

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

# Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere

---

Arnold Lang

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib ([www.BioLib.de](http://www.BioLib.de)).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie (ViFaBio) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](#) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

Tr 361<sup>2</sup>

- 1, 1-3 -

Tr 361-1, 1/3+2



\*T+R361-1/L1/03/K2\*

HANDBUCH  
DER  
**MORPHOLOGIE**  
DER WIRBELLOSEN TIERE

BEARBEITET VON

Dr. CARL BÖRNER, St. Julien bei Metz; Prof. E. BUGNION, Blonay  
s. Vevey; Dr. MARIE DAIBER, Zürich; Prof. W. GIESBRECHT, Neapel;  
Prof. VALENTIN HAECKER, Halle a. S., Prof. KARL HESCHELER, Zürich;  
Prof. ARNOLD LANG, Zürich; Prof. M. LÜHE, Königsberg; Prof. O. MAAS,  
München; Dr. S. TSCHULOK, Zürich und Dr. J. WILHELMI, Berlin-Steglitz

HERAUSGEGEBEN VON

**ARNOLD LANG**  
ZÜRICH

ZWEITE BEZW. DRITTE AUFLAGE  
VON ARNOLD LANG'S LEHRBUCH DER VERGLEICHENDEN  
ANATOMIE DER WIRBELLOSEN TIERE

**ERSTER BAND. PROTOZOA**

**Erste Lieferung**

Mit 156 Abbildungen im Text

Inhalt:

**Protozoa (Urtiere).** Von Prof. Max Lühe, Königsberg i. Pr.  
(S. 1—160; Abbild. 1—156)



JENA  
VERLAG VON GUSTAV FISCHER  
1913

**Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere.** Bearbeitet von Dr. Carl Börner, St. Julien bei Metz; Prof. E. Bugnion, Blonay s. Vevey; Dr. Marie Daiber, Zürich; Prof. W. Giesbrecht, Neapel; Prof. Valentin Haecker, Halle a. S.; Prof. Karl Hescheler, Zürich; Prof. Arnold Lang, Zürich; Prof. M. Lühe, Königsberg; Prof. O. Maas, München; Dr. S. Tschulok, Zürich und Dr. J. Wilhelmi, Steglitz-Berlin. Herausgegeben von Arnold Lang, Zürich. Zweite bzw. dritte Auflage von Arnold Lang's Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere.

Das Handbuch der Morphologie soll in 6 Bänden und in Lieferungen von durchschnittlich 10 Bogen Umfang erscheinen. Für die Art der Behandlung ist den Herren Mitarbeitern möglichst enge Anlehnung an die Abteilungen Protozoa und Mollusca der zweiten Auflage des „Lehrbuches der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere“ anempfohlen worden.

**Preis jeder Lieferung 5 Mark.**

Der Stoff wird sich auf die 6 Bände in folgender Weise verteilen.

- Band I: Protozoa. Bearbeitet von Prof. Max Lühe in Königsberg.  
Band II: Metazoen. Bearbeitet von Dr. S. Tschulok in Zürich, Prof. Val. Haecker in Halle a. S., Prof. Arnold Lang in Zürich.  
Band III: Mesozoen und Zoophyten. Bearbeitet von Prof. O. Maas in München. — Platyzoen (incl. Nemertinen). Bearbeitet von Dr. J. Wilhelmi in Berlin-Steglitz. — Würmer. Bearbeitet von Prof. K. Hescheler in Zürich.  
Band IV: Arthropoden. Bearbeitet von Prof. W. Giesbrecht in Neapel, Prof. E. Bugnion in Lausanne, Dr. Marie Daiber in Zürich, Dr. Carl Börner in St. Julien-Metz.  
Band V: Mollusca. Bearbeitet von Prof. K. Hescheler in Zürich.  
Band VI: Echinodermen und Enteropneusten. Bearbeitet von Prof. Arnold Lang und Prof. K. Hescheler in Zürich.

Bis Mai 1913 ist erschienen:

- Erster Band. Erste Lieferung. Mit 156 Abbildungen im Text.  
Zweiter Band. Erste Lieferung. Mit 90 Abbildungen im Text.  
Dritter Band. Erste Lieferung. Mit 104 Abbildungen im Text.  
Vierter Band. Erste u. zweite Lieferung. Mit 275 u. 141 Abbild. im Text.

**Acanthocephali. — Register der Acanthocephalen und parasitischen Plattwürmer, geordnet nach ihren Wirten.** Bearbeitet von Max Lühe, Königsberg i. Pr. Mit 87 Abbildungen im Text. (Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 16.) 1911.

Preis: 3 Mark, geb. 3 Mark 50 Pf.

**Parasitische Plattwürmer.** Von Max Lühe, Königsberg i. Pr.

- I: Trematodes. Mit 188 Abbildungen im Text. (Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 17.) 1909. Preis: 5 Mark, geb. 5 Mark 50 Pf.  
II: Cestodes. Mit 174 Abbildungen im Text. (Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 18.) 1910. Preis: 4 Mark, geb. 4 Mark 50 Pf.

**Die europäischen Schlangen.** Kupferdrucktafeln nach Photographien der lebenden Tiere. Von Dr. med. Fritz Steinheil.

Erstes Heft: Tafel 1. Col. Quatuorlineatus var. sauromates Pall. — Tafel 2. Trop. natrix var. Persa Pall. — Tafel 3. Col. Leopardinus Bonap. — Tafel 4. Col. Leopardinus Bonap. — Tafel 5. Zamenis Dahlii Sav. (XII, 6 S. Text.) 4<sup>o</sup>. 1913. Preis: 3 Mark.

Naturwahre und zugleich wissenschaftlich brauchbare Abbildungen von Schlangen waren bisher auch in naturwissenschaftlichen Werken selten. Diese Lücke auszufüllen, unternimmt der Verfasser in der vorliegenden Bildersammlung, die mit ganz besonderer Mühe und Sorgfalt hergestellt ist und beachtenswert Neues bietet. Die Heliogravüren sind von verblüffender Schönheit und stellen alles bisher auf diesem Gebiet Veröffentlichte in den Schatten. In gewissen Zeitabständen wird diese Sammlung, die natürlich auch durch Text erläutert wird, fortgesetzt und so, ohne auf einmal das Budget zu stark zu belasten, allen Reptilienforschern, Aquarien- und Terrarienfreunden eine besonders erwünschte Bereicherung ihrer Bibliothek sein.

**Metamorphose der Muraenoiden.** Systematische und ökologische Untersuchungen von Dr. Battista Grassi, ord. Professor der vergleichenden Anatomie an der Universität Rom. Mit 15 Tafeln und 8 Figuren im Text. [Text (X, 211 S.) italienisch, Tafelerklärungen (23 S.) italienisch-deutsch.] Erste Monographie des Königl. Italienischen Komitees für Meereskunde. 1913. Gr. Fol.-Form. Preis: 50 Mark.

*Handwritten notes:*  
Lühe 1892

## **Erstes Unterreich der Tiere.**

**Einziger Kreis und Stamm: Protozoa. Urtiere. Einzellige.**

Von

Prof. **Max Lühe**, Königsberg i. Pr.

Mit zahlreichen Figuren im Text.

### **A. Einleitung.**

#### **1. Die Zelle.**

Der Ausgangspunkt alles organischen Lebens und aller organischen Formbildung ist die Zelle. Die einfachsten Organismen, Tiere sowohl (Protozoa) wie Pflanzen (Protophyta) sind selbständig und unabhängig lebende einzelne Zellen. Auch bei jeder höheren Tier- oder Pflanzenart kehrt mit jeder neuen Generation oder doch wenigstens nach Ablauf einer gewissen Zahl von Generationen ein einzelliges Stadium wieder.

Alle ausgebildeten höheren Organismen (Metazoen und Metaphyten) sind dagegen aus einer größeren Zahl von Zellen zusammengesetzt, die durch wiederholte Fortpflanzung (Teilung) aus einer einzigen Zelle hervorgegangen sind. Charakteristisch für diese den mehr- bis vielzelligen Organismus aufbauenden Zellen ist die weitgehende Arbeitsteilung, die zwischen ihnen aufgetreten ist, und ihr damit zusammenhängender weitgehender Polymorphismus, der zur Entstehung der verschiedenen, von ungleichwertigen Zellen gebildeten Gewebe und Organe des Körpers führt. Trotzdem aber erscheinen diese Zellen noch verhältnismäßig einförmig bei einem Vergleich mit den selbständig lebenden Zellen (Protozoen und Protophyten), die uns in einer geradezu verblüffenden Mannigfaltigkeit entgegen treten und in Anpassung an das selbständige Leben morphologische und physiologische Komplikationen aufweisen, die den unselbständigen Metazoen- und Metaphytenzellen unerreichbar sind.

Im folgenden wollen wir die selbständig lebenden tierischen Zellen, die Protozoen oder Urtiere, untersuchen, die, obwohl vollständige und selbständige Organismen und als solche den Metazoen vergleichbar, doch im Gegensatz zu diesen zeitlebens auf dem Stadium der Einzelligkeit stehen bleiben. Zur vorläufigen Orientierung aber müssen wir zunächst erfahren, was man heute unter einer Zelle versteht.

Die Zelle, deren Name noch aus jener Zeit stammt, in der man die bei manchen Zellen, namentlich bei den meisten Pflanzenzellen vorkommende und sie einschließende Membran als das Wesentliche betrachtete, ohne deren Inhalt zu beachten, ist nach heutiger Auf-

fassung ein (von seinen Nachbarn nicht immer deutlich abgegrenztes) Klümpchen Protoplasma, das in seinem Inneren einen besonders geformten Bestandteil, den Kern (Nucleus), enthält.

1. Das Protoplasma ist eine aus einem komplizierten Stoffgemenge bestehende schleimig-zähflüssige Masse und als solche den Kapillaritätsgesetzen unterworfen. Von diesen Gesetzen sind für die Lebensvorgänge (speziell auch der Protozoen) von Wichtigkeit: 1) die Erscheinungen der Oberflächenspannung, welche die Flüssigkeiten gewissermaßen zusammenzieht, so daß deren Oberflächen Minimalflächen sind, und 2) der Satz von der Konstanz der Randwinkel, den die Flüssigkeitsoberfläche mit einer festen Körperfläche bildet.

Die feinste Organisation des Protoplasmas ist sicher wesentlich komplizierter, als unsere technischen Hilfsmittel zu erkennen gestatten. Die optisch nachweisbaren Strukturen sind in verschiedener Weise gedeutet worden, doch gewinnt BÜTSCHLIS Auffassung, daß das Plasma eine feinwabige oder schaumige Struktur besitze, immer mehr Anhänger. Durch sie wird auch der gleichzeitige, räumlich getrennte Verlauf verschiedenartiger chemischer Vorgänge im Plasma verständlich, der für das Zustandekommen der Lebensvorgänge eine unentbehrliche Vorbedingung ist.

Die wichtigsten Träger des Lebens im Plasma sind Eiweißsubstanzen (Proteine), die außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff vor allem noch Stickstoff und Schwefel enthalten. Neben ihnen scheinen vor allem noch die sog. Lipide eine wichtige Rolle zu spielen, d. h. Zellbestandteile, die nach Art von Fetten durch Aether und ähnliche Lösungsmittel (Alkohol, Chloroform, Benzol, Aceton usw.) extrahiert werden können, auch in Saponin, Galle, cholalsäurem und taurocholsäurem Natrium u. dgl. löslich sind; chemisch sind sie außerordentlich verschiedenartig (zum Teil enthalten sie Stickstoff und Phosphor, wie z. B. das Lecithin, zum Teil zwar Stickstoff, aber keinen Phosphor, wie z. B. die Cerebroside, die nicht nur im Gehirn, sondern auch in vielen anderen Zellen vorkommen, zum Teil endlich gleich den Fetten und Fettsäuren keines dieser beiden Elemente, wie z. B. das weitverbreitete Cholesterin); intravital aber scheinen sie trotzdem eine physiologisch-einheitliche Funktion zu haben, indem sie durch ihre Anwesenheit die Lösungsbedingungen für Stoffe, die sonst in Wasser schwer löslich sind, erhöhen (auf ihnen beruht z. B. die Möglichkeit der Narkotisierung) und PROWAZEK (1908 und 1910) führt die Wabenstruktur des Plasmas darauf zurück, „daß in letzter Linie das Protoplasma eine Emulsion von Lipoiden und verschiedenen Eiweißstoffen darstellt. Durch diese Wabenstrukturen, die eine innere Oberflächenentwicklung mit Flächenenergien anbahnen, sowie durch den von der Art abhängigen Lipoidgehalt des Protoplasmas wird in der Zelle selbst eine spezifische, innere Strukturspannung erzeugt, und die untypischen Lipide stehen in diesem Sinne im Dienste der Morphe — sie sind gleichsam die Träger der Morphe des ersten Grades.“

Das Protoplasma ist sehr wasserreich und enthält verschiedene Salze. Außer kleineren oder größeren flüssigkeitserfüllten Vakuolen finden sich in ihm stets auch noch andere Produkte seiner Lebens-

tätigkeit (des Stoffwechsels), wie Zucker, Dextrin, Glykogen, Paraglykogen, Fette, Milchsäure, Harnstoffe u. a.

2. Der in der Einzahl, mitunter aber auch in der Mehrzahl in dem Plasma der Zelle liegende Kern ist meist kugelig oder oval, oft genug aber auch ganz anders gestaltet (strangförmig, verästelt usw.). Man unterscheidet an ihm 1) die Kernmembran (mitunter fehlend), 2) das Kerngerüst (Linin), 3) das Chromatin, 4) Plastinsubstanzen und 5) den Kernsaft.

Die Chromatine, welche sich mit gewissen basischen Farbstoffen (z. B. Alaunkarmin, Hämalan) elektiv färben, sind „Nucleoproteide“, Eiweißkörper, deren starksaure Reaktion auf dem Gehalt an Phosphorsäure beruht. Sie finden sich im Kern in verschiedener Anordnung, als Fäden, als kleinere oder größere Körnchen, in Form eines Gerüsts oder auch vereinigt in einem einzigen größeren, fast homogen erscheinenden Körperchen.

Das Linin, das im Gegensatz zum Chromatin eine besondere Affinität zu den sauren, das Protoplasma färbenden Farbstoffen besitzt, durchsetzt den Innenraum des Kernes in Form eines schwammigen Wabenwerkes, dessen Lücken von einer homogenen klaren Flüssigkeit, dem Kernsaft, erfüllt sind, während Chromatin und Plastin vorzugsweise in die Wände der Lininwaben eingelagert sind. Reichlicher Kernsaft bedingt einen bläschenförmigen, spärlicher Kernsaft einen kompakten Bau des Kernes, der dann auch außerordentlich klein werden kann (extremes Beispiel hierfür: Kopf der meisten Spermatozoen).

Das Plastin ist ein (ebenfalls acidophiler) Eiweißkörper, der vornehmlich in Form größerer, in Ein- oder Mehrzahl vorhandener Kügelchen (Kernkörperchen oder Nukleolen) auftritt. Nicht selten findet es sich mit dem Chromatin zu einem verhältnismäßig großen einheitlichen Innenkörper im Kern vereinigt (z. B. Karyosom vieler Protozoen).

3. Außer dem Kern findet sich in vielen Zellen noch ein weiteres spezifisches lebenswichtiges Körperchen, das Centrosoma, welches namentlich bei der Zellteilung eine überaus wichtige Rolle spielt. Es scheint in den Zellen der Metazoen allgemein vorzukommen, in den Zellen der Metaphyten dagegen ebenso allgemein zu fehlen. Innerhalb der Protisten lassen sich verschiedene Differenzierungsgrade eines anscheinend dem Centrosom der Metazoen entsprechenden Gebildes erkennen, die in dem Abschnitt über den Kernapparat der Protozoen zu erwähnen sein werden.

Die Zellmembran, welche das Protoplasma auf seiner Oberfläche abscheiden oder in die sich die oberflächlichste Plasmaschicht verwandeln kann, ist eine Stütz- und Schutzvorrichtung, die sehr häufig fehlt und nicht als wesentlicher Bestandteil der Zelle angesprochen werden darf, obwohl sie ihr ihren Namen eingetragen hat.

Das Leben der Zelle äußert sich zunächst in:

1. Stoffwechsel und formativer Tätigkeit.

a) Jede lebende Zelle hat die fundamentale Tätigkeit der Assimilation, d. h. sie vermag fremde gelöste Substanzen (Nährstoffe) von bestimmter chemischer Zusammensetzung in neue, mit der eigenen übereinstimmende Substanz umzuwandeln, die dann selbst wieder assimilieren kann. Die tierische Zelle vermag im Gegensatz zur

pflanzlichen nur bereits vorgebildete organische Substanzen zu assimilieren, und eine Neubildung eigener Proteinsubstanz kann ohne Zufuhr stickstoffhaltiger organischer Nahrung (Proteinsubstanz) nicht stattfinden. Die Tiere sind also mit Bezug auf ihre Nahrung auf andere Tiere oder, in letzter Linie, auf die Pflanzen angewiesen.

b) Durch die Verdauung werden geeignete feste Fremdkörper (Nahrung) für die Assimilation vorbereitet, indem sie durch chemische Stoffe (Fermente), die alle einzelligen Wesen sowie gewisse Gewebszellen der höheren Tiere absondern, in eine flüssige Form übergeführt werden. Nur flüssige Nährstoffe können assimiliert werden.

c) Durch Sekretion können außer diesen Fermenten von dem Plasma der Zelle auch noch andere bei ihrem Stoffwechsel erzeugte Stoffe abgeschieden werden, aus denen die Zelle besondere Teile bildet, die, ohne selbst aktiv an den Lebenserscheinungen teilzunehmen, doch noch eine wichtige physiologische Bedeutung haben, wie z. B. die Hüllen und Schalen vieler Protozoen.

d) Durch Exkretion entledigt sich die Zelle derjenigen während ihrer Lebenstätigkeit entstandenen Stoffe (Stoffwechselprodukte), die für sie unnütz oder gar schädlich sind (z. B. Harnstoff).

e) Bei der Atmung nimmt die Zelle aus dem umgebenden Medium Sauerstoff auf, dessen sie bedarf, um Proteine und andere im Plasma gebildete Stoffe (Kohlehydrate, Fette) zu oxydieren. Die dabei freiwerdende lebendige Kraft wird in Bewegung oder Wärme umgesetzt. Die bei der Oxydation gebildete Kohlensäure wird wieder ausgeatmet. Der dauernde Zerfall von Körpersubstanz durch Oxydation bedingt die Notwendigkeit der Zufuhr neuer Substanz (Ernährung) für die Aufrechterhaltung des Lebens.

2. **Bewegungserscheinungen.** Im einfachsten Falle äußern sie sich in einer gegenseitigen Verschiebung der Plasmapartikelchen. Eine solche kann stattfinden, ohne daß dabei die Zelle ihre äußere Gestalt ändert. Sie kann aber auch eine mehr oder weniger weitgehende Veränderung der Zellform herbeiführen. Wenn bei Amöben oder amöboid beweglichen Zellen ein Teil des Plasmas nach einer Richtung gegen die Oberfläche strömt, bildet sich an dieser Stelle ein sich verlängernder Plasmafortsatz, während an einer anderen Stelle durch Zurückströmen von Plasma ein amöboider Fortsatz eingezogen werden kann. Dadurch kommt auch Ortsbewegung zustande.

3. **Reizbarkeit.** Auf äußere Reize irgendwelcher Art (thermische, elektrische, optische, akustische, mechanische, chemische Reize) reagiert die Zelle in bestimmter Weise (z. B. durch bestimmte Bewegungen, durch bestimmte Veränderungen im Stoffwechsel u. dgl.).

4. **Wachstum.** Wird bei der Assimilation mehr lebende Substanz gebildet, als beim Stoffwechsel eingebüßt wird, so wächst die Zelle. Diesem Wachstum sind jedoch normalerweise gewisse Grenzen gesetzt, die zwar je nach der Tier- bzw. Pflanzenart und je nach dem Charakter der Zelle sehr verschieden sind, die aber nicht überschritten werden können, ohne daß degenerative Veränderungen eintreten.

5. **Fortpflanzung.** Die Zelle hat die Fähigkeit, sich nach abgeschlossenem Wachstum zu teilen, wobei auch eine Teilung aller ihrer lebenswichtigen Organe (also außer dem Plasma speziell Kern und Centrosoma) erfolgt. Häufig wird diese Vermehrung der Zellen

durch Teilung als ein Wachstum über das individuelle Maß hinaus betrachtet.

Man unterscheidet verschiedene Arten der Teilung je nach dem Verhalten des Kernes. Die beiden bei Metazoen zu beobachtenden Extreme, zwischen denen speziell bei den Protozoen mannigfache Uebergänge vorkommen, sind die direkte Kernteilung (Kernzerschnürung, Amitose) und die indirekte Kernteilung (Kernsegmentierung, Mitose, Karyokinese).

#### Teilung der Zelle mit direkter Kernteilung.

Der Kern erfährt bei der Teilung keine Veränderung seiner Struktur, er bekommt einfach, sogar ohne daß seine Membran aufgelöst wird, eine sich allmählich vertiefende Einschnürung an der Stelle der künftigen Teilungsebene, die ihn hantel- oder sanduhrförmig erscheinen läßt. Schließlich reißt die letzte Verbindungsbrücke zwischen beiden Hälften. Der Kernteilung folgt alsbald die Zellteilung, indem auch auf der Oberfläche des Zellkörpers eine allmählich immer tiefer einschneidende Ringfurche auftritt, die schließlich zu einer völligen Durchtrennung der Zelle in zwei Hälften, die beiden Tochterzellen, führt. Jede der beiden Tochterzellen erhält hierbei auch einen der vorher gebildeten Tochterkerne.

Die direkte Kernteilung ist wesentlich seltener als die mitotische (am leichtesten bei den Lymphzellen des Frosches zu beobachten). Auch bei Protozoen ist sie in reiner Form selten (sichergestellt z. B. für das Radiolar *Aulacantha*).

#### Teilung der Metazoenzelle mit Mitose des Kernes.

1. *Prophase* (Vorbereitung des Kernes zur Teilung). Das Chromatin des Kernes erfährt eine Umlagerung, wobei es häufig sich zu einem langen, knäuel förmig gewundenen Faden gruppiert, der anfangs, entsprechend seiner Entstehung durch Zusammentritt zahlreicher kleiner Körnchen, noch rauh erscheint (Fig. 1 *B*), sich aber bald glättet und hierbei gleichzeitig etwas verkürzt und verdickt (*C*). Seine Färbbarkeit nimmt zu. Das oder die Kernkörperchen werden kleiner und verschwinden schließlich. Der Chromatinfaden zerfällt dann in eine bestimmte Anzahl gleich langer Stücke, die *Kernsegmente* oder *Chromosomen*, deren Zahl bei verschiedenen Tierarten verschieden, für die Zellen ein und derselben Tierart dagegen konstant ist.

Während dieser Veränderungen am Kern hat sich das dem Kern benachbarte Centrosom geteilt und ist um das Centrosom herum eine charakteristische radiäre Strahlung im Plasma deutlich geworden, die, anfangs noch einheitlich (*B*), mit dem Auseinanderrücken der beiden Tochterchromosomen in eine von diesen beiden als Zentren ausgehende Doppelstrahlung übergeht. Der zwischen den beiden Centrosomen gelegene Teil dieser Strahlung, der mit der Zeit immer deutlicher hervortritt, besteht aus achromatischen Fäden, die zusammen die Figur einer Spindel bilden (*C*).

2. *Metaphase* (Bildung der Aequatorialplatte). Im Anschluß an die geschilderten Veränderungen erfolgt die Auflösung der Kernmembran (*C, D*) und von diesem Zeitpunkt an rechnen wir den Beginn der 2. Phase der Kernteilung. Die Centrosomen weichen

immer mehr auseinander unter entsprechender Vergrößerung der Spindel, deren Pole sie einnehmen (daher auch Polkörperchen genannt), bis schließlich die Achse der Spindel mit der größten Achse der ganzen Zelle zusammenfällt (*E—G*). Gleichzeitig verändern auch die Chromosomen ihre Lage; sie nehmen die Form regelmäßiger U-förmiger Schleifen an und ordnen sich in der Aequatorialebene der Spindel in einem regelmäßigen Kreise um die Spindelachse (Aequatorialplatte). Hierbei sind die Winkel der Schleifen gegen

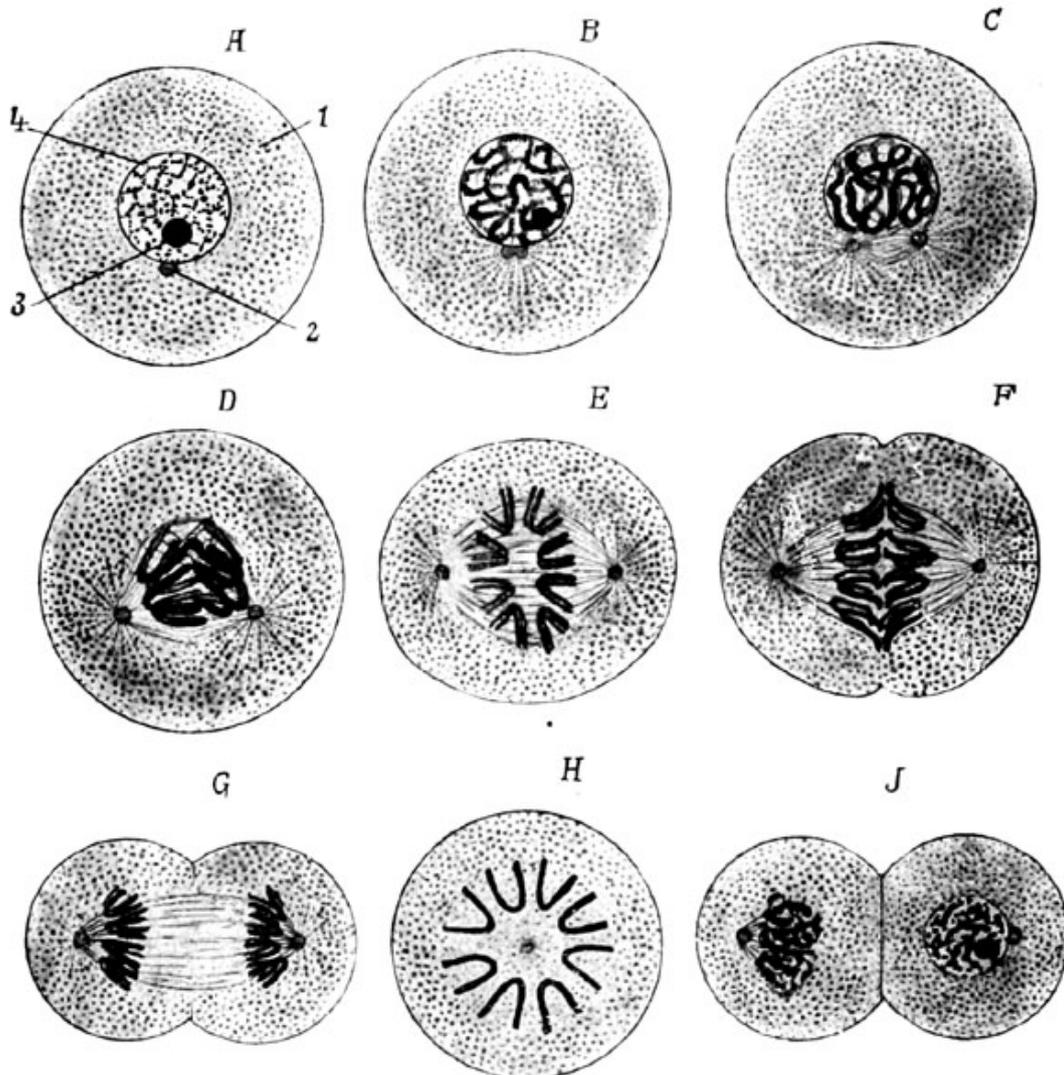


Fig. 1. **Schema der Zellteilung mit mitotischer Kernteilung.** *A* Ruhende Zelle: 1 Protoplasma, 2 Centrosom, 3 Kernkörperchen (Nucleolus), 4 bläschenförmiger Kern mit den Chromatinkörnchen im Liningerüst. *B—C* Prophase. *D—E* Metaphase. *F—G* Anaphase. *H* Aequatorialplatte in Polansicht (optischer Querschnitt). *I* Telophase. Originalabbildung von LANG.

das Zentrum, die beiden freien Enden gegen die Peripherie der Aequatorialebene gerichtet (*E* und *H*). Inzwischen hat sich auch bereits jedes einzelne Chromosom der Länge nach gespalten, die beiden so entstandenen, einander gleichen Tochterchromosomen liegen aber noch durchweg dicht aneinander (*E*).

3. Anaphase (Bildung und Auseinanderrücken der Tochterplatten). Die beiden Tochterchromosomen jedes Paares rücken unter dem richtenden Einfluß der Spindelfasern nach den Polen der Spindel zu auseinander, und zwar beginnt dieser Vorgang an den Winkeln

der Schleifen, um von diesen aus nach den freien Enden der beiden Schenkel zu fortzuschreiten (*F*). Schließlich haben sich die beiden Gruppen von Tochterchromosomen (Tochterplatten) je einem Centrosom dicht genähert, wie wenn sie von ihm angezogen worden wären; beide bleiben aber durch achromatische Fäden, die nahezu parallel der Spindelachse verlaufen, miteinander in Zusammenhang (*G*).

4. *Telophase* (Rekonstruktion der Tochterkerne). Jede der beiden Tochterplatten macht nunmehr rückläufig ähnliche Veränderungen durch, wie sie in der Mutterzelle von dem ruhenden Kern zur Bildung der Äquatorialplatte führten: die regelmäßige Anordnung der Chromatinschleifen wird aufgegeben, die Schleifen selbst werden unregelmäßig (*J*, linke Zelle), um die ganze Gruppe von Chromosomen herum bildet sich wieder eine Kernmembran und innerhalb dieser nimmt das Chromatin wieder die für den ruhenden Kern charakteristische Anordnung an; auch im übrigen wird die Struktur des ruhenden Kernes durch Neubildung von Kernkörperchen usw. wieder hergestellt (*J*, rechte Zelle).

Gleichzeitig hat sich auch die ganze Zelle geteilt. An ihrer Oberfläche tritt eine äquatoriale Ringfurche auf (*F*), die immer tiefer einschneidet, bis schließlich der ganze Zellkörper in zwei Hälften, die beiden Tochterzellen, geteilt ist (*J*). Zu jeder dieser Tochterzellen gehört ein Centrosom und eine der beiden Gruppen von Tochterchromosomen, die in bereits geschilderter Weise wieder zu einem Kerne zusammentritt. Hat dieser sein Ruhestadium wieder erreicht, so ist der ganze Teilungsvorgang beendet.

Während bei den Metazoen diese mitotische Kernteilung in prinzipiell ähnlicher Weise allgemein verbreitet ist, kommt sie bei Protozoen in ganz typischer Form nicht vor. Wohl finden sich auch bei diesen Kernteilungsbilder, die zum Teil lebhaft an die Mitose der Metazoen erinnern, ohne ihr doch völlig zu entsprechen. Verhältnismäßig am meisten Ähnlichkeit mit der Metazoenmitose werden wir bei Radiolarien (*Aulacantha*) und Heliozoen (*Acanthocystis*) finden, im allgemeinen wiegen aber unter sich verschiedenartige Teilungsformen vor, die mehr oder weniger deutliche Zwischenstufen zwischen der direkten und der indirekten Kernteilung der Metazoen darstellen (vgl. den Abschnitt über den Kernapparat der Protozoen).

#### Verschiedene Teilungsformen des Zellkörpers.

Betrachten wir nicht, wie bisher, den Kern, sondern den ganzen Zellkörper, so können wir nach dessen Verhalten unterscheiden:

1. *Totale Teilung*. Es findet eine völlige Durchteilung des Plasmakörpers statt.

a) *Äquale Teilung*. Die beiden hierbei entstehenden Tochterzellen sind gleich (Beispiele: Zweiteilung der Amöben, 1. und 2. Furchung der meisten Eier u. a.).

b) *Inäquale Teilung*. Die beiden Tochterzellen sind ungleich (verschieden organisiert und häufig auch etwas verschieden groß) (Beispiele: Zweiteilung der Wimperinfusorien, 3. Furchung des Froscheies u. a.). Sind hierbei auch die beiden Tochterkerne ungleich, so sprechen wir von *heteropolarer Kernteilung*.

c) *Knospung*. Die Verschiedenheit beider Tochterzellen, vor allem ihr Größenunterschied ist so groß, daß die eine nur wie ein

... und die nächsten 10 Seiten ...  
... and the next 10 pages ...

oder Stirnfeld nimmt die ganze quer abgestutzte Vorderfläche des kegelförmigen Körpers ein. Sein Rand, der Peristomsaum (Fig. 300 p), ist zu einem ringwallartigen Kragen erhoben, der durch etwas andere Struktur (bedeutend feinere Granulierung) sich deutlich von dem übrigen Körper abhebt, obwohl seine äußere Wand von der Außenwand des Körpers entweder gar nicht, oder bloß durch eine äußerst schwache Ringfurche abgegrenzt ist. Der freie Rand des Peristomsaumes ist stets zierlich gelappt, wobei diese Lappchen sich häufig zu schwach gebogenen und recht spitzen Zähnen ausziehen können. Die von dem Peristomsaume umkreiste Peristomscheibe oder Stirnkuppe (Fig. 300, *stk*) ist in der Ruhe kuppenförmig vorgewölbt, kann aber „wie ein Pumpenstempel“ auf- und niederbewegt werden, indem sie sich abflacht oder gar mehr oder weniger vertieft. Die zwischen ihr und dem Peristomsaume gelegene Spiralfurche vertieft sich allmählich nach ihrem rechtsseitig gelegenen inneren Ende zu der präoralen Höhle, in deren Grunde die Mundöffnung liegt. Die mächtigen adoralen Membranellen (meist 16—18, bei gewissen Arten jedoch auch mehr, nach SCHWEYER bis 36) sind dem Peristomsaum zwischen je zweien seiner Randlappchen in schräger Richtung eingepflanzt und schließen sich, dem Peristomsaum selbst entsprechend, zu einem vollständigen Kreise aneinander; die für die Infusorien im allgemeinen charakteristische spiralförmige Anordnung der adoralen Zone äußert sich fast nur noch im Bereich der präoralen Höhle, in die die hier allmählich länger werdenden Membranellen hinabsteigen (Fig. 301). Die Form der einzelnen leicht zer-

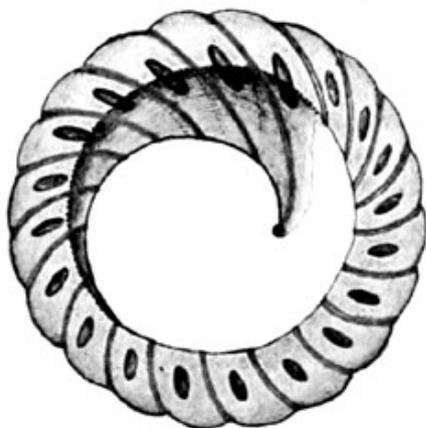


Fig. 301. **Schematische Scheitelansicht des Peristoms von Tintinnopsis.** Die radiären Doppellinien sind die Insertionsstellen der Membranellen. Die dunklen Ovale zwischen denselben veranschaulichen die Lage der kolbenförmigen Gebilde. Die präorale Höhle ist dunkler schattiert; in ihrem Grunde, am Ende der längsten Membranelle, liegt das Cytostom. Das mittlere weiße Feld entspricht der Stirn. Aus SCHWEYER (1910).

fasernden<sup>1)</sup> Membranelle ist dreieckig, indem die in ihre Bildung eingegangenen Einzelwimpern am äußeren Rande sehr lang sind und nach der Achse des Körpers zu allmählich immer kürzer werden. Zwischen je zwei Membranellen erhebt sich von der Innenwand des Peristomsaumes bei *Tintinnus* je ein tentakelartiger Fortsatz, dem bei *Codonella* und *Tintinnopsis* je ein birn- oder kolbenförmiges Gebilde entspricht; vielleicht handelt es sich hierbei, einer Vermutung von HAECKEL (1873) entsprechend, um Tastorganellen. Hinsichtlich aller weiteren Einzelheiten vgl. FAURÉ-FREMIET (1908), ENTZ jun. (1909) und SCHWEYER (1910).

Während bei den Tintinnoideen das ganze Tier sich in sein Gehäuse zurückziehen und hierdurch seinen empfindlichen Membranellenapparat schützen kann, vermögen die Ophryoscoleciden, bezüglich deren im

1) Durch eine derartige Zerfaserung der einzelnen Membranellen, wie sie z. B. auch in Fig. 300 dargestellt ist, kann bei den Tintinnoideen der Anschein eines mehrfachen Wimperkranzes vorgetäuscht werden, so daß auch noch in neueren Arbeiten von „adoralen“, „mesoralen“ und „paroralen“ Wimpern gesprochen wird.

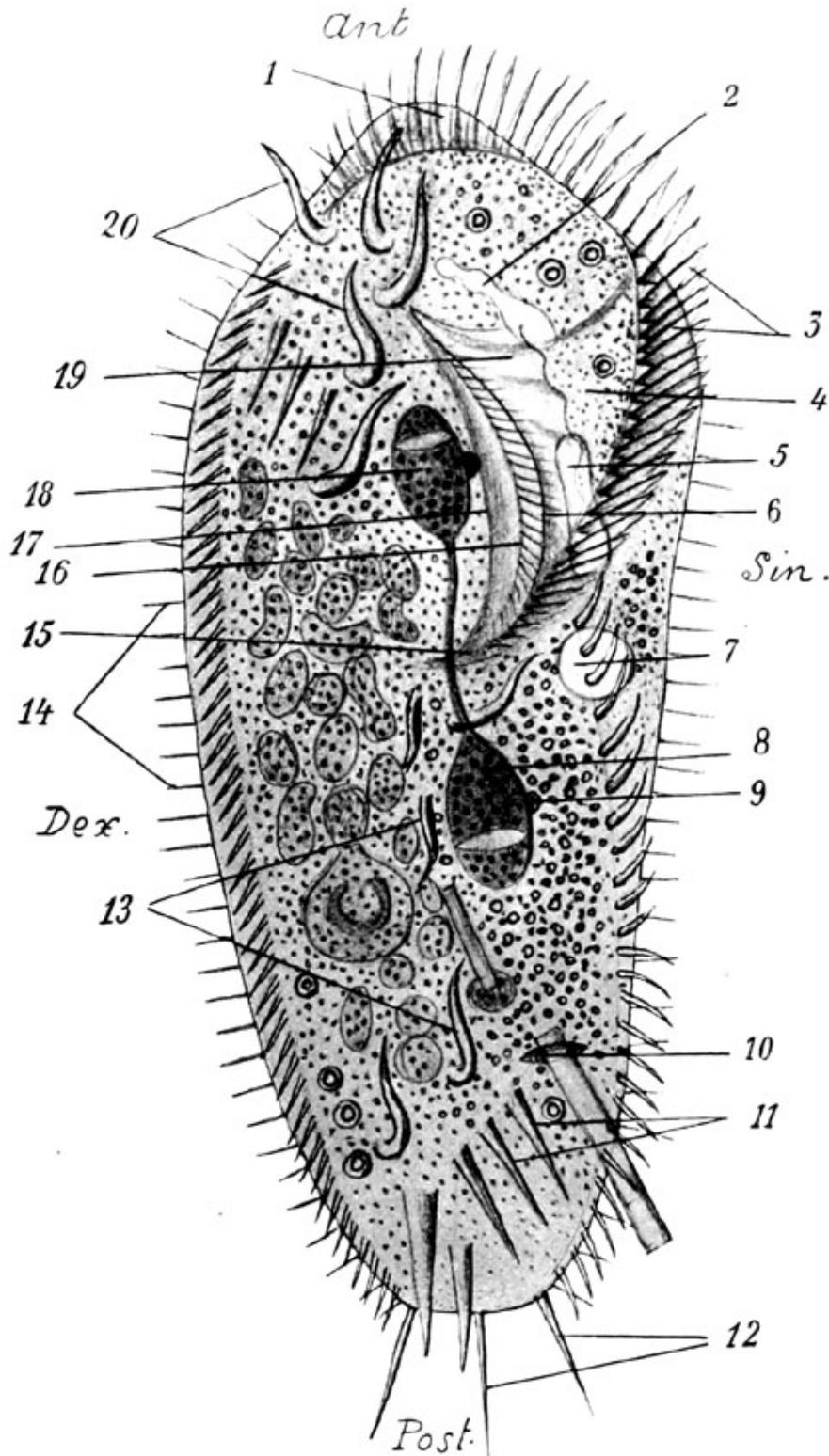


Fig. 302. **Stylonychia mytilus** MÜLL. von der Bauchseite. Länge bis 375  $\mu$ . Von LANG kombinierte Figur, nach STEIN 1859, M. KOWALEWSKY 1882, BÜTSCHLI und SCHEWIAKOFF (in LEUCKARTS zoolog. Wandtafeln). 1 Am Vorderende sich vor das Peristom vorwölbende Oberlippe, 2 zuführender Kanal der pulsierenden Vakuole, 3 adorale Membranellenzone, 4 Peristom, 5 zuführender Kanal der pulsierenden Vakuole, 6 rechter vorspringender Peristomrand, 7 pulsierende Vakuole, 8 hintere Hälfte des Großkerns, 9 hinterer Kleinkern, 10 Cytopyge (Zellafter), auf dem Rücken gelegen, eben im Begriff, eine Bacillariacee zu entleeren, 11 Aftercirren (Springborsten), 12 Schwanzborsten, 13 Bauchcirren (hintere Laufcirren), 14 Tastborsten (von der Rückenfläche entspringend und den Seitenrand überragend), 15 Cytostom (Zellmund), 16 präorale Cilienreihe, 17 rechtsseitiger Grund des Peristoms, 18 vordere Hälfte des Großkerns, 19 präorale undulierende Membran, 20 Stirncirren (vordere Laufcirren). Dem rechten und linken Körperende entlang je eine Reihe von Randcirren. Im Innern des Körpers aufgenommene Nahrung. Der Organellenkomplex des Peristoms nur teilweise dargestellt (endorale Cilien und endorale undulierende Membran fortgelassen, vgl. Fig. 303). Ant. vorn, Dex. rechts, Post. hinten, Sin. links.

übrigen auf EBERLEIN (1895) und BUNDLE (1895) verwiesen sei, ihr Peristom stark zu retrahieren und hierdurch ihre Membranellen im Inneren eines kraterähnlichen Ringwalles so weit zu bergen, daß nur gerade noch deren Spitzen hervorsehen. Sie erinnern hierdurch bis zu einem gewissen Grade an die Vorticellen (vgl. S. 297).

3. Bei den **Hypotrichen** ist der im Dienste der Nahrungszufuhr stehende Organellenapparat im allgemeinen sehr kompliziert. Wir beschränken uns darauf, ihn für eine Form, *Stylonychia mytilus* MÜLL., zu beschreiben, im wesentlichen nach den Angaben von M. KOWALEWSKI (1882), die durch einige neuere Arbeiten nur in Einzelheiten Ergänzungen erfahren haben (vgl. Fig. 302 u. 303).

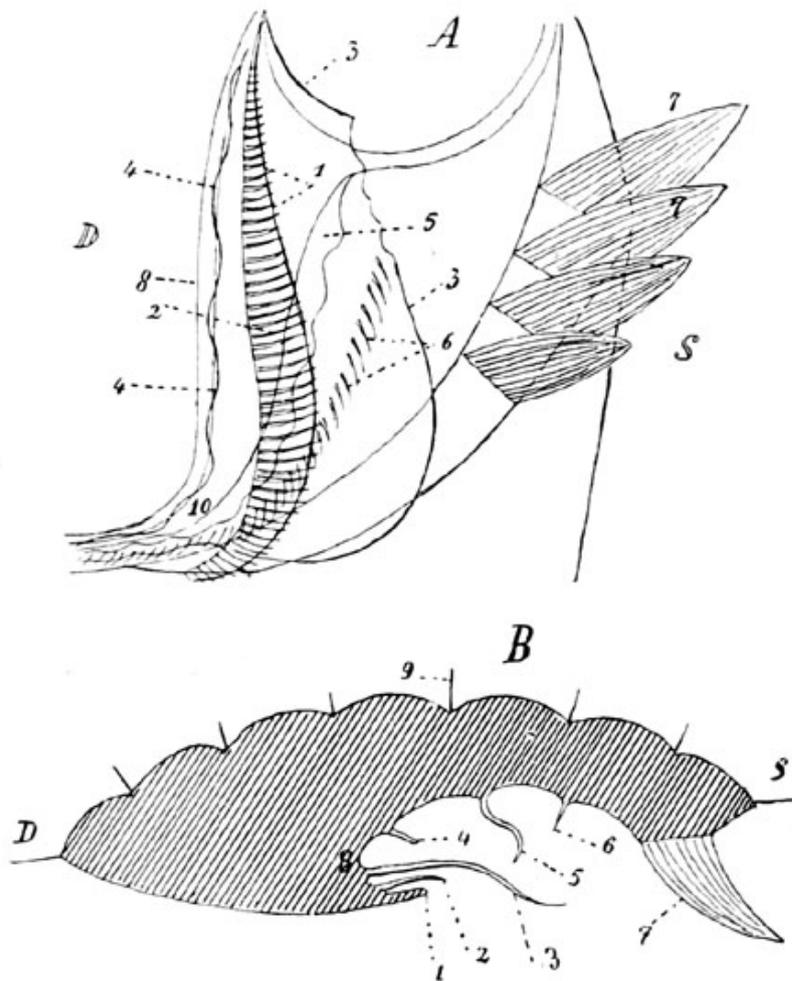


Fig. 303. **Stylonychia mytilus** MÜLL.  
**A** Ansicht des Peristoms und seines Organellenkomplexes von der Bauchfläche (nur im Umriß gezeichnet). **B** Idealer Querschnitt durch das Tier in der Peristomgegend. **D** rechte, **S** linke Seite des Peristoms bzw. Körpers. 1 Der lamellenartig vorspringende rechte Peristomrand, 2 präorale Cilienreihe, 3 präorale undulierende Membran, 4 innere undulierende Membran, 5 endorale undulierende Membran, 6 endorale Cilienreihe, 7 einzelne Membranellen der adoralen Zone, 8 innerster rechtsseitiger Grund des Peristoms, 9 Tastborsten des Rückens (die Bauchcirren sind in Fig. **B** nicht dargestellt), 10 Cytostom, nach links in den Cytopharynx führend. Nach M. KOWALEWSKY 1882, von LANG unwesentlich verändert.

Der sehr erweiterungsfähige Mund des so gut wie omnivoren (Bakterien, Diatomeen, Flagellaten, Infusorien u. a. verzehrenden) Tieres (Fig. 302, 15) liegt nahezu in der Mitte der Bauchfläche des dorsoventral abgeflachten Körpers. Vor ihm ist die Bauchfläche vertieft zu einem Peristom (Fig. 302, 4) von der Form eines spitzwinkligen Dreiecks, dessen Spitze beim Munde liegt und dessen Basis nach vorn und links gewandt ist. Es hat einen lateralen oder linken und einen medianen oder rechten Rand. Der auffälligste Apparat auf dem Peristom ist die adorale Zone, eine Reihe kräftiger dreieckiger Membranellen (Fig. 302, 3 und Fig. 303, 7). Sie beginnt rechts am vorderen Körperende, zieht diesem entlang nach links und folgt dann im Bogen dem linken Peristomrand bis zum Munde. Der gegenüberliegende rechte Peristomrand (Fig. 302, 6 und Fig. 303, 1) wölbt sich mit einer

scharfen Kante oder Schneide gegen das Peristom vor. Auf der Dorsalfäche dieser Schneide entspringt, ihrem freien Rand parallel, eine stark entwickelte präorale undulierende Membran (Fig. 302, 19 und Fig. 303, 3), die nach MAIER (1902) von einer einzigen Cilienreihe gebildet wird und deren hinteres Ende sich in den Schlund hinein fortsetzt. Dieser präoralen Membran parallel und ventral von ihr steht eine Reihe dünner langer präoraler Cilien (Fig. 302, 16 und Fig. 303, 2), die ebenso wie die präorale Membran nach links in das Peristom vorspringen. Mehr dorsal liegt eine zweite, schmalere, die sogenannte innere undulierende Membran (Fig. 303, 4), und links von dieser, aber immer noch in der rechten Hälfte des Peristoms, verläuft eine dritte, die endorale undulierende Membran (Fig. 303, 5); ungefähr in der Mitte des Peristomfeldes zieht schließlich eine Reihe von kurzen endoralen Cilien (Fig. 303, 6) von vorn nach hinten, die sich ebenso wie die undulierenden Membranen in den Cytopharynx hinein fortsetzt.

Bezüglich der Ernährungsorganellen anderer Hypotrichen sei nur noch auf die Mächtigkeit der Membranellen bei dem sich festheftenden *Ancistropodium maupasi* hingewiesen. Sie werden hier (bei einer Länge des ganzen Tieres von 110  $\mu$ ) bis 25  $\mu$  lang bei einer basalen Breite von 10  $\mu$  (vgl. Fig. 270).

4. Bei den **Peritrichen** weisen die Ernährungsorganellen bemerkenswerte Verschiedenheiten auf. Während gewisse Formen, vor allem *Licnophora*, durch den Besitz einer von Membranellen gebildeten adoralen Zone noch weitgehende Übereinstimmung mit den bisher besprochenen Infusorien zeigen (vgl. S. 214 und Fig. 216), finden sich einerseits bei Vorticelliden, andererseits bei Spirochoniden zwei verschiedenartige einseitige Differenzierungen.

Bei den Vorticelliden ist die adorale Spirale nicht wie bei den bisher betrachteten Infusorien „linksgewunden“, d. h. sie führt nicht bei direkter Aufsicht von außen in einem dem Uhrzeiger entsprechenden Verlaufe (vgl. z. B. Fig. 301 und 302) zum Cytostom, sondern sie zieht in umgekehrter Richtung („rechtsgewunden“) zu diesem hin (Fig. 63 und 304, B). Ferner wird sie nicht wie bei allen anderen genauer untersuchten Infusorien von einer einfachen Reihe von Membranellen gebildet, sondern von 2 undulierenden Membranen (MAIER 1903, SCHRÖDRER 1907), welche dicht nebeneinander in parallelem Verlaufe das nahezu kreisrunde scheibenförmige Peristom umziehen. Stets beschreibt die Spirale etwas mehr als einen ganzen Umgang (vgl. Fig. 63), bei *Campanella umbellaria* beschreibt sie sogar deren nicht weniger wie  $4\frac{1}{2}$  (Fig. 304, B). Jede der beiden undulierenden Membranen wird von drei miteinander verschmolzenen Cilienreihen gebildet und ist an ihrem freien Ende zerfasert, so daß hierdurch der Aufbau der Spirale aus 2 Reihen einzelner Cilien oder Membranellen vorgetäuscht werden kann. Rings um das Peristom mit seiner adoralen Spirale erhebt sich der Körper zu einem Ringwulst, dem Peristomsaum, der von der Peristomscheibe durch eine grabenartige Ringfurche getrennt ist. Wenn sich das früher (S. 248) besprochene Ringmyonem des Peristomsaumes gleichzeitig mit den als Retractor der Peristomscheibe dienenden Längsmyonemen der Vorticellide kontrahiert, so wird der Peristomsaum wie ein Tabaksbeutel über der zurücktretenden Scheibe zusammengezogen und verdeckt dann die adorale Spirale vollständig (vgl. Fig. 254, wo diese Kontraktion noch nicht ihren Höhepunkt erreicht hat). Der Ringgraben zwischen Peristom-

scheibe und Peristomsaum vertieft sich dem Verlaufe der adoralen Spirale entsprechend bis zu deren Ende, um dort in das Vestibulum

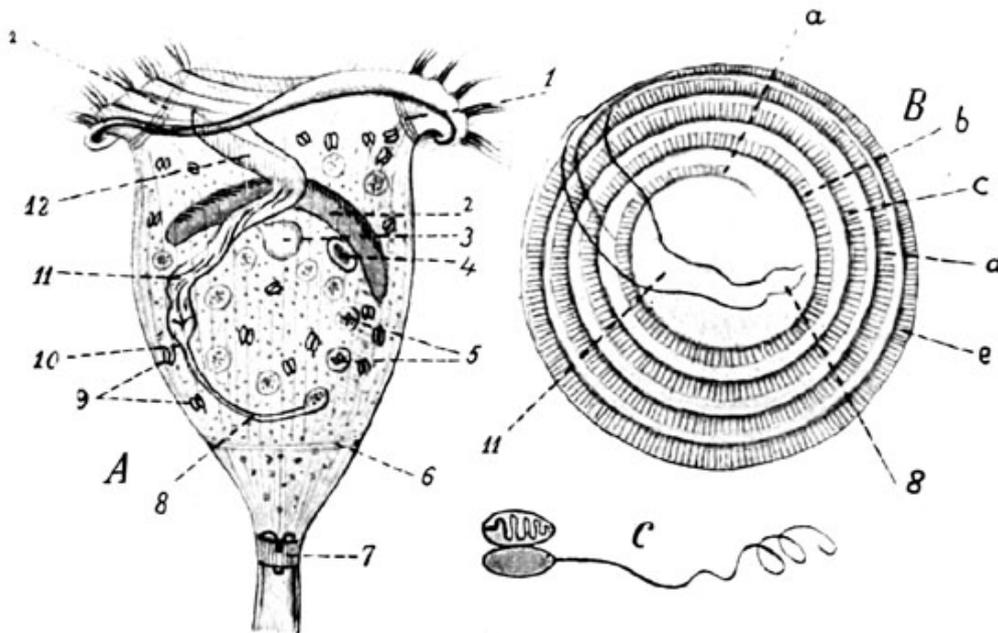


Fig. 304. **Campanella umbellaria** (L.). Süßwasser. *A* Individuum einer Kolonie mit voll entfaltetem Peristom (Länge bis 140  $\mu$ , Höhe der Kolonien bis 4 mm), von der Vestibularseite. *B* Ansicht auf die Peristomscheibe, schematisch, um den Verlauf der Windungen *abcde* der adoralen Wimperspirale zu zeigen. *C* Ein isoliertes Paar von Nesselkapseln; die eine im nicht explodierten Zustande mit dem schraubig aufgerollten Faden im Innern, die andere mit ausgeschnelltem Faden. Stärker vergrößert. Nach BÜTSCHLI 1889. 1 Die zur Retraktion des Peristoms dienenden Myoneme, 2 Makronucleus, 3 pulsierende Vakuole, 4 Mikronucleus, 5 Nahrungsvakuolen, 6 ringförmige Linie, an welcher bei der Ablösung vom Stiel der hintere Wimperkranz entsteht (vgl. Fig. 63 und 64), 7 Stelle, wo die Ablösung erfolgt, 8 der hier sehr lange und deutliche Cytopharynx, 9 Paare von Nesselkapseln, 10 Cytostom, 11 Vestibulum, 12 in dieses hinabsteigende undulierende Membran.

überzugehen, eine tiefe Einsenkung in den Körper hinein, in die sich auch die beiden Membranellen der adoralen Spirale fortsetzen (vgl. Fig. 63).

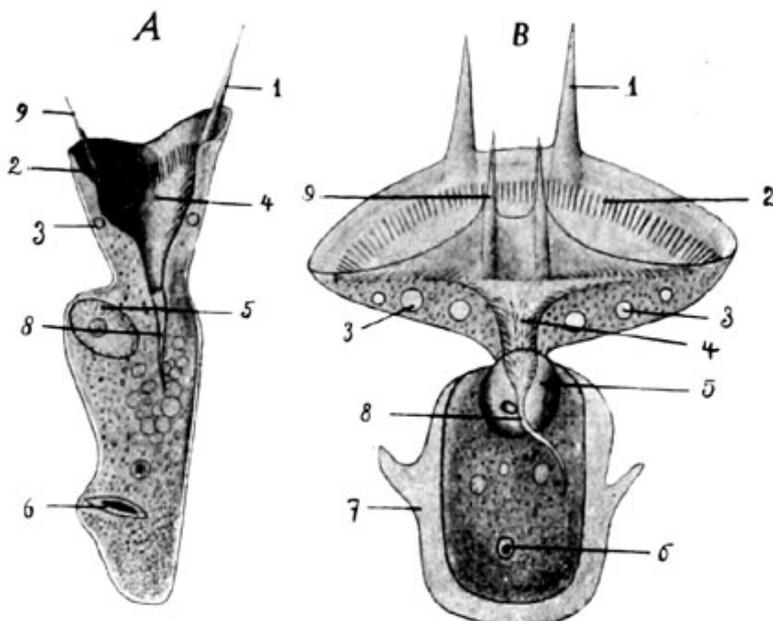


Fig. 305. **Spirochona nebalina** S. K. Von den Kiemenanhängen von *Nebalia*. Länge 0,04 mm. *A* Medianschnitt, von der rechten Seite betrachtet. *B* Dorsalan-sicht. 1 Ventrale hyaline Stacheln, 2 Wimperkranz an der Innenseite des Peristomtrichters, 3 Vakuolen, 4 Grund des Peristomtrichters, 5 Makronucleus, 6 Mikronucleus, 7 Gallertabscheidung, 8 Cytopharynx, 9 dorsale Stacheln. Nach ROMPEL 1894.

Erst im Grunde dieses Vestibulums liegt das Cytostom, das in einen kurzen, etwa birnförmigen Cytopharynx führt. Etwas weiter vorn münden

in das Vestibulum auch Cytopenge und kontraktile Vakuole (vgl. unten Defäkations- und Exkretionsorganen).

Bei *Spirochaena*, die als Raumparasit auf den Extremitäten, namentlich den Kiemenanhängen von Krustern festsetzt, ist der Peristomsaum zu einem großen trichterartigen Organ vorgewachsen, dem sogenannten Peristomtrichter, der infolge verschiedenartiger Faltung sehr mannig-

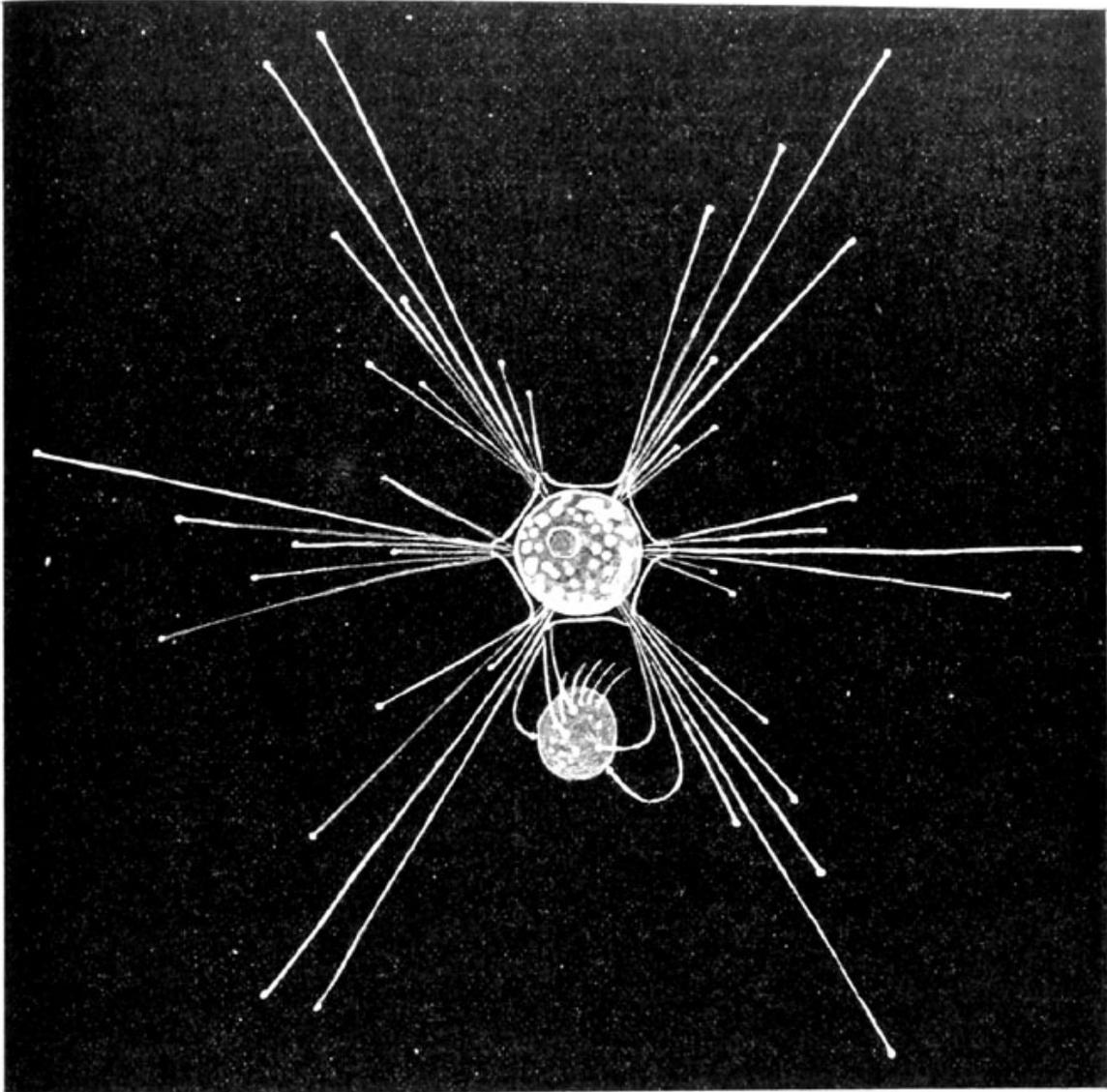


Fig. 396. **Polansicht eines Suctors**, von dem Stielende aus gesehen, der Zellkörper selbst im optischen Querschnitt. Nach dem Leben. Das Tier ist damit beschäftigt, ein Wimperintusor auszusaugen. Die Saugtentakel in 6 Gruppen und innerhalb jeder Gruppe fächerartig angeordnet; die Ebene der Fächer steht annähernd senkrecht zur Ebene der Zeichnung. Vergr. ca. 370 (Durchmesser des Zellkörpers 40  $\mu$ , Länge der Tentakel bis ca. 170  $\mu$ ). Aus HELDENHAIN 1911.

faltige Gestalt annehmen kann. Häufig ist die Membran dieses Trichters durch kräftige, bewegungslose Borsten verstofft, von denen bei *Spirochaena nebalina* in der Regel 2 vorhanden sind (Fig. 395, 7). Die Innenfläche des Trichters ist mit dichtstehenden feinen Cilien besetzt; bei der von uns als Beispiel gewählten *Spirochaena nebalina* wird dieses bewimperte Feld nach vorn begrenzt von einem dichten unter dem Rande des Trichters

stehenden einfachen Kranze längerer und stärkerer Cilien (Fig. 305, 2). Sonst sind am Körper keine Cilien vorhanden. Das Cytostom liegt im Grunde des Trichters. Die schwache Entwicklung des Wimperapparates trotz der festsitzenden Lebensweise steht offenbar damit in Zusammenhang, daß an dem Wohnsitz der Tiere durch die Kiemenanhänge des Wirtes ein dauernder Wasserstrudel unterhalten wird.

5. Die Ernährungsorganellen der **Sauginfusorien (Suctoria)** sind deren sogenannte Saugröhrchen, auch einfach Tentakel genannt. Es sind dies fadenförmige, langsam bewegliche Fortsätze des Körpers, deren Länge im allgemeinen dem Körperdurchmesser wenigstens nahe kommt. Bei einigen Arten ist nur ein einziges Saugröhrchen vorhanden; meist aber sind sie zahlreich und dann bald unregelmäßig und allseitig zerstreut, bald auf den vorderen Körperteil beschränkt. Häufig stehen

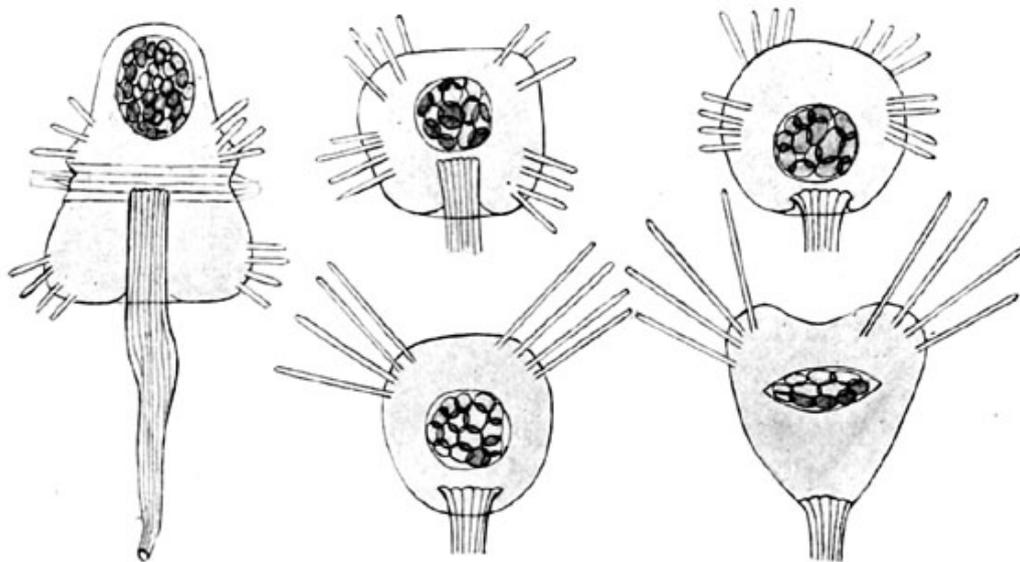


Fig. 307. **Tocophrya quadripartita** CL. u. L. Entwicklung der in 4 Gruppen angeordneten Saugröhrchen bei der festgehefteten Larve unter teilweiser Umstülpung des Körpers. (Vgl. auch die jüngeren Larven in Fig. 271 und das ausgebildete Tier in Fig. 67.) Nach FILIPJEV 1911.

sie gruppenweise beisammen auf je einem mehr oder weniger deutlich vortretenden lappenförmigen Vorsprung des Körpers (vgl. Fig. 67 und 306).

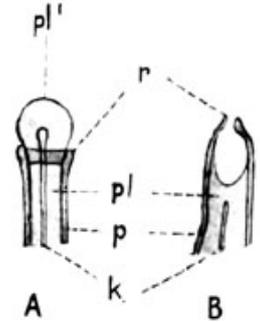
„Morphologisch könnte man daran denken, den einfachen Saugtentakel aus der besonderen Umbildung eines ursprünglichen Cytostoms herzuleiten, und eine sukzessive Vermehrung solcher Cytostombildungen annehmen.“ (BÜTSCHLI 1910).

Nach der Form der Saugröhren hat man unterschieden Saugtentakel (zylindrisch, am Ende meist geknöpft) und Greiftentakel (ungeknöpft, gegen das freie Ende sich verjüngend, von sehr verschiedener Länge, oft bedeutend länger als die Saugtentakel, die mit ihnen zusammen vorkommen können, z. B. bei *Ephelota*, Fig. 343). Doch ist diese Unterscheidung nicht von wesentlicher Bedeutung.

Jede Saugröhre besteht aus: 1) einer oberflächlichen Pellicula, der Fortsetzung der Pellicula des Körpers, 2) einer Schicht kontraktiles Protoplasmas und 3) dem Zentralkanal. Bei *Tocophrya quadripartita* CL. & L., deren Saugtentakel wir auf Grund der neueren Untersuchungen von FILIPJEV (1911) als Beispiel betrachten wollen, ist die von

der Pellicula gebildete Röhre am Ende etwas erweitert, wobei sie einen verdickten Rand bildet und das Ende des Tentakels offen läßt (Fig. 308, *r*). Dieser ringförmige Rand ist passiv elastisch: das den größten Teil des Tentakelquerschnittes einnehmende kontraktile Plasma kann sich aus ihm in Form einer Plasmakugel verwölben und dehnt ihn hierbei aus (Fig. 308, *A*). Zieht sich das Plasma wieder zurück, so zieht sich der Ring zusammen und schließt den Eingang in den Tentakel (Fig. 308, *B*). Der keine eigene Wandung besitzende und die ganze Länge des Tentakels durchsetzende Zentralkanal ist mit einer wäßrigen Flüssigkeit erfüllt.

Fig. 308. **Tocophrya quadripartita** CL. u. L. Ende eines Saugtentakels, in *A* mit vorgestrecktem, in *B* mit zurückgezogenem Plasma. *k* zentraler Längskanal, *p* Pellicula, *pl* Plasma, *pl'* am Tentakelende nackt vorgetretener Plasmapropf, *r* elastische ringförmige Verdickung der Pellicula am Tentakelende. Nach FILIPJEV 1911.



Das an der Spitze vortretende Plasma ist höchst wahrscheinlich klebrig, da vorüberschwimmende Cilien u. dgl. bei Berührung sofort an ihm haften bleiben. Ob die Tentakel auch lähmende Stoffe enthalten,

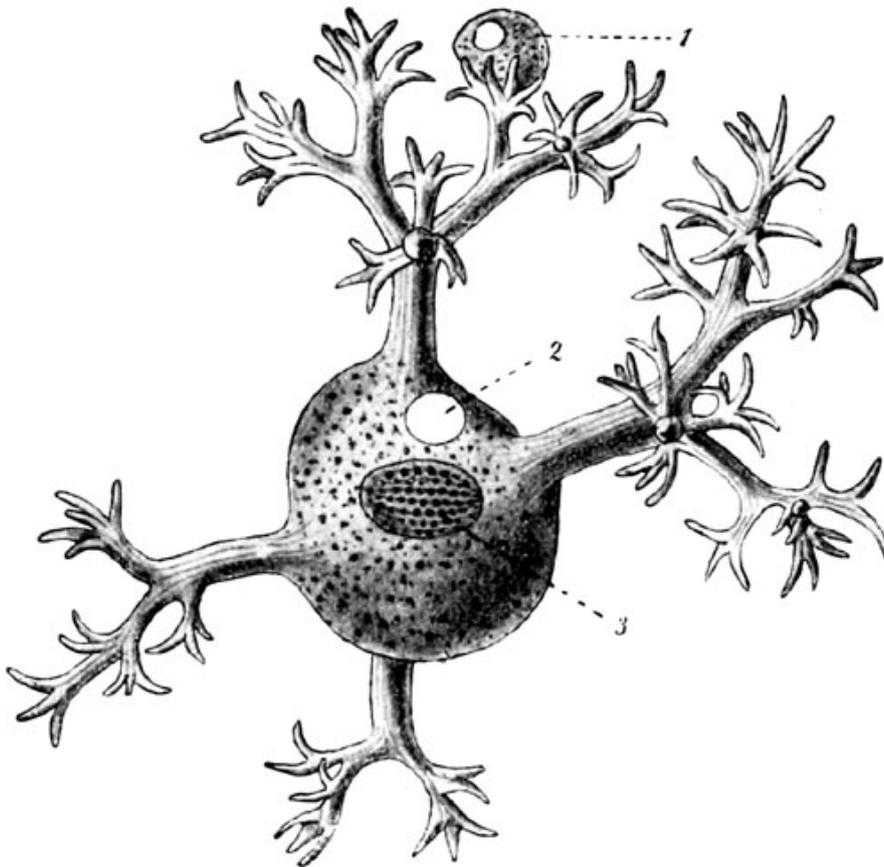
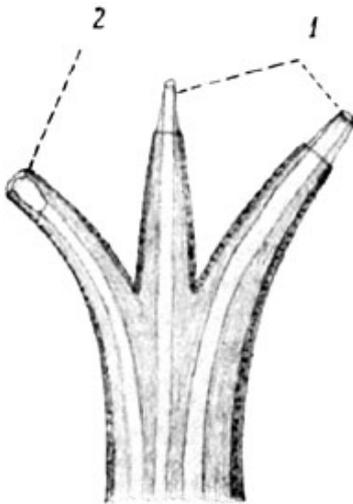


Fig. 309. **Dendrocometes paradoxus** STEIN. 1 ein gefangenes Infusor, 2 pulsierende Vakuole, 3 Kern. Nach A. WRZEŚNIEWSKI (1877), von LANG unwesentlich modifiziert. Vergr. 600:1.

weiß man nicht. Die Tentakel können langsam verkürzt und verlängert werden, die Richtung, in der sie vom Körper abstehen, verändern und sich krümmen. Bleibt ein Beuteobjekt an einem von ihnen kleben, so

neigen sich die benachbarten Tentakel heran, um es mit festzuhalten (Fig. 306), und dann sieht man wie das Plasma der Beute durch die hohlen Saugröhrchen hindurch in den Körper des Suctors hinüberströmt.

Spezielle Erwähnung verdienen noch die eigenartig ausgebildeten Saugröhrchen von *Dendrocometes*, einem auf den Kiemenblättchen von *Gammarus* lebenden Suctor (Fig. 309). Dessen Körper verlängert sich in meist 4 ansehnliche Fortsätze, Arme genannt, deren jeder sich 2- bis 3mal in je 3 Aeste teilt. An den Endzweigen stehen dann je 3 bis 4 kegelförmige Greiftentakel. Die Arme sind nicht völlig starr, sondern können ähnliche Bewegungen ausführen wie die Saugröhrchen. Sie werden von feinen Kanälchen durchzogen, von denen je eines zu



jedem Tentakel geht und sich in dessen Kanal fortsetzt (Fig. 310). Man könnte die Arme fast als ein System miteinander verschmolzener, sehr langer Saugröhrchen auffassen, die sich in ihrem zentrifugalen Verlaufe allmählich wieder voneinander freimachen, so daß am Ende ein jedes wieder isoliert ist. Näheres vornehmlich bei Plate (1886).

Fig. 310. *Dendrocometes paradoxus* STEIN. Drei Endzinken (Greiftentakel) eines Armes, sehr stark vergrößert. 1 aus der pellikularen Hülle nackt hervorgetretene Plasmaspitzen, bei 2 Plasma in die Pellicula zurückgezogen. Nach PLATE 1886.

Nicht zu vergleichen mit diesen Armen von *Dendrocometes* sind die baumförmigen Verzweigungen des prächtigen großen *Dendrosoma* (Fig. 145), bei dem der Körper selbst verzweigt ist, sich wie ein kleiner Wald verästelter Stämmchen von einem der Unterlage aufliegenden Wurzelgeflecht erhebt und am Ende eines jeden Zweiges ein Büschel geknöpfter Saugtentakel trägt.

## B. Verdauungsorganellen.

Die typische Verdauungsorganelle der Protozoen ist die Nahrungsvakuole, ein Flüssigkeitsbläschen, das den aufgenommenen Nahrungskörper oder auch, wenn die einzelnen Nahrungskörper sehr klein sind (z. B. Bakterien), eine größere Zahl solcher umschließt. Sie findet sich bei den meisten, geformte Nahrung zu sich nehmenden Protozoen und wird fast stets gleich bei der Nahrungsaufnahme gebildet, indem zugleich mit dem Nahrungskörper auch etwas Wasser aufgenommen wird (vgl. die monographischen Besprechungen von *Amoeba* und *Paramecium* auf S. 53 ff. und 99 f., sowie die „Empfangsvakuole“ der Flagellaten auf S. 279).

Es gibt aber auch Protozoen, bei denen eine Nahrungsvakuole fehlt und das Protoplasma direkt die aufgenommenen Nahrungskörper umschließt. Dies ist z. B. unter den Amöben bei *Amoeba blattae* der Fall. Auch den Foraminiferen fehlt die Nahrungsvakuole fast stets (vgl. z. B. Fig. 26); wo sie bei ihnen auftritt, ist sie erst nachträglich durch Abscheidung von Wasser aus dem Plasma in der Umgebung

des Nahrungskörpers gebildet, nachdem der zunächst direkt von den Pseudopodien umflossene Nahrungskörper in den Körper hineingezogen worden ist. Ebenso fehlt die Nahrungsvakuole den Radiolarien; speziell bei den Tripylarien scheinen statt ihrer, wie bereits in der monographischen Besprechung von *Coelospathis* ausgeführt wurde, die sogenannten Phäodellen eine ähnliche Rolle bei der Verdauung zu spielen (vgl. S. 76 f.).

Bei Protozoen mit osmotischer Ernährung kann eine echte Nahrungsvakuole natürlich nicht vorkommen. Wenn SCHAUDINN trotzdem bei *Plasmodium* von einer solchen gesprochen hat, so handelt es sich hier um eine einfache Flüssigkeitsansammlung, deren ernährungsphysiologische Bedeutung im wesentlichen auf der durch sie bedingten erheblichen Vergrößerung des Volumens und damit auch der resorbierenden Körperoberfläche des Parasiten beruhen dürfte (vgl. S. 129).

Erst innerhalb der Vakuole erfolgt die Abtötung der Opfer, falls lebende Organismen als Nahrung eingestrudelt wurden; bei *Stentor* u. a. kann man leicht beobachten, daß verschlungene Tiere sich noch längere Zeit im Inneren der Vakuole bewegen. Hinsichtlich der im Innern der Vakuolen sich unter Fermenteinwirkung abspielenden Verdauungsvorgänge kann hier auf die Besprechung auf S. 57 f. und 101 f. verwiesen werden.

Es sei nur allgemein betont, daß die Fähigkeit, Eiweißstoffe zu verdauen, bei den Protozoen allgemein verbreitet ist und daß diese durchweg die Hauptrolle bei der Ernährung spielen. Kohlehydrate (Stärke und Cellulose) scheinen sehr viel schwerer verdaulich zu sein und dürften nur bei einzelnen Arten eine größere Bedeutung als Nährstoffe haben. Die Fähigkeit zur Verdauung von Fett endlich scheint im allgemeinen völlig zu fehlen, ist jedenfalls noch in keinem Falle erwiesen, wenn wir von den Fällen absehen, in denen Fetttropfen als Stoffwechselprodukte auftreten, um anscheinend als Reservematerial aufgespeichert zu werden (namentlich bei den *Chrysomonadinen* und in der Zentralkapsel der Radiolarien, vgl. Fig. 188). In anderen Fällen finden wir, wie im Anschluß hieran erwähnt sei, Eiweißstoffe, Paramylon, Glykogen oder Stärke (vgl. Fig. 17) als Reservematerial aufgespeichert.

Die Tintinnodeen bilden nach MERKLE (1909) auch Fermente, die die Kieselsäure der Silicoflagellatengehäuse und die Cellulose der Peridinieenpanzer aufzulösen vermag.

„Da nur kernhaltige Protozoen auf die Dauer die Nahrungsteile assimilieren können, ist man zu der Annahme berechtigt, daß der Kern mit der Produktion der Fermentträger irgendwie im Zusammenhang steht. Dafür spricht auch der Umstand, daß er bei hungernden Tieren oft eine starke Vergrößerung erfährt, weil ihm von seiten des Protoplasmas in diesem Sinne keine Substanz mehr entführt wird.“ (PROWAZEK 1910; vgl. auch oben S. 66 und 117).

Während der Verdauungsvorgänge bleiben die Nahrungskörper bzw. die sie einschließenden Vakuolen nicht an einer Stelle im Plasma liegen, vielmehr werden sie von langsamen Plasmaströmungen herumgeführt. Der bei dieser Cyclose verfolgte Weg ist bei den amöboiden Arten meist ein unregelmäßiger, bei formbeständigen Protozoen dagegen häufig ein ganz bestimmter. Außer bei *Paramaecium*, für das er bereits