

A r c h i v

für
pathologische Anatomie und Physiologie
und für
klinische Medicin.

Bd. 141. (Vierzehnte Folge Bd. I.) Hft. 2.

X.

Biologische Studien mit Rücksicht auf die Pathologie.

Von Prof. Dr. O. Israel in Berlin.

(Hierzu Taf. VIII.)

Biologische Grundfragen an höheren Lebewesen mittelst morphologischer Methoden zu studiren, hat sich stets als ein sehr schwieriges und unsicheres Unternehmen erwiesen, und so hat die Forschung, um neue Grundlagen zu gewinnen und vorhandene zu vertiefen, sich im Allgemeinen mit Vorliebe niederen Organismen zugewandt. Gewiss würde es auch der Pathologie zum Nutzen gereichen, wenn das vergleichende Verfahren ebenso für ihre Zwecke mehr als bisher herangezogen und mittelst desselben Aufklärung über Gebiete gesucht würde, denen wir uns beim Menschen und selbst in dem ungeheueren Formenkreise der Metazoen noch kaum nähern können.

Aus diesem Grunde habe ich einen Versuch in grösserem Umfange gemacht und bereits vergleichend-pathologische Ergebnisse bezüglich des partiellen Sterbens lebender Substanz mitgetheilt. Eine kurze Angabe darüber ist in den Atti del' XI. Congresso medico, Vol. II, p. 173, enthalten¹⁾; leider ist es mir aber bis jetzt nicht möglich geworden, die Untersuchungen

¹⁾ S. auch Centralbl. f. allg. Path. und path. Anat. Bd. V. S. 413.

abzuschliessen und eine zusammenhängende Darstellung derselben zu geben. Ich muss mich daher zunächst begnügen, einige Punkte von allgemeinerem Interesse aus den Resultaten hervorzuheben, wie ich dies mit einer eigenartigen Contractionerscheinung an der *Pelomyxa palustris*, auf die ich im zweiten Theil zurückkommen will, schon gethan habe¹⁾.

I. Grössere Organismen ohne zellige Struktur.

Unter den vielen zu den erwähnten Untersuchungen herangezogenen Objecten ist morphologisch und biologisch höchst interessant die *Caulerpa prolifera*. Es ist dies eine, wesentlich durch Naegeli²⁾ bekannt gewordene Blattpflanze (Taf. VIII. Fig. 1 u. 2) des Mittelmeeres sowie tropischer und subtropischer Gewässer, von welcher ich durch die vorzüglichen Vorkehrungen der zoologischen Station in Neapel zu wiederholten Malen Sendungen frischer, lebenskräftiger Exemplare empfang, die sich in gut durchlüftetem Becken stets auch längere Zeit am Leben erhielten. Das erforderliche, übrigens künstliche, Seewasser verdankte ich, wie auch eine grosse Zahl der untersuchten botanischen und zoologischen Objecte dem Director des Berliner Aquarium, Herrn Dr. Hermes, der mir dieselben aus dem reichen Inhalt der von ihm geleiteten Anstalt bereitwilligst zur Verfügung stellte.

Die *Caulerpa*, wie die übrigen coeloblastischen, den Siphonaceen zugehörigen südlichen Meerespflanzen, von denen ich noch verschiedene *Codium*-arten (*C. bursa* und *C. adhaerens*) und *Valonia* untersuchen, sowie die einheimische *Vaucheria* (Süsswasser) und die nahestehende *Bryopsis plumosa* (aus der Nordsee) zum Vergleich heranziehen konnte, ist ihrer äusseren Form nach eine Blattpflanze, welche eine deutliche Gliederung in Sprossaxe, Blätter und Wurzeln zeigt. Sie kann, wie ihre Verwandten, in dem Sinne als einzellig angesehen werden, dass ein zusammenhängender, aus zahllosen feinen Strängen und flachen Ausbreitungen bestehender Protoplasmakörper mit reichem Zubehör in eine sehr ausgedehnte, vielfach verzweigte Cellulose-

¹⁾ Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. 44. S. 228.

²⁾ Zeitschr. f. wiss. Botanik. Bd. I. Hft. 1. S. 134.

kammer eingeschlossen ist, ohne irgendwie eine Theilung in Zellen erkennen zu lassen. Nur ein, in seiner Anordnung den wechselnden Verhältnissen der äusseren Form angepasstes System feiner Cellulosebälkchen dient in der einfachen übersichtlichen Architectur der Blätter (s. den Durchschnitt, Fig. 3) und der Sprossaxe (Fig. 4) als stützendes Element für die Wände des vielgestaltigen Raumes. Daneben dürfte diesen Balken auch eine grosse Bedeutung für die Ernährung des Protoplasmakörpers zukommen¹⁾. In der Membran fehlt nun jede Andeutung einer Gliederung in einzelne Zellen; nur die Ansatzpunkte der in ihrem Innern das Licht durch totale Reflexion fast ungemindert fortleitenden, drehrunden Cellulosebälkchen heben sich bei schwacher Vergrösserung als kleine leuchtende Scheiben in regelmässigen Abständen von dem dunklen Grün der Blattoberfläche ab. Ebenso fehlt eine Eintheilung in Zellen auch dem Protoplasmakörper; der grossen Anzahl kleiner, anscheinend einfach gebauter Kerne entspricht keine Zerlegung des mit Stärke und Chlorophyllkörpern reichlich versehenen ausgedehnten Zellenleibes.

Bei Auffassung der Zelle als eine abgegrenzte morphologische Einheit konnte die *Caulerpa* Jahrzehnte hindurch anstandslos als einzellig angesehen werden. Erst in den letzten Jahren hat Sachs²⁾ — und das Recht dazu ist jetzt wohl schon zu allgemeiner Anerkennung gelangt — die Einzelligkeit der Syphonaceen bestritten und die aus Kern und zugehörigem Protoplasmaantheil bestehenden physiologischen Einheiten als „Energiden“, Hanstein³⁾ den durch die Vereinigung zahlreicher Energiden gebildeten Organismus als einen „Symplasten“ bezeichnet (vergl. Klemm, Ueber *Caulerpa prolifera*)⁴⁾. Die im physiologisch-biologischen Sinne zellenwerthigen Energiden können in morphologischer Beziehung zwar nicht als Zellen angesprochen werden, eben so wenig ist es aber angängig, den von ihnen gebildeten Symplasten den einzelligen Lebewesen physiologisch gleichzustellen.

¹⁾ Noll, F., Ueber die Function der Zellstofffasern der *Caulerpa prolifera*, aus Sachs, Arbeiten d. Bot. Inst. in Würzburg. III. 1888.

²⁾ Beiträge zur Zellentheorie. Flora. 1892. S. 57 f.

³⁾ Einige Züge aus der Biologie der Protisten. Botan. Mittheilungen. Hft. IV. S. 9.

⁴⁾ Flora. 1893. S. 460 f.

Wie die Siphonaceen ist die Eingangs schon erwähnte *Pelomyxa* ein Organismus mit zahlreichen Kernen und einem anscheinend einheitlichen Protoplasmakörper. Sie steht in dieser Hinsicht im Gegensatz zu der grossen Mehrzahl der übrigen Amöben, welche einkernige Organismen sind, derart, dass mehrkernige Exemplare als unvollkommene Theilungsformen angesehen werden müssen. Es ist wohl zu erwarten, dass eine genauere Kenntniss der sehr mannichfachen Kernformen, als wie sie zur Zeit sowohl von den thierischen wie von den pflanzlichen Protisten vorliegt, manche Unklarheit bezüglich der systematischen Stellung ihrer Träger beseitigen wird. Die eigenartigen Kerne aber, welche neben den sogenannten Glanzkörpern sich im Leibe der *Pelomyxa* finden, wird man zusammen mit dem, einem jeden von ihnen physiologisch zugehörenden Theile des Protoplasmas zweckmässig nach dem Vorgehen von Sachs bei den coeloblastischen Pflanzen als Energiden ansehen können, welche einen solchen thierischen Symplasten den pflanzlichen Symplasten Hanstein's an die Seite zu stellen gestatten. Diese Auffassung würde es verständlich machen, wie die nach dem Durchschneiden von *Pelomyxa* zu beobachtende eigenthümliche Mauserung der Schrittränder vor sich geht, indem todte oder von der Einflussphäre ihres Kernes getrennte Protoplasmatheile mangels Anschlusses an einen anderen Bereich den Zusammenhang mit dem Ganzen verlieren, während die überwiegende Zahl der hervortretenden hyalinen Zungen in kurzer Zeit eine ausreichende Attraction erfährt und wieder zurücktritt¹⁾. Auf eine grössere Selbständigkeit weist auch das Verhalten der Theilstücke nach der Durchschneidung dadurch hin, dass selbst noch bei Viertelheilung eine Differenz in ihren Reactionen auf Reize nicht zu constatiren ist. Sie bewegen sich, senden ihre Fortsätze nach einer kurzen Pause, in der sie die annähernd kugelige Ruhestellung einnehmen, alle mit gleicher Lebhaftigkeit aus und bleiben längere Zeit am Leben, wenn sie unter zusagenden Bedingungen aufbewahrt werden. Da das Material hier nur schwer zu erlangen ist, so habe ich darüber jedoch keine abschliessende

¹⁾ a. a. O. S. 229.

Erfahrung sammeln können. Immerhin ist der Unterschied gegenüber einkernigen Rhizopoden ein sehr auffälliger, bei denen nach Verworn¹⁾ abgeschnittene kernlose Theile stets bald zu Grunde gehen, was ich in zahlreichen Versuchen an *Polystomella*, *Peneroplis*²⁾, sowie an grösseren einheimischen Rhizopoden ausnahmslos bestätigt gesehen habe.

Das gleiche Verhältniss zeigt sich auch bei artificiellen und natürlichen Nekrosen der *Caulerpa*, wo trotz des einheitlich zusammenhängenden Protoplasmakörpers doch nur die durch die Schädigung direct getroffenen Theile zu Grunde gehen, und bei der Stücke, welche durch unruhige See mechanisch abgerissen worden sind, vermöge üppiger Proliferation die neuen Exemplare bilden. Die bei der natürlichen Nekrose (Fig. 5—9) oft sehr unregelmässige zackige Linie, in der sich das lebende von dem todtten Material absetzt, erweist sich bei mikroskopischer Untersuchung ziemlich scharf und ausserordentlich gleichmässig fortlaufend. Die an Nekrosen höherer Pflanzen, in Folge der zelligen Zusammensetzung oft sehr regelmässige Gliederung der Demarcationslinie ist hier nicht zu sehen.

Der Protoplasmakörper der *Caulerpa* enthält reichlich Substanz, die bei Berührung mit Meerwasser schnell gerinnt und nicht mit dem von Naegeli³⁾ als Kautschuk bezeichneten beträchtlichen, Schleimreaction gebenden Antheil identisch ist. So weit nun diese Gerinnung erfolgt, was beim Durchschneiden oder Anstechen der Blätter wie der Rhizome und vorzüglich auch an der Sprossaxe leicht zu sehen ist, aus welcher letzteren in frischen, lebenskräftigen Exemplaren ein kleiner Tropfen hervorquillt, so weit verfällt später das Protoplasma mit seinen Kernen, Chloroplasten und Leukoplasten (Pyrenoiden) den nachträglichen Umwandlungen, welche todtte Theile in wesentlich übereinstimmender Weise auch an den zellig gebauten Meerespflanzen erfahren. Beständig ist die Linie der Abgrenzung des Todten gegen das Lebende von gleicher Schärfe, und wenn secundär, beispielsweise durch parasitische Fadenpilze, eine pro-

¹⁾ Die Bewegung der lebendigen Substanz. Jena 1892. S. 31, 32.

²⁾ Diese Foraminiferen erhielt ich von der Station des Berliner Aquarium in Rovigno.

³⁾ a. a. O. S. 139.

gradiente Störung sich einstellt, so treten, besonders oft bei den natürlichen Nekrosen, mehrere solcher Linien auf, meistens in grösseren Abständen hinter einander (Fig. 6, 7, 8). Nach Durchschneidung gesunder Blätter bilden sich gleichfalls mehrfache dichte Gerinnungslinien, die jedoch nahe an einander liegen und bei schwacher Vergrößerung eine gewisse Aehnlichkeit mit der freilich sehr viel feineren Schichtung der Cellulosemembran von *Caulerpa* darbieten (Fig. 10). Da nun eine sichtbare Reaction an dem lebenden Theile nicht erfolgt, ja für gewöhnlich sich nicht einmal die Chloroplasten von der Grenze gegen das Tode zurückziehen, das augenscheinlich einen ausreichenden Schutz gegen den Zutritt von Wasser gewährt, so lässt sich hier mit Deutlichkeit erkennen, wie die Protoplasmamasse, nicht an die Zellenform gebunden, nur in dem Umfange stirbt, in dem sie von der Noxe direct getroffen ist. Die Angriffslinie der Schädlichkeit wird durch die physikalischen Verhältnisse allein bestimmt und durch celluläre Beziehungen nicht beeinflusst.

In ganz analoger Weise vollziehen sich die Nekrosen, welche ich bei den oben angeführten anderen Wasserpflanzen beobachten konnte; sie alle bieten für die experimentelle Untersuchung neben der nichtzelligen Struktur noch den allen Wasserpflanzen gemeinsamen Vorzug, dass die Eintrocknung, welche bei den Luftpflanzen todt Theile schnell befällt, ausgeschlossen ist. Bei *Codium* und *Vallonia* tritt eine wahrnehmbare Gerinnung nach Wasserzutritt nicht ein, und wie ich natürliche Nekrosen bei ihnen bisher nicht beobachten konnte, so lassen sich künstliche Nekrosen auch nur durch energischere Mittel, z. B. durch den *Arg. nitricum*-Stift, hervorrufen. Die sehr interessanten Regenerationsvorgänge bei *Valonia* und *Derbesia* sind von Klemm ¹⁾ in einer auch für den pathologischen Anatomen sehr interessanten Untersuchung bearbeitet.

Die Fortpflanzungsverhältnisse, welche über eine etwaige Abhängigkeit der Energiden von einander oder eine specielle Zusammengehörigkeit gewisser Gruppen derselben Aufschluss geben könnten, sind sowohl bei der *Pelomyxa*, wie bei der *Caulerpa* noch durchaus unaufgeklärt. Von letzterer ist nur

¹⁾ Ueber die Regenerationsvorgänge bei den Siphonaceen. *Flora*. 1894. S. 19.

bekannt, dass die durch unruhige See gewaltsam aus einander gerissenen Theile im Frühjahr, während einer ziemlich begrenzten Periode üppig proliferirend, für die Erhaltung der Art sorgen, welche in den letzten Jahren an seichten Stellen des Golfes von Neapel auffällig an Verbreitung zunimmt. Ein anderer Propagationsmodus ist nicht ermittelt.

Die gleiche Sonderstellung, wie der *Caulerpa* und ihren Verwandten unter den niederen Pflanzen, kommt der *Pelomyxa* und wohl noch einigen anderen Amöben unter den Protozoen zu. Bütschli¹⁾ bezeichnet nach der heutigen Auffassung als Protozoen „die Organismen, welche einfache Zellen oder Verbände gleichgebildeter einfacher Zellen sind und sich in ihren physiologischen Lebensäusserungen (Ernährung und Stoffwechsel überhaupt, Reizbarkeit und Beweglichkeit) den typischen mehrzelligen Thieren ähnlich verhalten“. Zwischen den im strengen Sinne einzelligen und den aus Verbänden gleichgebildeter einfacher Zellen bestehenden thierischen Organismen bildet die *Pelomyxa* ein Mittelglied, ihrer äusseren Erscheinung nach einzellig, bei Uebertragung der Auffassung von Sachs jedoch aus zahlreichen zellenwerthigen Elementen (Energiden) bestehend. Dabei tritt noch deutlicher als an gesunden coeloblastischen Pflanzen hervor, was sich auch oben bei der partiellen Nekrose von *Caulerpa* zeigte, dass die zellenwerthigen Gebilde dieser Organismen nicht constante Einheiten sind, wie die ächten Zellen, sondern dass das protoplasmatische Einflussgebiet eines Kernes räumlich und zeitlich labil ist.

Für die Betrachtung cellulärer Vorgänge an höher organisirten pflanzlichen und thierischen Lebewesen geht aus dem Gesagten hervor, dass sich in beiden Systemen zwischen einzelligen und mehrzelligen Organismen Mittelglieder finden, durch die aus den entlegensten Gebieten der Phylogenese auch auf schwer verständliche pathologische Lebensvorgänge höherer Thiere, insonderheit des Menschen, ein gewisses Licht fällt. Es kann die sachliche Berechtigung von Noll's etwas hart klingendem Ausspruch im Allgemeinen nicht bestritten werden, der sich in einer seiner Arbeiten über *Caulerpa* dahin äussert²⁾: „Die Siphoneen zeigen

¹⁾ Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Erster Band. Protozoa. Leipzig 1889. S. 11.

²⁾ a. a. O. S. 464.

aber deutlich, wie dies Sachs schon klar ausgesprochen hat, dass der Begriff „Zelle“ des Nimbus, den er so lange genossen, entkleidet werden muss, dass die Differencirung des Gesamtplasmas in Zellen eine physiologisch-biologische Einrichtung, nicht aber eine morphologische Grunderscheinung ist“.

Die cellularpathologische Auffassung erhält jedoch durch den Nachweis der Uebergänge zwischen einzelligen und mehrzelligen Lebensformen nur eine weitere Stütze für ihre dauernde Berechtigung, die sich beispielsweise in der Möglichkeit ausdrückt, aus diesen Uebergangsformen für das Verständniss gewisser Vorkommnisse, an den so viel umstrittenen Riesenzellen eine weitere Grundlage zu gewinnen. Es wäre gewiss verfehlt, die verschiedenen Formen der unter den verschiedenartigsten Bedingungen auftretenden Riesenzellen für gleichwerthig anzusehen und sie etwa durchweg als Degenerationsformen aufzufassen, wie dies wiederholt versucht wurde. Das eigenthümliche Verhalten der Riesenzellen gegen Fremdkörper, die verschiedenartigen Kerngruppierungen und Anderes legen für gewisse Formen derselben den Vergleich mit den aus Energiden zusammengesetzten Symplasten sehr nahe.

II. Zur Mechanik der Protoplasmabewegung.

An den Theilstücken künstlich verkleinerter Pelomyxen zeigte sich in früheren Versuchen¹⁾ bei hoher Temperatur der Umgebung (22—24°) eine bis dahin noch bei keiner anderen Amöbe in gleicher Weise wahrgenommene feine Streifung, deren räumliche Beziehungen zum Körper des Thieres und zu den Bewegungserscheinungen, sowie Entstehung aus der passiven Richtung der bekannten, vom Protoplasma umschlossenen bakterienartigen Stäbchen ich an anderer Stelle beschrieben habe.

Es kann darüber gestritten werden, ob wir es hier mit einer durch die Verletzung der Amöbe und die hohe Aussentemperatur hervorgerufenen pathologischen Erscheinung zu thun haben oder ob, was meine persönliche Meinung ist, eine physiologische Function an dem verkleinerten Protoplasmakörper nur leichter wahrnehmbar wird und unter der erhöhten Temperatur nur mit grösserer Lebhaftigkeit hervortritt — jedenfalls wird eine zwiefache Art von Bewegungsvorgängen durch die als Indicatoren

¹⁾ a. a. O. S. 231.

dienenden Stäbchen angezeigt: ein passives Strömen von Protoplasma nebst den feinkörnigen und gröberen mannichfaltigen Einschlüssen und eine, bisweilen geradezu spastisch erscheinende Contraction des hyalinen Antheils. Die letztere, bei der sich die Elemente des hyalinen Plasmas in einer bestimmten Richtung verkürzen, bezw. in der dazu senkrechten verbreitern, ist nur zu verstehen als Ausdruck einer kürzere oder längere Zeit andauernden Polarisation des hyalinen Plasma, deren Richtung und Ausdehnung von den Reihen der Stäbchen und den bisweilen an ihnen entlang gleitenden feinen Körnchen (a. a. O. S. 232) angezeigt wird. Durch sehr sorgfältige Beobachtung besonders günstig sich formender Exemplare von *Pelomyxa* konnte schon früher F. E. Schultze¹⁾ den Gegensatz ruhender und strömender Abschnitte und ihr Verhältniss zur Locomotion des Organismus unzweifelhaft nachweisen. Dass ihm bei diesen Beobachtungen die in ihren wechselnden Anordnungen oft lange Zeit hindurch sichtbare Streifung nicht begegnet ist, kann meines Erachtens seinen Grund entweder in der Dicke des plumpen Körpers unverkleinerter *Pelomyxen* haben oder in den wenig energischen Contractionen, welche diese Amöben bei gewöhnlicher Temperatur ausführen, und die keine so kraftvolle Verschiebung der einzelnen Photoplasmatheile bedingen, wie sie zur „Richtung“ der Stäbchen offenbar erforderlich ist. Sei nun auch der Contractionsvorgang in meinen Experimenten pathologisch übertrieben, so spricht dennoch kein Grund dagegen, die aus der Erscheinung abzuleitende Polarisation als eine allgemeine Eigenschaft des ungeformten hyalinen Plasmas anzunehmen, welches sich bei der Erregung zusammenschliesst und in Folge der Verbreiterung seiner contractilen Elemente alle ihm nicht angehörigen Massen, von den grossen Vacuolen bis hinab zu den kleinsten Körnchen und den Stäbchen, so weit es kann, herausdrückt. Bei den kugligen Körpern, die einen verhältnissmässig grossen Durchmesser haben, gelingt es ihm leicht und es erklärt dies die Anhäufung von Vacuolen, Glanzkörpern und Kernen in dem schaumigen Centraltheil des Rhizopoden, der als eine besondere Substanz, namentlich wieder durch

¹⁾ Rhizopodenstudien. IV. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XI. S. 342 f. •

Lillian J. Gould¹⁾ von der übrigen Substanz getrennt wird: ich habe schon früher darauf hingewiesen²⁾, dass der Gegensatz der centralen und peripherischen Substanz im Wesentlichen auf die quantitative Differenz ihres Gehalts an Protoplasma zurückzuführen sei. Hier möchte ich nur den Hinweis nicht unterlassen, dass die mechanische Wirkung der Contraction auf die Einschlüsse des Plasmas naturgemäss bei den kugligen Körpern mit grösserem Durchmesser einen grösseren Locomotionseffekt hervorrufen muss, als auf die verhältnissmässig langen Stäbchen von sehr kleinem Querschnitt, der dem Druck der sich contrahirenden Substanz keine geneigten Angriffsflächen bietet, welche die Zerlegung der Kraftwirkung und somit die Fortbewegung in der Resultante ermöglichen. Wenn unter günstigen Bedingungen der Widerstand geringer wird, so scheint auch eine Verschiebung der Stäbchen zwischen den contrahirten Elementen des Protoplasmas deutlich wahrnehmbar zu werden. An gehärteten Objecten macht es nelmlich den Eindruck, als ob der schon von Greeff beschriebene, gelegentlich auftretende Borstenbesatz durch das Hervortreiben der Stäbchen seitens der contrahirten Substanz erzeugt werde. Im Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIV ist auf Tafel XVI in Fig. 9 an der Spitze des fingerförmigen Pseudopodium ein solcher feiner Besatz abgebildet. Mit der Lupe ist sein Verhältniss zu dem hyalinen Saume auch in der Zeichnung deutlich zu erkennen. Die Borsten liegen ungefähr in der Richtung des Stromes, jedoch so, dass sie gegen denselben heraustreten, als wenn sie von dem sich drehenden Vorderende des Pseudopodiums, welches sie herausgepresst hat, nachgeschleppt würden. Ich will damit nicht behaupten, dass alle bei Amöben beobachteten Bürstensäume auf diese Weise entständen, namentlich nicht die gröberen, wie sie z. B. Bütschli³⁾ an der *Amoeba terricola* (Greeff) abbildet, obschon die Aehnlichkeit in die Augen springt.

Immerhin erscheint die an den meisten Rhizopoden in mehr oder weniger grossem Umfange bei der Pseudopodienbildung auftretende Sonderung des hyalinen Plasmas von dem körner-

¹⁾ Notes on the Minute Structure of *Pelomyxa palustris* (Greeff). Q. Journ. of Mikr. Sc. Vol. 36. June 1894. p. 295 f.

²⁾ a. a. O. S. 233 f.

³⁾ a. a. O. Taf. II. Fig. 5 d.

haltigen, der Gegensatz zwischen Ectoplasma und Endoplasma, einer localen Polarisirung und der mechanischen Einwirkung derselben auf die contractionsunfähigen und die zur Zeit ruhenden Theile zuzuschreiben, die in ganz regelmässigen Beziehungen zur Oberfläche des Organismus steht. Es liegt hier nahe, auf die Strömungserscheinungen an den Myxomyceten hinzuweisen, deren einzelne Stränge deutlich eine hyaline, ihre Form nur langsam ändernde äussere Schicht zeigen, an der das centrale Körperplasma in verhältnissmässig schneller Bewegung vorbeiströmt¹⁾. Selbst die Protoplasmabewegung in höher entwickelten Pflanzenzellen giebt nicht selten Gelegenheit, den Druck der hyalinen Theile auf die Körnchen, welche in ihnen fortgleiten, zu vermuthen, und namentlich gelegentliche Störungen lassen in den eigenartigen Stockungen der Fortbewegung ein unter einer Anomalie der Contraktionen oder durch Hindernisse in der Bahn eintretendes verrätherisches Schwanken der körnigen Bestandtheile beobachten.

Ist aber im vorliegenden Falle die Annahme einer Polarisirung des hyalinen Plasmas in dem durch die Stäbchen angezeigten Sinne berechtigt, so wird dadurch in die Betrachtung der Bewegung des formlosen Protoplasmas ein Element eingeführt, das dieselbe derjenigen der Muskelcontraction sehr nähert und aus den scheinbar regellosen Folgen äusserer Anziehungen oder Abstossungen eine geordnete Bewegungsform ableiten lässt. Natürlich liegt es deshalb nahe, die Erscheinung mit der Muskelzusammenziehung, wenigstens bezüglich der elementaren Verkürzung und Verbreiterung, in Vergleich zu bringen; allerdings würde die Parallele nur auf die organischen Muskelzellen auszu dehnen sein. Alle Färbungsversuche, welche ich anstellte, um etwaige differente, contractile Theile abzugrenzen, haben im Stich gelassen und der Versuch, Doppelbrechung nachzuweisen, hatte, wie dies kaum anders zu erwarten war, ein negatives Ergebniss. Trotzdem erscheint das myoide Contractionsphänomen der

¹⁾ Herrn Hennings, Custos des botanischen Gartens, habe ich für wiederholte Sendung von Myxomyceten, insbesondere *Badhamia*, zu danken, deren intensiv gelbes Pigment die centralen Stromfäden schon für schwache Vergrösserung auf's Deutlichste hervorhebt.

Pelomyxa für die Analyse der Protoplasmamechanik wichtig genug, um seine Erörterung an dieser Stelle zu rechtfertigen und seine Stellung zwischen der bekannten Pseudopodien-Rotations- und Circulationsverschiebung des formlosen Protoplasmas einerseits und der musculären Contraction andererseits zu fixiren.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

- Fig. 1 und 2. *Caulerpa prolifera*, $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse, nach getrockneten Exemplaren gezeichnet. S Sprossaxe, von der nach oben die Blätter, nach unten die Rhizome ausgehen.
- Fig. 3. Querschnitt durch ein Blatt, senkrecht zur Längsaxe desselben, zeigt die Membran und die Cellulosebalken. Sublimat, Alkohol, Paraffineinbettung, Hämalaun, 70:1.
- Fig. 4. Querschnitt durch die Sprossaxe, das Gerüst der Cellulosebalken und die Anordnung des Chlorophyllkörpers zeigend. Wie das vorige Präparat behandelt, mit Alauncarmin gefärbt. 20:1.
- Fig. 5—9. Spontane Nekrosen an Blättern der *C. p.*
- Fig. 5. In seiner ganzen Ausdehnung nekrotisches Blatt mit verschieden weit vorgeschrittener Auflösung des Protoplasmakörpers; bei a totale Lösung bis zur vollständigen Entblössung des Celluloseskelets; in b noch ungelöstes Chlorophyll. Balsampräparat, natürl. Grösse.
- Fig. 6. Zwei Blätter, von denen das distale, total nekrotische, an der Spitze wie an dem proximalen Ende vielfache Demarcationslinien aufweist; dieselbe Erscheinung an dem distalen Ende des anderen Blattes in geringerer Ausdehnung; bei a eine kleine Nekrose mit Braunfärbung des Chlorophyll, ohne Auslaugung. Balsampräparat, 2:1.
- Fig. 7 und 8. Verschiedene Localisationen der Nekrose, 2:1. Wie die vorigen Präparate sind die Blätter unter leichtem Druck schnell getrocknet und nach Durchtränkung mit Xylol in Damarlack eingebettet, wodurch bei völliger Durchsichtigkeit die natürlichen Farben erhalten bleiben.
- Fig. 9. Sehr unregelmässige Nekrose mit vielfachen Gerinnungslinien. Das unveränderte Chlorophyll durch Alkohol extrahirt, bei a viel, bei b alles Chlorophyll braungefärbt und von dem geronnenen Protoplasma festgehalten. Balsampräparat, natürl. Grösse.
- Fig. 10. Blatt mit Nekrose des Schnittandes a; mehrfache Gerinnungslinien, in denen das gelbbraune Chlorophyll festgehalten ist, während das grüne Chlorophyll aus dem lebenden Theil des Blattes durch Alkohol entfernt wurde. Balsampräparat, 2:1.