

Ueber das
thierische Protoplasma.

Von

DR. B. HATSCHEK.

Vortrag, gehalten am 16. März 1881.

Das Protoplasma ist der wichtigste und wesentlichste Bestandtheil, der eigentliche Träger der Lebensfunctionen in allen thierischen und pflanzlichen Stoffen.

Wir wollen zunächst eine Art von Lebewesen betrachten, bei welcher das Protoplasma in Bezug auf Form und Thätigkeit in einer verhältnissmässig einfachen und unserem Verständnisse leichter zugänglichen Weise auftritt. Wir finden diese Lebewesen sowohl auf dem Grunde unserer süssen Gewässer — namentlich der stehenden Seen, Teiche und Sümpfe — als auch auf dem Boden des salzigen Meeres, jener Urheimat, von welcher das organische Leben überhaupt seinen Ausgang genommen hat.

Es gibt da einen Reichthum von vielgestaltigen, mannigfaltigen, hochorganischen Thierformen, die sowohl durch die Schönheit ihrer äusseren Erscheinung, ihre Form und Farbenpracht, als auch durch die merkwürdigen Einrichtungen ihres complicirten Baues, durch die bewundernswerthen Räthsel ihrer Lebenserscheinungen und Lebensbeziehungen den menschlichen Geist fesseln.

Doch keines dieser interessanten Thiere ist es, welches wir jetzt betrachten wollen. Das Wesen, welches wir im Auge haben, ist ein unscheinbarer, kleiner — mit unbewaffnetem Auge kaum wahrnehmbarer — Organismus, an welchem wir nichts von jenen complicirten Erscheinungen und Einrichtungen wahrnehmen können, da sein Bau von der grössten Einfachheit ist. Aber eben jener Einfachheit wegen hat sich die besondere Aufmerksamkeit der Naturforscher, und namentlich der neueren naturphilosophischen Schule, diesem Wesen zugewendet, denn die Betrachtung desselben führt uns den Weg zu der Grenze, zu dem Anfang und der Quelle alles Lebens. Diese Organismen führen den Namen Moneren, d. i. die Einfachen.

Wenn wir den Schlamm von dem Grunde der Gewässer auf einem Glastäfelchen in etwas Wasser ausbreiten und unter dem Mikroskope durchmustern, so finden wir diese mikroskopischen Organismen und wir können sie lebend betrachten, ihren Bau und ihre Lebensthätigkeit erforschen.

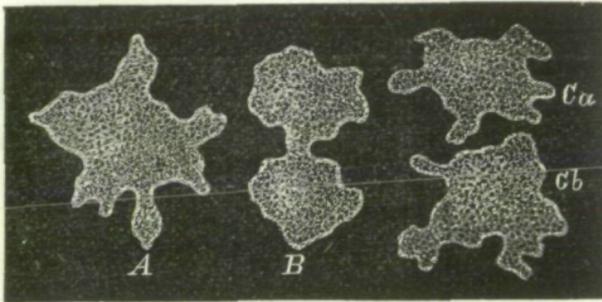
Der Bau der Moneren ist der denkbar einfachste. Wir finden, dass eine Monere nichts Anderes ist, als ein Klümpchen einer farblosen, durchsichtigen, gleichartigen, oder von feinen Körnchen durchsetzten, zähen schleimartigen Substanz von unbestimmter, meist unregelmässig lappiger Form.

Wir haben einen Organismus vor uns, dessen von einer gleichmässigen Substanz gebildeter Körper

aller Organe entbehrt: „Einen Organismus ohne Organe.“ (Haeckel). Und doch können wir an diesem höchst einfachen Körper alle wesentlichen Erscheinungen eines lebendigen Wesens beobachten.

Wenn wir eine Monere anhaltend unter dem Mikroskope beobachten, so können wir Bewegungserscheinungen an derselben wahrnehmen. Wir sehen, wie sich die Form des unregelmässig lappigen Moneren-Körpers langsam verändert. Es wird ein Fort-

Fig. 1. Nach Häckel.



Protamoeba primitiva, ein Moner mit lappenförmigen Pseudopodien
A kriechend, B in Theilung begriffen, C in zwei Hälften getheilt.

satz des Körpers eingezogen, an einer beliebigen anderen Stelle des Körpers bildet sich ein neuer, und vermittelst dieser Fähigkeit der Formveränderung schiebt sich die Monere auf ihrer Unterlage langsam fort. Man nennt die wechselnd auftretenden und wieder verschwindenden Fortsätze des Körpers Scheinfüsse oder Pseudopodien.

Wir können auch sehen, dass die Bewegungen der Monere nicht nur zufällige sind, sondern wir erkennen unzweifelhaft, dass sie durch Reize mecha-

nischer oder chemischer Natur, die von aussen her auf die Monere einwirken, beeinflusst werden. Wir müssen daher der Monere auch die Fähigkeit der Empfindung zuschreiben.

Die Monere besitzt ferner die Fähigkeit der Ernährung und Assimilation. Das heisst, die Monere kann fremde Körper, die ihr zur Nahrung dienlich sind, in ihr Inneres aufnehmen und sie kann die brauchbaren Bestandtheile dieser Körper in solche Substanz umwandeln, aus welcher ihr eigener Körper besteht.

Wir nennen die Fähigkeit, aufgenommene fremde Substanzen in die eigene Substanz umzuwandeln, Assimilationsvermögen. Die Assimilation ist, wie unser berühmter Physiologe Brücke sagt, eines der wesentlichsten Kennzeichen der Organismen, „welches auch jedem Organismus zukommen muss, weil darauf das ganze organische Leben beruht“. Alle Organismen besitzen die Fähigkeit, fremde Körper aufzunehmen und sie in Theile ihrer selbst umzuwandeln, sie in den Kreis ihres eigenen Daseins hineinzuziehen.

Die Art und Weise, wie die Moneren Nahrung aufnehmen, beruht auf der uns schon bekannten Fähigkeit der Formveränderung. Die Monere, welche mit einem Nahrungskörper in Berührung geräth, sendet Fortsätze aus, welche denselben umfassen, oder, wie man besser sagen könnte — umfliessen. Die Fortsätze verschmelzen mit einander, nachdem sie den Fremdkörper umfasst haben und dieser ge-

räth so in das Innere der Monere, wo er noch weiter innerhalb der zähflüssigen Substanz seinen Ort verändern kann.

Innerhalb der Substanz der Monere wird der Fremdkörper zum Theil aufgelöst und assimiliert, die unbrauchbaren Rückstände desselben aber werden wieder ausgestossen. Eine unmittelbare Folge der Ernährung ist das Wachsthum der Monere. Das Wachsthum wieder führt zu einem höchst wichtigen, für die Natur der Organismen charakteristischen Vorgange, zu der Vermehrung.

Wir sehen, wie eine Monere, die durch reichliche Ernährung bedeutend herangewachsen ist, sich ungefähr in der Mitte einschnürt und in zwei Theile zerfällt. Jedes der Theilstücke verhält sich in seinen Lebenserscheinungen so, wie das ursprüngliche Ganze, um sich ernährend und heranwachsend sich endlich wieder weiter zu theilen.

Wir sehen hier die Vermehrung der Individualität auf eine Weise vor sich gehen, welche im ganzen Bereiche der Organismen von höchster Wichtigkeit ist.

Die Vermehrung ist, wie hier, so auch im ganzen Thierreiche und bei den Organismen überhaupt, wie Gegenbaur treffend bemerkt, im weitesten Sinne nichts Anderes als: „das Wachsthum des Individuums über das individuelle Mass hinaus“.

Wir haben an der Monere die wichtigen Lebenserscheinungen der Bewegung und der Em-

pfung, der Ernährung, des Wachstums und der Fortpflanzung beobachtet, auch die Aufnahme von Sauerstoff (Athmung) und die Ausscheidung von Endproducten der inneren chemischen Prozesse muss angenommen werden, doch sind diese Vorgänge an einem so kleinen Organismus schwer nachzuweisen. Wir sahen, dass alle die Lebenserscheinungen nicht von besonderen Organen abhängig waren, sondern ganz unmittelbar auf die Thätigkeit der der Monere eigenthümlichen Körpersubstanz zu beziehen waren.

Diese Substanz ist es, welche durch die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen und die Form zu verändern, die Bewegungserscheinungen verursacht. Diese Substanz ist es, die den empfangenen Reiz in Bewegung umsetzt; und der wir unmittelbare Empfindung zuschreiben. Diese Substanz ist es, welche im Stande ist fremde Körper zu assimiliren und welche die Erscheinungen des Wachstums und der Fortpflanzung vermittelt.

Diese merkwürdige Substanz findet sich nicht nur bei den Moneren, sondern ähnlich auch im ganzen Thierreich — und auch im Pflanzenreich — verbreitet. Wir nennen sie Protoplasma.

Das Protoplasma ist für uns von dem grössten Interesse, weil es nicht nur bei den Moneren, sondern bei allen organischen Wesen der eigentliche Träger der Lebensfunctionen ist. Bei den Moneren kam dies unmittelbar zur Anschauung. Bei den höheren Orga-

nismen, wo unsere Aufmerksamkeit durch die mannigfaltigen, merkwürdigen mechanischen, physikalischen und chemischen Einrichtungen und Apparate abgelenkt wird, kommen wir erst auf dem Wege eingehender Betrachtung zu dieser Erkenntniss.

Die nächsten Verwandten der Mönereen, die Amöben, zeigen ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie bei jenen kennen gelernt haben. Nur ist in dem Protoplasma der Amöbe ein gesonderter rundlicher Körper zur Sonderung gekommen, dessen Substanz von ähnlicher Beschaffenheit wie die des Protoplasmas, aber doch deutlich von ihr unterschieden ist. Dieser Körper ist der sogenannte Zellkern. Mit dem Auftreten des Kernes hat die Amöbe jene Stufe der Organisation erreicht, welche der im ganzen Thierreiche und auch im Pflanzenreiche verbreiteten Lebens-einheit, der Zelle, zukommt.

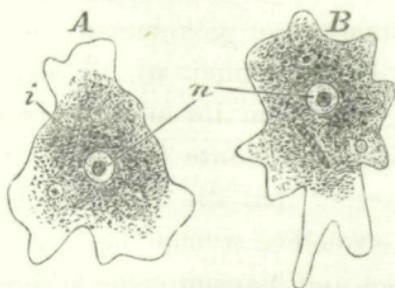
Die Zelle — die einmal ein selbstständiger Organismus ist, wie wir es an dem Beispiel der Amöbe sehen, in anderen Fällen zu Millionen vereinigt einen vielzelligen Organismus zusammensetzt — ist in ihrer einfachsten Form nichts Anderes, als ein Klümpchen Protoplasma, in welchem ein abgesonderter Körper, der Zellkern, eingeschlossen ist.

Ueber die Function und Bedeutung des Zellkerns wissen wir noch sehr wenig. Es ist nur sein allgemein verbreitetes Vorkommen uns bekannt und die Thatsache, dass er bei der Theilung der Zellen eine wichtige Rolle spielt.

Wir kennen eine grosse Anzahl von Organismen, die wie die Amoebe zeitlebens aus einer einzigen Zelle bestehen. Diese einzelligen Organismen werden zum Theil dem Thierreiche, zum Theil dem Pflanzenreiche zugerechnet. Einige Forscher fassen dieselben aber als Protistenreich, welches dem Pflanzen- und Thierreich gegenübergestellt wird, zusammen.

Die Lebenserscheinungen werden schon bei

Fig. 2. Nach Häckel.



Amoeba vulgaris in zwei aufeinanderfolgenden Zuständen der Bewegung dargestellt. Im Protoplasma der nackten Zelle liegt der Kern *n*, und ausserdem fremde, als Nahrung aufgenommene Körperchen *i*.

anderen einzelligen Organismen viel complicirter als die bei den Moneren und Amoeben beobachteten.

Schon bei den nächsten Verwandten der Amoeben, welche zu derselben Classe gehören — die der wurzelförmigen Scheinfüsse wegen den Namen der Rhizopoden führt — tritt eine merkwürdige Mannigfaltigkeit der Erscheinung auf. Der lebende Körper ist so wie bei den Amoeben aus Protoplasma und Zellkern zusammengesetzt, aber von dem Protoplasma wird ein schützendes Kalk- oder Kieselskelet ausgeschieden, welches die mannigfaltigsten Formen zeigt.

Diese Kalk- oder Kieselskelete umschliessen als schützende Hülle das Protoplasma. Nur ein Theil desselben tritt in der Form von Scheinfüssen durch Oeffnungen oder Poren des Skeletes nach aussen. Diese Skelete zeigen einen wunderbar gesetzmässigen und complicirten Bau, wie wir aus der Betrachtung der folgenden hier vorliegenden Abbildungen ersehen, und alle diese merkwürdig complicirten Gehäuse werden von dem einfachen Protoplasma ausgeschieden — welches selbst von der veränderlichsten Form ist und in welchem selbst wir keine gesetzmässige Anordnung der Theilchen beobachten können.

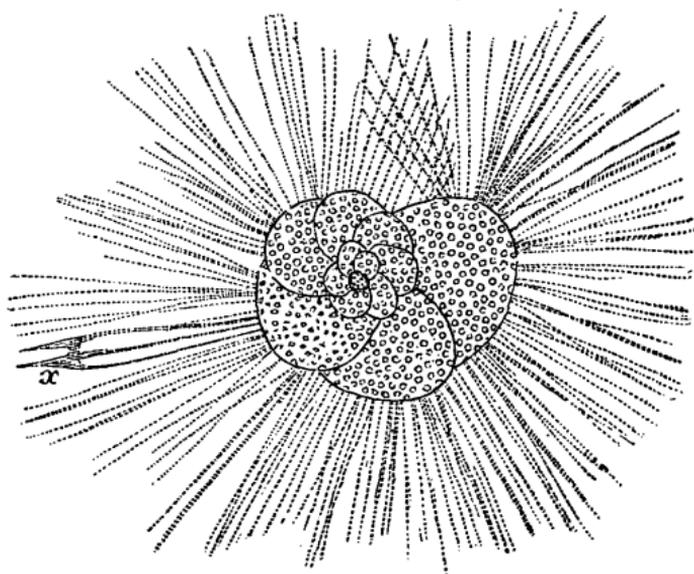
Wenn wir eine solche Foraminifere, z. B. die hier abgebildete *Rotalia*, in einem Wassertropfen auf ein Glastäfelchen bringen und mittelst des Mikroskops betrachten, so sehen wir zunächst beinahe alles Protoplasma innerhalb des Kalkskeletes zurückgezogen. Die *Rotalia* hat, durch die vorgenommenen Manipulationen gestört, alle Pseudopodien (Scheinfüsse) eingezogen. Nach einiger Zeit beginnt sie langsam dieselben aus den Poren des Gehäuses wieder vorzustrecken.

Die Pseudopodien sind hier lang und dünn, und bei reicher Entfaltung können sie sich verästeln und an ihren Enden zusammenfliessen, so dass an diesen Stellen ganze Ansammlungen von Protoplasma entstehen.

An den Pseudopodien lässt sich hier sehr gut die merkwürdige Erscheinung der Protoplasma-Strö-

mungen beobachten. Das Protoplasma der Pseudopodien besteht nämlich aus einer durchsichtigen Grundsubstanz und eingeschlossenen feinen Körnchen. Man sieht nun diese Körnchen längs der Pseudopodien in lebhafter Bewegung begriffen. Sie bewegen sich an der einen Seite des fadenförmigen Scheinfusses

Fig. 3. Nach Gegenbaur.



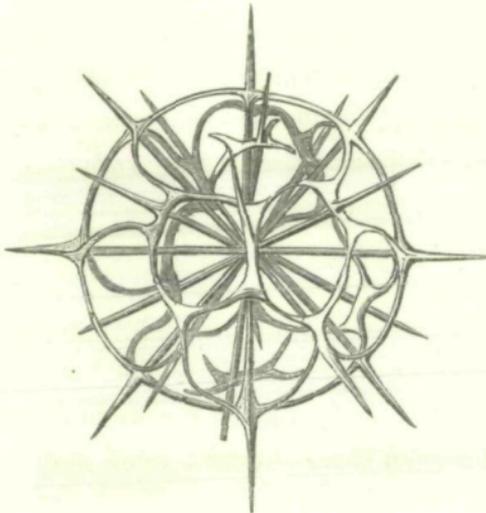
Eine Foraminifere (*Rotalia*) mit ausgestreckten Pseudopodien, die aus den Poren der mehrkammerigen Schale hervortreten. Bei *x* ist das peripherische Zusammenfließen mehrerer Pseudopodien dargestellt.

gegen die Spitze desselben hin, und eilen an der anderen Seite wieder in entgegengesetzter Richtung gegen die centrale Protoplasma-Masse des Rhizopodenkörpers. Diese Körnchenströmungen sind ein Ausdruck der lebhaften Bewegungs-Erscheinungen des Protoplasmas.

Eine ähnliche Fülle von gesetzmässig und regelmässig gebauten und meist die zierlichsten Formen

zeigenden Kieselskeleten finden wir bei der verwandten Gruppe der Radiolarien (Fig. 4). Wir kennen auch von diesen Tausende verschiedener Arten, von denen jede ihre bestimmte Form besitzt. Auch hier ist das merkwürdige formbestimmte Kieselskelet von dem einfachen formlosen Protoplasma ausgeschieden worden.

Fig. 4. Nach Haeckel.



Dorataspis bipennis. Die Kieselschale wird durch die gabelförmigen Querfortsätze von 20 regelmässig vertheilten Stacheln zusammengesetzt.

Eine andere Gruppe von einzelligen Thieren sind die Infusorien, die bekanntlich in zahlloser Menge namentlich unsere süßen Gewässer bewohnen. Die Infusorien zeichnen sich durch mancherlei weitere Ausbildung des Protoplasma-Leibes aus. Vor Allem hat sich eine festere äussere Grenzschichte des Protoplasmas ausgebildet, wodurch der Körper eine bestimmte Form annimmt. Der Körper der Infusorien

zeigt also nicht mehr jene wechselnde Gestalt der Rhizopoden. Wenn wir Infusorien unter dem Mikroskope betrachten, so sehen wir sie oft blitzschnell durch den Wassertropfen, der bei der starken Vergrößerung unser Gesichtsfeld repräsentirt, hinschiessen. Die Bewegung ist eine viel raschere und energischere, als bei den Rhizopoden. Dies ist durch eine neue Art von Bewegungswerkzeugen ermöglicht, die hier aufgetreten sind. Wir finden nämlich an der Oberfläche des Infusorienkörpers zahlreiche feine, haarähnliche Gebilde, die willkürlich beweglich und als eine Art von Ruder wirksam sind. Die Infusorien werden nach dem Besitze dieser Organe, welche Cilien heissen, als Ciliaten („Wimperlinge“) bezeichnet (Fig. 5 und 6).

Diese Cilien oder Wimpern sind nichts Anderes, als fadenartige Protoplasma-Fortsätze, welche eine erhöhte Beweglichkeit besitzen. Sie kommen nicht nur bei den Infusorien vor, sondern sind überhaupt eine im Thierreiche weit verbreitete Erscheinung.

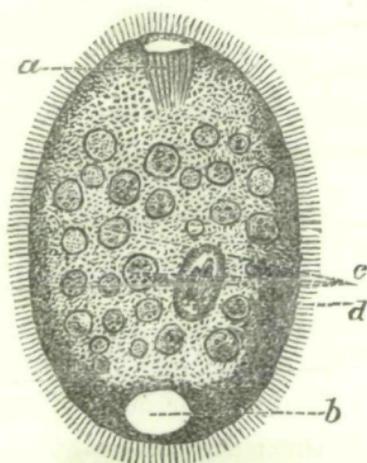
An dem Körper der Infusorien können wir noch mancherlei weitere Einrichtungen beobachten, so eine Oeffnung in der festeren Rindenschichte, welche den Eintritt der zur Nahrung dienenden Fremdkörper in das centrale Protoplasma gestattet.

Die Nahrungskörper, welche durch diese Oeffnung in das centrale Protoplasma gerathen, werden in diesem umhergetrieben und aufgelöst, gerade so wie die Nahrungskörper im Protoplasma der Amöben

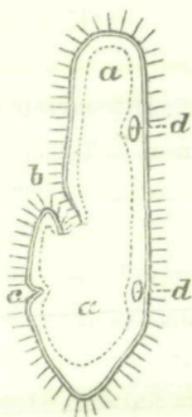
aufgelöst wurden. Wir kennen ferner Flüssigkeits-Ansammlungen, die stets an bestimmter Stelle auftreten und sich regelmässig nach aussen entleeren und dazu dienen, gewisse Stoffe aus dem Körper zu entfernen. Wir können in dem Protoplasma vieler Infusorien, welches, wie bei der Amoebe, die Fähigkeit der Zusammenziehbarkeit besitzt, gesonderte Faser-

Fig. 5. Nach Häckel.

Fig. 6. Nach Gegenbaur.



Ein Reistenthierchen (*Prorodon teres*)
 a trichterförmige Mundöffnung,
 b contractile Blase, c verschluckte
 Nahrungsballen, d Zellkern.



Schematische Darstellung der
 verdauenden Leibeshöhle
 eines Infusoriums (*Paramae-*
cium) a Protoplasma, b Mund-
 öfönung, c After, d contractile
 Blase.

systeme verlaufen sehen, welche diese Fähigkeit in erhöhtem Grade zeigen. Auch dunkler gefärbte Flecke werden im Infusorienkörper beobachtet, welche eine vermehrte Lichtempfindung der betreffenden Protoplaststelle ermöglichen.

Trotz dieser mannigfaltigen Einrichtungen hat der Infusorienleib noch immer den Werth einer ein-

zelenen Zelle. Die wesentlichsten Bestandtheile des Infusorienkörpers sind das Protoplasma, welches zum grossen Theil noch ganz ursprüngliche Beschaffenheit zeigt, und der Zellkern.

Die grosse Menge der höheren Thiere, welche sich durch eine viel complicirtere Organisation auszeichnen und in ihrer Grösse weit über die bisher betrachteten mikroskopischen Wesen sich erheben, sind nicht mehr von einer einzelnen Zelle gebildet, sondern ihr Körper ist aus einer ungeheuren Menge von Zellen zusammengesetzt. Wir haben an den einzelligen Infusorien gesehen, dass das Protoplasma der einzelnen Zelle complicirtere Einrichtungen annehmen kann, die zu einer Vervollkommnung der Organisation im Vergleiche zu den einfachen Amoeben hinführt.

Die Mittel aber, welche zu der Bildung der höheren (vielzelligen) Thiere führen, sind wesentlich verschieden von denjenigen, welche wir bisher kennen gelernt haben. Diese Mittel sind: die Vereinigung der Zellen zu Zellcolonien oder Zellenstaaten und ferner die Arbeitstheilung der Zellen im Zellenstaate.

Alle höheren Organismen besitzen zwar auch in einem gewissen Zeitpunkte ihres Daseins den einfachen Bau einer einzelnen Zelle. Bei diesen ist dies aber nur ein vorübergehender Zustand. Die Zelle vermehrt sich durch Theilung, und da alle Theilproducte miteinander im Zusammenhange bleiben, so entsteht eine Zellcolonie, welche den vielzelligen Körper der höheren Thiere bildet.

Die Zellen, welche den Körper des vielzelligen Thieres zusammensetzen, sind durchaus nicht gleichgeartet, sondern durch die weitgehendste „Theilung der Arbeit in dem Zellenstaate“ (Häckel) haben die Zellen der verschiedenen Körpertheile und Organe die mannigfaltigsten Verschiedenheiten in Bau und Function angenommen. Durch diese Arbeitstheilung sind in den verschiedenen Zellen verschiedene Functionen des Protoplasmas zu besonderer Ausbildung gekommen, während die anderen Functionen des Protoplasmas in den betreffenden Zellen mehr in den Hintergrund getreten sind. Dadurch sind die Zellen in ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältniss gerathen. Sie haben die Fähigkeit verloren, selbstständig ausserhalb des Verbandes des Zellenstaates zu existiren.

Während bei den einzelligen Wesen die einzeln lebende Zelle die Functionen der Bewegung, Empfindung, Ernährung, des Wachstums und der Fortpflanzung in sich vereinigt und so befähigt ist, selbstständig zu existiren, sehen wir an den Zellen der hochorganisirten vielzelligen Thiere die Fähigkeiten einseitig ausgebildet. Wir sehen Zellen, bei welchen die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, die Contractilität, besonders ausgebildet ist, und welche, meist in Massen vereinigt, als Muskeln die Bewegung vermitteln, andere Zellen, die der Aufnahme und Umwandlung der Nahrung dienlich sind, wieder andere, die sogenannten Ganglienzellen des Centralnervensystems, welche den höchsten Functionen der

Empfindung und des Denkens vorstehen. Und alle diese Leistungen, von den niedrigsten und einfachsten bis zu den höchsten und verwickeltesten, sind direct auf die Thätigkeit der Zellsubstanz, des Protoplasmas, zurückzuführen.

Wir wollen, um uns über die verschiedenen Fähigkeiten des Protoplasmas in den verschiedenartigen Zellen des höheren thierischen Körpers zu orientiren, verschiedene dieser Zellen kennen lernen.

Betrachten wir zunächst die Eizelle, welche dem ganzen vielzelligen Organismus den Ursprung gibt und welche also unendlich complicirteren Bedingungen Rechnung trägt, als jene Rhizopodenzelle, die das schöne, regelmässig gebaute Skelet ausgeschieden hat. Das Ei der Thiere ist eine einfache Zelle. Die wesentlichen Bestandtheile des Eies sind: das Protoplasma und der Zellkern, gerade so wie wir diese als die wesentlichen Bestandtheile des Körpers der Amoebe kennen gelernt haben.

Zu diesen ursprünglichen Bestandtheilen kommen bei verschiedenen Thieren noch andere minder wichtige hinzu. So gibt es z. B. schützende Hüllen, in welchen das Ei eingeschlossen ist. Ferner können in dem feinkörnigen Protoplasma des Eies gesonderte, geformte Reservestoffe vorhanden sein, die während der Entwicklung aufgelöst und in Protoplasma umgewandelt werden. Es sind dies die sogenannten Dotterkörnchen oder Dotterkörperchen. Dieselben sind in vielen mikroskopisch kleinen Eiern nur

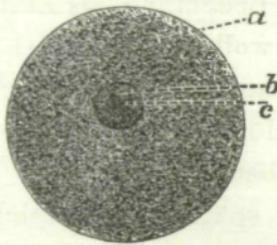
sehr klein und verhältnissmässig spärlich. Bei andern Eiern kommen sie in grossen Massen vor, und das bedeutend vergrösserte Ei ist dann einer mit Nahrung unmässig überladenen Amoebe vergleichbar. Zu beiden Kategorien gehören die Eier von Thieren aus den verschiedenartigsten Classen. Wir finden z. B. nahezu mikroskopisch kleine, nahrungsdotterarme Eier bei Würmern, See-Igeln, Weichthieren, Wirbelthieren, und in allen diesen Classen auch nahrungsdotterreiche Eier.

Wir haben hier (Fig. 7) ein an Nahrungsdotter armes Ei abgebildet, dessen Bedeutung als Zelle unmittelbar anschaulich ist. Wir wollen als Beispiel eines dotterreichen Eies das allbekannte Hühnerei betrachten. Im unreifen Zustande ist das Hühnerei von den dotterarmen Eiern, die wir eben betrachtet haben, nicht wesentlich verschieden. Erst später bilden sich besonders durch die massenhafte Ausscheidung von Dotterkörnchen, die Unterschiede heraus.

Die Schale des Hühnereies und das Eiweiss sind secundär hinzugekommene Theile, welche nicht zur Eizelle selbst gehören. Die eigentliche Eizelle wird durch den sogenannten Dotter des Hühnereies repräsentirt. Wir haben hier eine durch massenhafte Bildung von Dotterkörnchen in's Riesenhafte vergrösserte Zelle. Das Protoplasma ist in dem grössten Theile der Eizelle durch die massenhaft abgelagerten Dotterkörperchen verdrängt und bildet höchstens ein überaus zartes Netzwerk zwischen

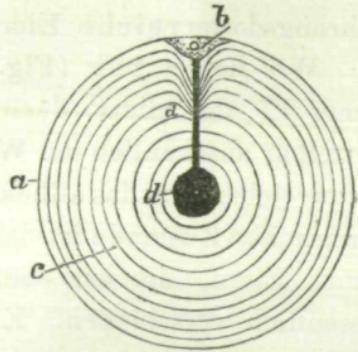
denselben. Nur an einer Stelle der Oberfläche des Dotters findet man eine grössere Menge Protoplasma zusammengedrängt und an dieser Stelle, also ganz excentrisch, liegt auch der Zellkern, oder, wie er an der Eizelle benannt wird, das Keimbläschen. Der wichtigste Theil des Eies ist auch hier das Protoplasma und der Zellkern, und die Stelle, wo dieselben liegen, ist es, von welcher die Entwicklung ihren Ausgang nimmt.

Fig. 7. Nach Gegenbaur.



Schematische Darstellung einer Eizelle, *a* Protoplasma, *b* Kern (Keimbläschen), *c* Kernkörperchen (Keimfleck).

Fig. 8. Nach Häckel.



Eine reife Eizelle aus dem Eierstocke des Huhnes im Durchschnitt. *a* Dotterhaut, *b* Narbe (Zellkern oder Keimbläschen), *d* Dotterhöhle mit weissem Dotter.

Wir können an dem Protoplasma der verschiedenartigen Eier, ob sie nun einem Wurme, einem Insect oder einem Wirbelthiere den Ursprung geben, keine wesentlichen Unterschiede nachweisen, und doch liegt in diesem Protoplasma die Bedingung sehr verschiedenartiger und unendlich complicirter Bildungen.

Wir müssen uns den fertigen Organismus mit seinen wunderbar mannigfaltigen und bis in's kleinste

Detail bestimmten Einrichtungen vor Augen halten, um nur eine schwache Vorstellung davon zu haben, welch' complicirte Bedingungen in dem scheinbar einfachen Protoplasma des Eies gegeben sein müssen, aus welchem sich jener complicirte Organismus entwickelt.

Bei der Entwicklung tritt zunächst eine Theilung der Eizelle ein und es wird eine Mehrzahl von Zellen gebildet, die anfangs nur geringfügige Unterschiede zeigen. In den meisten Fällen bilden diese Zellen die Wandung einer hohlen Kugel die, oft an der äusseren Oberfläche mit Wimpern bedeckt ist.

Dieses bläschenförmige Stadium, welches die meisten vielzelligen Thiere durchlaufen, repräsentirt die niedrigste Stufe, das einfachste Schema, auf welches die Organisation der vielzelligen Thiere zurückzuführen ist.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung bilden sich die Zellen dieser Blase in der verschiedenartigsten Weise aus. Die einen werden zu Zellen der schützenden Hautdecke, die anderen kleiden die verdauende Fläche des Darmes aus, andere werden zu Drüsenzellen, andere besitzen in erhöhtem Grade die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, sie bilden die contractilen Muskelzellen; wieder andere bilden die Zellen der Sinnesorgane, andere die Zellen des Nervensystems, welches die verschiedenen Theile des Körpers in Wechselbeziehungen setzt und zugleich der Sitz der geistigen Fähig-

keiten ist. Nur einige wenige Zellen erleiden keine charakteristischen Veränderungen; sie behalten im Wesentlichen die Eigenschaften der Eizelle bei und sie allein sind es, die auch die Fähigkeiten derselben erben: die Fähigkeit, einem solchen Organismus den Ursprung zu geben, wie er aus jener Eizelle, von welcher sie selbst abstammen, hervorgegangen ist. Sie repräsentiren selbst wieder junge, zur Fortpflanzung dienende Zellen.

Wir wollen nun einige jener mannigfaltig differenzirten Zellen betrachten und ihre Functionen kennen lernen.

Bei dem Aufbau der thierischen Körper spielen die flächenhaft angeordneten Zellen, die wir als Epithelien bezeichnen, eine grosse Rolle. Eine solche flächenhafte Anordnung der Zellen war eigentlich schon an jener hohlen Blase, welche wir als den einfachsten Typus des vielzelligen Thieres bezeichnen, vorhanden.

Durch mannigfache Einstülpung und Faltung der ursprünglich einfachen Blase entstehen die verschiedenartigsten hohlen Organe des Körpers, vor Allem der Darmcanal mit seinen Anhängen, die alle von solchen flächenhaft angeordneten Zellen, d. h. von Epithelien ausgekleidet sind.

Die Epithelien haben, je nach der verschiedenen Bestimmung der Organe, die verschiedenartigsten Functionen. So sehen wir hier Epithelien, die als äussere Decke des Körpers zum Schutze und zu

niederen Sinneswahrnehmungen dienen, wieder andere, die zu besonderen Sinnesapparaten umgestaltet sind, wieder andere, die den Darmcanal auskleiden und der Verdauung dienen.

Die contractilen Muskelzellen sind meist in die Länge gezogene Zellen, deren Protoplasma in erhöhtem Grade die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, besitzt. Oft ist die contractile Substanz in Form von gesonderten Fasern innerhalb des Protoplasmas ausgeschieden. An dem Aufbau einer solchen Faser kann sich auch eine Mehrzahl von Zellen betheiligen. Oft zeigen diese Muskelfäden das Phänomen einer feinen Querstreifung, welche auf einer eigenthümlichen Anordnung der contractilen Theilchen beruht.

In vielen thierischen Körpern spielen die sogenannten Bindesubstanzen, welche ein stützendes Gerüst für die anderen Zellen bilden, eine wichtige Rolle. In den Bindegeweben ist meist der grösste Theil des Protoplasmas in eine Zwischensubstanz umgewandelt, welche oft die Form von Platten oder Fasern oder auch von compacteren Massen annimmt. Dazwischen finden sich noch die spärlichen Reste von Protoplasma und Zellkern. Die Wirbelthierknochen gehören ebenfalls in diese Classe von Geweben. Die ausgeschiedene Substanz ist hier kalkhaltig und bildet die festen Bestandtheile des Knochengewebes. Zwischen diesen Kalktheilen sehen wir noch die sogenannten Knochenkörperchen, das

sind Protoplasmatheile mit Zellkernen, welche Ueberreste der den Knochen aufbauenden Zellen sind.

Es gibt noch eine grosse Anzahl verschiedenartig gebauter und verschiedenartig functionirender Zellen, die wir nicht alle hier aufzählen können.

Eine Art von Zellen müssen wir aber noch eingehender betrachten, die unser besonderes Interesse in Anspruch nehmen, weil sie den höchsten thierischen Functionen dienen. Es sind dies die Ganglienzellen, welche den wichtigsten Bestandtheil des Nervensystems der Thiere bilden.

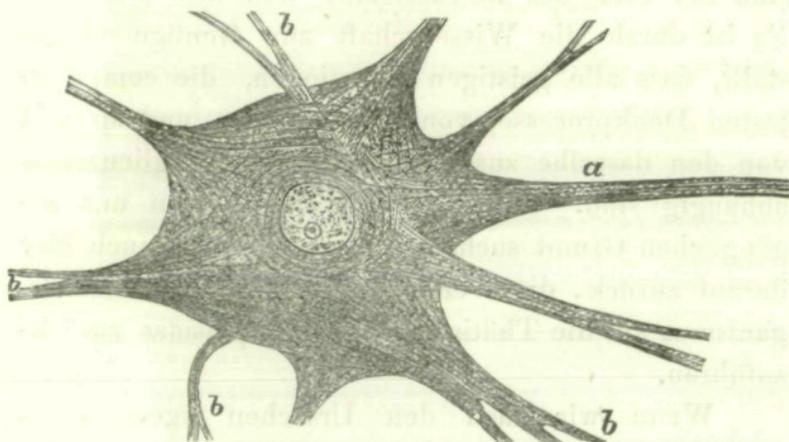
Wir können an der Ganglienzelle als wesentliche Theile das Protoplasma und den Zellkern unterscheiden. Man kann im Protoplasma manchmal eine äusserst feine Faserung erkennen, welche in die fadenförmigen Ausläufer der Ganglienzelle, die Nerven, übergeht.

Wir können also an der Ganglienzelle keine wesentlichen Abweichungen von der allgemeinen Zellstructur und selbst derjenigen der Amoebe erkennen, obzwar das Protoplasma dieser Zellen, wie wir sehen werden, befähigt ist, ganz merkwürdigen Leistungen zu dienen.

Die Ganglienzellen setzen mittelst der von ihnen ausgehenden Nervenfasern die verschiedenen Theile des Körpers in Beziehung zu einander. Es wird das Nervensystem daher auch als Beziehungs-Apparat bezeichnet. Wir wollen uns dies an einem einfachen Schema versinnlichen. Wenn irgend eine

empfindende Stelle der Körperoberfläche oder ein als specielles Sinnesorgan ausgebildeter Theil derselben von einem Reize — mechanischer, physikalischer oder chemischer Natur — getroffen wird, so wird dieser Reiz durch den Nervenfaden zu der Ganglienzelle geleitet und dieser mitgetheilt. Von der Ganglienzelle wird der Reiz mittelst eines

Fig. 9. Verkleinert nach Häckel.



Eine grosse verästelte Nervenzelle aus dem Gehirne eines elektrischen Fisches (Torpedo) mit Kern und Kernkörperchen, *a* einfache Nervenfaser, *b* verästelte Ausläufer der Nervenzelle.

zweiten Nervenfadens als Bewegungsimpuls auf den Muskel übertragen, der Muskel wird also durch Vermittlung der Ganglienzelle zu einer bestimmten Bewegung veranlasst. Es gibt aber eine grosse Anzahl von Ganglienzellen, und diese sind sowohl mit den verschiedenen Körpertheilen als auch untereinander durch Nervenfäden in Verbindung gesetzt; und so entstehen die complicirtesten Beziehungen zwischen den verschiedenen Theilen.

Die Ganglienzellen sind also diejenigen Theile des thierischen Körpers, wo Empfindung in Bewegung umgesetzt wird, sie sind die Centralpunkte, welche auf äussere Einflüsse hin die complicirtesten Functionen des Organismus veranlassen.

Die Ganglienzellen sind aber zugleich der Sitz der merkwürdigsten thierischen Fähigkeiten, sie sind der Sitz des Bewusstseins und des Denkens. Es ist durch die Wissenschaft zur Genüge festgestellt, dass alle geistigen Functionen, die complicirtesten Denkprocesse, von dem Gehirne und speciell von den dasselbe zusammensetzenden Ganglienzellen abhängig sind. Und wenn wir den letzten uns zugänglichen Grund suchen, so kommen wir auch hier darauf zurück, diese erhabensten Leistungen des Organismus auf die Thätigkeit des Protoplasmas zurückzuführen.

Wenn wir nach den Ursachen irgend eines Lebensprocesses fragen, sei es nun eine der einfachsten Lebensäusserungen einer Monere, oder seien es die höchsten Functionen des complicirten menschlichen Organismus, so werden wir überall auf die Thätigkeit des Protoplasmas als den letzten Grund zurückkommen.

Wir können die Lebenserscheinungen auf Thätigkeit des Protoplasmas zurückführen, wir wissen aber nichts über die feineren Vorgänge im Protoplasma selbst, welche diese Erscheinungen verursachen. Wir können trotz der ungeheuren Unter-

schiede der Leistungen der verschiedenartigen Zellen an dem Protoplasma derselben mit unseren jetzigen Hilfsmitteln nur sehr geringfügige Unterschiede nachweisen, da unsere Kenntnisse über die physikalische und chemische Beschaffenheit des Protoplasmas noch sehr unvollkommen sind.

Wir wollen das Wenige, das wir über die physikalische und chemische Beschaffenheit des Protoplasmas wissen, uns vor Augen halten.

Einige der physikalischen Eigenschaften des Protoplasmas haben wir schon kennen gelernt, so die durchsichtige oder durchscheinende Beschaffenheit, die eigenthümliche zähe-weiche — von Haeckel als festflüssig bezeichnete — Consistenz. Wir wollen hier noch einer wichtigen Eigenthümlichkeit Erwähnung thun, die zur Lebensthätigkeit des Protoplasmas in inniger Beziehung steht; diese Eigenschaft ist das Quellungsvermögen des Protoplasmas.

Ich will hierüber die Worte Haeckel's anführen: „Unter den physikalischen Eigenschaften des Plasson ist vor Allem ein starkes Quellungsvermögen oder die Imbibitionskraft hervorzuheben, die Fähigkeit, Wasser in wechselnder und oft höchst beträchtlicher Quantität aufzunehmen und gleichmässig zwischen seinen Molekülen zu vertheilen. Daraus resultirt der eigenthümliche weiche Dichtkeitszustand aller lebenden Gewebe, den wir als den festflüssigen Aggregatzustand bezeichnen. Er erscheint als eine nothwendige Vorbedingung

aller der verwickelten Molekularbewegungen, als deren Gesamtergebnis das „Leben“ sich darstellt.

Die Lebensthätigkeit des Protoplasmas ist also von der Verbindung mit reichlichen Mengen Wassers abhängig. Alle niedrigen Organismen leben auch im Wasser selbst und erst die höheren Organismen haben durch gewisse Einrichtungen, welche den Körper vor Austrocknung schützen, die Fähigkeit erlangt, ausserhalb des Wassers zu leben; auch ist denselben eine periodische Aufnahme von Wasser zum Ersatz der verdunsteten Mengen nöthig.

Diejenigen Wirbelthiere, die ausserhalb des Wassers leben, sind durch Verhornung der oberflächlichen Hautschichte, die Insecten durch ihren Chitinpanzer vor allzu schnellem Verluste des zur Lebensthätigkeit nothwendigen Wassers geschützt.

Wir kennen viele niedrige Thiere, die in einem Zustande der Austrocknung lebensfähig bleiben und wenn sie wieder mit Wasser in Berührung kommen, von Neuem aufleben. Doch mag auch im Zustande der Austrocknung eine geringe Menge Wassers an das Protoplasma gebunden gewesen sein, und wir müssen uns auch vorstellen, dass der Lebensprocess während dieses Zustandes nicht ganz erloschen, sondern nur bedeutend herabgedrückt sei.

Unsere Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung des Protoplasmas sind noch sehr unzureichend.

Wir wissen nicht einmal, ob das Protoplasma von einer einzigen chemischen Verbindung oder von

der mechanischen Mischung zweier oder mehrerer chemischen Verbindungen gebildet wird.

Namentlich Haeckel vertritt die Ansicht, dass das Protoplasma in vielen Fällen eine vollkommen homogene, gleichmässige Substanz sei. Andere wieder, wie Jäger, wollen überall zwei verschiedene Substanzen annehmen, die in beständiger Wechselwirkung stehen. Und wir unterscheiden thatsächlich in den meisten Fällen in der hellen Grundsubstanz zahlreiche feine Körnchen. Schon hierin liegt eine grosse Schwierigkeit für die Erkenntniss der chemischen Zusammensetzung des Protoplasmas.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die verschiedenartigen Leistungen des Protoplasmas, die wir früher kennen gelernt haben, von Variationen in der chemischen Zusammensetzung des Protoplasmas abhängig sind.

Diejenigen Substanzen, welche wir Protoplasma nennen, sind in verschiedenen Fällen von verschiedenartigen, wenn auch ähnlichen chemischen Verbindungen zusammengesetzt.

Haeckel äussert sich hierüber folgendermassen: „Es ist gestattet, die sämtlichen Plasson-Körper als eine einzige grosse Gruppe nächstverwandter Verbindungen anzusehen und als Plasson-Gruppe zusammenzufassen.“ — — — — „Alles Wesentliche, was wir bisher von der Plasson-Gruppe wissen, lässt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen. Die Plasson-Gruppe bildet einen Theil der grösseren Gruppe der Eiweissstoffe (Proteïn-Körper oder Albuminate).

Gleich den übrigen Eiweisskörpern sind auch die Plasson-Körper durch ausserordentlich verwickelte atomistische Zusammensetzung ausgezeichnet. Immer sind wenigstens fünf Elemente in jedem Molekül vereinigt, und zwar durchschnittlich in folgender procentischer Zusammensetzung: 52—55 Procent Kohlenstoff, 6—7 Procent Wasserstoff, 15—17 Procent Stickstoff, 21—23 Procent Sauerstoff und 1—2 Procent Schwefel. Die Art und Weise, in welcher die Atome dieser Elemente in jedem Plasson-Molekül zur Bildung einer chemischen Einheit zusammentreten, ist offenbar eine höchst verwickelte und eigenthümliche und steht in directem Zusammenhange mit den Lebenseigenschaften dieser wichtigsten Verbindung. Denn die Summe von physikalischen und chemischen Processen, welche wir mit einem Worte „Leben“ nennen, ist offenbar in letzter Instanz durch die Molekular-Structur des Plasson bedingt.”

Zu allen Zeiten gab es in allen Zweigen der Naturwissenschaften gewisse Schlagworte, die uns geradezu den jeweiligen Stand der Wissenschaft versinnlichen.

In unserer so oft als „die materialistische“ bezeichneten Epoche ist überall die Materie das Schlagwort, welches uns bezeichnet, wie weit unsere Erkenntnisse vorgedrungen seien. Darüber hinaus gibt es in unserer jetzigen Naturwissenschaft kaum eine Frage, geschweige denn eine Antwort.

Auch in der Wissenschaft der Lebewesen, der Organismen, ist es die Materie, die organische Substanz des Protoplasmas, auf welche wir überall als auf den letzten erkennbaren Grund der Erscheinungen verwiesen werden.

Das „Protoplasma“ ist das Schlagwort, welches uns die Grenze und damit auch die Unzulänglichkeit unserer jetzigen Erkenntniss der Organismen bezeichnet.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Hatschek Berthold

Artikel/Article: [Ueber das thierische Protoplasma. 449-479](#)