die die zierlichen Gehäuse bewohnen, läßt sich leicht zeigen, wenn man ihren Inhalt untersucht. Zuvor aber wollen wir noch einen Blick auf die Schalen selbst werfen.

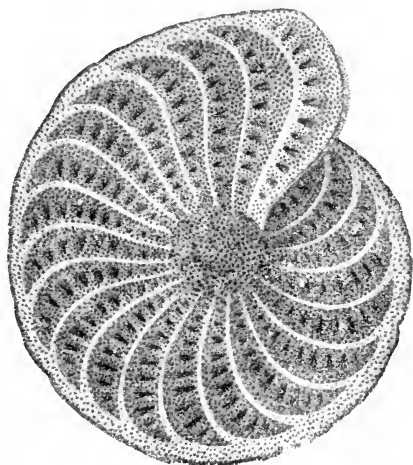


Abb. 11. Ein Kammerling mit Pseudopodien (Polystomella). (Nach W. Schulze.)

Das Material, aus dem die Schalen dieser Tiere bestehen, — sie werden aus gleich zu besprechendem Grund Foraminiferen genannt — ist stets das gleiche, nämlich kohlensaurer Kalk, dasselbe Mineral, aus dem auch der Marmor besteht und das sich in ziemlich geringer Menge im Meerwasser gelöst findet. Dieses Wenige vermögen aber die Tiere so geschickt anzubeuten, daß sie davon zum Teil recht massive Schalen aufbauen können. Es wurde bereits erwähnt, daß sie oft schneckenartig aufgewunden sind und dann im Innern in viele Kammern gegliedert.

Oft stehen aber auch die einzelnen Kämmerchen hintereinander und bilden so stabförmige Schalen, die sich dann aber wieder an einem Ende aufrollen können, so daß eine Hirtenstabform entsteht. Bald sind weiterhin die Kammern flachgedrückt, bald wieder kugelig, bald greifen sie übereinander so über, daß sie sich gegenseitig verdecken. Auch ihre Zahl ist sehr verschieden. Es gibt Formen mit nur einer Kammer, solche mit zweien, dreien, zahlreichen und schließlich solche, bei denen viele Tausende von Kammern in dichten konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Die Oberfläche der Schalen ist sehr mannigfaltig gestaltet. Oft ist sie von feinen Löchern durchbohrt, deren Bedeutung wir gleich kennen lernen werden und denen sie ihren Namen verdanken (foramen, das Loch), oft zeigt sie sehr zierliche Systeme von Leisten und allerhand Skulpturen, oft finden wir sie auch dicht mit langen Stacheln bedeckt.

Beobachtet man eine solche lebende Foraminifere nun unter dem Mikroskop, so sieht man auf der Oberfläche der Schale feine Fäden auftreten, die gerade nach außen stehen, immer mehr werden, und schließlich die Schale wie eine Sonne umgeben, wie Abb. 11 zeigt. Verfolgt man ein einzelnes solches Fädchen genauer, so zeigt sich, daß es nicht still liegt, sondern eine strömende Bewegung zeigt und damit wissen wir, daß wir es mit nichts anderem als Pseudopodien zu tun haben.

Gerade diese Pseudopodien sind besonders geeignet, das Phänomen des Strömens des Protoplasma zu zeigen, wie aus der nachfolgenden klassischen Schilderung Max Schulzes hervorgeht: „Die Foraminiferen strecken zu einer größeren oder zu vielen kleineren Öffnungen ihrer Schale Fäden einer durchsichtigen, körnerreichen Substanz aus, welche einen hohen Grad von Veränderlichkeit ihrer Gestalt und Länge besitzen, es sind die sogenannten Pseudopodien. Dieselben verlaufen divergierend, teilen sich meist unter spitzen Winkeln, verbinden sich untereinander netzförmig. Sie sind in einer fortwährenden Bewegung begriffen und diese äußert sich teils in einer Veränderung der Anordnung in einer Verlängerung, Verkürzung, Teilung, Verschmelzung, Brücken- und Netzbildung, teils in einer inneren Bewegung, welche auch denjenigen Fäden nicht abgeht, welche keine der eben genannten mehr äußerlichen Veränderungen zeigen, also sozusagen in Ruhe sind. Diese innere Bewegung ist die sogenannte Körnchenbewegung. Es ist ein Gleiten, ein Fließen der in der Fadensubstanz eingelagerten Körnchen. Mit größerer oder geringerer Schnelligkeit ziehen sie in dem Faden entweder dem peripherischen Ende desselben zu, oder in der umgekehrten



Richtung, oft sogar selbst an den dünnsten Fäden in beiden Richtungen zugleich. Körnchen, die sich begegnen, ziehen entweder einfach aneinander vorbei oder bewegen sich umeinander, bis nach einer kleinen Pause beide ihre ursprüngliche Richtung fortsetzen oder eines das andre mit sich nimmt. Wie auf einer breiten Straße die Spaziergänger, so wimmeln an einem breiteren Faden die Körnchen durcheinander, wenn auch manchmal stockend und zitternd, doch immer eine bestimmte, der Längsrichtung des Fadens entsprechende Richtung verfolgend. Oft stehen sie mitten in ihrem Laufe still und kehren dann um, die meisten gelangen jedoch bis zum äußersten Ende der Fäden und wechseln hier erst ihre Richtung. Nicht alle Körnchen eines Fadens bewegen sich mit gleicher Schnelligkeit, so daß oft eines das andere überholt, ein schnelleres das langsamere zu größerer Eile treibt oder an dem langsameren in seiner Bewegung stockt. Wo mehrere Fäden zusammenstoßen, sieht man die Körnchen von einem auf den andern übergehen. An solcher Stelle befinden sich oft breitere Platten, welche aus einer stärkeren Anhäufung der Fadensubstanz hervorgegangen sind, und aus welchen dann wie selbständige Fortsätze weitere Fäden sich entwickeln oder in welche bereits bestehende wie eingeschmolzen werden. Viele Körnchen laufen offenbar ganz an der äußersten Oberfläche der Fäden, über welche man sie deutlich hervorragen sieht. Vielleicht haben alle diese oberflächliche Lage. Außer den kleinen Körnchen sieht man oft größere Substanzklümpchen wie spindelförmige Anschwellungen oder seitliche Austreibungen eines Fadens in ähnlicher Bewegung wie die Körnchen. Selbst fremde Körper, welche der Fadensubstanz anhaften und in sie aufgenommen werden, schließen sich dieser Bewegung an.“

Wo aber kommen die Pseudopodien her? Natürlich von dem das Innere der Schale erfüllenden Weichkörper, der durch die oben erwähnten Löcher die Pseudopodien herausstreckt. Und nun können wir auch den Weichkörper untersuchen, indem wir die Schale mit einer Säure zerstören, und finden dann eine entsprechend den Kammern der Schale abgetheilte Protoplasamasse, die den Kern einschließt. Das Protoplasma der einzelnen Kammern steht aber miteinander im Zusammenhang durch seine Fortsätze, die die Kammercheidewände durchbohren, so daß die einheitliche Zellnatur des Ganzen doch gewahrt bleibt.

Wie baut nun ein solches junges Tier seine komplizierte Schale auf? Zunächst scheidet es auch nur eine einfache Schale an seiner Oberfläche aus, wie eines der Süßwasserhizopoden, — auch Monothalamien, d. h.

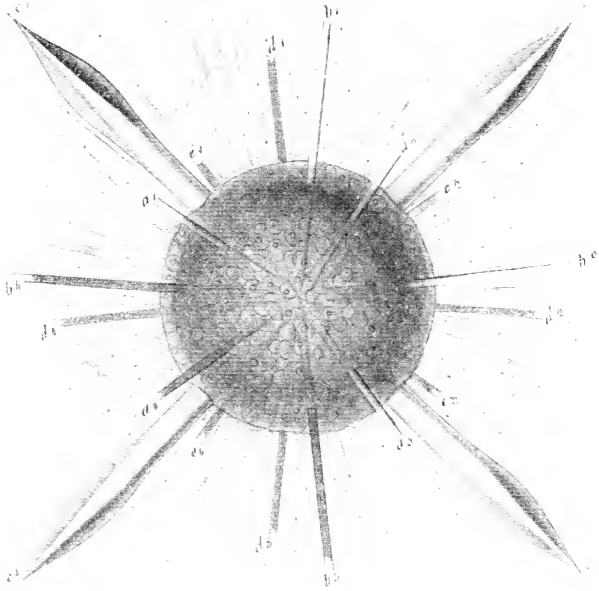


Abb. 12. *Acanthostaurus hastatus*. Eine Radiolarie. (Nach Haeckel.)

einkammerige im Gegensatz zu den Polythalamien oder vielkammerigen genannt —, wenn aber dann der Körper wächst, fließt das Protoplasma aus der Schale hervor und scheidet nun dicht der alten Schale anliegend eine neue aus, die sich als zweite Kammer so der ersten angliedert und so geht der Prozeß immer weiter. Man ersieht daraus, daß durch die Kammerbildung die Zellnatur des Tieres gar nicht beeinflusst wird.

Die Art der Pseudopodienbildung, die durch auf der ganzen Schalenoberfläche zerstreute oder bei anderen Formen auf einen Punkt lokalisierten Poren hervorgestreckt werden, zwingt die Foraminiferen natürlich zu einer anderen Art der Nahrungsaufnahme als wir sie bei den

Amöben kennen gelernt haben. Denn größere Nahrungskörper können hier ja unmöglich durch jene feinen Poren hindurch in das Innere des Körpers gelangen. Die Foraminifere verdaut deshalb sozusagen mit ihren Füßen außerhalb des Körpers. Von den Pseudopodien ergriffene mikroskopische Pflanzen oder Tiere, werden umflossen, indem sich eine Anzahl benachbarter Fäden vereinigen, dann an Ort und Stelle verdaut und dann erst wird die verdautete Nahrung durch die Strömung des Protoplasmas in den eigentlichen Körper geschafft.

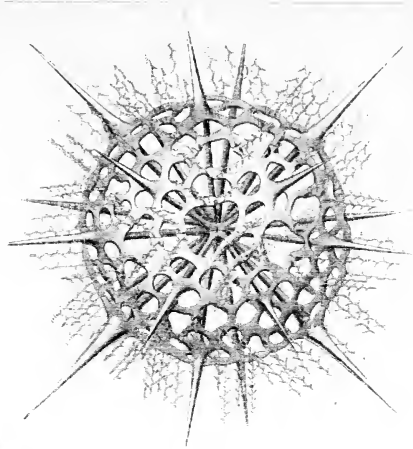


Abb. 13. *Dorataspis polyancistra*. Eine Radiolarie.  
(Nach Gaeddel)

Und noch eines können uns diese Kammerlinge lehren, nämlich die vollständige Unabhängigkeit des Zellbegriffs und damit auch des Urtiers von der absoluten Größe. Wenn die Einheit von Protoplasma und Kern vorhanden ist, müssen wir von einer einzigen Zelle sprechen, ob sie nun mikroskopisch klein oder so groß ist, wie das mehrere Kilogramm schwere Ei gewisser ausgestorbener Riesenvögel. Und so finden wir auch unter den Foraminiferen Formen von mikroskopischer Kleinheit neben solchen, die, wie die die Form einer Münze zeigenden ausgestorbenen Nummuliten (Abb. 9 in der Mitte des rechten Randes) die Größe eines Fünfmarkstückes erreichen.

Es wurde schon gesagt, daß alle Foraminiferen im Meer leben und zwar kriechen hier sehr viele von ihnen im Meeres sand und auf Algen und Tangen umher. Andere aber schwimmen auch frei im Weltmeere oder richtiger gesagt schweben, unterstützt durch die einen großen Reibungswiderstand ergebenden langen Stacheln (Abb. 9 in der Mitte). Von diesen in ungeheurer Menge vorhandenen Formen sterben fortgesetzt unzählige ab, deren Schalen zu Boden sinken und wie ein Sandregen auf den Meeresboden herabrieseln. Was damit geschieht, werden wir später kennen lernen. Es sei nur bemerkt, daß ihre Ansammlung auf dem Meeresboden nur in gewissen Meerestiefen möglich ist. In

Meeren mit über 1000 m Tiefe gelangen die Schalen gar nicht mehr auf den Grund; denn in der Tiefe des Meeres enthält das Wasser infolge des dort herrschenden höheren Drucks eine größere Menge von Kohlensäure gelöst als in oberflächlicheren Schichten, und diese stärkere Kohlensäure zerstört dann den Kalk der Schalen, so daß sie schon unterwegs vollständig zugrunde gehen.

Bieten schon diese Kammerlinge eine außerordentliche Formenmannigfaltigkeit dar, und zeigen sie in ihren zierlichen Schalen bereits einen ungewöhnlichen Grad von Schönheit und Harmonie der Form, so sind sie doch noch gewissermaßen stiefmütterlich bedacht gegenüber einer andern Gruppe von Wurzelfühlern, welche ebenfalls ausschließlich dem Meere angehören, den Strahligen oder Radiolarien. Auch sie bevölkern in mehreren Tausenden von Arten die Fluten des Meeres und zeigen sich dabei in einer solchen Vielgestaltigkeit und bald phantastischen, bald streng geometrischen Zierlichkeit der Formen, daß sie seit der Zeit Joh. Müllers das Entzücken jedes Naturforschers bilden und einen schönheitsdurstigen Forscher wie Häckel jahrzehntelang ausschließlich fesseln konnten. Diese Strahlige bauen sich ebenfalls zum großen Teil ein Gehäuse, ein festes Skelett, und dieses ist es, welches ihnen die zierliche Form verleiht. Wollen wir den Weichkörper der Tiere in seinem Aufbau studieren, so benutzen wir dazu am besten eine von den Formen, die nackt geblieben sind, die kein Skelett bauen. Zunächst erkennen wir wieder, daß er nur eine einzige Zelle ist, ein Protoplasma-leib, von dem Scheinfüßchen, Pseudopodien nach allen Seiten ausstrahlen und der im Innern den Kern birgt. Das was uns aber diese Gruppe von Protozoen sofort von allen bisher besprochenen unterscheiden läßt, ist, daß durch Ausbildung einer festen Haut sich der innere, den Kern enthaltende Teil des Protoplasmas von dem äußeren, die Pseudopodien aussendenden abgekapselt hat, durch eine Kapselmembran, die wir als Zentralkapsel bezeichnen. Diese Zentralkapsel ist an ganz bestimmten Stellen von feinen Löchern durchbohrt, die bei manchen Formen auf zierlichen schornsteinartigen Erhebungen der Membran sitzen können, und durch diese steht das Protoplasma im Innern der Kapsel mit dem außer ihm gelegenen in Verbindung.

Die große Mehrzahl der Radiolarien besitzt nun, wie gesagt, das charakteristische Skelett, das aber im Gegensatz zu dem der Foraminiferen meist aus Kieselsäure besteht, also jener Substanz, die einen Hauptbestandteil des Glases bildet. Die hierzu nötige Kieselsäure nehmen sie

aus dem Meerwasser. Wie dies vor sich geht, ist den Zoologen allerdings noch recht schleierhaft.

Im Meerwasser findet sich nämlich nur eine unglaublich kleine Menge von Kieselsäure vor und dennoch sind die Tiere imstande, aus ihr so große Skelette aufzubauen.

Im einfachsten Fall sind die Skelette ganz unregelmäßig zusammengesetzt aus regellos im Tier verstreuten Fäden und Nadeln. Meistens aber ordnen diese sich zu einem einheitlichen Skelett von sehr charakteristischer äußerer Form an, indem die Nadeln alle im Zentrum des Körpers zusammenstoßen, hier fest miteinander verschränkt sind und in

gesetzmäßig bestimmten Winkeln ausstrahlen. Dabei können die Nadeln einfach rund sein oder kantig oder schwertförmig, sie können in verschiedenartig geformten Spitzen und Zinken endigen, und können von verschiedener Länge sein. So kommt eine Fülle von Formen zustande, von denen nur zwei in Abb. 12 u. 13 wiedergegeben sind.

Weiterhin können sich nun diese Strahlen untereinander durch feine Nadelchen verbinden, die miteinander zu einem zierlichen Gitter verschmelzen. Bei anderen Formen ist wieder der ganze Körper in eine Gitterkugel eingeschlossen, die von besonderen Stäben gestützt sein kann, ja es können mehrere Gitterkugeln ineinander eingeschachtelt sein, so daß sie an die kunstvollen Elfenbeinschnitzereien erinnern, die von den Chinesen angefertigt werden (Abb. 14). Da gibt es noch helmartige Formen und durchlöchernte Scheiben und Platten und viele andere, deren Beschreibung Bände füllen würde. Die Abb. 15 u. 16 geben davon

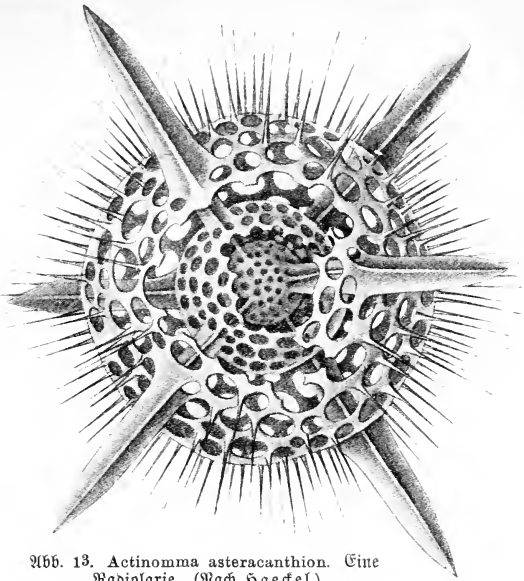


Abb. 13. *Actinomma asteracanthion*. Eine Radiolarie. (Nach Gaedel.)

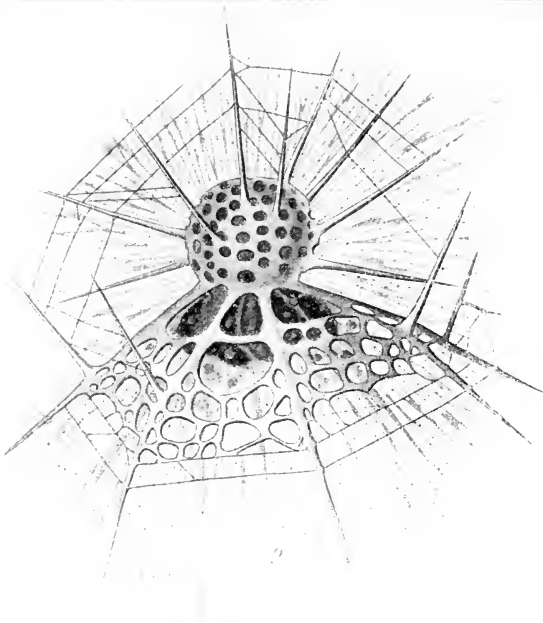


Abb. 15. *Arachnocorys circumtexta*. Eine Radiolarie.  
(Nach Haeckel.)

ja nur einen schwachen Begriff, man muß die großen Atlanten der Haekelschen Monographien dieser Gruppen schon zur Hand nehmen, um einen richtigen Eindruck von dem allem zu bekommen.

Wie viele Foraminiferen, so schweben auch die Radiolarien frei in den Fluten des Meeres. Es ist dies gar nicht so selbstverständlich, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte, denn

Kieselsäure, die das Skelett der Radiolarien bildet, ist ja viel schwerer als Wasser, müßte also eigentlich unter sinken. Zu einem Problem, das eine Erklärung verlangt, wird aber diese Tatsache, wenn wir erfahren, daß sie sogar die Fähigkeit haben, im Meere zur Oberfläche heraufzusteigen und wieder in die Tiefe hinabzusinken, ohne daß sie etwa rudern und sich aktiv bewegen könnten, eine Fähigkeit, die nur bei einigen Formen ausgebildet ist, die mit ihren breiten ruderartigen Kieselnadeln durch die Aktion besonderer feiner Muskelchen zu schlagen vermögen.

Das Schweben und das langsame Untersinken erklärt sich ja wohl zum Teil durch die vielen Nadeln und Zinken, die insgesamt eine große Oberfläche und damit eine große Reibung bedingen. Für das Aufsteigen genügt aber dieser Faktor nicht. Hierfür spielt eine Rolle einmal die Fähigkeit der Tiere, Öltröpfchen im Innern der Zentralkapsel

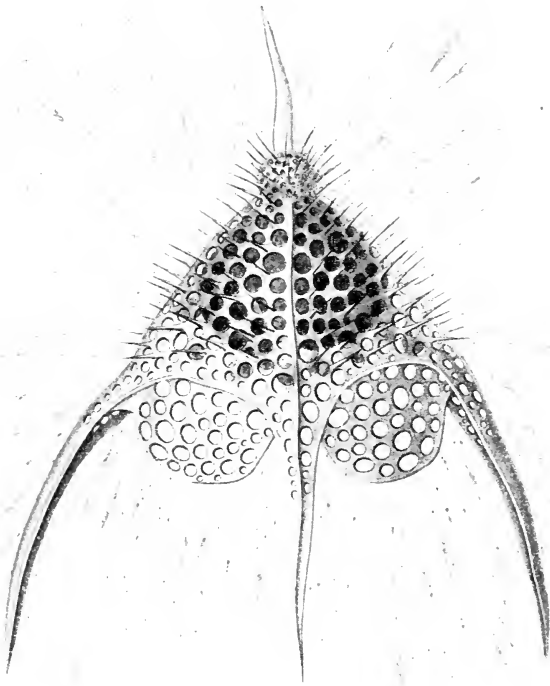


Abb. 16. Dictyodinium trilobum. Eine Radiolarie. (Nach Haeckel.)

abzusehern. Diese haben bekanntlich ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser — Öl schwimmt ja auf Wasser oben auf — und machen so den Körper spezifisch, d. h. im Verhältnis zur gleichbleibenden Masse, leichter. Vor dem Nieder sinken müssen dann diese Tropfen natürlich erst aufgesaugt werden. Eine noch größere Rolle scheint aber ein anderer Faktor zu spielen. Es scheint nämlich, daß die Radiolarien im-

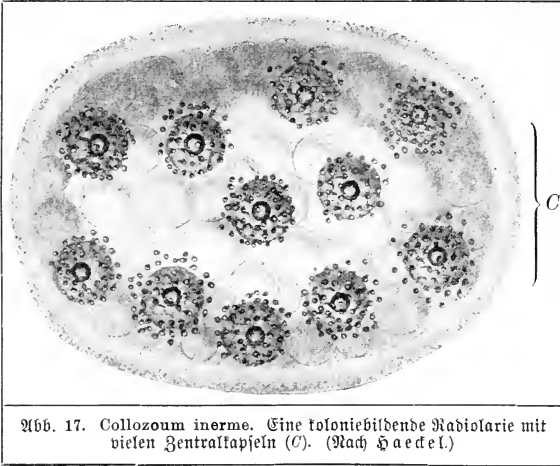


Abb. 17. Collozoum inerme. Eine koloniebildende Radiolarie mit vielen Zentralkapseln (C). (Nach Haedel.)

stande sind, aus dem sie umgebenden Meerwasser das reine Wasser herauszuziehen. Das Meerwasser ist ja sehr salzreich. Nun ziehen sich die Strahllinge aus dem Salzwasser, das schwerer als das gewöhnliche

Wasser ist, das reine Wasser heraus, ebenso wie dies der Chemiker herauszuziehen vermag, wenn er das Salzwasser destilliert; jetzt sind die Tiere, wenn ihr Körper mit leichterem Wasser als das Meerwasser durchtränkt ist — das Protoplasma ist ja sehr wasserreich — auch leichter als letzteres, und steigen so zur Oberfläche empor.

In einem anderen Punkt noch sind die Radiolarien geeignet, uns einen Einblick in gewisse Verhältnisse zu geben, die im Tierreich öfters wiederkehren. Wenn wir einen solchen Strahlling unter dem Mikroskop untersuchen, finden wir sehr oft, daß um die Zentralkapsel herum eigentümliche gelbe oder grüne Kügelchen liegen.

Man nannte sie früher einfach „gelbe Körper“ und glaubte, daß sie irgendwelche Bestandteile oder Organe des Tieres darstellen. Bei näherer Untersuchung hat sich indessen gezeigt, daß diese gelben Körper gar keine Bestandteile des Radiolaras, sondern Lebewesen für sich sind, mikroskopisch kleine Algen, also pflanzliche Organismen, die im Innern der Radiolarie sich aufhalten. Diese kleinen Algenzellen können wir aber durchaus nicht etwa als Schmarotzer bezeichnen, denn sie schaden dem Radiolar gar nicht. Sie haben vielmehr eine Art Schutz- und Trutzbündnis geschlossen. Das Radiolar bekommt Dinge, die es notwendig braucht von diesem Gesellschafter, der sich wie eine Pflanze ernährt, d. h. wie wir später sehen werden, imstande ist, anorganische Nahrung



zu verwerten, die dem Tier unzugänglich ist. Umgekehrt erhält die kleine Pflanzenzelle Schutz und Wohnung und wohl auch manche Abfälle von seiner Nahrung. Man bezeichnet diese Erscheinung mit dem griechischen Wort Symbiose oder Lebensgemeinschaft, eine Erscheinung, die in der Natur außerordentlich weit verbreitet ist. Ein Beispiel ist ja ziemlich allgemein bekannt; es ist dies der Einsiedlerkrebs, ein kleiner Krebs, der sich leere Schneckengehäuse nimmt, und in diese sich mit seinem weichen Hinterleib hineinsetzt. Auf das Gehäuse setzt er sich nun eine kleine Seerose hinauf, ein nieder organisiertes Tier, welches aber die Fähigkeit hat, sich sehr energisch zu verteidigen. Es besitzt als Verteidigungswaffe nämlich kleine spitze Speere, die sogenannten Nesseläden. Es sind das feine, hohle Fäden, die in einer Kapsel aufgerollt sind und aus dieser auf einen Reiz hin kräftig ausgeschleudert werden, und in den getroffenen Feind den ätzenden Inhalt der Kapsel ergießen. Dadurch, daß diese Seerose nun die herannahenden Feinde mit diesen ihren Speeren bewirft, ist auch der Krebs vor deren Angriffen geschützt. Umgekehrt ernährt der Einsiedlerkrebs seinen Beschützer wieder von den Resten seiner Nahrung.

Und noch für eine andere und weit verbreitete Erscheinungsform des tierischen Lebens bieten uns die Radiolarien ein Beispiel, nämlich für den Vorgang der Koloniebildung. Bei einer bestimmten Gruppe von Radiolarien pflegen sich die Zentralkapseln mit dem Kern zu teilen, ohne daß der außerhalb der Kapsel gelegene Weichkörper die Teilung mitmacht; aus einer werden zwei, diese teilen sich in vier, acht usw. und schließlich haben wir einen gemeinsamen Körper, in dem sich eine Menge von Zentralkapseln finden (Abb. 17). Dadurch ist nun nicht etwa aus einem einzelligen Tier ein vielzelliges geworden, sondern nur eine Protozoenkolonie. Die einzelnen Teile der Kolonie haben den größten Teil ihrer Selbständigkeit behalten, wie sich bei der Fortpflanzung zeigt, die in jeder Zentralkapsel in der für Radiolarien typischen Weise vor sich geht. Nur die Funktionen, die dem außerhalb der Zentralkapsel gelegenen Teil des Protoplasma zukommen, sind gemeinsam geworden für alle zur Kolonie vereinigten Individuen. Es können sich auf diese Weise Kolonien der mikroskopischen Tiere von über 1 cm Größe entwickeln.

Schließlich müssen wir noch einen Blick darauf werfen, wie sich diese zierlichen Bewohner des Meeres fortpflanzen. Bisher haben wir nur eine Art von Fortpflanzung bei Protozoen näher kennen gelernt, die

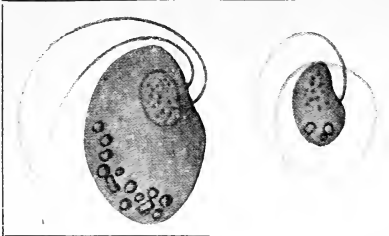


Abb. 18. Weiblicher und männlicher Kristallschwärmer einer Radiolarie. (Nach Lang.)

der Amöben, die einfache Zweiteilung, die immer weiter fortschreitet und zu einer großen Anzahl von Tieren führt. Hier bei den Strahligen tritt uns eine neue Art der Fortpflanzung entgegen, die in ähnlicher Weise auch, wie nachträglich bemerkt sei, den Foraminiferen wie auch gewissen Amöben zukommt und die unser größtes Interesse be-

ansprechen muß. Zu gewissen Zeiten können wir sehen, daß der Kern dieser Tiere, der im Innern der Zentralkapsel liegt, anfängt, in kleine Stückchen zu zerfallen. Zuerst sondert sich seine Masse in kleine Bezirke, diese ballen sich zu Klümpchen zusammen, die sich voneinander sondern, und statt des einheitlichen Kernes enthält die Zentralkapsel zahlreiche Klümpchen von Kernsubstanz, die wir jetzt als ebensoviele kleine Kerne ansprechen können. Diese umgeben sich mit ein wenig Protoplasma und werden zu kleinen Gebilden, die von jetzt ab eine Selbständigkeit verraten, zu Schwärmern. Ihr Aussehen ist aus Abb. 18 zu ersehen, ein längsovaler Körper, der den Kern enthält und an seinem Ende zwei zarte Fäden trägt. Im Plasmaleib findet sich oft ein zierlicher Kristall eingelagert, weshalb man auch von Kristallschwärmern spricht. Die beiden zarten Fäden, die sogenannten Geißeln, beginnen jetzt in peitschender Bewegung hin und her zu schlagen, die kleinen Schwärmer drehen sich, sprengen den Rest ihres Muttertieres, der abstirbt, und schwärmen aus. Die Schwärmer sind aber nicht alle von gleichem Aussehen, es gibt vielmehr größere und kleinere. Haben wir diese in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskop, so können wir beobachten, wie die kleineren auf die größeren zuschwimmen und sich dann beide aneinander legen. Und darauf verschmilzt der Protoplasmaleib des einen Schwärmers mit dem des andern, der eine Kern wandert auf den andern zu und beide vereinigen sich ebenfalls, aus den beiden Schwärmern ist ein einziger Körper mit einem einzigen Kern geworden. Jetzt rundet sich jener ab und wandelt sich allmählich wieder in eine Radiolarie vom Bau des Muttertieres um.

Was stellt dieser merkwürdige Vorgang der in Wirklichkeit noch viel verwickelter verläuft, als wir ihn im Interesse der Verständlichkeit hier wiedergeben mußten, dar? Nichts anderes als eine mit einer

starken Vermehrung Hand in Hand gehende Befruchtung, die sich in nichts Wesentlichem von der Befruchtung unterscheidet, wie sie bei höheren Tieren fast allgemein vorkommt, und wie sie auch im Pflanzenreich von größter Bedeutung ist. Wie dort das Wesen des Befruchtungsvorgangs das ist, daß zwei Zellen, eine größere weibliche, das Ei, und eine kleinere männliche, die Samenzelle, sich so miteinander vereinigen, daß die beiden Kerne verschmelzen, so ist es auch hier auf der niedersten Stufe des Tierreichs nicht anders. Auch hier können wir einen weiblichen großen und einen männlichen kleinen Schwärmer unterscheiden, und der Unterschied gegenüber höheren Tieren besteht nur darin, daß dort die weibliche Geschlechtszelle, das Ei, unbeweglich ist, und nur die Samenzelle meist sich zu bewegen vermag. Natürlich bleibt der wesentliche Unterschied bestehen, daß sich das einzellige Tier ganz in seine Fortpflanzungszelle oder -zellen umbildet und die befruchtete weibliche Zelle sich direkt wieder in das fertige Tier umwandelt, während bei den vielzelligen Tieren die Geschlechtszellen nur bestimmte Zellen des Körpers sind, und das befruchtete Ei erst durch einen komplizierten Teilungs- und Differenzierungsprozeß das neue Tier liefern muß.

Es ist jedenfalls merkwürdig, daß man schon hier auf der niedersten Stufe tierischen Lebens einen so komplizierten Vorgang antrifft, wie ihn der Befruchtungsprozeß darstellt. Und wenn noch hinzugefügt wird, daß man jetzt einen solchen sogar bei allen Gruppen von Protozoen aufgedeckt hat, so erhellt daraus die grundlegende Bedeutung, die er für den gesamten Lebensprozeß haben muß. Und so werden wir ihm in unseren weiteren Erörterungen zwar in anderer Form, aber im Prinzip immer gleich, noch mehrmals begegnen; so auch bei einer kleinen aber interessanten Gruppe von Protozoen, die wir jetzt noch im Anschluß an die Radiolarien betrachten wollen.

Wenn wir Wasser aus unseren Teichen und Tümpeln untersuchen, so finden wir oft zarte Tierchen, die wie eine Flocke durch das Wasser schweben und auf den ersten Blick wie Radiolarien erscheinen. Auch bei ihnen gehen von einem kugelförmigen Körper nach allen Seiten Strahlen aus, so daß eine Form entsteht, der die Tierchen ihren Namen Sonnentierchen oder Heliozoen verdanken (Abb. 19). Eine nähere Untersuchung zeigt jedoch bald, daß sie mit den Radiolarien nichts zu tun haben, daß sie unter den Rhizopoden eine Tiergruppe für sich darstellen. Der Unterschied ist vor allem der, daß die Zentralkapsel fehlt. Dafür können wir meist an dem Protoplasma, das gewöhnlich eine grobbläsige Be-

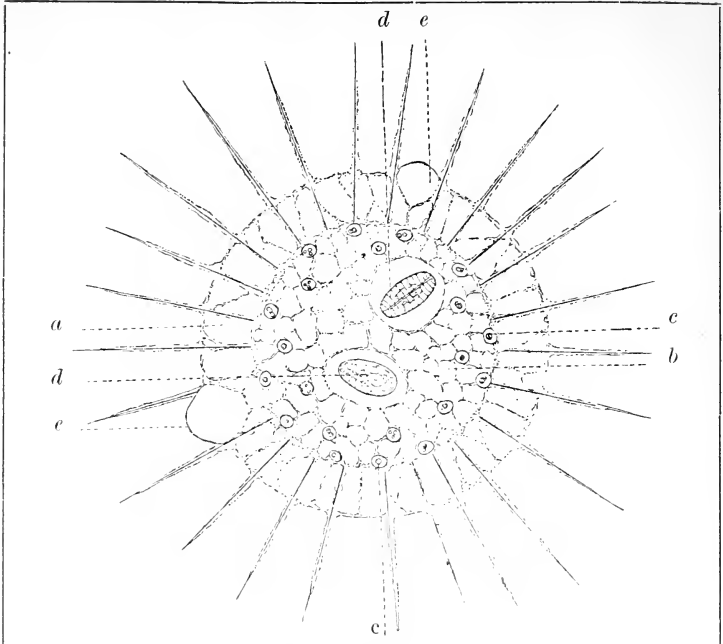


Abb. 19. Actinosphaerium Eichhorni. Ein Sonnentierchen (nach Hertwig).  
*a* äußere, *b* innere Plasmazone, *c* Kern, *d* Nahrungskörper, *e* pulsierendes Bläschen.

schaffenheit hat, eine größere Außenplasmazone von einer feinen Innenzone unterscheiden. In letzterer finden sich der oder die Kerne. Es gibt nämlich unter den Sonnentierchen Formen — gerade das bekannteste, das in Abb. 19 abgebildete Actinosphaerium gehört dazu — die statt eines Zellkerns deren viele besitzen, also vielkernige Zellen darstellen. Als echte Rhizopoden erweisen sich die Heliozoen wieder durch den Besitz der Pseudopodien. Bei ihrer Betrachtung fällt sogleich auf, daß sie wie feste Fäden aus dem Protoplasma hervorstarren. Die Ursache erkennt man, wenn man sie mit sehr starken Vergrößerungen untersucht und nun bemerkt, daß jedes Scheinfüßchen in seinem Innern einen festen Achsenfaden abgesondert hat, der bis an die Grenze von Außen- und Innenzone in das Protoplasma sich erstreckt. Dieser starren Stütze entlang fließt das Protoplasma der Pseudopodien und hält vorbei-

schwimmende  
Nahrungs-  
tiere fest.

Unden viel-  
kernigen Akti-  
nosphären  
können wir  
durch einen  
einfachen klei-  
nen Versuch  
eine elemen-  
tare Eigen-  
schaft der le-  
benden Sub-  
stanz feststel-  
len, ihre Re-  
generationss-  
fähigkeit. Zer-  
schneiden wir  
ein solches  
Tier mit  
einem scharfen  
Messer in

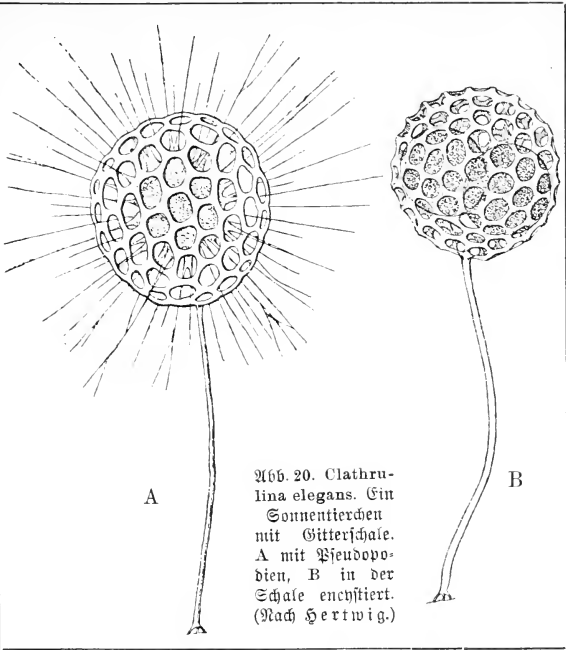


Abb. 20. Clathru-  
lina elegans. Ein  
Sonnetierchen  
mit Gitterschale.  
A mit Pseudopo-  
dien, B in der  
Schale enthiert.  
(Nach Hertwig.)

viele Teile, so werden wir in kurzer Zeit ebensoviele kleine Aktino-  
sphären vorfinden, als Bruchstücke da waren. Jedes Stück hat sich,  
sofern es nur einen Kern wenigstens enthielt, wieder abgerundet und  
die Wunde so verschlossen. Die lebendige Substanz erwies sich also als  
teilbar, von einer Individualität kann hier noch keine Rede sein. Da-  
her gelingt auch der entgegengesetzte Versuch: zwei Tiere, die nahe an-  
einander gepreßt werden, vereinigen sich einfach durch Zusammenfließen  
zu einem größeren.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß auch viele Heliozoen eine Art  
Skelett aus Kieselnadeln zu bilden vermögen. In unsern Gewässern  
sogar findet man bisweilen an Wasserpflanzen festsetzend ein winzig  
kleines Heliozoon, Clathrulina elegans, das seinen zarten Leib durch  
eine äußerst zierliche, auf einem Stiel aufliegende Gitterkugel schützt  
(Abb. 20).

Auch bei den Heliozoen nimmt unser Interesse hauptsächlich die Fort-

pflanzung in Anspruch, da neben der gewöhnlichen Vermehrung durch einfache Zweiteilung auch hier merkwürdige geschlechtliche Prozesse auftreten. Sie werden dadurch eingeleitet, daß ein solches Sonnen-tierchen — das Actinosphaerium diene als Beispiel — seine Pseudopodien einzieht, und eine feste Hülle, eine Zyste abscheidet, sich encystiert, in ähnlicher Weise wie wir das von den Amöben kennen gelernt hatten, die unter ungünstige Lebensbedingungen kamen. Während wir dort eine Dauerzyste vor uns hatten, müssen wir hier von einer Vermehrungszyste sprechen. Die vielen Kerne, die das Actinosphaerium besitzt, werden nun zum größten Teil aufgelöst und es bleiben nur eine geringe Anzahl übrig, um die sich der Weichkörper in eine entsprechende Anzahl von Teilstücken sondert. Diese umgeben sich jedes wieder mit einer Zystenhülle, so daß jetzt in einer großen, gemeinsamen Zyste oder Primärzyste eine Anzahl kleiner Zysten oder Sekundärzysten liegen. Die weiteren Vorgänge spielen sich jetzt in jeder Sekundärzyste in gleicher Weise ab. Es teilt sich nämlich in ihrem Innern der Kern und auch das Plasma, so daß sie zwei Teilindividuen enthalten.

Und jetzt beobachten wir den merkwürdigen Vorgang, daß jeder von diesen Kernen erst eine Kleinigkeit von seiner Substanz austößt, die zugrunde geht, sich gewissermaßen reinigt, und dann verschmelzen diese beiden Zellen, die sich vorher auseinandergeteilt hatten, wieder miteinander so, daß der Inhalt der Sekundärzyste wieder einkernig ist, genau aussieht wie er vorher ausgesehen hat. Aus jeder Sekundärzyste schlüpft dann ein junges, einkerniges Actinosphaerium aus, das seine Pseudopodien ausstreckt und durch viele Teilungen des Kernes in den mehrkernigen Zustand übergeht.

Was aber bedeutet dieser absonderliche Vorgang? Die Teilung des einkernig gewordenen Tieres und die Wiederverschmelzung der beiden Teilstücke ist nichts anderes als ein Befruchtungsvorgang. Denn vergleichen wir ihn mit der Befruchtung, die wir bei den Schwärmern der Radiolarien kennen gelernt haben, so sehen wir sofort, daß prinzipiell sich das gleiche ereignet, nämlich, daß zwei Zellen mitsamt ihren Kernen verschmelzen. Das aber ist das Wesen der Befruchtung. Gegenüber andern sonst in der Natur vorkommenden Befruchtungsvorgängen finden wir hier nur den überaus merkwürdigen Vorgang, daß eine und dieselbe Zelle sich in die durch nichts sich unterscheidende männliche und weibliche Geschlechtszelle teilt, und daß das Tier sich sozu-

sagen selbst befruchtet. Es ist dies auf den ersten Blick ein ganz unverständlicher Vorgang, der erst verständlich wird, wenn man die allgemeinen Befruchtungsgesetze kennen lernt.<sup>1)</sup>

## Fünftes Kapitel.

### Bau und Leben der Flagellaten und Infusorien.

Die im vorigen Kapitel besprochenen Tiere hatten trotz ihrer großen Formmannigfaltigkeit das Gemeinsame, daß ihnen zur Bewegung und zum Ergreifen der Nahrung Fortsätze des Protoplasmaleibs, die Pseudopodien, dienten. Es begegnete uns aber bereits bei der Fortpflanzung der Radiolarien eine neue Art von Bewegung, die Bewegung durch peitschende fadenförmige Anhänge, die Geißeln. Und diese Bewegungsform ist für eine ganze große Gruppe von Protozoen charakteristisch, für die danach benannten Geißeltierchen oder Flagellaten (flagellum, die Geißel). An dem verschiedenartig gestalteten einfachen Körper sitzen an einem oder beiden Enden eine oder mehrere Geißeln, wie Abb. 21 A, B, C, D zeigt. Das sonst gleichmäßig gebaute Protoplasma, das den Kern einschließt, ist bisweilen am Ursprung der Geißeln zu einer Grube eingesenkt, die wir als eine Art von Mund ansprechen können; außer einer pulsierenden Vakuole, wie wir sie schon von den Amöben her kennen, findet sich bei vielen Formen keinerlei Differenzierung des Körpers. Die Fortpflanzung besteht gewöhnlich in einer einfachen Längsteilung (Abb. 21 E).

Nicht alle Flagellaten sind aber so einfach gebaut. Da gibt es zum Beispiel solche, deren Protoplasmaleib sich an einem Ende zu einem zierlichen, durchsichtigen Kragen erhebt, in dessen Mitte die Geißel entspringt. (Abb. 22 A). Solche Formen setzen sich öfters in größerer Zahl zusammen, d. h. die aus einer Teilung hervorgegangenen Tochtertiere lösen sich nicht voneinander los, sondern bleiben verbunden, so daß schließlich ganze verzweigte Stöckchen entstehen. Viele solche Kolonien geben dann die freie Ortsbewegung auf, setzen sich auf einer Unterlage fest und benutzen die Geißeln nur noch, um sich die Nahrung herbeizustrudeln. Indem die Einzeltiere der Kolonie auf ihrer Oberfläche noch feine durchsichtige Gehäuse abcheiden, in denen sie wie in einem Becher

1) Näheres darüber findet man in Teichmanns Schrift Der Befruchtungsvorgang (MuG. Bd. 70).

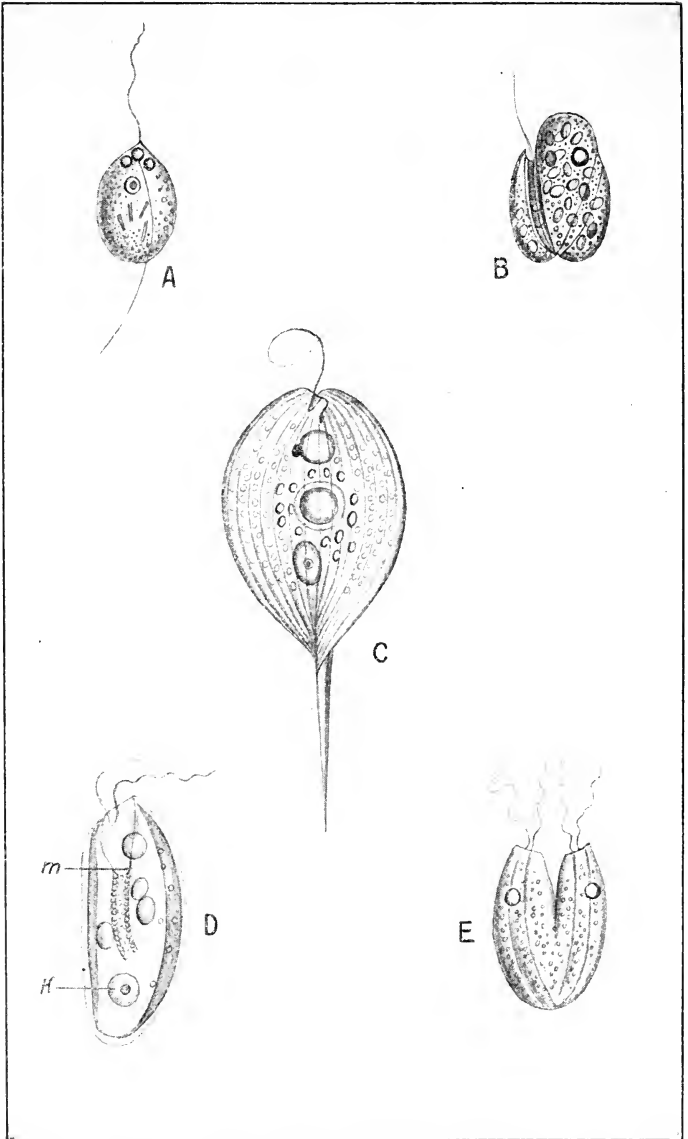


Abb. 21. Verschiedene Formen von Flagellaten. *m* Mund, *k* Kern. (Nach Stein.)



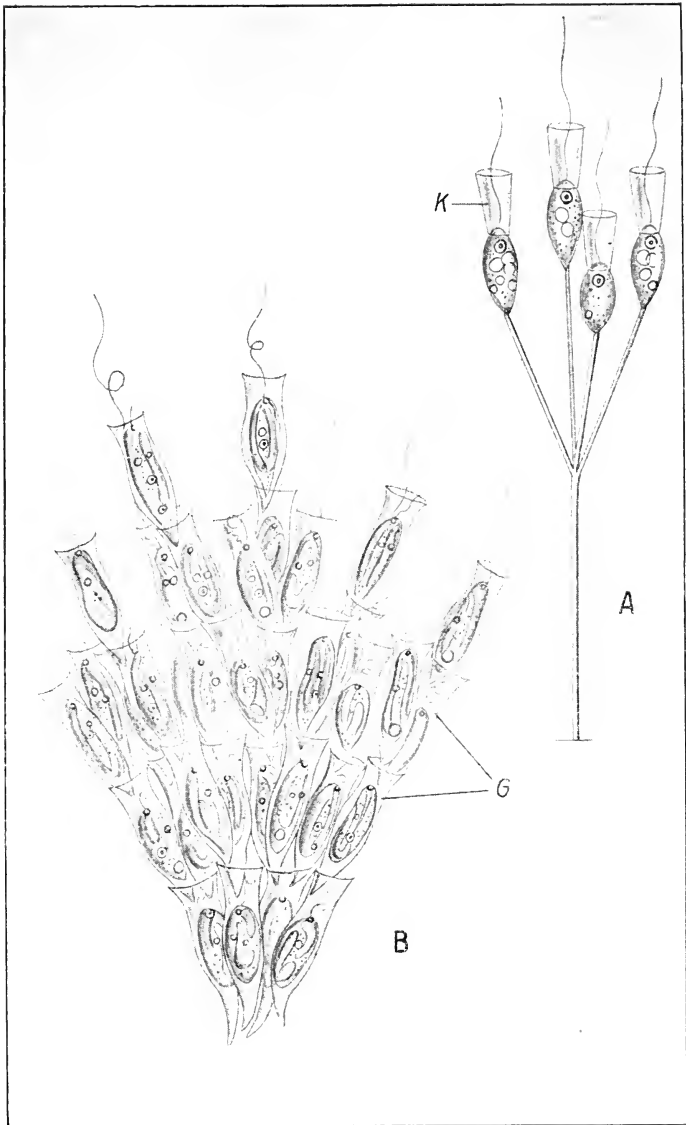


Abb. 22. A Stöckchen fragentragender, B Stöckchen gehäusebesitzender Flagellaten.  
*K* Kragen, *G* Gehäuse. (Nach Stein.)

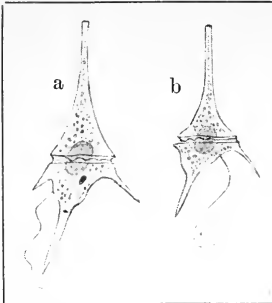


Abb. 23. *Ceratium*, ein Geißelhütchen des Süßwassers, mit Kern und Geißel, von zwei Seiten gesehen.

fügen, kommen oft äußerst zierliche Gebilde zustande.

Der ästhetischen Betrachtung bietet ein noch viel reicheres Feld eine Gruppe von Flagellaten, die sich in einigen Formen in unsren Seen finden (Abb. 23), in besonders reichem Maße aber im Meer entfaltet sind, wo sie vielfach in ihren bizarren Formen mit der Schönheit der Radiolarien wetteifern können. Auch hier beruht wieder die reiche Formgestaltung auf der Anwesenheit eines Gehäuses, das den zarten Körper einschließt. Der aus zierlichen Platten und Plättchen zusammengesetzte Panzer hat oft

die Form eines Helmes, weshalb man die ganze Gruppe auch Geißelhütchen genannt hat. Die eine ihrer Geißeln läuft meist in einer kreisförmigen Rinne der Schale um den Körper herum (Abb. 24). Es ist besonders bemerkenswert, daß diese zierlichen Panzer aus Zellulose bestehen, also der gleichen Substanz, die die kästchenartige Umhüllung aller Pflanzenzellen liefert.

Die Flagellaten haben eine ungeheure Verbreitung. Man findet sie in jedem Teich und See wie im Meere vor. Sie treten da oft in so ungeheurer Menge auf, daß man sie trotz ihrer mikroskopischen Kleinheit — und die Geißeltierchen gehören zu den kleinen Protozoen — greifen kann. Ein jeder hat schon beim Vorbeigehen an Dorfteichen beobachtet, daß sie mit einer dicken grünen Haut überzogen waren. Wenn man sie mit dem Stock herausfischt, so bleibt sie an ihm hängen wie weiche Gallerte. Unterm Mikroskop kann man nun feststellen, daß die ganze Masse aus nichts anderm besteht als einer unendlichen Menge, Milliarden von Geißeltierchen, von denen jedes einzelne grün gefärbt ist. Sie vermögen durch rapide Fortpflanzung plötzlich in ungeheurer Menge aufzutreten, so daß ein Teich, der an einem Tage noch ganz klar und hell ist, am andern vollständig von ihnen bedeckt ist. Man sagt dann: Der See blüht. (Die Wasserblüte kann aber auch von andern pflanzlichen Organismen herrühren.)

Bisweilen sind diese Tierchen aber auch rot und geben bei plötzlichem massenhaften Auftreten Anlaß zur Sage vom Blutregen. Auch im Meer treten bisweilen gewisse Flagellaten in ungeheurer Menge auf und

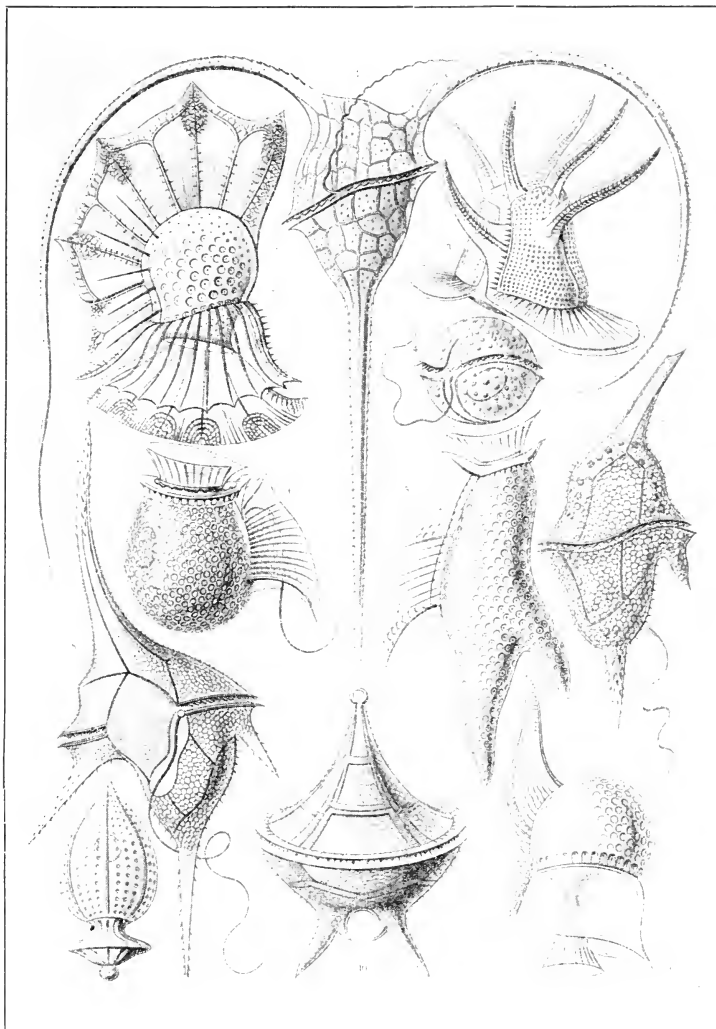


Abb. 24. Verschiedene gepanzerte Geißeltierchen (Geißelhütchen).  
 (Aus Haeckels Kunstformen der Natur. Meist nach Stein.)

rufen dadurch eine sichtbare Erscheinung hervor. Es handelt sich um ein stecknadelkopfgroßes, blasiges Tier, das außer seiner zarten Geißel noch eine solche besitzt, die zu einem dicken Tentakel umgewandelt ist. Diese Noctiluca, wie der wissenschaftliche Name des Tieres lautet, hat die merkwürdige Fähigkeit, im Dunkeln zu leuchten; ihre Oberfläche ist dann dicht mit in bläulichem Lichte erstrahlenden Pünktchen besetzt. Treten diese Tierchen in großen Schwärmen auf, so erzeugen sie die schönste Form des Meerleuchtens (es gibt noch andere Tiere, die das gleiche Phänomen veranlassen können), bei dem das Wasser, das von eintauchenden Rudern aufgespritzt wird, wie flüssiges Gold erscheint. Leider ist die Ursache des Leuchtens bisher noch nicht aufgeklärt worden.

Man wird sich vielleicht wundern, daß viele von diesen Tieren grün sind. Grün sind ja sonst im allgemeinen nur die Pflanzen, für die die grüne Farbe eine außerordentliche Bedeutung hat. Der grüne Farbstoff ist gebunden an kleine Teilchen der Pflanzenzelle, kleine Scheibchen, die als Chlorophyllkörner bezeichnet werden, die mit dem grünen Farbstoff, dem Chlorophyll, beladen sind, und gerade dieser grüne Farbstoff ist es, der für die charakteristische Ernährung der Pflanze entscheidend ist. Die große Mehrzahl der Pflanzen ernährt sich ja auf eine ganz andre Weise als die Tiere. Die Pflanze ist gerade durch die Vermittlung des Chlorophylls imstande, direkt aus der Luft Kohlenäure aufzunehmen und sie für die Zwecke des Körpers umzubilden, zu assimilieren. Im Verein mit andren Bestandteilen der unbelebten Welt, den Salzen des Bodens, die sie mit den Wurzeln aufnimmt und dem Wasser wird die eingeatmete Kohlenäure benützt, die Bestandteile des pflanzlichen Körpers, also vor allem Stärke und Eiweißkörper aufzubauen. Die grüne Pflanze hat also die Fähigkeit, anorganisches Material zu assimilieren. Das Tier kann das, wenigstens in der Regel, nicht; es kann nur von vorgebildetem Fleisch gewissermaßen seinen Körper aufbauen, es vermag nur die ihm fertig gelieferten organischen Körper, wie Stärke, Fett, Eiweiß, sich nutzbar zu machen. In letzter Linie ist so jede tierische Ernährung auf die Pflanzen zurückzuführen, die durch ihre Art, zu assimilieren, den Vermittler zwischen der unbelebten Welt und der tierischen Leibesubstanz darstellen. Ohne Pflanzenreich kein Tierreich! Nun aber sehen wir hier Tierchen, die grün gefärbt sind und deren grüne Farbe, wie wir jetzt hinzufügen können, auf der Anwesenheit echten Chlorophylls beruht. (Das Chlorophyll kann bei den Flagellaten ebenso wie bei gewissen niederen Pflan-

zen durch blaue, rote oder braune Farbstoffe vertreten sein). Und dementsprechend ernähren sich auch diese Flagellaten wie Pflanzen, assimilieren anorganisches Material.

Sollte man dann aber nicht richtiger von Geißelpflänzchen statt von Geißeltierchen reden? Denn die Art der Ernährung bietet einen der fundamentalsten Unterschiede zwischen Tier- und Pflanzenreich. Aber, müssen wir sagen, die Geißelbewegung ist doch eine tierische Bewegungsart; ferner gibt es Flagellaten, die eine Art einfachen Auges an ihrem Körper besitzen, also ein zweifellos tierisches Sinneswerkzeug, und dann gibt es ja viele echte Flagellaten, die nicht grün sind, sondern durch die erwähnte mundartige Einsenkung wie Tiere Nahrung aufnehmen; ja es gibt sogar solche, die den Mund haben und grün sind, also sich wie Tier und Pflanze ernähren. Wie sollen wir aus dieser Schwierigkeit herauskommen?

Die Lösung ist eine sehr einfache. Auf dieser untersten Stufe der belebten Natur können wir keine Grenzen ziehen zwischen Tier- und Pflanzenreich, hier gehen die beiden großen Naturreiche unvermittelt ineinander über, eine Unterscheidung läßt sich nicht durchführen. Dieselben Organismen werden von den Botanikern als Pflanzen und von den Zoologen als Tiere in Anspruch genommen, und wir sahen, daß beide im Recht sind. Um dem Ausdruck zu geben, daß hier die beiden Reiche noch nicht gesondert sind, hat Haeckel schon vor langer Zeit für die Gesamtheit der einzelligen Pflanzen — es gibt nämlich ganz große Gruppen einzelliger Lebewesen, die man von jeher als Pflanzen betrachtet — die Aufstellung eines eigenen Naturreiches, des der Protisten, vorgeschlagen, d. h. der Urwesen. Nach allem Vorangegangenen müssen wir dies auch als vollständig berechtigt ansehen.

Auch in anderer Hinsicht ist diese Erkenntnis von Interesse. Wir haben im Verlauf unserer Betrachtungen bereits mehrfach Gelegenheit gehabt, davon zu sprechen, daß die Naturforscher zu der Überzeugung gekommen sind, daß die Welt belebter Wesen, die uns augenblicklich umgibt, nicht auf einmal so entstanden ist, wie wir sie jetzt finden, sondern daß sie sich allmählich entwickelt hat, daß die höheren Tiere durch Umbildung aus niederen entstanden sind, von ihnen abstammen. Hier in den Flagellaten haben wir aber eine Gruppe vor uns, die wir als die Stammformen für das Tier- und Pflanzenreich anschauen müssen, als die Organismen, von denen aus sich nach der einen Richtung hin das Tierreich, nach der andern das Pflanzenreich abgespalten hat.

Eine solche Anschauung wie die Abstammungslehre erfordert es natürlich oder macht es wenigstens wünschenswert, daß man auch Übergangsformen findet, Formen, die den Übergang zwischen den verschiedenen Bildungsstufen, die voneinander abstammen sollen, vermitteln, die Eigenschaften niederstehender Formen mit solchen höherstehender verbinden, so daß sie gewissermaßen zeigen, wie die niedere Form in der höheren mitinbegriffen ist. Und auch hierfür finden wir unter den Flagellaten ein lehrreiches Beispiel. Die Tiere, von denen wir bisher gesprochen haben, waren stets einzellige Tiere, Tiere, deren gesamter Körper aus einer einzigen Zelle bestand. Diesen Protozoen oder Urtieren kann man alle andern Tiere als Metazoen, d. h. spätere Tiere gegenüberstellen, bei denen sich der Leib aus vielen Zellen zusammensetzt. Dazu kommt, daß die vielen Zellen, die ihren Körper zusammensetzen, eine Arbeitsteilung eingegangen sind, so daß nicht alle Zellen das gleiche tun, sondern die einen diese, die andern jene Funktion im Körper übernommen haben.

Wenn wir nun die Gewässer unsrer Teiche durchsuchen, so finden wir darin bisweilen ziemlich kleine, grüne Kügelchen, die mit dem bloßen Auge für den Geübten schon wahrnehmbar sind. Ihren Bau enthüllt uns aber erst das Mikroskop. Die Kugeln schweben im Wasser auf und ab. Bei genauerem Zusehen erkennen wir, daß diese Bewegung von zahllosen kleinen Härchen, Geißelfäden, bewirkt wird, die an der Oberfläche der Kugel angeordnet sind (Abb. 25). Stärkere Vergrößerung zeigt dann, daß die ganze Kugel — wir wollen sie Kugeltierchen oder Volvox nennen — nicht einheitlich ist, sondern daß sie aus zahllosen grünen Körperchen zusammengesetzt ist, die in regelmäßigen Abständen ihre Oberfläche einnehmen und durch feine Verbindungsbrücken miteinander verbunden sind. Von jedem einzelnen Körperchen gehen aber zwei Geißeln aus, deren Schwingungen die ganze Kugel bewegen.

Der feinere Bau eines jeden solchen grünen Körperchens offenbart uns sogleich, daß wir ein Geißeltierchen vor uns haben. Der chlorophyllhaltige Plasmaleib schließt den Kern ein, und auch eine pulsierende Vakuole findet sich. Danach müssen wir den Volvox als eine Flagellatenkolonie betrachten: kleine Flagellaten haben sich stark vermehrt, ohne sich aber vollständig voneinander zu trennen, und bleiben in einer gemeinsamen, von ihnen ausgeschiedenen gallertigen Grundsubstanz eingebettet. In der Tat kann die Entwicklung der Kolonie auch so verlaufen, kompliziert nur dadurch, daß sie sich im Innern der Mutterkolonie abspielt.

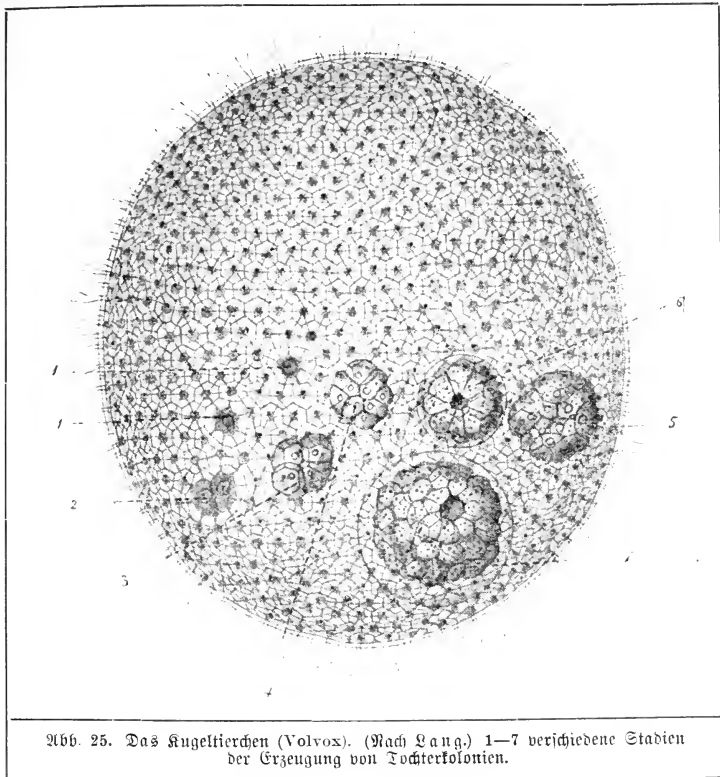


Abb. 25. Das Angeltierchen (Volvox). (Nach Lang.) 1—7 verschiedene Stadien der Erzeugung von Tochterkolonien.

Zuweilen wandert eins der Geißeltierchen von der Oberfläche aus nach innen, vergrößert sich hier und fängt an sich zu teilen; die Teilstücke teilen sich wieder, und so entstehen schließlich große Angeln, die wieder wie ein Volvox aussehnen, aber noch im Innern der Mutterkolonie liegen, wie Abb. 25 zeigt. Indem sie letztere sprengen, werden sie frei und schwimmen nun selbst als Angeltierchen umher.

Bisweilen aber verläuft die Bildung der Tochterkolonie in ganz anderer Weise (Abb. 26). Wir sehen zunächst wieder ein Einzeltier an der Oberfläche sich vergrößern und dadurch aus dem Verband der übrigen heraustreten. Es teilt sich hier aber nicht weiter, sondern wird größer

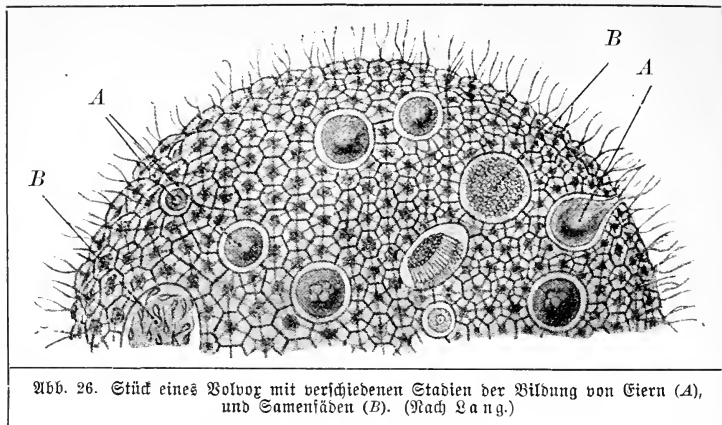


Abb. 26. Stück eines Volvox mit verschiedenen Stadien der Bildung von Eiern (A), und Samenfäden (B). (Nach La ng.)

und größer und bleibt schließlich als umfangreicher Körper im Innern liegen. Andre aber ebenfalls aus dem Verband der übrigen vortretende Zellen fangen an, sich in eine große Anzahl von Zellen zu teilen, die aber nicht miteinander in Zusammenhang stehen, sondern nur zu einem Klumpen vereinigt bleiben. Von diesen letzteren entwickelt jede zwei Geißeln und schwimmt davon, schwärmt aus und sucht eine der erwähnten großen Zellen auf, dringt in sie ein und verschmilzt mit ihr. Daraus geht hervor, daß die große Zelle nichts andres war als eine weibliche Fortpflanzungszelle, ein Ei, die vielen kleinen hingegen männliche Geschlechtszellen, Samenzellen, die Vereinigung eine Befruchtung. Und in der Tat entwickelt sich jetzt aus den befruchteten Eizellen, nachdem die Mutterkolonie zugrunde gegangen durch sukzessive Teilung eine Tochterkolonie.

Können wir aber jetzt wirklich von einer Kolonie einzelliger Tiere reden? Insofern schon, als den Einzelindividuen noch eine gewisse Selbstständigkeit zukommt. In der Fortpflanzung aber durch befruchtete Eier, selbst wenn diese ebenso wie die Samenzellen aus gewöhnlichen Tierchen der Kolonie entstanden sind, müssen wir doch eine Arbeitsteilung erblicken, die an vielzellige Tiere gemahnt. Es sind nicht mehr alle Zellen des Körpers zur Fortpflanzung der Art befähigt, sondern nur gewisse, die Geschlechtszellen, während die andern, die Körperzellen, zugrunde gehen. Das aber ist ein Charakteristikum des vielzelligen Tieres, und so können wir mit Recht den Schluß ziehen, daß Volvox eine Über-



gangsstufe zwischen Ein- und Vielzelligkeit, zwischen Protozoen und Metazoen darstellt. Wir werden uns dann auch nicht wundern, wenn wir in der Embryonalentwicklung aller vielzelligen Tiere stets ein Stadium antreffen, in dem der Körper aus einer von einer einzigen Schicht von Zellen begrenzten Blase besteht.

Das Prinzip der Arbeitsteilung war es also, welches uns von den einzelligen Tieren zu den vielzelligen überführte. Jetzt wollen wir uns aber der Betrachtung einer Gruppe einzelliger Tiere zuwenden, bei denen innerhalb der Zelle ein so hoher Grad von Arbeitsteilung, von Differenzierung eingetreten ist, daß man auf den ersten Blick kaum glauben möchte, Protozoen vor sich zu haben. Es ist dies die Gruppe der Infusorien oder Aufgüßtierchen zweifellos die höchststehende und am weitgehendsten spezialisierte Abteilung der einzelligen Tiere. Man hat den ursprünglich wahllos für alle in den Aufgüssen erscheinenden Tiere angewandten Namen ihnen reserviert, weil in diesen gerade sie den Hauptbestandteil bilden. Seit der Zeit Leeuwenhoeks bildeten sie das Hauptergötzen der mikroskopierenden Forscher und Liebhaber wegen ihrer Zierlichkeit, ihres lebhaften Wesens und der Leichtigkeit, mit der man sie sich stets beschaffen kann, ohne daß man aber richtig über ihren Bau ins klare kommen konnte.

Ein Forscher wie Ehrenberg, dem wir aus dem Anfang des vorigen Jahrhunderts ein wundervolles Bilderwerk über die Infusorien verdanken, war fest überzeugt, daß diese Tiere, wie er es nannte, „vollkommene Organismen“ seien, d. h. Lebewesen, die einen Darm, Geschlechtsorgane usw. besitzen, und er hat Zeit seines Lebens für diese Ansicht gekämpft. Aber sie erwies sich als nicht haltbar. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde mit absoluter Sicherheit nachgewiesen, daß die Infusorien nichts anderes als einzellige Tiere sind.

Nehmen wir uns nun zunächst einmal ein einzelnes solches Infusor vor, um an ihm den Bau und die Lebensweise der ganzen Klasse zu studieren! Wir wählen dazu das in Abb. 27 abgebildete Trompetentierchen oder Stentor. Der Name erklärt sich aus der schalmeienartigen Form des Tieres; mit der Stelle, die das Mundstück der Trompete darstellt, sitzt es an der Unterlage, einem Schmutzklümpchen, fest. Bei unruhigen wir es aber, so läßt es los und schwimmt nun im Wasser umher, und jetzt können wir bei genauerem Zusehen an ihm eine ganz andre Bewegungsart erkennen, als sie uns bisher entgegentrat (Abb. 27). Wir haben ja bis jetzt die Bewegung durch Pseudopodien, die amöboide

Bewegung, kennen gelernt, sodann eine Bewegung durch Geißeln, bei der der Schlag einer oder mehrerer Geißeln das Tier vorwärtsbewegt. Sehen wir uns aber einen solchen schwimmenden Stentor an, so bemerken wir, daß er auf eine ganz andre Weise schwimmt

als ein Flagellat, nämlich mit einer ganz gleichmäßigen, ruhig gleitenden Vorwärtsbewegung. Diese beruht darauf, daß das Tierchen auf der ganzen Oberfläche mit winzig feinen Härchen

besezt ist, Flimmerhärchen oder Cilien, die in letzter Linie nichts anderes sind als solche Geißeln, die in großer Menge vorhanden und im Verhältnis zur Größe des Körpers sehr kurz sind. Sie schlagen immer in genau geregelterm Rhythmus nach derselben Richtung und erzeugen so eine Ruderbewegung, die das ganze Tier vorwärtstreibt. Die Bewegung ist aber so schnell, daß wir Mühe haben, ihr unter dem Mikroskop zu folgen, und uns freuen, wenn es sich wieder mit seinem schmalen Ende vermittlems einiger dort stehender größerer Härchen festsetzt, so daß wir es nun in Ruhe weiter beobachten können. Da fällt uns zunächst an dem freien Ende, der Mündung der Trompete, eine spiralförmige Zeichnung auf, die sich

bei näherer Betrachtung als der freistehende Körperand enthüllt, der das napfartig eingesenkte Stirnende des Tieres umrahmt und dadurch so stark

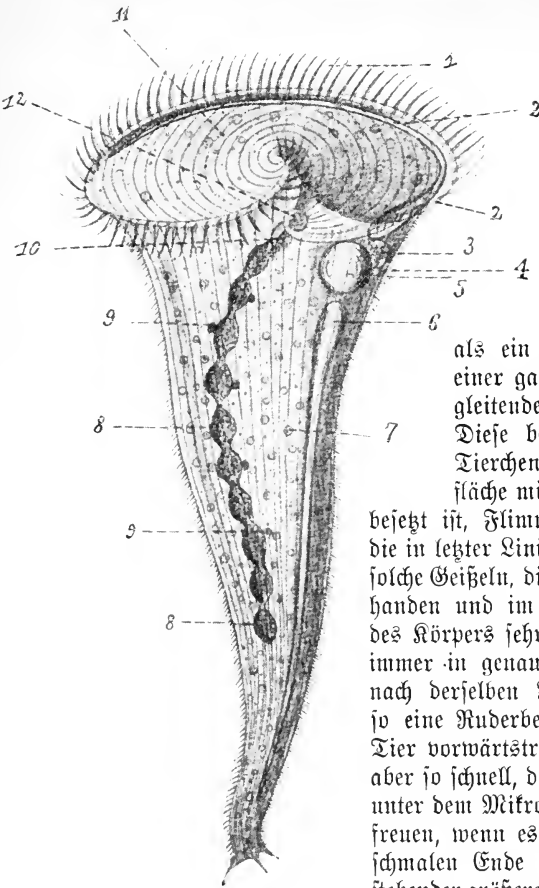


Abb. 27. Stentor, Das Trompentierchen. (Nach Lang.) 1 die großen Wimpern der Mundspirale; 2, 5, 6 kontraktile Vakuolen; 8 Großstern; 9 Kleinstern; 10, 12 Mund; 11 Mundschleife; 4 Zellafter.

hervortritt, daß er mit besonders langen und festen Wimperhaaren besetzt ist. Diese schlagen immer nacheinander in der gleichen Richtung, so daß der Eindruck eines sich drehenden Rades hervorgerufen wird. An einer Stelle in der Mitte der Scheibe senkt sich aber dieser Wimperkranz trichterförmig in die Tiefe, indem er sich gleichzeitig zu einer engen Spirale aufrollt. Kommt jetzt irgendein kleines Infusorium an das Tier, so wird es von den Wimpern des Wimperkranzes erfaßt und in den Trichter hinabgestrudelt. Nun ist die ganze Oberfläche des Infusors von einem feinen festen Häutchen überkleidet, der verhärteten äußersten Zone des Protoplasma, welches schuld daran ist, daß das Tier stets seine charakteristische Form erhält. Im Grunde des Trichters fehlt dieses aber; hier liegt das weiche Protoplasma frei zutage und in es wird die hinabgestrudelte Nahrung hineingepreßt. Wir können also ohne weiteres sagen, daß dieser Trichter ein Mund ist, ein Mund, der sich innerhalb der Zelle findet, ein Zellmund. Das auf die geschilderte Weise verschluckte und in das Protoplasma hineingepreßte Nahrungspartikelchen wird nun von einem Flüssigkeitsbläschen umschlossen, sinkt mit diesem in die Tiefe des Plasmas ein und wird in seiner „Nahrungsvakuole“, wie man das Bläschen zur Unterscheidung von der pulsierenden Vakuole nennt, verdaut. Sollten aber unverdauliche Reste übrig bleiben, so werden diese zu einer bestimmten Stelle des Körpers geführt, hier öffnet sich ein feiner Kanal, durch den sie dann ausgestoßen werden. Wie ein Zellmund, so ist also auch ein Zellafter vorhanden. Natürlich hat dieser nichts mit einer der uns bekannten pulsierenden Vakuolen zu tun; denn sie finden wir außerdem regelmäßig vor. Sie unterscheidet sich von denen, die wir bereits kennen gelernt haben, nur dadurch, daß sie nicht immer in der Einzahl vorhanden ist und daß sie meist eine andre Gestalt, als die eines kugeligen Bläschens hat. Richtiger gesagt, ist die eigentliche Vakuole zwar ein solches Bläschen, es bilden sich aber besondere Kanäle aus, zuführende Vakuolen, die die auszuschleudende Flüssigkeit in die Hauptvakuole leiten. Beim Stentor ist es ein langer, der Körperseite entlang ziehender Kanal und ein weiterer, der am Rand der Mundscheibe verläuft; bei andren sind es oft zahlreiche zu einer zierlichen Sternfigur angeordnete Kanälchen.

Ist der Stentor wirklich ein einzelliges Tier, so müssen wir auch einen Zellkern finden. Wir werden aber vergeblich nach einem Kernbläschen suchen, wie wir es bisher kennen lernten. Der Kern ist aber trotzdem vorhanden, er zeigt nur bei den Infusorien einige charakte-

ristische Besonderheiten, so vor allem, daß er gewöhnlich eine von der Kugelgestalt abweichende Form besitzt. So ist er hier beim Stentor in eine große Zahl hintereinander liegender Bläschen gesondert, die durch dünne Brücken miteinander verbunden sind, so daß man berechtigt ist, von einem perlschnurförmigen oder rosenkranzförmigen Kern zu reden. Für den Zellbegriff ist aber diese Form ganz unwesentlich, gibt es doch auch in Gewebszellen höherer Tiere oft Kerne in allen möglichen Gestaltungen. Nun kommt aber eine andre, speziell für die Infusorien charakteristische Besonderheit hinzu. Wir finden neben diesem Kern noch einen oder eine Anzahl anderer kleiner Körperchen, und auch diese können wir, wie ihr später zu besprechendes Verhalten bei der Fortpflanzung lehrt, als Kerne ansprechen. Wir haben also einen großen und einen oder mehrere kleine Kerne, die wir als Groß- und Kleinkern, Haupt- und Nebenkern bezeichnen. Wir stellen uns diese Sonderung am besten so vor, daß der Kern seine Substanz entsprechend seinen wichtigsten Funktionen in zwei Teile zerlegt hat. Einmal muß er dem Wachstum und der Ernährung der Zelle vorstehen; seine Bestandteile, die dies besorgen, haben sich zum Großkern gesondert. Sodann spielt er, wie wir wissen, bei der Fortpflanzung eine große Rolle. Die dafür nötigen Teile setzen den Nebenkern zusammen. Dementsprechend werden wir auch sehen, daß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung nur letzterer eine Rolle spielt, ersterer aber zugrunde geht.

Nun wollen wir uns einmal mit einem Haar oder einer Nadel dem feststehenden Stentor nähern. Da sehen wir, daß er plötzlich zusammenzuckt, sich auf einen geringen Teil seiner Körpermasse verkürzt; er ist plötzlich zu einer dicken Kugel geworden. Er hat also die Fähigkeit, sich auf einen Reiz hin zusammenzuziehen. Organe aber, welche eine solche plötzliche Verkürzungsbewegung ausführen können, nennt man Muskeln, und solche sind es auch, die den Stentor zu dieser Bewegung befähigen. Betrachten wir uns noch einmal genau die Oberfläche unfres Stentor, so sehen wir der Länge nach sehr feine parallele Streifen verlaufen, die sich auch auf der Mundscheibe finden, hier aber in Form konzentrischer Ringe. Jeder Streifen stellt aber eine Muskelfaser dar, d. h. einen zarten, aber dichten Faden, der imstande ist, sich zusammenzuziehen und so das Tier zu verkürzen. Hört der Reiz auf, so erschlaffen die Muskeln wieder, und das Tier dehnt sich wieder aus. Damit finden wir die höchste Form der Bewegung, die bestimmt gerichtete, plötzliche und energijche Muskelkontraktion inner-

halb einer so hoch differenzierten Zelle, wie sie das Infusor darstellt, ebenfalls vor.

Wir haben nun gesehen, daß ein solcher Muskel imstande ist, auf einen Reiz dadurch zu antworten, daß er sich zusammenzieht. Damit lernen wir eine Eigenschaft kennen, welche allen lebenden Wesen zukommt: die Reizbarkeit, die Empfindlichkeit. Sie kam auch den verschiedenen andern Urtieren, die wir bisher betrachteten, zu, wir haben uns ihre Besprechung aber bis hierher aufgespart, weil die Infusorien für ein Studium der Reize und ihrer Wirkungen besonders geeignet sind. Es ist für das Urtierchen wie für jedes Tier von der größten Bedeutung, auf Reize reagieren zu können. Wenn z. B. irgend etwas Schädliches naht, muß das Tier im Interesse seiner Erhaltung flüchten können. Dies kann es aber nur, wenn es davon benachrichtigt wird, wenn ein Reiz von der schädigenden Substanz ausgeübt wird, der eine kompensierende Bewegung, einen Fluchreflex auslöst.

Das einfachste Beispiel eines solchen Reizes ist der Reiz, den gewisse chemische Substanzen ausüben. Bekanntlich brauchen fast alle Tiere zur Atmung Sauerstoff, der in unsrem speziellen Falle im Wasser gelöst ist. Seine Abnahme übt auf die Infusorien einen Reiz und zwar einen bestimmt gerichteten, einen Richtungsreiz, aus, der sie veranlaßt, nach Stellen hinzuschwimmen, die noch mehr Sauerstoff enthalten. Oder anders ausgedrückt, die Abnahme der Sauerstoffspannung wirkt als Reiz, der die Tiere zwingt, sich in der Richtung nach Orten höherer Sauerstoffspannung zu bewegen. Diese Tatsache vermag ein ganz einfacher Versuch zu beweisen. Wir haben schon erwähnt, daß die Pflanzen im Gegensatz zum Tier imstande sind, aus der Luft die Kohlensäure aufzunehmen und diese in Sauerstoff und Kohlenstoff zu zerlegen. Den Kohlenstoff benutzen sie zum Aufbau ihres Körpers, den Sauerstoff geben sie wieder ab; umgekehrt atmet das Tier den Sauerstoff ein, verbindet ihn wieder mit aus der Nahrung stammendem Kohlenstoff und atmet dann Kohlensäure aus. Die Sauerstoffabgabe der Pflanzen findet nur nicht immer gleichmäßig statt, sondern richtet sich je nach dem Lichte, das die Pflanzen jeweils trifft, so daß sie z. B. im gelben Licht mehr produzieren als im blauen. Nun kann man eine mikroskopisch kleine Pflanze, einen Algenfaden, in verschiedene Lichtsorten bringen, indem man das weiße Tageslicht mit dem Prisma in seine Farben zerlegt, die Regenbogenfarben: Rot, orange, gelb, grün, blau, indigo, violett, und das dadurch gebildete Farbenband, das sogenannte Spektrum, ins

Mikroskop wirkt, in dem sich die Alge befindet. Wir wissen nun, daß eine solche Alge am meisten Sauerstoff im gelben Licht produziert. Haben wir in dem gleichen Präparat nun eine Menge von Protozoen, z. B. Infusorien, so werden sie sich bald alle im gelben Licht ansammeln und zwar um den Algenfaden herum, weil an der Stelle, wo das gelbe Licht den Algenfaden trifft, dieser den meisten Sauerstoff fabriziert, der auf die Infusorien einen Richtungsreiz ausübt.

Es war dies ein chemischer Reiz, aber auch andre Faktoren können reizauslösend wirken wie z. B. das Licht. Verschiedene Protozoen reagieren nämlich verschieden auf die Lichtsorten, haben, menschlich ausgedrückt, bald mehr Vorliebe für blaues oder rotes oder grünes Licht. Wenn wir nun ein buntes Gemisch von Urthierchen unter das Mikroskop mit der gleichen Einrichtung, wie eben beschrieben, bringen, so werden wir bald sehen, daß die einen im roten, die andern im gelben usw. Teil des Spektrums sich finden, daß sie sich schön voneinander gesondert haben, so gut, wie wir sie selbst gar nicht sortieren könnten. Es hatten also die verschiedenen Lichtsorten des Spektrums auf die verschiedenen Infusorien einen spezifischen Richtungsreiz ausgeübt, der sie zwang, sich in dem betreffenden Lichtband anzusammeln.

Auch die Elektrizität vermag auf die Infusorien einen richtenden Reiz auszuüben, wie erwähnt sei, weil man die Tatsache sehr leicht an einem hübschen Versuch demonstrieren kann. Leitet man in einen Tropfen, in dem sich zahlreiche Infusorien befinden — besonders dazu geeignet sind die sogenannten Pantoffeltierchen und die Heinfusorien — den Strom einer elektrischen Batterie, so kann man sehen, daß sämtliche Tiere alsbald in der Richtung des elektrischen Stromes schwimmen, d. h. von dem positiven Pol zum negativen. Dreht man den Strom durch eine dazwischen gebrachte Umschaltevorrichtung um, so wechseln auch die Tiere sofort die Richtung des Schwimmens.

Welche große Bedeutung die Reize im Leben der Tiere haben, geht schließlich auch daraus hervor, daß es wahrscheinlich auch chemische Reize sind, die die Samenzelle veranlassen, die Eizelle aufzuzuchen und zu befruchten, ein Vorgang, den wir ja oben beim Solvox kennen gelernt haben. Man ist imstande künstlich das nachzuahmen, allerdings nur für gewisse Pflanzen, bei denen man den chemisch wirksamen Stoff in der Apfelsäure entdeckte. Bringt man ein feines Röhrchen mit dieser Substanz in Wasser, das die betreffenden Samenzellen enthält, so schwimmen sie alsbald auf das Röhrchen zu und dringen alle in es ein. Wenn

wir auch für andre Objekte also z. B. den Volvox, die betreffenden chemischen Stoffe nicht kennen, die das gleiche bewirken, so können wir doch an ihrem Vorhandensein nicht zweifeln.

Auch hier bei den Infusorien ist es wieder besonders interessant zu erfahren, wie sie sich fortpflanzen. (Die Fähigkeit, sich unter ungünstigen Bedingungen zu encystieren und in den Cysten dann verschleppt zu werden, kommt ihnen in besonders hohem Maße zu, wie schon eingangs erwähnt wurde.)

Der gewöhnliche Fortpflanzungsmodus ist die einfache Zweiteilung. In Abb. 28 ist der Vorgang von einem andern Infusor als dem bisher besprochenen Stentor, von dem auch schon erwähnten Pantoffeltierchen, *Paramecium*, abgebildet. Dies besitzt für gewöhnlich einen wurstförmigen Großkern und einen oder mehrere — im abgebildeten Beispiel zwei — Nebenkern. Bei Beginn der Teilung streckt sich der große Kern in die Länge, so daß er durch das ganze Tier hindurch zieht. Die Nebenkern tun das gleiche und nehmen dabei die charakteristische Gestalt an, die man als Spindel bezeichnet. Gleichzeitig teilt sich auch der Mund in zwei, und der neugebildete rückt vom ursprünglichen weg nach der hinteren Hälfte des Tieres. Nun tritt in der Mitte des Tieres eine Einschnürung auf, und während sich auch die Kerne vollständig teilen, wird das Protoplasma durchgeschnürt, und die zwei neuen *Paramecien* schwimmen davon. Auf diese Weise können solche Infusorien sich ins Ungemeßene vermehren.

Stellen wir uns einmal dies genau vor. Das Infusor teilt sich, die Teilstücke teilen sich wieder und so weiter, wie geht etwas vom

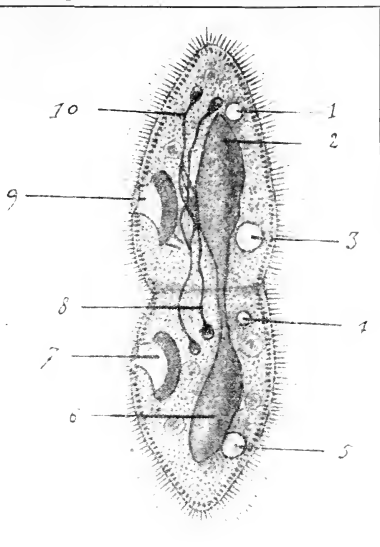


Abb. 28. Teilung des Pantoffeltierchens (*Paramecium*). (Nach Lang.) 1, 3, 4, 5 pulsierende Vakuolen; 2, 6 die beiden Teilhälften des eingeschnürten Großkerns; 8, 10 desgl. der beiden Kleinkerne; 7, 9 die beiden geteilten Mundöffnungen.

Tier zugrunde. Da müssen wir doch sagen, das Tier ist unsterblich, und ebenso alle sich durch Teilung vermehrenden Protozoen! Wie verhält sich das? Es kommt da ganz darauf an, was wir als sterblich bezeichnen. Wenn wir sagen — und dazu haben wir guten Grund — daß wir von Tod nur dann sprechen können, wenn eine Leiche vorhanden ist, dann sind die Protozoen in diesem Sinne wirklich unsterblich. (Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß diese Tiere nicht sterben können; wenn sie nichts zu fressen oder keine Luft haben, dann sterben sie ebenso wie andre Tiere; ist aber genügend Nahrung vorhanden und sind die äußern Bedingungen alle günstig, so teilen sie sich immer weiter.) Dieser Gedanke hat nichts so absonderliches an sich, wie es auf den ersten Augenblick scheinen möchte. In diesem Sinne ist eigentlich jedes Tier unsterblich; es besagt dies nichts weiter als die Kontinuität eines jeden Lebens. Betrachten wir die Entwicklung irgendeines höheren Tieres aus dem Ei, so besteht die Entwicklung ja in einer reichen Verteilung der Eizelle und einer Differenzierung der Tochterzellen. Eine oder einige von diesen, die ja auch von der Eizelle durch Teilung herkommen, werden dann zu den Geschlechtszellen des Tochtertieres; dessen Ei ist also eine direkte Fortsetzung eines Teiles des Muttereies. Im gleichen Sinne wie die Protozoenzelle ist somit auch die Geschlechtszelle des vielzelligen Tieres unsterblich. Ein Unterschied wäre nur darin gegeben, daß nur ein Teil der Eizelle, der die Geschlechtszellen der Tochter liefernde nämlich kontinuierlich, unsterblich ist, während der aus dem Rest der Eizelle sich entwickelnde Körper stirbt, wenn er seine Funktionen erfüllt hat.

Nun müssen wir aber für die Infusorien eine kleine Einschränkung machen, die uns zu einem neuen und wichtigen Problem führt. Wir nahmen an, daß die Infusorien sich immer weiter teilen, wenn sie die nötigen günstigen Bedingungen haben. Das ist auch in der Tat der Fall: man hat sie so, von einem Tierchen ausgehend, jahrelang in vielen Tausenden von Generationen gezogen. Das geht aber nur bei Anwendung besonderer Sorgfaltzmaßregeln. Andernfalls bemerkt man, daß nach einigen Hunderten von Teilungen eine Zeit kommt, wo sie nicht mehr imstande sind, sich weiter zu teilen, ferner nicht mehr richtig fressen können und überhaupt recht heruntergekommen ausschauen. Und dies hat seinen Grund. Der Organismus ist abgenutzt, er braucht Auffrischung. Diese kann ihm unter Umständen durch eine merkwürdige Reorganisation des Kernapparates zuteil werden. Gewöhnlich wird sie



ihm aber durch einen Vorgang gegeben, den wir als Konjugation bezeichnen und der nichts anderes ist als ein geschlechtlicher Prozeß, eine Befruchtung.

Eingeleitet wird der Vorgang dadurch, daß — nehmen wir als Beispiel wieder das Pantoffeltierchen — zwei Tiere sich der Länge nach aneinanderlegen und miteinander umherschwimmen, wie Fig. 27 schematisch zeigt. Sie sind scheinbar miteinander verschmolzen; nach einiger Zeit aber gehen sie wieder auseinander und schwimmen getrennt davon. Dazwischen liegt ein Befruchtungsvorgang von ziemlicher Komplikation der Einzelheiten, der aber in seinem Wesen immer wieder auf das gleiche Prinzip der Befruchtung, die Verbindung eines väterlichen mit einem mütterlichen Kerne, zurückgeführt werden kann. Zunächst geht der Großkern zugrunde, er hat seine Rolle ausgespielt, wenn seine zerbröckelten Trümmer auch noch lange im Plasma zu sehen sind. Alle weiteren Veränderungen sind an den kleinen Kern geknüpft. Jeder einzelne von diesen in jedem Tier — und wir nehmen der Einfachheit halber als Beispiel jetzt eine Form, die normalerweise nur einen Nebenkern hat — teilt sich nun zweimal hintereinander, so daß vier Teilkern entstanden sind. Von diesen vier gehen aber wieder drei zugrunde. Der vierte aber teilt sich jetzt in jedem Tier noch einmal, so daß jetzt ein jedes zwei Kernchen hat außer den zugrunde gehenden. Während der eine von diesen beiden seinen Platz in der Mitte des Tieres beibehält, fängt der andere an zu wandern und wandert durch die Plasmabrücke, mit der die Tiere verbunden sind, hindurch, rückt auf den ruhig gebliebenen des anderen Tieres zu und verschmilzt mit ihm. Da dies in beiden Tieren gleichzeitig vor sich geht, so findet also ein Austausch der Wanderkerne statt. Nachdem dies geschehen ist, trennen sich die Tiere wieder, und durch die nun folgende Teilung des Verschmelzungsprodukts der beiden Kerne entsteht wieder ein neuer Großkern und ein Nebenkern.

Es ist klar, daß diese Kernverschmelzung nichts anderes ist als eine Befruchtung. Das, was sie nur so merkwürdig und vom gewöhnlichen Befruchtungsvorgang abweichend erscheinen läßt, ist, daß hier vor der eigentlichen Befruchtung zwei Kerne in jeder Zelle vorhanden sind, die durch Teilung auseinander hervorgegangen waren, und daß aus jedem Tier einer in das andre hinüberwandert, um zu befruchten. Das wird uns aber sofort klar durch die Vorstellung, daß von diesen Tieren jedes gleichzeitig Männchen und Weibchen ist, daß es die Eigenschaften eines

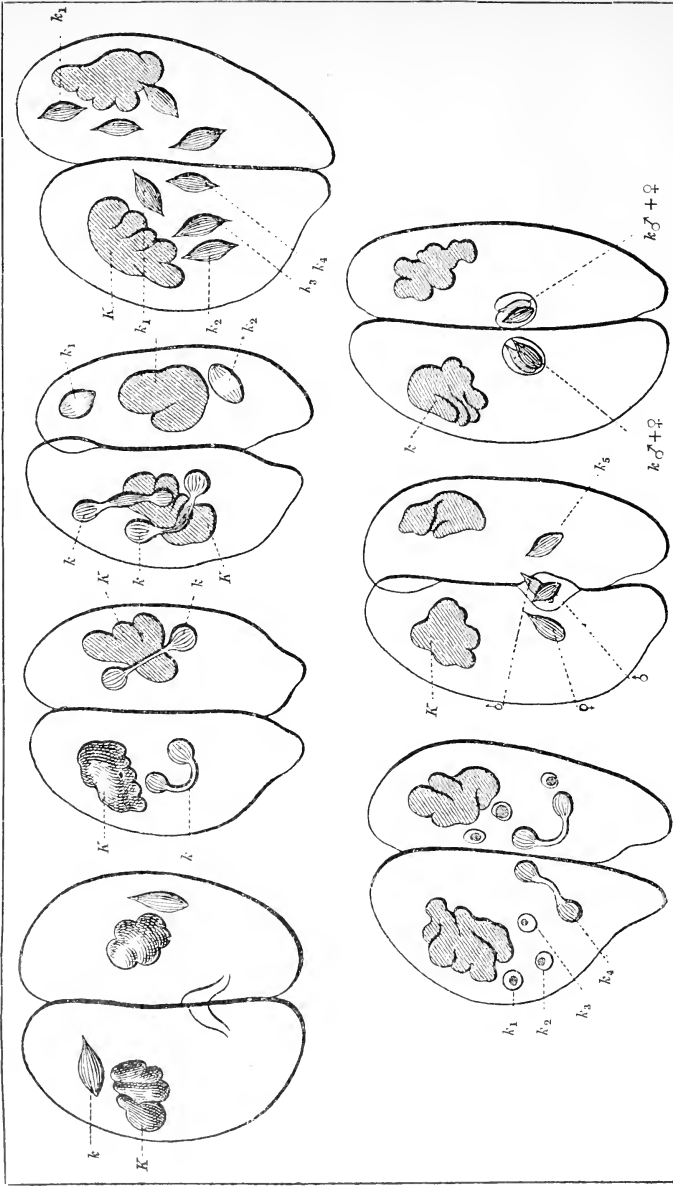


Abb. 29. Gegenseitige Befruchtung (Konjugation) vom Paramecium in 7 aufeinanderfolgenden Stadien.  
 K Großkern, k Kleinkern. ♂ Wandkern, ♀ ruhender Kern. (Aus Gang nach Wettsmann.)

männlichen und weiblichen Tieres zugleich in sich vereinigt, so daß die Teilung des Kernes in Wanderkern und Ruhesern nichts anderes bezweckte, als die Teilung in einen weiblichen und männlichen Kern, in einen männlichen, der hinüberwandert, und in einen weiblichen, der liegen bleibt.

Die Abweichung des Vorganges von dem gewöhnlichen Befruchtungsprozeß wird also vor allem dadurch gegeben, daß die beiden Tiere oder Zellen sich gegenseitig befruchten. Dazu kommt ferner noch, daß die beiden befruchtenden Zellen nicht mit ihrem Leib verschmelzen, sondern die Verschmelzung sich lediglich auf die Kerne bezieht. Nach allem, was wir wissen, ist aber auch sonst im Tierreich die Verschmelzung der Kerne das Wesentliche am Befruchtungsprozeß.

Man kann vielleicht noch fragen, was die beiden ersterwähnten Teilungen des Kleinkerns zu bedeuten haben, bei denen die drei Kerne gebildet wurden, die zugrunde gehen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß das der gleiche Vorgang der Ausstoßung eines Teiles der Kernsubstanz ist, den wir schon in den Sekundärkysten des Aktinosphärium kennen gelernt haben. Welche Bedeutung im Lebensprozeß der Zelle ihm zukommt, kann hier nicht näher ausgeführt werden; es ist aber ein Vorgang von grundlegender Wichtigkeit, der bei jeder Geschlechtszelle im ganzen Tier- und Pflanzenreich eintreten muß, bevor die Zelle befruchtungsfähig wird.

Nachdem wir so ein Infusor in seinem Bau und wichtigsten Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, wollen wir noch einen Blick auf die Formenmannigfaltigkeit dieser Gruppe werfen. Sie unterscheiden sich voneinander durch viele Merkmale, so vor allem durch die Anordnung der Wimperhäärchen. Bei dem als Beispiel gewählten Stentor fanden wir wie bei vielen anderen mit ihm in eine Gruppe gehörigen Formen die ganze Körperoberfläche bewimpert und in der Nähe des Mundes außerdem noch einen besondern Kranz starker Cilien. Bei anderen ist der ganze Körper nur von einer Art gleichmäßiger Wimpern bedeckt, bei wieder anderen findet sich ausschließlich ein Wimperkranz um den Mund. Zu dieser Gruppe gehören die zierlichen Glockentierchen (Abb. 30 D, E), die man oft auf Schilf und Blättern festgewachsen findet. Sie haben nämlich die Eigenschaft, sich festzusetzen und an ihrer Basis einen langen Stiel auszuscheiden, auf dem sie wie eine Glockenblume auf ihrem Stengel sitzen. Oft bleiben diese Tierchen aber nicht isoliert, sondern die durch Teilung eines Muttertieres entstandenen

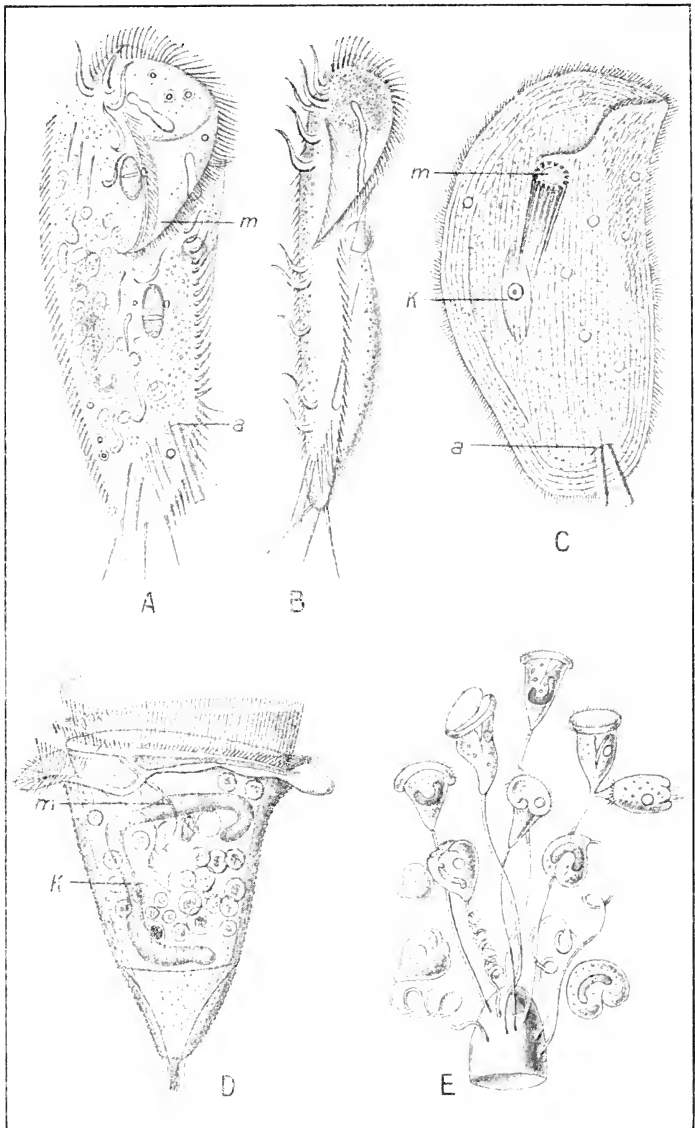


Abb. 30. Verschiedene Infusorien. A *Stylonichia* von der Unterseite. B dieselbe von der Seite gesehen (nach Stein). C *Nassula* (nach Stein). D Einzeltier und E Kolonie von *Carchesium* auf einer Unterlage festgewachsen (nach Lang) m Mund, k Kern, a Aster.

Abb. 31.

Stöckchen von *Carchesium*.

Tochter-  
tiere bleiben ver-  
einigt, und wenn  
das immer so wei-  
ter geht, entstehen  
überaus zierliche, im-  
mer wieder verästelte  
Stöckchen von vielen Hun-  
derten von Tieren, die, mit  
unbewaffnetem Auge betrachtet,  
wie ein das Schilfblatt über-  
ziehender Schimmel erscheinen.  
(Abb. 31.) Die Stöckchen dieser  
*Carchesium*arten werden da-  
durch noch hübscher zu beob-  
achten, daß die Kontraktilität,  
die Zusammenziehbarkeit, sich  
auch auf die Stiele erstreckt, die  
sodann erwecken sie noch besondres

Interesse dadurch, daß bei ihnen  
der Befruchtungsorgan in einer von den übrigen Infusorien ab-  
weichenden und den sonst angetroffenen Verhältnissen ähnlicher Weise  
verläuft. Hier werden nämlich echte männliche und weibliche Tiere  
gebildet. Die letzteren unterscheiden sich in nichts von den gewöhn-  
lichen Tieren. Die Männchen kommen aber dadurch zustande, daß  
ein *Carchesium* sich direkt nacheinander zweimal teilt, so daß vier  
kleine Tiere entstehen. Diese lösen sich nun von dem Stiel los, entwik-  
keln an ihrem hinteren Ende einen zweiten Wimperkranz und schwärmen

von einem  
muskulösen  
Strang durch-  
zogen werden,  
der auf Reiz sich  
zusammenzieht und  
den Stiel fortkzieherartig  
einrollt. Bei andren,  
den *Epistylis*arten, ist der  
Stiel selbst unbeweglich aber  
das auf ihm sitzende Glocken-  
tierchen kann umklappen,  
weshalb man es auch als  
nickendes Glockentierchen be-  
zeichnet hat. Charakteristisch  
ist ferner, daß bei diesen In-  
fusorien der Großkern oft in  
Hufeisenform erscheint. Und

aus. Sie schwimmen an ein weibliches Tierchen, setzen sich an ihm fest und verschmelzen nun vollständig mit ihm, genau wie eine Samenzelle mit einer Eizelle verschmilzt. Die Kleinkerne, die vorher die charakteristischen Teilungen durchgemacht haben, vereinigen sich natürlich ebenfalls.

Wieder eine andere Infusoriengruppe, von der ein Vertreter in Abb. 30 A, B abgebildet ist, zeichnet sich dadurch aus, daß der Körper stark abgeplattet ist, so daß man von einer Bauch- und einer Rückenseite sprechen kann. Die Wimpern stehen nur am Bauch, und zwar sind sie hier immer zu mehreren zu starren Borsten verschmolzen, auf denen das Tier nun wie auf zahlreichen kleinen Füßchen auf einer Unterlage laufen kann. Man sieht daher auch die Tiere — *Stylonichia* heißt eine häufige Form — hin und her rennen oder mit einem plötzlichen Ruck vorwärtschießen und dann wieder stillstehen.

Damit ist natürlich die Formenmannigfaltigkeit nicht erschöpft. Da gibt es vielmehr auch höchst verwunderliche und bizarre Formen mit allen möglichen Fortsätzen am Körper, mit langen Schwanenhälsen oder solche, die sich ein zierliches Gehäuse bauen, aus dem sie lange bewimperte Flügel vorstrecken (Abb. 30 C, Abb. 32 A, B, C, D). Doch sei damit der Beschreibung genug; wer einen Einblick in die Formenfülle bekommen will, nehme sich die Abbildungen in den großen Tafelwerken von Ehrenberg, Stein und Bütschli vor, oder noch besser, macht selbst Jagd auf Infusorien.

Wir müssen nun immer wieder auf die schon oft erwähnte und durch zahlreiche Beweise gestützte Annahme zurückkommen, daß die jetzt lebende Tierwelt durch Abstammung von niedrigeren Wesen, durch Umbildung von niederen in höhere Tiere entstanden ist, eine Theorie, die uns so viele sonst zusammenhangslose Tatsachen in der belebten Natur verständlich macht. Von den Ursachen dieser Umbildung lernten wir bisher noch nichts kennen. Eine der vielen Möglichkeiten wird uns nun entgegentreten, wenn wir jetzt noch kurz eine Gruppe von Protozoen betrachten, die man als einen besonderen Teil der Infusorien auffassen muß. Wir meinen den Einfluß der Umgebung, in der das Tier lebt, und seiner Lebensweise, der Einfluß, den Gebrauch und Nichtgebrauch von Organen auf ihre Gestaltung ausübt. Besonders klar treten uns diese Wirkungen bei schmarozenden Tieren entgegen, solchen, die sich als Parasiten auf Kosten anderer ernähren. Es ist begreiflich, daß Tiere, welche schmarozen, eine viel bequemere Ernährungsweise haben als andere Tiere,

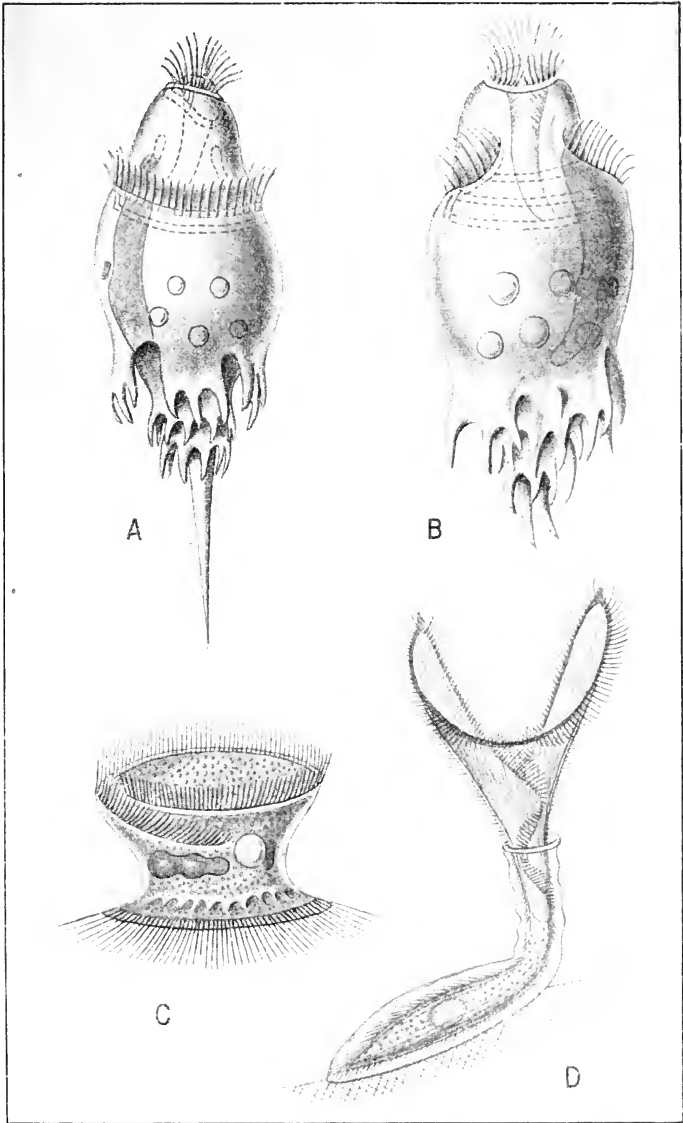


Abb. 32. Verschiedene Infusorientypen. A u. B Ophryoscolex von der Rücken- und Bauchseite. C Trichodina. D Folliculina. (Nach Lang.)



Abb. 33. Dendrosoma, ein Sauginfusor. (Nach Lang)

1 äußere Knospen; 2 verzweigte Stämmchen; 3 bandförmiger, den Verzweigungen folgender Kern, nur teilweise (schwarz) eingezeichnet; 4 pulsierende Vakuolen; 5 Blatt einer Wasserpflanze, auf dem das Stöckchen angewachsen ist; 6 auf der Unterlage wachsende Stämmchen; 7 innere Knospen.

wodurch für sie viele Einrichtungen, die andere Tiere benötigen, überflüssig sind. Vor allem brauchen sie keine Bewegungsapparate, da sie auf oder in dem Tier, zu dessen Nachteil sie leben, festsitzen. So können wir es in der Natur denn auf Schritt und Tritt verfolgen, wie solche Tiere allmählich die Bewegungsorgane verlieren. Bekannt ist das Beispiel der parasitischen Krebse, die zu unförmigen Säcken umgewandelt sind, deren Krebsnatur man nur daraus erkennt, daß aus ihren Eiern kleine Krebschen ausschlüpfen, die sich erst allmählich zu jenen Säcken rückbilden.

Wir finden auch in der Gruppe der Infusorien eine Abteilung, auf welche das eben Gesagte zutrifft. Es sind das Tiere, welche auf den ersten Blick wie Stecknadelfisken erscheinen, ein verschiedenartig gestal-



teter Körper, auf dem oben eine Anzahl feiner Nadeln sitzt mit dünnen Knöpfchen an ihrem äußeren Ende (Abb. 33). Sie sind auf Pflanzen oder anderen Tieren mit Stielen oder direkt angewachsen und besitzen weder Zellmund noch Zellafter, noch Cilien oder irgendein Fortbewegungsorgan. Durch den Besitz von Groß- und Kleinkern erweisen sie sich aber als Infusorien. Wir bezeichnen sie als Sauginfusorien, Infusorien, die zu so merkwürdiger Form umgebildet worden sind, weil sie eine halb schmarozende Lebensweise angenommen haben.

Sie ernähren sich von anderen Infusorien, welche an den Knöpfchen der Nadeln hängen bleiben und die sie dann aussaugen (Abb. 33). Wenn wir nämlich die Nadeln näher betrachten, so sehen wir, daß sie im Innern hohl sind, daß sie feine Röhrchen darstellen. Wie nun der noch so weitgehend umgebildete parasitische Krebs in seiner Entwicklung die Krebsnatur erkennen läßt, so ist dies auch bei den Sauginfusorien der Fall. Die Fortpflanzung hat hier meist den Charakter einer Knospung, d. h. einer Teilung, bei der der neue Sprößling an Größe weit hinter dem Muttertier zurücksteht, das die Knospe nur als einen kleinen Teil seines Körpers abschürte. Der Vorgang kann dabei derart sein, daß nur eine Knospe auf einmal entsteht, die ihren Kernanteil erhält, der sich ebenfalls vom Kern des Muttertieres ablöst, oder aber, daß gleichzeitig mehrere Knospen gebildet werden, wie das Beispiel der *Podophrya gemmipara* zeigt. Hier treibt der Kern in zahlreiche Höcker der Tiere Äste hinein, und die Erhebungen schnüren sich dann als Knospen ab. Eine solche Knospe hat aber vollständig den Bau eines Infusors, sie ist bewimpert und schwimmt davon. Nach einiger Zeit setzt sie sich fest, wirft die Wimpern ab und wandelt sich wieder in ein Sauginfusor um.

Damit wollen wir die Betrachtung der Infusorien, dieser höchststehenden unter allen Protozoen, deren Erforschung schon so manches Gelehrtenleben ausfüllte und immer noch erfüllen kann, beendigen.

## C. Die Artiere als gefährliche Krankheitserreger.

### Sechstes Kapitel.

#### Die Malaria Parasiten.

Bei unserer bisherigen Betrachtung der Protozoen folgten wir der natürlichen Gruppierung, dem System dieser Organismen. In diesem Kapitel seien jetzt eine Anzahl von Artieren besprochen, die zum

Teil den uns jetzt bekannten Gruppen angehören, zum Teil auch als Typen einer noch nicht erwähnten Gruppe uns entgegentreten. Der Gesichtspunkt, unter dem wir sie alle betrachten wollen, ist der ihrer Lebensweise: Es sind Protozoen, die ausschließlich als Schmarotzer (parasitisch) leben und deshalb eine einheitliche Besprechung verdienen, weil sie Mensch und Tier als Erreger gefährlicher Krankheiten verhängnisvoll werden können. Es gibt keine Gruppe von Lebewesen, die von solchen Parasiten verschont bleibt, von der Amöbe hinaus bis zum Menschen. So hat sich denn auch die Kenntnis der parasitischen Protozoen zu einer besonderen, umfangreichen und wichtigen Wissenschaft entwickelt. Ihre Bedeutung wird klar werden, wenn nur ein paar Krankheiten aufgezählt werden, die Protozoen ihre Entstehung verdanken. Da ist die Verbrühekrankheit der Seidenraupe, die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts beinahe die gesamte Seidenindustrie von Südfrankreich vernichtet hätte, die Myxosporidienkrankheit unserer Fische, die ganze Fischteiche zum Aussterben bringt, das Texasfieber unserer Haustiere, die Tsetsekrankheit, die in gewissen Gegenden Afrikas und Asiens eine Viehzucht gänzlich unmöglich macht und ganze Gebiete verödet. Da sind ferner zahlreiche Krankheiten des Menschen, wie das gelbe Fieber, das die Tropen Südamerikas und Westindiens heimsucht, die Malaria, die jährlich in der ganzen Welt zahllose Opfer fordert, die Plage Zentralafrikas, das Rückfallfieber, die entsetzliche, ebenfalls in Afrika wütende Schlafkrankheit, ja vielleicht sogar die Völkergeißel, die Syphilis.

Die Plagegeister des Menschen interessieren uns ja besonders, und so wollen wir eines dieser für uns so wichtigen Protozoen herausgreifen und es einer genaueren Betrachtung unterziehen, um an der Hand dieses Beispiels kennen zu lernen, wie der Schmarotzer auf den befallenen Wirt, speziell auf den Menschen, einwirkt, wie er sich im Menschen verhält, wie er in den Menschen kommt und wie der Mensch von ihm befreit werden kann. Als Beispiel diene der Erreger des Wechselfiebers, der Malaria, der uns gleichzeitig einen Typus einer noch nicht besprochenen Gruppe von Protozoen, der Sporentierchen oder Sporozoen darstellt.

Die Malaria hat eine ungeheuer weite Verbreitung. Es gibt kaum ein Land, in dem sie nicht auftritt; besonders die heißen Klimate sind aber von ihr verheert. Wie verheerend sie wirken kann, mögen folgende Zahlen beweisen: In Indien starben vor nicht langer Zeit 5 Millionen Menschen daran; in Italien nicht weniger als 15 000 Menschen und 2 Millionen erkrankten wenigstens. Dazu kommt noch eine große An-

zahl von solchen, die an anderen Krankheiten sterben, an denen sie aber nicht zugrunde gingen, wenn sie nicht durch lange Malaria stark geschwächt wären. Trotzdem ist es noch nicht lange her, daß man die Ursache dieser Seuche kennt und mit einer wirksamen Bekämpfung beginnen konnte. Es ist immer interessant zu verfolgen, auf welchen oft verwickelten Wegen die Wissenschaft zu einer großen Entdeckung gelangt, und so wollen wir einmal hier die Erforschung der Malaria, die zu den wissenschaftlichen Großtaten des vergangenen Jahrhunderts gehört, ein Stück auf ihrem Entdeckerwege begleiten.

Die ersten Kenntnisse der Malaria sind schon sehr alt, wie man sich von einer so weit verbreiteten Krankheit leicht vorstellen kann. So fiel es auch schon lange auf, daß Malaria nur in bestimmten Gegenden vorkommt, daß sie besonders da wüthet, wo Sümpfe, stehende Gewässer sich finden, ferner, daß sie der Mensch in den Dämmerstunden, am Abend erwirbt. Man nahm an, dies komme daher, daß zu dieser Zeit böseartige Dünste, Miasmen, aus den Sümpfen aufsteigen, die den, der sie einatmet, vergiften. Diese Ansicht blieb bis in die achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts die einzig herrschende. Da entdeckte im Jahre 1880 ein französischer Forscher, Laveran, daß die Malaria auf mikroskopisch kleine Urtierchen zurückzuführen ist, die im Blute des Menschen schmarozen. Bekanntlich ist das Blut eine rot erscheinende Flüssigkeit, die rote Farbe haftet aber der Flüssigkeit nicht selbst an, die Blutflüssigkeit selbst ist farblos. Wenn wir aber das Blut im Mikroskop untersuchen, so finden wir darin zahllose kleine Scheibchen von ganz bedeutender Kleinheit, die zu Millionen und aber Millionen im Blute vorhanden sind. Sie sind, von der Fläche gesehen, kreisrunde Körper, von der Seite einem kleinen Napfe ähnelnd, der in der Mitte eine Delle hat. Diese roten Blutkörperchen enthalten den roten Blutfarbstoff. Sie sind es allein, die die rote Farbe des Blutes bedingen, und sie haben für das Leben des Menschen eine ganz außerordentliche Bedeutung. Denn sie sind die Bestandteile des Körpers, welche die Atmung vermitteln. In der Lunge beladen sich die Blutkörperchen mit dem Sauerstoff der Luft, der eingeatmet wird, und führen ihn überall in die Gewebe hinein, wo er zur Verbrennung verbraucht wird. Sie sind also die Träger einer der wichtigsten Lebensfunktionen. Und gerade sie suchen sich die Malariaparasiten zum Wohnsitz auf!

Dieses böseartige Lebewesen erscheint als kleiner Körper von wechselnder Form das man nach seinem Aussehen als Amöbe bezeichnen muß:

Tatsächlich sind es auch amöbenartige Tiere; wir finden einen kleinen Plasmodiumkörper mit einem Kern im Innern. Innerhalb des Blutkörperchens, das er dabei auffriszt, wächst nun der Parasit heran (Abb. 34, 1), so daß er schließlich fast den ganzen Raum der Scheibe einnimmt. Dann fängt er an, sich in der Weise zu teilen, daß er in eine Anzahl von kleinen Teilstücken zerfällt (Abb. 34, 2, 3), von denen jedes wieder einen Kern enthält, der aus der Teilung des ursprünglichen Kernes hervorgegangen ist. Die kleinen Teilstücke kommen durch die schließlich vollständige Zerstörung des Blutkörperchens in das Blut hinein, sie suchen sich neue Blutkörperchen auf, bohren sich in diese ein, und jedes dieser jungen Tierchen beginnt, wie das Muttertierchen, heranzuwachsen und sich wieder zu teilen, und auf diese Weise ist das Blut in kürzester Zeit von den Parasiten überschwemmt. Man hat nun durch Versuche festgestellt, daß diese Vermehrung in verschiedenen Zeiträumen vor sich geht. Manche Arten brauchen einen Tag, andere zwei Tage, wieder andere drei Tage, und man hat weiterhin festgestellt, daß damit die Fiebererscheinung aufs engste zusammenfällt. Es tritt Fieber nur dann ein, wenn die jungen Tierchen beginnen, sich in die Blutkörperchen einzubohren. Daraus erklärt sich auch, warum das Fieber je nach der Art der Erkrankung täglich, alle zwei oder drei Tage auftritt (der Name Wechselfieber!). Durch diese Entdeckung war der charakteristische Verlauf des Wechselfiebers erklärt und auch seine oft so gefährliche Form. Es erhob sich aber die neue Frage, wie die Malariaparasiten in das Blut des Menschen gelangen.

Zunächst glaubte man, dies ganz einfach erklären zu können: die Malaria tritt da auf, wo Sümpfe sind, infolgedessen kann es nur das verunreinigte Trinkwasser sein, wodurch die Infektion vermittelt wird. Man hat nun den Versuch gemacht, sich mit solchem Trinkwasser anzustecken, aber es trat kein Wechselfieber ein. Man mußte sich daher nach anderen Quellen der Einschleppung umsehen. Eine Zeitlang glaubte man dann, daß die Malariaparasiten imstande seien, außerhalb des Körpers im Wasser ein freies Leben zu führen und sich in Pflanzen einzubohren, so daß sie dann mit der Nahrung aufgenommen werden. Ja man glaubte sogar eine Amöbe aufgefunden zu haben, die die freie Form des Malariaerregers darstellen sollte. Auch diese Annahme erwies sich als falsch. Um diese Zeit machte man zwei Entdeckungen, die für die Malariaforschung von größter Bedeutung waren. Ein englischer Forscher, Manson, fand, daß gewisse kleine Würmer, die im Blute des Menschen

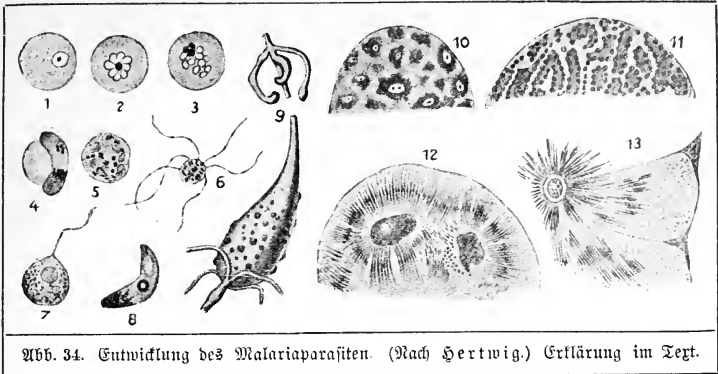


Abb. 34. Entwicklung des Malaria-Parasiten. (Nach Hertwig.) Erklärung im Text.

leben und hier Erkrankungen hervorrufen, von Stechmücken aufgesaugt werden, wenn diese Blut saugen. Er glaubte, daß, wenn die Mücken dann absterben, die Würmchen ins Wasser gelangen und mit diesem in den menschlichen Körper. Die zweite Entdeckung bezog sich auf den Malaria-Parasiten. Man untersuchte Blut eines Malaria-Kranken, das einige Zeit in einem Glas gestanden hatte, und da fand man an manchen der Parasiten lange Fäden, wie es in Abb. 34, 6 zu sehen ist. Man stritt nun viel darüber, was das bedeuten könne und kam schließlich zur Anschauung, daß es eine Absterbeerscheinung sei, die der Parasit zeigt, wenn er eine Zeitlang außerhalb des menschlichen Körpers lebt.

In dieser Zeit ging der englische Stabsarzt Ross, ausgerüstet mit diesen Erfahrungen, nach Indien, und machte sich zur Aufgabe, dort an erster Quelle, die Malaria zu erforschen. Er richtete von Anfang an, auf Grund obiger Erfahrung Mansons, auf die Stechmücken den Verdacht, irgendeine Rolle bei der Malaria-Infektion zu spielen und suchte deshalb zunächst festzustellen, was aus den Parasiten wird, wenn die Schnake das Blut eines Malaria-Kranken aufsaugt. Dies gelang ja durch den Saugrüssel in den Magen der Mücke, und so untersuchte Ross den Magen der Mücken, die an malarialranken Menschen Blut gesaugt hatten. Er zog sich die Mücken aus Eiern unter Glasglocken, um sicher zu sein, daß sie vorher noch nicht gesaugt und daß sie nichts Fremdes im Magen hatten. Und da fand er, daß die Malaria-Parasiten hier im Magen der Mücke die obengeschilderte Form mit den vielen Fäden annehmen, woraus er schließen konnte, daß dies nicht Absterbeerscheinungen,

sondern Vorgänge sind, die zu dem normalen Entwicklungsverlauf des Parasiten gehören. Was weiterhin vor sich ging, konnte er trotz der größten Mühe aber nicht feststellen. Sein Bestreben war natürlich, zu finden, wie Menschen von neuem infiziert werden könnten. Er nahm also Mücken, die Blut gesaugt hatten, ließ sie im Wasser sterben und suchte Menschen durch den Genuß solchen Wassers wieder zu infizieren. Das gelang aber nicht. Er stützte sich dabei auf die bis dahin unter den Forschern verbreitete Ansicht, daß die Mücken nur einmal saugen und dann sehr bald absterben. Bald zeigte sich aber, daß dies ganz falsch war. Nur die weiblichen Tiere, die tagsüber im Gebüsch versteckt sind, saugen in den Dämmerstunden Blut; sie sterben aber nur dann bald ab, wenn man ihnen keine Nahrung gibt. Füttert man sie regelmäßig, indem man sie z. B. an Vögeln Blut saugen läßt, so leben sie sehr gut weiter. Unter diesen Umständen konnte Ross auch an andre Übertragungsarten denken, und so kam er auf den Gedanken, daß die Mücken den Krankheitserreger direkt wieder auf den Menschen übertragen könnten, indem sie beim ersten Saugen die Parasiten aufnehmen und beim nächsten Saugen an einem andern Menschen sie durch die Wunde in dessen Blut bringen. Versuche, dies zu beweisen, schlugen aber fehl; so experimentierte er 2 Jahre lang fort, ohne neue Anhaltspunkte zu finden. Da fand er zufällig in einer stark versuchten Gegend Stechmücken, die er noch nie gesehen hatte. Er hatte bisher angenommen, daß die gewöhnlichen grauen Moskito's, die am verbreitetsten waren, die Krankheitsüberträger sein müssen. Nun brachte man ihm plötzlich Stechmücken, die schön gefleckte Flügel zeigten und auch sonst in mancherlei Eigentümlichkeiten von den andern abwichen. Nähere Nachforschungen ergaben, daß diese ebenfalls sehr häufig sind, auch den Menschen stechen, aber durch verstecktere Lebensweise weniger auffallen. Und als er den Magen dieser Mücken untersuchte, fand er in der Magenwand eingebohrt kleine kugelige Körper, die sich durch schwarze Farbe auszeichneten, ähnlich wie dies das Bild des Stechmückenmagens Abb. 34, 9 zeigt. Er schöpfte den Verdacht, daß diese mit der Malaria zusammenhängen könnten. Und der Verdacht hat sich bestätigt. Nur diese gefleckten Moskito's mit dem wissenschaftlichen Namen *Anopheles* können die Malaria übertragen. Es war damit die interessante Erscheinung festgestellt, daß von einer Gruppe ganz nahe verwandter Stechmücken nur eine bestimmte Gattung imstande ist, dem Krankheitserreger in ihrem Körper die nötigen Bedingungen zu geben, die später eine Übertragung möglich machen.

Leider war Roß gerade in diesem entscheidenden Moment verhindert, seine Untersuchungen fortzusetzen. Er kam nach Kalkutta, wo gerade die Pest herrschte, und im großem Maßstab die Pestimpfung durchgeführt wurde. Die Eingebornen scheuten sich hiervor und suchten ihr nach Möglichkeit zu entgehen, und so war es Roß nicht möglich, Leute zu finden, die sich zu seinen — übrigens ganz unschädlichen — Versuchen hergaben, die so eine lange Unterbrechung erfuhren.

In dieser Zeit wurden von anderer Seite merkwürdige Entdeckungen gemacht. Es gibt auch bei Vögeln eine solche Malariafrankheit, die durch einen ganz ähnlichen Parasiten hervorgerufen wird. Man fand nun daß aus diesen sich im Magen von Stechmücken, die das Blut kranker Vögel gesaugt hatten, zum Teil große kugelige Körper entwickeln (Abb. 34, 4, 5), zum Teil ebensolche mit den langen Fäden, die wir schon kennen. Man sah weiterhin die Fäden sich loslösen, auf die großen Körper zuschwimmen und mit ihnen verschmelzen, wie es auch in Abb. 34, 7 abgebildet ist.

Jetzt war es nach Analogie mit andren bekannten Prozessen klar, daß dies ein Befruchtungsprozeß war, daß die langen Fäden nichts anderes sind als Samenzellen männlicher Tiere, die dunklen Kugeln den Eizellen entsprechende weibliche Tiere. Roß nahm jetzt diese Beobachtungen auf und stellte fest, daß nach dem Befruchtungsvorgang aus den befruchteten Tierchen sich durch Streckung der Kugel kleine würmchenartige Wesen entwickelten, die in die Magenwand der Mücke sich einbohrten. (Abb. 34, 8).

Aus diesen Würmchen aber entwickeln sich die schwarzen Kugeln, die er vorher schon beobachtet hatte. Diese werden — immer noch in der Magenwand der Mücke — immer größer, so daß man sie schließlich mit bloßem Auge als kleine Knöpfchen wahrnehmen kann (Abb. 34, 9). Nun konnte man auch feststellen, was im Innern dieser Knöpfchen vor sich ging. Mit dem Wachstum teilt sich der Kern der befruchteten Parazitenzelle immer wieder, so daß schließlich zahllose kleine Kerne vorhanden sind (Abb. 34, 10, 11). Und um jeden von ihnen grenzt sich ein Stückchen Protoplasma ab, so daß die Kugel mit zahllosen kleinen Körpern von charakteristischer stabförmiger Gestalt gefüllt ist, (Abb. 34, 12), die wir jetzt als Sporen des Parasiten bezeichnen müssen, weil die Sporen dazu bestimmt sind, den Parasiten auszubreiten (Sporozoen, Sporentierchen!). Roß bemerkte weiter, wie diese Blasen plötzlich auseinanderplatzten, und damit werden die Sporen in die Leibeshöhle der Mücke

zerstreut. Sie gelangen dann in das Blut der Mücke und mit diesem in deren Speicheldrüsen. (Abb. 34, 13 zeigt die Sporen in den Zellen der Speicheldrüsen.) Beim Stich läßt die Mücke Speichel in die Wunde einfließen und nun ist es klar, auf welche Weise der Malariaparasit in das Blut des Menschen gelangt: Durch den Stich der Mücke werden diese Sporen wieder übertragen. Im Blut wandeln sie sich bald in kleine amöbenartige Organismen um, diese befallen wieder ein Blutkörperchen und der ganze Kreis ist geschlossen. Es dauerte nicht lange, daß diese Entdeckung, die Ross in ihrer ganzen Vollkommenheit zunächst für die Vogel malaria feststellte, auch für den Menschen bestätigt wurde und damit hatte man den ganzen Verlauf der Krankheit vollständig erkannt. Wir müssen, wie aus dieser kurzen Schilderung wohl schon hervorgeht, ihrem Entdecker Ross die größte Bewunderung zollen, der unter den schwierigsten äußeren Umständen in einem mörderischen Klima mit eiserner Konsequenz unbeirrt um jahrelangen Mißerfolg seine Untersuchungen zu einem für die leidende Menschheit so bedeutungsvollen Ende führte; denn mit dieser Entdeckung war natürlich sofort die Art und Weise gegeben, wie man die Malaria bekämpfen kann. Es ist klar: wenn die Fliegen die Übermittler der Malaria sind, so muß sich der Kampf gegen die Stechmücken richten. Und in der Tat kann man diesen Kampf durchführen. Man hat die Sümpfe, in die die Stechmücken ihre Eier legen und in denen die Larven leben, auszutrocknen versucht, man hat sie mit Petroleum übergossen, damit die Larven, die an der Oberfläche Luft atmen müssen, ersticken. Aber dies läßt sich nur in bestimmten Gegenden durchführen; in Europa ist es vielfach gelungen und es ist ja wohl nur eine Frage der Zeit, daß auch in Italien die berühmten pontinischen Sümpfe, Europas schlimmster Malariaherd, trockengelegt werden. Aber überall läßt sich das nicht durchführen.

Viel sicherer ist aber eine andere Methode, nämlich die malariekranken Menschen von der Malaria zu heilen. Wir besitzen dazu ein vorzügliches Heilmittel in dem Chinin, das von altersher gegen Fieber angewendet wird. Es hat die Fähigkeit, wenn es zur richtigen Zeit eingenommen wird, die Malariaparasiten vollständig zu zerreißen. Damit ist der Stechmücke aber die Möglichkeit genommen, an kranken Menschen zu saugen und so die Krankheit auf gesunde zu übertragen. Wo man bisher energisch in dieser Weise vorgegangen ist, hat man auch den gewünschten Erfolg erzielt und so ist zu hoffen, daß mit der Zeit diese



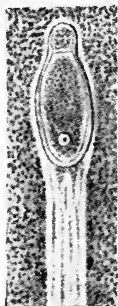
Blage der Menschheit sehr eingeschränkt wird. Wissen doch jetzt auch die Menschen, wie sie sich in verseuchten Gegenden vor Ansteckung schützen können, indem sie in den Dämmerstunden, wenn die Mücken stechen, im Haus bleiben, dieses mit dichten Fliegenfenstern versehen, die Häuser möglichst hoch und von Sümpfen entfernt bauen und unter Moskito- netzen schlafen.

## Siebentes Kapitel.

### Andre krankheitserregende Artierdhen.

So wie der Malariaparasit gibt es zahllose Sporozoen, die alle parasitisch in den verschiedensten Organen der Tiere leben. Alle — sie sind in ihrem Bau und ihrer Lebensweise sehr verschieden — haben eine ähnliche Art der Fortpflanzung gemein, nämlich einmal eine Fortpflanzung durch Teilung, durch die sie sich in ihrem Wirt ausbreiten und dann eine nach einer Befruchtung folgende Sporenbildung, durch die die Infektion neuer Tiere bewirkt wird. Wir wollen nur einen kurzen Blick noch auf ihr Aussehen in den verschiedenen Gruppen, die man unter den Sporozoen unterscheidet, werfen. Außer den mit dem Malariaparasiten verwandten Formen, die stets im Blut schmarozen, gibt es solche, die besonders im Zellgewebe verschiedener Organe leben wie die Coccidien, die wir in Abb. 35 b aus einer Darmhautzelle sehen. Andre, wie die Myxosporidien, leben ebenfalls in den verschiedensten Organen und sind besonders in den Kiemen der Fische gefährliche Schmarozger (Abb. 36). Besonders hochorganisiert sind die im Darm oder der Leibeshöhle niederer Tiere lebenden Gregarinen, die die Größe von Infusorien haben. Sie können sich zum Teil mit besonderen Haken an das Gewebe ihres Wirtes festklammern. Sie sind am leichtesten zur Untersuchung zu beschaffen. Man braucht nur den Darm eines Mehlwurmes auszudrücken, um sie meist in Menge zu finden.

Sie sind auch deshalb von Interesse für uns, weil ihre Beobachtung eine neue und merkwürdige Bewegungsart uns kennen lehrt. Unter dem Mikroskop sieht man die wurmartigen Organismen stets in langsamer, gleichmäßig gleitender Bewegung umherschwimmen, ohne daß man irgendwelches Bewegungsorgan erkennen könnte. Setzt man nun dem Wasser fein verriebene Tusche zu, so sieht man hinter den Tieren sich einen gleichmäßigen hellen Streifen ausziehen, wie das Kielwasser eines Schiffes (Abb. 35 a). Man schließt daraus, daß die Tiere an ihrem



a

Abb 35 a. Gregarine in Tuschje sich bewegend. (Nach Lang.) a der ausgehende Gallertstiel.

hinteren Ende ständig eine Gallerte ausscheiden, die vollständig durchsichtig ist und erst durch die an ihr haftenden Tuschepartikelchen sichtbar gemacht wird. Auf dieser schieben sie sich wieder wie auf einem ständig wachsenden Stiel vorwärts. Damit wollen wir die kurze Betrachtung der Sporozoen abschließen und noch ein paar krankheitserregende parasitische Protozoen betrachten, die den früher besprochenen Gruppen von Urtieren angehören.

Da gibt es gleich unter den Amöben solche, die nach den Entdeckungen Schaudinnns für den Menschen von großer Bedeutung sind. Man kannte schon lange im menschlichen Darm parasitierende Amöben, hielt sie aber für unschädliche Mitbewohner. Und das trifft, wie die neuen Erfahrungen lehren, auch oft zu. Es zeigte sich aber, daß diese Amöbe noch in einer zweiten Erscheinungsform vorkommt — man unterschied sie bisher als *Entamoeba histolytica*, von der ersteren

der *E. coli* — die alles eher als harmlos ist. Denn sie erwies sich als Erreger der gefürchteten tropischen Ruhr, der gefährlichen Dysenterie. Die Krankheit äußert sich in schweren Durchfällen, in einer allgemeinen Darmentzündung, die schließlich zum Tode des Menschen führen kann. In der vereiterten Darmwand findet man dann unter der Darmschleimhaut eitrige Säcke, die mit den charakteristischen Amöben angefüllt sind (Abb. 37).

Diese sind dadurch ausgezeichnet, daß ihr Körper, eine gewisse Festigkeit gewonnen hat, indem die äußere Körperschicht ganz homogen und glasartig hart ist. Dadurch ist die Amöbe imstande, sich durch die Darmwand durchzu-bohren. Sie sammeln sich dann in großen Mengen an und rufen, indem sie die Darmwand zerstören die häßlichen Geschwüre hervor, die den Tod herbeiführen können. Auch die Fortpflanzung dieser bössartigen Parasiten ist ziemlich bekannt, sie verläuft wieder in Verbindung mit einem charakteristischen Befruchtungsprozeß;

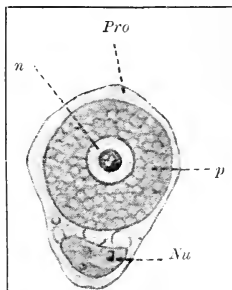


Abb. 35 b. Coccidie in einer Zelle n Kern, p Protoplasma des Parasiten, Nu Kern, Pro Protoplasma der Wirtszelle. (Nach Lang.)

es sind eben die Amöben, von denen wir, wie eingangs erwähnt, geschlechtliche Vorgänge kennen.

Durch die Entdeckungen der letzten Jahrzehnte ist eine andre überaus wichtige Art von Schmarozern in den Vordergrund des Interesses getreten, Protozoen aus der Gruppe der Geißeltierchen, die wir als Trypanosomen bezeichnen, zu deutsch Spiralleib. Ihren Namen haben sie daher, daß sie einen mehr oder minder spiralförmig gewundenen Körper besitzen (Abb. 38), der den Kern einschließt. Der Rand des Körpers wird auf einer Seite von einer dünnen Haut eingenommen — man vergleiche sie etwa mit einer Rüsche — die am Ende in den Geißelfaden ausläuft. Die Haut unterstützt durch wogende Bewegungen, die ihr den Namen undulierende Membran eintrugen, die Tätigkeit der Geißel. An ihrem Ursprung findet sich ein besonderes kernartiges Körperchen, das sich vielleicht mit dem Kleinkern der Infusorien vergleichen läßt. Wie andre Flagellaten vermehren sich auch diese durch eine Längsteilung, wobei Kern, Nebenkern und Geißelapparat mitgeteilt wird (Abb. 38 C). Eine charakteristische Eigenschaft der Trypanosomen ist schließlich noch, sich unter Umständen in größerer Zahl vorübergehend zu sternartigen Figuren zu vereinigen (Abb. 38 B). Die Trypanosomen sind größtenteils Blutschmarozher und als solche vor allem Menschen und Säugetieren sehr gefährlich. Sie leben aber in der Regel nicht, wie die Malaria Parasiten, im Innern des Blutkörperchens, sondern legen sich ihm von außen an. Die Wirkung ist aber schließlich die gleiche; sie saugen es aus und rufen dadurch ebenfalls die schwersten Krankheitserrscheinungen hervor. Bei den Tieren kennt man diese Krankheit schon sehr lange und besonders die Haustiere in tropischen Gegenden sind von ihr besonders geplagt. Solche Trypanosomen sind es, die die berühmte Niesekrankheit hervorrufen, eine Krankheit, welcher zahllose Haustiere im Innern von Afrika und Asien zum Opfer fallen. Es ist weiter nichts merkwürdiges, wenn, wie ein Farmer erzählte, von 6000 Stück Vieh, die aus dem Innern transportiert wurden, 160 Stück die Küste erreichten, alle andern aber der furchtbaren Krankheit erlagen. Im Blute dieser Tiere findet man eine Unmenge von Trypanosomen, die sich kolossal vermehren und fieberhafte Erkrankungen hervorrufen.

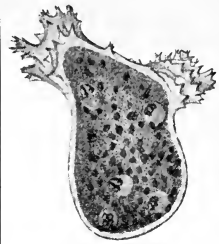


Abb. 36. Chloromyxum,  
ein Myxosporid. (Nach  
Lang.)

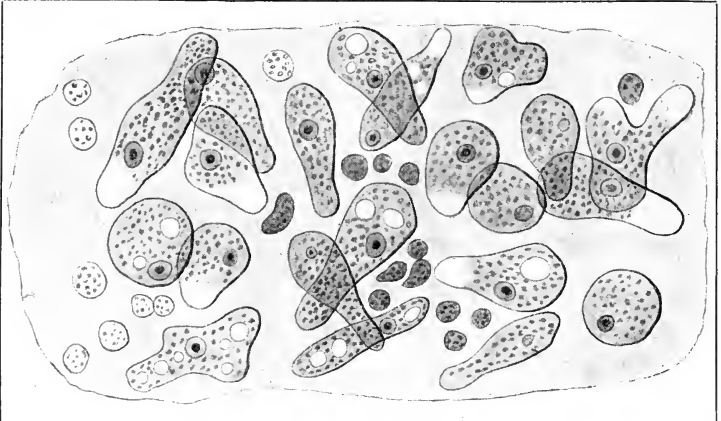


Abb. 37. Dysenterieamöben aus dem Darm eines Ruhrkranken. (Nach Lösch.)

Die Tiere werden am ganzen Körper von einem Ausschlag befallen und gehen dann unter charakteristischen Verschwellungen elend zugrunde. Wie kommen nun wieder die Trypanosomen ins Blut und was bedeutet der Name Tsetsekrankheit? (Mit eingebornen Worten wird sie in Afrika auch Nagana, in Asien Surra genannt.) Man wird sich nicht weiter wundern, zu erfahren, daß wieder eine Stechmücke dabei eine Rolle spielt, eine bremsenartige Fliege (hier also keine Schnabe), die von den Eingebornen Afrikas als Tsetse-Fliege bezeichnet wird.

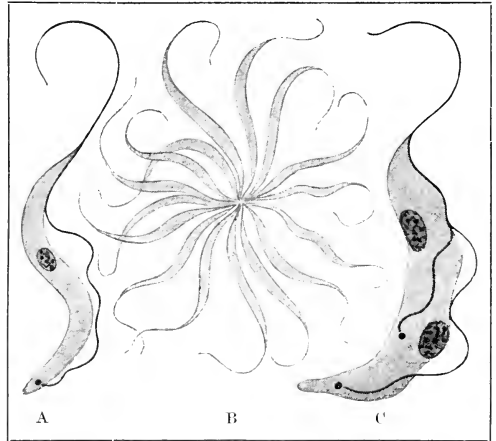


Abb. 38. Trypanosomen. A ein Einzeltier; B zahlreiche zu einem Stern zusammengeballt; C ein Tier in Teilung. (Nach Laveran und Mesnil.)

(Abb. 39.) Sie lebt im Gebüsch an Sträuchern und befällt von da die Tiere, sticht sie, um ihr Blut zu saugen und überträgt dabei auf ganz ähnliche Weise wie die Stechmücke des Malariaparasiten diese Trypanosomen auf andre gesunde Tiere.

Auch in dieser Tsetsefliege geht ein ähnlicher Entwicklungsgang vor sich, wie wir ihn von den Malariaparasiten

kennen gelernt haben. Es ist zwar nicht genau der gleiche, aber im wesentlichen scheint es sich auch hier um einen geschlechtlichen Vorgang zu handeln. Es bilden sich wahrscheinlich weibliche und männliche Formen, die männlichen Formen befruchten die weiblichen und beim Stich werden die neuen Tiere in das Blut übertragen. Zu einer Sporenbildung wie bei den Sporozoen kommt es also hier nicht.

Leider verbreitet sich die Tsetsekrankheit immer weiter und unsere afrikanischen Kolonien sind auch bereits sehr in Mitleidenschaft gezogen. Und diese Ausbreitung wird durch einen sehr merkwürdigen Umstand begünstigt. Es erkrankten plötzlich Haustiere in Gegenden in denen nie die Tsetsekrankheit war, also eine Übertragung ausgeschlossen erscheint, da ja auch die Fliegen nicht so weit fliegen. Man fand nun, daß nicht alle Tiere für die Infektion gleich empfindlich sind. Besonders empfindlich sind die Raubtiere, wie der Hund, während das große Wild, die Antilopen usw. unempfindlich sind. Sie werden aber ebenfalls wie alle andern Säugetiere von der Tsetsefliege gestochen, erkranken jedoch selbst nicht. Wenn nun solches Wild in Gegenden gelangt, wo bisher die Krankheit nicht vorkam — und das kommt leicht vor, da das Wild große Wanderungen unternimmt — so wird sich die Tsetsefliege durch den Stich an solchen Tieren infizieren und wiederum gesunde Tiere anstecken. Damit ist natürlich gesagt, daß in unverseuchten Gegenden



Abb. 39. Tsetse-Fliege. (Nach Laveran u. Mesnil.)

der Kampf zugunsten der Haustiere sich vorwiegend gegen das Wild richten muß, so sehr auch der Naturfreund die Ausrottung dieser schönen Tiere bedauern müßte.

Aber nicht nur für die Tiere ist die Trypanosomenkrankheit von solcher großer Bedeutung, sie ist es auch für den Menschen. Man hat vor wenigen Jahren gefunden, daß in Afrika eine Fieberkrankheit auftritt, die in ganz ähnlicher Weise verläuft wie die Malaria. Man suchte und suchte, konnte aber den Malariaparasiten nicht finden. Da fand man im Blute Trypanosomen vor und konnte nun auch feststellen, daß sie die Erreger dieser Fieberkrankheit sind, und daß wieder die Tsetse-Fliege es ist, welche die Krankheit überträgt. Und nicht genug damit, man fand auch, daß eine andere im tropischen Afrika vorkommende Krankheit, die berüchtigte Schlafkrankheit, ebenfalls von diesem Trypanosoma hervorgerufen wird. An ihr leiden vor allem die Neger Zentralafrikas, aber auch Europäer, die in diesen Gegenden leben, sind nicht verschont geblieben. Am Kongo sollen ganze Dörfer durch sie ausgestorben sein, in andern 70% aller Einwohner erkrankt sein. Und diese gehen alle dem sichern Tode entgegen, da eine Heilung der Schlafkrankheit bislang nicht möglich ist.

Die Schlafkrankheit äußert sich darin, daß die davon Befallenen anfangen matt zu werden, die bei der Arbeit stehenden stellen die Arbeit ein, sie schlafen im Stehen, erwachen wieder, dann gehen sie wieder an ihre Arbeit, werden immer matter und gelangen schließlich in eine Art Delirium, das sie nicht mehr aufstehen läßt und im Verlauf von einigen Monaten zum sicheren Tod führt. Bei solchen Unglücklichen konnte man dann feststellen, daß Trypanosomen die Erreger sind, die an einem ganz merkwürdigen Ort sich aufhalten. Das Rückenmark und Gehirn des Menschen liegt bekanntlich im Schädel und Rückgratkanal so eingeschlossen, daß es von einer wässerigen Flüssigkeit, der Cerebrospinalflüssigkeit, umgeben ist, und in dieser fand man die Trypanosomen vor, also in nächster Nachbarschaft der edelsten Organe, Gehirn und Rückenmark. Es ist begreiflich, daß sie hier schwere Schädigungen bewirken können und das Krankheitsbild, das sie hervorrufen, sehr dem einer schweren Hirnhautentzündung gleicht.

Man hat bis jetzt trotz außerordentlicher Anstrengungen aller Nationen noch kein zuverlässiges Mittel gegen die Schlafkrankheit finden können; dagegen ist ihr Fortschreiten ein ganz ungeheures und sie ist in ständigem Zunehmen begriffen. Jetzt ist ihr Zentrum der Viktoria-

see und besonders betroffen der Kongostaat und Britisch-Ostafrika. Aber sie steht schon an der Grenze von Deutsch-Ostafrika und von Oberägypten und die Möglichkeit des Eindringens in die beiden Länder ist keine geringe. Denn die Stechmücke lebt in Büschen an Flußläufen, und da nun die Hauptverkehrsadern im allgemeinen an Flußläufen entlang gehen, wird sie hauptsächlich den Verkehrsstraßen entlang verbreitet, d. h. mit wachsendem Verkehr und der Erschließung des Landes schreitet auch die Krankheit fort.

Daß man noch kein Mittel gegen die Schlafkrankheit gefunden hat, beruht darauf, daß die Trypanosomen durch das Chinin gar nicht beeinflusst werden. Man ist trotz vieler Bemühungen und scheinbarer Erfolge auch nicht imstande, in der Weise vorzugehen wie bei Bakterienkrankheiten. Gegen diese stellt man ja ein Heilserum her, das man den kranken Menschen einspritzt. Es wird dies so gewonnen, daß man Tieren die betreffenden Krankheitserreger einimpft. Das Blut bildet dann ein Gegengift gegen diese Krankheitserreger und dieses impfen wir dann dem erkrankten Menschen ein. Natürlich hat man zahlreiche Versuche gemacht, um auch bei den Trypanosomen ein solches Gegengift zu finden, bisher ist es aber noch nicht gelungen. Bei gewissen tierischen Tropenkrankheiten hat man mehr oder minder große Erfolge erzielt, aber bei den Krankheiten der Menschen nicht, nicht einmal bei den schweren Krankheiten der Haustiere, wo die Erfolge von der größten wirtschaftlichen Bedeutung wären. Größere Aussichten auf Erfolg scheint dagegen eine andre Behandlungsweise zu versprechen, die chemische Bekämpfung der Parasiten, Ehrlichs Chemotherapie. In den Arsenverbindungen (Atoxyl, Salvarsan) kennt man bereits Stoffe, die in das Blut eingeführt die Parasiten abtöten. Vollständig ist der Erfolg aber noch nicht, da es unter den Trypanosomen Rassen oder Individuen gibt, die so boshaft sind, giftfest zu sein.

Man kennt noch eine andere Form von Krankheitserregern, die man den Trypanosomen früher nahe stellte, während man jetzt mehr dazu neigt, ihnen zwischen Protozoen und Bakterien ihren Platz anzuweisen. Man hat bei gewissen Krankheiten auch wieder im Blute Körper gefunden, die wie ein feingebogener Faden aussehen (Fig. 40); sie sind von außerordentlicher Kleinheit und kann man sie nur mit den allerstärksten Vergrößerungen auffinden. Auch diese Organismen tragen am Körperende eine Geißel, mit der sie im Blute umherschwimmen. Man nennt sie Spirochaeten. Sie sind es, welche ein außerordentlich weit



Abb. 40.  
Spirochaete.

verbreitetes Fieber, das sogenannte Rückfallfieber erzeugen, das in Südeuropa schon zu den Volksplagen gehört, und an dem in Zentralafrika die gesamte eingeborne Einwohnerschaft einmal im Leben erkrankt sein soll. Und auch bei diesem ist festgestellt worden, daß Gliedertiere die Übermittler darstellen, aber nicht die Stechmücken, sondern Kleiderläuse und Zecken. Erstere befallen den Menschen in unsaubren Häusern, während die Zecken, die Holzböcke, in Gebüsch sitzen und sich auf die vorbeigehenden Menschen niederfallen lassen, um Blut zu saugen. Es scheint

daß mit dem Überstehen eines Rückfallfiebers, Immunität, Unempfänglichkeit für neue Ansteckung erworben wird. Jetzt ist auch in dem Salvarsan ein Heilmittel gefunden.

Weitaus die wichtigste Spirochaete ist aber die *Sp. pallida* (Fig. 41). Denn sie ist nach Schaudinn's genialer Entdeckung der Erreger der schlimmsten aller Krankheiten, der Syphilis. Sie findet sich in den befallenen Organen in ungeheurer Menge und zerstört alles. Auch in ihrer Bekämpfung ist man jetzt einen gewaltigen Schritt vorwärts gekommen. Noch viele andre, besonders tropische Krankheiten werden auf Protozoen zurückgeführt. Wir stehen noch mitten in ihrer Erforschung, die bei dem Eifer, mit dem sich die Gelehrten auf sie geworfen haben, im Begriff steht, sich zu einer eignen Wissenschaft zu entwickeln.

Es sei nur zum Schluß dieses Abschnitts noch eine Krankheit erwähnt, die uns die Wichtigkeit des eingeschlagenen Forschungsweges beweisen soll, nämlich das gelbe Fieber. Es ist im tropischen Amerika überall verbreitet und fordert in Westindien zahlreiche Opfer. Bisher konnte ihm kein Mensch entgehen, der dort lebte und im Freien arbeitete. In Para z. B. kann man am Abend das Weichbild der Stadt nicht verlassen, ohne sich das gelbe Fieber zuzuziehen. Der Erreger der Krankheit ist nun bisher noch gar nicht bekannt, aber doch wissen wir, daß es bestimmt ein Protozoon sein muß. Vielleicht ist es so klein, daß wir es mit den stärksten Vergrößerungen noch nicht zu Gesicht bekommen können. Man hat versucht, sie durch eines der erwähnten Filter zu treiben, durch dessen ganz feine Poren man die feinsten Körper isolieren kann. Aber auch durch dieses gingen sie hindurch. Es ist fraglich, ob wir sie noch finden werden. Man weiß aber genau, daß sie von einer Stechmückenart übertragen werden. Auch diese saugen das Blut des Menschen und zwar können sie nur in den ersten 3 Tagen der Er-



krankung den Parasiten aufnehmen. Dann macht die Fliege einen Verdauungsprozeß durch, der 11 Tage dauert und dann nach 11 Tagen ist sie imstande, wieder auf einen Menschen das gelbe Fieber zu übertragen.

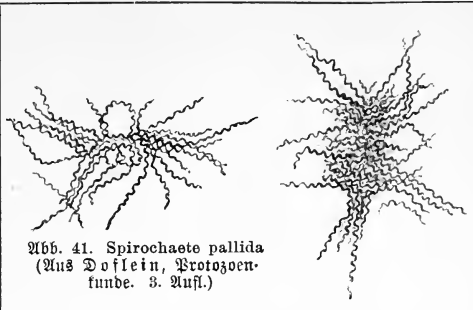


Abb. 41. Spirochaete pallida  
(Aus Doflein, Protozoen-  
funde. 3. Aufl.)

Man hat auch hier, nachdem man den Entwicklungsgang kennen gelernt hatte, den Kampf gegen das gelbe Fieber aufgenommen. Es war dies hier noch viel leichter als bei der Malaria wegen der oben genannten Zeitverhältnisse. Wenn die Mücke sich nur in den ersten 3 Tagen infizieren kann, so ist nachher jede Gefahr der Übertragung ausgeschlossen. Man muß nur einen Menschen drei Tage nach Erwerb der Krankheit isolieren, ihn in Häusern schlafen lassen, die fest mit Moskitonezen vergittert sind, dann kann sich auch keine Mücke an ihm infizieren. Hand in Hand damit muß dann eine Bekämpfung der Mücken gehen durch Austrocknung der Sümpfe. Man hat damit außerordentlich gute Erfahrungen gemacht, wie die folgenden Zahlen beweisen. In Havanna starben am gelben Fieber im Jahre 1893 482, 1895 549, 1896 1355 Menschen. Im Jahre 1901 begann man mit der planmäßigen Sanierung. In diesem ersten Jahr ging die Zahl der Todesfälle auf 5 zurück und in der ersten Hälfte von 1902 kam überhaupt kein Fall mehr vor. Dieser Erfolg gegenüber einem unbekanntem Parasiten beweist also die Richtigkeit des eingeschlagenen Forschungsweges. Damit wollen wir dieses interessante Kapitel, das der bedeutungsvollen Beziehungen der Urtiere zum Menschen und seiner Kultur, beschließen.

## D. Die mikroskopische Tierwelt im Haushalte der Natur.

### Achtes Kapitel.

#### Planktonorganismen.

Nachdem uns jetzt die Einzelbetrachtung mit den wichtigsten Gliedern der mikroskopischen Lebewelt, soweit sie dem Stamm der Urtiere an-

gehören, bekannt gemacht hat, wollen wir uns zum Schluß noch die Frage vorlegen: Wie stellt sich die mikroskopische Tierwelt zum Naturganzen, welche Rolle spielt sie im gesamten Haushalt der Natur? Bei dieser Gelegenheit wollen wir sie auch von dem Standpunkt aus betrachten, von dem wir sie bis jetzt noch nicht angesehen haben, von dem Standpunkt der Nützlichkeit für den Menschen, nachdem wir sie im vorigen Kapitel in ihrer Gefährlichkeit kennen lernten. Wir können uns bei dieser Betrachtung allerdings nicht mehr auf die Protozoen beschränken, sie muß sich auf die Gesamtheit der mikroskopischen Lebewelt erstrecken, also Bakterien, Pflanzen, Protozoen, Krebschen usw. Diese insgesamt bevölkern in ungeheuren Mengen die Fluten der Teiche, Seen und Meere, und zwar schweben sie in größeren oder geringeren Tiefen frei durch die Fluten. Man nennt sie in ihrer Gesamtheit das Plankton, d. h. das was umhergetrieben wird. Dieses Plankton spielt im Haushalt der Natur eine ungeheure Rolle. Und zwar gilt dies sowohl für unsere Flüsse, Teiche, stehenden Seen, wie auch das Weltmeer. Wir wollen uns bei seiner Betrachtung nur an das Plankton des Meeres halten, weil dieses alle Punkte in viel größerem Maßstabe zeigt. Das, was das Plankton für den Menschen so wichtig erscheinen läßt, ist, daß es die Hauptnahrung der Nussfische bildet, die sich entweder zeitweilig davon nähren oder doch wenigstens als Jungfische. Die Fischerei bildet aber einen Erwerbszweig für viele Millionen Menschen, die Fischnahrung stellt einen wesentlichen Teil des Gesamtconsums dar, so daß alle mit der Fischerei zusammenhängenden wissenschaftlichen Fragen auch von eminenter praktischer Bedeutung sind. Und umgekehrt sind die aus praktischen Gesichtspunkten heraus unternommenen Forschungen auch wieder geeignet, neue wissenschaftliche Ausblicke zu erschließen.

Will man es in die Hand bekommen, auf die Rentabilität eines landwirtschaftlichen Betriebs einzuwirken, so muß man vor allen Dingen den Stoffumsatz, der sich im Boden vollzieht, kennen; wir müssen wissen, auf welchen chemischen Bedingungen die Bildung der Ackerprodukte basiert, um den Ertrag des Ackers steigern zu können. Für die Landwirtschaft ist dieses tatsächlich auch seit Justus von Liebig bekannt.

Ebenso aber ist es unsere Aufgabe, zu erforschen, wie wir das Meer vernünftig bewirtschaften können, um seinen Fischertrag zu steigern. Um dies zu ermöglichen, müssen wir die Bedingungen, die sich hier geltend machen, aufs genaueste kennen, wir müssen versuchen, uns den Stoffwechsel im Meere klar zu machen.

Also die Fische, welche hier in Betracht kommen, leben vorwiegend von Plankton, von mikroskopisch kleinen Tieren. Diese leben aber ebenfalls von Planktonorganismen. Wir haben nun mehrmals schon besprochen, daß die Tiere nicht imstande sind, aus der Luft den Kohlenstoff, den sie für das Leben brauchen, herauszunehmen und ebenso auch den Stickstoff. Wir können nicht aus den Bestandteilen der unbelebten Welt die Eiweißkörper, die wir zum Aufbau unseres Körpers brauchen, herstellen. Ein Tier kann nur fertig vorgebildete, hochkomplizierte Nahrungskörper zu sich nehmen. Die Pflanze dagegen kann anorganisches Material assimilieren. Sie nimmt das, was sie zum Leben braucht, unmittelbar aus der Luft, aus dem Erdboden und Wasser auf. Außer dem Kohlenstoff ist das vor allem der Stickstoff, ein Element, das überall im Boden in Form von Salzen vorhanden ist und das einen wesentlichen Bestandteil gerade der wichtigen Eiweißkörper darstellt. Es muß also jeder Stickstoff, der sich im tierischen Körper als Eiweiß findet, einmal durch eine Pflanze gegangen sein, die daraus lebende Substanz aufbaute. Damit sind wir schon der Bedeutung des Planktons näher gekommen. Wir essen Fische, die Fische essen Plankton, die Planktontierchen nähren sich in letzter Linie wieder von mikroskopischen Pflänzchen, die aus dem im Meer gelösten Stickstoff Eiweiß aufbauen. Die Planktontiere sind also ein wichtiges Zwischenglied für den Übergang der Nahrung von der Pflanze zum höheren Tier. Das Meer ist also sozusagen als Wiese zu bezeichnen, auf der eine ungeheure Menge kleiner Pflänzchen wächst, die fortgesetzt von den Planktontierchen abgegrast werden.

Die Pflänzchen nehmen den Stickstoff also aus dem Wasser auf; und zwar können sie das nur, wenn er sich darin gelöst befindet in Form von stickstoffhaltigen Salzen. Direkt aus der Luft, also in Gasform, kann der Stickstoff auch von der Pflanze nicht verwandt werden (mit einer nicht hierher gehörigen Ausnahme). Wenn nun die Pflanzen große Mengen von Stickstoff aus dem Meer nehmen, so sollte man annehmen, daß der Vorrat einmal erschöpft wird, und daß dadurch tierisches und pflanzliches Leben nicht mehr möglich ist. Da dies nicht der Fall ist, so muß er wieder ersetzt werden. Von der andern Seite ist es ja auch klar, daß nach dem Gesetz von der Erhaltung des Stoffes, der Stickstoff, der im pflanzlichen und tierischen Organismus aufgestapelt ist, auch wieder irgendwo hinkommen muß; der Stickstoff kann nicht aus der Welt hinaus, es muß mit ihm wieder etwas geschehen.

Wenn das Tier oder die Pflanze stirbt, so verfault, verwest ihr Leib; ein Leichnam kann aber nicht aus sich selbst heraus verfaulen: Der Fäulnisprozeß ist nur möglich in Gegenwart von Bakterien, also wieder von einfachen Lebewesen, welche die Fähigkeit haben, lebende Substanz zu zerlegen. Diesen Zerlegungsprozeß aber nennen wir Fäulnis. Er stellt nichts anderes dar als die Auflösung, die Spaltung kompliziert gebauter chemischer Substanzen in einfacher gebaute. Die letztern sind aber solche Stickstoffverbindungen, die schließlich durch die Wirkung der Bakterien in lösliche Salze übergeführt werden, die sich im Meerwasser auflösen und der Prozeß beginnt wieder von neuem, der Kreislauf des Stickstoffs ist geschlossen. Das ist aber nicht die einzige Quelle, aus der das Wasser seinen Stickstoffvorrat nimmt. Es nimmt ihn auch aus den Niederschlägen. Jeder Regentropfen enthält stickstoffhaltige Salze, und die vielen Regen, die auf das Meer herabrieseln, bringen ihm auch diese zu. Das gleiche gilt von den Flüssen. Wenn nun der Stickstoff dem Meere immer zugeführt würde, ohne daß eine Abnahme desselben stattfände, so müßte schließlich das Meer vergiftet werden; denn so nötig die Tiere und Pflanzen den Stickstoff zum Aufbau des Leibes haben und letztere nur leben können, wenn gewisse Mengen desselben vorhanden sind, so wirkt der Stickstoff, wenn er im Übermaße vorhanden ist, als Gift, indem Tier und Pflanze nicht in einer konzentrierteren Stickstofflösung leben können. Es muß deshalb bei zu starker Anreicherung wieder für die Abnahme dieses Elementes gesorgt sein, und diese Regulierung besorgen wieder die Bakterien. Es gibt Bakterien, die in ungeheuren Mengen im Meere vorhanden sind, und die die Fähigkeit haben, gewisse Stickstoffkörper so zu zerlegen, daß sie nicht mehr durch Lösung im Meerwasser dies stickstoffreicher machen können, die also den überschüssigen Stickstoff zerstören oder, besser gesagt, unschädlich machen und so ständig das Wasser entgiften, den notwendigen Ausgleich besorgen.

Dieser kurze Einblick in den Stoffwechsel des Meeres — das große Naturganze hat, wie man sieht, ebenfalls einen Stoffwechsel — mag gezeigt haben, von welcher Bedeutung die Erforschung dieser Verhältnisse ist. Man wird sich aus dem wenigen Gesagten ableiten können, daß bei genügender Kenntnis der Vorgänge und exakter, zahlenmäßiger Erforschung man soweit kommen muß, den Ertrag des Meeres wie eines Ackers vorausberechnen zu können und damit auch durch sach-

gemäße Wirtschaft steigern zu können. Voraussetzung ist, daß die Meere in ihrer chemischen Zusammensetzung genau erforscht werden, festgestellt wird, was hineinkommt, und daß wir einen Überblick über die Masse und Verteilung der mikroskopischen Lebewelt, über das Plankton haben, von dem wir ja hier ausgegangen sind.

Dementsprechend werden auch jetzt von internationalen Kommissionen durch zahlreiche Gelehrte ständige Planktonuntersuchungen ausgeführt. Sie fangen mit besonderen Apparaten das Plankton aus genau gemessenen Wassermengen, stellen seine Masse fest und die Verteilung auf die verschiedenen Organismengruppen. Sie messen seine Dichtigkeit zu verschiedenen Tageszeiten, seine vertikalen und horizontalen Wanderungen, kurz, suchen alle Faktoren festzustellen, die dessen Verbreitung und Masse beeinflussen. Zweifellos eine sehr mühevolle Arbeit, die aber wohl schließlich den gewünschten Erfolg, die Beherrschung der Meeresproduktion, haben wird.

An kleineren Objekten als es das große Weltmeer ist, an Teichen, hat man die Erfahrungen schon besser verwerten können. Es hat sich gezeigt, daß die Dorfsteiche, in die aller Unrat geleitet wird, die erträgnisreichsten Fischwässer sind. Denn die Einleitung der Abwässer ist nichts anderes als eine Art von Düngung: Der Teich wird gedüngt mit stickstoffhaltigen Substanzen, welche dem Plankton zur Nahrung dienen, und die Menge dieses ist entscheidend für den Fischbestand. Bei solchen Teichen kann man dann natürlich zu ganz genauen Ergebnissen gelangen, wenn man sie ausfischt und das Erträgnis auf die Wassermenge berechnet.

Hierher gehört auch eine Erscheinung, die noch kurz gestreift sei, weil sie auf das engste mit der mikroskopischen Lebewelt zusammenhängt, die biologische Selbstreinigung der Flüsse. Es hat sich gezeigt, daß Flüsse, die bei einer Großstadt mit allen möglichen Abwässern überschwemmt werden, so daß ihr Wasser völlig getrübt ist, nicht weit unterhalb der Stadt wieder klar sind, so nahe, daß die Reinigung durch Absetzen des Schmutzes unmöglich erzielt sein kann. Auch hierfür ist die mikroskopische Tierwelt verantwortlich, die das Reinigungsgeschäft übernimmt.

## Neuntes Kapitel.

## Fossile Protozoen.

Noch in einer andern Weise tritt uns die Tätigkeit der mikroskopischen Tierwelt im Naturganzen entgegen. Wir sprachen früher davon, daß von den die Fluten des Meeres bevölkernden Radiolarien und Foraminiferen ständig zahllose absterben,

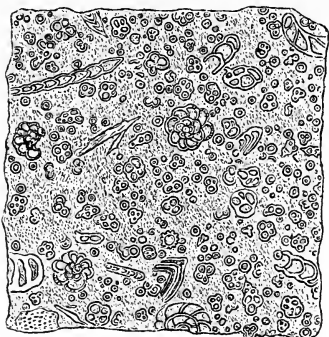


Abb. 42. Aus Schalen von Kammerlingen aufgebautes Gestein. (Nach Zittel.)

deren leere Schalen und Skelette wie ein Regen auf den Meeresboden hinabrieseln. Man hat ausgerechnet, daß in einem Gramm Meeres sand bis 50 000 solcher Schalen enthalten sind. Man bezeichnet ihn direkt nach den vorwiegend darin enthaltenen Tieren als Foraminiferensand, Globigerinenschlamm usw. Nun weiß man aus dem geologischen Aufbau der Erde, daß ein großer Teil der Erdrinde dadurch gebildet worden ist, daß mineralische Substanzen sich allmählich auf

den Boden des Meeres abgesetzt haben. Im Laufe der Jahrtausende haben sich diese feinsten Teilchen aufeinander geschichtet und sind schließlich zu festen Gesteinen verklebt. Die Gesteinsmassen sind also zum großen Teil durch Sedimentierung auf dem Grund des Meeres entstanden. Darnach ist es gewiß begreiflich, wie aus diesen zahllosen winzigen kleinen Schalen sich allmählich ebenfalls Gesteine bilden können. Und dies ist auch der Fall; wenn man gewisse Kalksteine untersucht, indem man sehr feine Schliffe von ihnen anfertigt, so sehen wir bei der mikroskopischen Betrachtung zahllose winzige kleine Schalen, Kalkschalen, welche von genannten Tieren herkommen (Abb. 42). Man kennt solche Kalksteine aus den verschiedensten Gegenden der Erde. Sie bilden oft Lager von bedeutender Mächtigkeit. Die ägyptischen Pyramiden z. B. sind ausschließlich aus Gestein aufgebaut, das aus — allerdings sehr großen — Foraminiferenschalen, den schon erwähnten Nummuliten, gebildet ist. Auch ein großer Teil der Stadt Paris ist aus Foraminiferengestein aufgebaut. Die gesamten Kreideseifen von Rügen und der Küste von England sind ebenfalls Produkte von solchen Tieren. Unter dem Mikroskop findet man in jeder Kreide eine Unmenge feiner Schalen ver-

schiedenster Art, besonders die Schalen der erwähnten Kammerlinge, daneben kleine Körper, die etwa die Form eines Hemdknopfes haben (Abb. 43). Gerade diese kannte man schon lange, da man sie auch jetzt noch in dem weichen Meereschlamm eingebettet findet. Sie spielen eine gewisse Rolle in der Geschichte

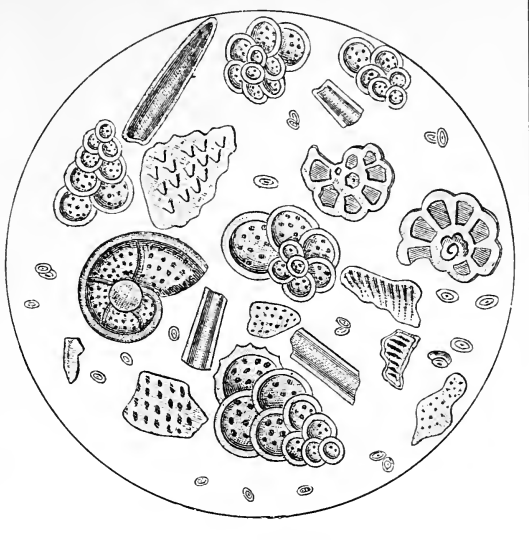


Abb. 43. Kreide. (Nach Zittel.)

der Zoologie. Man fand sie zuerst zur Zeit der überschäumenden Begeisterung für die neu geschaffene Abstammungslehre. Sie kamen aus der Tiefe des Weltenmeeres eingebettet in eine zähe schleimige Masse. Mit Begeisterung erklärte man diese für den Urschleim, der den Boden des Meeres bedeckt und aus dem sich alle Lebewesen herausdifferenzieren sollten, und nannte ihn Bathybius. Es zeigte sich aber später, daß der Bathybius, in dem die hemdknopfförmigen Kalkkörperchen, die Coccolithen, lagen, nichts anderes war als ein durch Alkoholeinwirkung entstandener Gipsniederschlag. Die Natur der Coccolithen wurde aber erst vor nicht langer Zeit aufgeklärt, indem man fand, daß sie die Gehäuse winzig kleiner Flagellaten darstellen, die dadurch ebenso wie die Foraminiferen und Radiolarien zu den gesteinsbildenden Protozoen gehören.

## Literatur.

Die wissenschaftliche Literatur über die hier behandelten Dinge zählt nach Tausenden von Arbeiten, deren Studium dem selbständig arbeitenden Forscher unerlässlich ist. Es seien hier deshalb nur einige Werke angeführt, die zur ersten Orientierung oder für die ästhetische Betrachtung nützlich sind.

Die gesamte mikroskopische Tierwelt des Süßwassers findet man behandelt in: Lampert, R. Das Leben der Binnengewässer. Leipzig 1899, 2. Aufl. 1911 das aber auch die gesamte übrige Tierwelt unserer Gewässer ausführlich bespricht. Als Nachschlagewerk für die mikroskopischen Süßwasserbewohner empfiehlt sich:

Cyfert, B. Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. 3. Aufl. Braunschweig 1900.

Zur wissenschaftlichen Bestimmung von Protozoen des Süßwassers verwendet man:

Blochmann, F. Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Abt. I. Protozoa. 2. Aufl. Hamburg 1895.

Als Nachschlagewerk für alles die Protozoen betreffende, sowie die Literatur bis 1887 dient das Monumentalwerk der Protozoenkunde:

Bütschli, D. Protozoa. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Leipzig u. Heidelberg 1880—1889. 3 Bde.

Eine vorzügliche Zusammenfassung der neueren Kenntnisse geben:

Lang, A. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosten Tiere. 2. Aufl. 2. Lief. Protozoa. Jena 1901. 3. Aufl. im Erscheinen.

Doflein, F. Lehrbuch der Protozoenkunde. 3. Aufl. Jena 1911.

Ersteres eine vergleichende Darstellung der Organisation, letzteres ein modernes Lehrbuch, das die Parasiten und Krankheitserreger in den Vordergrund stellt.

Die Lebenserscheinungen der Protozoen in ihrem Verhältnis zur allgemeinen Wissenschaft vom Leben sind in glänzender Darstellung geschildert in:

Verworn, M. Allgemeine Physiologie. Jena 1901.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der Protozoen studiert man vor allem aus den klassischen Schriften von D. Bütschli, R. Hertwig, F. Schaudinn.

Um einen Einblick in die Formenmannigfaltigkeit der einzelnen Gruppen zu erlangen, konsultiere man die umfangreichen Atlanten zu nachstehenden Werken:

Schulze, M. Über den Organismus der Polkthalamien, Leipzig 1854.

Daedel, C. Die Radiolarien. Eine Monographie. 1. Berlin 1862. 2. Berlin

1887. 3. u. 4. Berlin 1888.

Leidy, Freshwater Rhizopods of North-America U. St. Geological Survey of the Territories. V. 12. 1879.

Brady, A. B. Report on the Foraminifera, Challenger Report Zool. Vol. 9. 1873—76.

Brandt, R. Die koloniebildenden Radiolarien des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. 13. 1885.

Ehrenberg, G. Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.

Stein, Fr. Der Organismus der Infusionstiere. 3. Abt. Leipzig 1859.

Kent, S., A manual of the Infusoria. London 1880—82.

Die mikroskopische Tierwelt im Rahmen der gesamten Zoologie findet man behandelt in den bekannten Lehrbüchern der Zoologie.

Hertwig, R. Lehrbuch der Zoologie. 10. Aufl. 1912



# Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geh. M. 1.—, in Leinwand geb. M. 1.25

**Die Welt der Organismen.** In Entwicklung u. Zusammenhang dargestellt. Von Oberstudienr. Prof. Dr. K. Campert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.) Beabsichtigt einen allgemeinverständlichen Überblick über die Gesamtheit des Tier- und Pflanzenreiches zu geben, indem es zunächst den Aufbau der Organismen, die Lebensgeschichte der Pflanzen und Tiere sowie ihre Abhängigkeit von der äußeren Umgebung und an einer Reihe von Beispielen die außerordentlich mannigfaltigen Wechselbeziehungen schildert, die zwischen den einzelnen Gliedern der belebten Natur herrschen.

**Allgemeine Biologie.** Einführung in die Hauptprobleme der organischen Natur. Von Prof. Dr. Hugo Miehe. 2. Aufl. Mit 46 Figuren. (Bd. 130.)

Versucht eine umfassende Totalansicht des organischen Lebens zu geben, indem nach einer Erörterung der spekulativen Vorstellungen über das Leben und einer Beschreibung des Protoplasmas und der Zelle die hauptsächlichsten Äußerungen des Lebens behandelt werden, als Entwicklung, Ernährung, Atmung, das Sinnesleben, die Fortpflanzung, der Tod, die Variabilität und im Anschluß daran die Theorien über Entstehung und Entwicklung der Lebewelt, sowie die mannigfachen Beziehungen der Lebewesen untereinander.

**Experimentelle Biologie.** Von Dr. Curt Chesing. Mit zahlreichen Abbildungen. 2 Bände auch in 1 Band geb.

Bd. I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.) [In Vorbereitung.]

Bd. II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. Mit 69 Abb. und 1 Tafel. (Bd. 337.)

Die Anwendung des Experimentes zur Aufhellung biologischer Fragen ist im wesentlichen eine Errungenschaft der letzten Jahrzehnte. Während die Biologie bis dahin eine rein beschreibende Wissenschaft war, wird sie durch Einführung der experimentellen Methode zu der Strenge einer exakten Wissenschaft gleich Physik und Chemie erhoben. Das vorliegende kleine Werk will nun in erster, auch dem Laien verständlicher Darstellung einen Überblick über den heutigen Stand der Forschung vermitteln. Der erste Band soll experimentelle Zellforschung und Entwicklungsgeschichte umfassen. Der vorliegende zweite Band gibt einen Überblick über die Erscheinungen der Regeneration und Transplantation, die namentlich in neuester Zeit für die Medizin eine so überraschende Bedeutung gewonnen haben. Dabei fallen auch interessante Streiflichter auf Entwicklungsgeschichte und Vererbungsproblem. Ein dritter Band soll dem Einfluß der Umgebung auf Gestalt und Lebensgewohnheiten der Organismen gewidmet sein. Jeder Teil bildet ein selbständiges Ganzes.

**Die Bakterien im Kreislauf des Stoffes in der Natur und im Haushalt des Menschen.** Von Prof. Dr. Ernst Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

Kochs Tuberkelbazillen und Cholera vibrio haben die Bakteriologie populär gemacht; kein Wunder, daß Laien seitdem Bakterien und Krankheiten identifizieren. Demgegenüber sucht Verfasser in gemeinverständlicher Form die allgemeine Bedeutung der Kleinlebewelt für den Kreislauf des Stoffes in der Natur und den Haushalt des Menschen auseinanderzusetzen und zu zeigen, wie die zerlegende und aufbauende Wirkung bakteriologischer Prozesse den verschiedensten Vorgängen in der freien Natur, im landwirtschaftlichen und technischen Gewerbe und in Küche und Keller zugrunde liegt.

**Die krankheitserregenden Bakterien.** Von Privatdozent Dr. med. Max Coehleir. Mit 31 Abbildungen. (Bd. 307.)

Stellt, nach einer kurzgefaßten Geschichte der modernen Bakteriologie, ihre Methoden und die wichtigsten mit ihrer Hilfe errungenen Kenntnisse von den Eigenschaften der krankheitserregenden Bakterien, der Infektion, der Reaktion des Körpers gegen sie und der Immunität sowie der verschiedenen Methoden zu ihrer künstlichen Erzeugung dar. Daran schließt sich eine Übersicht über die wichtigsten Infektionskrankheiten: Milzbrand, Pest, Cholera, Diphtherie, Starrkrampf, Influenza, Typhus, Gonorrhöe, Genitstarre, Tuberkulose, Syphilis, Lepra. Den Schluß bildet ein Ausblick auf die ferneren Aufgaben und Aussichten des Kampfes gegen die pathogenen Bakterien.

# Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geh. M. 1.—, in Leinwand geb. M. 1.25

**Die Pflanzenwelt des Mikroskops.** Von Bürgerschullehrer E. Reufauf. Mit 100 Abbildungen und 65 Einzeldarstellungen nach Zeichnungen des Verfassers. (Bd. 181.)

Will auch dem Unkundigen einen Begriff geben von dem staunenswerten Formenreichtum des mikroskopischen Pflanzenlebens, will den Blick besonders auf die dem unbewaffneten Auge völlig verborgenen Erscheinungsformen des Schönen lenken, aber auch den Ursachen der auffallenden Lebenserscheinungen nachzufragen lehren, wie endlich dem Praktiker durch ausführlichere Besprechung, namentlich der für die Garten- und Landwirtschaft wichtigen mikroskopischen Schädlinge dienen. Um auch zu selbständigem Beobachten und Forschen anzuregen, werden die mikroskopischen Untersuchungen und die Beschaffung geeigneten Materials besonders behandelt.

**Das Süßwasser-Plancton.** Einführung in die freischwebende Organismenwelt unserer Teiche, Flüsse und Seebecken. Von Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

Gibt eine Anleitung zur Kenntnis der interessantesten Planctonorganismen, jener mikroskopisch kleinen und für die Existenz der höheren Lebewesen und für die Naturgeschichte der Gewässer so wichtigen Tiere und Pflanzen. Die wichtigsten Formen werden vorgeführt und die merkwürdigen Lebensverhältnisse und -bedingungen erörtert.

**Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung,** gemeinverständlich dargestellt. Von Dr. W. Scheffer. 2. Aufl. Mit 66 Abb. im Text und 1 Tafel. (Bd. 35.)

Nach einer Darstellung der historischen Entwicklung werden zunächst die optischen Grundlagen und die Wirkung von Lupe und Mikroskop erläutert, dann die Fragen der Objektbeleuchtung im Zusammenhang mit den verschiedenen Hilfsapparaten erörtert und die mikroskopische Untersuchung der Objekte theoretisch und praktisch behandelt. Ein letztes Kapitel gilt der Herstellung der Präparate, den Präparationsmethoden, dem Gebrauch des Mikrotoms und dem Färben der Schnitte.

**Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)

Lehrt das Verhältnis der Tierwelt zur Gesamtheit des Lebens auf der Erde verständnisvoll erfassen, zeigt die Tierwelt als einen Teil des organischen Erdganzes, die Abhängigkeit der Verbreitung des Tieres nicht nur von dessen Lebensbedingungen, sondern auch von der Erdgeschichte, ferner von Nahrung, Temperatur, Licht, Luft, Feuchtigkeit und Vegetation, wie von dem Eingreifen des Menschen und betrachtet als Ergebnis an der Hand von Karten die geographische Einteilung der Tierwelt auf der Erde.

**Das Meer, seine Erforschung und sein Leben.** Von Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 41 Abb. (Bd. 30.)

Stellt die Ergebnisse der modernen Meeresuntersuchungen auf geologischem, geographischem, physikalisch-chemischem und biologischem Gebiete knapp, übersichtlich und gemeinverständlich dar. Behandelt wird die Verteilung von Wasser und Sand, das Relief des Meeresgrundes, die Meeresströmungen und ihre Ursachen, die Tiefen des Meeres, Licht und Druck der Tiefsee, Bestandteile, Dichte und Farbe des Meerwassers, endlich die wichtigsten Pflanzen und Tiere, ihre Verbreitung und ihre Anpassungserscheinungen.

**Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander.** Von Prof. Dr. K. Kraepelin. 2. Aufl. 2 Bände. (Auch in 1 Bd. geb.)

Bd. I: Die Beziehungen der Tiere zueinander. Mit 64 Abb. (Bd. 426.)

Bd. II: Die Beziehungen der Pflanzen zueinander und zu den Tieren. Mit 68 Abb. (Bd. 427.)

Das vorliegende Werk Kraepelins behandelt in großen Zügen auf Grund der neuesten Ergebnisse der Forschung und der Kritik den interessantesten und wichtigsten Teil der allgemeinen Biologie: die Beziehungen der Geschlechter zueinander, Brutpflege und Familienleben der Tiere, die Erscheinungen der Vergesellschaftung, des Parasitismus und der Symbiose und endlich im zweiten Bändchen die mannigfachen Beziehungen der Pflanzen zueinander und zur Tierwelt, die Schutzmittel der Pflanzen gegen ihre tierischen Feinde und die Vorrichtung zur Bestäubung und Fruchtverbreitung.

# DIE KULTUR DER GEGENWART

## IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Von Teil III: Mathematik — Naturwissenschaften — Medizin sind  
u. a. erschienen:

## Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte

Unter Redaktion von †E. Strasburger u. O. Hertwig

### 1. BOTANISCHER TEIL

Unter Redaktion von †E. Strasburger

Mit 135 Abbildungen. [VIII u. 338 S.] Lex.-8. 1913  
Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 12.—, in Halbfranz geb. M. 14.—

Inhalt: Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre: †E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benecke.

### 2. ZOOLOGISCHER TEIL

Unter Redaktion von O. Hertwig

Mit 413 Abbildungen. [VIII u. 538 S.] Lex.-8. 1913  
Geh. M. 15.—, in Leinw. geb. M. 17.—, in Halbfranz geb. M. 19.—

Inhalt: Die einzelligen Organismen: R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen: K. Heider. — Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: F. Keibel. Morphologie der Wirbeltiere: E. Gaupp.

## Abstammungslehre, Systematik Paläontologie, Biogeographie

Unter Redaktion v. R. Hertwig-München u. R. v. Wettstein-Wien

Mit 112 Abbildungen. [X u. 612 S.] Lex.-8. 1913  
Geh. M. 20.—, in Leinw. geb. M. 22.—, in Halbfranz geb. M. 24.—

Inhalt: Die Abstammungslehre: R. Hertwig. — Prinzipien der Systematik mit besonderer Berücksichtigung des Systems der Tiere: L. Plate. — Das System der Pflanzen: R. v. Wettstein. — Biogeographie: A. Brauer. — Pflanzengeographie: A. Engler. Tiergeographie: A. Brauer. — Paläontologie und Paläozoologie: O. Abel. — Paläobotanik: W. J. Jongmans. — Phylogenie der Pflanzen: R. v. Wettstein. — Phylogenie der Wirbellosen: K. Heider. — Phylogenie der Wirbeltiere: J. E. V. Boas.

**Ausführliche Prospekte**

umsonst und postfrei vom Verlag  
B. G. Teubner in Leipzig u. Berlin.

## Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

**Einführung in die Biologie** zum Gebrauch an höheren Schulen und zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. 3. Aufl. Mit 344 Abb., 4 mehrfarb. Karten und Tafeln. [VIII u. 356 S.] gr. 8. 1912. Geb. M. 480.

**Einführung in die allgemeine Biologie.** Von W. T. Sedgwick und E. B. Wilson. Autorisierte Übersetzung nach der 2. Aufl. von Dr. R. Thejng. Mit 126 Abb. [X u. 298 S.] gr. 8. 1913. Geh. M. 6.—, in Leinw. geb. M. 7.—

**Lebensweise und Organisation.** Eine Einführung in die Biologie der wirbellosen Tiere. Von Prof. Dr. P. Deegener. Mit 154 Abb. [X u. 288 S.] gr. 8. 1912. Geh. M. 5.—, in Leinw. geb. M. 6.—

**Lehrbuch der Paläozoologie.** Von Dr. Stromer von Reichenbach, a. o. Professor an der Universität München. In 2 Teilen. gr. 8.

I. Teil. Wirbellose Tiere. Mit 398 Abb. [X u. 342 S.] 1909.

II. Teil. Wirbeltiere. Mit 234 Abb. [XIII u. 325 S.] 1912. In Leinw. geb. je M. 10.—

**Die Fundamente der Entstehung der Arten.** Zwei in den Jahren 1842 und 1844 verfaßte Essays. Von Charles Darwin. Herausgeg. von seinem Sohn Francis Darwin. Deutsche Übersetzung von Maria Semon. Mit 1 Porträt Charles Darwins und 1 Saffimiletafel. [VIII u. 326 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 4.—, in Leinw. geb. M. 5.—

**Experimentelle Zoologie.** Von Th. Hunt Morgan, Prof. a. d. Columbia-Universität New York. Deutsche, vom Verfasser autorisierte, vermehrte und verbesserte Ausgabe, übersetzt von Helene Rhumbler. Mit zahlreichen Abbildungen und einer farbigen Tafel. [X u. 570 S.] gr. 8. 1909. Geh. M. 11.—, in Leinw. geb. M. 12.—

**Blumen und Insekten, ihre Anpassungen aneinander und ihre gegenseitige Abhängigkeit.** Von Dr. O. v. Kirchner, Prof. a. d. Kgl. Landwirtschaftlichen Anstalt Hohenheim (Württemberg). Mit 2 Tafeln und 159 Abb. [VI u. 436 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 6.60, in Leinw. geb. M. 7.50.

**Die Metamorphose der Insekten.** Von Dr. P. Deegener, Professor an der Universität Berlin. [IV u. 56 S.] gr. 8. 1909. Steif geh. M. 2.—

**Instinkt und Gewohnheit.** Von C. Lloyd Morgan, F. R. S., Prof. der Zoologie am University College in Bristol. Autorisierte deutsche Übersetzung von Maria Semon. Mit 1 Titelfbild. [VII u. 306 S.] gr. 8. 1909. Geh. M. 5.—, in Leinw. geb. M. 6.—

**Das Verhalten der niederen Organismen unter natürlichen und experimentellen Bedingungen.** Von H. S. Jennings, Prof. an der Johns Hopkins University in Baltimore. Deutsch von Dr. E. MangoId. Mit 144 Figuren. [XIII u. 578 S.] gr. 8. 1910. Geh. M. 9.—, in Leinw. geb. M. 10.—

**Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen).** Von Dr. S. von Prowazet, Zool. Assistent am Seemannskrankenhaus und Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Mit 51 Abbildungen. [IV u. 172 S.] gr. 8. 1910. In Leinw. geb. M. 6.—

**Planktonkunde.** Von Dr. A. Steuer, Prof. der Zoologie a. d. Univ. Innsbruck. Mit 365 Abb. und 1 farbigen Tafel. [XV u. 723 S.] gr. 8. 1910. In Leinw. geb. M. 26.—

**Kleine Ausgabe: Leitfaden der Planktonkunde.** Mit 279 Abb. und 1 farbigen Tafel. [IV u. 382 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 7.—, in Leinw. geb. M. 8.—

**Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen.** Für den Gebrauch in zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorien. Von Dr. Ernst Küster, Professor an der Universität Bonn a. Rh. 2. Aufl. Mit 25 Abb. [VI u. 255 S.] gr. 8. 1913. Geh. M. 8.—, in Leinw. geb. M. 8.60.

**Bau und Leben der Bakterien.** Von W. Benedict, a. o. Prof. an der Universität Berlin. Mit 105 Abb. [XII u. 630 S.] gr. 8. 1912. In Leinw. geb. M. 15.—

**Skizzen und Schemata** für den zoologisch-biologischen Unterricht. Zugleich zum Gebrauch für Studenten der Naturwissenschaften. Von Dr. Otto Janzon, Oberlehrer, Leiter des Museums für Naturkunde in Köln. Mit 75 mehrfarbigen Tafeln nebst Erläuterungen. [VI u. 46 S.] gr. 8. 1912. In Karton M. 10.—

# Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher  
Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich. — Werke, die mehrere Bände umfassen, sind auch in einem Band gebunden vorrätig.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände innerhalb der Wissenschaften  
alphabetisch geordnet.

## Theologie und Philosophie, Pädagogik und Bildungsweisen.

- Amerikanisches Bildungswesen siehe Techn.  
Hochschulen, Universitäten, Volksschule.  
Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)  
Aufgaben und Ziele des Menschenlebens.  
Von Dr. F. Uno Id. 3. Aufl. (Bd. 12.)  
— siehe auch Ethik.  
Bildungsweisen. Das deutsche, in seiner ge-  
schichtlichen Entwicklung. Von weil. Prof.  
Dr. Fr. Paulsen. 3. Aufl. Von Prof.  
Dr. W. Münch. Mit Bildn. Paulsens.  
(Bd. 100.)  
Buddhas Leben und Lehre. Von weil.  
Prof. Dr. R. BischeI. 2. Aufl. von Prof.  
Dr. S. Lüderz. Mit 1 Taf. (Bd. 109.)  
Calvin, Johann. Von Pfarrer Dr. G. So-  
denr. Mit Bildn. (Bd. 247.)  
Christentum. Aus der Verdeszeit des Chr.  
Studien und Charakteristiken. Von Prof.  
Dr. F. Geffken. 2. Aufl. (Bd. 54.)  
Christentum und Weltgeschichte. Von Prof.  
D. Dr. R. Sell. 2. Bde. (Bd. 297, 298.)  
— siehe auch Jesus, Mystik im Christen-  
tum.  
Deutsches Ringen nach Kraft und Schön-  
heit. Aus den literar. Zeugn. eines Jahrh.  
gesammelt. Vn Turninspektor K. Wöl-  
fer. 2. Bde. Bd. II in Vorb. (Bd. 188, 189.)  
Einführung in die Philosophie, Theologie  
siehe Philosophie, Theologie.  
Entstehung der Welt und der Erde nach  
Sage u. Wissenschaft. Von Prof. Dr.  
B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)  
Erziehung zur Arbeit. Von Prof. Dr. Edb.  
Lehmann. (Bd. 459.)  
Erziehung, Moderne, in Haus und Schule.  
Von F. Tews. 2. Aufl. (Bd. 159.)  
— siehe auch Großstadtpädagogik und  
Schulkämpfe der Gegenwart.  
Ethik. Prinzipien der E. Von E. Went-  
scher. (Bd. 397.)  
— siehe auch Aufgaben und Ziele des  
Menschenlebens, sittliche Lebensanschau-  
ungen, Willensfreiheit.  
Fortbildungsschulweisen. Das deutsche. Von  
Dir. Dr. F. Schilling. (Bd. 256.)  
Freimaurerei, Die. Anschauungswelt u  
Geschichte. Von Geh. Archivrat Dr. L.  
Keller. (Bd. 463.)  
Kröbel, Friedrich. Leben und Wirken. Von  
A. v. PortugalI. Mit 5 Taf. (Bd. 82.)  
Großstadtpädagogik. Von F. Tews.  
(Bd. 327.)  
— siehe auch Erziehung, Moderne, und  
Schulkämpfe der Gegenwart.  
Seidentum siehe Mystik.  
Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor  
Dr. D. Flügel. Mit Bildn. (Bd. 164.)  
Hilfsschulweisen. Von Rektor Dr. B. Maen-  
nel. (Bd. 73.)  
Hochschulen siehe Techn. Hochschulen und  
Universitäten.  
Hypnotismus und Suggestion. Von Dr.  
E. Trömmner. 2. Aufl. (Bd. 199.)  
Jesuiten, Die. Eine histor. Skizze. Von  
Prof. D. G. Boehmer. 3. Aufl. (Bd. 49.)  
Jesus und seine Zeitgenossen. Geschicht-  
liches und Erbanliches. Von Pastor E.  
Bonhoff. (Bd. 89.)  
— Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.  
Von Pfarrer D. Dr. P. Mehlhorn.  
2. Aufl. (Bd. 137.)  
— Die Gleichnisse Jesu. Zugl. Anleitung  
zu quellenmäßigem Verständnis der  
Evangelien. Von Prof. D. Dr. Weinel.  
3. Aufl. (Bd. 46.)  
Israelit. Religion. Die Grundzüge der  
israel. Religionsgeschichte. V. weil. Prof.  
Dr. Fr. Giesebrecht. 2. Aufl. (Bd. 52.)  
Jugendfürsorge. Von Waisenhausdirektor  
Dr. F. Petersen. 2 Bde. (Bd. 161, 162.)  
Jugendpflege. Von Fortbildungsschulleh-  
rer B. Wiemann. (Bd. 434.)  
Kant, Immanuel. Darstellung und Wür-  
digung. Von Prof. Dr. D. Kälpe.  
3. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 146.)  
Knabenhandarbeit, Die, in der heutigen  
Erziehung. Von Sem.-Dir. Dr. A. Pappf.  
Mit 21 Abb. u. Titelbild. (Bd. 140.)  
Lehrerbildung siehe Volksschule und Leh-  
rerbildung der Ver. Staaten.

- Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein krit. Bericht. Von Prof. D. S. Boehmer. 3. Aufl. Mit 2 Bildn. (Bd. 113.)
- Mädchenschule. Die höhere. in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)
- Mechanik des Geisteslebens. Von Prof. Dr. M. Werworn. 3. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)
- siehe auch Psychologie.
- Mission, Die evangelische. Von Pastor S. Baudert. (Bd. 406.)
- Mittelschule siehe Volks- u. Mittelschule.
- Mystik im Heidentum und Christentum. Von Prof. Dr. E. v. Lehmann. (Bd. 217.)
- Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. F. von Regelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
- Pädagogik, Allgemeine. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 4. Aufl. (Bd. 33.)
- Pädagogik, Experimentelle, mit bes. Rücks. auf die Erzieh. durch die Taf. Von Dr. W. U. Sah. 2. Aufl. Mit 2 Abb. (Bd. 224.)
- siehe auch Erziehung, Großstadtpädagogik u. Psychologie des Kindes.
- Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. S. Frh. v. Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ansichten. (Bd. 6.)
- Palästina und seine Kultur in fünf Jahrhunderten. Von Dr. P. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)
- Paulus, Der Apostel, u. sein Werk. Von Prof. Dr. E. Vischer. (Bd. 309.)
- Peñalozzi. Leben und Ideen. Von Prof. Dr. P. Matorp. 2. Aufl. Mit Bildn. u. Brieffast. (Bd. 250.)
- Philosophie, Die. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Realschuldir. S. Richter. 2. Aufl. (Bd. 186.)
- Einführung in die Philosophie. Von Prof. Dr. R. Richter. 3. Aufl. von Dr. M. Brahn. (Bd. 155.)
- Führende Denker. Geschichtl. Einleitung in die Philosophie. Von Prof. Dr. F. Cohn. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)
- siehe auch Weltanschauung.
- Philosophie der Gegenwart, Die, in Deutschland. Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Prof. Dr. D. Külpe. 6. Aufl. (Bd. 41.)
- Psychologie siehe Seele des Menschen.
- siehe auch Mechanik des Geisteslebens.
- Psychologie des Kindes. Von Prof. Dr. R. Gaupp. 3. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 213.)
- siehe auch Pädagogik.
- Religion. Die Stellung der R. im Geistesleben. Von Lic. Dr. P. Kalweit. (Bd. 225.)
- Die Religion der Griechen. Von Prof. Dr. C. Samter. (Bd. 457.)
- Religion, Religion und Naturwissenschaft in Kampf u. Frieden. Ein geschichtl. Rückblick. Von Dr. A. Pannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
- Die relig. Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent. D. U. S. Braasch. 2. Aufl. (Bd. 66.)
- Rousseau. Von Prof. Dr. P. Hensel. 2. Aufl. Mit Bildnis. (Bd. 180.)
- Schopenhauer. Persönlichkeit, Lehre, Bedeutung. Von Realschuldir. S. Richter. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 81.)
- Schule siehe Fortbildungsschulwesen, Hilfsschulwesen, Hochschule, Mädchenschule, Mittelschule, Volksschule und die folgenden Bände.
- Schulhygiene. Von Prof. Dr. S. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 33 Fig. (Bd. 96.)
- Schulkämpfe der Gegenwart. Von F. Tems. 2. Aufl. (Bd. 111.)
- siehe auch Erziehung, Moderne, und Großstadtpädagogik.
- Schulwesen. Geschichte des deutschen Sch. Von Oberrealschuldir. Dr. R. Knabe. (Bd. 85.)
- Seele des Menschen, Die. Von Prof. Dr. J. Rehmke. 4. Aufl. (Bd. 36.)
- siehe auch Psychologie.
- Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von weil. Prof. Dr. D. Kirn. 2. Aufl. (Bd. 177.)
- siehe auch Ethik.
- Spencer, Herbert. Von Dr. R. Schwarze. Mit Bildnis. (Bd. 245.)
- Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
- Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Prof. S. Müller. Mit zahlr. Abb., Karte u. Lageplan. (Bd. 190.)
- Testament, Neues. Der Text des N. T. nach seiner geschichtl. Entwicklung. Von Div.-Pfarrer H. Pott. Mit 8 Taf. (Bd. 134.)
- siehe auch Jesus.
- Theologie. Einführung in die Theologie. Von Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)
- über Universitäten und Universitätsstudium. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. (Bd. 411.)
- Universität, Die amerikanische. Von PH. D. C. D. Verh. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
- siehe auch Student.
- Unterrichtswesen. Das deutsche, der Gegenwart. Von Oberrealschuldir. Dr. R. Knabe. (Bd. 299.)
- Volkshochschulen, Das moderne. Bühnen- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Von Stadtbibliothekar Dr. G. Friß. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)

**Volk- und Mittelschule, Die preussische, Entwicklung und Ziele.** Von Geh. Reg.- u. Schulrat Dr. Sachse. (Bd. 432.)  
**Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten.** Von Dir. Dr. F. Kuhpers. Mit 48 Abb. u. Titelbild. (Bd. 150.)  
**Weltanschauung, Griechische.** Von Privatdoz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)  
**Weltanschauungen, Die, der großen Philosophen der Neuzeit.** Von weif. Prof.

Dr. L. Busse. 5. Aufl., herausg. von Prof. Dr. R. Faldenberg. (Bd. 56.)  
— siehe auch Philosophie.  
**Willensfreiheit. Das Problem der W.** Von Prof. Dr. G. F. Lipps. (Bd. 383.)  
— siehe auch Ethik.  
**Zeichenkunst. Der Weg zur Z.** Von Dr. E. Weber. Mit Abb. (Bd. 430.)  
Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Sprachkunde, Literaturgeschichte und Kunst.

**Architektur** siehe Baukunst und Renaissancearchitektur.  
**Ästhetik.** Von Prof. Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)\*  
**Bau und Leben der bildenden Kunst.** Von Dir. Prof. Dr. Th. Wolbehr. 2. Aufl. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)\*  
**Baukunde** siehe Abtlg. Technik.  
**Baukunst, Deutsche B. im Mittelalter.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 8.)  
— **Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis z. Ausg. des 18. Jahrh.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 62 Abb. und 3 Tafeln. (Bd. 326.)  
— **Deutsche Baukunst im 19. Jahrh.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 35 Abb. (Bd. 453.)  
**Beethoven** siehe Haydn.  
**Björnson** siehe Ibsen.  
**Decorative Kunst des Altertums.** Von Dr. Fr. Poulsen. Mit 112 Abb. (Bd. 454.)  
**Drama, Das.** Von Dr. L. Busse. Mit Abb. 2 Bde.  
Bd. I: Von der Antike zum franzöf. Klaffizismus. (Bd. 287.)  
Bd. II: Von Versailles bis Weimar. (Bd. 288.)  
— siehe auch Shakespeare, Lessing, Schiller und Theater.  
**Drama, Das deutsche, des 19. Jahrh.** In 3. Entwickl. dargef. von Prof. Dr. G. Sittowski. 4. Aufl. Mit Bildn. Gebels. (Bd. 51.)  
— siehe auch Hebbel, Hauptmann.  
**Dürer, Albrecht.** Von Dr. R. Wustmann. Mit 33 Abb. (Bd. 97.)\*  
**Französische Roman, Der, und die Novelle.** Von O. Flake. (Bd. 377.)  
**Frauentichtung, Geschichte der deutschen F. seit 1800.** B. Dr. H. Spiero. (Bd. 300.)  
**Griechische Kunst, Die Mäteezeit der a. K. im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einführung in die griech. Plastik.** Von Dr. S. Wachtler. Mit 8 Taf. u. 32 Abb. (Bd. 272.)\*  
— siehe auch Decorative Kunst.

**Harmonium** siehe Tasteninstrumente.  
**Hauptmann, Gerhart.** Von Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. (Bd. 283.)  
**Haydn, Mozart, Beethoven.** Von Prof. Dr. C. Krebs. 2. Aufl. Mit 4 Bildn. (Bd. 92.)  
**Hebbel, Friedrich.** Von Prof. Dr. O. Walzel. Mit 1 Bildn. (Bd. 408.)  
**Ibsen, Björnson und ihre Zeitgenossen.** Von weif. Prof. Dr. B. Kahle. 2. Aufl. von Dr. Morgenstern. Mit 7 Bildn. (Bd. 193.)  
**Impressionismus, Die Maler des J.** Von Prof. Dr. B. Lázár. Mit 32 Abb. u. 1 farb. Tafel. (Bd. 395.)\*  
**Klavier** siehe Tasteninstrumente.  
**Kunst, Deutsche, im täglichen Leben bis zum Schluffe des 18. Jahrh.** Von Prof. Dr. B. Haendke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)  
**Kunst** siehe auch Decorative, Griechische, Ostasiatische Kunst.  
**Kunstpflege in Haus und Heimat.** Von Superint. R. Bürkner. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)  
**Lessing, B. Dr. G. Schremppf.** (Bd. 403.)  
**Lyrik, Geschichte der deutschen L. seit Claudius.** Von Dr. H. Spiero. (Bd. 254.)  
— siehe auch Minnefang und Volkslied.  
**Maler, Die altdeutschen, in Süddeutschland.** Von S. Nemik. Mit Bilderanhang. (Bd. 464.) Siehe auch Impressionismus.  
**Malerei, Die deutsche, im 19. Jahrh.** Von Prof. Dr. R. Hamann. 2 Bände Text, 2 Bände Abbildgn., auch in 1 Halbpergamentbd. zu M. 6.— (Bd. 448—451.)  
**Malerei, Niederländische, im 17. Jahrh.** Von Dr. S. Janhen. Mit zahlr. Abb. — siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)\*  
**Michelangelo, Einführung in das Verständnis. i. Werke.** Von Prof. Dr. E. Hildebrandt. Mit 44 Abb. (Bd. 392.)\*  
**Minnefang.** Von Dr. F. W. Bruhier. (Bd. 404.)  
**Mozart** siehe Haydn.

\*) Auch in Halbpergamentbänden zu M. 2.— vorrätig.

- Musik.** Geschichte der Musik siehe Haydn, Mozart, Beethoven, Wagner.  
— Die Grundlagen der Tonkunst. Versuch e. genet. Darstellung d. allgem. Musiklehre. Von Prof. Dr. H. Rietich. (Bd. 178.)  
**Musikal. Kompositionsformen.** Von E. G. Kallenberg. 2 Bde.  
Bd. I: Die elementaren Tonverbindungen als Grundlage der Harmonielehre. (Bd. 412.)  
Bd. II: Kontrapunktik und Formenlehre. (Bd. 413.)  
**Musikal. Romantik.** Die Blütezeit der m. N. in Deutschland. Von Dr. E. Fstel. Mit Silhouetten. (Bd. 239.)  
**Mythologie, Germanische.** Von Prof. Dr. F. v. Hegelein. (Bd. 95.)  
— siehe auch Volksfage, Deutsche.  
**Novelle** siehe Roman.  
**Orchester.** Die Instrumente des Orch. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit 60 Abb. (Bd. 384.)  
— Das moderne Orchester in seiner Entwicklung. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit Partiturbeisp. u. 3 Taf. (Bd. 308.)  
**Orgel** siehe Tasteninstrumente.  
**Östasiatische Kunst** und ihr Einfluß auf Europa. Von Dir. Prof. Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. (Bd. 87.)  
**Personennamen, Die deutschen.** Von Dir. A. Bähnisch. (Bd. 296.)  
**Plastik** siehe Griechische Kunst.  
**Poetik.** Von Dr. R. Müller-Freienfels. (Bd. 460.)  
**Rembrandt.** Von Prof. Dr. P. Schubert. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)\*  
**Renaissancearchitektur in Italien I.** Von Dr. B. Frankl. Mit 12 Taf. u. 27 Textabb. (Bd. 381.)\*  
**Rhetorik.** Von Dr. E. Geißler. I. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. 2. Aufl. (Bd. 455.)  
— II. Anweisungen zur Kunst der Rede. (Bd. 456.)
- Rhetorik.** Siehe auch Sprechen.  
**Roman.** Der französische Roman und die Novelle. Von D. F. Lafe. (Bd. 377.)  
**Romantik, Deutsche.** Von Prof. Dr. O. Walzel. 2. Aufl. (Bd. 232.)  
**Romantik** siehe auch Musikal. Romantik.  
**Schiller.** Von Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit Bildn. 2. Aufl. (Bd. 74.)  
**Shakespeare und seine Zeit.** Von Prof. Dr. E. Sieper. Mit 3 Taf. u. 3 Textabb. 2. Aufl. (Bd. 185.)  
**Sprachbau.** Die Haupttypen des menschlichen S. Von weil. Prof. Dr. F. R. Fınd. (Bd. 268.)  
**Sprachstämme des Erdkreises.** Von weil. Prof. Dr. F. R. Fınd. (Bd. 267.)  
**Sprechen.** Wie wir sprechen. Von Dr. E. Richter. (Bd. 354.)  
— siehe auch Rhetorik.  
**Stile.** Die Entwicklungsgeschichte der Stile in der bildenden Kunst. Von Dr. E. Cohn-Wiener. 2 Bde.  
Bd. I: Von Altertum bis zur Gotik. Mit 57 Abb. (Bd. 317.)\*  
Bd. II: Von der Renaissance b. z. Gegenwart. Mit 31 Abb. (Bd. 318.)\*  
**Tasteninstrumente.** Klavier, Orgel, Harmonium. Das Wesen der T. Von Prof. Dr. O. Vie. (Bd. 325.)  
**Theater, Das.** Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altert. bis auf die Gegenwart. Von Dr. Chr. Gaehe. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 230.)  
**Tonkunst** siehe Musik.  
**Volkslied.** Das deutsche. Aber Wesen und Werden deutschen Volksgeistes. Von Dr. F. W. Bruinier. 5. Aufl. (Bd. 7.)  
**Volksfage, Die deutsche.** Von Dr. O. Böckel. (Bd. 262.)  
— siehe auch Mythologie, German.  
**Wagner.** Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. Fstel. Mit Bildn. (Bd. 330.)  
— siehe auch Musikal. Romantik.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Kultur, Geschichte und Geographie, Recht und Wirtschaft.

- Alpen, Die.** Von H. Reishauer. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 276.)  
**Altertum, Das, im Leben der Gegenwart.** Von Prof. Dr. P. Cauer. (Bd. 356.)  
**Amerika, Geschichte der Vereinigten Staaten von A.** Von Prof. Dr. E. Daenell. 2. Aufl. (Bd. 147.)  
— Aus dem amerikan. Wirtschaftsleben. Von Prof. F. L. Laughlin. Mit 9 graph. Darstellungen. (Bd. 127.)  
— siehe ferner Lehrerbildung, Volksschule, Techn. Hochschulen, Universitäten Amerikas in Abtlg. Bildungswesen.  
**Amerikaner, Die.** Von R. M. Butler. Deutsch von Prof. Dr. W. Paszkowski. (Bd. 319.)  
**Angestellte** siehe Kaufmännische A.  
**Antike Wirtschaftsgeschichte.** Von Dr. O. Neurath. (Bd. 258.)  
**Arbeiterschul. und Arbeiterversicherung.** Von Prof. D. v. Zwi ed in ed - S ü den - horst. 2. Aufl. (Bd. 78.)  
— siehe auch soziale Bewegung.  
**Australien und Neuseeland.** Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. (Bd. 366.)

\*) Auch in Halbpergamentbänden zu M. 2.— vorrätig.



- Bauernhaus.** Kulturgeschichte des deutschen B. Von Reg.-Baumeister Chr. Rancé. 2. Aufl. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)
- Bauernstand.** Geschichte des deutschen B. Von Prof. Dr. G. Gerdes. Mit 21 Abb. (Bd. 320.)
- Bevölkerungslehre.** Von Prof. Dr. M. Haushofer. (Bd. 50.)
- Buch.** Wie ein Buch entsteht. Von Prof. H. W. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Taf. u. 26 Abb. (Bd. 175.)
- Das Buchgewerbe und die Kultur. 6 Vorträge, gehalten i. N. des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abb. (Bd. 182.)
- siehe auch Schrift- und Buchwesen.
- Byzantinische Charakterköpfe.** Von Privatdoz. Dr. R. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)
- Charakterbilder aus deutscher Geschichte** siehe Von Luther zu Bismarck.
- Deutsch:** Deutsches Bauernhaus s. Bauernhaus. — Deutscher Bauernstand s. Bauernstand. — Deutsches Dorf s. Dorf. — Deutsche Einheit s. Vom Bund zum Reich. — Deutsches Frauenleben s. Frauenleben. — Deutsche Geschichte s. Geschichte. — Deutscher Handel s. Handel. — Deutsches Haus s. Haus. — Deutsche Kolonien s. Kolonien. — Deutsche Landwirtschaft s. Landwirtschaft. — Deutsche Reichsversicherung s. Reichsversicherung. — Deutsche Schifffahrt s. Schifffahrt. — Deutsches Schulwesen s. Schulwesen. — Deutsche Städte s. Städte. — Deutsche Verfassung, Verfassungsrecht s. Verfassung, Verfassungsrecht. — Deutsche Volksfeste, Volksstämme, Volkstrachten s. Volksfeste usw. — Deutsches Weidwerk s. Weidwerk. — Deutsches Wirtschaftsleben s. Wirtschaftsleben. — Deutsches Zivilprozessrecht s. Zivilprozessrecht.
- Deutschtum im Ausland, Das.** Von Prof. Dr. R. Hoeniger. (Bd. 402.)
- Dorf, Das deutsche.** Von R. Mielke. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)
- Ehe und Eherecht.** Von Prof. Dr. E. Wähmünd. (Bd. 115.)
- Eisenbahnwesen, Das.** Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. A. D. Biedermann. 2. Aufl. Mit 116 Bildn. (Bd. 144.)
- siehe auch Verkehrsentwicklung in Deutschland 1800/1900.
- Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage.** Von Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 19 Bildn. (Bd. 174.)
- Entdeckungen, Das Zeitalter der.** Von Prof. Dr. E. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)
- Erbrecht, Testamenterrichtung und E.** Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)
- Familienforschung.** Von Dr. E. De- vrient. (Bd. 350.)
- Finanzwissenschaft.** Von Prof. Dr. E. B. Altmann. (Bd. 306.)
- Frauenarbeit.** Ein Problem des Kapitalismus. Von Prof. Dr. R. W. Ilbrandt. (Bd. 106.)
- Frauenbewegung, Die moderne.** Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. R. Schirrmacher. 2. Aufl. (Bd. 67.)
- Friedensbewegung, Die moderne.** Von A. S. Fried. (Bd. 157.)
- Friedrich der Große, Sechs Vorträge.** Von Prof. Dr. Th. Vitterauf. 2. Aufl. Mit 2 Bildnissen. (Bd. 246.)
- Gartenkunst, Geschichte d. G.** Von Reg.-Baumeister Chr. Rancé. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)
- siehe auch Abt. Naturwissensch. (Blumen u. Pflanzen.)
- Gartenstadtbewegung, Die.** Von General- lehr. H. Kampfmeyer. Mit 45 Abb. 2. Aufl. (Bd. 239.)
- Geld, Das, und sein Gebrauch.** Von G. Maier. (Bd. 398.)
- siehe auch Münze.
- Germanische Kultur in der Arzeit.** Von Prof. Dr. G. Steinhäuser. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)
- Geschichte, Deutsche** siehe Von Luther zu Bismarck, Friedrich der Große, Restauration u. Revolution, Von Jena bis zum Wiener Kongreß, Revolution (1848), Reaktion u. neue Ära, Vom Bund zum Reich, Moltke.
- Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland.** Von Patentanw. B. Tolkzsdorf. (Bd. 138.)
- Griechische Städte, Kulturbilder aus gr. St.** Von Oberlehrer Dr. E. Ziebarth. 2. Aufl. Mit 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 131.)
- Handel, Geschichte des Welthandels.** Von Prof. Dr. M. G. Schmidt. 2. Aufl. (Bd. 118.)
- Geschichte des deutschen Handels. Von Prof. Dr. W. Langenbeck. (Bd. 237.)
- Handwerk, Das deutsche, in seiner kultur- geschichtlichen Entwicklung.** Von Dir. Dr. E. Ditto. 4. Aufl. Mit 27 Abb. (Bd. 14.)
- Haus, Das deutsche, und sein Bauart.** Von Prof. Dr. R. Meringer. Mit 106 Abb. (Bd. 116.)
- Holland** siehe Städtebilder, Historische.
- Hotellwesen.** Von P. Damm- Etienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)
- Japaner, Die, in der Weltwirtschaft.** Von Prof. Dr. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)
- Jesuiten, Die, Eine histor. Skizze.** Von Prof. Dr. S. Boehmer. 3. Aufl. (Bd. 29.)
- Internationale Leben, Das, der Gegen- wart.** Von A. S. Fried. Mit 1 Tafel. (Bd. 226.)
- Island, das Land und das Volk.** Von Prof. Dr. B. Herrmann. Mit 116. und Karten. (Bd. 461.)

- Jurisprudenz im häuslichen Leben.** Für Familie und Haushalt dargestellt. Von Rechtsanw. P. Wienengraber. 2 Bde. (Bd. 219, 220.)
- Kaufmann. Das Recht des K.** Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 409.)
- Kaufmännische Angestellte.** Das Recht der f. A. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)
- Kolonien, Die deutschen.** (Land und Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 98.)
- **Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftl. Verhältnissen.** Im Lichte der Erdkunde dargestellt. Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)
- Kolonisation, Innere.** Von A. Brenning. (Bd. 261.)
- Konjunktionswissenschaft, Die.** Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)
- Krieg, Der, im Zeitalter des Verkehrs und der Technik.** Von Hauptmann A. Meyer. Mit 3 Abb. (Bd. 271.)
- **Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert.** Von Major D. v. Sothen. Mit 9 Übersichtskarten. (Bd. 59.)
- siehe auch Seekrieg.
- Landwirtschaft, Die deutsche.** Von Dr. W. Claassen. Mit 15 Abb. und 1 Karte. (Bd. 215.)
- Miete, Die, nach dem BGB.** Ein Handb. für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 194.)
- Mittelalterliche Kulturideale.** Von Prof. Dr. B. Bedel. 2 Bde. (Bd. 292.)
- Bd. I: Heldenleben. (Bd. 293.)
- Bd. II: Ritterromantik. (Bd. 293.)
- Mittelstandsbewegung, Die moderne.** Von Dr. L. Müffelmann. (Bd. 417.)
- Molkke.** Von Kaiserl. Ottoman. Major im Generalstab F. C. Endres. Mit Bildn. (Bd. 415.)
- Münze, Die, als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben.** Von Prof. Dr. A. Luschin v. Cbengreuth. Mit 53 Abb. — siehe auch Geld. (Bd. 91.)
- Napoleon I.** Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 195.)
- Naturvölker, Die geistige Kultur der K.** Von Prof. Dr. A. Th. Brenß. Mit 7 Abb. (Bd. 452.)
- Organisationen, Die wirtschaftlichen.** Von Privatdoz. Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)
- Orient, Der.** Eine Länderkunde. Von E. Banje. 3 Bde.
- Bd. I: Die Atlasländer. Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Abb., 10 Kartenskizzen, 3 Diagrammen u. 1 Tafel. (Bd. 277.)
- Bd. II: Der arabische Orient. Mit 29 Abb. und 7 Diagrammen. (Bd. 278.)
- Orient, Der.**
- Bd. III: Der arische Orient. Mit 34 Abb., 3 Kartenskizzen und 2 Diagrammen. (Bd. 279.)
- Österreich, Geschichte der auswärtigen Politik Österreichs im 19. Jahrhundert.** Von R. Charmaz. (Bd. 374.)
- Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907.** Von R. Charmaz. 2 Bände. 2. Aufl.
- Bd. I: Die Vorherrschaft der Deutschen. (Bd. 242.)
- Bd. II: Der Kampf d. Nationen. (Bd. 243.)
- Östmark, Die.** Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgeschichte. Von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)
- Offengebiet.** Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)
- Palästina und seine Geschichte.** Von Prof. Dr. H. Freiherr von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan und 6 Ansichten. (Bd. 6.)
- Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden.** Von Gymnasialoberlehrer Dr. P. Thomse. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)
- Polarforschung, Geschichte der Entbedungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart.** Von Prof. Dr. A. Saffert. 3. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)
- Politische Geographie.** Von Dr. E. Schöne. (Bd. 353.)
- Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert.** Von Prof. Dr. K. Th. v. Heigel. 2. Aufl. (Bd. 129.)
- Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien.** Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 2. Aufl. Mit 62 Abb. (Bd. 114.)
- Postwesen, Das, Entwicklung und Bedeutg.** Von Postrat F. Brunz. (Bd. 165.)
- Reaktion und neue Ära.** Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 101.)
- Recht** siehe Eherecht, Erbrecht, Gewerbli. Rechtsschutz, Jurisprudenz, Kaufmann, Kaufmann. Angestellte, Urheberrecht, Verbrechen, Verfassungsrecht, Wahrrecht, Zivilprozessrecht.
- Rechtssprobleme, Moderne.** Von Prof. Dr. F. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)
- Reichsversicherung, Die.** Die Kranken-, Invaliden-, Hinterbliebenen-, Unfall- und Ungestelltestenversicherung nach der Reichsversicherungsordnung u. dem Versicherungs-gesetz für Angestellte. Von Landesversicherungsassessor D. Seelmann. (Bd. 380.)
- Restauration und Revolution.** Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 3. Aufl. (Bd. 37.)

**Revolution. Geschichte der Französischen**  
H. Von Prof. Dr. Th. Bitter auf. (Bd. 346.)  
— 1848. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 2. Aufl. (Bd. 53.)  
**Rom. Das alte Rom.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Richter. Mit Bilderaufhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)  
— **Soziale Kämpfe im alten Rom.** Von Privatdoz. Dr. L. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)  
— **Roms Kampf um die Welt Herrschaft.** Von Prof. Dr. Rommayer. (Bd. 368.)  
**Schiffahrt, Deutsche, und Schiffahrtspolitik der Gegenwart.** Von Prof. Dr. R. Thieß. (Bd. 169.)  
**Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit.** Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 4.)  
— siehe auch Buch.  
**Schulwesen. Geschichte des deutschen Schulwesens.** Von Oberrealschuldirektor Dr. R. Knabe. (Bd. 85.)  
**Seerrieg. Eine geschichtl. Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart.** Von R. Freiherrn v. Malshahn, Vizeadmiral a. D. (Bd. 99.)  
— **Das Kriegsschiff.** Von Geh. Marinebaurat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)  
— siehe Krieg.  
**Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung.** Von G. Maier. 4. Aufl. (Bd. 2.)  
— siehe auch Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.  
**Soziale Kämpfe im alten Rom** siehe Rom.  
**Sozialismus. Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrh.** Von Privatdoz. Dr. Fr. Mucke. 2 Bde.  
Band I: Der rationale Sozialismus. (Bd. 269.)  
Band II: Proudhon und der entwicklungs-geschichtliche Sozialismus. (Bd. 270.)  
**Städte. Die. Geographisch betrachtet.** Von Prof. Dr. R. Hassert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)  
— **Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter.** Von Prof. Dr. B. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)  
— **Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland.** Von Reg.-Baumeister a. D. A. Erbe. Mit 59 Abb. (Bd. 117.)  
— siehe auch Griechische Städte, ferner Pompeji, Rom.  
**Statistik.** Von Prof. Dr. E. Schott. (Bd. 442.)  
**Strafe und Verbrechen.** Von Dr. P. Pollitz. (Bd. 323.)  
**Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909.** Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

**Telegraphie. Die, in ihrer Entwicklung und Bedeutung.** Von Postrat F. Bruns. Mit 4 Fig. (Bd. 183.)  
**Testamentserrichtung und Erbrecht.** Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)  
**Theater. Das, Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altertum bis auf die Gegenwart.** Von Dr. Chr. Gachde. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 230.)  
**über Universitäten u. Universitätsstudium.** V. Prof. Dr. Th. Ziegler. (Bd. 411.)  
— siehe auch Student, Der Leipziger.  
**Urheberrecht. Das Recht an Schrift- und Kunstwerken.** Von Rechtsanwält Dr. H. Mothes. (Bd. 435.)  
**Verbrechen. Strafe und B.** Von Dr. P. Pollitz. (Bd. 323.)  
**Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkstündlichen Kriminalistik.** Von Dr. W. Hellwig. (Bd. 212.)  
**Verbrecher. Die Psychologie des B.** Von Dr. P. Pollitz. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)  
**Verfassung. Grundzüge der B. des Deutschen Reiches.** Von Prof. Dr. E. Loening. 4. Aufl. (Bd. 34.)  
**Verfassungsrecht. Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung.** Von Prof. Dr. E. D. Hüblich. 2. Aufl. (Bd. 80.)  
**Verkehrsentwicklung in Deutschland, 1800 bis 1900** (fortgeführt bis zur Gegenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. W. Loh. 3. Aufl. (Bd. 15.)  
— siehe auch Eisenbahnwesen.  
**Versicherungswesen. Grundzüge des B.** Von Prof. Dr. A. Manes. 2. Aufl. (Bd. 105.)  
— siehe auch Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.  
**Volkssitte und Volksfitten, Deutsche.** Von H. S. Rehm. Mit 11 Abb. (Bd. 214.)  
**Volkstämme. Die deutschen, und Landschaften.** Von Prof. Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 16.)  
**Volkstrachten, Deutsche.** Von Farner C. Spieß. (Bd. 342.)  
— siehe auch Deutsche Volkssitte u. h. v.  
**Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit.** Von Prof. Dr. R. Schwemmer. 2. Aufl. (Bd. 102.)  
**Von Jena bis zum Wiener Kongress.** Von Prof. Dr. G. Koloff. (Bd. 465.)  
**Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte.** Von Prof. Dr. O. Weber. 2 Bde. 2. Aufl. (Bd. 123, 124.)  
**Wahlrecht. Das.** Von Reg.-Rat Dr. D. Poensgen. (Bd. 249.)

- Weidwerk, Das deutsche. Von G. Frh. v. Nordenflyncht. (Bd. 436.)  
Welthandel siehe Handel.  
Wirtschaftliche Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearb. von Prof. Dr. R. Dove. (Bd. 122.)  
Wirtschaftsleben, Deutsches. Auf geographischer Grundlage geschildert. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. Neubearb. v. Dr. S. Reinlein. (Bd. 42.)  
— Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im letzten Jahrhundert. Von Prof. Dr. L. Pohle. 3. Aufl. (Bd. 57.)  
Wirtschaftsleben, Deutsches, Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. P. Arndt. 2. Aufl. (Bd. 179.)  
Wirtschaftlichen Organisationen, Die. Von Privatdozent Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)  
Wirtschaftsgeschichte siehe Antike Wirtschaftsgeschichte.  
Zeitungswesen. Von Dr. S. Diez. (Bd. 328.)  
Zivilprozessrecht, Das deutsche. Von Rechtsanwält Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

Wichtige Gebiete der Volkswirtschaft sind auch in der Abteilung Naturwissenschaft und Technik behandelt unter den Stichwörtern: Automobil, Bierbrauerei, Bilder aus der chem. Technik, Eisenbahnwesen, Eisenhüttenwesen, Elektr. Kraftübertragung, Gartenstadtbewegung, Ingenieurtechnik, Kaffee, Kakao, Kinematographie, Kohlen, Landwirtschaftl. Maschinen, Metalle, Patente, Salz, Schmutzsteine, Spinnerei, Straßenbahnen, Tabak, Tee, Wald, Wasserkraftmaschinen, Weinbau.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

## Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin und Technik.

- Aberglaube, Der, in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)  
Abstammungs- und Vererbungslehre, Experimentelle. Von Dr. S. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)  
Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)  
Agrikulturchemie. Von Dr. P. Arische. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)  
Algebra siehe Arithmetik.  
Alkoholismus, Der. Von Dr. G. B. Gruber. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)  
Ameisen, Die. Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)  
Anatomie des Menschen, Die. Von Prof. Dr. R. v. Bardeleben. 6 Bde. 2. Aufl. I. Teil: Zellen- und Gewebelehre. Entwicklungsgeschichte der Körper als Ganzes. Mit 70 Abb. (Bd. 418.)  
II. Teil: Das Skelett. Mit 53 Abb. (Bd. 419.)  
III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem. Mit 68 Abb. (Bd. 420.)  
IV. Teil: Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane). Mit 39 Abb. (Bd. 421.)  
V. Teil: Nervensystem und Sinnesorgane. Mit 50 Abb. (Bd. 422.)  
VI. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. Mit 20 Abb. (Bd. 423.)  
Aquarium, Das. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)  
Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Cranz. 2 Bde. I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. 2. Aufl. Mit 9 Fig. (Bd. 120.)  
II. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. 3. Aufl. Mit 23 Fig. (Bd. 205.)  
Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. D. Schmiedeberg. (Bd. 363.)  
Arzt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Ein Leit-faden der sog. Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. (Bd. 265.)  
Astronomie, Probleme der modernen Astr. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. Mit 11 Fig. (Bd. 355.)  
— Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben. Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)  
— siehe auch Weltall, Weltbild, Sonne, Mond, Planeten.  
Atome, Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)  
Auge des Menschen, Das, und seine Gesundheitspflege. Von Prof. Dr. G. Heilsdorf. Mit 15 Abb. (Bd. 149.)  
Auge, Das, und die Brille. Von Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)

- Automobil, Das.** Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ingenieur R. Blau. 2. Aufl. Mit 86 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 166.)
- Bakterien, Die, im Kreislauf des Stoffes in der Natur und im Haushalt des Menschen.** Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)
- **Die krankheitsregenden Bakterien.** Von Privatdozent Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)
- Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers.** Von Prof. Dr. H. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)
- Baukunde, Das Wohnhaus.** Von Reg.-Baumeister a. D. G. Langen. 2 Bde. Mit 116 Abb.  
Bd. I: Sein technischer Aufbau. (Bd. 444.)  
Bd. II: Seine Anlage und Ausgestaltung. (Bd. 445.)
- **Eisenbetonbau, Der.** Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. 81 Abb. (Bd. 275.)
- Baukunst** siehe Abtlg. Kunst.
- Befruchtungsvorgang, Der, sein Wesen und seine Bedeutung.** Von Dr. E. Reichmann. 2. Aufl. Mit 7 Abb. und 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)
- Beleuchtungswesen, Das moderne.** Von Dr. H. Lüg. Mit 54 Abb. (Bd. 433.)
- Bierbrauerei.** Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)
- Biochemie, Einführung in die V.** Von Prof. Dr. W. Löb. (Bd. 352.)
- Biologie, Allgemeine.** Von Prof. Dr. H. Reiche. 2. Aufl. Mit 140 Fig. (Bd. 130.)
- **Experimentelle.** Von Dr. C. Theising. Mit 116 Abb. 2 Bände.  
Bd. I: Experiment. Zellforschung. (Bd. 336.)  
Bd. II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)
- , siehe auch Abstammungslehre und Befruchtungsvorgang, Erscheinungen des Lebens, Lebewesen, Organismen, Mensch und Tier, Tiere.
- Blumen, Unsere Bl. und Pflanzen im Garten.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
- **Unsere Bl. und Pflanzen im Zimmer.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 65 Abb. (Bd. 359.)
- Blut, Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen.** Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)
- Botanik** siehe Kolonialbotanik, Blumen, Kulturpflanzen.
- Brauerei, Die Bierbrauerei.** Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)
- Brille, Das Auge und die Br.** Von Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)
- Buch, Wie ein Buch entsteht.** Von Prof. A. W. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Tafeln und 26 Abb. (Bd. 175.)
- siehe auch Abt. Kultur (Buchgewerbe, Schrift- u. Buchwesen).
- Chemie, Einführung in die chemische Wissenschaft.** Von Prof. Dr. W. Löb. Mit 16 Figuren. (Bd. 264.)
- **Einführung in die organ. Chemie: Natürl. und künstl. Pflanzen- u. Tierstoffe.** Von Dr. B. Babink. 2. Aufl. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)
- **Bilder aus der chemischen Technik.** Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)
- Chemie in Küche und Haus.** Von Dr. F. Klein. 3. Aufl. Mit 1 Doppeltafel. (Bd. 76.)
- Chemie und Technologie der Sprengstoffe.** Von Prof. Dr. R. Fiedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)
- Chirurgie, Die, unserer Zeit.** Von Prof. Dr. Feßler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)
- Dampfessel** siehe Dampfmaschine I und Feuerungsanlagen.
- Dampfmaschine, Die.** 2 Bde. I: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 393.)
- II: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 95 Abb. u. 1 Taf. (Bd. 394.)
- Darwinismus, Abstammungslehre und D.** Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)
- Differential- u. Integralrechnung.** Von Dr. M. Lindow. (Bd. 387.)
- Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik.** Von Telegrapheninspektor G. Brück. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)
- Eisenbahnwesen, Das.** Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor a. D. E. Biedermann. 2. Aufl. M. zahlr. Abb. (Bd. 144.)
- siehe auch Klein- u. Straßenbahnen, Verkehrsentwicklung.
- Eisenbetonbau.** Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)
- Eisenhüttenwesen.** Von weif. Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 4. Aufl. von Bergreferendar F. W. Wedding. Mit 15 Fig. (Bd. 20.)
- Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch.** Von Prof. Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)
- Elektrische Kraftübertragung.** Von Ing. P. Köhn. Mit 116 Abb. (Bd. 424.)
- Elektrochemie.** Von Prof. Dr. R. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)
- Elektrotechnik, Grundlagen der E.** Von Dr. A. Kottk. Mit 72 Abb. (Bd. 391.)
- siehe auch Drähte und Kabel, Telegraphie.

- Energie.** Die Lehre von der **E.** Von Dr. A. Stein. Mit 13 Fig. (Bd. 257.)
- Ernährung und Nahrungsmittel.** Von weil. Prof. Dr. F. Frenkel. 2. Aufl. Neu bearbeitet von Geh.-Rat Prof. Dr. N. Junz. Mit 7 Abb. und 2 Tafeln. (Bd. 19.)
- Farben** siehe Licht.
- Feuerungsanlagen, Industrielle, u. Dampfkessel.** Von Ingenieur F. E. Mayer. Mit 88 Abb. (Bd. 348.)
- Funkentelegraphie.** Von Oberpostpraktikant S. Thurn. Mit 53 Illust. 2. Aufl. (Bd. 167.)
- Garten** siehe Blumen, Pflanzen.
- Gartenkunst, Geschichte der.** Von Reg.-Baumeister Chr. Rand. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)
- Gartenstadtbewegung, Die.** Von Generalsekretär S. Rappfmecher. Mit 43 Abb. 2. Aufl. (Bd. 259.)
- Gebiß, Das menschliche, seine Erkrankung und Pflege.** Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abb. (Bd. 229.)
- Geisteskrankheiten.** Von Anstaltsoberarzt Dr. G. Fiberg. (Bd. 151.)
- Genußmittel** siehe Kaffee, Tee, Kakao, Tabak, Arzneimittel u. Genußmittel.
- Geologie, Allgemeine.** Von Geh. Bergrat Prof. Dr. Fr. Frech. 2. u. 3. Aufl. Bd. I: Vulkane einst und jetzt. Mit 80 Abb. (Bd. 207.)  
Bd. II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 57 Abb. (Bd. 208.)  
Bd. III: Die Arbeit des fließenden Wasserfers. Mit 51 Abb. (Bd. 209.)  
Bd. IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Abb. (Bd. 210.)  
Bd. V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. 49 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 211.)  
Bd. VI: Gletscher einst und jetzt. Mit 1 Titelbild und 65 Abb. (Bd. 61.)
- Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung.** Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 2. Aufl. Mit 4 Abb. und 1 Tafel. (Bd. 251.)
- Gesundheitslehre, Acht Vorträge aus der G.** Von weil. Prof. Dr. S. Buchner. 4. Aufl. besorgt von Prof. Dr. M. von Gruber. Mit 26 Abb. (Bd. 1.)
- Gesundheitslehre für Frauen.** Von Prof. Dr. D. P. Mit 11 Abb. (Bd. 171.)
- Getreidegräser** siehe Kulturpflanzen.
- Graphische Darstellung, Die.** Von Prof. Dr. F. Auersbach. (Bd. 437.)
- Handfeuerwaffen, Die. Ihre Entwicklung und Technik.** Von Hauptmann R. Weiß. Mit 69 Abb. (Bd. 364.)
- Häuserbau** siehe Baukunde, Heizung und Lüftung.
- Haustiere. Die Stammesgeschichte unserer.** Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)
- Hebzeuge.** Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)
- Heilwissenschaft, Die moderne. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens.** Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel. (Bd. 25.)
- Heizung und Lüftung.** Von Ingenieur F. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
- Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen.** Von Prof. Dr. S. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)
- Hüttenwesen** siehe Eisenhüttenwesen.
- Hypnotismus und Suggestion.** Von Dr. E. Trömmner. 2. Aufl. (Bd. 199.)
- Infinitesimalrechnung, Einführung in die F. mit einer historischen Übersicht.** Von Prof. Dr. G. Nowalewski. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)
- Ingenieurtechn. Bilder aus der F.** Von Baurat R. Merckel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)
- **Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.** Von Geh. Regierungsrat M. Geitel. Mit 32 Abb. (Bd. 28.)
- Kabel, Drähte und K., ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik.** Von Telegrapheninspektor S. Brück. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)
- Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narfotischen Getränke.** Von Prof. Dr. A. Wiewer. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)
- Kälte, Die, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung.** Von Dr. S. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)
- Kinematographie.** Von Dr. S. Lehmann. Mit 69 Abb. (Bd. 358.)
- Klein- und Straßenbahnen.** Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)
- Kohlen, unsere.** Von Bergassessor B. Ruck. Mit 60 Abb. (Bd. 396.)
- Kolonialbotanik.** Von Prof. Dr. F. Töpler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)
- Korallen und andere gesteinbildende Tiere.** Von Prof. Dr. W. Mah. Mit 45 Abb. (Bd. 321.)
- Kraftanlagen** siehe Feuerungsanlagen und Dampfkessel, Elektr. Kraftübertragung, Dampfmaschine, Wärmekraftmaschine.
- Kraftmaschinen** siehe Wärmekraftmaschine, Wasserkraftmaschine.
- Kraftübertragung, Die elektrische.** Von Ingenieur B. Röhn. Mit 11 Abb. (Bd. 424.)

- Krankspflege.** Von Chefarzt Dr. H. Leid. (Bd. 152.)
- Kriegsschiff, Das.** Von Geh. Marinebau-  
 rat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)
- Rüche** siehe Chemie in Küche und Haus.
- Kulturpflanzen.** Unsere wichtigsten K. (Die  
 Getreidegräser). Von Prof. Dr. K. Gies-  
 senhagen. 2. Aufl. Mit 38 Fig. (Bd. 10.)
- Landwirtschaftliche Maschinenkunde.** Von  
 Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)
- Lebewesen. Die Beziehungen der Tiere und  
 Pflanzen zueinander.** Von Prof. Dr. K.  
 Kraepelin. Mit 132 Abb.  
 — I. Der Tiere zueinander. (Bd. 426.)  
 — II. Der Pflanzen zueinander und zu  
 den Tieren. (Bd. 427.)  
 — siehe Organismen, Biologie.
- Leibesübungen, Die, und ihre Bedeutung  
 für die Gesundheit.** Von Prof. Dr. R.  
 Zander. 3. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 13.)
- Licht, Das, und die Farben.** Von Prof.  
 Dr. L. Graeb. 3. Aufl. Mit 117 Abb. (Bd. 17.)
- Luft, Wasser, Licht und Wärme.** Neun  
 Vorträge aus dem Gebiete der Experi-  
 mentalchemie. Von Prof. Dr. R. Bloch-  
 mann. 4. Aufl. Mit 115 Abb. (Bd. 5.)
- Luftfahrt, Die, ihre wissenschaftlichen  
 Grundlagen und ihre technische Entwick-  
 lung.** Von Dr. R. Nimführ. 3. Aufl.  
 von Dr. Fr. Suth. Mit 53 Abb. (Bd. 300.)
- Luftstickstoff, Der, und seine Verwertung.**  
 Von Prof. Dr. K. Kaiser. Mit 13  
 Abb. (Bd. 313.)
- Lüftung, Heizung und L.** Von Ingenieur  
 J. C. Maher. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
- Maschinen** siehe Hebezeuge, Dampfmaschi-  
 ne, Wärmekraftmaschine, Wasserkraftma-  
 schine und die folg. Bände.
- Maschinenelemente.** Von Geh. Bergrat Prof.  
 R. Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)
- Maschinenkunde** siehe Landwirtschaftl. Ma-  
 schinenkunde.
- Maße und Messen.** Von Dr. W. Bloch.  
 Mit 34 Abb. (Bd. 385.)
- Mathematik, Praktische.** Von Dr. R. Neu-  
 endorff. I. Teil: Graphisches u. nu-  
 merisches Rechnen. Mit 62 Fig. u. 1  
 Tafel. (Bd. 341.)
- Mathematik, Naturwissenschaften und M.  
 im klassischen Altertum.** Von Prof. Dr.  
 Joh. L. Heiberg. (Bd. 370.)
- Mathematische Spiele.** Von Dr. W. Ah-  
 renz. 2. Aufl. Mit 70 Fig. (Bd. 170.)
- Mechanik.** Von Kai. Geh. Reg.-Rat A.  
 v. Fehring. 2 Bde.  
 Bd. I: Die Mechanik der festen Körper.  
 Mit 61 Abb. (Bd. 303.)  
 Bd. II: Die Mechanik der flüssigen Kör-  
 per. Mit 34 Abb. (Bd. 304.)
- Meer, Das, seine Erforschung und sein Le-  
 ben.** Von Dr. D. Fanson. 3. Aufl.  
 Mit 41 Fig. (Bd. 30.)
- Mensch, Entwicklungsgeschichte des M.** Von  
 Dr. A. Heilborn. Mit 60 Abb. (Bd. 388.)
- Mensch der Urzeit, Der. Vier Vorlesungen  
 aus der Entwicklungsgeschichte des Men-  
 schengeschlechtes.** Von Dr. A. Heil-  
 born. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)
- Mensch, Der vorgeichtliche, siehe Eiszeit.**
- Mensch und Erde.** Skizzen von den Wech-  
 selbeziehungen zwischen beiden. Von weil.  
 Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)
- Mensch und Tier. Der Kampf zwischen  
 Mensch und Tier.** Von Prof. Dr. R.  
 Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)
- Menschlicher Körper. Bau und Tätigkeit  
 des menschl. K.** Von Prof. Dr. S.  
 Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)  
 — siehe auch Anatomie, Blut, Herz, Ner-  
 vensthem, Sinne, Verbildungen.
- Metalle, Die.** Von Prof. Dr. K. Scheid.  
 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)
- Mikroskop, Das, seine Optik, Geschichte und  
 Anwendung.** Von Dr. Scheffler. 2. Aufl.  
 Mit 99 Abb. (Bd. 35.)
- Milch, Die, und ihre Produkte.** Von Dr.  
 A. Reib. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)
- Moleküle — Atome — Welttäter.** Von  
 Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig.  
 (Bd. 58.)
- Mond, Der.** Von Prof. Dr. J. Franz.  
 Mit 31 Abb. (Bd. 90.)
- Natur und Mensch.** Von Direktor Prof.  
 Dr. M. G. Schmidt. Mit 19 Abb. (Bd. 458.)
- Naturlehre. Die Grundbegriffe der mo-  
 dernen N.** Von Prof. Dr. F. Auer-  
 bach. 3. Aufl. Mit 79 Fig. (Bd. 40.)
- Naturwissenschaften im Haushalt.** Von Dr.  
 J. Bongardt. 2 Bde.  
 I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die  
 Gesundheit der Familie? Mit 31 Abb. (Bd. 125.)  
 II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute  
 Nahrung? Mit 17 Abb. (Bd. 126.)
- Naturwissenschaften und Mathematik im  
 klassischen Altertum.** Von Prof. Dr.  
 Joh. L. Heiberg. (Bd. 370.)
- Naturwissenschaft und Religion. N. und R.  
 im Kampf und Frieden. Ein geschich-  
 tlicher Rückblick.** Von Dr. A. Braun-  
 tuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
- Naturwissenschaften und Technik. Am lau-  
 senden Weibstuhl der Zeit, übersicht über  
 Wirkungen der Entwicklung der N. und  
 T. auf das gesamte Kulturleben.** Von  
 Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl.  
 Mit 16 Abb. (Bd. 23.)
- Nautik.** Von Dir. Dr. J. Müller. Mit  
 58 Fig. (Bd. 255.)

- Nerven.** Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem und krankem Zustande. Von Prof. Dr. R. Sander. 2. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 48.)
- Obstbau.** Von Dr. E. Voges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)
- Optik** siehe Auge, Brille, Licht u. Farbe, Mikroskop, Spektroskopie, Stereoskop, Strahlen.
- Optischen Instrumente, Die.** Von Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit 84 Abb. (Bd. 88.)
- Organismen.** Die Welt der D. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. R. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
- siehe Lebewesen.
- Patente und Patentrecht** siehe Abtlg. Recht. (Gewerbl. Rechtsschutz).
- Pflanzen.** Das Werden und Vergehen der Pfl. Von Prof. Dr. P. Gisevius. Mit 24 Abb. (Bd. 173.)
- Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Prof. Dr. E. Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112.)
- Die fleischfressenden Pflanzen. Von Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)
- Unsere Blumen und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. H. Dammmer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
- Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer. Von Prof. Dr. H. Dammmer. Mit 65 Abb. (Bd. 359.)
- siehe auch Lebewesen.
- Pflanzenschwamm des Mikroskops, Die.** Von Bürgererschullehrer E. Reutau. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)
- Photochemie.** Von Prof. Dr. G. Kümmel. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)
- Photographie, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre Anwendung.** Von Dr. O. Prelinger. Mit 65 Abb. (Bd. 414.)
- Photographie, Die künstlerische.** Von Dr. W. Warstat. Mit Silberanhang (12 Tafeln). (Bd. 410.)
- Physik.** Werdegang der modernen Ph. Von Dr. S. Keller. Mit 13 Fig. (Bd. 343.)
- Einleitung in die Experimentalphysik. Von Prof. Dr. H. Börnstein. Mit 90 Abb. (Bd. 371.)
- Physiker.** Die großen Ph. und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Mit 7 Abb. (Bd. 324.)
- Pilze, Die.** Von Dr. A. Eichinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)
- Planeten, Die.** Von Prof. Dr. B. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)
- Planimetrie zum Selbstunterricht.** Von Prof. Dr. P. Cranz. Mit 99 Fig. (Bd. 340.)
- Radium und Radioaktivität.** Von Dr. M. Centner. 3. Aufl. 33 Abb. (Bd. 405.)
- Salzlagertstätten, Die deutschen.** Von Dr. C. Riemann. (Bd. 407.)
- Säugling, Der, seine Ernährung und seine Pflege.** Von Dr. W. Raupe. Mit 17 Abb. (Bd. 154.)
- Schachspiel, Das, und seine strategischen Prinzipien.** Von Dr. M. Lange. 2. Aufl. Mit den Bildnissen E. Laskers und H. Morphy's, 1 Schachbretttafel u. 43 Darst. von Übungsbeispielen. (Bd. 281.)
- Schiffbau** siehe Kriegsschiff.
- Schiffahrt** siehe Nautik und Abt. Wirtschaft.
- Schmucksteine, Die, und die Schmuckstein-Industrie.** Von Dr. A. Eppeler. Mit 64 Abb. (Bd. 376.)
- Schulhygiene.** Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)
- Sinne des Menschen, Die fünf.** Von Prof. Dr. F. A. Kreibitz. 2. Aufl. Mit 39 Abb. (Bd. 27.)
- Spektroskopie.** Von Dr. L. Grebe. Mit 62 Abb. (Bd. 284.)
- Spinnerei.** Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)
- Sprengstoffe.** Chemie und Technologie der Spr. Von Prof. Dr. H. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)
- Stereoskop, Das, und seine Anwendungen.** Von Prof. Th. Hartwig. Mit 40 Abb. und 19 Tafeln. (Bd. 135.)
- Sonne, Die.** Von Dr. A. Krause. Mit 64 Abb. im Text u. auf 1 Buntdrucktafel. (Bd. 357.)
- Stimme, Die menschliche St. und ihre Hygiene.** Von Prof. Dr. F. S. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)
- Strahlen, Sichtbare und unsichtbare.** Von Prof. Dr. H. Börnstein und Prof. Dr. W. Markwald. 2. Aufl. Mit 85 Abb. (Bd. 64.)
- Strassenbahnen. Die Klein- und Strassenbahnen.** Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)
- Suggestion, Hypnotismus und Suggestion.** V. Dr. E. Trömer. 2. Aufl. (Bd. 199.)
- Süßwasser-Plankton, Das.** Von Prof. Dr. D. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)
- Tabak, Der, in Landwirtschaft, Handel und Industrie.** Mit Abb. Von Jac. Wolf. (Bd. 416.)
- Tea, Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke.** Von Prof. Dr. H. Winter. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)
- Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung.** Von Telegrapheninspektor H. Brück. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)



- Telegraphen- u. Fernsprechtechnik in ihrer  
Entwicklung. Die Funken-telegraphie.  
Von Oberpostpraktikant G. Thurn.  
Mit 53 Illustrat. 2. Aufl. (Bd. 167.)  
— siehe auch Drähte und Kabel.
- Tiere der Vorwelt. Von Prof. Dr. O.  
Abel. Mit 31 Abb. (Bd. 399.)
- Tierkunde. Eine Einführung in die Zoo-  
logie. Von weil. Privatdozent Dr. R.  
Henning. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)  
— Lebensbedingungen und Verbreitung  
der Tiere. Von Prof. Dr. O. Maas.  
Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)  
— Zweigeltast der Geschlechter in der  
Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Fr.  
Krauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)  
— siehe auch Lebewesen.
- Tierzüchtung. Von Dr. G. Wilddorf.  
Mit 30 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 369.)  
— Die Fortpflanzung der Tiere. Von  
Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77  
Abb. (Bd. 253.)
- Trigonometrie. Ebene, zum Selbstunter-  
richt. Von Prof. Dr. P. Grant. Mit  
50 Fig. (Bd. 431.)
- Tuberkulose. Die, ihr Wesen, ihre Verbrei-  
tung, Ursache, Verhütung und Heilung.  
Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schum-  
burg. 2. Aufl. Mit 1 Tafel u. 8 Fig.  
(Bd. 47.)
- Uhr, Die. Von Reg.-Bauführer a. D. S.  
Vodt. Mit 47 Abb. (Bd. 216.)
- Urtiere. Die. Einführung in die Biologie.  
Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. 2.  
Aufl. Mit 43 Abb. (Bd. 160.)
- Verbildungen. Körperliche, im Kindesalter  
und ihre Verhütung. Von Dr. M. David.  
Mit 26 Abb. (Bd. 321.)
- Vererbung. Experimentelle Abstammungs-  
und Vererbungslehre. Von Dr. S. Leh-  
mann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)
- Vogelleben, Deutsches. Von Prof. Dr. A.  
Boigt. (Bd. 221.)
- Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R.  
Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
- Volksnahrungsmittel siehe Ernährung u. W.
- Wald, Der deutsche. Von Prof. Dr. S.  
Hausrath. 2. Aufl. Mit 15 Abb. und  
2 Karten. (Bd. 153.)
- Wärme. Die Lehre von der W. Von Prof.  
Dr. R. Börnstein. Mit 33 Abb.  
(Bd. 172.)  
— siehe auch Luft, Wasser, Licht, Wärme.
- Wärmekraftmaschinen, Die neueren. 2 Bde.  
I: Einführung in die Theorie und den  
Bau der Maschinen für gasförmige und  
flüssige Brennstoffe. Von Geh. Bergrat  
Prof. R. Vater. 4. Aufl. Mit 42 Abb.  
(Bd. 21.)  
— II: Gasmaschinen, Gas- und Dampf-  
turbinen. Von Geh. Bergrat Prof. R.  
Vater. 3. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)  
— siehe auch Kraftanlagen.
- Wasser, Das. Von Privatdozent Dr. O.  
Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)  
— siehe auch Luft, Wasser, Licht, Wärme.
- Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung  
der Wasserkräfte. Von Geh. Reg.-Rat A.  
v. Thering. 2. Aufl. Mit 73 Fig.  
(Bd. 228.)
- Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F.  
Schmitthenner. 34 Abb. (Bd. 332.)
- Weltall, Der Bau des W. Von Prof. Dr.  
J. Scheiner. 4. Aufl. Mit 26 Fig.  
(Bd. 24.)
- Weltäther siehe Moleküle.
- Weltbild. Das astronomische W. im Wan-  
del der Zeit. Von Prof. Dr. S. Dyppe-  
heim. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)
- Weltentstehung, Entstehung der Welt und  
der Erde nach Sage und Wissenschaft.  
Von Prof. Dr. B. Weinstein. 2. Aufl.  
(Bd. 223.)
- Wetter, Gut und schlecht. Von Dr. R.  
Hennig. Mit 46 Abb. (Bd. 349.)
- Wind und Wetter. Von Prof. Dr. L. We-  
ber. 2. Aufl. Mit 28 Figuren und  
3 Tafeln. (Bd. 55.)
- Wirbeltiere. Vergleichende Anatomie der  
Sinnesorgane der W. Von Prof. Dr.  
W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)
- Wohnhaus siehe Baukunde.
- Zahnheilkunde siehe Gebiß.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

# DIE KULTUR DER GEGENWART

## == IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE ==

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur, welche die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bedeutung für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklung in großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine Zahl erster Namen aus Wissenschaft und Praxis und bietet Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlich, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume. Jeder Band ist inhaltlich vollständig in sich abgeschlossen und einzeln erhältlich.

\*) Jeder Band kostet in Leinw. geb. M. 2.—, in Halbfr. geb. M. 4.— mehr.

### TEIL I u. II: Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.

#### Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.

Geh. \*) M. 18.—. [2. Aufl. 1912. Teil I, Abt. 1.]

Inhalt: Das Wesen der Kultur: W. Lexis. — Das moderne Bildungswesen: Fr. Paulsen †. — Die wichtigsten Bildungsmittel. A. Schulen und Hochschulen. Das Volksschulwesen: G. Schöppa. Das höhere Knabenschulwesen: A. Matthias. Das höhere Mädchenschulwesen: H. Gaudig. Das Fach- und Fortbildungsschulwesen: G. Kerschensteiner. Die geisteswissenschaftliche Hochschulausbildung: Fr. Paulsen †. Die mathematische, naturwissenschaftliche Hochschulausbildung: W. v. Dyck. B. Museen. Kunst- und Kunstgewerbemuseen: L. Pallat. Naturwissenschaftliche Museen: K. Kraepelin. Technische Museen: W. v. Dyck. C. Ausstellungen. Kunst- u. Kunstgewerbeausstellungen: J. Lessing †. Naturwissenschaftl.-techn. Ausstellungen: O. N. Witt. D. Die Musik: G. Göhler. E. Das Theater: P. Schlenker. F. Das Zeitungswesen: K. Bücher. G. Das Buch: R. Pietschmann. H. Die Bibliotheken: F. Milkau. — Organisation der Wissenschaft: H. Diels.

#### Die Religionen des Orients und die altgermanische Religion.

Geh. \*) M. 8.—. [2. Aufl. 1913. Teil I, Abt. III, 1.]

Inhalt: Die Anfänge der Religion und die Religion der primitiven Völker: Edv. Lehmann. — Die ägyptische Religion: A. Erman. — Die asiatischen Religionen: Die babylonisch-assyrische Religion: C. Bezold. — Die indische Religion: H. Oldenberg. — Die iranische Religion: H. Oldenberg. — Die Religion des Islams: J. Goldziher. — Der Lamaismus: A. Grünwedel. — Die Religionen der Chinesen: J. J. M. de Groot. — Die Religionen der Japaner: a) Der Shintoismus: K. Florenz, b) Der Buddhismus: H. Haas. — Die orientalischen Religionen in ihrem Einfluß auf den Westen im Altertum: Fr. Cumont. — Altgermanische Religion: A. Heusler.

#### Geschichte der christl. Religion. M. 18.—\*). [2.A. 1909. T.I, IV, 1.]

Inhalt: Die israelitisch-jüdische Religion: J. Wellhausen. — Die Religion Jesu und die Anfänge des Christentums bis zum Nicaenum (325): A. Jülicher. — Kirche und Staat bis zur Gründung der Staatskirche: A. Harnack. — Griechisch-orthodoxes Christentum und Kirche in Mittelalter und Neuzeit: N. Bonwetsch. — Christentum und Kirche Westeuropas im Mittelalter: K. Müller. — Katholisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: A. Ehrhard. — Protestantisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: E. Troeltsch.

#### Systemat. christl. Religion. M. 6.60\*). [2.A. 1909. Teil I, IV, 2.]

Inhalt: Wesen der Religion u. der Religionswissenschaft: E. Troeltsch. — Christlich-katholische Dogmatik: J. Pohle. — Christlich-katholische Ethik: J. Mausbach. — Christlich-katholische praktische Theologie: C. Krieger. — Christlich-protestantische Dogmatik: W. Herrmann. — Christlich-protestantische Ethik: R. Seeberg. — Christlich-protestantische praktische Theologie: W. Faber. — Die Zukunftsaufgaben der Religion und der Religionswissenschaft: H. J. Holtzmann.

#### Allgemeine Geschichte der Philosophie. Geh. \*) M. 14.—.

[2. Auflage 1913. Teil I, Abt. V.]

Inhalt. Einleitung. Die Anfänge der Philosophie und die Philosophie der primitiven Völker: W. Wundt. I. Die indische Philosophie: H. Oldenberg. II. Die islamische und jüdische Philosophie: J. Goldziher. III. Die chinesische Philosophie: W. Grube. IV. Die japanische Philosophie: T. Jnouye. V. Die europäische Philosophie des Altertums: H. v. Arnim. VI. Die patristische Philosophie: Cl. Bäumker. VII. Die europäische Philosophie des Mittelalters: Cl. Bäumker. VIII. Die neuere Philosophie: W. Windelband.

**Systemat. Philosophie. Geh.\*) M. 10.— [2. Aufl. 1908. T. I, VI.]**

**Inhalt.** Allgemeines. Das Wesen der Philosophie: W. Dilthey. — Die einzelnen Teilgebiete. I. Logik und Erkenntnistheorie: A. Riehl. II. Metaphysik: W. Wundt. III. Naturphilosophie: W. Ostwald. IV. Psychologie: H. Ebbinghaus. V. Philosophie der Geschichte: R. Eucken. VI. Ethik: Fr. Paulsen. VII. Pädagogik: W. Münch. VIII. Ästhetik: Th. Lipps. — Die Zukunftsaufgaben der Philosophie: Fr. Paulsen.

**Die oriental. Literaturen. Geh.\*) M. 10.— [1906. Teil I, Abt. VII.]**

**Inhalt.** Die Anfänge der Literatur und die Literatur der primitiven Völker: E. Schmidt. — Die ägyptische Literatur: A. Erman. — Die babylonisch-assyrische Literatur: C. Bezold. — Die israelitische Literatur: H. Gunkel. — Die aramäische Literatur: Th. Nöldeke. — Die äthiop. Literatur: Th. Nöldeke. — Die arab. Literatur: M. J. de Goeje. — Die ind. Literatur: R. Pischel. — Die altpers. Literatur: K. Geldner. — Die mittelpers. Literatur: P. Horn. — Die neupers. Literatur: P. Horn. — Die türkische Literatur: P. Horn. — Die armenische Literatur: F. N. Finck. — Die georg. Literatur: F. N. Finck. — Die chines. Literatur: W. Grube. — Die japan. Literatur: K. Florenz.

**Die griechische und lateinische Literatur und Sprache. Geh.\*)**

**M. 12.— [3. Auflage. 1912. Teil I, Abt. VIII.]**

**Inhalt :** I. Die griechische Literatur und Sprache: Die griech. Literatur des Altertums: U. v. Wilamowitz-Moellendorff. — Die griech. Literatur des Mittelalters: K. Krumbacher. — Die griech. Sprache: J. Wackernagel. — II. Die lateinische Literatur und Sprache: Die römische Literatur des Altertums: Fr. Leo. — Die latein. Literatur im Übergang vom Altertum zum Mittelalter: E. Norden. — Die latein. Sprache: F. Skutsch.

**Die osteuropäischen Literaturen u. die slawischen Sprachen.**

**Geh.\*) M. 10.— [1908. Teil I, Abt. IX.]**

**Inhalt:** Die slawischen Sprachen: V. v. Jagić. — Die slawischen Literaturen. I. Die russische Literatur: A. Wesselowsky. — II. Die poln. Literatur: A. Brückner. III. Die böhm. Literatur: J. Máchal. IV. Die südslaw. Literaturen: M. Murko. — Die neugriech. Literatur: A. Thumb. — Die finnisch-ugr. Literaturen. I. Die ungar. Literatur: F. Riedl. II. Die finn. Literatur: E. Setälä. III. Die estn. Literatur: G. Suits. — Die litauisch-lett. Literaturen. I. Die lit. Literatur: A. Bezenberger. II. Die lett. Literatur: E. Wolter.

**Die romanischen Literaturen und Sprachen. Mit Einschluß**

**des Keltischen. Geh.\*) M. 12.— [1908. Teil I, Abt. II, 1.]**

**Inhalt:** I. Die kelt. Literaturen. 1. Sprache u. Literatur im allgemeinen: H. Zimmer. 2. Die einzelnen kelt. Literaturen. a) Die ir.-gäl. Literatur: K. Meyer. b) Die schott.-gäl. u. die Manx-Literatur. c) Die kymr. (walis.) Literatur. d) Die korn. u. die breton. Literatur: L. Ch. Stern. II. Die roman. Literaturen: H. Morf. III. Die roman. Sprachen: W. Meyer-Lübke.

**Allgemeine Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte. I. Hälfte.**

**Geh.\*) M. 10.— [1911. Teil II, Abt. II, 1.]**

**Inhalt:** Einleitung. Die Anfänge der Verfassung und der Verwaltung und die Verfassung und Verwaltung der primitiven Völker: A. Vierkandt. A. Die orientalische Verfassung und Verwaltung: 1. des orientalischen Altertums: L. Wenger, 2. des Islams: M. Hartmann, 3. Chinas: O. Franke, 4. Japans: K. Rathgen. — B. Die europäische Verfassung und Verwaltung (1. Hälfte): 1. des europäischen Altertums: L. Wenger, 2. der Germanen und des Deutschen Reiches bis zum Jahre 1806: A. Luschin v. Ebengreuth.

**Staat u. Gesellschaft d. Griechen u. Römer. M. 8.-\*). [1910. II, IV, 1.]**

**Inhalt:** I. Staat und Gesellschaft der Griechen: U. v. Wilamowitz-Moellendorff. — II. Staat und Gesellschaft der Römer: B. Niese.

**Staat u. Gesellschaft d. neueren Zeit. M. 9.—\*). [1908. Teil II, V, 1.]**

**Inhalt:** I. Reformationszeitalter. a) Staatensystem und Machtverschiebungen. b) Der moderne Staat und die Reformation. c) Die gesellschaftlichen Wandlungen und die neue Geisteskultur: F. v. Bezold. — II. Zeitalter der Gegenreformation: E. Gothein. — III. Zur Höhezeit des Absolutismus. a) Tendenzen, Erfolge und Niederlagen des Absolutismus. b) Zustände der Gesellschaft. c) Abwandlungen des europäischen Staatensystems: R. Koser.

**Allgem. Rechtsgeschichte. [1914. Teil II, Abt. VII, 1. Unt. d. Presse.]**

**Inhalt:** Altertum: Die Anfänge des Rechts: J. Kohler — Orientalisches Recht im Altertum: L. Wenger. — Europäisches Recht im Altertum: L. Wenger.

**Systematische Rechtswissenschaft.** Geh.\*) M. 14.—. [2. Auflage 1913. Teil II, Abt. VIII.]

Inhalt: I. Wesen des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler. II. Die Teilgebiete: A. Privatrecht. Bürgerliches Recht: R. Sohm. Handels- und Wechselrecht: K. Gareis. Internat. Privatrecht: L. v. Bar. B. Zivilprozeßrecht: L. v. Seuffert. C. Strafrecht u. Strafprozeßrecht: F. v. Liszt, D. Kirchenrecht: W. Kahl. E. Staatsrecht: P. Laband. F. Verwaltungsrecht. Justiz u. Verwaltung: G. Anschütz. Polizei- u. Kulturpflege: E. Bernatzik. G. Völkerrecht: F. v. Martitz. III. Zukunftsaufgaben: R. Stammler.

**Allgemeine Volkswirtschaftslehre.** Von W. Lexis. Geh.\*) M. 7.—, [2. Auflage. 1913. Teil II, Abt. X, 1.]

TEIL III: **Mathematik, Naturwissenschaft und Medizin.**

**Diemathematischen Wissenschaften.** Bandred.: F. Klein. [Abt. I.]

Erschienen ist: Lfrg. I: Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter: H. G. Zeuthen. Geh. M. 3.—. — Lfrg. II: Die Beziehungen der Mathematik zur Kultur der Gegenwart: A. Voß: Die Verbreitung mathematischen Wissens und mathematischer Auffassung: H. E. Timerding.

**Chemie einschl. Kristallographie u. Mineralogie.** Bandredakt.:

E. v. Meyer u. F. Rinne. Geh.\*) M. 18.—. [1913. Abt. III., 2.]

Inhalt: Entwicklung der Chemie von Robert Boyle bis Lavoisier [1660—1793]: E. v. Meyer. — Die Entwicklung der Chemie im 19. Jahrhundert durch Begründung und Ausbau der Atomtheorie: E. v. Meyer. — Anorganische Chemie: C. Engler und L. Wöhler. — Organische Chemie: O. Wallach. — Physikalische Chemie: R. Luther und W. Nernst. — Photochemie: R. Luther. — Elektrochemie: M. Le Blanc. — Beziehungen der Chemie zur Physiologie: A. Kossel. — Beziehungen der Chemie zum Ackerbau: † O. Kellner und R. Immenhof. — Wechselwirkungen zwischen der chemischen Technik: O. Witt. — Kristallographie und Mineralogie: Fr. Rinne.

**Zellen- u. Gewebelehre, Morphologie, u. Entwicklungsgesch.**

1. Botan. Tl. M. 10.—.\*) 2. Zoolog. Tl. M. 16.—.\*) [1913. Abt. IV., Bd. 2, Ju. II.]

Inhalt des botanischen Teils (Bandred. E. Strasburger): Pflanzl. Zellen- und Gewebelehre: E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benckea. Inhalt des zoologischen Teils (Bandred. O. Hertwig): Die einzelligen Organismen: R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen: K. Heider. — Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: F. Keibel. — Morphologie der Wirbeltiere: E. Gaupp.

**Abstammungslehre, Systematik, Paläontologie, Biogeographie.**

Bdred.: R. Hertwig u. R. v. Wettstein. M. 20.—.\*) [1913. Abt. IV., Bd. 4.]

Inhalt: Die Abstammungslehre: R. Hertwig. — Prinzipien der Systematik mit besonderer Berücksichtigung des Systems der Tiere: L. Plate. — Das System der Pflanzen: R. v. Wettstein. — Biographie: A. Brauer. — Pflanzengeographie: A. Engler. — Tiergeographie: A. Brauer. — Paläontologie und Paläozoologie: O. Abel. — Paläobotanik: W. J. Jongmans. — Phylogenie der Pflanzen: R. v. Wettstein. — Phylogenie der Wirbellosen: K. Heider. — Phylogenie der Wirbeltiere: J. E. V. Boas.

TEIL IV: **Die technischen Kulturgebiete.**

**Technik des Kriegswesens.** Geh.\*) M. 24.—. [1913. Bd. 12.]

Inhalt (Bandredakt. M. Schwarte): Kriegsvorbereitung, Kriegsführung: M. Schwarte. — Waffentechnik, a) in ihren Beziehungen zur Chemie: O. Poppenberg; b) in ihren Beziehungen z. Metallurgie: W. Schwinning; c) in ihren Bezieh. z. Konstruktionslehre: W. Schwinning; — d) in ihren Beziehungen zur optischen Technik: O. von Eberhard; e) in ihren Beziehungen zur Physik und Mathematik: O. Becker. — Technik des Befestigungswesens: J. Schröter. — Kriegsschiffbau: O. Kretschmer. — Vorbereitung für den Seekrieg u. Seekriegsführung: M. Glatzel. — Einfluß d. Kriegswesens auf die Gesamtkultur: A. Kersting.

**Probeheft** mit Inhaltsübersicht d. Gesamtwerkes, Probeabschnitten, Inhaltsverzeichnis u. Besprech. ums. durch B. G. Teubner, Leipzig, Poststr. 3.

# Teubners Künstler-Steinzeichnungen

Der Künstler-Steinzeichnung — Original-Lithographie, in ihrer künstlerischen Überlegenheit als *Originalkunstwerk* über alle mechanischen Reproduktionen, mit denen uns das Zeitalter der Technik überflutet, von allen Kunstsinigen anerkannt, in ihrer kräftigen Linienführung und Farbengebung, in denen sie die Welt, die uns lieb und vertraut, dem Auge darbietet, als Wand schmuck überall auf das freudigste begrüßt, stellt *ihre ständig wachsende Verbreitung* das beste Zeugnis für ihre allseitig zunehmende Anerkennung und Beliebtheit aus. Im vergangenen Jahr hat die Künstler-Steinzeichnung nicht nur weitere Verbreitung *im deutschen Hause* gefunden, sondern vor allem ist auch ihre besondere Eignung zur *Aus schmückung öffentlicher Gebäude* seitens staatlicher und städtischer Behörden durch eine große Anzahl neuer Bewilligungen zu ihrer Anschaffung von neuem anerkannt worden.

## Formate und Preise:

Bildgröße 41×30 cm (Blattgröße 57×44 cm) . . . . . M. 2:50  
Bildgröße 55×42 cm M. 4.— . . . Bildgröße 60×50 cm M. 4.—  
Bildgröße 75×55 cm M. 5.— . . . Bildgröße 100×70 cm M. 6.—

Über den Wand schmuck im Hause schreibt die Cannstatter Zeitung: „Ein Bild, das zum Schmuck eines Wohnraumes oder gar eines Saales dienen soll, muß vor allem eine gewisse Fernwirkung besitzen. Darauf nehmen eben unsere Künstler-Steindrucke Bedacht: mit großen Flächen, in ruhigen Farben und mit einer einfachen Darstellungsweise, die nur das Wesentliche heraushebt, wird hier eine kräftige und doch harmonische Bildwirkung auch auf die Ferne erreicht.“

Zur Aus schmückung öffentl. Gebäude schreibt die Dtsche. Städteztg.: „Zu Hunderttausenden sollten diese Bildwerke von Leipzig hinauswandern in die deutschen Gemeinden, an die Wände der öffentlichen Gebäude, vornehmlich der Schulen und Krankenhäuser, und weiter in Sitzungsräume, Warthallen, Standesamtzimmer — für jeden Ort passende Sujets geschaffen. Zuletzt der Bürgerhäuser nicht zu vergessen, wo so viel Kunstschund aufgehäuft liegt.“

Vollständiger Katalog der Künstler-Steinzeichnungen  
mit farbiger Wiedergabe von über 200 Blättern  
gegen Einsendung von 50 Pf., Ausland 60 Pf.  
vom Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

# Tierbau und Tierleben

in ihrem Zusammenhang betrachtet

Dr. Richard Hesse

Professor der Zoologie an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin

von

und

Dr. Franz Doflein

Professor der Zoologie an der Universität Freiburg i. Br.

Mit über 1200 Abbild. sowie 40 Tafeln in Schwarz- u. Buntdruck nach Originalen von W. Engels, W. Heubach, E. L. Höp, E. Kistling, W. Kuhnert, B. Liljefors, C. Mercuriano, E. Müller-Mainz, B. Neuenborn, D. Vollrath u. a.

1. Band: Das Tier als selbständiger Organismus

2. Band: Das Tier als Glied des Naturganzen

Jeder Band in künstlerischem Original-Ganzleinenband gebunden Mark 20.-, in elegantem Halbfranzband Mark 22.-

Aus der gewaltigen Fülle naturwissenschaftlicher Schriften und Bücher, hervorgerufen durch das in immer weitere Kreise dringende Verlangen nach naturwissenschaftlicher und hauptsächlich biologischer Erkenntnis, ragt das Werk von Hesse und Doflein in mehr als einer Beziehung hervor. Sich nicht auf eine Beschreibung der einzelnen Tiere beschränkend, sondern in meisterhafter Weise das Typische, allen Lebewesen Gemeinsame herausgreifend, schildert es auf Grund der modernsten Forschungsergebnisse die tierische Organisation und Lebensweise, die Entwicklungs-, Fortpflanzungs- und Vererbungs-gesetze, die Abhängigkeit der einzelnen Teile vom Gesamtorganismus und wiederum deren Einfluss auf das Ganze, kurz, alle die Fragen, die heute den Forscher wie den interessierten Laien bewegen. Dabei vereinigt das Werk mit unbedingter wissenschaftlicher Zuverlässigkeit eine seltene Klarheit der Sprache, die eine Lektüre desselben für jeden Gebildeten zu einem Genuß gestaltet. Eine große Anzahl künstlerischer Bilder und Tafeln, von ersten Künstlern besonders für das Werk hergestellt, unterstützt den Text, so daß die innere wie äußere Ausstattung als hervorragend bezeichnet werden muß.

## Aus den Besprechungen:

„... Jeder Zoologe und jeder Freund der Tierwelt wird dieses Werk mit Vergnügen studieren, denn die moderne zoologische Literatur weist kein Werk auf, welches in dieser großzügigen Weise alle Seiten des tierischen Organismus so eingehend behandelt. Das Werk wird sich bald einen Ehrenplatz in jeder biologischen Bibliothek erobern.“

(E. Plate im Archiv f. Rassen- u. Gesellsch.-Biologie.)

„Ein in jeder Hinsicht ausgezeichnetes Werk. Es vereinigt sachliche, streng wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes mit klarer, jedem, der in rechter Mitarbeit an das Werk herantritt, verständlicher Darstellung. Jeder wird das Buch mit großem Gewinn und trotzdem großem Genuß lesen und Einblick in den Ernst der Wissenschaft gewinnen. Das schöne Werk darf als Muster volkstümlicher Behandlung wissenschaftlicher Probleme bezeichnet werden.“

(Literarischer Jahresbericht des Dürerbundes.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

# Schaffen und Schauen

Ein Führer ins Leben.

1. Band: **Von deutscher Art und Arbeit.** 3. Auflage

2. Band: **Des Menschen Sein und Werden.** 2. Auflage

Unter Mitwirkung von K. Bürkner · J. Cohn · H. Dade · R. Deutsch  
A. Dominicus · K. Dove · E. Fuchs · B. Klopfer · E. Koerber · † O. Lyon  
E. Maier · Gust. Maier · E. v. Malsbahn · † A. v. Reinhardt · F. A.  
Schmidt · D. Schnabel · G. Schwamborn · G. Steinhausen · E. Teichmann  
A. Thimm · E. Wentscher · A. Witting · G. Wolff · Th. Zielinski

Mit 8 allegorischen Zeichnungen von Alois Kolb

Jeder Band in Leinwand gebunden Mark 5.—

Nach übereinstimmendem Urteile von Männern des öffentlichen Lebens und der Schule, von Zeitungen und Zeitschriften der verschiedensten Richtungen löst „Schaffen und Schauen“ in erfolgreichster Weise die Aufgabe, die deutsche Jugend in die Wirklichkeit des Lebens einzuführen und sie doch in idealem Lichte sehen zu lehren.

Bei der Wahl des Berufes hat sich „Schaffen und Schauen“ als ein weitblickender Berater bewährt, der einen Überblick gewinnen läßt über all die Kräfte, die das Leben unseres Volkes und des einzelnen in Staat, Wirtschaft und Technik, in Wissenschaft, Weltanschauung und Kunst bestimmen.

Zu tüchtigen Bürgern unsere gebildete deutsche Jugend werden zu lassen, kann „Schaffen und Schauen“ helfen, weil es nicht Kenntnis der Formen, sondern Einblick in das Wesen und Einsicht in die inneren Zusammenhänge unseres nationalen Lebens gibt und zeigt, wie mit ihm das Leben des einzelnen aufs engste verflochten ist.

Im ersten Bande werden das deutsche Land als Boden deutscher Kultur, das deutsche Volk in seiner Eigenart, das Deutsche Reich in seinem Werden, die deutsche Volkswirtschaft nach ihren Grundlagen und in ihren wichtigsten Zweigen, der Staat und seine Aufgaben, für Wehr und Recht, für Bildung wie für Förderung und Ordnung des sozialen Lebens zu sorgen, die bedeutsamsten wirtschaftspolitischen Fragen und die wesentlichsten staatsbürgerlichen Bestrebungen, endlich die wichtigsten Berufsarten behandelt.

Im zweiten Bande werden erörtert die Stellung des Menschen in der Natur, die Grundbedingungen und Ausprägungen seines leiblichen und seines geistigen Daseins, das Werden unserer geistigen Kultur, Wesen und Aufgaben der wissenschaftlichen Forschung im allgemeinen wie der Geistes- und Naturwissenschaften im besonderen, die Bedeutung der Philosophie, Religion und Kunst als Erfüllung tiefwurzelnder menschlicher Lebensbedürfnisse und endlich zusammenfassend die Gestaltung der Lebensführung auf den in dem Werke dargestellten Grundlagen.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

