

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie

**Vogt, Carl
Yung, Emil**

1888

Die Protozoen im Allgemeinen

[urn:nbn:at:at-ubi:2-6980](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:at:at-ubi:2-6980)

Die Protozoen im Allgemeinen.

Structur. Diese Wesen zeigen uns das Leben auf seiner niedersten Stufe. Sie sind fast ausschliesslich aus Protoplasma gebildet und unterscheiden sich durch den Grad der Differenzirung desselben.

Abgesehen von chemischen Veränderungen verstehen wir unter Differenzirung die Concentrirung oder Verdünnung des Protoplasma an bestimmten Stellen des Körpers. Durch solche Erscheinungen spricht sich die erste Anbahnung zur Bildung eigentlicher Organe, das erste Streben zur Theilung der physiologischen Arbeit aus. Neuere Arbeiten haben uns über die mechanischen und physikalisch-chemischen Bedingungen belehrt, welche diese Differenzirung veranlassen.

Auf der untersten Bildungsstufe ist das Individuum auf jedem Punkte seines Körpers sich gleich und aus einem homogenen Protoplasma gebildet. Ohne die aus der Contractilität, dieser wesentlichsten Eigenschaft des lebenden Protoplasma hervorgehenden Veränderungen der Form, welche das Individuum eingeht, indem es nach allen Richtungen hin Pseudopodien hervortreibt, ohne die Körnchenströmungen, welche sich stets in der Masse zeigen, würde man diese Wesen kaum von einem Tröpfchen Eiweiss oder Blutserum unterscheiden können. Wir finden diese primitive Einfachheit bei einigen Gymnomoneren (*Protamoeba*).

Wir gehen auf die Discussion der Frage, ob diese Wesen den Thieren oder Pflanzen zuzurechnen seien, nicht ein. Je weiter wir in der Kenntniss der physiologischen Gesetze fortschreiten, welche die Lebensäusserungen bedingen, desto mehr sind wir gezwungen, anzuerkennen, dass es keine scharfe Grenze zwischen Thieren und Pflanzen giebt. Beide sind aus derselben Grundsubstanz gebildet und denselben Gesetzen unterworfen. Wir kennen keinen beständigen und leichtfasslichen Charakter, welcher Unterscheidungen zwischen diesen Urwesen möglich machen könnte. Auf diese Gründe gestützt, hat Haeckel eine zwischen beiden Reichen anzunehmende Zwischengruppe unter dem Namen der Protisten aufgestellt, welche alle jene Organismen begreift,

die nicht ungezwungen in das Pflanzen- oder Thierreich eingereiht werden können. So bequem diese Zwischengruppe für die Classificatoren der Zoologie und Botanik ist, die manchmal in Verlegenheit sind, so hat sie doch für uns, von dem von uns eingenommenen Standpunkt aus, nur einen secundären Werth. Jedenfalls sind uns ebenfalls Gruppierungen und Stützpunkte für unsere Untersuchungen deshalb nöthig, um eine gewisse Ordnung herstellen und die jetzt in der vergleichenden Anatomie herrschenden Anschauungen der Generationsfolgen hervorheben zu können. Wir bedürfen also einer Classification und ohne auf die obwaltenden Streitigkeiten in der Zoologie näher einzugehen, schliessen wir uns der von Bütschli in der zweiten Auflage von Bronns Thierreich angenommenen Classification an. Wir unterscheiden also in dem Kreise der Protozoen mit Bütschli zwei grosse Abtheilungen:

1) **Sarkodinen:** Aus Protoplasma gebildete Organismen, welche die Fähigkeit haben, Pseudopodien zu bilden, ohne Rücksicht auf ihre weiteren Differenzirungen. (Amoeben, Foraminiferen, Heliozoen, Radiolarien.)

2) **Infusorien.** Höher organisirte Protoplasmathiere mit mehr fixirter Form, deren Bewegungs- und Greiforgane wesentlich aus Wimpern bestehen (Infusorien).

Wir lassen auf diese Weise nothwendig eine gewisse Anzahl von Organismen bei Seite, deren Platz jetzt noch unentschieden ist, aber wohl durch spätere Untersuchungen bestimmt werden wird, während es jetzt noch nicht thunlich erscheint, sie der einen oder anderen Gruppe zuzutheilen ¹⁾.

Die erste wesentliche Differenzirung, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen muss, ist eine nach zwei entgegengesetzten Richtungen erfolgende Verdichtung des Protoplasma. Gegen das Innere hin führt dieselbe zur Bildung eines Kernes (Nucleus), nach Aussen hin dagegen zur Bildung einer dichteren Schicht, Ectosark, welche wohl von einer ähnlichen Aussenschicht, der Cuticula, zu unterscheiden ist, die unter allen Umständen das Product einer Ausscheidung des Ectosark ist.

Diese Differenzirungen finden sich ebensowohl in der Entwicklung der Bildungselemente der höheren Thiere, wie in derjenigen der selbstständigen Organismen und um jede Verwirrung zu vermeiden, werden wir uns zur Bezeichnung der einzelnen Entwicklungsstufen der jetzt allgemein gebräuchlichen Namen bedienen.

Wir nennen also Cytoden solche unabhängige Protoplasmaabildun-

¹⁾ Im Uebrigen werden wir meist der von Claus in seinem allgemein verbreiteten Lehrbuche der Zoologie angenommenen Classification folgen, wenn sie uns gleich nicht in allen Punkten entsprechend scheint.

gen, welche entweder noch undifferenzirt sind oder deren Differenzirung nur bis zu mehr oder minder deutlicher Unterscheidung von Ectosark und Endosark geht; Nucleoden, solche Individuen, bei welchen ein Kern vorhanden ist ohne Bildung einer äusseren Hülle und endlich Zellen solche Individuen, wo ausser dem Kern noch eine äussere Hülle oder Zellenwand nachgewiesen werden kann.

Der Kern tritt schon bei den Amoeben auf, er ist die erste Anlage eines Organes, die wir zu verzeichnen haben. Er zeigt sich in Form eines Kügelchens oder mehr oder minder platten Scheibchens, welches in oder neben dem Mittelpunkt des Protoplasmakörpers gelagert ist und spielt diesem gegenüber die Rolle des homologen Zellenkernes. Sein Verhalten verschiedenen Reagentien gegenüber beweist deutlich, dass er nicht nur in physikalischer Hinsicht differenzirt, sondern auch hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung, über welche wir indessen wenig Positives wissen, von dem umgebenden Protoplasma verschieden ist. So färbt er sich z. B. in einer selbst sehr verdünnten Lösung von Carmin lebhaft roth, während das umgebende Protoplasma ungefärbt bleibt. Der Kern hat demnach eine specielle Fähigkeit, sich mit dem Carmin zu verbinden, welche das undifferenzierte Protoplasma nicht besitzt. Letzteres quillt und hellt sich durch Einwirkung von Essigsäure auf, während der Kern, wenigstens während der ersten Zeit der Einwirkung, sich zusammenzieht und dunkler wird.

Die Contouren des Kernes sind häufig so scharf, dass man an die Existenz einer Hülle denken kann, die sogar in einigen Fällen eine gewisse Dicke zu haben scheint. Indessen ist diese Erscheinung nicht constant und in den meisten Fällen fehlt eine solche Hülle durchaus.

Selten zeigt sich der Inhalt des Kernes homogen oder gleichmässig granulirt. Selbst in solchen Fällen, wo er sich in dieser Weise darstellt, kann man mit Hülfe von Reagentien Differenzirungen nachweisen, auf welche wir zurückkommen werden.

Form, Grösse und Zahl der Kerne variiren in das Unendliche.

In der Mehrzahl der Fälle zeigt sich im Innern des Kernes ein noch kleineres, meist rundliches Körperchen, das übrigens auch fehlen kann und eine noch grössere Verwandtschaft zu dem Carmin hat als der Kern. Dies ist das Kernkörperchen (Nucleolus). Man unterscheidet es leichter in homogenen Kernen, wie z. B. den primitiven Eiern vieler Thiere, als bei den meisten Protozoen. Häufig finden sich in demselben Kerne mehrere Kernkörperchen, deren Form eben so wechselt als diejenige der Kerne selbst.

Kerne und Kernkörperchen finden sich, von den Amiben ab, bei allen Protozoen, lassen sich aber nicht immer leicht nachweisen. Bei vielen Foraminiferen hat man sie bis heute vergebens gesucht, aber da sie bei mehreren Gattungen dieser Classe sich vorfinden, darf man wohl auf ihr allgemeines Vorkommen schliessen.

Man kann nicht immer behaupten, dass die Bildung des Kernes das Resultat einer Condensation sei. Wenn sein mikroskopisches Ansehen meist den Eindruck einer Verdichtung des Protoplasma macht, so erscheint in anderen Fällen der Kern heller, weniger lichtbrechend als seine Umgebung, als wäre er aus einer Verdünnung des Protoplasma hervorgegangen. So stellt sich der Kern (das sogenannte Keimbläschen) vieler Ovarialeier dar und auch bei den Amöben, wo das Ectosark gewöhnlich verdickt ist, erscheint er häufig in dieser Weise.

Bei den Amöben tritt auch das Ectosark zuerst in die Erscheinung. Vielleicht kann man seine Differenzirung auf die Einwirkung der Umgebung zurückführen, in welcher das Thier lebt, mag dieselbe nun darin bestehen, dass dem oberflächlichen Protoplasma ein Theil seines Wassergehaltes entzogen wird, oder dass ein chemischer Process eingeleitet wird, durch welchen diese Schicht eine Verdichtung erleidet, die indessen, wie in der Bildung der künstlichen Zellen, stets den osmotischen Austausch mit den umgebenden Flüssigkeiten zulässt.

Man kann in der That in ziemlich weitem Umfange mittelst verschiedener Substanzen die Besonderheiten, welche das Protoplasma bei seiner ersten Differenzirung zeigt, künstlich nachahmen. Diese synthetischen Versuche können vielleicht einiges Licht auf die physikalischen Bedingungen werfen, unter welchen die erste Bildung der lebenden Substanz Statt hatte. Ascherson und Traube hatten schon nachgewiesen, dass bei der Mischung von fetten Körpern mit Eiweissstoffen oder, in allgemeinstem Ausdruck, wenn man Tropfen einer Colloidflüssigkeit in eine andere Colloidflüssigkeit bringt, welche mit der ersten einen Niederschlag bildet, dieser Niederschlag ringsum geschlossene Bläschen entstehen lässt, durch deren Wandungen osmotische Strömungen sich herstellen, welche sogar Wachsthum veranlassen. Aehnliche Wandungen bilden sich bei der Reaction von krystallinischen Körpern (Eisencyankalium mit essigsaurem Kupferoxyd) oder von krystallinischen Körpern mit Colloiden (essigsaures Bleioxyd mit Gerbsäure). Diese Versuche stellen nur die äussere Form von Zellen her. Neuerdings haben Monnier und Vogt nachgewiesen, dass man solche organische Formen herstellen kann, die nicht nur Zellen mit allen Eigenschaften, welche sie im lebenden Körper besitzen, sondern auch abgeleitete Gestalten, wie Röhren und Gefässe darstellen. Man benutzt zu diesen Versuchen Lösungen von Salzen, welche eine etwas schleimige Beschaffenheit haben (zuckersaurer Kalk, kieselsaures Natron) und in welche man fein zerriebene Krystalle eines anderen Salzes fallen lässt, die bei ihrer Lösung mit dem anderen Salze einen Niederschlag geben (kohlen-saure Alkalien mit zuckersaurem Kalk, schwefelsaure Metallsalze, Eisen, Kupfer, Nickel, Zink), mit beiden Lösungen. Die schwefelsauren Salze bilden Röhren mit Scheidewänden und Körnchenansammlungen im Inneren, die kohlen-sauren Salze dagegen Zellen mit Poren-

canälen. (Monnier et Vogt — Journal de l'Anatomie etc. de Robin, 1882.)

Von dem mehr oder minder consistenten, auf die oben angegebene Weise hervorgegangenen Ectosark muss die eigentliche Cuticula unterschieden werden, welche das Product einer Ausschwitzung aus dem Protoplasma ist und zuweilen eine bedeutende Festigkeit erlangt. Sie zeigt sich bald als eine körnige, continuirliche Hülle wie bei Difflugia, bald einem hornigen oder chitinösen Panzer ähnlich, wie bei Coleps und Stylonychia, bald aus verbundenen Stückchen zusammengesetzt, die ein äusseres Skelet bilden und bald kalkiger (Foraminiferen), bald kieseliger Natur sind (Radiolarien). Im ersteren Falle hängt die Cuticula mit dem Protoplasma unter ihr zusammen; in letzterem wird das Protoplasma unabhängig und lässt entweder Lücken zwischen sich und der Hülle oder kann auch durch Oeffnungen der Hülle, die stets vorhanden sind, in solcher Weise hervortreten und diffundiren, dass es die Hülle gänzlich umgiebt und diese ursprünglich aussen gelegene Hülle nun eine innere Bildung wird.

Man kann stets bei allen diesen Bildungen die Existenz einer gewissen Menge von Protoplasmasubstanz nachweisen, welche eng mit den mineralischen Elementen verbunden ist, was deutlich beweist, dass diese Mineralstoffe sich in einer ursprünglich vorhandenen Gangmasse von Protoplasma abgesetzt haben. Von diesen Skeleten und Hüllen müssen solche unterschieden werden, welche durch die Zusammenkittung fremder Körper, Sandkörnchen, Schneckenschalen, todter Diatomeen, Spongiennadeln etc. gebildet werden.

Eine auffallende und noch nicht genügend erklärte Besonderheit beruht in der Regelmässigkeit der Formgestalten dieser Skelete, welche doch von einem morphologisch nicht definirten Stoffe, dem Protoplasma, gebildet werden. Die nähere Analyse dieser Formgestaltungen gehört der beschreibenden Zoologie an; wir mussten aber diesen Gegensatz zwischen äusserst variablen Körpern und ihren so regelmässigen und geometrischen Bildungen hier erwähnen.

Bei den Radiolarien finden wir ausser dem Skelete noch eine innere, mehr oder minder fein gearbeitete Hülle von chitinösem Ansehen, die Centralkapsel, welche meist von Poren durchsetzt ist, die dem inneren Protoplasma gestatten, mit dem umgebenden Protoplasma zusammenzufließen. Die Centralkapsel ist mit mancherlei Gebilden (Fetttröpfchen, Bläschen etc.) erfüllt, auf die wir später zurückkommen. Das äussere Skelet ist aus kieseligen, in der oberflächlichen Schicht des Protoplasma isolirten Plättchen oder aus längeren, meist zierlich ornamentirten Nadeln zusammengesetzt, die bei den höheren Formen oft sehr complicirte Maschennetze bilden.

Das äussere Skelet steht bei mehreren Gattungen durch grosse Stacheln von verschiedener Form und Grösse mit der Centralkapsel in

Verbindung, in deren Centrum sie sich kreuzen und nach allen Seiten hin ausstrahlen. Die Verbindungen dieser Stacheln mit dem äusseren Skeletgeflecht, ihre Zahl und Structur sind für die beschreibende Zoologie von Wichtigkeit. Sie sind in anatomischer Hinsicht, wie alle Stücke des Kieselskeletes, Absonderungen des Protoplasma, welches häufig noch einen Canal in ihrer Mitte erfüllt. Bei der mikroskopischen Untersuchung ist hierauf, sowie auf ihre Form und die Körpergestalt im Ganzen, welche sie bilden, zu achten.

Die Foraminiferen zeigen zwar häufig sehr complicirte Skeletformen, besitzen aber niemals eine Centralkapsel. Die äussere Hülle ist zuweilen häutig, meist kalkig (etwas kieselig bei Polymorphina) und bildet bei den jungen Individuen eine mehr oder minder solide, einfache Kapsel um den Sarcoderkörper, eine Kammer mit einer oder mehreren Oeffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien. Bei der weiteren Entwicklung werden dieser ersten Kammer andere beigefügt, welche durch ihre Gestalt, Grösse, Lagerung und Beziehungen zu einander die mannigfaltigsten Skeletformen hervorbringen, wie die einaxigen, in gerader Linie aufeinander folgenden Kammern der Nodosarien, die nach zwei zu einander geneigten Axen geordneten der Textularien. In anderen Fällen ordnen sich die Kammern nach einer in einer Ebene gewundenen Spirale (*Cornuspira*) oder nach anderen Grundebenen und bei einigen Gattungen (*Acervulina*) wird die Anordnung ganz unregelmässig.

Die Aehnlichkeit dieser Skelete mit den Schalen der Mollusken, die man früher annahm, beruht auf oberflächlicher Beobachtung. Das innere Protoplasma diffundirt in der That in den meisten Fällen so durch die zahlreichen Oeffnungen und Poren, dass es die Schale vollständig einhüllt und als inneres Skelet erscheinen lässt. Andererseits variiren die Verhältnisse der Kammern zu einander in sehr weiten Grenzen; die trennenden Scheidewände können ganz rudimentär oder vollständig geschlossen sein. Im letzteren Falle zeigt die Aussenwand Poren, durch welche das Protoplasma der einzelnen Kammern mit einander communiciren kann.

Die meisten Skelete sind mit Poren versehen (*Perforata*), bei einigen dagegen ist die Aussenschicht vollkommen dicht, ohne Poren und dann findet sich eine besondere Oeffnung für den Durchtritt der Pseudopodien (*Gromia*, *Uniloculina*). Die angeführten Typen besitzen nur eine Kammer; aber zu den Imperforaten gehören auch Typen der Polythalamien mit mehreren Kammern (*Miliolites*), die dann eine gemeinschaftliche Oeffnung für alle Kammern besitzen.

Bei den Infusorien zeigt sich die Cuticula gewöhnlich als eine kaum hautartige Absonderung der äusseren Schicht des Ectosark. Sie ist häufig weich und zart, kann aber bei einigen (*Oxytrichinen*, *Vorticellinen* etc.) eine ziemlich bedeutende Consistenz gewinnen, wenn

sie gleich elastisch bleibt. Meist zeigt sie dann sehr feine, mehr oder minder hervortretende Streifungen, die sich an ihrer Oberfläche durchkreuzen. Bei noch grösserer Verdickung wird die Cuticula ein wahrer Panzer (*Coleps*, *Tintinnus*), der nicht immer eng an den Körper anschliesst, sondern eine schützende Scheide bildet, in welche das am Grunde mittelst eines Stieles befestigte Thier sich zurückziehen kann (*Vaginicola*, *Cothurnia*).

Bewegung. Wir erwähnten schon, dass die niedersten Protozoen, die Sarcodinen, sich mittelst Pseudopodien bewegen, die zwar häufig Gestalt wechseln, indessen doch bei vielen Gruppen besondere Charaktere zeigen. Bald sind die Pseudopodien kurz, kleinen Warzen ähnlich (*Amoeba terricola*), bald lang und spitz (*Polystomella*), bald platt und netzförmig durch Tröpfchen verbunden (*Protomyxa*). Von allen Punkten des Körpers der nackten Sarcodinen können Pseudopodien ausstrahlen, welche unter sehr mannigfachen Verhältnissen zusammenfliessen. Bei den gepanzerten Sarcodinen ist begreiflicher Weise die Emission der Pseudopodien auf bestimmte Punkte beschränkt.

Die Pseudopodien sind nicht immer homogen; bei starker Vergrösserung sieht man in ihrem Inneren feine Körnchenströme, die von der Hauptmasse des Protoplasma ausgehen. Sie heften sich mit ihrem Ende an feste Körper und ziehen durch ihre Contraction nach und nach den Körper weiter.

Im Allgemeinen hat man die langsamen, allmählichen Formveränderungen der nackten Protoplasmakörper amoeboide Bewegungen genannt. Das differenzirte Protoplasma der Kerne zeigt ebenfalls solche Bewegungen, die bis zur Emission von unregelmässigen, kurzen Pseudopodien sich erheben können, welche in das umgebende Protoplasma ausstrahlen und dem Kerne oft ein gekerbtes Ansehen geben.

Die Infusorien zeigen keine Pseudopodien; dagegen ist ihre Cuticula meistens mit Wimpercilien besetzt, die zwar von dem unterliegenden Ectosark ausgehen, aber doch von der Cuticula nicht ganz unabhängig sind, da sie bei der Ablösung derselben durch die Einwirkung gewisser Reagentien sich ebenfalls loslösen. Andererseits hat Stein beobachtet, dass bei der freiwilligen Häutung der Infusorien die Wimperhaare an dem Ectosark haften bleiben.

Die Wimperhaare zeigen sehr verschiedene Formen; manchmal sind sie ausserordentlich fein und kaum mit den stärksten Vergrösserungen unterscheidbar; in anderen Fällen erreichen sie eine bedeutende Länge und Dicke und bilden durch Verschmelzung Lamellen, Ruder, Borsten und Haken.

Ihre Vertheilung auf der Körperfläche und ihre Differenzirungen sind die Grundlage der Classification der Infusorien geworden.

Flimmermembranen, welche eine eigene Art von Bewegungsorganen darstellen, sind an den Opalinen und von Ray-Lankester bei der im

Blute der Frösche vorkommenden *Undulina ranarum* entdeckt worden. Vielleicht bestehen dieselben nur aus zusammengeklebten Wimpercilien.

Endlich findet man bei einzelnen Arten ein oder zwei bedeutend längere Haare, die als Geißeln (Flagella) bezeichnet worden sind.

Bei einigen Gattungen von Infusorien finden sich in der Cuticula oder der unmittelbar darunter liegenden Schicht cylindrische Körperchen, die sehr feine Faden enthalten, welche hervorgeschnellt werden können. Wir sehen darin die erste Anlage der bei den Coelenteraten so häufigen und dort zu beschreibenden Nesselzellen (Nematocysten). Die bei den Infusorien vorkommenden Körperchen sind Trichocysten genannt worden. Man kann mit Vortheil zu ihrer Darstellung die verschiedenen Anilinfarben benutzen, durch welche sie sofort gefärbt werden (du Plessis).

Die Protozoen besitzen keine wahren Muskeln, doch zeigen sich bei einigen höheren Typen (*Stentor*, *Spirostoma*, *Vorticellina*) Anbahnungen in dieser Richtung. Es sind Streifenzüge, nach deren Längsrichtung der Körper sich contrahirt. Im Inneren des Stieles der Vorticellen ist diese Differenzirung eines contractilen Stranges besonders leicht zu beobachten und hier gelingt es auch, den Strang durch geeignete Reagentien in Fäserchen zu zerlegen.

Ernährung. Die Ernährung der Protozoen geschieht in einfachster Weise. Bei den niedersten Formen, den meisten Sarcodinen, kann sie auf jedem Punkte des Körpers stattfinden. Flüssige Nährstoffe dringen durch Endosmose ein; feste Körper werden in das Innere des Körpers eingezogen und gewissermaassen umschmolzen. Unzweifelhaft äussert das Protoplasma eine chemische Verdauungswirkung auf die organischen Substanzen, die sich schon in den Pseudopodien zeigt, welche die Nährstoffe umschliessen und noch kräftiger auftritt, sobald diese in den Körper selbst gelangt sind. Die Panzer der eingeschlossenen Diatomeen z. B., von welchen viele Protozoen sich nähren, werden vollkommen geleert und gereinigt ausgestossen, nachdem ihr Inhalt vollständig assimiliert ist.

Sobald die Differenzirung des Protoplasma bis zur deutlichen Unterscheidung von Endosark und Ectosark gediehen ist, scheint die Verdauungsthätigkeit wesentlich dem ersteren zugetheilt zu sein. Wir sehen dies speciell bei den wimpertragenden Infusorien (a Fig. 17), bei welchen die innere Körperhöhle mit undifferenzirtem Protoplasma erfüllt ist und als Verdauungshöhle betrachtet werden kann. Die Bewegungen des Inhalts und die Strömungen in diesem inneren Protoplasma unterhalten eine genügende Durchquellung sämtlicher Körperteile.

Ein Verdauungscanal mit besonderen Wandungen lässt sich nirgends erkennen und die älteren Anschauungen von Ehrenberg, welche man

noch in manchen Schulbüchern findet und die den Infusorien eine grosse Anzahl von Mägen zugeschrieben (*Polygastrica*), sind gänzlich verlassen. Wohl aber finden sich bei vielen Infusorien eine besondere Mund- und Afteröffnung an einer bestimmten Körperstelle. Die Afteröffnung ist schwer zu finden und scheint sich sogar in den meisten Fällen erst im Augenblicke der Ausstossung zu bilden; doch bildet sie sich stets an derselben Stelle, meist in der hinteren Körperhälfte; bei einigen freilich (*Stentor*, *Vorticella*) in der Nähe des Mundes.

Die Bildung der Mundöffnung variiert ungemein: bei vielen Infusorien findet sie sich am Grunde einer Grube oder Rinne des Ectosark (*Paramecium*, *Stylonychia*, *Euplotes* etc.), bleibt also stets offen, während sie sich bei anderen nur im Augenblicke der Nahrungsaufnahme öffnet und nachher so vollkommen schliesst, dass man ihre Stelle nicht mehr erkennen kann.

Im ersteren Falle ist die Mundrinne meist mit längeren Cilien als diejenigen, welche am Körper entwickelt sind, ausgekleidet, und setzt sich nach innen in einen mehr oder weniger weiten Trichter fort, den Schlundtrichter. Häufig ist derselbe mit einer nach Innen eingestülpten Fortsetzung der Cuticula ausgekleidet, die seinen Wänden grössere Festigkeit verleiht und in äussersten Fällen in Längsfalten verdichtet ist, so dass sie ein solides Gitter darstellt, das sogar (*Chilodon*, *Nassula*) wirkliche Stäbchen bildet, die eine Art Reuse zusammensetzen. Den parasitischen Opalinen fehlt die Mundöffnung durchaus; sie ernähren sich nur durch Osmose.

Das Endosark von *Trachelius ovum* zeigt eigenthümliche Protoplasmastränge, die durch zahlreiche Vacuolen mit flüssigerem Inhalt getrennt sind und so das Bild eines verzweigten, von der Körperwand getrennten Darmcanals erzeugen. Genauere Beobachtungen zeigen, dass dies nur eine Täuschung ist und dieses Infusorium, wie alle anderen, keinen Darmcanal besitzt.

Die Gruppe der Acineten oder saugenden Infusorien bildet gewissermaassen einen Uebergang von den Sarcodinen zu den Infusorien. Die Acineten besitzen fadenförmige, contractile, mit einem knopfartigen Saugnapfe versehene, Pseudopodien ähnliche Fortsätze. Die Acinete haftet sich mit den Saugnapfen dieser Tentakel an ihre Beute, deren Substanz nach und nach in Körnchen zerfällt und in den Körper der Acinete eingesaugt wird. Diese Ernährungsart, wo durch einen röhrenförmigen Fortsatz die Substanz der Beute mittelst eines Körnchenstromes eingesaugt wird, bietet jedenfalls viele Aehnlichkeit mit der Wirkung der Pseudopodien bei den Rhizopoden.

Kreislauf. Da bei den Protozoen keine gesonderte Nährflüssigkeit existirt, sondern die ganze Körpersubstanz davon durchdrungen erscheint, so darf man auch keinen besonderen Bewegungsapparat, keinen Kreislauf bei ihnen erwarten. Doch haben wir schon zu wieder-

holten Malen auf die inneren Strömungen im Protoplasma aufmerksam gemacht, welche durch die Bewegungen der Körnchen oder der Nahrungsmassen in die Erscheinung treten. Bei der Mehrzahl der Sarcodinen ist diese Circulation ohne Zweifel durch die beständigen Gestaltänderungen des Körpers in Folge von Contractionen und Ausdehnungen bedingt. Diese Art von Circulation scheint bei den Infusorien auf das Endosark beschränkt, das bei einigen Gattungen (*Paramecium*) in beständiger Rotation nach bestimmter Richtung sich befindet, die von dem Schlunde ihren Ausgang zu nehmen scheint. Die bewegende Ursache dieser Rotation ist noch zweifelhaft; vielleicht wird sie einfach durch den Wasserstrom bedingt, welcher beständig in dem Oesophagus durch den ihn auskleidenden Wimperbesatz erzeugt wird. Durch Aufschlännen von Farbstoffen (Carmin, Indigo) im Wasser, worin das Infusorium sich befindet, kann man diese Rotation des Inneren leicht verfolgen.

Von den Amöben an finden wir theils vorübergehende, theils permanente Bildungen von contractilen Bläschen, welche durch ihre Zusammenziehungen ohne Zweifel Flüssigkeitsströmungen im Protoplasma unterhalten. Diese Bläschen, deren Bewegungen einen gewissen Rhythmus zeigen, treten als helle, mehr oder minder runde Räume nahe der Oberfläche auf, welche abwechselnd auftauchen und verschwinden und mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt sind, die wohl grösstentheils Wasser ist. In den meisten Fällen besitzen diese Räume keine eigenen Wandungen, sondern stellen sich als Aushöhlungen der Substanz dar; doch zeigen sie öfter auch eine helle Contour, deren Dicke man bei einigen Infusorien messen konnte und die man als den Ausdruck einer besonderen Wandung betrachtet hat. Man hat diese contractilen Bläschen oder Vacuolen als Anlagen von Kreislaufsorganen, von Wassergefässen oder Absonderungsorganen auffassen wollen, ohne entscheidende Gründe für die eine oder andere Ansicht geltend machen zu können. Vielleicht vereinigen sie diese Functionen. Ihre Zusammenziehungen reagiren auf das umgebende weiche Protoplasma und bedingen darin regelmässige Bewegungen; die Flüssigkeit, von welcher sie erfüllt sind, kommt gewiss nicht von Aussen, sondern entstammt dem Protoplasma und kann demnach gewissermaassen als ein Absonderungsproduct angesehen werden und ihre Entleerung, in seltenen Fällen nach Aussen (einige Infusorien) oder nach Innen in die Masse des Protoplasma, wie dies meist der Fall ist, kann die Bläschen als Wassergefässe oder respiratorische Anlagen betrachten lassen. Einige Autoren, wie Rossbach, Engelmann, haben Säuren in den Vacuolen nachgewiesen, welche das Hämatoxylin röthen.

Wie dem auch sei, so lässt die Constanz des Auftretens dieser contractilen Bläschen sie als Organe von grosser Wichtigkeit erkennen. Ihre Zahl (bis zu 8 bei *Condyllostoma*) und ihre Lagerung wechseln sehr. Bei *Actinophrys* sind sie oberflächlich und bilden einen

sackartigen Vorsprung, bei den Infusorien liegen sie stets im Ectosark an bestimmten Stellen. Sie schwellen oft zu bedeutender Grösse an, um dann nach und nach wieder einzugehen und spurlos zu verschwinden. In anderen Fällen geht die Zusammenziehung ruckweise vor sich, bald in beschleunigtem Tempo, bald langsam und stossweise. Sie erscheinen meist an ganz bestimmten Stellen; in selteneren Fällen an unbestimmten Punkten. Oft zeigen sich im Augenblicke der Systole in ihrer Umgebung cylindrische oder mit Anschwellungen ausgestattete Canäle, die anfangs nicht in directer Verbindung mit dem Bläschen zu stehen scheinen und durch ihr Ausstrahlen nach allen Seiten diesem ein sternförmiges Ansehen geben. Die Zahl dieser ausstrahlenden Canäle ist nicht constant; sie vermehrt sich in abnormer Weise, wenn das Thier zusammengedrückt wird oder dem Tode nahe ist. Die wandungslosen Contouren ziehen sich zusammen und verschwinden auf dem Höhepunkte der Systole vollständig, um nach und nach bei der Diastole wieder aufzutauchen. Bei *Cyrtostomum leucas* hat Stein wellenartige Canäle beschrieben, welche an ihrem Ende sich verzweigen sollen.

Wenn überhaupt eine, allerdings mögliche Communication dieser Bläschen nach Aussen existirt, so ist sie jedenfalls nicht leicht nachzuweisen. Wir wissen nicht, ob das die Bläschen erfüllende Wasser von Aussen her durch die Mundöffnung und den Schlund kommt, wie Stein dies bei den Vorticellen beobachtet haben will, oder ob es durch ein Canalsystem aus dem umgebenden Protoplasma dem Bläschen zugeführt wird. Die oben angeführten Versuche mit Farbstoffen geben uns darüber keinen Aufschluss. Diese Farbstoffe dringen stets nur durch den Mund ein, wenn auch ältere Beobachter andere Wege gesehen zu haben glauben und gelangen niemals in die contractilen Bläschen¹⁾.

Wir machen die Anfänger auf diesen Gegenstand aufmerksam, der noch mancher Aufklärungen bedarf. Die Forscher sind gegenwärtig durchaus nicht einig hinsichtlich der Natur der in den Bläschen angehäuften Flüssigkeit. Das plötzliche Verschwinden der Flüssigkeit bei ruckweiser Zusammenziehung hat ebenfalls etwas Räthselhaftes.

Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, dass bei der Häufung verschiedener Functionsanlagen in den contractilen Bläschen die Zusammenstellung derselben mit dem Herzen der übrigen Thiere unstatthaft und die Homologisirung mit dem Wassergefässsystem der Würmer wenigstens verfrüht erscheint.

Athmung. Die Athemfunction ist gewiss bei keinem Protozoon in einem speciellen Organ localisirt, sondern auf alle Körpertheile verbreitet. Die Aussendung von Pseudopodien, an welcher, wie bemerkt,

¹⁾ Taucht man grosse Spirostomen in eine Lösung von Bismarckbraun, so tritt nicht die geringste Spur der Farbflüssigkeit in die grosse Blase und den damit verbundenen langen Canal über (du Plessis).

der ganze Körper Theil nimmt, gestattet allen Theilen des Protoplasma der Sarcodinen sich mit neuen Wasserschichten in Berührung zu bringen und den Austausch der Gase zu bewerkstelligen. Bei den sesshaften Infusorien erzeugen die in fast beständiger Bewegung befindlichen Wimpern einen steten Wasserstrom um den Körper und die häufige Einführung von Wasser mit der Nahrung bringt das Protoplasma des Endosark ebenfalls in Berührung mit frischem Wasser. Die schwimmenden Infusorien finden stets in dem Wasser, in welchem sie sich bewegen, den ihnen nöthigen Sauerstoff.

Wir müssen schliesslich, nach dieser Uebersicht der hauptsächlichsten, bei den Protozoen vorkommenden Differenzirungen des Protoplasma, auf die Rolle des Kernes und Kernkörperchens eingehen, welche den Ausgangspunkt des Zeugungsgeschäftes bilden.

Fortpflanzung. Wir finden bei den Protozoen die verschiedensten Reproductionsformen: Theilung, Knospung, Conjugation und innere Vermehrung, bald allein, bald auch bei denselben Arten in mehrfacher Weise ausgebildet. Bei allen diesen Vorgängen spielt der Kern eine mehr oder minder bedeutende Rolle. Er scheint den ersten Anstoss zu den weiteren Vorgängen zu geben ¹⁾. Wie bei den Zellen der Gewebe beginnt die Theilung der Amoeben und der Infusorien mit dem Kerne. Derselbe verliert sein normales, körniges Ansehen und zeigt eine feinstreifige Structur, die durch Essigsäure stärker hervortritt und mit der fortschreitenden Theilung des Kernes zunimmt. Häufig verbinden noch einige Faserstreifen die beiden getrennten Hälften des Kernes. Bütschli hält diese Umgestaltung der körnigen in eine streifige Structur für einen ganz allgemein bei den Infusorien vorkommenden Process und findet denselben auch in den Kernkörperchen. Beide Vorgänge entsprechen einander. Der Nucleolus wird grösser und streifig beim Beginne (Paramecium) und theilt sich dann in zwei Hälften, welche anfänglich noch durch die gemeinsame, später verschwindende, durchsichtige Hülle umgeben sind.

Wir bemerkten schon, dass das Vorkommen des Nucleolus weit weniger constant ist, als diejenige des Nucleus. Häufig erscheint er erst im Momente der Reproduction. Bei den Amoeben liegt der Nucleolus im Inneren des Kernes, bei den Infusorien dagegen neben demselben, entweder in einiger Entfernung oder an seine Aussenwand angekittet. Man kann diesen Körper, zum Unterschiede von den eigentlichen, im Inneren der Kerne liegenden Kernkörperchen, als Endoplastid oder Nebenkern bezeichnen. Die im Vermehrungsprocess auftretenden Fasern gleichen kleinen Stäbchen, die man mit Zoospermen verglichen hat. Indessen lässt sich eine Sexualität bei diesen niederen Wesen schwerlich

¹⁾ Bei denjenigen Protozoen, welche wie *Actinosphaerium*, viele Kerne besitzen, spielen dieselben vielleicht keine active Rolle bei der Fortpflanzung.

begründen. Die meisten Protozoen besitzen die Fähigkeit, sich einzukapseln. Man nennt Kyste eine Verdickung der äusseren Körperschicht, die häufig durch Vertrocknung an der Luft oder durch die Abnahme der Temperatur bei Beginn des Winters hervorgerufen werden kann, oft aber auch durch eine specielle Absonderung gebildet wird, welche zuweilen sich mit Mineralstoffen inkrustirt. In den meisten Fällen ist die Einkapselung wohl eine Schutzvorrichtung für den Organismus, die deshalb auch häufig den verschiedenen Reproductionsprocessen, der Theilung und Zerfällung in constituirende Elemente vorangeht und die Reorganisation dieser Elemente in etwas verschiedener Form begünstigt, unter welcher dieselben Keime neuer Individuen darstellen, die nach der Zerstörung der Kyste frei werden. Man beobachtet solche Kystenbildungen sehr leicht, wenn man den Staub, den man aus trockenem Heu auf Papier abschüttelt, befeuchtet und unter dem Mikroskope sofort untersucht.

Die Conjugation oder Verschmelzung zweier Individuen kann auf allen Punkten des Körpers stattfinden, geschieht aber meist bei denjenigen Infusorien, wo eine deutliche Mundöffnung vorhanden ist, auf der durch dieselbe bezeichneten Bauchseite. Sie geht gewissen Veränderungen des Kernes voraus, auf welche wir bei Beschreibung der einzelnen Typen näher eingehen werden. Meist theilt sich der Kern in eine Anzahl von Kügelchen, welche später wieder zu einem Ganzen verschmelzen. Die Kenntniss dieses Phänomens ist noch nicht weit genug vorgeschritten und die verschiedenen Autoren sind noch zu entgegengesetzter Ansicht, als dass wir auf weitere Generalisationen eingehen könnten.

Wenn wir die Protozoen mit den Gewebselementen der höheren Thiere vergleichen, so ergibt sich, dass wir eine Vielzelligkeit derselben nicht anerkennen können, sondern zugestehen müssen, dass sie nur einzelligen Wesen gleichgestellt werden können. Dies hindert indessen nicht, dass viele unter ihnen nur schwer mit Zellen in der klassischen Bedeutung des Wortes zu homologisiren sind. Die Bildung der vom Protoplasma durchsetzten und umgebenen Centralkapsel der Radiolarien, der Bau der mit constanten Oeffnungen, Mund und After versehenen Infusorien weichen so sehr von Allem ab, was wir bei den Gewebselementen der höheren vielzelligen Thiere zu sehen gewohnt sind, dass wir uns nur schwer mit einer vollständigen Parallelisirung befreunden können. Jedenfalls sehen wir auf der anderen Seite bei Amoeben und Foraminiferen einen noch niederen Zustand, da wir bei ihnen in keiner Weise Bildungen nachzuweisen im Stande sind, welche mit einer Zellenwandung homologisirt werden könnten.