

## Das Plasmodium.

Von

L. Cienkowski.

In meinem Aufsätze, „Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten“\*), beschrieb ich die bewegliche Protoplasmanasse (das Plasmodium) bei *Physarium album*. Wenn ich auch im Wesentlichen dieselben Erscheinungen, die de Bary entdeckte, wiederfand, so stimme ich doch in der Auffassung der Thatsachen mit ihm nicht überein. Die bewegliche Protoplasmanasse der Myxomyceten ist nach de Bary's Vorstellung ein vielfach verzweigter Schlauch, dessen Wand eine weiche, schleimige, stickstoffhaltige Membran darstellt, deren Inhalt mit einer contractilen sarcodenartigen Substanz erfüllt ist. Die Membran wird nicht gegen den Inhalt hin scharf abgegrenzt, jedoch die das faule Holz bewohnenden Protoplasmastränge (der *Lycogala*, *Arcyria*) besitzen sogar eine derbe, deutlich doppelt conturirte Hüllhaut\*\*). Der Membran wird von de Bary selbstständige Contractilität abgesprochen und dieselbe nur der eingeschlossenen Sarcode vindicirt — die Hülle verhält sich bei der Bewegung passiv, wird mitgeschleppt. Nach meiner Auffassung ist das Plasmodium hüllenlos. Es besteht aus zwei sich durchdringenden, in verschiedener Weise beweglichen Substanzen, einer zähen, contractilen Grundmasse, die an den Umgrenzungen der Zweige als ein heller Saum erscheint, und einer fließenden, feinkörnigen Substanz\*\*\*).

\*) Diese Jahrbücher, 1862. Bd. III. Heft 2. S. 325.

\*\*\*) Die Mycetozoen, pag. 41, 46. (Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. 10.

\*\*\*\*) l. c. pag. 326.

Das ganze Plasmodium wird von de Bary als ein einzelliges Gebilde gedeutet, gleichviel, ob es durch Anwachsen einer Amöbe oder durch Verschmelzen mehrerer entstand\*). Ich betrachte dagegen die bewegliche Protoplasmamasse als flüssig, in Zellen nicht zerlegbar, als ein Gebilde, auf welches das frühere gangbare Zellschema gar nicht anzupassen sei.

Im verflossenen Sommer suchte ich mir ein reicheres Material von Myxomyceten, wozu der Berliner Thiergarten vielfach Gelegenheit darbot, zu verschaffen, um meine Untersuchungen auf mehrere Species auszudehnen. Ich fand das Plasmodium bei *Didymium Serpula* Fr., *Didymium leucopus* Fr., *Licea pannorum* Wallr., *Physarum plumbeum* Fr., *Ph. sinuosum* Weinm.; *Aethalium septicum* und noch bei einigen nicht zu bestimmenden Species. —

In der vorliegenden Untersuchung will ich mich zunächst an das Plasmodium der drei erstgenannten Myxomyceten halten, theils weil sie leicht zu finden sind, theils weil die Entwicklung der Protoplasmamasse aus den Sporen bei *D. leucopus* sich ermitteln liess.

Die Erscheinungen, die man am Plasmodium wahrnimmt sind so treu und ausführlich von de Bary in seiner vortrefflichen, oben citirten Schrift geschildert worden, dass ich eine detaillirte Beschreibung der von mir untersuchten Fälle unterlassen kann, und aus dem vorhandenen Material nur die Verhältnisse hervorheben will, welche zum Verständniss des Gegenstandes und zur Besprechung der streitigen Punkte nothwendig sind.

## I.

Das Plasmodium von *Didymium Serpula* fand ich überaus häufig im Thiergarten in den Sommermonaten auf faulenden Blättern und Zweigen, die längere Zeit in Haufen zusammen lagen. *D. Serpula* gehört mit dem *Physarum sinuosum* und *Craterium leucocephalum* Dittm. zu den gewöhnlichsten hier vorherrschenden Myxomyceten. Sein Plasmodium (Taf. XVII. Fig. 13) ist gelb, baumartig verzweigt. Die durch zahlreiche Anastomosen verbundenen Aeste werden von den Hauptsträngen ab gegen die Peripherie immer dünner und engmaschiger, bis sie schliesslich in eine vielfach durchlöchernte, grünliche Platte verschmelzen. Die Bewe-

\*) l. c. pag. 75.

gungen sind zwar mit unbewaffnetem Auge direct nicht wahrzunehmen, jedoch sind sie merklich an der Veränderung der Lage, der Configuration der Zweige, die dieselben schon nach etwa zehn Minuten annehmen. Deswegen ist auch eine treue Abbildung der Protoplasmamasse für den Zeichner keine leichte Aufgabe. Ich benutzte die Eigenschaft, die das Plasmodium besitzt, in Alkohol zu erstarren, um es zu fixiren, bewegungslos zu machen. Ein prachtvolles Exemplar, welches ich auf einer Glasplatte aus den ruhenden Zuständen in Wasser sich entwickeln liess, begoss ich mit Alkohol, und da bei diesem Verfahren das Plasmodium sich nicht wesentlich veränderte, mit Ausnahme des peripherischen Randes, der ein wenig zummengeschrunpft ausfiel, so bekam ich ein Präparat, welches sich nicht allein zum Abzeichnen, sondern vorzüglich zum Photographiren eignete. Taf. XVII. Fig. 13. ist so ein Bild nach dem photographischen Muster copirt; Fig. 12. stellt zur Vergleichung ein kleineres ohne Behandlung mit Reagentien abgezeichnetes Exemplar dar. Das Plasmodium von *D. Serpula* gehört zu den grössten, die man kennt. Bei starker Entwicklung überzieht es fremde Gegenstände auf fussweite Strecken, auch in die Tiefe mehrere Zoll sich verbreitend. Hier, wo mehr Wasser vorhanden, ist die Protoplasmamasse sehr flüssig, grün gefärbt, dagegen in der Nähe der Oberfläche des Haufens wird es immer consistenter und gelber. An trockenen Blättern findet man es in Form eines weitmaschigen, gelben Netzes oder in Platten mannigfacher Gestalt (Taf. XVII. Fig. 15.). Bei diesem Aussehen ist das Plasmodium hart, brüchig, bewegungslos; es ist in den ruhenden Zellenzustand übergegangen, in eine Unzahl von Kugeln zerfallen. Wo solche Zustände massenhaft auftreten, da sucht man auch vergebens nach der charakteristischen Peridie dieser Myxomycete. Die ruhenden Stadien und die Früchte kommen selten nebeneinander vor. Bei der Bildung der letztern fliesst das Plasmodium in eine graue, siebartig durchlöchernte Platte zusammen, die nicht allein faulende Pflanzentheile, sondern oft Stengel und Blätter lebender Kräuter überzieht (Taf. XVII. Fig. 17.). Wir vermögen also an den grossen Plasmodien des *D. Serpula* mit unbewaffnetem Auge die bekannten Hauptmomente der Entwicklung der Myxomyceten, die bewegliche Protoplasmamasse, den ruhenden Zustand und die Frucht leicht zu überblicken.

Der Habitus des Plasmodium von *D. Serpula* wiederholt sich bei sehr vielen Myxomyceten, dagegen die Grösse, die Farbe, die

Dieke der Stränge und ihre Beweglichkeit ändert sich ausserordentlich. So ist z. B. die Protoplasmanasse von *D. leucopus* nur viel kleiner, weiss, von viel fliessender Consistenz; das von *Licea pannorum* hat noch geringere Dimensionen und ist mit unbewaffnetem Auge kaum wahrzunehmen.

Zu der ersten Orientirung eignen sich die sehr fliessenden Plasmodien besonders, weil hier die Bewegungserscheinungen mit einer grossen Intensität vollzogen werden. Deswegen wenden wir uns zuerst an die Protoplasmanasse der *D. leucopus*, um es dann gemeinschaftlich mit *D. Serpula* der mikroskopischen Analyse zu unterwerfen.

Bei einer schwachen Vergrösserung ( $\frac{1}{100}$ , Taf. XVIII. Fig. 7.) ergibt sich das Plasmodium als ein unregelmässiges Netz einer Schleimmasse, die in steter fliessender Bewegung begriffen ist, so etwa wie die Saftströmchen in den *Tradescantia*haaren, wenn man sich die Zellwand wegdenkt und die Grössenverhältnisse in colossalem Maassstabe sich vorstellt. Wenn auch die Ströme sehr verschiedene Bahnen befolgen, so ist doch ihre herrschende Richtung eine Zeit lang gegen die Peripherie geleitet, wo das von allen Seiten zufließende Protoplasma in eine einförmige Masse zusammenschmilzt. Die Maschen der Plasmodiumnetze sind oft regelmässig, vieleckig, die Wände glatt oder wellig. Ist das Fliessen langsam, so bleibt das ganze Bild einige Zeit unverändert, sobald sich aber eine stärkere Bewegung einstellt, dann ändern die Aeste, Zweige, Netze jeden Augenblick die Lage und Gestalt. Die unterwegs ihrer Länge nach sich berührenden Aeste, die anstossenden Ausbuchtungen, ja sogar das ganze Plasmodium, wie es in Tafel XVIII. Fig. 7. dargestellt ist, kann in einen Strang zusammenschmelzen. Auch ein entgegengesetzter Vorgang, das Zerfallen der Protoplasmanasse in gesonderte Theile durch das Dünnerwerden und Zerreißen der Zweige, ist eine gewöhnliche Erscheinung.

Dieses mannigfach gestaltete Aussehen des Plasmodiums wird noch durch die ihm zukommende Eigenschaft, an beliebiger Stelle Zweige entstehen zu lassen oder diese einzuziehen, in hohem Grade befördert. An verschiedenen Orten eines Stranges bilden sich Ausbuchtungen, die durch den einfließenden Strom in einen neuen Zweig sich gestalten. Ist das Hineinströmen sehr intensiv, so schwillt das Astende keulenförmig immer mehr an, wird flach und breitet sich schliesslich als eine äusserst dünne, von Lücken durchbohrte Schicht auf dem Objectträger aus. Auf diese

Weise bildet sich aus dem Aste der peripherische Theil des Plasmodiums, die Platte, welche gewöhnlich den Rand des Wassertropfens einnimmt und dadurch das Streben der Protoplasmamasse in Berührung mit atmosphärischer Luft zu kommen, augenscheinlich macht.

Um die nähere Einsicht von der Beschaffenheit des Plasmodiums zu gewinnen, müssen wir dasselbe mit einer stärkeren Vergrößerung betrachten. Untersuchen wir zuerst einen nicht weit von der Peripherie entfernten Theil desselben. Wir sehen hier eine Schicht farbloser Grundmasse, in welcher eine feinkörnige Substanz eingestreut ist (Taf. XVIII. Fig. 9.). Die Körnchen sind nicht gleichmässig vertheilt, sondern sie lassen zahlreiche Stellen der durchdringenden Grundmasse unbedeckt. Die Continuität der letzten ist vielfach von Lücken der verschiedensten Grösse durchbrochen. An den Umgrenzungen der Lücken kommt die Grundmasse entweder ganz frei zum Vorschein oder sie ist auch mit zahlreichen Körnchen gemengt. Dieselben Verhältnisse finden wir an dem peripherischen Rande des Plasmodiums wieder. Bei sehr umfangreicher Ausbreitung seiner Substanz ist der Rand kaum wahrnehmbar — die Contur erscheint wie verwischt (Tafel XVIII. Fig. 10.). Ist die Platte etwas dicker, so sehen wir die Grundmasse, wie an dem Lückenrande als hyaliner Saum, der stellenweise ganz körnerfrei ist, erscheinen.

Um uns über die Structur der Zweige und grösseren Stränge Rechenschaft zu geben, wollen wir die Bewegungen in der Platte näher ins Auge fassen.

Die Körnchen, die wir in der Nähe des peripherischen Randes bewegungslos sahen, können unter den Augen des Beobachters in fliessende Bewegung gerathen, die durchschimmernde Grundsubstanz aber bewahrt stets dabei ihre Ruhe (Taf. XVIII. Fig. 9. st.) Auf diese Art plötzlich entstandene Strömchen wenden sich nach verschiedenen Seiten, münden in grössere, die die körnige Substanz den dickeren Strängen zuführen. So wie sich die Ströme in der Grundmasse bildeten, in derselben Weise können sie aufhören zu fliessen, indem die Körnchen, die sie führten, sich in der Grundmasse vertheilen. Daraus folgt mit Bestimmtheit, dass die Strömungen in der Platte nicht in eigene Wände eingebettet sind, wohl aber sich den Weg in der bewegungslosen Grundmasse zwischen ruhenden Körnchen bahnen. Bei starkem Abfluss der körnigen Substanz wird nun, wie ich es schon früher erwähnte,

die ganze Platte mit Strömungen, Lücken, Netzen, oft mit grosser Geschwindigkeit eingezogen. Die gesonderten Strömungen vermischen sich, die Lücken werden platt gedrückt, ihre genäherten Ränder, sowie die sich berührenden Aeste verschmelzen und der ganze ausgebreitete Theil des Plasmodiums wird in einen blind endenden Strang verwandelt. Sein Inneres ist jetzt von einem Strom körniger Substanz eingenommen. Die hyaline Grundmasse der Platte erscheint als heller, um den Strang sich hinziehender Saum, der keinen Antheil an der fliessenden Bewegung nimmt. Fremde, zufällig an seiner Oberfläche haftende Schleimpartikelchen werden nicht, wie es z. B. bei den Polythalamien leicht zu sehen ist, hin und her geführt, je nach der Richtung des Stromes, vielmehr bleiben sie an derselben Stelle längere Zeit bewegungslos liegen (Taf. XVIII. Fig. 11. gm). Bei mächtigem Zurückfliessen des Stromes kann die weniger bewegliche Grundmasse nicht nachfolgen und erscheint an dem freien zum Theil von Körnchen entblösten Strangende als ein glasheller solider Körper, der sich ununterbrochen in den hellen Raum fortsetzt. Der letzte ist auch hier gewiss nichts anderes als der körnerlose Rand der Grundmasse (Taf. XVII. Fig. 16. gm).

Die zwei Bestandtheile des Plasmodiums treten mit der grössten Deutlichkeit in den dünnen Verbindungsästen desselben hervor, wo oft die Grundmasse als ein Faden von ausserordentlicher Feinheit erscheint. Mitunter ist diese dünne Verbindungsbrücke ganz körnchenlos, dann ist auch in ihr kein Fliessen wahrzunehmen. Wenn aber aus dem benachbarten Ast ein schwacher Strom hineinfliesst, so sieht man Anfangs nur eine Körnchenreihe oder gar nur ein einziges Körnchen längst des Fadens zum anderen Ast hinübergleiten. Es unterliegt also in solchen Fällen keinem Zweifel, dass nicht die ganze Masse in der Bewegung begriffen ist, vielmehr befindet sich die Grundsubstanz vollständig in Ruhe und in ihr ist eine andere fliessende Substanz vorhanden.

Besonders instructiv sind die sich zahlreich wiederholenden Fälle, wenn der Strom nicht continuirlich, sondern mit Zwischenpausen nach dem Faden hin abfliesst. Die körnige Substanz sammelt sich hier nur an manchen Stellen und veranlasst die Bildung linsenförmiger Anschwellungen in der Grundmasse des Fadens (Tafel XVIII. Fig. 8. l). Die Zahl und Grösse jener Linsen hängt natürlich von der Dauer der Unterbrechungen des Stromes ab, wie auch von der Quantität der auf einmal nach jeder Zwischenpause

abfliessenden Substanz. Diese isolirten Massen der körnigen Substanz können längs des Fadens hin und her gleiten, sich nahen, in eine grössere Anschwellung zusammenfliessen oder von einander entfernen — die Grundmasse des Fadens bleibt auch hier unbeweglich. Kommt nun aus dem benachbarten Aste immer neuer Stromzuschuss hinein, dann werden die Linsen an einander gerückt und mit der nachfolgenden körnigen Substanz in eine gemeinschaftlich fliessende Masse vereinigt. Der Verbindungsfaden wird dadurch in einen gewöhnlichen Zweig verwandelt. Wir werden unten sehen, wie man von den erwähnten Verhältnissen beim Aufsuchen analoger Erscheinungen Gebrauch machen kann.

Wenn uns auch bei der Betrachtung des Plasmodiums als Träger der Bewegung immer die körnige Substanz entgegentritt, so ist dessenungeachtet die Grundmasse auch einer selbständigen, von der fliessenden Substanz unabhängigen Bewegung fähig. Schon de Bary hat mit Recht zwischen kleinen, tentakelartigen Zweigen, die sich aus dem hyalinen Saume bilden, und gewöhnlichen Plasmodienästen unterschieden \*) (Taf. XVII. Fig. 16 a.). Der Impuls zur Bildung der gewöhnlichen Zweige ist entschieden in der fliessenden Substanz zu suchen; die ersten, inhaltleeren gehören der Grundmasse. Ausserdem ist eine hohe Contractilität und die Fähigkeit, sich zu dehnen, in lange Fäden zu ziehen und in Platten auszubreiten, für die Grundmasse charakteristisch. Daher kommen fadenartige Zweige besonders deutlich da zum Vorschein, wo im Plasmodium die flüssige Substanz wenig vertreten ist und wo also die Grundmasse ungestört ihre Bewegungen vollbringen kann. Deshalb wird das Plasmodium den Habitus ausserordentlich ändern, je nachdem die Grundmasse oder die körnige in seiner Zusammensetzung überhand nimmt. So sind z. B. die kleinen aus den Ruhezuständen oder aus Sporen gezogenen Plasmodien, wo die fliessende Substanz sparsam vertreten ist, durch Neigung, sich in Fäden zu ziehen, ausgezeichnet. Später, wenn die flüssige Substanz sich mehr anhäuft, treten vorherrschend blind endende grosse Zweige hervor (Taf. XVIII. Fig. 5., 10.). Es ist natürlich dadurch noch nicht ermittelt, warum an verschiedenen Stellen eines und desselben Plasmodiums die körnige Substanz in ungleicher Weise sich vertheilen kann. Von welchen Ursachen dieses auch abhängen mag, so wird der Einfluss, den das reichere oder gerin-

\*) Die Mycetozoen, pag. 41.

gere Auftreten der fliessenden Substanz auf den Habitus und die gesammte Bewegung des Plasmodiums ausübt, kaum zu bezweifeln sein.

Wenn auch in allen von mir untersuchten Fällen das Mitgetheilte sich bestätigt, so sind doch zur Prüfung meiner die Bestandtheile des Plasmodiums betreffenden Angaben die dickflüssigen (*D. Serpula*, *Physarum sinuosum* u. d. g.) besonders geeignet. Handelt es sich dagegen um die Frage, ob die Protoplasma-masse der Myxomyceten als ein nacktes oder eingehülltes Gebilde anzusehen sei, so wird man sich an die sehr flüssigen und beweglichen Plasmodien (*Ph. album*, *D. leucopus*) halten müssen.

Wir haben bis jetzt Plasmodien von ausserordentlicher Grösse kennen gelernt. Bei anderen Species kommen in ihrem beweglichen Protoplasmazustande dieselben Erscheinungen vor, wenn auch in geringem, oft mikroskopischem Maassstabe. Zu solchen Plasmodien gehört das der *Licea pannorum* Wallr.\*). Ich fand es in faulenden Pflanzentheilen (Mohrrüben), in welchen ich Liceasporen aussäete. Ihr Plasmodium bedeckt die faulenden Theile in Form hyaliner Massen, die in zahlreiche, spitze Fortsätze auslaufen. Im Wasser unter dem Deckglase verlässt dieses Plasmodium das Substrat und breitet sich auf dem Objectträger in Form eines Kreissegmentes aus (Taf. XIX. Fig. 1.), dessen convexer Rand, mit zahlreichen Ausbuchtungen und Spitzen, gezackten Zweigchen versehen, die Basis fast geradlinig erscheint.

Der Inhalt der so ausgebreiteten Platte ist farblos, von vielen Lücken durchbohrt. Die Grundmasse ist stark vertreten, die körnige kaum bemerkbar und das sehr langsame Fliessen nur hier und da wahrzunehmen; die Umrisse waren so wenig beweglich, dass ich das Bild mit einer Camera lucida bequem aufnehmen konnte. Durch äusserst langsame Contractionen und Dehnungen gestaltet sich die Platte in baumartige und Netze bildende Formen

---

\*) Die Peridien der *Licea pannorum* bilden auf faulenden Blättern, schwarze oder gelbe, gehäufte Kügelchen (0,3—0,5 Mm.); im feuchten Zustande ist ihre Farbe dunkelroth (Taf. XVII. Fig. 1). Die Wand der Frucht ist structurlos, die Innenfläche mit zahlreichen, eingestrenten Körnchen bedeckt; die Oberfläche glatt ohne Kalküberzug. Gelbe Sporen füllen die Frucht aus. Aeusserst selten findet man zerstreute, dichotomisch verzweigte, kurze Capilitiumfäden mit eingewachsenen kleinen Körnchen. Die Spore ist rund, 0,012 Mm. gross, ihre Wand mit zahlreichen Wärzchen bedeckt, der Inhalt farblos. Mitunter kommen Sporen von colossaler Grösse, wie sie auch bei anderen Myxomyceten zu finden sind, vor.

(Taf. XIX. Fig. 2., 4.). Durch grössere Anhäufungen der körnigen Substanz werden die kleinen Zweigchen eingezogen und machen dicken abgerundeten Aesten Platz, die dem Plasmodium die Form eines verzweigten Schlauches verleihen (Taf. XIX. Fig. 3.). Jetzt hat auch die Beweglichkeit merklich zugenommen, das Fliessen, welches in der Platte und den baumartigen Formen kaum wahrzunehmen war, giebt sich durch Hin- und Herwogen der körnigen, an Vacuolen reichen Substanz kund; nur an den Astspitzen ist die hyaline Grundmasse stark vertreten, sie ist farblos und viel flüssiger, als sie in der Platte war. Wir sehen also an dem Līcea-Plasmodium im kleinen Maassstabe dieselbe Ablhängigkeit der Configuration, der Beweglichkeit der Aeste vom grösseren oder geringeren Auftreten der körnigen Substanz sich wiederholen.

Als Stütze dieser Auffassung der Zusammensetzung und der Bewegungserscheinungen des Plasmodiums will ich noch ein Beispiel einer von mir gefundenen fadenartigen Protoplasmanasse hinzufügen.

Bei längerer Cultur verschiedener Schimmelarten auf dem Objectträger fand ich das ganze Beobachtungsfeld von verzweigten, auch Netze bildenden Fäden, die stellenweise spindelförmige Verdickungen zeigten, bedeckt (Taf. XIX. Fig. 5., 6.). Die letzteren waren weit auseinander gerückt oder in gleiche Entfernungen gestellt. Verfolgte man den Lauf dieser Fäden lange Strecken weit, so begegnete man grossen, verschieden gestalteten, farblosen Protoplasmanmassen, aus welchen das ganze Gebilde wie aus einem Reservoir sein Material hernahm, so zu sagen aus ihm herauspross (Taf. XIX. Fig. 6., pm).

Um eine Einsicht in dieses Gebilde zu gewinnen, suchen wir die Art, wie die Spindeln aus dem Reservoir sich heranzubilden, zu ermitteln. Bei anhaltender Beobachtung der Plasmaanhäufungen ergibt sich, dass an irgend einer Stelle derselben zuerst eine Ausstülpung, eine Warze zum Vorschein kommt (Taf. XIX. Fig. 6. w.) Die Warze schnürt sich an der Basis ein, nimmt spindelförmige Gestalt an und entfernt sich von der Hauptmasse, einen Faden nachziehend. Auf dieselbe Art sprosst aus dem Protoplasma eine neue Spindel, die sich auch an ihrer Basis in einen Faden verdünnt und dem erstgebildeten nachfolgt. Es geschieht oft, dass ein ganzer varicös angeschwollener Strang aus der Hauptmasse hervorsprosst und sich gegen die vorangehende Spindel richtet. Indem nun fortwährend neue Spindeln und Stränge aus dem Haupt-

reservoir austreten und auf die Fadenbahn befördert werden, kriecht der ganze Faden, die Endspindel voranrichtend, vorwärts.

Wie aus der Hauptmasse die Spindeln hervorgegangen waren, so werden in derselben Weise aus den letzteren oder aus den Strängen seitwärts von der Fadenbahn durch Ausstülpungen neue Sprosse für Zweige gebildet und vorangeschickt (Tafel XIX. Fig. 6. z.). Trotz vieler darauf verwandter Sorgfalt konnte ich leider das so eben beschriebene Gebilde weder zu Fruchtbildung, noch zu einem ruhenden Zustande bringen, daher mir seine systematische Stellung unentschieden blieb. Wohin diese, Zweige und Netze bildende Protoplasmamasse auch gehören mag, ihr plasmodiumartiges Verhalten ist, glaube ich, kaum einem Zweifel unterworfen. Wir brauchen nur der Fadenzweige gewöhnlicher Protoplasmamassen und ihrer durch die fließende Substanz bewirkten Anschwellungen zu gedenken, um sogleich im vorliegenden Falle vollständig orientirt zu sein.

Die aus dem Reservoir hervorsprossenden Fäden sind mit der Grundmasse des Plasmodiums, die Spindel und Stränge mit der körnigen Substanz zu identificiren. So wie in dem Verbindungsfaden des gewöhnlichen Plasmodiums die in Zwischenpausen abfließenden Massen in Form von Linsen sich bewegen, so gleiten hier die successiv aus dem Reservoir ausgetheilten Massen in Form von Spindeln der Fadenbahn entlang.

Um diese Deutung mit Thatsachen unterstützen zu können, sind wir genöthigt, in die Bewegungserscheinungen der gesammten Fäden, sowie der Spindeln näher einzugehen.

Wir wissen schon, dass der Faden mit sämmtlichen Gliedern in fortschreitender Bewegung begriffen ist; allein diese Bewegung ist nicht eine gleichförmige in allen Gliedern der Reihe. Die des Fadens ist äusserst langsam, direct nicht wahrnehmbar, viel merklicher ist die der Spindeln. Beobachten wir längere Zeit einen Faden von bestimmter Länge, z. B. einen Theil, der ein Glied in der Netzmasche bildet oder zwei Aeste mit einander vereinigt (Taf. XIX. Fig. 5., ab.), so können wir uns überzeugen, dass seine Lage und Länge Stunden lang dieselbe bleibt. Ganz anders verhalten sich die Spindeln; sie folgen eine nach der anderen den Faden entlang, um weiter in eine andere Bahn einzulenken. Oft stellt sich plötzlich eine rücklaufende Richtung ein. Unterwegs sind die Spindeln nicht gleich weit entfernt; hier und da eilt eine voraus und legt sich an die nächste mit ihrer Längsachse an,

ihr folgt eine zweite, dritte u. s. w. (Taf. XIX. Fig. 5., h.). Auf diese Weise entsteht ein Haufen von Spindeln, die in einen Strang, der seinen Weg fortsetzt, verschmelzen. Der Faden aber, den wir inzwischen nicht aus den Augen liessen, hat noch immer dieselbe Lage und Ausdehnung, ungeachtet, dass so viele Stränge und Spindeln von weit her ihm entlang vorbeigegangen sind. Wir sind also genöthigt auch hier die weniger bewegliche Grundmasse und eine zweite gleitende zu unterscheiden. Ich habe absichtlich zu der Beobachtung einen Zweig von bestimmter Länge gewählt, um der Einwendung, dass das Hin- und Herschieben der Spindeln vielleicht der Contraction und Ausdehnung des Fadens zuzuschreiben sei, zu entgehen. Auch eine andere Deutung, dass die Spindeln nur Anschwellungen des Fadens wären, die sich hin- und herbewegen, ist unzulässig, weil die Spindeln, wie wir sahen, unterwegs vielfach ihre Gestalt ändern, zusammenfliessen, sich theilen und aus dem Hauptreservoir herkommen.

Wir haben also in dem Fadenplasmodium eine Protoplasma-masse kennen gelernt, die in allen wesentlichen Merkmalen mit den Plasmodien der Myxomyeeten übereinstimmt, mit dem einzigen Unterschiede, dass das Fliessen äusserst langsam vor sich geht und durch ein Gleiten ersetzt wird. Dieser Unterschied ist nur ein gradueller und desto weniger von Bedeutung, als wir schon bei gewöhnlichen Plasmodien in den Verbindungsfäden dieselben Erscheinungen constatirt haben.

Durch die schon erörterten Structur- und Bewegungsverhältnisse des Plasmodiums dürfte die Annahme seiner beiden Bestandtheile genügend befestigt sein. Merkwürdigerweise waren noch vor meinen Untersuchungen von Brücke\*) an dem Zelleninhalte der Pflanzenhaare dieselben Erscheinungen erkannt. Es sollen nach Brücke's Angaben in den Plasmaströmchen des Nesselhaares zweierlei differente Bewegungen zu unterscheiden sein: eine sich ziehende Contractionsbewegung der Grundmasse und eine andere durch das Strömen der Körnchen wahrnehmbare — also ganz in derselben Weise wie im Plasmodium. Diese Angaben wurden indessen von einem namhaften Beobachter, von de Bary\*\*), nicht bestätigt gefunden, im Gegentheil, die herrschende Ansicht von einer fliessenden Bewegung der ganzen Plasmamasse, wenigstens

\*) Sitzungsber. d. Wiener Akad, math. naturw. Classe, Bd. 44. 1861.

\*\*) Flora, 1862. Nr. 16.

in den Staubfädenhaaren der *Tradescantia*, vertheidigt. Der Widerspruch zwischen de Bary's und Brücke's Beobachtungen würde sich vielleicht durch die Vermuthung, dass in verschiedenen, nur scheinbar analogen Fällen eine differente Norm der Plasmabewegung stattfindet, ausgleichen lassen. Jedenfalls sind Brücke's und meine an verschiedenen Objecten gewonnene, übereinstimmende Resultate geeignet, die Aussicht auf eine weitere Verbreitung ähnlicher Bewegungsverhältnisse des Zelleninhaltes zu eröffnen.

In allen von mir untersuchten Protoplasmamassen der Myxomyceten, mit Ausnahme des Fadenplasmodiums, habe ich contractile Vacuolen gefunden. Zu dem in meinem früheren Aufsätze\*) darüber Gesagten habe ich nichts Wesentliches hinzuzusetzen und verweise auf die hier beigefügten Abbildungen, die die Anwesenheit contractiler Räume in den Zellenzuständen, Myxoamoeben, jungen wie ausgebildeten Plasmodien, anschaulich machen (Tafel XVIII. Fig. 1—4., 6., 10., 11. Taf. XIX. Fig. 3.).

Ich will jetzt zu dem andern Streitpunkte, zu der Frage, ob das Plasmodium als ein nacktes Gebilde zu betrachten sei, übergehen. Berücksichtigen wir zuerst die Gründe, die für die Anwesenheit der Membran von de Bary angeführt sind. Ich finde deren zwei. Erstens dass durch Einwirkung von Alkohol auf das Plasmodium die Hülle, selbst an den dünnsten Zweigen, sehr deutlich als eine continuirliche Haut vom Inhalte sich abhebt; und zweitens, dass an einigen, das faule Holz bewohnenden Plasmodien die Hülle als doppelt conturirte, scharf vom Inhalte abgegrenzte Membran erscheint\*\*).

Der erste Grund beweist nur, dass die Oberfläche des Plasmodiums in Berührung mit dem Reagens coagulirt; nicht aber, dass in unverletztem Zustande, vor der Behandlung mit Alkohol, eine Hülle vorhanden war.

Was den zweiten Grund betrifft, so führt de Bary selbst an, dass Plasmodien von *Lycogala*, *Areyria*, die diese doppelte Contur aufweisen, in Wasser gebracht sich so verhalten, wie gewöhnliche Protoplasmamassen. Ich kenne leider durch eigene Anschauung die Protoplasmamassen erwähnter Species nicht, dennoch glaube ich, vermöge ihrer Fähigkeit, im Wasser plasmodienartig sich zu ergiessen, mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen zu dürfen,

\*) l. c. pag. 329.

\*\*) l. c. pag. 41, 46.

dass der doppelt conturirte Rand nicht als optischer Ausdruck einer Hülle zu deuten ist, vielmehr nur die Umriss<sup>e</sup> nach Aussen mächtig vertretener Grundmasse bezeichnet. Auch durch Druck, da das Plasmodium ausserordentlich gegen äussere Schädlichkeiten empfindlich ist, kann man die vermuthliche Membran zum Platzen und Ausfliessen des Inhalts nicht bringen. Der Beweis reducirt sich also lediglich allein auf das optische Verhalten des Randes. Jedoch, bei einem Gebilde, dessen Zweige an jeder Stelle verschmelzen können und bei Auseinanderreissen sich so, wie flüssiges Harz, in Fäden ziehen, dürfte die doppelte Contur schwer als ein entscheidender Beweis einer umhüllenden Membran zu betrachten sein.

Auf einen anderen Grund stützt sich Professor Reichert in seinem Aufsatz: „Ueber die neueren Reformen in der Zellenlehre“<sup>\*)</sup>, um die Hülle an dem Plasmodium zu beweisen. Ich werde die betreffende Stelle mit eigenen Worten des Verfassers anführen:

„Einem unbefangenen und genauen mikroskopischen Beobachter kann es überhaupt nicht entgehen, dass bei den Myxomyceten nach Aussen von der in Bewegung befindlichen körnerhaltigen Substanz eine an dieser Bewegung sich nicht betheiligende Grenzschicht vorhanden ist. Sie giebt sich allerdings in den meisten Fällen nur durch eine einfache, scharf gezeichnete dunkle Contur zu erkennen, diese Contur ist aber constant und unveränderlich neben der vorbeiströmenden Masse. Eine solche Contur ist unvereinbar mit der Vorstellung, dass dieselbe der strömenden Masse selbst angehöre. Diese Grenzschicht kann auch nicht von derselben Beschaffenheit, wie der strömende Inhalt sein, da sonst unter den vorhandenen Umständen eine Alteration derselben durch den fortdauernd vorbeifliessenden Strom hervortreten müsste.“

Die hier mitgetheilten Thatsachen sind vollständig richtig; sie beweisen aber nicht das, was sie beweisen sollen. Diese Thatsachen bewähren sich in weit instructiverer Weise in dem peripherischen Theile des Plasmodiums. Wir haben hier statt einer Grenzschicht mit vorbeifliessendem Strome eine ganze ruhende Platte von Grundsubstanz, in welcher zahlreiche Ströme eingebettet sind. Unter den Augen des Beobachters können sich nun, wie ich früher angab, die Ströme vermischen und einen bilden, oder ganz neue selbständige entstehen. Die Grundmasse ist hier eben

<sup>\*)</sup> Reichert's und du Bois' Archiv, 1863.

so wenig bei dem Fließen, wie an der Grenzschicht eines Stranges betheiligt. Diese Bewegungserscheinungen beweisen nur, dass das Plasmodium aus zwei verschiedenen Substanzen besteht und sind keineswegs geeignet, die Anwesenheit einer Hülle zu constatiren.

Im Widerspruch mit de Bary's und Reichert's Annahme steht die Ansicht von Max Schultze\*), dass das Protoplasma bei *Aeth. septicum* als ein nacktes, aus zusammengeschmolzenen hüllenlosen Zellen hervorgegangenes Gebilde zu betrachten sei. Die Gründe, die Max Schultze zu dieser durch die Entwicklungsgeschichte sich bewährenden Deutung führte, sind von ihm nicht eingehender motivirt worden, was auch in einer Abhandlung, wo die Myxomyceten nicht den Hauptgegenstand ausmachten, schwerlich zu verlangen wäre. Die von de Bary vermuthete Identität der frei lebenden Amöben mit jungen Protoplasmasträngen, auf welche sich Max Schultze bezieht, wird kaum eine genügende Stütze der erwähnten Deutung zu geben vermögen. Die Amöben sind sehr heterogene, wahrscheinlich zu verschiedenen Entwicklungskreisen gehörende Körper; ihr morphologischer Werth wird sehr mannigfach ausfallen, je nachdem sie als Entwicklungsglieder der Spongien, Rhizopoden, Gregarinen, Monaden oder Myxomyceten sich herausstellen werden. Daher sind die von Amöben auf Plasmodien übergetragenen Analogien, so lange der morphologische Werth der Ersten unbekannt bleibt, nicht genügend beweisend.

Es ist keine leichte Aufgabe, in zweifelhaften Fällen die Gegenwart einer Membran zu constatiren, schon deswegen, weil die Zellmembran alle möglichen Verdichtungsgrade der Substanz zwischen hart und halbflüssig besitzen kann. Ob eine flüssige Zellhülle wirklich existirt, und wie in diesem Falle der Begriff der Membran und der Zelle zu construiren sei, ist zur Zeit eine ungelöste Aufgabe, die ich hier unberührt lassen kann. In Betreff der Myxomyceten handelt es sich nur zu beweisen, dass das Plasmodium einer Membran in gewöhnlichem Sinne entbehrt, die die Diffusion flüssiger und gasartiger Körper gestattet, die aber soliden Körpern freien Durchgang nicht erlaubt.

Mein Hauptbeweis besteht einfach darin, dass das Plasmodium auf allen Entwicklungsstufen, sobald es als solches zu erkennen

---

\*) Ueber Muskelkörperchen, Reichert's und du Bois' Archiv, 1861.

ist, über fremde Körper sich ergießt, sie umhüllt und in den Strom hineinzieht. Bei anhaltender Beobachtung eines Plasmodiumzweiges oder noch besser bei Myxoamoeben, die aus den Zellen entstehen, kann man auf das Deutlichste die Art der Aufnahme verfolgen (Taf. XVIII. Fig. 6.). Man überzeugt sich, dass der fremde Körper nicht etwa durch sich erweiternde in der Grenzschicht des Plasmodiums präexistirende Oeffnungen in den Strom gelangt, vielmehr, dass der Ast den Körper umhüllt und ihn allmähig in den Strom hineinzieht, indem sich seine freien, ueber den Körper hervorragenden Ränder begegnen und verschmelzen. Auf diese Weise werden Haufen von Stärkekörnern, Sporen, Cysten u. d. g. von dem Plasmodium verschlungen und in dem Strome weit herumgeführt (Taf. XVIII. Fig. 11. z). Bei *Physarum album*, *Didymium leucopus*, welche sehr flüssige und bewegliche Plasmodien besitzen, ist diese Beobachtung äusserst leicht und deutlich. Aber auch bei dickflüssigen, wie das von *D. Serpula*, ist der Beweis, dass fremde Körper auf dieselbe Weise in den Strom gelangen, nicht schwer zu führen. Mit diesem Sachverhalt ist die Anwesenheit einer das Plasmodium umhüllenden Membran, der Verschmelzungserscheinungen nicht zu gedenken, unvereinbar.

Das Plasmodium giebt somit ein unzweifelhaftes Beispiel eines flüssigen Entwicklungsstadiums eines Organismus. Wir werden gleich sehen, inwiefern diese Annahme durch die Entstehungsweise der Protoplasmamasse der Myxomyceten und durch analoge Erscheinungen bei andern Organismen unterstützt wird.

## II.

Durch de Bary's Untersuchungen\*) haben wir kennen gelernt, dass die Myxomyceten nicht wie andere Pilze eine Fadenkeimung besitzen, sondern aus der Spore einen frei im Wasser beweglichen Schwärmer bilden. Seine Form ist einer Euglena ähnlich; an seinem vorderen Ende ist eine Cilie, an dem entgegengesetzten eine contractile Vacuole vorhanden. Wie aus diesen Schwärmern die bewegliche Protoplasmamasse entsteht, ist noch nicht endgültig aufgeklärt worden, trotz zahlreicher von de Bary auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen. De Bary säete bei seinen Culturversuchen Sporen verschiedener Myxomyceten in reines

\*) l. c. pag. 68 ff.

Wasser oder auf nasse, faulende Pflanzentheile. Aus sämtlichen Versuchen ergab sich, dass der Schwärmer, nachdem er sich eine Zeit lang schwimmend im Wasser bewegt hatte, die Cilie verlor, sich dehnte, Fortsätze trieb und in einen amoebenartigen Körper verwandelt war. Bei fortgesetzter Cultur erschienen die Amoeben immer zahlreicher, dagegen traten die Schwärmer nach und nach zurück. Die ersten wurden merklich grösser, zwischen ihnen und cilienlosen Schwärmern liessen sich mit grösster Leichtigkeit alle möglichen Mittelstufen auffinden. Dazu gesellte sich noch der Umstand, dass man unter gewöhnlichen Schwärmern auch viel grössere findet, die sich auch in amoebenartige Körper verwandeln und aus diesem Zustande in die des Schwärmers zurückgehen können; da sich diese Amoeben von solchen, die zu Anfang der Keimversuche auftreten, durch gar nichts unterscheiden, so wird dadurch der Beweis geliefert, dass die letzten von den Schwärmern abzuleiten sein müssen. Es blieb ferner zu ermitteln, wie sich diese Amoeben bei Plasmodienbildung verhalten. Die Keimversuche im Wasser auf dem Objectträger liessen sich jedoch nicht längere Zeit fortführen, da die Schwärmer und die amoebenartigen Körper nach einigen Tagen abstarben. Viel ergiebiger Resultate erzielte de Bary durch Aussäen der Sporen von *Aethalium septicum* auf feuchte Gerberlohe, von *Lycogala epidendron* auf faules Tannenholz.

Was zunächst das *Aethalium* betrifft, war das Resultat folgendes: Auf die Schwärmsporenbildung und die nächsten Entwicklungszustände traten allmählig immer grössere Amoeben, welche, je mehr sie wuchsen, um so ausgesprochenere längliche, kurzen Protoplasmasträngen ähnliche Gestalt annahmen. Ein Theil dieser Körper hatte glatte Umrisse angenommen, die Fortsätze eingezogen, sich oft zu Kugel- oder Eiform contrahirt und war in Cystenbildung übergegangen. Bei der Cultur der *Lycogala* schien der Beweis, dass die Protoplasmastränge durch die Vermittelung der Amoeben aus den Schwärmern entstehen, noch augenscheinlicher. Die auf die Schwärmer folgenden Amoeben liessen keine Färbung erkennen; je grösser sie wurden, desto deutlicher zeigte ihre Substanz das den fruchtbildenden Protoplasmasträngen eigene röthliche Colorit. Endlich fanden sich grössere ( $\frac{1}{86} - \frac{1}{20}$ “) Körper mit scharf gezogenem Umriss, welche, in Wasser gebracht, alsbald zahlreiche Amoebenarme von grosser Biegsamkeit und Beweglichkeit aussendeten und wieder einzogen. Von den letzteren war eine voll-

ständige Entwicklungsreihe bis zu noch grösseren Protoplasmasträngen, die in jeder Hinsicht denen von Lycopala gleichen, vorhanden.

Nach diesen Thatsachen nimmt de Bary die directe Entwicklung der fruchtbildenden Stränge aus den durch Heranwachsen entstandenen Amöben als festgestellt an. Ob die Plasmodien durch Heranwachsen je einer Amöbe oder durch Zusammenschmelzen mehrerer gesonderter Individuen zu Stande kommt, blieb unentschieden.

Die Schwärmsporenceimung bei den Myxomyceten wurde von Beil\*), H. Hofmann\*\*) und neulich von Currey\*\*\*) bestätigt. Die von Hofmann, da sie auch auf das fernere Schicksal der Schwärmer Bezug nehmen, will ich näher anführen. In seinem Aufsätze über Pilzkeimungen bestätigte dieser Forscher de Bary's Angaben, theils widersprach er ihnen. Die Keimung mit Schwärmerbildung wurde von ihm bei vielen Species bestätigt, dagegen nicht als eine allgemeine Erscheinung angenommen, da bei *L. sulphurea* sich eine Fadenkeimung wie bei anderen Pilzen herausstellte. Denselben Fall giebt Berkeley†) an bei der *Trichia* gefunden zu haben. Die Schwärmer hat Hofmann zu Amöben sich umwandeln sehen, allein bei Culturen gingen dieselben oft, von Bacterienbildung begleitet, zu Grunde. De Bary's grosse Amöben hält Hofmann entschieden für fremdartige Körper und spricht die Vermuthung aus, dass sie von absterbenden Infusorien (*Bursaria*, *Cercomonas*) wahrscheinlich abzuleiten sein. Die Schwärmer traf Hofmann häufig fest an einander durch ihre klebrige Oberfläche haften; allein niemals sah er sie in Continuität treten, zusammenwachsen; sie gleichen sich in der Grösse, es waren nicht grössere mit kleineren gemengt. Die Theilung der Schwärmer, sowie Cystenbildung konnte er bei unzweifelhaften Schwärmeru nicht constatiren und führt sie auf fremde sich eindringende Infusorien zurück. Bei langsamem Austrocknen nahmen die Schwärmer bei *Physarum macrocarpum* Kugelgestalt an, bei sofortiger neuer Benetzung kehrten sie nicht in die Schwärmerform zurück, sondern nahmen den Charakter von Amöben an, wobei die Wimper

\*) Verhandl. d. zool.-bot. Gesellsch. in Wien, 1859.

\*\*) Bot. Zeitung, 1859, pag. 212.

\*\*\*) The natural, histor. review, No. VIII., Octbr. 1862.

†) Introd. to crypt. Botany, p. 17.

mitunter wieder auf einige Zeit sichtbar wurde; zögerte man dagegen mit der Wiederbenetzung nur einige Minuten, so starb der Schwärmer ab.

Aus dem Mitgetheilten ersehen wir, dass es auch Hofmann nicht gelungen ist, die fernere Betheiligung der Schwärmer bei der Plasmodiumbildung ins Klare zu bringen. Auf seine anderen Angaben werde ich unten Gelegenheit haben zurückzukommen. Wir müssen uns vorläufig also an de Bary's Culturversuchen betreffs Aethalium und Lycogala halten.

Wo Amoeben als Entwicklungsstufen anderer Organismen erscheinen, ist es wegen der Allgegenwart der freilebenden Amoeben nicht zu verargen, wenn man sie mit grösstem Misstrauen als legitime Entwicklungsglieder aufnimmt. Wenn ich auch dem Entdecker der Plasmodien nicht zumuthen konnte, dass er die grossen Aethalium- und Lycogala-Amoeben, die in Allem wie Protoplasmastränge sich verhielten, von fremden Amoeben nicht zu unterscheiden vermochte, so war doch gerade der Umstand, dass die Aethalium-Amoebe sich encystirt und folglich wie ein Infusorium verhält, so befremdend, dass ich dennoch in der ganzen Entwicklungsweise etwas Verdächtiges zu vermuthen glaubte.

Der Verdacht wurde noch dadurch unterstützt, dass von de Bary selbst ruhende Zustände der Myxomyceten in einer anderen Form, nämlich als Zellenzustände entdeckt worden sind. Allein das, was hier den Zweifel erweckte, lag nicht in der Untersuchung, sondern in der Erscheinung selbst. Nachdem ich die Cystenbildung auf das Genaueste bei den Myxomyceten geprüft und die Keimung verfolgt habe, kann ich nicht zweifeln, dass die von de Bary bei Aethalium und Lycogala gefundenen Amoeben wirklich zu den genannten Myxomyceten gehörten. Dennoch ist der Beweis, dass diese Amoeben von den Schwärmern herzuleiten seien, aus de Bary's Culturversuchen nicht zu entnehmen. Es war sehr wahrscheinlich, dass die nach der Aussaat der Sporen in Gerberlohe auftretenden plasmodienartigen Amoeben von den Schwärmern her stammten; allein das war nicht der einzige mögliche Weg ihrer Bildung. De Bary scheint bei seiner Beweisführung einen Umstand ausser Acht gelassen zu haben, den nämlich, dass Plasmodien aus Zellenzuständen und auch aus Cysten entstehen können und beide Bildungen sind ja reichlich in Gerberlohe, faulem Holze u. d. g. vorhanden. Benetzt man die ruhenden Zustände mit Wasser, so bekommt man Plasmodien von verschiedenster Grösse, gleichviel ob

man Sporen gesüet oder sie ganz aus der Untersuchung fernhielt. Aus einer Myxomycetenzelle wird nur eine Amoebe, die sich in viele kleine theilen kann und oft es wirklich thut; aus Zusammenschmelzen einzelner Amoeben bekommen wir immer grössere, die sich schon wie Plasmodien verhalten (Taf. XVIII. Fig. 1—5.); mit einem Worte, es ist sehr leicht, wenn man nur diese Quelle im Auge behält, in der feuchten Gerberlohe eine ganze Reihe amoebenartiger Körper zu finden, die zu der untersuchten Myxomycete gehören und trotzdem von den Sporen nicht abstammen.

Wir erschen also, dass die Frage, wie das Plasmodium aus den Sporen sich heranbildet, eine zwar der Beantwortung sehr nahe gebrachte, dennoch nicht gelöste ist.

Es giebt nur einen Weg, die störenden Einflüsse, die fremden Amoeben und die ruhenden Zustände der Myxomyceten von den Keimversuchen fernzuhalten — die Cultur auf dem Objectträger vorgehen zu lassen. Da ich bei der Untersuchung einiger ausgebildeter Plasmodien fand, dass sie sich im Wasser unter dem Deckglase längere Zeit lebend erhalten können, so war dadurch die Erwartung, dass es vielleicht selbst unter dem Deckglase Plasmodien aus dem Schwärmer zu cultiviren gelingen möchte, sehr wahrscheinlich gemacht. Dieser Umstand ist natürlich bei der Frage, wie sich die Schwärmer zu Plasmodien ausbilden, höchst erwünscht, da man das Material mit stärkevergrößerung untersuchen kann.

Es gelang mir unter solchen Verhältnissen bei *Physarum album*, *Didymium leucopus* aus Sporen Plasmodien zu erziehen und bei erstgenannter Art, aus einer Aussaat auf mikroskopische Pflanzentheile auf dem Objectträger die Plasmodien bis in die Fruchtbildung zu verfolgen.

Die Anfänge der Keimung der Myxomyceten sind so vielfach von de Bary und Anderen untersucht, dass ich mich hier ganz kurz fassen kann. Säet man Sporen von *D. leucopus*, *Ph. album*, *Licea pannorum* in Wasser unter Deckglas, so findet man nach Verlauf von 24—36 Stunden das Beobachtungsfeld von einer Unzahl schwimmender, auch amoebenartig sich bewegender Schwärmer bedeckt. Der aus der geplatzen Spore allmählig heraustretende Inhalt bildet ein Kügelchen, in welchem man einen Nucleus, eine contractile Vakuole und in manchen Fällen (*Licea pannorum*, *Physarum album*) noch ein Schleimklümpchen vorfindet (Taf. XX. Fig. 1—5., 19—21., 42—44.). Der Nucleus ist ein zart contourirtes Bläschen,

welches einen schärfer hervortretenden Nucleolus einschliesst. Der befreite Sporenhalt beginnt nun sogleich oder nach längerem Ruhen sich zu dehnen und zu contrahiren, nimmt längliche Gestalt an, entwickelt an einem Ende eine Cilie und schwimmt davon. Unter der Cilie ist der Nucleus, am entgegengesetzten Ende die Vacuole oder deren zwei angebracht, in der Mitte des Körpers findet sich das Schleimpartikelchen, welches bei längerem Herumschwimmen des Schwärmer gänzlich verschwindet (Tafel XX. Fig. 6—8., 22—27., 45—47.). Die Schwärmer breiten sich nun in der bekannten Weise auf dem Objectträger aus, senden zahlreiche Fortsätze und gleiten wie Amöben nach allen Richtungen umher; die Cilie wird nachgeschleppt oder eingezogen. Aus diesem Zustande können sie wieder in den des Schwärmer zurückkehren oder nehmen Kugelgestalt an und bleiben einige Zeit bewegungslos liegen. Am 2—3. Versuchstage treten etwas grössere amöbenartige Körper auf, die noch in den Schwärmerzustand übergeben und dessen andere Attribute, den Nucleus und die Vacuole, besitzen.

Bis jetzt waren in dem Versuchstropfen gesonderte Schwärmer zerstreut, jetzt fangen sie sich an zu nahen und in Gruppen, ja selbst in grosse Haufen sich zu vereinigen (Taf. XX. Fig. 13., 15.). Sie gleiten hier einer auf dem anderen oder bleiben längere Zeit bewegungslos in Berührung, treten dann wieder aus dem Haufen, um das frühere Herumkriechen fortzusetzen. Nach langem, erfolglosen Suchen gelingt es, zwei sich anlegende cilienlose Schwärmer in einen Körper verschmelzen zu sehen (Taf. XX. Fig. 30., 31.). Hat man die rechte Zeit abgepasst, so ist nicht schwer bei Durchmusterung des Keimungsmaterials vielfach auf Gruppen von 2—3 cilienlosen Schwärmern zu stossen, die unter den Augen in einen Körper verschmelzen. Vor dem Zusammenfliessen konnte man an ihnen deutlich den Nucleus, die contractile Vacuole wahrnehmen, sobald aber die Vereinigung in einem Körper erfolgte, war an dem letzten der Nucleus nicht mehr zur Anschauung zu bringen (Taf. XX. Fig. 30—33.). Auf diese Weise entstehen nun grössere amöbenartige Körper, die sich durch den Mangel eines Nucleus und durch grössere Dimensionen von dem cilienlosen Schwärmer unterscheiden. Ausserdem sind in den ersten mehr Vacuolen als in dem Schwärmer vorhanden, ob sie aber genau der Zahl in die Vereinigung eingegangener Schwärmer entspricht, muss ich dahingestellt lassen. Diese grösseren Amöben (Myxoamöben) bewegen sich

wie die cilienlosen Schwärmer; sie gleiten auf dem Objectträger, senden spitze, auch runde Fortsätze aus, bilden durch dünne Verbindungsfäden vereinigte Lappen. Unterwegs, wo sie den cilienlosen Schwärmern oder amoebenartigen Körpern begegnen, kleben sie an diese an und verschmelzen mit ihnen (Taf. XX. Fig. 13., 14.). Mitunter kugeln sie sich ein und werden gewöhnlich von einer Unzahl Schwärmer mit und ohne Cilie bedeckt. In ihrem Inhalte treten jetzt fremde Körper, Myxomycetensporen, eingekugelte Schwärmer u. d. g. vor. Die verschluckten Gegenstände werden in der Leibessubstanz in Vacuolen eingebettet und gewähren dadurch denselben Anblick, wie die sogenannten Magen der Infusorien (Taf. XX. Fig. 16., 17., 18., 35.). Ausserdem bemerkt man, dass in dem Inhalte stellenweise schon das bekannte Fliessen des Plasmodiums sich einstellt und durch das Hin- und Herführen der Ingesta noch augenscheinlicher wird.

Durch das Zusammenfliessen dieser grösseren Amoeben, die sich schon wie Plasmodien verhalten, entstehen schliesslich aus der ganzen Aussaat gewöhnlich am 4—6. Tage ein oder mehrere Plasmodien (Taf. XX. Fig. 18.), die sich 1—2 Tage halten, dann aber, von Vacuolen und Blasenbildung begleitet, absterben. Hier und da kriechen noch im Tropfen kleine Amoeben, selbst verspätete Schwärmer schwimmen noch herum.

Das Resultat der Keimung war ganz dasselbe für *Physarum album* und *Didymium leucopus*. Die *Licea pannorum* gelang es mir nicht bis zu Plasmodien heranzuziehen. Die als Entwicklungsglieder auftretenden Myxoamoeben sind bei allen drei Species so ähnlich, dass man sie unmöglich von einander unterscheiden konnte. Sie sind unzweifelhaft aus den Schwärmern entstanden, weil es die directe Beobachtung bewies und andere Quellen für ihre Bildung in den leicht zu überblickenden Versuchstropfen nicht vorhanden waren.

Auf nasse, mikroskopisch kleine Pflanzentheile gesäete Sporen von *Ph. album* gaben auch nach 4 Tagen ausgebildete Plasmodien, die nach Verlauf von 24 Stunden auf dem Objectträger fructificirten. Es bedarf folglich die erwähnte Myxomycete bei günstigen Verhältnissen etwa 5 Tage, um ihren Lebenslauf zu vollenden.

Die ausserordentlich grossen Sporen, die so häufig mit normal gebildeten vorkommen, habe ich nie zur Keimung bringen können\*) (Taf. XVII. Fig. 2.).

\*) Diesen Sporen schreibt Wigand (zur Morphologie und Systematik der

Was die Fadenkeimung der Myxomyceten betrifft, so habe ich diese bei *Licea sulphurea* bestätigt, lasse sie aber hier unberücksichtigt, da die systematische Stellung genannter Pflanze bei den Myxomyceten, wie de Bary hervorgehoben hat\*), höchst verdächtig erscheint. Andere Fälle, wie die von Berkeley bei *Trichia* angeführten, darf ich wohl auch unberührt lassen, weil es zu den leichtesten Beobachtungen gehört, sich von der Schwärmerkeimung bei erwähnter Myxomycete zu überzeugen.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass das Plasmodium aus Zusammenschmelzen vieler Sporeninhalte (cilienlosen Schwärmer) entsteht. Die Schwärmer sind hüllenlos, die von ihnen herstammenden, amoebenartigen Körper nehmen fremde Ingesta in sich auf, ermangeln folglich auch einer Membran. Es ist demnach das Plasmodium auf allen Entwicklungsstufen von dem Schwärmer aus bis zur Fruchtbildung ein nacktes hüllenloses Gebilde. Es entsteht zwar aus Vereinigung individualisirter Zelleninhalte, die aber ihre Individualität in den amoebenartigen Körpern und ausgebildeten Plasmodien einbüßen und sie erst in der Frucht wieder zur Geltung bringen. Wir müssen also zu der Definition des Plasmodiums ausser den von seiner Structur und Bewegung abgeleiteten Merkmalen noch seine Entwicklungsart aus Zusammenfließen vieler Zelleninhalte hinzufügen.

Diese Thatsachen sind unter das alte Zellenschema nicht unterzubringen. Sie zwingen den Beobachter, sich durch M. Schultze und Brücke in Betreff der Zellenlehre angeregter Bestrebungen anzuschließen. Durch den colossalen Maassstab der Erscheinungen ist das Plasmodium besonders geeignet, das Zellenschema der we-

---

Gattungen *Trichia* und *Arcyria*, in Pringsheim's Jahrbüchern, III. Bd., 1. Hft.) andere morphologische Bedeutung als den gewöhnlich Schwärmer bildenden zu, indem er vermuthet, dass sie sich aus dem *Capilitium* entwickeln und unmittelbar durch Auswachsen in die Myxomycetenfrucht verwandeln. Ich kann dieser Ansicht nicht beipflichten, denn die besagten Bildungen finden sich auch bei *Licea pannorum*, wo gewöhnlich kein *Capilitium* vorhanden und eine rudimentaere Entwicklung desselben zu den Seltenheiten gehört. Auch die directe Beobachtung ihrer Entstehung bei *D. Serpula* beweist, dass sie sich wie gewöhnliche Sporen unmittelbar aus dem Plasmodium bilden. Ob sie sich aber durch Abschnürung des letzten oder durch freie Zellenbildung, wie de Bary für normale Sporen annimmt, entwickeln, muss ich noch dahingestellt lassen. Die Einschnürungen, die die abnorm grosse Sporen so häufig aufweisen, sprechen jedenfalls für die erste Art ihrer Entstehung.

\*) Flora, 1862. No. 17. pag. 269.

sentlichen Attribute, der Hülle und des Nucleus zu berauben und durch seine leicht zu verfolgende Entwicklungsgeschichte zu der Annahme eines freien, ausserhalb der Zelle fungirenden Inhaltes zu führen, gleichviel ob derselbe, wie bei den Algen, einen oder bei den Myxomyceten mehrere Zelleninhalte repräsentirt.

### III.

Es ist wohl keine einzige Organismengruppe bekannt, die so reich mit ruhenden Zuständen versorgt wäre, wie die Myxomyceten. Auf allen Altersstufen von der Spore an bis zur Fruchtbildung besitzt das Plasmodium die Fähigkeit vor schädlichen Einflüssen sich zu schützen, sich zu encystiren.

Ich werde hier dreierlei Bildungen unterscheiden: 1) Microcysten, 2) derbwandige Cysten und 3) Zellenzustände.

Die ersten gehören den Schwärmern an. Sobald Wassermangel oder andere ungünstige Verhältnisse langsam eintreten, nehmen sämtliche Schwärmer Kugelgestalt an und entwickeln an ihrer Oberfläche eine äusserst zarte Hülle. Bei fortschreitender Austrocknung tritt ihr Inhalt gewöhnlich an einer Stelle halbkreisförmig zurück, wo dann die Membran mit grosser Deutlichkeit wahrgenommen wird. Sie ist farblos, glatt, etwas kleiner als die Spore. I und  $SO_3$ , bringt in ihr keine Cellulose-Reaction hervor. Im Inhalte sind mit Ausnahme der Cilie alle Attribute des Schwärmers, der Nucleus, die contractile Vacuole und das Schleimpartikelchen, wo solches in der Spore zugegen war, vorhanden (Taf. XX. Fig. 53—55.).

Die eingekugelten, in eine Membran gehüllten Schwärmer verhalten sich wirklich wie Infusoriencysten, sie besitzen die Eigenschaft der Austrocknung zu trotzen und wieder mit Wasser benetzt den unveränderten Schwärmer austreten zu lassen. Dieser Vorgang verläuft hier viel rascher als es während der Keimung der Fall war. Die mehrere Tage auf dem Objectträger unter Deckglas getrockneten Microcysten von *Licea pannorum*, gaben bei Benetzen mit Wasser schon nach zwei Stunden, die des *Physarum album* selbst nach Verlauf von einer halben Stunde eine Unzahl von Schwärmern. Die erste Veränderung, die man in der aufgeweichten Cyste wahrnimmt, besteht in der von neuem beginnenden Pulsation der Vacuole — darauf erfolgt das Heraustreten des Inhaltes. Dieses geht in derselben Weise vor sich, wie bei den Zoosporen der *Achlya*, *Aphanomyces* u. d. g. während ihrer Häutung. Der Inhalt nämlich quillt durch die Wand der Cyste hin-

durch und erscheint ausserhalb derselben in Form eines hellen Bläschens, welches allmählig anschwillt und den in der Cyste gebliebenen Inhalt nach sich zieht (Taf. XX. Fig. 56., 58.). Noch bevor dies beendet ist, kann man schon oft an dem befreiten Theile des Inhalts eine schwingende Wimper wahrnehmen. Ausserhalb der Cyste beginnt der ausgetretene Körper Fortsätze zu treiben, sie einzuziehen, nimmt längliche Gestalt an und ist vom gewöhnlichen, aus der Spore herstammenden Schwärmer nicht im Geringsten zu unterscheiden (Taf. XX. Fig. 59.).

Ich habe bis jetzt die Microcysten bei *D. leucopus*, *Ph. album*, *Licea pannorum* und *Trichia circumscissa* (?) gefunden. Das Encystiren des Schwärmers könnte als eine Häutung gedeutet werden. Allerdings ist zwischen beiden Vorgängen eine Analogie nicht zu verkennen, allein bei *Achlya*, so viel ich aus meinen Untersuchungen schliessen darf, gehen die Schwärmer, die sich an dem Sporangiumscheitel in eine Kugel vereinigen, durch Austrocknung zu Grunde.

Die Gegenwart der Hülle bei eingekugelten Schwärmern ist zuerst von Hofmann beobachtet worden\*); er gab aber dieser Thatsache eine andere Bedeutung, er benutzte sie, um den Schwärmern selbst eine umhüllende Haut zu vindiciren. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass der Schwärmer den hüllenlosen Sporenhalt repräsentirt, und so lange er sich bewegt, einen nackten Körper vorstellt; erst dann, wenn er in den ruhenden Zustand übergeht, erscheint an seiner Oberfläche die zarte Membran. Die Anwesenheit von Myxomycetencysten war von Hofmann, wie ich schon erwähnte, ganz geleugnet, da die Schwärmer bei Keimversuchen mit *Ph. microcarpum* durch längeres (über 8 Minuten) Austrocknen zu Grunde gingen. Dies ist wirklich auch immer der Fall, wenn Wassermangel plötzlich auftritt, allein bei allmähligem Austrocknen nehmen die Microcysten, wie wir sahen, den Schwärmer in Schutz.

Die zweite Form der ruhenden Zustände der Myxomyceten, die derbwandigen Cysten, hat de Bary zuerst bei den grossen *Aethaliumamoeben* gefunden. Ich habe bei der Cultur der *Licea pannorum* vielfach Gelegenheit gehabt, ihre Entwicklung auf dem Objectträger aus den Plasmodien verfolgen zu können.

Nicht das ganze Plasmodium wird in eine Cyste umgebildet. Es zerfällt auf diesen Prozess sich vorbereitend, durch das Zer-

\*) Bot. Zeit. 1859, No. 24. pag. 212.

reissen der Fadenzweige in viele Theile von verschiedenster Grösse. Der Vorgang bei der Bildung der Myxomycetencyste ist ganz derselbe, wie bei den Infusorien. Wie z. B. eine *Stylonychia* ihre Hacken, Stiele, Wimpern einzieht und zuerst in eine glatte Kugel sich verwandelt, so wird in derselben Weise durch Einziehen der Zweige und Fortsätze aus dem Plasmodium eine kugelförmige Protoplasmamasse gebildet; in dieser treten noch Anfangs warzige, zahlreiche Fortsätze, die schliesslich auch verschwinden, auf (Taf. XXI. Fig. 8., 10.). Die Oberfläche der Kugel erhärtet nun in eine vielfach gefaltete Membran, die sich allmählig von dem Inhalte abhebt, immer mehr gekräuseltes, faseriges Aussehen und dunkelbraune Färbung bekommt (Taf. XXI. Fig. 9.). Bei fernerer Ausbildung der Cyste concentrirt sich der Inhalt, wird grobkörnig, nimmt Kugelgestalt an und an seiner Oberfläche kommt noch eine doppelt conturirte Membran zum Vorschein. Die äussere Hülle bildet oft viele Ausbuchtungen und Anhängsel, sie erscheint nicht selten von fremden Körnchen dermaassen inkrustirt, dass man die eingeschlossene Kugel gar nicht zur Ansicht bekommt (Taf. XXI. Fig. 1—4.). Die Grösse der Cysten ist ausserordentlichen Schwankungen unterworfen, neben solchen, die die Dimensionen der ganzen Liceafrucht erreichen, sind oft ganz kleine, kaum die Grösse der Spore übertreffende vorhanden. Die Cysten sind entweder einzeln auf dem Substrat zerstreut oder in Haufen vereinigt und an einander fest angeklebt. In jeder ist gewöhnlich nur eine Kugel, aber auch häufig deren 2 oder 3 eingeschlossen, was darauf hindeutet, dass das Plasmodium noch innerhalb der Cyste in mehrere Theile zerfallen kann.

Diese so lebhaft an Infusoriencysten erinnernden Bildungen müssen den Verdacht, dass hier eine Verwechslung der Plasmodien mit Amöben stattfand, rege machen. Da ich aber gerade mit diesem Zweifel an die Beobachtung ging und mir eine infusorielle Cystenbildung bei Myxomyceten wegen ihrer Verwandtschaft mit den Pilzen keine willkommene Erscheinung war, so suchte ich auf das Genaueste die Entwicklung der derwandigen Cysten aus den Plasmodien zu untersuchen. Die Erscheinung trat jedoch auf dem Objectträger so massenhaft ein, die Bildung der Cysten auf den auf Tafel XIX. Fig. 1—4. dargestellten Plasmodien war so leicht durch alle Zwischenstufen zu verfolgen, dass der Gedanke an fremde Infusorien oder Amöben als ein ganz unzulässiger sich herausstellte. Und sollte trotzdem noch ein Zweifel übrig geblieben sein, so müsste er durch die Thatsache, dass ich aus den,

mehrere Wochen getrockneten Cysten unter erneuertem Benetzen mit Wasser wieder Plasmodien herauskommen sah, vollständig beseitigt sein.

Das Austreten der Plasmodien aus den Cysten geht äusserst langsam vor sich. Nachdem die letzten ein paar Wochen in Wasser unverändert liegen blieben, gewann die eingeschlossene Kugel an Umfang; ihr grobkörniger Inhalt wurde an einer Seite der Peripherie gleichförmig flüssig. Kurz darauf nimmt man sehr langsame Veränderungen der Umrisse des Inhalts wahr. Bei weiter vorgeschrittener Aufweichung der Cysten quillt der Inhalt merklich an, erweitert die ihn umhüllende Membran, die an seinen jetzt lebhafteren Gestaltveränderungen keinen Antheil nimmt (Taf. XXI. Fig. 5., 6.). Allmähig bricht sich nun das Plasmodium Bahn durch die zwei Häute hindurch. Die geringe Ausgangsöffnung in der äusseren Membran ist ihrer Faltung wegen nicht deutlich wahrzunehmen; die innere Haut bleibt in der Cyste als ein zusammengeschrumpfter Sack zurück. Das befreite Plasmodium ist von dem gewöhnlichen nicht zu unterscheiden (Taf. XXI. Fig. 7.).

Was die Verhältnisse, die die derbwandige Cystenbildung veranlassen, anbetrifft, so ist ein langsames Austrocknen als das hauptsächlich bedingende Moment anzusehen. Bei Plasmodien, die ich aus Zellenzustände gezogen habe, waren nie derbwandige Cysten aufgetreten. Es scheint demnach, dass durch diese Art der ruhenden Zustände nur das jugendliche Plasmodium von äusseren Schädlichkeiten behütet wird.

Die *Licca pannorum* war die einzige Myxomyeete, bei der ich die Cystenbildung auffinden konnte. Bei anderen, vielfach in dieser Beziehung untersuchten jungen Plasmodien erhielt ich stets nur negative Resultate.

Es erübrigt mir noch den dritten Ruhezustand zu erwähnen. Wie wir bereits auch durch de Bary's Arbeiten wissen, zerfällt das Plasmodium bei langsamer Austrocknung unter den Augen des Beobachters und zwar sehr rasch in eine Unzahl von Kugeln der mannigfaltigsten Grösse. De Bary sieht diese Gebilde als Zellen an, indem er ihnen eine Zellstoffhaut, einen Kern und Inhalt zuschreibt. In meinem oben citirten Aufsätze habe ich dieselben Bildungen bei *Physarum album* beschrieben und die Gründe, welche ihre Zellennatur verdächtigen, angegeben. Es gelang mir auch jetzt noch nicht über diesen Punkt ins Klare zu kommen. Nachträglich fand ich die Zellenzustände bei *Physarum sinuosum*,

*Licea pannorum* (Tafel XXI. Fig. 11.), *Didymium Serpula* (Tafel XVII. Fig. 14.), *D. leucopus* (Taf. XXI. Fig. 12—14.), bei *Aeth. septicum* und bei einem ziegelrothen, unbekanntem Plasmodium. Es scheint demnach diese Art der ruhenden Zustände eine weit verbreitete bei den Myxomyceten zu sein. In Betreff ihrer Structur und Entwicklung haben sich meine, bei Gelegenheit des *Physar. album* gemachten Erfahrungen bestätigt. Die Zellenzustände entstehen nicht nach der Art der freien Zellenbildung, wohl aber durch Abschnürung des Plasmodiums (Taf. XXI. Fig. 15., 16.). In den meisten Fällen sind es nackte, höchstwahrscheinlich solide Körper, die in frischem Zustande Schleimkügelchen, in trockenem zahlreiche Vacuolen einschliessen. Der für die Sporen und Schwärmer charakteristische Nucleus war in allen von mir untersuchten Zellenzuständen nicht zu finden. Bei sehr langsamem Austrocknen wird ihre Oberfläche in eine Celluloseschicht, die selbst als eine gesonderte Hülle erscheint, umgewandelt (Taf. XXI. Fig. 11., 12., 13.). Da, wo die Zellen in Haufen zusammengeballt liegen, bekommen sie ein täuschend dem Pflanzengewebe ähnliches Aussehen, werden zu polyedrischen, unregelmässigen Formen abgeflacht; an ihren Berührungsflächen treten oft mehrere Längskanten hervor (Taf. XXI. Fig. 13., 14.). Wo das Plasmodium gefärbt erscheint, wird der Farbstoff beim Uebergange in den ruhenden Zustand mit in die Zellen eingeschlossen (Taf. XVII. Fig. 14.) und nicht, wie bei der Entstehung der Sporen, aus dem Bildungsmaterial entfernt.

Der physiologischen Bedeutung nach entsprechen die Zellenzustände vollständig den Cysten. Durch Austrocknung verlieren sie ihre Lebensfähigkeit nicht und wieder in Wasser gebracht kehren sie in den Plasmodiumzustand zurück. Die aufgeweichte Myxomycetenzelle verwandelt sich in einen amoebenartigen Körper [*Myxoamoeba*] (Taf. XVIII. Fig. 1—3., 5., 6.). Die Hülle, mit Ausnahme anormaler Fälle, wird nicht, wie bei den derbwandigen Cysten, abgestreift, sondern sie geht mit dem eingeschlossenen Körper in die *Myxoamoeba* über. Die letzteren haben ganz dieselbe Beschaffenheit und dasselbe Aussehen, wie die durch Verschmelzen mehrerer Schwärmer gebildeten Amoeben, wogegen die aus den derbwandigen Cysten hervortretenden Körper sich wie junge, fertige Plasmodien zu verhalten scheinen.

## IV.

Werfen wir einen Rückblick auf die gesammte Entwicklung der Myxomyceten, so ergeben sich folgende Punkte, die wir bei Aufsuchung analoger Erscheinungen im Auge behalten müssen: 1) Schwärmsporen, die sich in amoebenartige Körper verwandeln, 2) Zusammenschmelzen der letzteren in nackte, bewegliche Protoplasmanmassen, 3) Zerfallen dieser Massen in Mutterzellen der Schwärmer innerhalb einer an der Oberfläche der Protoplasmanmasse gebildeten Haut, 4) auf allen Stufen der Entwicklung, Cystenbildung.

Fragen wir uns zunächst, welche Pflanzen oder Thiere sind es, deren Schwärmer sich in amoebenartige Körper verwandeln, so werden wir zu einer Organismengruppe, die scheinbar in keinem näheren Verhältniss mit Myxomyceten stehen kann, zu den Monaden geführt. Wigand\*) hat zuerst des Verhaltens der Monadenschwärmer mit anderen analogen Fällen in Beziehung auf die Myxomyceten Erwähnung gethan; de Bary suchte dann die Parallele zwischen beiden Gruppen näher zu ziehen\*\*). Die Schwärmer, die Amoebenzustände stimmen nach ihm in beiden überein.— die Cyste (Zelle) der Monaden vergleicht er mit der Frucht der Myxomyceten. Eine wesentliche Lücke blieb in dieser Zusammenstellung nicht ausgefüllt, weil es gänzlich an Thatsachen fehlte, die die Anwesenheit nackter Protoplasmanmassen bei den Monaden bewiesen.

Da die Entwicklungsgeschichte der Monaden keineswegs eine erschöpfte Frage ist, so wird es nicht zwecklos erscheinen, wenn wir sie noch einmal der Untersuchung unterwerfen und die Beobachtung hauptsächlich auf solche Punkte richten, die uns möglicherweise auf plasmodienartige Gebilde bei den Monaden hinführen werden.

Ohne das schon bekannte Material hier wiederholen zu wollen, muss ich doch des Verständnisses wegen aus meinen früheren Untersuchungen über *Monas amyli* und *M. parasitica*\*\*\*) die Hauptsätze entnehmen und ihnen einige neulich gefundene Thatsachen folgen lassen.

\*) Diese Jahrbücher, III. Bd. 1. Heft, pag. 56.

\*\*\*) Flora, 1862, Nr. 19., pag. 303.

\*\*\*) Bull. phys. math. Acad. St. Petersb. T. XIV., XVII. Pringsheim's Jahrbücher, I, 371.

Die beiden genannten Monaden besitzen schwärmende Zustände, welche sich in Amoeben mit spitzen Pseudopodien (selteuer runden) verwandeln (Taf. XIX. Fig. 12—10.). Diese Amoeben nehmen fremde Körper als Nahrung in sich auf — bei *Monas parasitica* das Chlorophyll, bei *Monas amyli* die Stärke — und bilden um den verschlungenen Körper eine Blase. Die letztere wächst und verhält sich ganz wie eine Zelle; sie stellt den Zellenzustand der Monaden dar. Aus ihrem Inhalte, mit Ausschluss der verschlungenen Nahrung bilden sich Schwärmer, die aus der Mutterzelle herauskriechen, sich in amoebenartige Körper verwandeln und wieder die ganze Entwicklungsreihe durchmachen.

Ausser dem Zellenstadium und der Schwärmerentwicklung besitzen die Monaden ruhende Zustände — eine Cystenbildung. Diese erfolgt innerhalb der Monadenzelle, indem sich ihr Inhalt von der unverbrauchten Nahrung sondert und mit einer derben Membran umhüllt. Dieselbe Beschaffenheit hat die Monadencyste, wenn der fremde Körper vollständig aufgelöst wurde, nur vermisst man ihn dann natürlich in der Cyste. Das Characteristische der ruhenden Zustände der Monaden besteht immer darin, dass innerhalb einer weit abstehenden Hülle, die die Umrisse der früheren Monadenzelle angiebt, eine zweite derbwandige Kugel, der encystirte Inhalt der Monadenzelle, nebst der übriggebliebenen Nahrung eingeschlossen ist. Die Monaden ergeben sich also als einzellige Organismen, die die Schwärmsporen bildenden Pflanzen mit den Infusorien vereinigen.

Die charakteristische Cystenbildung der Monaden giebt uns Mittel an die Hand, auch an anderen nicht genügend untersuchten Organismen die für die Monaden gefundene Entwicklungsnorm zu erkennen. Hierher gehören unstreitig die rothen an den Confervenfäden, besonders an Spirogyren, so oft vorkommenden Cysten, die einer ziegelrothen von Fresenius\*) als *Amoeba lateritia* bezeichneten Species zuzuschreiben sind. Die Entwicklung dieser Amoebe ist noch sehr lückenhaft von mir untersucht worden, dennoch ist das wenige Bekannte schon geeignet, einen Anhaltspunkt für die Plasmodienfrage zu gewähren.

Der Inhalt der erwähnten rothen Cysten zerfällt in 4 Theile, die an verschiedenen Stellen ihre Wand durchbrechen und in Form

---

\*) Beitr. zur Kenntniss mikrosk. Organ. in Abhandl. d. Senckenberg. Ges. Bd. II. pag. 218. Taf. X. Fig. 13—19.

actinophrysartiger Amöben ihre Bildungsstätte verlassen. In der Cyste sind dunkelrothe Haufen des bei der Theilung unverbrauchten Inhalts zurückgeblieben. Die befreiten Amöben senden zahlreiche spitze Fortsätze aus; wo der Inhalt gefärbt erscheint, kann man einen Nucleus und mindestens einen contractilen Raum wahrnehmen. Die Amöba lateritia verschlingt fremde Körper, Confervenstücke, Stärkekörner in derselben Weise, wie andere Amöben; sie ist folglich hüllenlos. Nachdem sie eine Zeitlang sich frei im Wasser bewegte, haftet sie an Confervenfäden und geht wieder in den Cystenzustand über. Da ich über Entstehen der letzten aus den Schwärmern noch keinen Aufschluss habe, so kann ich nicht angeben, ob diese Cysten als Zellen anzusehen seien. Gewiss ist es, dass innerhalb derselben sich der ruhende Zustand der Amöba lateritia auf die für Monaden charakteristische Weise ausbildet. Der Inhalt der Cyste scheidet sich nämlich von den dunkel gefärbten Haufen und wird in eine derbe Membran eingehüllt.

Nachdem wir uns auf diese Weise versichert haben, dass die Amöba lateritia zu den Monaden zu zählen sei, wollen wir ihre hüllenlosen, beweglichen Zustände näher betrachten.

Die aus den Cysten stammenden Inhalttheile können längere Zeit, ohne sich von Neuem zu encystiren, bestehen, dabei nehmen sie merklich an Umfang zu. Ihre Bewegungen sind kriechend; im Innern ist kein Fliessen wahrzunehmen. Die langen Strahlen entstehen als unmittelbare Verlängerung der Körpersubstanz an beliebigen Stellen der Oberfläche und können wieder zurückgezogen werden.

Die Amöba lateritia theilt sich auch ausserhalb der Cyste. An beliebiger Stelle ihres Körpers entsteht eine Einschnürung, wodurch sie eine zweilappige Form annimmt. Indem nun die Lappen aneinanderrücken, wird die Einschnürung in einen äusserst dünnen Faden gezogen, der schliesslich zerreisst und die Theilung der Amöbe zur Folge hat. Sehr oft aber kommt die Theilung nicht zum Abschluss, dagegen erfolgt eine Vereinigung beider Lappen. Durch die Vermittelung des dünnen Verbindungsfadens geht die Körpersubstanz aus einem Lappen in den anderen über, wobei sich unterwegs Anschwellungen, die in den Faden gleiten, bilden. Auf diese Weise wird der eine Lappen durch den Faden in den anderen und später der Faden selbst eingezogen. Die Bilder, die man bei diesen Vorgängen zur Anschauung bekommt, sind so täuschend ähnlich den jungen Plasmodien (Taf. XVIII. Fig. 10.),

die Bewegungsverhältnisse mit denen des Fadenplasmodiums so übereinstimmend, dass die Analogie zwischen beiden kaum zu leugnen ist.

Ist man einmal auf das Vorkommen actinophrysartiger, nackter Protoplasmamassen bei der Entwicklung der Monaden aufmerksam geworden, so lassen sich solche auch an anderen unzweifelhaften Monaden leicht auffinden.

Schon in meinen früheren Untersuchungen über *Monas amyli* erwähnte ich, dass der Inhalt der Monaszelle anstatt in Schwärmer zu zerfallen, oft ungetheilt aus ihr heraustritt\*). Dieser Inhalt repräsentirt hier den Werth vieler Schwärmer. Er bewegt sich wie ein einzelner Schwärmer, nur sind die Erscheinungen der grösseren Masse wegen viel deutlicher; er gleitet auf dem Objectglase hin, nimmt gelappte, verzweigte Formen an und sendet an verschiedenen Stellen seiner Oberfläche einfache oder getheilte Strahlen aus (Taf. XIX. Fig. 9.). Der vorwaltende Charakter der Bewegung besteht jedoch in der Eigenschaft des Körpers, sich in lange Fäden ziehen zu können, an welchen stellenweise spindel-förmige oder unregelmässige Anhäufungen der Körpersubstanz sich ansammeln (Taf. XIX. Fig. 7., 8.). Vergleicht man diese Figuren, die zu der *M. amyli* gehören, mit denen, die das Fadenplasmodium darstellen (Taf. XIX. Fig. 5.), so wird es sofort klar, worin das bei den Bildungen Gemeinschaftliche liegt. Die Analogie ist nicht allein eine formelle, sondern im Wesen der Bewegung und, wie ich schon hier hinzufügen kann, in der Entwicklungsgeschichte beider Gebilde begründet. Das Auseinanderreissen der Verbindungsfäden, das Zusammenschmelzen des Ganzen in eine Masse, das Verhalten der Spindeln zu der in Fäden verlängerten Grundsubstanz ist unzweifelhaft bei beiden dasselbe, wenn auch bei den Monaden der Unterschied der Bestandtheile des Plasmodiums nicht so deutlich in die Erscheinung tritt.

Durch Auffindung dieser Thatsachen sind wir um einen Schritt weiter in der Begründung der Analogie zwischen Myxomyceten und Monaden gekommen. Wir haben schon eine, eine längere Zeit bestehende, freie Protoplasmamasse, die als ein Glied der Entwicklungsgeschichte der Monade erscheint. Allein, um ihr die volle Bedeutung des Plasmodiums zuschreiben zu können, müssen wir zuvor über ihre Beziehungen zu den Schwärmern ins Klare

\*) Bull. phys. math. Acad. St. Petersb. T. XIV. Taf. II. Fig. 34—37.

kommen. In der Hoffnung, über diesen Punkt Aufschluss zu erlangen, kehren wir zu der Betrachtung der Schwärmer von *Monas Amyli* zurück, wobei wir das Merkmal des Plasmodiums, seine Entstehung aus dem Verschmelzen der *Myxoamoeben* resp. Schwärmern nicht ausser Acht lassen dürfen. Würde man beweisen können, dass der Protoplasmanasse der Monaden dieselbe Entwicklung zukommt, so wäre die Frage vollständig gelöst.

In meinem zweiten Aufsätze\*) über Entwicklung der *Monas amyli* habe ich die Monadenzelle von dem Schwärmer, der das Stärkekorn verschlingt, hergeleitet. Diese Beobachtung liess sich so oft, besonders an kleinen Körnern, wiederholen, dass ich nicht den geringsten Grund habe, sie anzuzweifeln. Allein, das ist nicht der einzige Weg, auf dem sich die Monadenzelle bildet. Wo die Schwärmer massenhaft auftreten und die Stärkekörner in geringer Zahl vorhanden sind, sieht man, dass mehrere, oft viele Schwärmer sich auf ein Stärkekorn niederlassen und gemeinschaftlich zu der Bildung der Monadenzelle beitragen. Um zu ermitteln, wie diese zu Stande kommt, müssen wir das von zahlreichen Schwärmern befallene Stärkekorn längere Zeit anhaltend beobachten. Die zuerst in Kügelchen contrahirten Schwärmer (Taf. XIX. Fig. 13.) beginnen sich abzuplatten und in der Form von Kugelmensken das Korn von allen Seiten zu umgeben. Nach einer Weile werden die Menisken noch mehr abgeflacht und rücken näher aneinander, so dass sie in Berührung kommen. Noch ist ein jeder Schwärmer durch die Meniskenwölbung bezeichnet (Tafel XIX. Fig. 14.). Allmähig wird die Berührungsstelle der anstossenden Menisken verwischt und indem sich die Wölbungen der letzten ausgleichen, tritt immer schärfer um das Stärkekorn eine continuirliche Linie hervor — die Schwärmer sind in eine Schicht verschmolzen, die als eine scharfe Contour dem Beobachter entgegentritt. Diese umhüllende, dünne Schicht hebt sich nach und nach vom Stärkekorne ab und wird schliesslich zu der Monadenzelle (Taf. XIX. Fig. 15.).

Die Feststellung dieser Thatsache gehört zu den zeitraubendsten, die ich kenne; denn die Schwärmer sind nicht immer geeignet feste Nahrung aufzunehmen; oft gehen die Menisken nach langem Ankleben an dem Stärkekorne wieder auseinander, entwickeln eine Cilie und schwimmen davon. Auch die Zahl der

\*) Bull. phys. math. Acad. St. Petersb. T. XVII.

sich festgesetzten Schwärmer ist nicht ohne Einfluss auf das Resultat der Beobachtung. Ist sie zu gering, so verdünnt sich die Substanz der umhüllenden Schwärmer dermaassen, dass man in den Vorgang keine Einsicht gewinnt. Am Zweckmässigsten sind Stärkekörner von geringerer Grösse, welche von etwa 4—5 Schwärmern befallen, zu der Beobachtung geeignet; die ganz kleinen werden in der Regel nur von einer Monade verschluckt.

In Betreff der Verschmelzung der Schwärmer kann ich noch eine zweite Thatsache hinzufügen. Ihre Vereinigung geschieht nicht allein bei der Entstehung der Monadenzelle, sondern sie bezweckt auch die Bildung freier, beweglicher Protoplasmamassen. Ich habe diese Beobachtung an drei Schwärmern, von denen ein jeder ein ganz kleines Stärkekorn einschloss, gemacht (Taf. XIX. Fig. 16.). Die Schwärmer waren kugelig, ihre Substanz sehr verdünnt; der letzte Umstand scheint besonders geeignet die Schwärmer zur Vereinigung zu bewegen. Nachdem sie eine Zeit lang, etwa ein paar Minuten, sich berührten, verschmolzen sie unter den Augen in einen actinophrysartigen Körper, der drei Stärkekörner einschloss (Taf. XIX. Fig. 17.). Bei der gleitenden Bewegung des Körpers, bei fortwährender Contractilität und Dehnung desselben, waren die Stärkekörner hin- und hergerückt, weit auseinander geschoben und bewiesen durch dieses Verhalten auf das Bestimmteste, dass die Schwärmer vollständig in eine Masse zusammengeflossen waren. Gewöhnlich hören die Bewegungen, nachdem der Schwärmer die Stärke umhüllt hat, auf; nur ausnahmsweise scheint der bewegliche Zustand längere Dauer zu bewahren.

Wir müssen also die Vereinigung mehrerer Schwärmer in hüllenlose, actinophrysartige Körper bei den Monaden als bewiesen ansehen. Somit wäre auch der letzte noch fehlende Grund gegeben, um die nackten Protoplasmamassen der Monaden als ein Plasmodium zu deuten.

Es bleiben nun noch die zwei anderen Entwicklungsstadien, die Cysten und Früchte der Myxomyceten auf die Verwandtschaft mit den Monaden zu prüfen.

Was zuerst die ruhenden Zustände, die Cysten betrifft, so ist das Encystiren des Schwärmers, soviel ich weiss, nirgends ausser den Myxomyceten beobachtet worden. Auch für ihre Zellenzustände wird schwer eine Analogie bei den Monaden ausfindig zu machen sein, denn die Mutterblase der Schwärmer muss, wie ich früher schon erwähnte, mit vollem Rechte als eine Zelle, der ein

Wachsthum zukommt, anerkannt werden. So bleiben nur die derbwandigen Cysten, als den beiden Gruppen gemeinsam, übrig.

Schliesslich betrachten wir noch das letzte bekannte Entwicklungsstadium, die Peridie der Myxomyceten. Die Vergleichung der Frucht mit der Monadenzelle würde schwer durchzuführen sein; denn wenn auch in einigen Fällen die Wand der Peridie aus geschichteter Cellulosehaut besteht, so ist dies kein genügender Grund, die Myxomycetenfrucht als eine Zelle zu betrachten. Aber wollte man auch dieses zugeben, so fehlt der genannten Peridie das Wachsen in der Weise der vegetabilischen Zelle, soviel bis jetzt bekannt, ganz. Es ist wahrscheinlich, dass dieses der Monadenzelle entsprechende Stadium sich auch bei Myxomyceten auffinden lässt. Wie dem auch sein mag, wie sich auch immer der weitere Weg der Entwicklung beider Gruppen durch fernere Untersuchungen herausstellen wird, so viel steht fest, dass die Uebereinstimmung der Structur der Schwärmer, ihr Verschmelzen in nackte, bewegliche Protoplasmamassen, die ruhenden Cysten, genügende Gründe abgeben, die Verwandtschaft der Myxomyceten und Monaden ausser Zweifel zu stellen.

Auf diese Weise erscheint die merkwürdige Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten nicht mehr als einzig dastehendes Beispiel, sondern findet sich ganz bestimmt bei Monaden und wird wahrscheinlich als eine bei den verwandten Rhizopoden (Actinophryen) weit verbreitete Entwicklungsnorm sich herausstellen. Das Merkwürdige liegt nicht in der Erscheinung selbst, vielmehr in dem ungeheuren Maassstabe, den sie bei den Myxomyceten erreicht.

Die Beziehungen der Schleimpilze zu den echten Pflanzen lassen sich zur Zeit, wo man über die Entwicklung sich anschliessender Uebergangsformen gar nichts kennt, nicht näher angeben, wenn auch die pilzähnlichsten Myxomyceten, die Trichien, Lycogalen, den Weg, wo die verwandten Pflanzen zu suchen sind, voraus bezeichnen mag.

Was schliesslich die Verwandtschaft der Myxomyceten mit Gregarinen anbetrifft, so ist leider der Hauptpunkt, der entscheidend wäre, nicht ermittelt, nämlich, es ist noch unbekannt, wie die Amöben, die von den Psorospermien herkommen, sich in die Gregarinen umbilden. Ob erwähnte Amöben zu grösseren anwachsen können und durch Verschmelzung mit einander den Plasmodien analoge Bildungen darstellen, darüber haben wir auch keine Erfahrung. An den Amöbidien (Lieberkühn's parasitischen

Schläuchen)\*), habe ich die Amöben in Cysten, in denen ein Bündel spindelförmiger, junger Amöbidien entsteht, sich umwandeln sehen; die Amöben hatten in diesem Falle den physiologischen Werth gewöhnlicher Zoosporen, ohne die Eigenschaft in dieser Form längere Zeit zu bestehen, mit den Myxomyceten und Monaden zu theilen.

---

Zum Schluss dieses Aufsatzes will ich noch einige Bemerkungen über die Amöbenfrage beifügen.

Das häufige Auftreten von amöbenartigen Gebilden im Laufe der Myxomycetenentwicklung, ihre täuschende Aehnlichkeit mit frei lebenden Amöben, macht die von de Bary ausgesprochene Vermuthung, dass die letzteren in den Entwicklungskreis der Myxomyceten gehören, sehr wahrscheinlich.

Das bekannte, wenn auch noch so dürftige Material über Entwicklung der Amöben ist doch genügend, um vorauszusehen, dass sie sich als Entwicklungsglieder sehr heterogener Organismen herausstellen werden. Es ist eine umfangreiche Aufgabe, die unter den Amöben zusammengeworfenen Körper zu sondern und ihre genetischen Beziehungen aufzuklären. Wenn auch meine in dieser Richtung vorgenommenen Untersuchungen noch ein äusserst lückenhaftes Resultat ergeben, so kann ich nicht umhin, wenigstens einiges, was für die betreffende Frage brauchbar sein dürfte, hier mitzutheilen.

Es bestätigt sich erstens, was ich früher bei Gelegenheit der Amöbidien\*\*) angab, dass einige Amöben längliche Gestalt annehmen können, eine schwingende Wimper entwickeln und in einen Schwärmer sich verwandeln (Taf. XVII. Fig. 18—21.). Die schwärmerbildende Amöbe hat einen Nucleus und contractilen Raum aufzuweisen. Die Pseudopodien sind spitz oder rund, was bei einem und demselben Exemplar unter Umständen stattfindet und dadurch die specifische Bestimmung äusserst erschwert. Ich fand diese Amöbe in faulenden Kartoffeln und Nitellen mit *Monas amyli* zusammen, auch in gewöhnlichen Infusionen kommt sie nicht selten vor; sie ist wahrscheinlich in die Nachbarschaft von *A. radiosa* Ehr. und *A. difluens* zu stellen.

---

\*) Bot. Zeit. 1861. No. 25.

\*\*) l. c. pag. 170.

Betrachten wir nun näher den Schwärmer. Je nach der wandelbaren Grösse der Amoebe sind auch die Schwärmer von verschiedenen Dimensionen (0,018—0,036 Mm.). Ihr vorderes, zugespitztes Ende läuft in eine lange Cilie aus, unter derselben ist der Nucleus angebracht, der wie eine, ein Körnchen einschliessende Vacuole aussieht; an dem hinteren, abgerundeten Theile findet sich stets ein pulsirender Raum. Der Inhalt ist farblos, feinkörnig, oft mit verschiedenen fremden Körpern gemengt (Taf. XVII. Fig. 18—20.).

Vergleicht man diese Schwärmer mit denen der Myxomyceten, so kann man kein Merkmal ausfindig machen, das beiden nicht gemeinschaftlich wäre — die Cilie, der Nucleus, die contractile Vacuole stimmen überein. Auch theilen diese Schwärmer mit den Plasmodienbildenden die Eigenschaft sich in Amoeben zu verwandeln und aus diesem Zustande wieder in den des Schwärmers zurückzukehren. Wenn der Amoebenschwärmer in Begriff ist, sich in eine Amoebe umzuwandeln, dann erscheinen an seiner Oberfläche an verschiedenen Stellen Auswüchse, Ausstülpungen, die bei verlangsamt, in kriechende übergehenden, Bewegungen des Schwärmers sich in Pseudopodien ausziehen. Die Wimper ist noch eine Zeitlang sichtbar, schliesslich verschwindet sie gänzlich (Taf. XVII. Fig. 18., 19., 21.).

Ungeachtet dieser Uebereinstimmung der Amoeben- und der Myxomycetenschwärmer gelang es mir nicht, durch fortgesetzte Cultur an den ersteren Bildungen zu beobachten, die zum Plasmodium hinführen möchten. Die Amoeben haben stets Kugelform angenommen, ohne sich einzuhüllen und erinnerten sehr lebhaft an die Zellenzustände der Myxomyceten. Die Amoebenschwärmer weisen auf eine noch nähere Verbindung der frei lebenden Amoeben mit den Myxomyceten hin, als man blos aus der morphologischen Aehnlichkeit beider Gebilde schliessen konnte. Ein vollständiger Beweis würde natürlich erst dann geführt sein, wenn es gelänge, durch Culturen aus den frei lebenden Amoeben Bildungen zu erziehen, die unzweifelhaft schon zu den Myxomyceten gehören, oder umgekehrt, in den Entwicklungsgliedern der letzten auf Körper zu stossen, die sich in Allem wie freie Amoeben verhalten.

Betrachten wir zuerst, wo man in der Entwicklungsreihe einer Myxomycete die freien Amoeben aufzusuchen hat. Man kann zwar nicht läugnen, dass Theile eines Plasmodiums (z. B. von *Licea*

pannorum) Tage lang in Wasser fortleben können und eine grosse Aehnlichkeit mit *Amoeba radiosa*, *A. verrucosa* u. d. g. besitzen. Allein dem Plasmodium, sowie den Myxoamoeben fehlt ein Nucleus, der in Gemeinschaft mit dem contractilen Raum als immer vorhandenes Attribut der meisten Amoebenspecies (*A. radiosa*, *verrucosa*, *difluens*, *quadrilineata* Carter, *Limax* Duj, *Guttula* Duj.) zu betrachten ist. Nun finden wir den Nucleus und contractilen Raum bei den Myxomycetenschwärmern, vermissen aber den ersten, sobald mehrere Schwärmer in eine Myxoamoebe verschmelzen, wenn auch in diesem Körper mehrere contractile Vacuolen zum Vorschein kommen. Deswegen glaube ich, dass man bei der Amoebenfrage alle Glieder, die bei der Entwicklung der Myxomyceten nach der Verschmelzung der Schwärmer dem Beobachter entgentreten, ganz ausser Acht lassen kann. Wir wären auf diese Weise auf einen engeren Kreis, auf den Myxomycetenschwärmer, beschränkt und dürften unsere Versuche dahin leiten, um aus dem ersten eine freilebende Amoebe durch Culturen erziehen zu können.

Bei lange fortgesetzten Keimversuchen mit *Licea pannorum* und *Physarum album* kam nun wirklich oft der Fall vor, dass die Schwärmer keine Plasmodien bildeten und allmähig zahlreiche Amoeben auftraten, die nur durch bedeutendere Grösse und eine deutliche Sonderung des Inhalts in zwei Substanzen von dem cilienlosen Schwärmer sich unterschieden. Man konnte diese Amoeben wochenlang auf dem Objectträger herumkriechen sehen, ohne irgend eine Veränderung an ihnen wahrzunehmen (Taf. XX. Fig. 36 bis 41.). Dessenungeachtet war dadurch die Frage nicht gelöst, weil bei so langer Dauer der Cultur sich die Identität dieser Amoeben mit cilienlosen Myxomycetenschwärmern nicht feststellen liess. Ein günstigeres Resultat dürfte von einem passenden Material zu erwarten sein, wo der Schwärmer z. B. gefärbt und also die ihm gehörende, schärfer charakterisirte Amoebe von fremden Eindringlingen leichter zu unterscheiden wäre.

Es giebt noch einen Berührungspunkt, den die freilebenden Amoeben mit den Myxomyceten gemeinschaftlich besitzen, nämlich die Cystenbildung. Ausser den von Auerbach gefundenen glatten Cysten\*), besitzen einige Amoeben ruhende Zustände, die ganz an die gefalteten derbwandigen Cysten der Myxomyceten erinnern.

\*) Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie Bd. VII.

Ich fand solche zu wiederholten Malen bei einer Amoebe, die massenhaft auf faulenden Substanzen, wo auch Myxomyceten keimten (*Trichia circumcissa?*), erschien. Sie war birnförmig, durchschnittlich 0,06 Mm. lang, hatte viele contractile Vacuolen und einen Nucleus aufzuweisen. Sie scheint mit *A. Limax* Duj. verwandt zu sein (Taf. XXI. Fig. 17.). Ihre Cyste, deren Bildung ich unter dem Deckglase durch alle Zwischenstufen verfolgen konnte, besass eine festonartig gefaltete, seltener glatte Hülle; der eingeschlossene Körper war kugelförmig von einer derben Membran eingefasst; sein Durchmesser betrug 0,023, der der ganzen Cyste 0,026 Mm. (Taf. XXI. Fig. 18 — 20.).

Aus dem Gesagten erhellt, dass die Selbständigkeit einiger Amoebenspecies durch ihre den Myxomyceten ähnliche Schwärmerzustände und Cystenbildungen noch mehr als früher verdächtig erscheint, wenn sie auch noch nicht definitiv geleugnet werden kann.

Mit noch grösserem Rechte wäre die Vermuthung auszusprechen, dass viele Amoeben, besonders solche, die mit den Actinophryen Aehnlichkeit besitzen, als Entwicklungsglieder der Monaden sich herausstellen lassen werden; denn erstens, ist die Uebereinstimmung der Amoeben- und Monadenschwärmer, wenigstens bei einigen, eben so vollständig, wie bei den Myxomyceten. Ich habe zwar bis jetzt bei *Monas amyli* keinen Nucleus und contractilen Raum sehen können, habe aber beide in *Monas parasitica* und der von ihr abstammenden actinophrysartigen Amoebe gefunden; zweitens, ist für die *Amoeba lateritia*, wie wir oben sahen, schon der Beweis geliefert, dass sie als Entwicklungsstadium einer Monade zu betrachten sei.

Von künftigen Untersuchungen wird es abhängen, eine grössere Präcision, als bis jetzt möglich war, in die Beantwortung der vielseitigen Amoebenfrage zu bringen.

Berlin, im Mai 1863.

## Erklärung der Abbildungen.

Die in Klammern beigefügten Zahlen geben die Vergrösserungen an. Sämmtliche Figuren der Tafel XX. sind 350mal, der Tafel XXI. 320mal vergrössert dargestellt.

### Taf. XVII.

- Fig. 1. (etwa 4 mal) Die Peridien der *Licea pannorum* Wallr.  
 Fig. 2. (350) Abnorm grosse Sporen des *Physarum album* Fr.  
 Fig. 3—6. (350) Keimende Sporen desselben.  
 Fig. 7—9. (350) Keimende Sporen des *Didymium leucopus* Fr.  
 Fig. 10. 11. (350) Keimende Sporen der *Licea pannorum*.  
 Fig. 12. (natürl. Grösse) Kleines Exemplar des Plasmodiums des *Didym. serpula* Fr.  
 Fig. 13. (natürl. Grösse) Das Plasmodium von derselben *Myxomycete* nach einem photographischen Bilde copirt.  
 Fig. 14. (320) Zellenzustände des *Didym. serpula*, mit Kalkkörnern und Crystallen bestreut.  
 Fig. 15. (natürl. Grösse) In Zellenzustand übergegangenes Plasmodium ebenfalls von *D. serpula*, mit Beibehaltung der netzartigen Verzweigungen.  
 Fig. 16. (172) Ein Plasmodiumstrang derselben *Myxomycete*; gm, die Grundmasse; ks, die körnige in fliessender Bewegung begriffene Substanz; a, die hyalinen, tentakelartigen Zweige der Grundmasse.  
 Fig. 17. (natürl. Grösse) Die Frucht des *Didym. serpula*, ein lebendiges Blatt der *Glechoma hederacea* überziehend.  
 Fig. 18—20. (350) Die Amoebenschwärmer.  
 Fig. 21. (550) Die aus den Schwärmern Fig. 18. entstandene Amoebe.

### Taf. XVIII.

In allen Figuren sind die contractilen Vacuolen der Randschicht mit *vc* bezeichnet.

- Fig. 1. (350) Eine Zelle von *Didymium leucopus* mit Wasser benetzt.  
 Fig. 2—3 (350) Dieselbe in eine *Myxoamoeba* sich umwandelnd.  
 Fig. 4. (350) Zwei sich aneinanderlegende *Myxoamoeben* im Moment der Verschmelzung; sp, die Stelle in welcher das Zusammenfliessen noch nicht vollzogen ist, rechts von ihr treten schon die Schleimkügelchen von einer *Myxoamoeba* in die andere über.  
 Fig. 5. (350) Eine *Myxoamoeba* in Theilung begriffen.  
 Fig. 6. (350) Ein kleines Plasmodium von *D. leucopus* einen fremden Körper *k*, allmählig umhüllend, um ihn schliesslich in sich aufzunehmen.  
 Fig. 7. (100) Ein ausgebildetes Plasmodium von *D. leucopus*; st, die Ströme der körnigen Substanz; die die Ströme umsäumenden Punkte sind in der Abbildung zu scharf gezeichnet.  
 Fig. 8. (250) Ein dünner Verbindungsfaden des Plasmodiums des *D. serpula*; l, linsenförmige Anhäufungen der körnigen Substanz.

Fig. 9. (250) Ein Theil der Plasmodiumplatte derselben *Myxomycete*. st, der sich allmählig in der Grundmasse verlierende Strom der körnigen Substanz. In den zahlreichen Vacuolen, sowie an den Lücken-Umgrenzungen (die hier zu dunkel schattirt sind), tritt die Grundmasse klar zum Vorschein.

Fig. 10. (350) Ein in dünné Verbindungsfäden sich ziehendes Plasmodium von *D. leucopus*; gm, der helle Saum der Grundmasse.

Fig. 11. (250) Ein blind endender Plasmodiumstrang des *D. leucopus*; gm, die hyaline Grenzschicht der Grundmasse; vc, die Vacuolen; z, die in dem Strome herumgeführten *Myxomyceten*zellen.

### Taf. XIX.

Fig. 1., 2., 4. (100) Das Plasmodium von *Licea pannorum* Wallr.; gm, Grundmasse; vc contractile Vacuolen.

Fig. 3. (550) Dasselbe mit stark entwickelter körniger Substanz; gm, die Grundmasse.

Fig. 5. (250) Ein unbekanntes Fadenplasmodium mit spindelförmigen Verdickungen; h, ein Haufen von Spindeln, ab, eine Netzmasche.

Fig. 6. (250) Dasselbe Plasmodium mit grösserem Protoplasmaballen; pm, w, z, die Anfänge neuer Zweige.

Fig. 7. 8. (350) Nackte Protoplasmamasse der *Monas amyli* m.

Fig. 9. (350) Dieselbe in Form eines actinophrysartigen Körpers.

Fig. 10. 11. (350) Unmittelbar aus dem Schwärmer entstandene actinophrysartige Körper.

Fig. 12. (350) Der Schwärmer der *Monas amyli*.

Fig. 13. (350) Mehrere auf dem Stärkekorne haftende Schwärmer der *M. amyli*.

Fig. 14. (350) Dieselben unmittelbar vor der Verschmelzung; sie haben durch Abplattung und Ausdehnung auf dem Stärkekorne Meniskenform angenommen.

Fig. 15. (350) Die Menisken der vorigen Figur sind in eine Schicht zusammengeschmolzen, die später sich vom Stärkekorne abhebt und die Schwärmer zeugende Monaszelle bildet.

Fig. 16. (350) Drei sich berührende cilienlose Schwärmer, von denen ein jeder ein Stärkekorn in sich aufgenommen hat.

Fig. 17. (350) Dieselben haben durch Zusammenfliessen einen actinophrysartigen Körper gebildet.

### Taf. XX.

Fig. 1—13. Keimung des *Didymium leucopus* Fr.

1. Reife Spore (0,012 Mm.).

2—4. Spore während der Keimung.

5. Der ausgetretene Sporenhalt mit Nucleus und contractiler Vacuole (0,009 Mm.).

6—8. Die Schwärmer (0,02 Mm. lang).

9, 10, 12. Dieselben, nachdem sie die Cilie verloren haben.

11. Ein amoebenartiger Körper (Myxoamoeba), der aus dem Verschmelzen zweier Schwärmer entstand; a, eine von ihm verschlungene Spore.
13. 14. Myxoamoeben im Moment der Verschmelzung mit cilienlosen Schwärmern.
15. ma, Eine grössere Myxoamoeba von cilienlosen Schwärmern bedeckt; an einem Schwärmer ist noch die Wimper zu sehen.
16. Eine noch grössere Myxoamoeba mit vielen verschlungenen Körpern.
17. Eine Myxoamoeba, die sich schon wie ein Plasmodium verhält.
18. Ein unter dem Deckglase aus dem Verschmelzen grösserer Myxoamoeben erzeugtes Plasmodium mit vielen von denselben verschlungenen fremden Körpern.
- Fig. 19—35. Keimung des Physarum album Fr.
19. Reife Spore.
20. Dieselbe während des Austretens des Inhalts.
21. Der befreite Inhalt; n, Nuclens; s, Schleimklümpchen; ve, contractile Vacuolen.
- 22—27. Die Schwärmer.
28. 29. Die cilienlosen Schwärmer; ve, die contractilen Vacuolen.
30. Zwei sich aneinanderlegende Schwärmer, die in eine Myxoamoeba Fig. 31. verschmelzen.
32. Eine Gruppe von 3 cilienlosen Schwärmern, zwei von denselben sind in eine Myxoamoeba Fig. 33. ma, zusammengeflossen.
34. Eine kleine Myxoamoeba; ve, die contractile Vacuole.
35. Eine grössere, die sich schon wie ein Plasmodium verhält und fremde Ingesta aufgenommen hat.
- Fig. 36—41. Bei längerer Cultur auftretende, vielleicht fremde Amoeben.
- Fig. 42—59. Keimung und Microcysten der *Lieca pannorum* Wallroth.
42. Die Spore und der aus ihr hervortretende Inhalt.
43. Die leere Spore.
44. Der befreite Inhalt, der sich in den Schwärmer verwandelt (0,006 bis 0,012 Mm.).
- 45—47. Die Schwärmer (0,029—0,026 Mm.).
48. 49. Die cilienlosen Schwärmer.
50. Eine Myxoamoeba im Moment der Aufnahme eines fremden Körpers.
51. 52. Myxoamoeben; a, verschlungene Körper.
53. Die encystirten Schwärmer (Microcysten).
54. 55. Microcyste mit zurückgetretenem Inhalte, wodurch ihre Wand sichtbar wird.
- 56—59. Das Ausschlüpfen des Schwärmers aus der Cyste.

### Taf. XXI.

Die Figuren 1—11. beziehen sich auf *Lieca pannorum*, 12—16. auf *Didymium leucopus*.

Fig. 1—4. Derbwandige Cysten.

Fig. 5. 6. Das aufgequollene encystirte Plasmodium vor dem Austreten aus der Cyste.

- Fig. 7. Das Plasmodium im Moment des Austretens aus der Cyste.  
Fig. 8., 10. Das zur Cystenbildung sich anschickende Plasmodium.  
Fig. 9. Junge noch nicht ausgebildete Cyste.  
Fig. 11. Zellenzustand.  
Fig. 12. Eine eingehüllte Zelle.  
Fig. 13. Eine nackte Zelle.  
Fig. 14. Ein Zellenhaufen, oben mit dem Ueberreste des Plasmodiums zerstreut.  
Fig. 15. 16. Die Bildung der Zellen aus dem Plasmodium.  
Fig. 17. *Amoeba limax* Duj. (?)  
Fig. 18—20. Cysten derselben.







*gm*

*gm*

*C.F. Weberg. gest.*

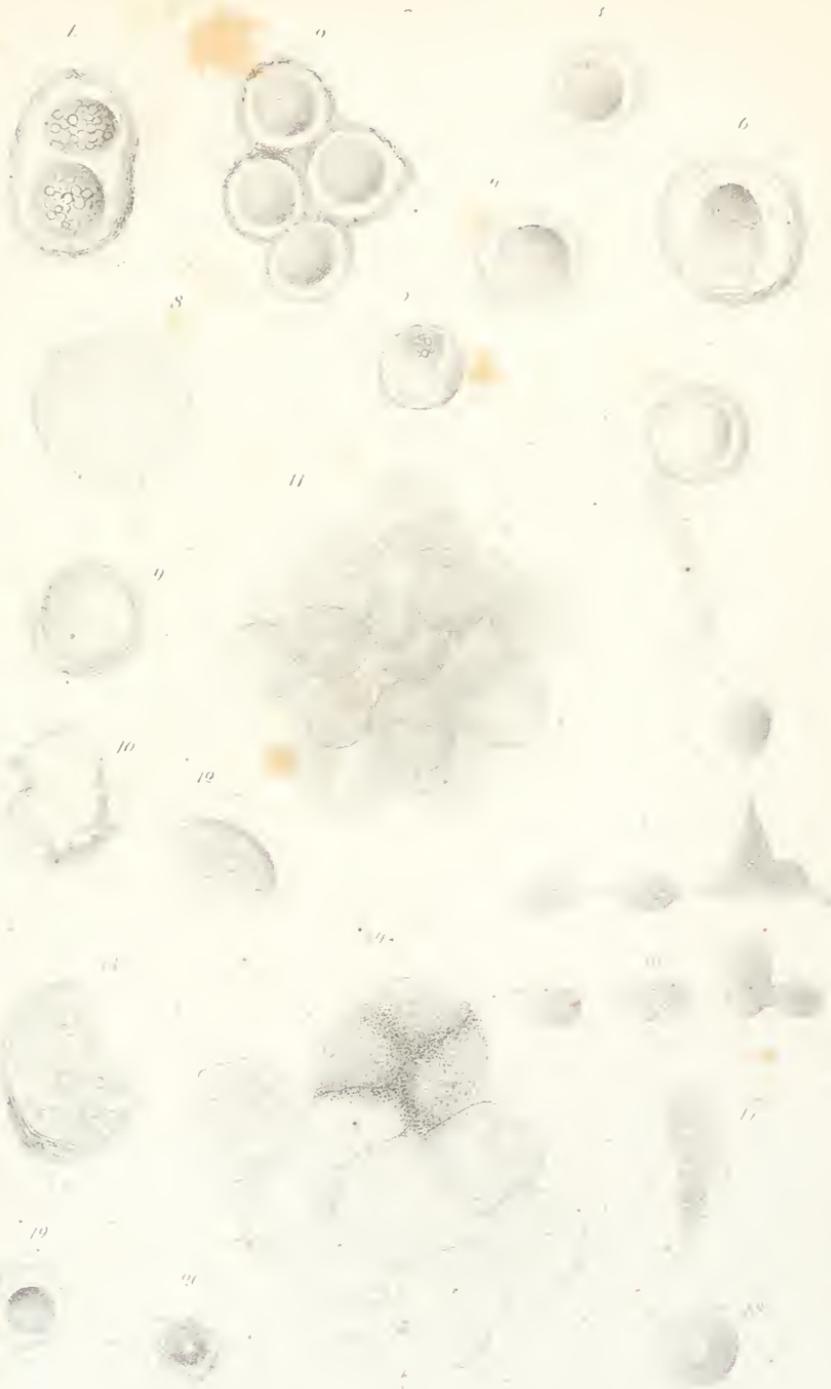












# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Cienkowski [or -y] Leo de

Artikel/Article: [Das Plasmodium. 400-441](#)