

mosphäre keinen lässt, deren procentischer Gehalt an Sauerstoff geringer ist, als in der gewöhnlichen Luft. Hingegen wird bei keimenden stärkehaltigen Samen, sowie bei Blütenknospen und reifenden Früchten von *Papaver somniferum* und *Ricinus communis* eine solche Abhängigkeit der Atmung von der Größe des Sauerstoffdrucks nicht oder nicht in solchem Grad beobachtet: dieselben atmen in reinem Sauerstoff und in gewöhnlicher Luft mit der nämlichen oder nahezu mit der nämlichen Energie.

Aber selbst in den Fällen, in welchen ein entschiedener Einfluss des gesteigerten oder verminderten Sauerstoffdrucks beobachtet wird, bleibt das Verhältniss des eingeatmeten Sauerstoffs zu der ausgeschiedenen Kohlensäure unverändert, so dass, wenn die Sauerstoffabsorption gesteigert oder herabgesetzt ist, auch die Kohlensäureproduktion proportional wächst oder fällt. Nur wenn der Sauerstoffdruck so sehr herabgesetzt wird, dass infolge dessen die Absorption dieses Gases durch die Pflanzen erschwert ist, wird neben der normalen Atmung auch unabhängig vom Sauerstoff Kohlensäure producirt und dann wird auch das Verhältniss beider Gase alterirt. Aus diesen Beobachtungen schließt nun Godlewski, dass die normale oder Sauerstoffatmung in keinem direkten Verhältniss zur intramolekularen Atmung steht, mit andern Worten, dass sie kein Bestandteil der intramolekularen Atmung sei, sondern dass beide Processe unabhängig je nach den äußern Bedingungen bald nebeneinander bald nacheinander verlaufen. Denn würde die Kohlensäureproduktion bei der normalen Atmung nicht direkt von der Sauerstoffabsorption abhängig sein, so müsste mit der Verminderung der letztern das Verhältniss des eingeatmeten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure sich ändern und zwar mehr Kohlensäure producirt werden, als die eingeatmete Sauerstoffmenge deren liefern könnte. Da dies aber nicht der Fall ist, so kann bei freiem Sauerstoffzutritt von einer intramolekularen Atmung nicht die Rede sein, und der Behauptung, dass sie ununterbrochen während des ganzen Lebens der Pflanze tätig und die bedingende Ursache der normalen Atmung sei, wird jeder Grund entzogen. Nur wenn Reduktionsprocesse in den Pflanzen oder deren Organen stattfinden, wie dies bei reifenden Früchten mit fetthaltigen Samen wirklich der Fall ist (Umwandlung der Stärke in Fett), wird auch bei ungehindertem Sauerstoffzutritt die Kohlensäureproduktion über die Sauerstoffcinnahme prävaliren und dann könnte man auch von einer die normale Atmung begleitenden intramolekularen Atmung reden.

**Prazmowski** (Dublany).

### Ueber tierisches Protoplasma. I.

Das Protoplasma ist lebendige Materie. Wo immer Lebenserscheinungen sich vollziehen, sind sie an Protoplasma gebunden.

Als eine durchsichtige, nahezu farblose, etwas zähflüssige Masse tritt sie auch selbstständig auf und kommt im Wasser, in Form von mikroskopischen Gallertklümpchen vor. So stellt sie Wesen dar, die auf der niedersten Stufe tierischer Gestaltung stehen. Keine Organisation ist an ihnen wahrnehmbar, nur eins ist sicher, die Plasmamasse lebt. Sie besitzt in dieser einfachsten Form schon die Eigenschaft der Kontraktilität und der Reizbarkeit und zeigt einen Wechsel von längst bekannten Bewegungen und eine große Reihe verschiedener Zustände. Seit Dujardin vor 40 Jahren das Vorkommen dieser „umgeformten“ kontraktilen Substanz, der „Sarkode“, wie er sie nannte, bei vielen niedern Tieren nachgewiesen hat, ist dieselbe unausgesetzt studirt worden. Als dann die Entdeckungen von Schwann und Schleiden den wichtigen Aufschluss brachten, dass alle organisirten Wesen aus Zellen aufgebaut sind, und dass die physiologischen und pathologischen, die tierischen wie die pflanzlichen Lebensvorgänge ihren Sitz in der Zelle haben, war die neue Bahn der Forschung betreten, welche jetzt zu der weitem Erkenntniss geführt hat, dass in der Zelle das Protoplasma es ist, dem der Hauptanteil an den Vorgängen zukommt. Die Zellentheorie erfährt durch diese Entdeckung eine wesentliche Erweiterung, welche zunächst darin liegt, dass der innerhalb der Zellen wirkende Bestandteil unserer Vorstellung näher rückt. Jetzt wird das Protoplasma der Mittelpunkt der biologischen Theorien, denn jeder Vorgang innerhalb der lebendigen Wesen steht mit ihm in direktem Zusammenhang. Es ist nicht die Absicht hier vollständig die großen Resultate zu schildern, welche im Laufe der letzten vier Jahrzehnte durch die Erforschung des Protoplasmas erreicht worden sind, sondern nur einige Erscheinungsformen desselben ins Auge zu fassen und mit Rücksicht auf die Phänomene der Bewegung zu besprechen. Gerade die Bewegung ist die ergiebigste Quelle für das Verständniss der physiologischen Eigenschaften dieser lebendigen Substanz geworden. Aber auch hierin werden die Erörterungen mehr fragmentarisch sein, indem wir für eingehendere Studien auf den Artikel von Th. W. Engelmann: Physiologie des Protoplasmas und der Flimmerbewegung (Handbuch der Physiologie von L. Hermann 1. Bd. 1879) verweisen.

Unter den zahlreichen Erscheinungsformen tierischen Protoplasmas gibt es eine, die ohne Hülle — nackt, also frei lebend im Süß- und Seewasser vorkommt, und die seit langer Zeit als klassisches Paradigma dieser Substanz gilt. Im Innern ohne irgend welche Differenzirung, bildet sie doch den Leib einer großen Reihe von Protozoen, deren Leben in den verschiedenen Phasen der Ausdehnung, Zusammenziehung, der Nahrungsaufnahme, der Nahrungsabgabe und der Vermehrung noch immer zahlreiche Probleme in sich schließt. Der ganze Körper mancher Amöben besteht aus einem flachen, kuchenartigen Brei von mikroskopischen Dimensionen, in welchem weder

ein Kern, noch irgend ein anderes bestimmtes Gebilde zu sehen ist. Eine besondere Berühmtheit hat die *Amoeba diffluens* aus dem Süßwasser erlangt, deren physiologische Eigenschaften von vielen Seiten geprüft wurden, dann die *A. porrecta*, *A. globularis* u. s. w. (M. Schultze) und die *Protamoeba primitiva* (Haeckel). Trotz der Abwesenheit jeder innern Differenzirung ist dennoch diese Substanz der Sitz aktiver Formveränderungen. Fortsätze, sog. Pseudopodien drängen sich aus der Substanz hervor und werden wieder zurückgezogen. Oder in einen keulenförmigen Fortsatz strömt mehr und mehr Körpersubstanz nach, und zuletzt hat die Amoebe ihren Ort im Raum verändert. Diese Bewegungen erfolgen spontan, aus dem Innern heraus, also ohne äußern Anstoß. Wichtig ist dabei die Tatsache, dass bei diesen niedern Organismen, gerade wie bei den Zellen der Pflanzen und Tiere überhaupt, die Bewegungen durch die verschiedensten Reize ausgelöst werden können, durch Wärme, Elektrizität, chemische Substanzen u. s. w. (M. Schultze, Kühne, Engelmann u. A.). Die Reizbarkeit ist also eine fundamentale Eigenschaft alles lebendigen tierischen Protoplasmas. Sie ist eine dieser Substanz inhärente Fähigkeit. Kontraktilität und Reizbarkeit gehören zusammen, wie Licht und Auge oder Wärme und Elektrizität. Ohne diese beiden Eigenschaften ist keine Zelle und kein Zellenstaat denkbar, also kein Organismus, selbst nicht derjenige der allereinfachsten Wesen. Durch diese Qualitäten werden die Amoeben gleichsam Maßstab und Vergleich für die physiologischen Vorgänge im Protoplasma auch der hochorganisirten Wesen. Setzen sie doch alle Bewegungsphänomene in und an den Zellen, die der Muskeln nicht ausgenommen, erst in das rechte Licht. Alle diese Formelemente werden als selbstständige „Elementarorganismen“ aufgefasst und mit diesem Ausdruck auch dann bezeichnet, wenn sie Teile eines complicirten Organismus sind. Kontraktilität und Reizbarkeit des Protoplasmas ist an Allen in höherm und geringerm Grade nachzuweisen; so sind es z. B. die weißen Blutkörperchen gewesen, welche als ein vorzügliches Objekt der Beobachtung die Tragweite dieser beiden Grundphänomene des Protoplasmas für den gesunden und kranken Organismus am meisten verstehen halfen. — In der individuellen Selbstständigkeit des frei in der Natur lebenden Protoplasmas spiegelt sich die Selbstständigkeit der „Elementarorganismen oder Zellen“. Die Amoebe bleibt trotz der primitiven Lebensstufe, selbst dann, wenn sie sich in die feinsten Fäden auszieht, selbstständig, individualisirt. Sie leistet dem Vordringen des umgebenden Wassers siegreichen Widerstand, so lange sie lebt, obwol keine Membran, keine festere Grenzschicht als schützende Hülle ihr dabei zu Hilfe kommt. Das Fehlen der Grenzschicht bei vielen Protozoen ist zweifellos, und die ebenerwähnte Kraft des Protoplasmas dadurch nur aus dem Wesen des Organismus erklärbar. Dieses individualisirte Eiweißklümpchen wahrt sich des Weitern seine Selbst-

ständigkeit auch dann, wenn sich Individuen derselben Art berühren. Die Pseudopodien verschmelzen niemals mit einander. Es existirt also nicht nur ein Unterschied zwischen der Körpermasse verschiedener Arten, selbst die Leiber derselben Species, bei denen man doch die größte Gleichheit in der Zusammensetzung voraussetzen muss, sind bis in die feinsten fließenden Fäden hinein individualisirt. Bei den komplizirten Organismen können wir mit freiem Auge die individualisirende Fähigkeit der Natur innerhalb derselben Species direkt wahrnehmen, bei den hier in Betracht kommenden Protozoen gestattet nur die Beobachtung während der Bewegung diese gesicherte Folgerung<sup>1)</sup>.

Zunächst sollte man das Gegenteil erwarten.

Die Vorstellung von der absoluten Identität solcher Wesen hat notwendig die Vermutung mangelhafter Individualisirung im Gefolge. Sie steht gleichsam wie ein Postulat der Descendenztheorie in dem Vordergrund. Hatte doch beim Auffinden des *Bathybius* der Gedanke durchaus nichts ungeheuerliches, dass wir einem geologischen Stratum von lebendigem Protoplasma gegenüberstehen, in welchem die Natur den ersten Versuch macht, zur Individualisirung des Stoffes emporzusteigen. Allein so weit die feststehenden Ergebnisse der Beobachtung Aufschluss geben, treten uns nur sehr scharf geprägte Individuen entgegen. Die Individuen derselben Art aus den hier in Betracht kommenden Protozoen fließen also unter einfachen Verhältnissen nicht ineinander. Die Erklärung, dass eine trennende Hülle allerfeinsten Art eine solche Vermengung des lebendigen Eiweißes unmöglich mache, ist hinfällig gegenüber der Wahrnehmung, dass die Fortsätze desselben Individuums sich leicht vereinigen. Die Kraft der Individualität ist also bei den Amöben wie bei den Polythalamien eine sehr große — obwol sie für jetzt unerklärbar ist und wie die Kontraktilität und die Reizbarkeit ein Geheimniss der Natur, hier des Protoplasmas, wol noch lange bleiben wird. Dieselbe Fähigkeit erscheint bei den zusammengesetzten Organismen nur wenig verkümmert wieder in der Individualisirung der Zelle. Nicht allein derjenigen, die mit einer Membran versehen sind, bei denen ein hoher Grad von Selbstständigkeit natürlich erscheint, sondern gerade der nackten Protoplasamassen, für welche der Ausdruck Elementarorganismen oder Bionten (Haeckel) im Hinblick auf die Amöben besonders passend erscheint. In dieser Hinsicht sind wieder die farblosen Blutkörperchen am genauesten gekannt. Ihr nacktes Protoplasma zeigt unter normalen Verhältnissen einen ausgeprägten individuellen Charakter. So begegnen sie sich

---

1) In der That fehlt es nicht an Fällen dieser Art, aber sie gehören entweder unter die Rubrik der Konjugation, oder das Zusammenfließen der Pseudopodien ist ein Stadium aus einem Formenkreis, der durch verschiedene Entwicklungsstufen hindurchgeht (bei *Myxodictyum*) [Haeckel.]

häufig im Strom der cirkulirenden Säfte, aber selbst nach längerem innigem Kontakt verschmelzen ihre Leiber nicht, sie trennen sich wieder, um ihre Funktionen getrennt zu erfüllen. Im Furchungsprocess erfolgt die Individualisirung einer größern Protoplasmanasse in selbstständige kleinere in sehr kurzer Zeit und unter den Augen des Beobachters. Ohne Membran bleiben auch die Furchungskugeln trotz der dichtesten Gruppierung democh selbstständig. Die Trennung des Protoplasmas in kleine selbstständige Lebensformen erscheint als allgemeine Regel <sup>1)</sup>. Bis zu welchem Grade die Selbstständigkeit der Zellen im Tierkörper anwachsen könne, zeigen namentlich auch pathologische Elementarorganismen, welche in fremde Gebiete desselben oder eines andern Organismus verpflanzt, durch Weiterentwicklung oft einen beklagenswerten Beweis von der Dauerbarkeit der individualisirten lebendigen Materie zu geben vermögen (Krebszellen).

Virchow hat wol am frühesten und am vollständigsten den individuellen Charakter der aus dem Protoplasma gebornen Zelle ausgesprochen, als er sie wirklich als das letzte Formelement aller lebendigen Erscheinung hinstellte und die eigentliche Aktion in dieselbe verlegte. Seit jener Zeit liegt eine reiche Periode unausgesetzter fruchtbringender Arbeit vor uns. Ihr Ergebniss lässt das im Innern der Zelle liegende „aktiv“ tätige deutlicher erkennen: kontraktiles, reizbares, und individualisirtes Protoplasma.

Bei einer großen Zahl von Protozoen sind diese hervorragenden Eigenschaften der lebendigen Substanz vollkommen nachweisbar, ohne dass im Innern irgend ein andrer Körper, ein „Kern“ enthalten wäre. Auch das ist eine bedeutungsvolle Erfahrung geworden, und war ein willkommenes Argument in jenem langen Streit „was man eine Zelle zu nennen habe“. Nach unsern hentigen Erfahrungen über die große Rolle, welche dem Kern bei höherer Differenzirung des Protoplasmas zukommt, muss man wol notgedrungen verschiedene Zellenformen unterscheiden, solche nur aus lebendiger Materie ohne Kern, solche mit Kern und solche mit Kern und Membran. Mir scheint Haeckel's Versuch einer ähnlichen Klassifikation (Generelle Morphologie) beachtenswert, und man wird sich einer eingehenden Diskussion auf die Dauer wol kaum entziehen können. Wie auch der endgiltige Entscheid ausfalle, die Protozoen wie die elementaren Einheiten der höher organisirten Wesen fordern dringend eine Entscheidung. Huxley (Grundzüge der Anatomie der wirbellosen Tiere) sieht sich veranlasst, die Protozoen in eine niedere und eine höhere Gruppe zu teilen. In der erstern — derjenigen der Moneren — ist kein besonderes Gebilde im Protoplasma des Körpers zu unterscheiden; in der letztern — derjenigen der Endoplastica — ist ein bestimmter Teil

1) Die Riesenzellen sind wol als Uebergangsformen aufzufassen. Zweifellos ist dies z. B. bei bestimmten Hodenepithelien zur Zeit der Samenbildung.

der Substanz (der sog. Nucleus) von der übrigen Masse zu trennen. Es ist zunächst gleichgiltig, ob dieser Endoplast mit dem bekannten Kern der Zelle identisch ist, der Schwerpunkt liegt in der Differenzirung des Protoplasmas.

Bei den Protozoen lässt sich deutlich erkennen, wie zahlreich die Uebergänge sind bis zur endlichen Gestaltung eines Kerns, der, soviel wir jetzt wissen, bei den complicirten Wesen sofort mit bestimmten Qualitäten geprägt ist. Dass er eine höchst bedeutende Rolle spielt, überall wo er vorhanden ist, zeigen die neuesten Untersuchungen in unverkenubarer Weise. Mit seinem Auftreten wird zweifellos ein Teil der Qualitäten des „ungeformten“ Protoplasmas auf ihn übertragen, er scheint das Centrum zu sein, von dem aus die Vermehrung der Elementarorganismen nach einem bestimmten Modus beherrscht wird. Die Schöpfung des Nucleus, welche allmählich von der Stufe festerer Protoplasmaballen (bei den Protozoen) weitergerückt ist, ist nach dem Entstehen der ungeformten lebendigen Materie, vielleicht der nächste große Gewinn in der Organisation gewesen. In dem Protoplasma der kernlosen Amöben erfolgt die Vermehrung durch einfache Teilung. Die kontraktile Substanz spaltet sich und jeder Teil enthält die gleichen Eigenschaften. Bezüglich der mit differenzirtem Protoplasma versehenen Protozoen ist der Vorgang der Vermehrung und die Beteiligung des Kerns mannigfaltig<sup>1)</sup>, während eine große Gleichmäßigkeit des Vorgangs dafür bei den aus der Eientwicklung entstandenen Elementarorganismen nachgewiesen ist. Bei den letztern ist die Rolle des Kerns eine so hervorragende, dass man in der jüngsten Zeit mit gutem Grund den Ausspruch wagen konnte, „omnis nucleus e nucleo“ (Flemming); das weite Gebiet des Pflanzenreichs gibt eine wesentliche Stütze für einen solch allgemeinen Satz. Eine große Reihe genauerer Untersuchungen hat übereinstimmend dargetan, dass die Vorgänge der Zellbildung und Zellteilung sich in nahezu gleicher Weise hier wie dort abspielen. Aber man darf niemals vergessen, dass die Natur von dem ungeformten Protoplasma kernloser Amöben zu der Differenzirung des Kerns sich erheben musste, dass sie uns noch heute im Bereich der Protozoen lebendiges Protoplasma ohne Kern vorführt mit allen Fähigkeiten zu unendlicher Vermehrung, zu Bewegung und Stoffwechsel ausgerüstet, dass es also eine Stufe gibt, auf welcher dasselbe neben der Kontraktilität und der Reizbarkeit die Individualisirung des neuen aus der Ernährung zugeführten Protoplasmas ohne Beteiligung eines Kerns

---

1) Ein kurzer Einblick in die Arbeiten von R. Hertwig (Jenaische Zeitschrift Bd. XI, 1877; Fo1 (Mém. de la Soc. de Phys. etc. de Genève T. XXVI, 1879; F. E. Schultze (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX) u. A. zeigt, dass die Natur auf manche Weise die Beteiligung des differenzirten Protoplasmas (des Nucleus) an der Vermehrung der Zellen abändert.

vermittelt. Es bleibt also trotz alledem die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sich auch bei höher organisirten Wesen Kerne aus dem Protoplasma bilden, wie dies ja doch einmal geschehen musste und auch geschehen ist.

Das ist ein Grund mehr gerade auch dem elementaren Protoplasma, das den Kern umgibt, noch weitere Aufmerksamkeit zuzulenken. Es liegt schon eine große Menge von Beobachtungen vor, welche sich auf normale und pathologische Substanzen beziehen, auf Fette, Farbstoffe aller Art, welche in ihm vorkommen. Obwol der Wert dieser Tatsachen keineswegs zu unterschätzen ist, so verdienen doch alle jene Erscheinungen hier vorzugsweise Berücksichtigung, welche als Fortsätze und als Verdichtungen eine feinere anatomische Struktur<sup>1)</sup> im Protoplasma andeuten.

Bei den Pflanzenzellen ist das Protoplasma in weitaus den meisten Fällen getrennt von dem „Zellsaft“. Wo immer in den Zellen der Tiere eine solche Trennung mikroskopisch nachweisbar ist, muss sie verfolgt werden, weil die Kenntniss des Protoplasmaabreies dadurch gewinnt. Ein Fachwerk von Protoplasmasträngen in Fäden geschieden, festere Züge, Fasern sind schon wiederholt beschrieben worden, sowol in dem Inhalt der Zelle als in dem Kern. So sind z. B. die Schleimzellen der Fische und Amphibien nach dieser Richtung hin ausgezeichnet (Leydig). Zwischen Protoplasmafäden findet sich ein Zellsaft. An den Knorpelzellen ist sehr häufig ein solcher Unterschied nachzuweisen. In ihrem Körper sind abwechselnd hellere und dunklere Partien, also festere und weniger feste lebende Substanz wol erkennbar. An den Nervenzellen sind Verdichtungen des Protoplasmas nachweisbar, ebenso wie im Innern ihrer Kerne. Namentlich ist bei ihnen die Trennung in Kernprotoplasma und Kernsaft seit lange anerkannt. Ich erinnere ferner an die Beschreibungen unreifer Eier z. B. von *Toxopneustes lividus*. Ein Netzwerk erstreckt sich von den Keimflecken nach der das Ganze umhüllenden Membran hin. In den Maschen befindet sich selbstverständlich eine Substanz von geringerm Kohäsionsgrade und einem andern Lichtbrechungsvermögen. In vielen Fällen zeigt sowol bei den Medusen als bei den Siphonophoren und Ctenophoren das reife Ei einen Gegensatz zwischen zwei Bestandteilen. Der äußere Teil setzt sich aus einem dichten Protoplasma zusammen, während der innere aus einer schwammigen Protoplasma-masse besteht, welche in ihre Maschen eine mehr flüssige Substanz aufnimmt.

1) G. Klebs hat in dem Artikel: Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasma-bewegung (Centralbl. I. Nr. 16, 17 u. 19) sich bezüglich dieses Punktes auf einen mehr negativen Standpunkt gestellt, den ich nicht theile, obwol ich mit ihm darin übereinstimme, dass die Angaben über Struktur noch keine Klarheit bringen werden über das Wesen der Bewegung. Wenn aber auch das Ende nicht abzusehen ist, verdient der Anfang wenigstens einige Beachtung.

Gesichert ist ferner die Angabe über streifenartige Verdickung des Protoplasmas im Innern vieler Flimmerzellen, wenn auch die Bewegung der Flimmerhaare damit wol in keinem Zusammenhang steht; ferner die Existenz von Fadennetzen in den roten Blutkörperchen der Wirbeltiere. Diese Beispiele ließen sich noch mehrten, aber sie genügen zunächst für den Nachweis verschiedenartiger Organisation des Protoplasmas, wenn auch diese erwähnten Zeichen einfachster Art sind. Im Ganzen fangen sie erst in der jüngsten Zeit an, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, welche bis dahin zu einem großen Teil von den Bewegungsvorgängen an lebenden Elementarorganismen in Anspruch genommen wurde. Seit v. Siebold auf die Rotationen der Planarieneier hingewiesen hat, sind dieselben Bewegungen von *Hydra* und *Halisarca* an, bis hinauf zu den Säugetieren beobachtet worden mit den verschiedensten Modifikationen. Es ist dabei wol zu beachten, dass nicht allein der ganze Dotter Rotationen ausführt, ehe noch die Furchung beginnt, er zieht sich auch zusammen, im Ganzen und in einzelnen Teilen, es erfolgt also eine Reihe von Kontraktionen, welche auf sehr beträchtliche Verschiebungen im Innern schließen lassen (Freiwerden von Spannkraften).

Höchst auffallend sind die pseudopodienartigen Fortsätze am Ei von *Hydra* (Kleinenberg) und *Toxopneustes variegatus* (Selenka). Von der peripheren Lage des Protoplasmas strecken sich durch die Zona radiata Ausläufer, um von außen her vielleicht Nahrung aufzunehmen. Diese Fortsätze sind anfänglich groß und unregelmäßig, werden aber bald feiner und erlangen eine strahlenförmige Anordnung. Sie werden später zurückgezogen. Hier lässt also das in die Eimembran eingeschlossene Protoplasma etwas von jenem physiologischen Vorgang direkt beobachten, den wir von jedem Ei und jeder Zelle voraussetzen müssen trotz der Existenz einer festern Grenzschichte, nämlich bestimmte Beziehungen zu der Nahrungssubstanzen enthaltenden Umgebung. Protoplasmafortsätze strecken sich vor wie Organe, um nach vollendeter Funktion wieder zurückgezogen zu werden. Der sogenannte „Attraktionskegel“ ist eine verwandte Erscheinung. Sobald die Spermatozoen durch die Eihaut in die Nähe des Dotters gelangen, treffen sie auf Verlängerungen des Eiprotoplasmas. Ist dies der Fall gewesen, dann sinkt der Kegel zurück und zieht den befruchtenden Faden in das Innere. An der betreffenden Stelle tritt dann vorübergehend eine kleine Grube auf. Wol kann als nächste Ursache für diese Vorgänge eine Fernwirkung der Spermatozoen gelten. Allein diese naheliegende Erklärung nimmt der Bewegung des Protoplasmas nichts von ihrer seltsamen, fast möchte man sagen vernünftigen, Energie, sondern zeigt nur aufs Neue den hohen Grad von Reizbarkeit, welcher ihm innewohnt. Jetzt, wo eine Reihe von Beobachtern noch mit dem Studium dieser Vorgänge beschäftigt ist, mögen vielleicht schon die nächsten Wochen uns Modifikationen des



Verhaltens kennen lehren, wie denn in der Tat nach Aug. Müller, Calberla, Kupfer und Benecke, Fol, Bütchli, O. Hertwig u. A. manche Verschiedenheiten bestehen; immerhin steht soviel fest, dass dem Spermafaden durch das Verhalten des Protoplasmas und zwar durch eine Reihe von Bewegungen das Eindringen erleichtert wird, dass sich bis zu dessen erfolgter Aufnahme der Protoplasma-brei höchst eigenartig verändert und weitgehende innere Vorgänge andeutet.

Es ereignet sich dasselbe *mutatis mutandis*, wie bei der Amöbe, die sich eine Navicelle mit ihrem „ungeformten“ Protoplasma einfängt, oder deren lebendiger Brei um Paramäcien und Colpoden sich herumgießt. Hier übt die Nahrung einen Reiz und die ausgelösten Bewegungen lassen nichts an Zweckmäßigkeit zu wünschen übrig. Nach allem, was bei den beschalteten Rhizopoden vorgeht, wissen wir, dass selbst die aus dem Körper hervorgestreckten feinen Fäden die Nahrung ergreifen können. Also selbst den dünnsten Pseudopodien ist der hohe Grad von Reizbarkeit eigen: die Nahrung löst eine Reihe von Kontraktionen des Protoplasmas aus, die Fäden ergreifen und ziehen an sich, und nehmen in sich auf, wie dort der Protoplasma-ball des Eies.

Ist von Bewegungen des Protoplasmas die Rede, dann verdient auch jene mit so großem Erfolg beobachtete Reihe von Vorgängen eine Berücksichtigung, welche mit der Reife des Eies beginnt und mit der Anlage des Embryo endet. Nicht ihre Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte kommt hier in Betracht, sondern das Gemeinsame jener physiologischen Umlagerungen und sichtbaren Veränderungen innerhalb tierischen Protoplasmas. Seit einige homologe Phasen bei den mit Kern versehenen Zellen des Tier- und Pflanzenkörpers nachgewiesen sind, zeigt sich erst recht evident, dass jede Zelle einen Teil der dem Ei innewohnenden Kräfte besitzt. Der Teilungsmodus in Form der sog. Karyokinese ist so, als ob er jedesmal nach dem Vorgang bei der Teilung des Eies kopiert würde. Jede neue Zelle muss durch ähnliche Stadien hindurch. Jede wird wieder nach demselben längst erworbenen und sehr komplizierten Verfahren erst umgestaltet, ehe sie für die Trennung in zwei Hälften reif ist. Die junge Zelle erhält dieselben weit in ihre Herkunft zurückgreifenden Merkmale vorübergehend aufgeprägt, die ihre Ahnen während der Furchung besaßen. Mit den äußern Merkmalen muss doch wol auch ein Teil der damit einst verbundenen Kräfte wiederkehren. Wenn es gestattet wäre von einer Erinnerung zu sprechen, so könnte man sagen, die Zelle wird sich während der Teilung ihrer ganzen Vergangenheit bewusst, ja noch mehr, ihr Protoplasma erhält mit der Erinnerung auch wieder die alten Kräfte und kann sich unter Umständen wieder ebenso vielseitig umgestalten, wie in den allerersten Tagen der Entstehung des Individuums. Damit lässt sich die über-

raschende Tatsache von dem Wiederersatz verlornen Teile oder die Entstehung eines neuen Tiers aus einem abgeschnittenen Stücke wenigstens etwas verstehen. Die alten Experimente von Trembley an dem braunen Wasserpolypen, der in beliebig viele Stücke getrennt, ebenso viele neue Individuen aus den vorhandenen Zellencomplexen aufbaut, sind in dieser Beziehung doppelt bedeutungsvoll. Eine neue Untersuchung dieser Erscheinung wäre erwünscht, um zu sehen, wie viele Zellenreihen genügen, um diese großartige Leistung auszuführen. Nicht allein neue Zellenreihen sind zu bilden, sondern auch Mund und Fangarme. Jede Zelle des Organismus muss noch im Vollbesitz einer reichen Fülle von Kräften sein, die wir sonst nur dem Ei zuerkennen. Ihre physiologische Vielseitigkeit springt noch besonders nach dem Umstülpen des Tiers in die Augen. Ist das Entoderm zur Außenfläche, das frühere Ektoderm zur Innenfläche geworden, so leben die Tiere fort, die Ernährung dauert fort, obwol die Bionten plötzlich gezwungen sind ihre Rollen zu tauschen. Die Kräfte, welche in dem Zellprotoplasma schlummernd sich erhalten, auch bei höher differenzirten Organismen, bei denen die Teilung der Arbeit sehr hoch gediehen ist, sind sehr vielseitig und übertreffen die kühnsten Erwartungen. Ein Beispiel dieser Art ist die Erneuerung des abgetrennten Augenträgers mit Auge bei den Landpulmonaten. Zunächst beginnt die Regeneration des Epithels. Die Epithelzellen rings am Rande der Wunde beginnen sich zu verflachen. Auf diese Weise dehnen sie sich über die Wundfläche hin aus, bis diese von einer Schicht ungemein dünner Plattenzellen bedeckt ist. Demnächst wachsen die letztern in die Dicke, die abgeplatteten Kerne werden rund und so entstehen nach einiger Zeit große, kubische Zellen. Ihre Umbildung zu normalen Cylinderzellen geschieht auf dem Wege der Zellteilung, wobei in großer Zahl Kernfiguren beobachtet werden. Diese beträchtlichen Veränderungen steigern sich noch. An derselben Stelle, an welcher das Auge in dem unverletzten Fühler liegt, beginnt in dem regenerirten Epithel des andern eine Wucherung, welche eine birnförmige Blase, die neu entstehende Augenblase, ausfüllt. Diese schnürt sich endlich ab und nun beginnen weitere Umwandlungen. Ein Teil verändert sich zu Corneazellen, der vorher längliche Kern wird kugelförmig, rückt dicht an die Peripherie, während der Zellkörper sich nach dem Centrum der Blase um etwas verlängert und homogen wird. Die übrigen Zellen wandeln sich in anderer Weise um, sie werden um das Doppelte länger, es treten Pigmentkörnchen in ihnen auf, welche mehr und mehr unter der Zellmembran sich ausbreiten, während der sonst granulirte Inhalt ein fast glasiges Gepräge annimmt. Während dieser Vorgänge ist gleichzeitig die Bildung der Linse eingeleitet, wieder von den regenerirten Epithelzellen aus. Sie entsteht kurz nach der Einstülpung der Augenblase als eine Cuticularabsccheidung und wächst mit dem Auge. (Vgl. J. Carrière, Be-

richt über die Naturforscherversammlung in Baden-Baden, Sektion für Zoologie und vergl. Anat., 1878). Zum Schluss treten die Fasern des Optikus mit den Stäbchenzellen in Verbindung und das wiederhergestellte Auge ist nicht mehr von dem normalen Auge unterschieden.

Die angeführten Tatsachen über die zahlreichen Modifikationen der Epithelzellen, die Uebernahme neuer physiologischer Funktionen, zeigen hinreichend, welche große Summe von Eigenschaften das Protoplasma einer bestimmten Zellenart noch im erwachsenen Tier besitzt. Trotz der wiederholten Teilung haben die Nachkommen derselben Zellenspecies, welche von der Oberfläche des Körpers stammt und in erster Linie von dem Ektoderm, noch ihre volle jugendliche Zeugungskraft, die in ihrer lebendigen Substanz schlummert, und die unter bestimmten Umständen in der reichsten Form sich wiederentfaltet. Die Regeneration des äußern Integuments kommt dem ganzen Tierreich zu. Fraisse hat darüber (an derselben Stelle) Ausführliches berichtet. Es ist bekannt, dass beim Menschen diese Eigenschaft für den Ersatz zerstörter Partien des Integuments (Zellensaat zur Regeneration der Epidermis) selbst praktische Anwendung gefunden hat. Hier treten dieselben Kräfte des Protoplasmas in ihre Tätigkeit, wenn sie auch um Vieles eingeschränkt sind durch die Differenzirung der physiologischen Funktionen. Ganz anders die Ektodermzellen der Hydra. Sie besitzen in dem lebendigen Inhalt ihrer Zellen den größten Teil jener molekularen Kräfte, welche bei den höhern Wirbeltieren nur noch in dieser Vollendung in dem Ei und dem Samenfaden bis ins Ungemessene freilich vorhanden sind. Die Analogie zwischen beiden ist nicht im Stande, das Rätsel der Vererbung aufzuklären, aber sie nützt doch, wie mir scheint, soviel, um die großen und verschiedenen Rollen des Protoplasmas der Vorstellung näher zu bringen, die Vielseitigkeit seiner physiologischen Fähigkeiten anzudeuten. Von diesem Gesichtspunkt aus wird es stets wertvoll sein, die Vorgänge im Protoplasma des Eies und der Protozoen im Auge zu behalten.

**J. Kollmann** (Basel).

## Beobachtungen über das Leben des Ajolotl in Mexiko.

Mitteilungen aus einem Aufsatz von José M. Velasco.

Der naturwissenschaftliche Verein in Bremen erhielt kürzlich die bisher erschienenen Bände einer naturwissenschaftlichen Zeitschrift Mexikos, die in Europa sehr wenig bekannt sein dürfte. Sie führt den Titel: „La Naturaleza. Periódico científico de la sociedad mexicana de historia natural.“ Der fünfte Band (1880) enthält u. A. eine Uebersetzung von Weismann's Abhandlung „Ueber die Verwandlung des

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Kollmann Julius

Artikel/Article: [Ueber tierisches Protoplasma 70-80](#)