

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie

**Vogt, Carl
Yung, Emil**

1888

Protozoen

Protozoen.

Rhizopoden. — Amöben. — Foraminiferen. — Heliozoen. — Radiolarien. — Infusorien.

Unterkreis der Sarcodinen.

Thiere von meist sehr wechselnder Form, aus Protoplasma gebildet, das einen oder mehrere Kerne zeigt. Nähren und bewegen sich mittelst mehr oder minder differenzirter Pseudopodien. Sie besitzen keine Zellmembran und bleiben meist auf der Stufe von Nucleoden stehen. Vermehren sich durch Theilung, Knospung oder Bildung von Keimen, welche den Zoosporen der Pflanzen ähnlich sind, besitzen aber niemals Vermehrungsorgane, wie Sporangien etc. Häufig finden sich Skeletbildungen von äusserst verschiedener morphologischer und chemischer Beschaffenheit. Sie bilden oft Colonien mit mehr oder minder individualisirten Theilstücken.

Die Sarcodinen sind die einfachsten thierischen Organismen. Sie nähern sich gewissen pflanzlichen Urwesen (Myxomyceten), deren bewegliche Zustände denen der nackten Sarcodinen ähnlich sind, unterscheiden sich aber dadurch, dass die Zoosporen der Sarcodinen im ganzen Körper oder durch Knospung an unbestimmten Körpergegenden entstehen können, während diejenigen der Pflanzen in bestimmten Theilen (Sporangien) sich bilden.

Classe der Wurzelfüusser (*Rhizopoda*).

Sarcodinen mit wenig differenzirtem Protoplasma, welche Pseudopodien von verschiedener Form, bruchsackartig, gelappt oder verzweigt bilden, die häufig zusammenfliessen und sich wieder trennen. Sie sind nackt oder in Gehäusen eingeschlossen. Im ersteren Falle ist die Form

ihres Körpers durchaus unbestimmt, beständig wechselnd in Folge der Aussendung der Pseudopodien, der Zusammenziehungen des Protoplasma und der Körnchenströmungen, die dadurch bedingt werden. Bei den schalentragenden Rhizopoden ist die Form des meist in Colonien ausgebildeten Organismus durch die Gestalt des Skeletes bedingt, durch dessen bald einfache, bald vielfältige Oeffnungen die Pseudopodien hindurch treten.

A. Ordnung der Amoeben.

Typus: *Amoeba terricola*. Greeff.

Man findet das Thier in dem Sande und den Erdtheilchen, welche sich absetzen, wenn man die Wurzeln der auf Mauern, Bäumen etc. wachsenden Moose im Wasser schüttelt. Nachdem man es unter verschiedenen Vergrößerungen untersucht hat, behandelt man das Thier mit den gewöhnlichen Reagentien, Essigsäure, Kleinenberg'sche Flüssigkeit, Pikrocarmin, Cochenille etc.

Fig. 1.

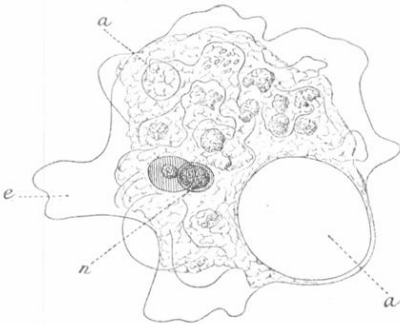


Fig. 2.

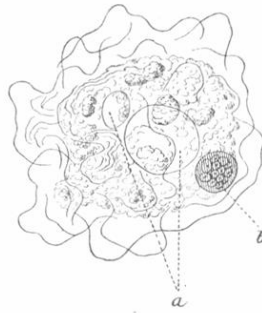


Fig. 1. *Amoeba terricola*, lebend unter der Camera lucida gezeichnet. a Contractile Bläschen. n Kern. e Pseudopodien.

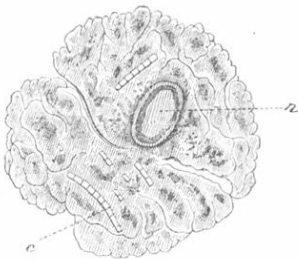
Fig. 2. Dieselbe mit weniger entwickelten Pseudopodien. a Contractile Bläschen. b Kern.

In ruhendem Zustande gleicht diese Amoeba sehr einem unregelmässigen Quarzkörnchen, lässt sich aber bei aufmerksamer Untersuchung durch ihren meist gelblich körnigen, oft in Kügelchen geballten Inhalt und die Körnchenströmungen im Inneren des sie bildenden Protoplasma unterscheiden.

Das Protoplasma der Oberfläche (Ectosark) ist homogen, durchsichtig und von fester Beschaffenheit; das innere (Endosark) ist da-

gegen körnig und fast flüssig. Das Ectosark bildet sehr unregelmässige, feste, durchsichtige, warzenförmige Pseudopodien, welche sehr langsam wachsen und mit deren Hülfe das Thier sich ruckweise bewegt, indem es gewissermaassen von einer Gruppe dieser Fortsätze auf die andere fällt. Die meist kugelförmig zusammengeballten Körnchen des Inneren sind häufig von einem durchsichtigen Hofe umgeben und fliessen manchmal ziemlich rasch nach dem Punkte, wo ein Pseudopodium sich bildet, um es bis auf einen durchsichtigen Rand zu erfüllen, in welchen sie nicht eindringen. Die dem wachsenden Pseudopodium entgegengesetzte Stelle des Ectosark zeigt dann Streifen und Falten, ein Beweis, dass die Strömungen durch die Zusammenziehungen des Ectosark hervorgerufen werden. Die beiden Schichten des Protoplasma sind indessen nicht durch scharfe Contouren getrennt, sie gehen allmählich in einander über, wenn auch das innere Parenchym niemals an die Oberfläche herantritt.

Die bald mehr zerstreuten, bald mehr zusammengeballten Granulationen zeigen unter sehr starken Vergrösserungen die Gestalt von Stäbchen oder Kügelehen und sind offenbar das Resultat der Assimilation. — Die Amoebe nährt sich, wie es scheint, vorzugsweise von zersetzten Pflanzenstoffen. Man findet Individuen, die keine Körnchen enthalten; in anderen dagegen sieht man Bruchstücke von Algen, Oscillatorien etc., die oft noch grün sind, bald aber durch Desaggregation ihrer Zellen zerfallen und sich entfärben (c Fig. 3).



Amoeba terricola nach Anwendung von Essigsäure. Pseudopodien und Vacuolen sind verschwunden, die Oberfläche gerunzelt, Kern *n* und Nahrungsinhalt treten stärker hervor. *c* Algenfäden.

Das Protoplasma zeigt stets Vacuolen (*a* Fig. 1 u. 2), die nach Zahl, Ort und Grösse sehr variabel, aber stets mit vollständig durchsichtiger Flüssigkeit erfüllt sind. Sie bilden sich an unbestimmten Stellen, wachsen allmählich, fliessen zuweilen zusammen oder vertheilen sich in kleinere Tropfen. Zuweilen werden sie übermässig gross, wie in Fig. 1, und kommen dann an die Oberfläche, welche sie in Form eines dünnen Häutchens emporheben. Die Vacuole entleert sich, wenn sie auf diesem Punkte angekommen ist, ziemlich plötzlich, während das körnige Parenchym von innen her in sie eindringt. Man sieht nie eine Oeffnung, durch welche sich die Flüssigkeit nach aussen entleeren könnte. Häufig sieht man noch an der Stelle einen halbmondförmigen Raum, der die Distanz zwischen der äusseren und inneren Schicht markirt; diese letztere aber dringt wie ein Pfropfen vor und bald sieht man nur die gewöhnlichen Verhältnisse

zwischen Endosark und Ectosark; die neuen Vacuolen, welche sich bilden, fliessen aus ursprünglich sehr kleinen Bläschen zusammen. Das Wechselspiel der Vacuolen zeigt keinen regelmässigen Rhythmus.

Jede Amoebe besitzt einen Kern (n), der häufig sich nur schwer in Mitten der Körnchen auffinden lässt. Er hat eine graue Farbe und zeigt sich zusammengesetzt aus einer scharf begrenzten, hyalinen Kapsel und einem körnigen Inhalt, dessen Ansehen vielfach wechselt; bald ist er einförmig wolkig, bald mehr oder minder deutlich in Faserzüge oder runde Kügelchen zerfallen, die winzigen Zellen gleichen (Fig. 2 b). Nur selten findet man den Kern in einen Nucleus und Nucleolus getheilt, wie wir ihn in Fig. 1 dargestellt haben. Wahrscheinlich zerfällt der Kern schliesslich in Kügelchen, die sich in dem Parenchym vertheilen, denn man findet zuweilen ziemlich grosse Amoeben, deren Körper mit solchen Kügelchen erfüllt ist, in denen man aber durch alle Mittel keinen Kern nachweisen kann. Wahrscheinlich werden diese Körnchen ausgestossen und verwandeln sich dann in junge Amoeben, die anfänglich nur aus hyalinem Protoplasma bestehen, bald aber ein körniges Endosark und Pseudopodien entwickeln und Vacuolen zeigen.

Jodtinctur färbt die Amoebe im Ganzen braun; die übrigen angeführten Reagentien runzeln die äussere feste Schicht, die dann zwar rissig, aber ohne warzige Vorsprünge wie eine mehr oder minder runde Kugel erscheint. Der Kern wird dabei deutlicher. Verdünnte Essigsäure ist für diese Reaction vorzuziehen. Bringt man einen Tropfen davon auf den Rand des Objectträgers in solcher Weise, dass er sich nach und nach mit dem die Amoebe enthaltenden Wasser mischt, so kann man Schritt für Schritt das Einziehen der Pseudopodien, das Verschwinden der Vacuolen und das schärfere Hervortreten des Kernes beobachten (Fig. 3).

Wir haben die Reproduction nicht verfolgen können. Nach Greeff sollen die aus der Kerntheilung entstehenden Kügelchen sich im Endosark vertheilen, wo sie sich vielleicht mit Protoplasmatheilen umkleiden und nachher ausgestossen werden. Die jungen Amoeben haben stets im Anfange einen sehr hellen Kern und bald eine contractile Vacuole.

Die Amoeben bilden eine Ordnung in der Classe der Rhizopoden. Sie sind nackt und wechselgestaltig. Die Pseudopodien sind warzig, lappig, verzweigt oder sogar netzförmig. Sie finden sich im Meere und in süssen Wassern, an feuchten Orten in der Erde, im Moos, auf Dächern etc.

Das Ectosark ist meistens, wie bei unserer typischen Art, von consistenter Beschaffenheit. Die marinen Arten zeigen nur selten Vacuolen und nicht häufig Kerne, welche dagegen in den Formen der süssen Gewässer wohl nie fehlen.

Die Einkapselung mittelst einer kugeligen, homogenen und resistenten Schicht kommt als Schutzmittel bei vielen vor. Bei einer einzigen Gattung (*Protomyxa*), deren Stellung übrigens noch zweifelhaft ist, bildet die Einkapselung die Einleitung zur Vermehrung durch Bildung zahlreicher, mit kurzen,

spitzen Pseudopodien versehener Zoosporen. Mit Ausnahme von *Myxodictyum* bilden die Amöben keine Colonien. Sie leben als vereinzelte Individuen und vermehren sich durch Theilung in zwei, höchst selten (*Gloidium*) in vier Theile. Sie setzen sich nicht fest; bei einigen aber (*Hyalodiscus*, *Pelomyxa*) ist das Ectosark weich und klebt an, während es bei anderen sehr fest wird (*Amphizonella*) oder selbst kurze Dornen bildet (*Chaetoproteus*). Die Conjugation zweier Individuen wird nur selten beobachtet. Ausser der Theilung, scheint auch die Vermehrung durch Theilsprösslinge des Nucleus, die sich im Endosark verbreiten, ziemlich allgemein zu sein. Doch existiren noch viele Lücken in dieser Beziehung in den Beobachtungen.

Literatur. Dujardin, Suites à Buffon. Infusoires. Paris 1841. — Auerbach, Ueber die Einzelligkeit der Amöben. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Vol. VII. 1856. — E. Haeckel, Ueber den Sarcoderkörper der Rhizopoden. Ibid. 1865. — Id. Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschr. Bd. IV. 1870. — R. Greeff, Ueber einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. II. 1866. — J. Leidy, Fresh water Rhizopods of North America. Washington 1879. — Bütschli, Bronn's Thierreich. 2. Auflage. Vol. 1. 1881.

B. Ordnung der Foraminiferen oder Thalamorphen.

Protozoen mit meist kalkiger Schale, die eine oder vielfache Oeffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien besitzt. Sie theilen sich in:

Ganzschalige (Imperforata) ohne contractile Bläschen, ohne Poren in der mit einer einzigen, zum Durchtritt der Pseudopodien bestimmten Oeffnung versehenen Schale. (*Gromia*, *Miliola*, *Arcella*.)

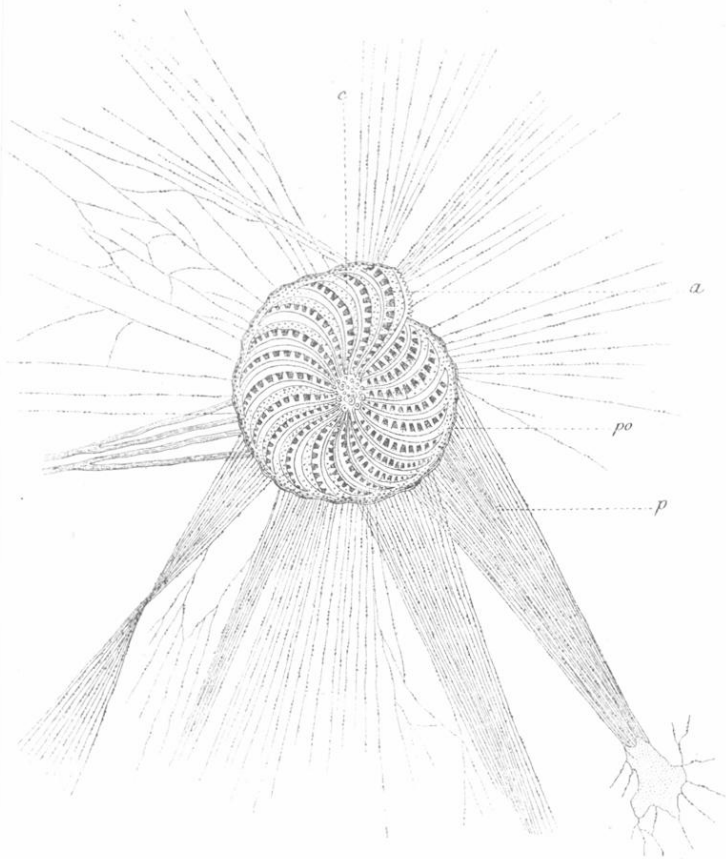
Porenschalige (Perforata) mit einer von zahlreichen zum Durchtritt der Pseudopodien bestimmten Poren versehenen Schale. (*Lagena*, *Polystomella*.)

Typus: *Polystomella strigilata* d'Orbigny (Fig. 4).

Findet sich vorzugsweise im Ufersande an den Küsten des Mittel- und Adriatischen Meeres. Die Schale hat die Gestalt einer biconvexen Linse, deren Flächen sich regelmässig vom Rande nach der Mitte zu erheben. Die Circumferenz ist nicht schneidend, zeigt aber eine unbedeutende Depression, deren leicht gewellte Ränder zuweilen, besonders bei jüngeren Individuen, kurze Stacheln tragen. Die Schale, welche einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ bis 2 mm erreicht, ist aus zahlreichen, spiralig aufgerollten Kammern zusammengesetzt, die man besonders in der letzten Windung deutlich sieht. Die Kammern werden um so grösser, je weiter sie von dem Centrum der Spirale entfernt sind; man zählt in der letzten Windung etwa 20 bis 24, während ihre Zahl im Ganzen 30 bis 35 betragen mag. Sie sind durch feine Kalkwände getrennt, welche dieselbe Structur wie die äusseren Schalenwandungen haben, indem sie durch feine Poren durchsetzt sind, durch welche hindurch das Protoplasma, welches die Kammern erfüllt, mit einander

communicirt. Diese Bildung lässt sich besonders deutlich in der Scheidewand, welche die letzte Kammer schliesst, beobachten; zahlreiche Pseudopodien treten durch diese Poren hervor, von welchen einige grösser als die anderen sind und durch ihre etwas aufgewulsteten Ränder der Oberfläche ein rauhes Ansehen geben.

Fig. 4.



Polystomella strigilata mit gekammerter und poröser Schale, aus welcher die zahlreichen Pseudopodien hervortreten, die stellenweise zu Netzen und Lappen zusammenfliessen. *po* Poren. *p* Pseudopodien. *c* Schale. *a* Scheidewände. (Nach Max Schultze.)

In frischem Zustande ist die Schale, trotz ihrer Dicke, sehr durchsichtig. Sie ist mit kleinen kegelförmigen Wärzchen besetzt, die auf ihrer Spitze die Oeffnung eines feinen, die Schale durchbohrenden Canälchens tragen. Zwischen diesen Wärzchen finden sich unzählige,

noch feinere Poren, die nur unter starken Vergrösserungen sichtbar werden und durch welche die Pseudopodien durchtreten. Um diese Structur zu untersuchen, kann man die Schale zerquetschen und die Bruchstücke bei starker Vergrösserung beobachten. Ausser diesen Poren finden sich zuweilen unregelmässige, weit grössere Oeffnungen, durch welche ebenfalls Protoplasma hervortritt. In jeder Kammer finden sich röhrenförmige Anhänge, welche nach der hinteren Kammerwand hin sich verschmälernd endigen, aber niemals Brücken zwischen den Segmenten bilden. Die Zahl dieser Anhänge vermehrt sich mit der Grösse der Kammern.

Man kann das Thier von seiner Schale befreien, indem man es in sehr verdünnte Säuren bringt, die den Kalk unter Entbindung von Kohlensäure auflösen. Die härtere Aussenschicht, das Ectosark, welches der Kammerwand anliegt, erhält sich dann einige Augenblicke in ihrer Form. Noch besser wendet man schwachen, mit einigen Tropfen Salz- oder Salpetersäure versetzten Alkohol an.

Der so seiner Schale beraubte Thierkörper zeigt den genauen Abklatsch des Innenraumes. Er besteht aus einer Reihe U-förmiger, weit geöffneter Segmente oder Kapseln, die sich spiralig an einander reihen und deren Convexität nach vorn gerichtet ist. Jedes Segment trägt an seinem Hinterrande fingerförmige, in der Mitte etwas eingezogene Fortsätze, welche über das folgende Segment hinüberraagen. Je voluminöser das Segment ist, desto zahlreicher sind diese Anhänge. Das Anfangssegment im Mittelpunkte der Spirale ist vollkommen kugelig.

Bei jungen Individuen ist das Protoplasma homogen und durchsichtig; bei älteren wird es dunkler und füllt sich mit feinen Körnchen und stark lichtbrechenden, fettähnlichen Tröpfchen, deren Bewegungen die inneren Strömungen sichtbar machen. Der Thierkörper nimmt alsdann eine rothbraune Färbung an, mit Ausnahme der letzten Kammer, deren Protoplasma ein feines Fadennetz zeigt, ähnlich demjenigen der Pseudopodien, welche durch die Poren der Schale hindurchtreten. Bei mangelnder Nahrung entfärbt sich der Thierkörper (Max Schultze).

Das innere Protoplasma oder Endosark entsendet durch die Poren der Schale die Pseudopodien, welche zur Bewegung und Ernährung dienen. Ihre Länge kann bis zu 4 bis 5 Schalendurchmessern anwachsen. Sie strahlen nach allen Seiten aus und verbinden sich häufig zu pyramidalen, in der Bewegungsrichtung des Thieres ausstrahlenden Bündeln. Haben sie so ihre Längengrenze erreicht, so platten sie sich ab, verschmelzen an dem Gipfel der Pyramide, wo sie ankleben, und durch die Contraction des rückströmenden Protoplasma die Schale nach sich ziehen gegen den Befestigungspunkt hin. Aehnliche Vorgänge spielen sich ab, wenn sich das Thier einer Beute bemächtigt. Es umgiebt die Beute mit einem ähnlichen verschmelzenden Pseudopodienbündel, dessen Protoplasma seine verdauende Thätigkeit beginnt. Man

sieht nun Körnchenströme, die nach dem Innern des Körpers gehen und in dem Maasse zunehmen, in welchem die Substanz der Beute verschwindet. Sobald diese ausgesogen ist, ziehen sich die Pseudopodien zurück, um nach einer anderen Richtung hin wieder auszustrahlen.

Die Existenz eines Kernes wurde lange bezweifelt. M. Schultze hat einen solchen bei einer verwandten Art, *Polystomella striatopunctata*, nachgewiesen. Er bildet einen ziemlich grossen Körper mit groben, runden Körnchen. Vielleicht existirt ein Nucleolus. Der Kern liegt im Centrum eines der mittleren Segmente des Körpers und ragt sogar theilweise in das nächste Segment hinein. Meist ist er

Fig. 5.

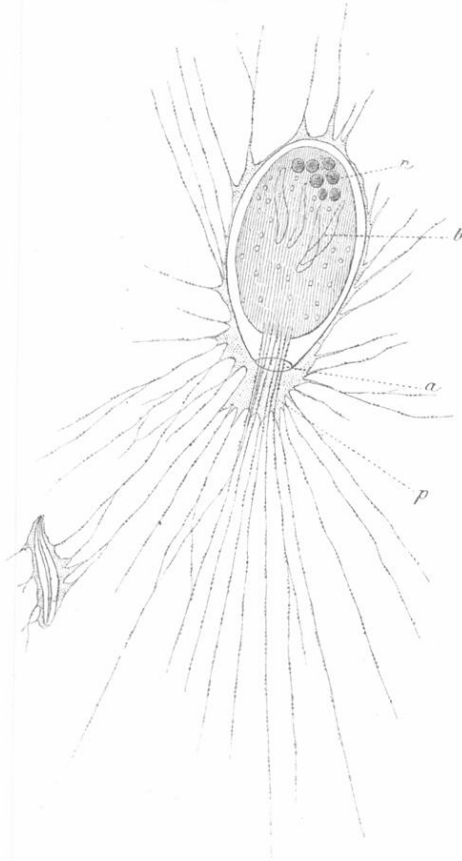
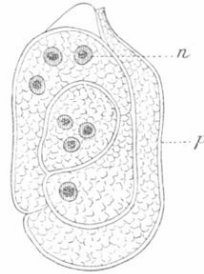


Fig. 6.



Junge Miliola (*Quinqueloculina*) mit Chromsäure behandelt und mit Beale's Carmin gefärbt. Sie zeigt vier durch doppelt contourirte Wandungen (*p*) getrennte Kammern und sieben Kerne (*n*).
(Nach R. Hertwig.)

Gromia oviformis mit sieben Kernen (*n*) und verschlungenen Navicellen (*b*) im Inneren. Die Pseudopodien (*s*) treten aus der einzigen Oeffnung *a* nach allen Seiten hin aus und haben links eine Navicelle umgossen. (Nach M. Schultze.)

rund, zuweilen aber auch länglich oder unregelmässig und selten in zwei getheilt. Um ihn darzustellen, benutzte Schultze eine Abkochung von Campecheholz. Das von R. Hertwig bei seinen Untersuchungen über den Kern der Foraminiferen befolgte Verfahren dürfte vorzuziehen sein. Hertwig fixirt den Körper mit einer verdünnten

Lösung von Chromsäure (0,1 bis 0,5 Proc.) und färbt dann mit Beale's Carmin.

Die Vermehrungsweise der *Polystomella* ist unbekannt.

Die Festigkeit und Structur der Schalen variiert sehr bei den Foraminiferen. Die Schale ist bald einfach, sehr dünn und durchsichtig (*Lieberkühnia* im Süßwasser), bald härter, pergamentartig (*Gromia*); bei anderen aus Fremdkörpern, Sandkörnern, Schwammnadeln etc. zusammengesetzt, die durch einen organischen Kitt zusammen gehalten werden (*Trochammina*, *Squamulina*); endlich bei den meisten aus einer zusammenhängenden Schicht von kohlen saurem Kalke gebildet. Im letzteren Falle ist sie entweder compact, porenlos, glatt oder mit Rippen und Streifen geziert (Ganzschalige) oder mit Poren, ähnlich den bei *Polystomella* beschriebenen versehen (Porenschalige). Sie kann aus einer einzigen (Monothalamia) oder aus mehrfachen, verschiedenen angeordneten Kammern bestehen (Polythalamia) und in beiden Fällen kann nur eine Oeffnung für den Durchtritt der Pseudopodien bestehen oder eine Menge von Poren zu diesem Zweck vorhanden sein. So sind die monothalamen *Lagena* porenschalig, die einmundigen *Gromia* ganzschalig (Fig. 5); die polythalamen, ganzschaligen *Milioliten* einmundig (Fig. 6).

Das Protoplasma bietet nur geringe Differenzirungen. Bei einigen umfließt es die Schale so vollständig, dass diese im Inneren zu liegen scheint. Die Pseudopodien variiren dagegen von einer Gattung zu der anderen sehr an Gestalt, Länge und Breite. So sind sie weit feiner und beweglicher bei *Miliola* als bei *Gromia*. Bei den meisten fließen sie zusammen und bilden Netze, Lappen, plattenförmige Ausbreitungen etc.

Das meist körnige Protoplasma schliesst häufig stark lichtbrechende Tröpfchen ein, die zuweilen gefärbt sind, sich durch Druck abplatteln und fettiger Natur zu sein scheinen. Körnchenströmungen lassen sich stets im Inneren beobachten.

Der Kern wurde zuerst bei *Gromia*, dann bei *Spiroloculina*, *Miliola*, *Polystomella* nachgewiesen und man kann demnach aus Analogie annehmen, dass er auch bei den übrigen Gattungen nicht fehlt. Essig-, Chrom- und Ueberosmiumsäure lassen ihn hervortreten. Er ist meist von kugelförmiger Form, körnig und umschliesst zuweilen ein dichteres Körperchen (Nucleolus?). Zuweilen ist er mehrfach; Hertwig hat bei einer jungen *Miliola* sieben Kerne nachgewiesen (Fig. 6). Man hat aus dieser Erscheinung die Vielzelligkeit der Polythalamien ableiten wollen; es ist aber wahrscheinlicher, dass der ursprünglich einfache Kern zur Zeit der Reproduction in mehrere Theilstücke zerfällt. Hiernach wären die Polythalamien einfache Thiere und keine Colonien. Die Frage ist noch nicht endgültig entschieden.

Wir besitzen nur wenige, vereinzelte Beobachtungen über die Reproduction, die man noch nicht generalisiren kann. Bei *Spirillina vivipara* hat man einkammerige Junge entstehen sehen, während bei *Miliola* und *Rotalia* dreikammerige Junge durch einen Riss der Schale hervortraten. Es ist möglich, dass die Theilstücke des Kernes sich mit Protoplasma umgeben und so zu jungen Individuen entwickeln. Man hat auch im Inneren der Kammern die Bildung von Keimen beobachtet, welche sich zu Jungen entwickeln könnten. Alle diese Vorgänge bedürfen fernerer Beobachtungen.

Präparation der Foraminiferen.

Sie finden sich in allen Gewässern, vorzugsweise aber im Meere, längs den Küsten im Sande oder auf den Algen und Tangen, den Co-

lonien der Moosthierchen und Hydrarpolyphen, den Schalen der Muscheln und den Panzern der Krebsthiere umherkriechend. Schlumberger räth hauptsächlich unter den bei sonst stillem Meere von den Hochfluthen zurückgelassenen Trümmern zu suchen, da man in dem gewöhnlichen Sande des Strandes meist nur Bruchstücke findet. Einige pelagische Arten kann man bei ruhigem Meere mit dem feinen Netze an der Oberfläche fischen. Wer nur Schalen sucht, findet dieselben oft in Menge sehr sauber gereinigt und unversehrt in dem Darmcanale vieler Seethiere (Spatangen, Salpen, Holothurien etc.).

Man untersucht die lebenden Thiere im Meerwasser, das man frisch erhalten muss. Polystomella, Rotalia etc. leben auch ohne Erneuerung des Wassers einige Tage auf dem Grunde der Schüsseln. Prof. du Plessis besitzt seit sechs Jahren Gromien und Polystomellen aus dem Canal von Cette, die sich in einem geschlossenen Glase ohne Erneuerung des Wassers lebend erhalten und vermehrt haben. Für Präparate behandelt man die Thiere mit Ueberosmiumsäure und schliesst sie nach Färbung in Canadabalsam ein, ganz in der Weise wie Infusorien. (S. dieses Capitel.) Da es aber sehr schwer hält, das Thier mit ausgebreiteten Pseudopodien zu fixiren und zu erhalten, so begnügt man sich meist mit Präparation der Schalen. Zu diesem Zwecke behandelt man die mit süßem Wasser ausgewaschenen Objecte mit einer Lösung von kohlen saurem oder ätzendem Kali, um alle organische Substanz zu entfernen.

Nach vollständiger Reinigung lässt man die Schalen auf dem Objectträger trocknen, sucht sie unter dem Mikroskope aus, bestimmt sie und überträgt sie dann mittelst einer feinen Nadel oder einer Borste auf eine Glasplatte, die man vorher mit einer sehr verdünnten Lösung von arabischem Gummi mit einigen Tropfen Glycerin versetzt, überzogen hat. Dieser Ueberzug fixirt die Schälchen hinlänglich in der Ordnung, die man ihnen giebt. Solche Trockenpräparate müssen bei auffallendem Licht untersucht werden (Schlumberger). Kleinere Arten präparirt man in Canadabalsam. Man wäscht sie gut mit Alkohol von 90 Proc. aus, taucht sie dann einige Minuten in Terpentin- oder Nelkenöl und bringt sie dann in den Balsam.

Literatur. Alcide d'Orbigny, Tableau méthodique de la Classe des Céphalopodes. Ann. Scienc. natur. 1826. — Ehrenberg, Ueber jetzt noch zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abhandl. Akad. Berlin 1839. — Dujardin, Infusoires in Suites à Buffon. Paris 1841. — Max Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien, Leipzig 1854. — F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Archiv für mikrosk. Anat. T. X — XIII. — Carpenter, Introduction to the study of the Foraminifera. Roy. Soc. London 1862. — R. Hertwig, Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen. Jenaische Zeitschr. Vol. X. und Rhizopodenstudien, ibid. Vol. XI. — R. Hertwig und Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahe stehende Organismen. Arch. für mikrosk. Anat. Vol. X, Suppl. — Schlumberger, Note sur les Foraminifères. Feuille des jeunes naturalistes. Paris 1882.

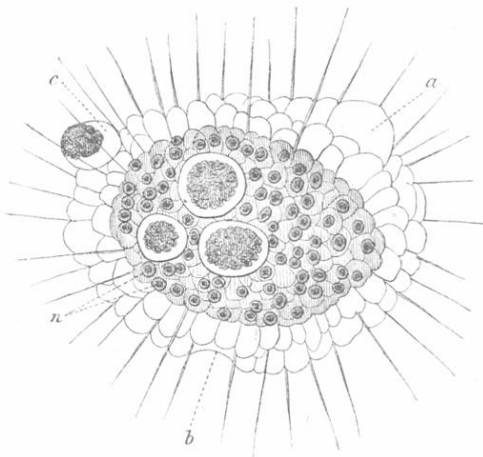
C. Ordnung der Heliozoen.

Einzellige nackte oder mit gelatinösem, chitinösem oder kieseligem Skelet ausgestattete Thiere von meist kugeliger Form mit einfachen, geraden, nicht zusammenfließenden Pseudopodien, die meist strahlenartig nach den Radien der Kugel geordnet sind. Selten sesshaft oder in Colonien vereinigt. Protoplasma mit einfachem oder vielfältigem, rundem Kern. Tendenz zur Scheidung zwischen Ectosark und Endosark. Contractile Bläschen. Einführung und Ausstossung der Nährstoffe an unbestimmten Körperstellen.

Typus: *Actinosphaerium Eichhorni* (Stein).

Man findet das Sonnenthierchen in klaren süßen Gewässern, Bächen und Flüssen, meist schwimmend, seltener am Grunde. Nach Beobach-

Fig. 7.



Erwachsenes *Actinosphaerium Eichhorni*. *a* Vacuole, *n* Kerne, *b* Einbuchtung in Folge von Nahrungsaufnahme, *c* in der Ausstossung begriffener Nahrungsballen.

tung unter verschiedenen Vergrößerungen wird es mit den gewöhnlichen Reagentien behandelt.

Die Gestalt des Körpers nähert sich stets der Kugel oder Eiform. Die feinen geraden Pseudopodien strahlen nach den Radien der Kugel aus.

Das Ectosark zeigt eine mehr oder minder dicke blasige Schicht. Hellere Räume werden von Scheidewänden oder besser gesagt, von dünnen, körnigen Protoplasmazüge begrenzt; sie zeigen eine unregel-

mässige, polyedrische Gestalt. Diese Räume sind an der Oberfläche gewölbt und oft in mehrere Schichten ausgebildet. Sie wechseln langsam Gestalt und Ort und bilden eine Art schwammiger, sehr durchsichtiger Hülle, die hinsichtlich ihrer Mächtigkeit sehr variabel ist. Die Räume sind offenbar mit einer sehr durchsichtigen Flüssigkeit er-

füllt; durch Stösse gegen den Objectträger kann man es dahin bringen, dass sie gänzlich verschwinden und dann das Ectosark als eine dünne, kaum körnige, aber gleichmässige Masse nach Entleerung der Flüssigkeit dem Endosark anliegt. Das schaumige Ansehen bildet sich nach und nach wieder aus, wahrscheinlich durch Osmose aus dem umgebenden Wasser. Man sieht häufig in den hellen Räumen kleine, lebhaft lichtbrechende Körnchen, bald isolirt, bald im Mittelpunkt gruppirt, die wahrscheinlich fettiger Natur sind und eine lebhaft Brown'sche Molekularbewegung zeigen.

Das Sonnenthierchen besitzt wenigstens ein, meist aber zwei contractile Bläschen, die nahe an der Oberfläche liegen und deren Gebahren ganz demjenigen der Bläschen der Amoeben entspricht.

Im gewöhnlichen Zustande erscheinen die Pseudopodien starr, zugespitzt und unter sehr starken Vergrösserungen sieht man daran eine äussere, hellere Schicht, die einen körnigen Inhalt umschliesst, der in seiner Achse wie zu einem Centrifaden verdichtet erscheint. Die Pseudopodien sind immer so gestellt, dass ihre Basis einer körnigen Zwischenwand und meist sogar dem Vereinigungspunkte mehrerer solcher die Areolen trennenden Zwischenwände entspricht. Der körnige Achsencylinder des Pseudopodiums kann durch die ganze Dicke des Ectosark hindurch verfolgt werden, dringt aber nicht in das Endosark ein.

Wenn auch die Pseudopodien starr scheinen, so zeigen sie doch langsame Bewegungen, indem sie sich gegeneinander neigen und wieder aufrichten. Auch können sie sich der Länge nach ausdehnen und zusammenziehen und in letzterem Falle zeigen sie unter starken Vergrösserungen Knötchenreihen, die aus einer stärkeren, stellenweisen Ansammlung des inneren körnigen Protoplasma entstehen. Man sieht nur selten Strömungen der Körnchen, die so langsam vor sich gehen, dass sie nur unter den stärksten Vergrösserungen sichtbar werden. Die langsam rollenden Bewegungen des Sonnenthierchens auf dem Boden und sein Schweben im Wasser scheinen durch die Zusammenziehungen und Schwingungen der Pseudopodien bedingt.

Die Pseudopodien sind offenbar auch Fangorgane. Die Sonnenthierchen sind sehr gefrässig; man findet fast immer in ihrem Endosark grosse kuglige Massen, Nahrungsballen, meist von einem durchsichtigen Hofe umgeben, in welchen man Stücke von Pflänzchen und Thieren, Algenfäden, Bacillarien etc. unterscheiden kann. Wir haben den Fang von Paramecien, von Schwärmsprösslingen der Vorticellen, von Rädertieren, Zoosporen etc. beobachtet und die Art und Weise, wie derselbe geschieht, ist sehr interessant. Sobald ein Infusorium ein Pseudopodium berührt, hält es wie gelähmt ein und die benachbarten Pseudopodien krümmen sich über ihm zusammen und bilden eine Art Reuse, welche das Thier am Entweichen hindert. Nun entwickelt sich an dem der

Beute zunächst gelegenen Punkte der Oberfläche ein von den übrigen ganz verschiedenes Pseudopodium, das demjenigen einer Amöbe gleicht, breit und lappig erscheint und sich so an die Beute anlegt, dass es eine Art Piedestal, einen unregelmässigen, mit spitzen Fortsätzen versehenen

Fig. 8.

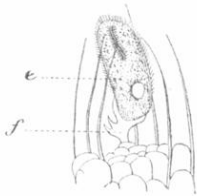


Fig. 9.

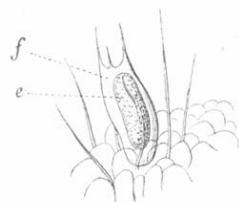


Fig. 8 und 9. Zwei Stadien beim Verschlingen eines Paramecium (*e*) durch ein Actinosphaerium mittelst eines speciellen Pseudopodiums *f*.

Fig. 8. Die Beute ist gefasst, die Stacheln krümmen sich um dieselbe herum, das Pseudopod *f* bildet eine Art Stiel.

Fig. 9. Die Beute ist herangezogen, die Stacheln haben sich wieder aufgerichtet, das Pseudopod *f* hat die Beute ganz umflossen.

Fuss bildet, auf welchem die Beute befestigt scheint (Fig. 8 *f*). Dieses Pseudopod ist vollkommen glashell; wir haben niemals Körnchen darin gesehen. Nach und nach umfließt es die Beute und hüllt sie wie in eine durchsichtige Kapsel ein (Fig. 9 *f*). Zu gleicher Zeit wird die Beute an den Körper des Sonnenthierchens herangezogen, der Stiel verschwindet, es bildet sich eine kraterförmige Einbiegung, in welche die Beute mit dem Pseudopod herein und gegen das Endosark hingezogen wird. Wir haben Paramecien und Vorticellensprösslinge (*e*, Fig. 9), die schon zur Hälfte in das Ectosark hineingezogen waren, noch zuckende Bewegungen machen sehen, als wollten sie sich befreien. Endlich ist die Beute ganz vom Ectosark umhüllt und gelangt dann in stark comprimirtem und entstelltem Zustande in das Endosark, wo sie von einem hellen Hofe umgeben wird. Die Einstülpung, durch welche sie eingeführt wurde, gleicht sich erst nach und nach aus (*b*, Fig. 7).

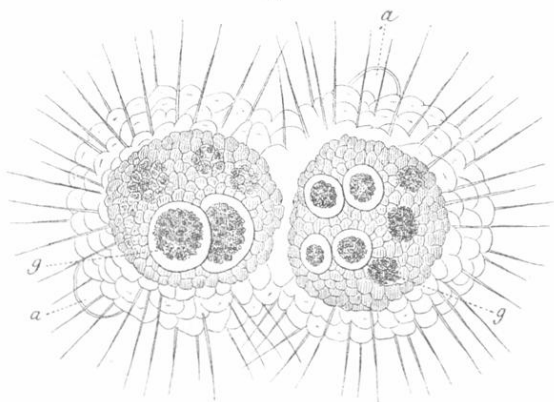
Dieses Amöben-Pseudopod bildet sich im Allgemeinen nur in dem Augenblicke, wo eine Beute verschluckt werden soll, doch haben wir es auch einigemale ohne Beute gesehen und glauben, dass in diesem Falle es dem Infusorium gelungen war, sich loszumachen. Dieses spricht auch für die Ansicht, welche den Pseudopodien eine kleberige Beschaffenheit zuschreibt, durch welche die sie berührenden Thiere festgehalten werden.

Wegen der grossen Menge von Körnchen und Nahrungsbällen im Inneren hält es nur schwer, sich eine genügende Ansicht vom Endosark

zu verschaffen. Es bietet sehr verschiedene Zustände. Bald scheint es durch eine ziemlich scharfe Begrenzungslinie vom Ectosark getrennt zu sein, bald erscheint diese Linie nur auf einem Theile der Peripherie, bald ist sie gänzlich verwischt und die kleinen und nicht sehr hellen Bläschen des Endosark gehen allmählich in die grossen hellen Schaumbläschen des Ectosark über. Oft fehlt die blasige Beschaffenheit gänzlich, aber da solche Thiere stets mit Nahrungsbällen strotzend angefüllt sind, so ist es wahrscheinlich, dass das Endosark eine ursprünglich blasige Beschaffenheit hat, wie man dies bei nüchternen Thieren sieht. Jedenfalls ist das Endosark stets dunkler und mit Körnchen erfüllt, die lebhafteste Molekularbewegung zeigen.

Die grossen von einem durchsichtigen Hofe umgebenen Nahrungsbällen lassen alle Veränderungen wahrnehmen, die auf eine sehr active Verdauung hindeuten. Die grünen Algen werden gelb und entfärben sich, die Bacillarien werden nach und nach entleert, Räderthiere und Infusorien werden zu einer ungestalten Masse verwandelt, die sich schliesslich auflöst. Die unverdauten Stoffe, Panzer etc. werden an irgend einer Körperstelle ausgestossen. Das Endosark schwillt an, bildet eine Art Bruch im Ectosark, in welchen der stets von seinem Hofe umgebene Nahrungsball eintritt, um so nach und nach das Ectosark zu durchsetzen und schliesslich ausgestossen zu werden (c, Fig. 7). Wir haben solche Bälle ausstossen sehen, in welchen man noch

Fig. 10.



Zwei Actinosphären in Conjugation. a Vacuolen. g Nahrungsbällen.

den deutlich hufeisenförmigen, unverdauten Kern eines Vorticellensprosslings unterscheiden konnte.

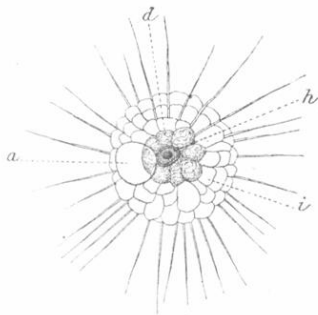
Die Sonnenthierchen zeigen Conjugation und Theilungsvermehrung. Wir haben Fig. 10 eine Phase der Conjugation dargestellt, die

meist zwischen Individuen gleicher Grösse stattfindet. Im Anfange bildet das sich verschmelzende Ectosark noch ein durchsichtiges Grenzband zwischen den beiden, vollkommen getrennten Endosarkkugeln. Später verschwindet dieser Zwischenraum und die beiden Endosarkmassen vereinigen sich in Biscuitform, um schliesslich zu einer einzigen Kugel zusammenzuschmelzen. Während dieses Processes dauert das Spiel der contractilen Bläschen, sowie die Verdauung ungestört fort. Wir haben durchaus keine Veränderung der Kerne bei diesem Conjugationsprocesse wahrnehmen können, doch ist es wahrscheinlich, dass er einen Vermehrungsact einleitet.

Nur bei sehr jungen Individuen haben wir Vermehrung durch Theilung eintreten sehen. Das schaumige Ansehen verschwindet vollständig und der Körper wird durch die Zusammenziehung der Masse und die Concentration der Körnchen bis auf eine sehr dünne hyaline Grenzschicht ziemlich undurchsichtig. Nach kurzer, bedeutender Verlängerung werden die Pseudopodien fast ganz eingezogen. Zuweilen bildete sich die Trennung bei einem contractilen Bläschen, dessen Function unverändert fort dauerte, und bald waren die beiden dunklen Körper nur noch durch eine hyaline Brücke verbunden, die aus zwei contractilen Bläschen bestand, durch deren Zusammenziehung schliesslich ein Verbindungsfaden getrennt wurde, der sich zwischen den Gipfeln der beiden Vacuolen auszog.

Wir haben bis hierher die Beschreibung der zahlreichen Kerne verspart, welche im Endosark zerstreut sind und während des Lebens zwischen den Bläschen, Körnchen und Nahrungsballen nur sehr schwer unterschieden werden können. Verdünnte Essigsäure macht sie deutlich. Es sind kugelförmige Bläschen mit einem homogenen aber dunkleren Nucleolus im Inneren. Die Zahl dieser Kernkörperchen kann sich vermehren und zuweilen sieht man nach Anwendung der pas-

Fig. 11.



Junges Actinosphaerium mit einem einzigen Kerne *h*. *a* Vacuole, *d* Endosark, *i* Ectosark.

senden Reagentien feine Protoplasmafäden, welche zwischen diesen Kernkörperchen und der Peripherie des Kernes verlaufen. Die Zahl der Kerne vermehrt sich beim Wachsthum der Thiere; ganz junge Individuen (Fig. 11) zeigen nur einen Kern, während die alten oft hundert und mehr besitzen. Die Kerntheilung scheint nach der gewöhnlichen Norm nach Bildung spindelförmiger Bündel vor sich zu gehen.

Ausser der Theilung findet auch Vermehrung nach vorgängiger Einkapselung statt. Nach Brandt zieht das

Thier seine starren Pseudopodien ein und geht in einen wenig dauernden amoeboiden Zustand über, während welchem es mit lappigen Pseudopodien umherkriecht. Der Körper zieht sich zusammen, der blasige Zustand des Protoplasma verschwindet ganz und es bildet sich schichtweise eine dicke Kapsel. Die Zahl der Kerne nimmt bedeutend ab und die dunkle, aber homogene Protoplasma-masse des Körpers theilt sich in eine variable Zahl von kleinen Kugeln, deren jede einen centralen Kern zeigt. Jede dieser Kugeln scheint sich aufs Neue in zwei Kügelchen zu theilen, die eine durchsichtige Hülle zeigen. Nach einiger Zeit schmelzen diese Theilkügelchen wieder zusammen und an der Stelle der hyalinen Hülle bildet sich eine ziemlich dicke kieselige Kapsel, deren Oberfläche Lücken oder Eindrücke zeigt. Diese Kieselkapseln bleiben den Winter über im Bodenschlamme liegen und im Frühjahr schlüpft aus jeder ein junges Sonnenthierchen.

Die Trennung zwischen Ectosark und Endosark ist nicht immer so ausgesprochen bei den Heliozoen. Sie ist schon weit mehr verwischt bei der verwandten Gattung *Actinophrys* und gänzlich aufgehoben bei *Vampyrella*, wo auch das Protoplasma kein blasiges Aussehen zeigt. Die Zahl der contractilen Bläschen variirt sehr; bei *Actinophrys* kommt meist nur eines vor, während *Acanthocystis* bis zu 30 und mehr besitzt. Ausser den feinen Körnchen zeigt das Protoplasma oft grössere, stark lichtbrechende Körperchen, Chlorophyllkörner (*Acanthocystis*) oder auch diffuse Färbung (*Vampyrella*). Die meist radienförmig ausstrahlenden Pseudopodien sind zuweilen unregelmässig vertheilt (*Vampyrella*, *Nuclearia*), meist spitz, zuweilen am Ende gegabelt (*Acanthocystis*) oder mit feinen Rauigkeiten besetzt. — Der bei *Actinosphaerium* schon etwas festere Axenfaden der Pseudopodien wird bei *Actinophrys* noch fester und lässt sich hier bis zur Oberfläche des einzigen centralen Kernes verfolgen, in dessen Nähe er knopförmig endet. Bei anderen Gattungen (*Acanthocystis*, *Rhaphidiophrys*, *Actinolphus*), die einen excentrischen Kern haben, vereinigen sich die Axen der Pseudopodien im Centrum in einem dunkeln Körperchen, das sich lebhaft mit Carmin färbt und die erste Anlage der Centralkapsel der Radiolarien darzustellen scheint. Man findet verschiedene äussere Skeletbildungen: gelatinös bei *Nuclearia*, fester mit verfilzten, sehr feinen Kieselnadelchen (*Heterophrys*), aus mehreren Schichten von Kügelchen zusammengesetzte Kieselkapseln (*Hyalolampe*), radiäre (*Acanthocystis*) oder tangentiale (*Rhaphidiophrys*) Kieselnadeln oder endlich gitterförmige Chitinkapseln, durch deren Lücken die Pseudopodien hindurchtreten (*Clathrulina*). Einige Heliozoen sind mit hohlen, chitinösen (*Actinolphus*) oder kieseligen (*Clathrulina*) Stielen befestigt. *Actinophrys*, *Rhaphidiophrys*, *Sphaerastrum* bilden oft Kolonien, welche durch die zu Brücken verbreiterten Pseudopodien oder die Verschmelzung der individuellen Skelete zusammenhängen.

Die Reproductionsvorgänge sind verschieden. *Acanthocystis* scheint sich durch Knospung zu vermehren; ausserdem bilden diese Gattung und *Clathrulina* mit zwei Geisseln versehene Zoosporen, die später in einen amoeboiden Zustand übergehen.

Die Heliozoen vermitteln offenbar den Uebergang von den Amoeben und Foraminiferen einerseits zu den Radiolarien andererseits. Die nackten un-

regelmässigen Formen (*Vampyrella*, *Myxastrum*) stehen den Amoeben sehr nahe, während viele Kugelgestalten sich durch die Anordnung ihres kieseligen Skeletes so sehr den Radiolarien nähern, dass man sie mit manchen Autoren zu dieser Gruppe ziehen müsste, im Falle sie eine Centralkapsel besässen, die ihnen abgeht.

Literatur. Haeckel, Generelle Morphologie 1866 (Erste Abgrenzung der Gruppe). — Koelliker, Zeitschr. f. wissensch. Zool. I, 1848 und Icones histologicae I, Leipzig 1864. — Claparède, Archiv f. Anat. und Physiol., 1854. — Weston, Quart. Journ. microsc. Soc., Vol. IV., 1856. — Carter, Ann. magaz. nat. hist. III, 13 u. 15, 1864. — Cienkowski, Arch. f. mikrosk. Anat. III, 1867 und XII, 1876. — Greeff, ibid. III, 1867; V, 1869; XI, 1875; XIV, 1877. — R. Hertwig und Lesser, ibid. X, Suppl. 1874. — Archer, Quart. Journ. microsc. Soc. XVI, XVII, 1876 bis 1877. — R. Hertwig, Jenaische Zeitschr. XI, 1877. — Mereschkowski, Arch. f. mikrosk. Anat. XV, 1879. — A. Schneider, Arch. de Zool. expérimentale VII, 1878. — Leidy, Freshwater Rhizopods of North America, 1879. — Bütschli, Bronn's Thierreich, 2. Aufl., Vol. I, 1881.

Classe der Radiolarien.

Sarcodinen mit einer Centralkapsel und meist strahligem, organischem oder Kieselskelet.

1. Ordnung. **Colliden** oder **Thalassicollen**. Einfache Individuen ohne Skelet oder nur mit einigen zerstreuten Nadeln. (*Thalassicolla*).

2. Ordnung. **Polycystinen**. Sehr vielgestaltiges Gitterskelet, das häufig aus mehreren in einander geschachtelten sphärischen Kapseln besteht. (*Lithocampe*, *Aulosphaera*.)

3. Ordnung. **Acanthometren**. Skelet aus strahlig gestellten Nadeln gebildet, welche die Centralkapsel durchbohren und sich im Centrum vereinigen (*Acanthometra*, *Dorotaspis*).

4. Ordnung. **Polycyttarien**. Radiolarien mit mehreren Centralkapseln, die als Colonien betrachtet werden können (*Sphaerocozum*, *Collosphaera*).

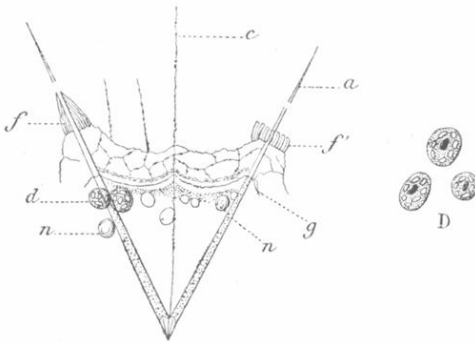
Typus: *Acanthometra elastica* Haeckel.

Wir wählen diese im adriatischen und Mittelmeere nicht seltene Art, weil sie eine der durchsichtigsten ist und die Beobachtung durch die Seltenheit von Farbstoffen im Protoplasma der Centralkapsel erleichtert.

Das Thier bildet eine Art Kugel, von deren Mittelpunkt 20 Stacheln ausstrahlen, die hinlänglich weich sind, um sich unter dem

Drucke des Deckgläschens zu biegen, ohne zu brechen. Diese Stacheln sind sehr fein, cylindrisch, am Ende zugespitzt, einfach und niemals gegabelt, wie bei verwandten Arten. Man kann sie durch Quetschung isoliren und so sich überzeugen, dass sie durch Anlagerung ihrer kegelförmigen Innenenden

Fig. 12.



Stück der Centralkapsel unter starker Vergrößerung, um das Eindringen der Axialfäden der Pseudopodien in die Centralkapsel zu zeigen. Bei *f* sind die contractilen Fäserchen um den Stachel ausgedehnt, bei *f'* zusammengezogen. *n* Kerne. *g* Kapselmembran. *a* Stacheln. *d* Gelbe Zellen. *D* stärker vergrößerte gelbe Zellen mit Osmiumsäure und Carmin behandelt. Man sieht die Kerne. (Nach R. Hertwig.)

mit einander vereinigt sind (Fig. 12). Die 20 Stacheln sind, wie immer bei den Acanthometren, nach fünf Zonen geordnet, eine unpaare und zwei Paarzonen. Die unpaare Zone ist äquatorial und ihre in dieser Ebene geordneten vier Stacheln bilden ein Kreuz mit vier Armen im rechten Winkel. Die Paarzonen liegen in verschiedenen Ebenen und wiederholen sich auf beiden Seiten der Äquatorialzonen, so dass man nur zwei dieser Zonen zu untersuchen braucht, um auch

die anderen beiden zu kennen. Zwischen den Stachelzonen existiren zwei stachellose Zonen, die Polarzonen. Wir orientiren mit R. Hertwig den Körper so, dass einer der stachellosen Pole nach oben schaut und die vier Stacheln der unpaaren Äquatorialzone horizontal liegen.

Die Stacheln besitzen keinen inneren, von Protoplasma durchzogenen Canal, wie man glauben könnte, wenn der Fokus nicht ganz genau eingestellt ist. Sie sind nicht von Kieselerde durchdrungen, wie bei den meisten Acanthometren, sondern von einer in Säure sehr löslichen, durch eine Secretion aus dem Protoplasma erzeugten Substanz gebildet, die man Acanthin genannt hat. Selbst die Osmiumsäure, deren man sich zur Untersuchung der Kerne und der Fettkörperchen bedienen wird, wovon noch die Rede sein soll, löst die Stacheln auf, wenn man sie zu lange einwirken lässt. Ein Tröpfchen Schwefel- oder Salzsäure löst sie selbstverständlich sogleich. Aber ebenso wirkt auch kaustisches Kali und Wärme, was wohl die organische Natur der Substanz beweist.

Man kann in dem Körper zwei Schichten, eine innere und eine äussere unterscheiden, die durch eine meist so dünne Membran ge-

schieden werden, dass man dieselbe nur als feine Linie sieht. Diese innere Schicht mit dem sie umhüllenden Häutchen bildet die Centralkapsel, die im Ganzen eine kugelige Gestalt hat, aber an den Stacheln sich emporhebt und das im Inneren der Kapsel befindliche Protoplasma so nach sich zieht, dass es eine Scheide um die Stacheln bildet.

Das intracapsulare Protoplasma zeigt bei starken Vergrößerungen feine Körnchen und eine wechselnde Zahl von kugel- oder eiförmigen

Fig. 13.

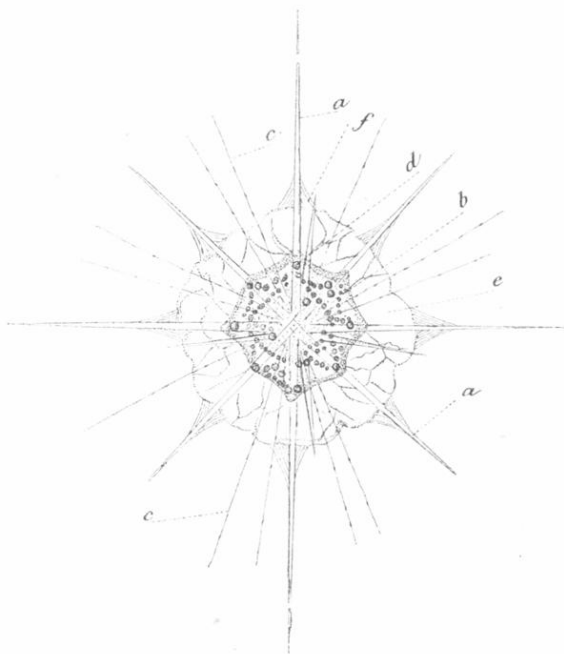


Fig. 14.

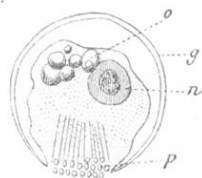


Fig. 13. Erwachsene *Acanthometra elastica* mit ausgestreckten Pseudopodien.
a Stacheln. *b* Centralkapsel. *c* Pseudopodien. *d* Gelbe Zellen. *e* Ectosark.
f Contractile Fäserchen (nach R. Hertwig).

Fig. 14. *Cystidium inerme* von der Seite gesehen, mit Osmiumsäure und Carmin behandelt. *g* Kapselmembran. *o* Fettklumpchen. *p* Porenfeld. *n* Kern (nach R. Hertwig).

Kernen (ungefärbte Zellen, J. Müller), die gegen die Peripherie gelagert sind und bei dem lebenden Thiere ganz homogen erscheinen. Osmiumsäure fixirt ihre Kerne und neutraler oder Beale'scher Carmin färbt sie lebhaft roth. Nach dieser Präparation unterscheidet man in ihrem Inneren das kugelige, lebhafter gefärbte Kernkörperchen. Die

Grösse der Kerne steht in umgekehrtem Verhältniss zu ihrer Zahl, die bei den einzelnen Individuen verschieden ist (Haeckel).

Das körnige Protoplasma ist meist von der Wandung durch eine wahrscheinlich flüssigere durchscheinende Zone geschieden; es enthält häufig braunrothe oder gelbliche, mehr oder minder dicht gedrängte Farbkörperchen, die sich besonders an dem Kreuzungspunkte der Stacheln ansammeln. Hier und da sieht man auch bei vielen Individuen Fettkügelchen, welche sich durch Osmiumsäure stark schwärzen.

Ausser den erwähnten Elementen enthält das Protoplasma auch noch runde oder eiförmige gelbe Zellen, die im Durchschnitte einen Durchmesser von 10 mm besitzen, eine eigene Membran besitzen und in deren Innerem Osmiumsäure und Carmin einen Kern hervortreten lassen (Fig. 12 d, D) ¹⁾.

Das intracapsulare Protoplasma gruppirt sich häufig bei unserem Thiere in kleinen Massen, welche durch körnige Züge vereinigt und durch flüssige Vacuolen getrennt sind, die nicht gefärbt werden können. Diese Bildung macht den Körper so durchsichtig, dass man bei dem lebenden Thiere die Körnchenströmungen im Protoplasma und die Ausströmung der aus der Centalkapsel hervorgehenden Pseudopodien verfolgen kann, was bei anderen Radiolarien ihrer Undurchsichtigkeit wegen nicht möglich ist.

¹⁾ Brandt und Geddes haben nachgewiesen, dass diese gelben Zellen parasitische Algen sind, die aus einer gewöhnlichen Cellulosemembran bestehen, welche mit Jod und Schwefelwasserstoff sich intensiv blau färbt, während die innere Substanz derjenigen der Diatomeen entspricht. Diese von Geddes *Philozoon* genannten Algen finden sich auch bei den Actinien, Siphonophoren, Medusen etc. Sie können einige Zeit ausserhalb des Thieres leben und sich fortpflanzen, sind aber im Uebrigen dem Thiere ebenso nützlich, als dieses ihnen und bilden einen merkwürdigen Fall von Symbiose. „Welches sind die Beziehungen der beiden Elemente“, fragt Geddes, „in dieser Association von Thier und Pflanze? Man weiss, dass die farblosen Zellen einer Pflanze das von den grünen Zellen gebildete Stärkemehl in sich aufnehmen und so auf Kosten der letzteren leben und man kann wohl kaum daran zweifeln, dass die Radiolarie, die Actinie etc. aus dem durch das *Philozoon* gebildeten Stärkemehl Nutzen ziehen, das leicht durch Osmose in die umgebende Thierzelle übergeht. Endlich bringt auch die Alge dem Thiere einen directen Ernährungsgewinn, denn man findet häufig, bei den Radiolarien besonders, mehr oder minder verdauten Zellen.“

„Die Thierzelle bildet Kohlensäure und stickstoffhaltige Substanzen, welche die Pflanzenzelle vor Allem zum Leben nöthig hat. Dass sie diese Stoffe absorbiert, wird durch ihre schnelle Vermehrung bewiesen. Sie liefert dagegen den Thierzellen Sauerstoff.“

„Für eine Pflanzenzelle bildet das Leben in einer Thierzelle, die durchsichtig genug ist, um das Licht durchzulassen und die ihr reichlich Kohlensäure und stickstoffhaltige Substanzen liefert, eine wahrhaft ideale Existenz, ganz wie für Thierzellen ein Zustand ein idealer wird, wo sie im Inneren eine Menge von Pflanzenzellen gewissermassen als Sklaven hält, welche die verbrauchten Stoffe wegschaffen, dafür Sauerstoff und Stärkemehl liefern und schliesslich nach ihrem Tode noch verdaut werden. (P. Geddes. On the nature and functions of the „Yellow cells“ of Radiolarians and Coelenterates. Proceedings Roy. Soc. of Edinburgh, Session 1881—1882.)

Was wir von dem Protoplasma im Inneren der Centralkapsel sagten, gilt auch von dem ausserhalb befindlichen. Die Schicht desselben, welche sich an die Centralkapsel anlegt (Mutterschicht der Pseudopodien nach Haeckel), ist von der Membran selbst durch einen hellen Raum getrennt; aber in dieser Schicht entsteht nur ein Theil der Pseudopodien. Ihre ganze Masse wird von Körnchenzügen durchsetzt, welche der Oberfläche das Ansehen eines unregelmässigen Netzwerkes geben. Das äussere Protoplasma setzt sich ebenfalls auf die Stacheln fort, welche es bei ihrem Austritte scheidenartig umhüllt.

Acanthometra sendet wenige, regelmässig geordnete, nach allen Seiten strahlende Pseudopodien aus. Sie sind stets einfach, sehr fein, fadenförmig und körnig. Die einen gehen von der tiefsten Schicht des äusseren, die anderen von dem im Inneren der Centralkapsel befindlichen Protoplasma aus, wohin man sie sowohl bei dem lebenden, als bei dem mit Osmiumsäure behandelten Thiere verfolgen kann.

Ausser den Pseudopodien finden sich noch an den Austrittsstellen der Stacheln der Familie der *Acanthometriden* eigenthümliche, von der Oberfläche ausgehende Anhänge, die man ihrer speciellen Function wegen contractile Fäden genannt hat. Man sieht sie in Fig. 12 und 13. Sie unterscheiden sich von den Pseudopodien durch ihre Constanz und ihre Lagerung und sind um so kürzer, je zahlreicher sie sind. Beim lebenden Thiere scheinen sie homogen, sehr spitz, mit ihrer Basis an dem Stachel befestigt, dem sie fest anhängen und um welchen sie einen einfachen Kranz bilden. Sie scheinen nur eine Differenzirung des Protoplasma, von welchem sie ausgehen. Wenn man das Thier durch gelinden Druck auf das Deckgläschen reizt, so bewegen sie sich wurmförmig (R. Hertwig), ziehen sich zusammen, so dass sie cylindrisch erscheinen (*f* Fig. 13); Osmiumsäure contrahirt sie augenblicklich, wodurch sie sich von den Pseudopodien unterscheiden, die sich unter Einwirkung der Säure nur langsam zusammenziehen. Carmin färbt die contractilen Fäden weniger intensiv als die Kerne. Nach Hertwig's Annahme besteht ihre Function darin, dass sie das Protoplasma um die Stacheln zusammenziehen, und so die Bildung der Stachelscheiden ermöglichen, die sich in der That nur bei solchen Radiolarien finden, wo contractile Fäden vorkommen. Vielleicht begünstigen sie auch das Auf- und Absteigen des Thieres im Wasser durch die verschiedene Vertheilung des extracapsulären Protoplasma.

Wir wissen nur wenig über die Reproduction. R. Hertwig ist im Verlaufe seiner Untersuchungen *Acanthometren* begegnet, die nur einen einzigen Kern hatten und die er als junge Thiere betrachtet. Aber in noch so jungem Zustande hatten dieselben immer ein hinlänglich entwickeltes Skelet, um die Bestimmung der Art zu gestatten. Auch die gelben Zellen fanden sich schon in geringer Zahl und in Ge-

stalt kernloser körniger Massen. Der Kern dieser Jungen ist rund oder eiförmig mit einem grossen Nucleolus im Mittelpunkte, neben dem sich stets einige dunkle Körnchen finden. Nucleus und Nucleolus zeigen Umbildungen, die R. Hertwig genauer untersucht hat. (S. Organismus der Radiolarien S. 19 u. f.). Die Kerne nehmen eine sehr verwickelte faserige Structur an, ähnlich im Ansehen der von Bütschli, Strassburger u. A. bei den in der Theilungsperiode befindlichen Zellkernen vorkommenden; nach Hertwig soll aber dieser Process nicht dieselbe Bedeutung haben. Diese Streifenbildung soll nach ihm von Faltungen der Membran der Kernkörperchen herrühren, wovon er sich durch Ausschälung derselben aus dem Kerne überzeugt habe. Die Umgestaltungen des Kernes sollen mit seiner Zerklüftung in Verbindung stehen, welche durch Einstülpung seiner Hüllwandungen eingeleitet werde. Die Theilstücke sollen sich bei den erwachsenen Thieren wieder verschmelzen und so Gebilde erzeugen, die man bei anderen Radiolarien als Keime beschrieben hat. Alle diese Punkte sind noch sehr dunkel und bedürfen erneuter Untersuchungen.

Das Skelet der Radiolarien bietet eine grosse Mannigfaltigkeit hinsichtlich der Gestalt, der Consistenz, der Structur und Zusammensetzung von weichen, nur aus organischer Substanz gebildeten Nadeln bis zu harten, sehr complicirten Kiesel skeleten.

Das Skelet liegt bald gänzlich ausserhalb der Centralkapsel (*Ectolithia*), bald dringt es in dieselbe ein (*Endolithia*). Bei den ersteren besteht es meist aus isolirten, mehr oder minder zierlich in dem äusseren Protoplasma gruppirten Kieselstückchen.

Orientirung, Zahl und Structur der Nadeln (*spicula*) und Stacheln variiren sehr. Bei *Aulacantha* findet sich z. B. ein peripherisches Nadelskelet, von welchen die einen tangential zur Centralkapsel, die anderen radial angeordnet sind. Bei *Actinomma asteracanthion* wird die Protoplasma masse von drei ineinander geschachtelten Kieselkapseln umhüllt, die durch sechs von der Centralkapsel ausgehende Stacheln zusammengehalten werden und deren äusserste zahlreiche Dornen zeigt.

Die Stacheln können von gleicher oder auch sehr ungleicher (*Amphilonche*) Länge sein, regelmässig cylindrisch (*Haliommatidium*), oder zugespitzt (*Dorotaspis*), glatt oder mit Dornen (*Aulacantha*) oder Gabelspitzen (*Diplosphaera*) besetzt, einfach oder gegabelt (*Cladococcus bifurcus*) sehr dünn (*Acanthometra elastica*) oder sehr dick (*Diploconus*) etc. Ihre Verästelungen und Verbindungen führen endlich zur Bildung sehr eleganter, gefensterter Schalen in Form von Körben, Helmen, Gittern etc. Auch hinsichtlich der Art, wie sie sich mit ihren Basen verbinden, herrscht grosse Verschiedenheit.

Endlich kann das Skelet bei einzelnen nackten Gattungen ganz fehlen (*Thalassicolla*, *Collozoon*) oder nur aus einzelnen im Protoplasma zerstreuten Nadelchen bestehen (*Collodia*).

Die Centralkapsel der Radiolarien ist in ihrer Form ziemlich beständig, kugelig oder eiförmig. Ihre meist dünne Grenzmembran kann ziemlich dick werden, sich sogar in zwei Schichten darstellen und dann sieht man leicht die Poren zum Durchlass der Pseudopodien. Sie ist jedenfalls porös, doch lässt sich der Uebergang von Innen nach Aussen oft nur schwer ver-

folgen. R. Hertwig hat neuerdings bei *Aulosphaera* eine eigenthümliche Bildung beschrieben, wo die sonst continuirliche Wandung der Kapsel nur von zwei bis drei weiten Oeffnungen durchbrochen wird, durch welche das Protoplasma hindurchtritt. Unter dem Namen Monocyttarien hat man diejenigen Radiolarien zusammengefasst, die nur eine Centralkapsel besitzen, während die Polycyttarien diejenigen begreifen, die mehrere haben (*Collosphaera*, *Sphaerozoum*) und deshalb als Kolonien betrachtet werden können.

Das innere Protoplasma zeigt häufig Pigment. Die Körnchenströmungen gestatten, den Uebergang des inneren Protoplasma in das äussere zu verfolgen. Zuweilen häufen sich die Körnchen so an, dass sie die Kerne gänzlich verdecken, zumal wenn ausserdem noch Vacuolen und Fettröpfchen vorhanden sind.

Das äussere Protoplasma ist meist heller und bildet eine homogene klare Schicht um die Centralkapsel. Körnchenströmungen bilden zuweilen darin eine regelmässige Zeichnung. Fast immer finden sich darin gelbe Zellen mit Kernen. Die Pseudopodien sind einfach oder verzweigt, strahlen nach allen Seiten aus und fliessen stellenweise zusammen. Sie gehen, wie wir bei *A. elastica* sehen, von dem Protoplasma ausserhalb wie innerhalb der Centralkapsel aus, nur sind sie im letzteren meist schwierig zu verfolgen wegen der Undurchsichtigkeit der Masse. Während sie bei der typischen Art nicht zahlreich und regelmässig vertheilt sind, zeigen sie sich bei den anderen meist in grosser Zahl, bündel- und haufenweise. Ihr Protoplasma ist stets körnig und durch Verschmelzung bilden sie Netze in der Art, wie wir sie bei den Foraminiferen beschrieben haben. Sie heften sich an die Beute, umschmelzen sie und ziehen sie langsam zum äusseren Protoplasma. In der Centralkapsel selbst findet man niemals fremde Körper, welche als Ueberbleibsel der Verdauung gelten könnten, während Reste von Algen und Infusorien, Diatomeenschalen etc. im äusseren Protoplasma sehr häufig sind (Haeckel).

Wenn auch Kerne nicht überall nachgewiesen sind, so ist es doch wahrscheinlich, dass sie stets vorhanden seien. Meist finden sich mehrere, immer in der Kapsel und umgeben von einer Membran mit einem Nucleolus im Inneren.

Die Radiolarien vermehren sich durch Theilung und Keimbildung. Doch kennen wir diese Vorgänge noch zu wenig, um Allgemeineres darüber sagen zu können. Theilung zeigt sich nur selten bei den Monocyttarien, ist aber von R. Hertwig bei *Aulosphaera* und einigen anderen Tripyliiden nachgewiesen worden. Der Kern theilt sich in zwei Hälften und dann bildet sich auf der Centralkapsel eine Furche aus, die allmählich tiefer wird und sie schliesslich in zwei Hälften theilt. Man trifft Thiere, deren Centralkapsel eine Biscuitform hat. Dieser Zustand zeigt sich häufig bei den Polycyttarien, wo auch die ganze Kolonie sich theilen kann. Vielleicht werden auch bei letzteren einzelne Centralkapseln frei, um neue Kolonien zu bilden (J. Müller, Haeckel). Keimbildung ist bei Colliden (*Collozoum*) beobachtet worden. Der Kern spielt dabei eine wichtige Rolle; er zerklüftet sich und die Centralkapsel wächst in dem Maasse, als die Zahl der Kerne zunimmt. Die Kapsel zerreisst endlich, um eine Menge von ei- oder nierenförmigen Keimen austreten zu lassen, welche an einem Pole etwas zugespitzt sind. Diese Keime, die im Inneren einen Kern und einen Fetttropfen zeigen, schwimmen mittelst einer langen Geissel. Während der Reproduktionsperiode werden die Pseudopodien eingezogen, die Fetttropfen und andere Concretionen aufgesogen und die Thiere selbst sinken auf den Grund.

Präparation der Radiolarien. Diese Hochseethiere finden sich in allen Meeren. Man fischt sie an der Oberfläche mit dem feinen Netze, das man von Zeit zu Zeit in einem Gefässe mit Meerwasser ausspült. Sie erhalten sich in den Aquarien nicht lange am Leben; man kann sie deshalb nur am Meere selbst studiren. Die Untersuchung des lebenden Thieres unter dem Mikroskope ist unerlässlich, lässt aber nur selten eine genauere Beobachtung des meist dunklen und stark gefärbten Inhaltes der Centralkapsel zu. Um diesen zu sehen, muss man das Object mit feinen Nadeln zerzupfen oder durch Druck zerquetschen. Glycerin hellt ebenfalls den Inhalt der Centralkapsel stark auf, macht aber mit Ausnahme der Acanthometriden das Skelet fast gänzlich unsichtbar, da es gleiche Lichtbrechung besitzt.

Um Dauerpräparate zu erhalten, befolgt man am besten folgende Methode. Man behandelt die Thiere während 2 bis 3 Minuten mit Osmiumsäure von 0,1 Proc., wäscht sorgsam aus, färbt (am besten nach Hertwig mit Beale'schem Carmin), wäscht wiederholt mit absolutem Alkohol, den man zuletzt mit Fliesspapier aufsaugt, legt sie in Nelkenöl und schliesst sie dann in Canadabalsam ein.

Literatur. J. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren. Abhandl. Akad. Berlin 1858. — E. Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie, Berlin 1862. — Ant. Schneider, Zur Kenntniss des Baues der Radiolarien. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867. — R. Hertwig, Zur Histologie der Radiolarien, Leipzig 1875. — R. Hertwig, Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879. — O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der Radiolarienskelete. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Vol. XXXVI, 1881.

Unterkreis der Infusorien.

Einzellige, in allen Gewässern lebende Thiere, deren Protoplasma mehr differenzirt ist, als dasjenige der Rhizopoden. Eine äussere Membran fixirt die Umrisse ihres Körpers, der niemals Pseudopodien aussendet, aber meist mit Wimpercilien sehr verschiedener Beschaffenheit besetzt ist. Diese Protozoen besitzen ein oder mehrere contractile Bläschen, Kern und Kernkörperchen. Die Classification der Ordnungen beruht auf der Vertheilung oder Abwesenheit der Wimpercilien (Stein). Wir nehmen nach Claus folgende Ordnungen an:

1. *Suctorìa*: Haben im erwachsenen Zustande keine Wimpercilien, aber Saugröhren in Form von Fühlern. Leben parasitisch auf anderen Infusorien (*Acineta*, *Podophrya*).

2. *Holotricha*: Der ganze Körper ist gleichmässig mit sehr feinen Wimpern bedeckt, die überall, mit Ausnahme der Mundgegend, gleiche Länge besitzen (*Trachelius*, *Paramecium*).

3. *Heterotricha*: Feine Wimpercilien auf der ganzen Körperperipherie und ausserdem lange und steife Cilien, die nach einer schiefen Linie oder einer Spirale um den Mund gestellt sind (*Bursaria*, *Stentor*, *Spirostomum*).

4. *Hypotricha*: Infusorien, bei welchen man eine abgeplattete Bauchseite und gewölbte Rückenseite unterscheiden kann. Auf der Bauchseite befinden sich der Mund und mehr oder minder zu Haken, Borsten, Griffeln etc. umgewandelte Cilien (*Euplotes*, *Oxytricha*, *Stylonichia*).

5. *Peritricha*: Der Körper ist meist nackt, aber um den Mund stehen lange Wimpern gereiht (*Vorticella*, *Carchesium*, *Tintinnus*).

Bemerkung. Neuerdings hat Ray-Lankester ein im Froschblute lebendes Infusorium ohne Wimpercilien beschrieben, das sich mittelst einer Wellenmembran bewegt, deren eine Ecke in eine lange Geißel ausläuft. Er hat es *Undulina ranarum* genannt und als Typus einer neuen Ordnung, *Undulinata*, aufgestellt.

Typus: *Paramecium aurelia* (Müller).

Dieses Infusorium ist eines der gemeinsten und gehört zu denen, welche die anatomischen Charaktere der Classe am besten zeigen. Wir ziehen es seiner Durchsichtigkeit wegen verwandten, ähnlich gebauten Arten vor, bei welchen die Anwesenheit gefärbter Körnchen unter der Cuticula die Differenzirung des inneren Protoplasma undeutlich macht (*P. bursaria*).

Man findet das Thier in Infusorien aller Art: im Wasser, worin Blumensträusse einige Tage gestanden haben, in Aufgüssen von Heu, in stehenden Gewässern. Es lebt noch mit Bakterien und Vibrionen fort, wenn alle übrigen organischen Stoffe schon in Zersetzung übergehen. Im Allgemeinen darf man aber in faulenden Wassern nicht nach Infusorien suchen; man findet nur Monaden und Bakterien darin.

Bei guter Beleuchtung sieht man schon mit blossem Auge im Wasser die Paramecien als kleine graue Punkte, die bei grösserer Vereinigung eine Art Wolke bilden. Man fängt sie mittelst eines Glasstäbchens, einer Feder oder einer Pipette, bringt den Wassertropfen, in welchem sie schwimmen, auf einen Objectträger, legt ein dünnes Deckgläschen auf und beobachtet zuerst unter schwacher Vergrösserung. Die dünne Schicht von Flüssigkeit unter dem Deckgläschen genügt meist, um den Paramecien jegliche Freiheit in ihren lebhaften Bewegungen zu gestatten. Um sie unter stärkeren Vergrösserungen untersuchen zu können, müssen sie fixirt werden. Man bewerkstelligt dies, indem man mittelst eines an den Rand des Deckgläschens herangeschobenen Stückchens Fliesspapier die Flüssigkeit aufsaugt, während man das zu beobachtende Individuum im Auge hält. Mit der linken Hand ver-

schiebt man nach Bedürfniss den Objectträger, während man mit der rechten das Fliesspapier dirigirt. Der Zwischenraum unter dem Deckgläschen wird um so geringer, je mehr die Flüssigkeit aufgesucht wird. Die Geschicklichkeit besteht darin, die ganze Operation so zu leiten, dass das Thierchen in seinen Bewegungen durch den Druck des Deckgläschens zwar gehemmt, aber nicht gequetscht wird.

Das gequetschte Thierchen zerfließt leicht und verunstaltet sich; es umgibt sich mit Vacuolen, die es nicht mehr erkennen lassen. Ist es zweckmässig fixirt, so beobachtet man unter Vergrößerungen von 400 bis 600 Durchmessern, welche die meisten Einzelheiten erkennen lassen.

Das *Paramecium* (Fig. 15) hat im Ganzen eine Eigestalt, welche am einen Ende abgerundeter ist als am andern. Seine Dicke ist, wie

Fig. 15.

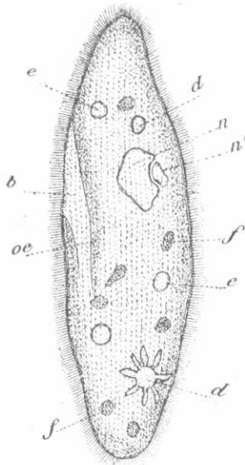


Fig. 16.



Fig. 17.

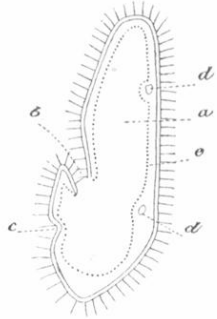


Fig. 15. *Paramecium aurelia* mit der Camera lucida gezeichnet. *b* Mund; *oe* Schlund; *dd* contractile Bläschen; *n* Kern; *n'* Nucleolus; *ee* nicht contractile, zufällige Vacuolen; *ff* Nahrungsballen.

Fig. 16. Kerne und nebenständige Nucleoli verschiedener Formen, unter der Camera lucida gezeichnet.

Fig. 17. Schematische Figur des *Paramecium aurelia*. *a* Endosark; *e* Ectosark; *b* Mund; *c* After; *dd* contractile Bläschen.

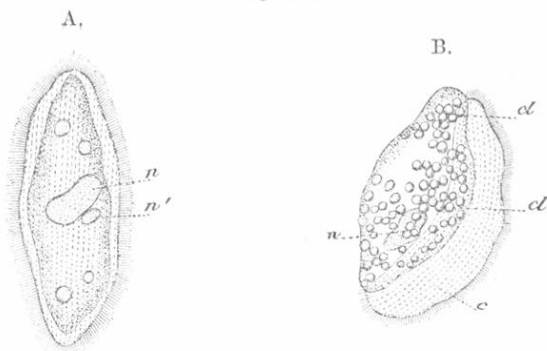
man leicht beobachten kann, wenn das Thier um seine Längsaxe rollend schwimmt, so bedeutend, dass ein Querschnitt durch die Körpermitte die Gestalt einer Kreisscheibe haben würde. Seine Umrisse sind scharf begrenzt, bei einigen Individuen etwas gewellt, und die Peripherie ist augenscheinlich dichter als der Inhalt, was den beiden Schichten Ectosark und Endosark entspricht.

Das Thier ist von einer feinen elastischen Cuticula umhüllt, die allen Bewegungen nachgiebt und mittelst Alkohol oder einprocentiger Chrmsäure nachgewiesen werden kann. Bei Zufügung eines Tropfens dieser Reagentien zieht sich das Protoplasma zusammen und die Cuticula hebt sich mit den darauf sitzenden Wimpercilien oft auf bedeutenden Erstreckungen ab (Fig. 18). Da die Cuticula an den Rändern der Mundöffnung sich in den Schlund fortsetzt, so hebt sie sich nur selten vollständig ab; in den glücklichsten Fällen bleibt sie mit dem Körper durch eine Art Strang verbunden, der von der Auskleidung des Schlundes gebildet wird. Unter sehr starken Vergrösserungen zeigt sich die Cuticula fein gestreift, lässt aber niemals Lücken oder Oeffnungen gewahren, durch welche Wasser ein- und austreten könnte.

Die Cuticula ist mit Wimpercilien bedeckt, die in Wirklichkeit von der unterliegenden Schicht ausgehen, wovon man sich bei der Ansicht im Profil oder bei Untersuchung von mit Osmiumsäure behandelten Thierchen überzeugen kann; aber bei Anwendung der genannten Reagentien heben sich diese Cilien, wie gesagt, mit der Cuticula ab (Fig. 18).

Die Wimpercilien stehen in regelmässigen, parallelen Längsreihen und zeigen sehr lebhafte Bewegungen, die zwar nach der Zerstückelung

Fig. 18.



A. *Paramecium aurelia* nach Einwirkung von einprocentiger Chrmsäurelösung. Das Protoplasma hat sich zusammengezogen, während die Cuticula ihre Form noch behalten hat; der Kern *n* und der Nucleolus *n'* sind körniger geworden. — B. *Paramecium bursaria*. Die Cuticula *c* mit den Wimperhaaren ist zerrissen und auf die Seite gedrängt durch die Einwirkung von Alkohol. *n* Kern; *cl* Chlorophyllkörnchen.

des Thieres noch fort dauern, aber doch dem Willen unterworfen sind, so dass das Thier nach Belieben ihre Bewegung einstellen kann; dadurch unterscheiden sie sich von den Cilien der gewöhnlichen Wimperepithelien. Sie haben fast überall gleiche Länge und Dicke, mit Ausnahme

des Hinterendes und der Schlundwandungen, wo sie etwas länger sind. Die Gattung *Paramecium* gehört demnach zu den Holotrichen.

Wenn man im Wasser etwas fein pulverisirten Carmin oder Indigo aufschwemmt, kann man sich leichter von der Bewegungsrichtung des Wimperstromes Rechenschaft geben. Die farbigen Körnchen circuliren um den Körper und in gewissen Augenblicken, wo die Wimpern der Mundöffnung und des Schlundes in Action treten, werden sie in die Tiefe des Schlundes hinabgewirbelt, wo sie kleine Ballen bilden, auf deren weiteres Schicksal wir zurückkommen werden.

Bei einer Vergrößerung von 700 bis 800 Durchmessern kann man im Ectosark kleine Stäbchen unterscheiden, die sich eng an einander drängen und mehr oder minder dichte Gruppen bilden. Sie fehlen bei manchen, in gewissen Wässern gefischten Individuen. Die Stäbchen sind im Inneren hohl und enthalten ein, selten deutlich sichtbares Fädchen, das hervorgeschneit werden kann. Die Fädchen werden deutlicher, wenn man Essigsäure oder noch besser Tannin zusetzt, das sie sofort schwärzt. Die Homologie mit den Nesselzellen der Coelenteraten giebt diesen Elementen eine besondere Wichtigkeit, aber ihrer Kleinheit und Unbeständigkeit wegen sind sie nur unvollständig bekannt. Neue Beobachtungen über ihre Bildung und Function würden Interesse bieten.

An der Seite der vorderen Körperhälfte sieht man eine breite, offene Rinne, den Mund (*b* Fig. 15), der in einen weiten trichterförmigen Schlund (*oe*) führt, welcher schief gegen die Körperaxe nach innen gerichtet ist und dessen Ende mit dem inneren Protoplasma in directer Verbindung steht. Durch diesen Schlundtrichter dringen die Nahrungsstoffe in den Körper ein. Wenn das Infusorium z. B. eine Diatomee verschlingt, so wird diese von dem Protoplasma umgeben, sobald sie am Grunde des Schlundes angelangt ist und von dort durch die Contractionen des Endosark weiter nach innen geschoben. Die Verdauung geht nur langsam von Statten und sobald sie beendet ist, werden die Reste durch eine Oeffnung ausgestossen, die sich bei jeder Entleerung, aber immer an derselben Stelle, neu zu bilden scheint. Diese Oeffnung, welche man den After genannt hat (*c* Fig. 17), lässt sich bei lebenden Thieren nur im Augenblicke der Entleerung wahrnehmen; sie erscheint auf derselben Seite wie der Mund und etwas hinter demselben.

Es giebt kein Darmrohr mit differenzirter Wandung; die Nahrungsballen bewegen sich in Form von Kügelchen, in dem Protoplasma der Verdauungshöhle auf Wegen, welche sie sich selbst bahnen und die nicht vorgezeichnet sind. Man kann sich von dem Mechanismus der Aufnahme, Verdauung und Ausstossung dieser Nahrungsballen Rechenschaft ablegen, indem man den Weg eines Diatomeenpanzers oder noch besser, eines gefärbten Nahrungsballens verfolgt.

Wir sagten schon, dass die Farbekörnchen sich im Schlunde zu Ballen kugeln, welche in das Innere abgestossen werden, sobald sie eine gewisse Grösse erreicht haben. Ein zweiter Ballen bildet sich unmittelbar nach Abstossung des ersten und so weiter. Der Farbstoff ist so nach einiger Zeit in Gestalt körniger Kügelchen im Inneren des Körpers vertheilt. Durch die wirbelnde Bewegung des Protoplasma werden diese Kügelchen zuerst nach hinten getrieben, gleiten dann längs der dem Munde entgegengesetzten Körperwand nach vorn und kommen von dort wieder zurück. Diese Drehbewegung kann sehr lange fort dauern. Schliesslich werden die Ballen durch den After ausgestossen. Ehrenberg hatte aus der Beobachtung dieser regelmässigen Bewegung der Nahrungsballen auf die Anwesenheit eines begrenzten Darmcanales geschlossen.

Die Nahrungsballen werden oft von einem durch das Protoplasma gebildeten, wasserhellen Hofe umschlossen; dieser Hof hat keine Wandung, denn zuweilen verschmelzen zwei Nahrungsballen mit einander, während andere zerfallen und ihre Körnchen in dem Protoplasma sich zerstreuen.

Die Paramecien verschlingen häufig Diatomeen oder Chlorophyllkörner; wir haben sie niemals andere Infusorien fressen gesehen. Die gelben und grünen Algensporen, die man im Inneren sieht, dürfen nicht mit den constanten grünen Chlorophyllkörnern verwechselt werden, die man im Ectosark mancher Arten, wie *Paramecium bursaria* *Stentor polymorphus* etc. antrifft.

An den beiden Körperenden befinden sich die contractilen Bläschen (*dd* Fig. 15), die sich abwechselnd ausdehnen, mit einer wasserhellen durchsichtigen Flüssigkeit anfüllen und dieselbe entleeren. Die beiden Bläschen stehen nicht in sichtbarer Beziehung zu einander. Sie liegen im Ectosark, wovon man sich leicht überzeugen kann, indem man das Deckgläschen leise anstösst, so dass das Thier sich auf die Seite dreht und im Profil zeigt. Die Schnelligkeit der Contraktionen wechselt je nach den Zuständen des Individuums. Bei Systole verschwindet das Bläschen vollkommen und man sieht der die Körnchen des Protoplasma an der Stelle zusammenströmen, die es einnahm. Nach einigen Secunden erscheint es aber wieder an demselben Ort, wenn das Thier nicht zu sehr comprimirt ist.

Um das Bläschen herum zeigen sich Räume, die je nach ihren Contraktionszuständen spindel-, trichter- oder stabförmig erscheinen. Diese in Radien gestellten Hohlräume bilden sich in der Schicht des Ectosark — sie stellen wohl die Wege der Flüssigkeitsströme dar, welche durch die Systole hervorgebracht werden. Im Augenblicke, wo die Systole beginnt, zeigen sich diese Scheingefässe in einiger Entfernung von den Bläschen in Gestalt eiförmiger Hohlräume, die sich bei fortschreitender Systole verlängern und verbreitern. Nahe dem Höhe-

punkte der Systole stehen sie in offener Verbindung mit dem Bläschen, das dann eine charakteristische Sternfigur zeigt (Fig. 15, *d* unten). Bei guter Beleuchtung kann man die distalen Endigungen dieser Gefäße weit in den Körper hinein verfolgen, doch haben wir sie niemals bis zur Cuticula nachweisen können. Bei sterbenden Individuen verzweigt sich zuweilen das Ende. Auf dem Höhepunkte der Systole, wenn das Bläschen ganz verschwunden ist, sieht man häufig noch die ausstrahlenden Gefäße sehr angeschwollen, in anderen Fällen aber verschwinden sie sofort, ohne eine Spur zurückzulassen.

Während der Diastole zeigen sich diese Scheingefäße während einiger Augenblicke in Gestalt von Trichtern, deren weiteres Ende in das Bläschen einmündet, während die Spitze nach der Peripherie ausstrahlt. Auf dem Höhepunkte der Diastole erscheint das Bläschen vollkommen rund, mit Flüssigkeit gefüllt, ohne Spur von Ausstrahlungen, die oben bald bei der Systole wieder auftreten.

Meistens ist eines der Bläschen in Systole, während das andere in Diastole ist. Doch hat diese Wechselfunction keine Regel. Beide können gleichzeitig in Systole oder Diastole sich befinden. Zuweilen sucht man sie vergebens bei kranken Individuen, welche nach einer doppelten Systole nicht mehr im Stande waren, neue zu bilden.

Wenn man die Lagerung der einzelnen Sterncanäle durch Fixpunkte sich genauer bezeichnet, so kann man sich von der Richtigkeit der früher von Joh. Müller gemachten und von Claparède bestätigten Beobachtung überzeugen, dass diese Canäle, wie die Bläschen, stets an derselben Stelle wieder auftreten, dass sie also abwechselnd die Rolle zu- und abführender Canäle spielen. *Oxytricha multipes*, das sich in Teichen, *Enchelyodon farctus*, das sich in torfigen Wassern findet und die verschiedenen Arten von *Prorodon* eignen sich besonders zur Untersuchung der contractilen Bläschen und sind in dieser Beziehung den *Paramecien* vorzuziehen.

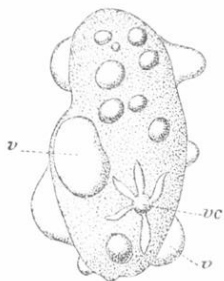
Bei starkem Drucke zieht sich das Bläschen zuweilen in Form einer 8 aus oder theilt sich selbst in zwei Hälften, welche einige Zeit zu schlagen fortfahren. Diese Thatsache scheint uns gegen diejenigen Beobachter zu sprechen, welche dem Bläschen eine besondere Haut zuschreiben. Wir dürfen übrigens behaupten, dass alle Versuche, die man anstellen kann, um bei unserem Paramecium die Existenz einer solchen Grenzmembran nachzuweisen, erfolglos bleiben werden. Das Ammoniak und besonders die Essigsäure, welche das Infusorium zerklüften, erhalten niemals das Bläschen in isolirtem Zustande. Man ist nicht glücklicher bei Anwendung vorsichtigen Druckes. Ausserdem ist es klar, dass man in dem Falle, wo das Bläschen eine differenzirte Haut besässe, stets eine Spur derselben sehen müsste, was nicht möglich ist.

Fernere Untersuchungen müssen namentlich auf die Beziehungen gerichtet werden, welche zwischen dem Bläschen einerseits, dem um-

gebenden Wasser, dem Mund oder dem After andererseits existiren könnten. Bis jetzt hat man bei den Paramecien keine derartigen Communicationen nachweisen können. Farbstoffe, mögen sie auch noch so fein zertheilt sein, dringen niemals in die Bläschen ein, wie es doch wohl geschehen müsste, wenn dieselben wirklich eine Oeffnung nach aussen hätten. Fernere Untersuchungen über diesen Punkt sind zu wünschen.

Paramecium zeigt häufig, ausser den contractilen Bläschen, noch klare Räume, Vacuolen, die durchaus keine Beständigkeit besitzen. Diese Vacuolen vermehren sich ungemein und wulsten sich auf allen Seiten hervor, sobald das Thier auf dem Punkte steht, zu vertrocknen (Fig. 19). Man kann diese Bildung demnach bis zu einem gewissen

Fig. 19.



Paramecium aurelia, durch Wassermangel verunstaltet. Die Contouren verwischen sich und grosse Vacuolen, *v*, treten im Inneren und auf der Oberfläche des Körpers hervor, *vc*, contractiles Bläschen in Sternform.

Grade als eine pathologische Erscheinung auffassen. Doch sieht man häufig auch bei sonst ganz gesunden Individuen zwischen dem Kerne und den contractilen Bläschen Vacuolen auftreten, die den Anfänger leicht in die Irre führen, da sie den Kern verdecken und nur schwer auffinden lassen.

Zwischen den contractilen Bläschen liegt, bald in der Mitte des Körpers, bald etwas weiter nach hinten der Nucleus, der im frischen Zustande durch die Wimpercilien einigermaassen verhüllt wird, und daneben in mehr oder minder inniger Verbindung mit ihm, der Nucleolus. Beide sind hell und ihre Umrisse lassen sich nur bei gewisser Beleuchtung wahrnehmen. Um ihr Bild klarer herzustellen, muss man den Spiegel und die Blendscheiben des Mikroskops zu Hülfe nehmen. Die Nahrungsstoffe, welche in dem Parenchym circuliren, verdecken diese Körper oft gänzlich.

Der Nucleus ist meist rund oder eiförmig, zuweilen verunstaltet und stark in die Länge gezogen, doch niemals so sehr, dass er, wie bei den Vorticellien, bandförmig würde. In der Figur 15, die mit der Camera lucida gezeichnet wurde, erscheinen die Umrisse des Kernes (*n*) etwas unregelmässig; wir haben sie hier so gezeichnet, weil sie sich am häufigsten in dieser Weise zeigen, wenn das Thier unter dem Drucke eines Deckgläschens beobachtet wird. In der Fig. 16 haben wir verschiedene Erscheinungsweisen von Nucleus und Nucleolus dargestellt.

Der Umstand, dass der Nucleus sich so leicht verunstaltet, dürfte gegen die Existenz einer Umhüllungshaut sprechen, die indessen doch gewissermaassen durch eine Verdichtung seines Protoplasma an der

Oberfläche hergestellt zu werden scheint. Bütschli will diese Haut besonders bei *Stylonychia mytilus* beobachtet haben, wo sie während des Lebens durch eine Flüssigkeitsschicht von dem Nucleus getrennt ist; durch verdünnte Essigsäure tritt sie noch deutlicher hervor.

Bei der Theilung schnürt sich der Nucleus in Gestalt einer 8 ein, wobei er zugleich körnig und leichter sichtbar wird (Fig. 16). Zuweilen zerfällt er in Stücke, ohne dass der Körper in diesem Processe Folge leistete; wahrscheinlich steht diese Erscheinung mit der inneren Reproduction in Verbindung.

Der Nucleolus ist dem Nucleus sehr ähnlich, fast stets kleiner als dieser. Zuweilen liegt er getrennt, meist aber ist er fest an den Nucleus gekittet oder auch in eine Grube, eine Art Einstülpung des Nucleus eingebettet. Beide Organe sind oft so in eines verbunden, dass man sie ohne Anwendung von Reagentien nicht unterscheiden kann. Zuweilen ist der Nucleolus fein gestreift, als wäre er mit unbeweglichen Bakterien, wahrscheinlich parasitischer Natur, erfüllt; häufiger aber scheint es eine physikalische Modification der Substanz zu sein, die auch auf den Nucleus übergehen kann. Um Nucleus und Nucleolus gut zu sehen, muss man einprocentige Essigsäure anwenden.

Die gewöhnlichste Art der Fortpflanzung, die bei dem Paramecium zu jeder Zeit am leichtesten zu Resultaten führt, ist die Theilung. Diese Theilung vollzieht sich der Länge oder der Quere nach; jedoch hält es in letzterem Falle ohne eine Beobachtung von langer Dauer sehr schwierig zu beurtheilen, ob sich das Thier in Theilung oder in Copulation befindet.

Die Theilung beginnt damit, dass sich der Nucleus in der Mitte zusammenzieht und dadurch dem umgebenden Protoplasma die Theilbildungsbewegung mittheilt; die Einschnürung tritt sodann immer bestimmter hervor, und das Thier nimmt die Gestalt einer 8 an, deren hinterer Theil sich in eine neue Mundrinne vertieft, die immer deutlicher wird in dem Maasse wie die Theilung fortschreitet. Man sieht zugleich zwei neue contractile Bläschen erscheinen, während die alten in den entsprechenden Hälften fortbestehen. Die Einschnürung des Nucleus geht der des Körpers voraus, so dass ersterer schon in zwei Theile geschieden ist, wenn sich der Körper erst einfach zusammenzieht, wie es Fig. 20 (a. f. S.) zeigt, die ein mit Osmiumsäure behandeltes Individuum darstellt. Die beiden neuen Infusorien schwimmen lange zusammen, oft durch eine dünne Verlängerung an einander gehalten, ehe sie sich endgültig trennen.

In diesem Momente scheint der Nucleolus mit dem Nucleus zusammengeschmolzen zu sein, wobei letzterer in seinem Aussehen sehr wechselt.

Die Conjugation beginnt damit, dass sich die beiden Individuen mit der Mundseite nähern; sie verbinden sich dann innig mit einander

und verlieren auf den Berührungsflächen die Wimpercilien. Sobald sie in dieser Weise vereinigt sind, blasen sich die Nuclei auf, werden umgestaltet, verlängern sich, rollen sich wie zu einem Knäuel zusammen, theilen sich sodann wieder in sehr kleine Kügelchen, die sich im Endosark zerstreuen, und verschwinden endlich, um an ihrem Platze kugelige Körperchen entstehen zu lassen, die von einigen Autoren für Eier oder Keimkügelchen erklärt worden sind, und die zusammenwachsen, bis sie einen neuen Nucleus bilden, der aus den Trümmern des alten entstanden ist; wir enthalten uns unserer Ansicht über diese Erscheinung, zumal die Autoren selbst nicht in ihren Auslegungen mit einander übereinstimmen und unsere eigenen Forschungen uns nicht zu der Ueberzeugung von der Richtigkeit der einen oder anderen geführt haben.

Während des beschriebenen Vorganges geht mit dem Nucleolus etwas ähnliches vor; er theilt sich zunächst in vier, dann in acht ab-

Fig. 20.

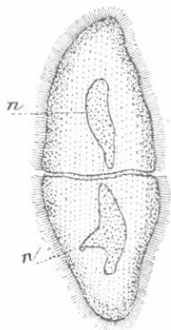


Fig. 21.

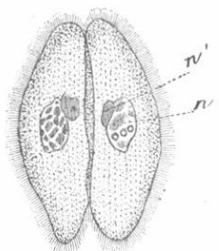


Fig. 20. *Paramecium aurelia* in Quertheilung begriffen. Der Kern *n* hat sich in zwei Kerne getheilt. Man sieht keine Nucleolen.

Fig. 21. *Paramecium aurelia*. Conjugation zweier Individuen mit der Bauchseite. Die Kerne *n* sind mit Körnchenhaufen erfüllt und stehen auf dem Punkte, sich zu zerstückeln. Die Nucleolen haben faseriges Ansehen. Beide Figuren sind mit der *Camera lucida* noch frisch mit Osmiumsäure fixirten und mit Pikrocarmin gefärbten Individuen gezeichnet.

gerundete Stücke, welche Längsstreifen zeigen, die nach zwei entgegengesetzten Punkten, den Polen, convergiren, ganz so wie es die Zellen der Gewebe zeigen, wenn sie in Vermehrung begriffen sind. Diese gestreiften Stückchen bilden, indem sie sich wieder vereinigen, einen neuen Nucleolus.

Die Zeitdauer der Conjugation ist eine sehr verschiedene, sie kann mehrere Tage währen. Um sie zu beobachten, isolirt man am besten die betreffenden Individuen in Glaszellen von 1 mm Dicke, in denen

man mittelst eines Baumwollenfadens, der die Rolle eines Hebers spielt und dessen eines Ende unter das Deckgläschen gebracht wird, während das andere in ein Glas mit Wasser taucht, einen beständigen Wasserzufluss unterhält.

Selten gelingt es, den Anfang der Conjugation wahrzunehmen und die schliessliche Trennung der beiden Individuen zu constatiren; Bütschli schlägt zu diesem Zwecke vor, eine gewisse Anzahl von in der Conjugation begriffenen Paaren zu isoliren und die Dauer der Conjugation in der Weise abzuschätzen, dass man als mittlere Dauer die Zeit annimmt, die bis zur Trennung des letzten Paares verfliesst. Für lange anhaltende Untersuchungen bewahrt derselbe Forscher die conjugirten Paare in einem Uhrglase auf und ernährt sie mit Muskelfasern.

Um sich genau über die Einzelheiten des Baues der Nuclei und Nucleoli während der Conjugation und Theilung Rechenschaft zu geben, kommt es darauf an, bei der Isolirung einen Druck auf das Deckgläschen auszuüben, welcher genügt, um die Cuticula zu sprengen, und das Protoplasma herausdringen zu lassen, von dem dann die Nuclei zu trennen sind.

Präparation und Conservation der Infusorien.

Ammoniak ist das vorzüglichste Lösungsmittel zur Präparirung der Infusorien. Wir empfehlen dieses Reagens namentlich dem Anfänger, welcher zum ersten Male auf Formen stösst, deren anatomischen Charakter er noch nicht kennt, und dem es Mühe macht, zu unterscheiden, ob er es mit einem Infusorium oder vegetabilischen Organismen zu thun hat. Ein Tropfen Ammoniak, auch schon die Dämpfe dieses Alkalis genügen, um die Infusorien unbeweglich zu machen und aufzulösen, oder besser, sie in eine Menge kleiner Theilchen zu zerlegen, die eine ausgesprochene Brown'sche Molekularbewegung haben, während die Sporen von Algen etc. zwar ihr Flagellum gänzlich verlieren, aber ihre Formen und Farben beibehalten.

Essigsäure wirkt ähnlich wie Ammoniak, doch in weit schwächerem Grade. Eine Spur davon genügt, um augenblicklich die Bewegung der Wimpercilien aufzuhalten; die Contouren des Thieres verwischen sich, der ganze Körper wird hell, der Nucleus bleibt allein sichtbar und schwillt auf, ehe er sich selbst ganz auflöst. Man bedient sich dieses Reagensmittels zum Studium des von seiner Umhüllung befreiten Nucleus.

Alkohol und Chromsäure leisten gute Dienste beim Studium der Cuticula, von der sie das Protoplasma trennen, indem sie es zum Gerinnen bringen. Osmiumsäure und Sublimat, die wir bei Gelegenheit

der Conservation der Infusorien noch besprechen werden, sind die besten bekannten Fixationsmittel, namentlich das letztere verleiht den Wimpercilien grosse Deutlichkeit.

Das Protoplasma lässt sich färben, selbst wenn die Infusorien noch am Leben sind. Zu diesem Zwecke muss man sich des Quinolinblau (Certes), oder des Bismarckbraun (Brandt, Henneguy) bedienen. Es ist unbedingt nothwendig, dass diese Anilinfarben vollständig neutral seien. Lässt man einen Tropfen davon unter das Deckgläschen sickern, so färben sich die Infusorien sofort und setzen dabei ihre Bewegungen mehrere Tage fort.

Für permanente mikroskopische Präparate kann man sich aller Farbstoffe bedienen, doch geben Essig- und Pikrocarmin immer die besten Resultate.

Wir haben *Paramecium*, *Balantidium* etc., die in Essigcarmin gefärbt sind, seit mehreren Monaten in gutem Zustande aufbewahrt, und zwar in einer Mischung von 50 zu 100 Theilen Wasser und Glycerin. Sie zeigen den Nucleus, den Nucleolus und die Mundrinne sehr schön, doch sind die Wimpercilien vollständig verschwunden.

Fr. Meyer empfiehlt als Aufbewahrungsflüssigkeit eine Lösung von 4 Theilen Wasser, 1 Theil Glycerin, wozu man $\frac{1}{10}$ Salicylsäure fügt.

Aber ein noch viel besseres Conservationsverfahren ist das von Max Schultze sehr empfohlene und von A. Certes vervollkommnete; es basirt auf der Wirkung der Osmiumsäure. Das Verfahren ist folgendes:

Man gruppirt auf einer Glasplatte in ein und demselben Tropfen Wasser alle Typen, die man zu conserviren gedenkt, dann stürzt man die Platte schnell um und bringt sie über die Oeffnung eines Fläschchens mit sehr weitem Halse, das eine Lösung von zweiprocentiger Osmiumsäure enthält. Die Dämpfe der Säure tödten die Infusorien augenblicklich. Um eine vollständige Fixirung zu erhalten, lässt man die Säure mehrere Minuten einwirken. Würde man die Infusorien der Einwirkung zu lange aussetzen, so würden sie schwarz und das Präparat dunkel werden. Hierauf bedeckt man den Wassertropfen mit einem Deckgläschen, an dessen Rande man einen Tropfen von einer Lösung ansetzt, die 1 Theil Wasser, 1 Theil Glycerin und 1 Theil einprocentiges Pikrocarmin enthält; dann überlässt man das Präparat 24 bis 48 Stunden sich selbst. Das vom Carmin gefärbte Glycerin dringt allmählig unter das Deckgläschen und färbt langsam den Nucleus. Wenn man die Färbung für genügend hält, kann man die gefärbte Flüssigkeit durch gewöhnliches Glycerin mit einem Drittel Wasser ersetzen, welches man mittelst eines Stückchens Fliesspapier eindringen lässt. Dann reinigt man das Präparat und verschliesst es.

Die Infusorien mit contractilem Stiele (*Vorticellen*) müssen noch schneller fixirt werden, indem man direct einen Tropfen von der Osmiumlösung einfließen lässt, die man dann mit dem Fliesspapier wieder aufsaugt. Dieses Verfahren ist sehr vortheilhaft für die Fixirung der Cilien aller Infusorien, doch muss es mit grosser Aufmerksamkeit ausgeführt werden, damit die Schwärzung des Präparats vermieden werde.

Man erlangt auf diese Weise prächtige Präparate, die alle Eigenthümlichkeiten aufweisen, welche man an den lebenden Wesen constataren kann, mit Ausnahme der contractilen Bläschen, die gewöhnlich Zeit finden, sich zu schliessen.

Nach dieser Methode bewahren wir seit einer Reihe von Jahren Parameciumpräparate auf, die sich gleich schön und sauber zeigen wie am ersten Tage. Die Chlorophyllkörnchen oder andere gefärbte Bläschen sind nicht verändert. Auf lange Zeit hinaus bleicht indessen die rothe Färbung der Nuclei.

Ein anderes Verfahren, welches gleichfalls schöne Resultate liefert, wird von Herrn Professor G. Du Plessis angegeben.

Es besteht darin, die Infusorien in einer Lösung von Quecksilbersublimat im Verhältniss von 1 zu 500 Theilen zu tödten, indem man einen Tropfen dieser Lösung dem Wassertropfen zufügt, welcher die Thiere enthält. Dann lässt man diese bis zur Trockenheit verdampfen, prüft, ob die Individuen nicht zerspalten sind, in welchem Falle man wieder von vorne anfangen muss, und färbt mit neutralem Carmin, mit Bismarckbraun, mit einer Anilinfarbe, die im Handel unter dem Namen „Nachtblau“ bekannt ist, oder endlich mit Cochenilletinctur. Dann entzieht man das Wasser mit absolutem Alkohol, klärt das Präparat mittelst eines Tropfens Nelkenöls auf und conservirt es in Canada-balsam. Solche Präparate, vor mehreren Jahren hergestellt, haben ihre ganze Frische bewahrt.

Ehe wir schliessen, wollen wir noch die Aufmerksamkeit darauf hinlenken, wie interessant es ist, mehrere Generationen von Infusorien in ein und demselben Fläschchen zu verfolgen. Letzteres ist ein Mikrokosmos, in welchem der Kampf ums Dasein von einer unendlichen Menge von Keimen geführt wird, die sich oft erst entwickeln, wenn die vorausgehenden Generationen verschwunden sind.

Die Consistenz der Cuticula variirt vielfach in den verschiedenen Gruppen von Infusorien; sie verdickt sich bei einigen und wird sogar ein wirklicher Rückenpanzer, wie dies bei gewissen Hypotrichen der Fall ist (*Stylonychia*, *Euplotes*, *Coleps*). Andere Infusorien (*Freia*, *Vaginicola*) sondern eine mehr oder weniger durchsichtige Röhre ab, auf deren Grund sie sich zurückziehen.

Die Cilien können sich in Fäden, Ruder, Füsse, Häkchen umbilden, die mehr oder weniger beweglich sind und mittelst welcher einige Arten wirkliche Sprünge ausführen. Die Ruder der *Oxytricha* bieten eine Faserstructur dar und haben die Neigung, sich der Länge nach zu spalten, was sehr deut-

lich veranschaulicht, dass sie aus Cilien entstehen, die mit einander verklebt sind. Uebrigens gelingt es vollkommen, diese Verklebung durch Aufweichung in sehr wässriger Osmiumsäurelösung aufzuheben (Du Plessis).

Das Ectosark zeigt zuweilen Streifen von muskelartigem Aussehen, die der Körperaxe parallel (*Prorodon*) oder schräg zu ihr (*Spirostomum*) verlaufen. Der Muskel des contractilen Stieles der Vorticellen zeigt eine feinfaserige Structur. Bei allen gestielten Infusorien ist übrigens der Stiel aus einer Verlängerung der Cuticula und im Inneren aus einem Muskel zusammengesetzt, der eine Verlängerung des Ectosark zu sein scheint. Bei denen, die eine Colonie bilden, ist der Stiel bald für jedes Individuum abgesondert (*Vorticella*, *Carchesium*), bald in alle Zweige der Colonie verästelt (*Zoothamnium*), was die einzelnen Individuen mehr oder weniger von einander abhängig macht. Endlich kann auch der Muskel vollständig fehlen (der uneinziehbare Stiel der *Epistylis*).

Bei einigen Arten schliesst das Ectosark auch gelbe oder grüne Chlorophyllkörperchen ein (*Paramecium bursaria*, *Bursaria leucas*, *Stentor polymorphus*), welche K. Brandt in einer kürzlich erschienenen Abhandlung als einzellige Algen betrachtet und aus denen er die Gattungen *Zoochlorella* und *Zooxanthella* macht. Dies würde ein Fall von Symbiose sein, wo eine Alge ihr Leben dem eines Thieres associirt. (Brandt, Der Naturforscher, 1882. Vergl. auch die Anmerkung auf S. 69.)

Die Zahl der contractilen Bläschen variiert je nach den Arten und wird bei einzelnen sehr gross (*Trachelius ovum*). Zuweilen scheinen sie durch ganz kleine Oeffnungen nach aussen zu communiciren. Bei *Spirostomum* nimmt dieses Bläschen den hinteren Theil des Körpers ein und verlängert sich in einen permanenten Canal, der längs der dem Munde entgegengesetzten Körperwand hinläuft.

Form und Lage des Mundes sind gleichfalls sehr wechselnd. Bei den Vorticellen ist der Mund mit einem scheibenförmigen Deckel versehen, bleibt aber sonst immer offen; zuweilen zeigt er sich als eine einfache Spalte, zuweilen ist er rund oder oval; meist ist er von ziemlich starken Wimpercilien umgeben, die oft auf einer Anschwellung, dem Peristom, angewachsen sind. Er liegt entweder sehr nahe an der Oberfläche oder auf dem Grunde eines Vestibulum von verschiedenartiger Gestalt. Oft zeigt sich der Mund nur in dem Augenblicke, wo die Nahrung eingenommen wird (*Amphileptus* etc.), auch kann er gänzlich fehlen (*Opalina*). Bei *Chilodon*, *Nassula* etc. weist die Speiseröhre ein Bündel sehr feiner Stäbchen auf, die in Form einer Fischreuse gruppiert sind; bei *Lacrymaria*, *Enchelyodon* ist sie mit fächerähnlichen Längsfalten versehen, die ihre Ausdehnung begünstigen. Die Fangfäden der *Acineten* sind im Stande, sich bedeutend, ja bis zur zehn- oder zwölffachen Körperlänge auszudehnen. Sie tragen an ihrem Ende einen Saugnapf, der sich auf die Beute heftet; sind die Saugwerkzeuge in Thätigkeit, so erweitern sie sich und man sieht allmählich die im Körper der Beute enthaltenen Körnchen in die Acinete übergehen. Diese Saugfäden ersetzen den Mund.

Die Infusorien besitzen keinen eigentlichen Verdauungscanal. Doch hat Balbiani bei *Didinium nasutum* einen Schlund oder eine Art Speiseröhre beschrieben. Dieselbe ist mit spindelförmigen, festen und nicht unter einander verbundenen Stäbchen besetzt, die, auf die Beute geworfen, dieselbe der Bewegung berauben. Diese Speiseröhre soll nach innen in einen geraden Darmcanal übergehen, der sich in einem After an dem dem Munde entgegengesetzten Körpertheile öffnet. Das Ganze soll besondere Wände haben, die einfach durch eine dichtere Schicht des Parenchyms gebildet sind. Diese Be-

schreibung von Balbiani, sowie die Thatsache, dass der Mund, der Darmcanal und der After nur zu Tage treten, wenn die Beute in den Körper übergeht, sonst aber durch keine bestimmte Linie bemerkbar sein sollen, scheint uns das Recht zu geben, dieses Infusorium in die allgemeine Regel einzuschalten, die wir in der Einleitung besprochen haben.

Was nun den After anbetrifft, so hat dieser bei einigen Arten nicht aufgefunden werden können; er zeigt sich im Allgemeinen nur in dem Augenblicke, wo die Excremente abgesetzt werden. Seine Lage ist eine sehr verschiedene; bei den *Stentoren* befindet er sich neben dem Munde, bei den *Vorticellen* im Vestibulum.

Der Nucleus ist meist rund oder oval, doch haben die *Vorticellen* einen band- oder hüfisenförmigen Kern, während er bei *Spirostomum ambiguum* länglich und schnürenförmig ist. Der Nucleolus ist weit weniger constant als der Nucleus; er hat bei einer grossen Zahl von Infusorien nicht constatiert werden können und tritt oft nur im Momente der Fortpflanzung zu Tage; seine Beziehungen zum Nucleus variiren ebenfalls ins Unendliche; bald liegt er entfernt von ihm, bald ist er wieder innig mit ihm verbunden.

Wir müssen hier die von Balbiani und Stein vertheidigte Ansicht erwähnen, wonach der Nucleus als Eierstock, der Nucleolus als Hode betrachtet wird. Die Thatsache, dass das Protoplasma des Nucleus sich theilt und in kleine Körperchen zerlegt, die selbst einen Nucleus bekommen und allmählich dem Mutterindividuum ähnlich werden, wie dies von Stein bei den *Acineten*, von Lachmann, Claparède und anderen Forschern bei den *Vorticellen* constatirt worden ist, hatte dahin geführt, den Nucleus als eine weibliche Drüse anzusehen. Das Vorhandensein von beweglichen Stäbchen im Nucleolus, die für Zoospermen angesehen wurden, schien diesen zu einer männlichen Drüse zu machen. Von da hatte man nur noch einen Schritt zu thun, um die geschlechtliche Fortpflanzung anzunehmen.

Die Conjugation, die dann nur eine Art Copulation werden würde, wäre nach Balbiani das Vorspiel zur Fortpflanzung; die Samenmassen (Zoospermen) der Nucleoli würden sich mit den Nuclei vereinigen, sie befruchten, und letztere, dadurch umfangreicher geworden, würden Eier absondern, welche sich durch die Entwicklung eines contractilen Bläschens und eines Nucleus in Embryonen umbilden würden.

Für Stein würde die Conjugation, ohne die Idee der Copulation daran zu knüpfen, nur den Zweck haben, die Bildung und Weiterentwicklung neuer Nuclei und im Besonderen ihre Zerlegung in Keimkörper zu erleichtern.

Balbani glaubte, dass die entwickelten Eier ausgestossen würden. Stein dagegen glaubte, dass die Jungen, die er im Körper von *Stylonychia mytilus* und *Loxodes* gesehen haben wollte, sich im Mutterkörper entwickelten und denselben durch eine besondere Oeffnung verliessen, um als Embryonen herauszukommen, die sich nachher zu *Acineten* entwickelten. Aber Balbiani hat später bewiesen, dass diese sogenannten Embryonen der genannten Infusorien nur schmarotzende *Acineten* waren. Sicher ist, dass es bis jetzt noch nicht gelungen ist, ihre Entwicklung zu verfolgen und ihre Metamorphosen zu constatiren. Die neuesten Forschungen von Bütschli zwingen uns, die eben ausgeführten Ansichten aufzugeben.

Die Conjugation beginnt nach Bütschli bald mit der Bauchfläche (*Paramecium*, *Spirostomum*) und ähnelt dann einer Längstheilung, bald mit dem Körperende, wenn der Mund des Infusoriums diese Stellung inne hat (*Coleps*, *Halteria*), und kann dann mit der Quertheilung verwechselt werden. Aber zwischen diesen beiden Arten der terminalen und seitlichen Conjugation

giebt es mehrere Uebergangsformen. Die Acineten conjugiren sich ohne Unterschied auf allen beliebigen Punkten des Körpers.

Bütschli hat, indem er die Analogie der Umwandlungen zeigt, welche die Nuclei und Nucleoli der conjugirten Infusorien mit den Transformationen der Nuclei der Zellen in den Geweben der Thiere und Pflanzen erleiden, ihnen ihre wahre Bedeutung verliehen. Für ihn hat der Nucleus des Infusoriums den Werth eines Zellennucleus, und das ganze Thier ist nur eine Zelle.

Literatur. Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, Berlin 1838. — Dujardin, Histoire naturelle des Infusoires, dans les suites à Buffon, Paris 1841. — Balbiani, Sur la génération sexuelle chez les Infusoires (Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, t. I. et III.). — Id. Observations sur le Didinium nasutum. Arch. Zool. experim. Tome II. — Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig, III. Abth. — Claparède et Lachmann. Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858 bis 1861. — E. Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Zeitschrift, Bd. VII, 1873. — O. Bütschli, Ueber die Conjugation der Infusorien in: Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankfurt 1876. — Saville Kent, A Manuel of the Infusoria. London 1880 bis 1882.