

# Zur Kenntniss von *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Archer.

Von G. Hieronymus.

Mit Tafel I und II und 10 Textfiguren.

Im Jahre 1875 wurde von W. ARCHER<sup>1)</sup> ein interessanter, im Süsswasser vorkommender Organismus beschrieben und abgebildet, welchen derselbe zuerst in einem Sumpfe in der Grafschaft Westmeath und später auch an mehreren Orten in Connemara auf Irland aufgefunden hatte. ARCHER nannte diesen Organismus *Chlamydomyxa labyrinthuloides* und stellte ihn in die Verwandtschaft der marinen, von CIENKOWSKI beschriebenen Gattung *Labyrinthula*.<sup>2)</sup> Er beschreibt diese *Chlamydomyxa labyrinthuloides* als einen protoplasmatischen Körper von rundlicher oder unregelmässig gelappter Form, welcher zeitweise von einer meist aus mehreren Schichten bestehenden, farblosen oder strohgelben Cellulosehaut umgeben ist, an Wasserpflanzen festsitzt oder auch als Raumparasit in den Zellen mancher *Sphagna*, oder in den Zellen und Intercellularräumen abgestorbener *Eriophorum*-Blätter und in den Luftlücken der Wurzeln von *Eriocaulon septangulare* lebt. Dieser Organismus tritt, nach ARCHER's weiterer Schilderung, durch einen Riss aus seiner Cellulosemembran heraus, und zwar in der Form eines labyrinthartig zertheilten, unregelmässigen, oft durch dicke, knotenartige Plasmaanhäufungen unterbrochenen Netzes, dessen Theilproducte, sich amoebenartig fortbewegend, Algen als Nahrung aufnehmen können, später sich mehr oder weniger abrunden und dann von neuem encystiren. An dem inneren, weichen, plastischen Theil unterscheidet ARCHER folgende Bestandtheile: 1. die protoplasmatische, hyaline Grundsubstanz, welche die Form ändern kann und Vacuolen führt; 2. rothe Körner verschiedener Grösse, welche

<sup>1)</sup> W. ARCHER: *Chlamydomyxa labyrinthuloides* nov. gen. et spec. Quarterly Journal of Microscop. Science vol. XV, new series. Lond. p. 107—130, with plates VI et VII. — Ich referire hier möglichst eingehend die Archer'sche, sowie auch später die unten genannte Geddes'sche Abhandlung, da sowohl in den vorhandenen zoologischen, wie auch botanischen deutschen Zeitschriften nur sehr oberflächlich gehaltene, die Hauptpunkte nicht genügend berührende Referate sich vorfinden.

<sup>2)</sup> CIENKOWSKI: Ueber den Bau und Entwickelung der Labyrinthuleen; Schulze's Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. II. S. 274.

in grösserer oder kleinerer Anzahl in den einzelnen Zellindividuen vorhanden sind oder auch ganz fehlen können; 3. gelbgrüne, rundliche oder unregelmässig geformte Körner, die kleiner, aber in grösserer Anzahl, als die rothen, vorhanden sind und sehr den Chlorophyllkörnern gewisser Algen gleichen, obgleich sie nie eine grasgrüne Färbung haben; — aus diesen gelbgrünen Körnern entstehen, wie ARCHER vermuthet, die rothen; 4. kleine zahlreich vorhandene homogen aussehende Körner von blassblauer Farbe, welche beim ruhenden Zustand rundliche, zur Zeit des labyrinthartigen Ausschwärmens des Zellinhaltes aber spindelförmige oder ellipsoidische Gestalt annehmen, sich theilen können und auf oder in den durch die hyaline protoplasmatische Grundmasse gebildeten Fadenbahnen oder „Röhren“, wie ARCHER glaubt, mittelst Eigenbewegung dahingleiten. Er weiss diese die Gestalt verändernden Körper nicht zu deuten, spricht ihnen die Zellkernnatur ab und sagt (a. a. O. Seite 116), dass er wiederholt auf verschiedenen Wegen durch Reagentien u. s. w. vergeblich versucht habe, irgend einen Zellkern in diesem Organismus zu finden, doch erwähnt er (S. 118) nur der Anwendung von BEALE'scher Carminlösung als Reagenz auf solche. Schliesslich will ARCHER im labyrinthartig ausströmenden Zellinhalt ausser dem hyalinen Bestandtheil der Grundmasse noch 5. eine neue Art von grünlicher, plastischer Substanz „vergleichbar diffusum Chlorophyll“ gefunden haben. Ausser der Vermehrungsart, welche beim Ausschwärmen durch Theilung des labyrinthartigen Netzes stattfindet, beobachtete ARCHER noch einen anderen reproductiven Process, welcher dadurch zu Stande kam, dass innerhalb der Cellulosecysten sich der Inhalt zuweilen in eine ansehnliche Zahl von generell gleichen, kugeligen Theilen trennte, die sich jeder mit einer besonderen einfachen Wand umgeben, während sie sich noch in der grossen, vielschichtigen Mutterzellhaut befanden (vergl. Fig. 3 seiner Tafel VII).

Im Jahre 1879 sprach dann R. LANKESTER gelegentlich<sup>3)</sup> die Ansicht aus, dass die gestaltverändernden, rundlichen bis spindelförmigen Körner von *Chlamydomyxa*, ebenso wie die sogenannten Spindeln von *Labyrinthula* wohl als Zellkerne zu betrachten seien.

Im Jahre 1882 erschien eine weitere etwas umfangreichere Publikation über *Chlamydomyxa labyrinthuloides* von P. GEDDES,<sup>4)</sup> welcher eine mit dem Organismus reich besetzte Sphagnumpflanze durch Professor DICKSON von Professor P. WRIGHT erhalten hatte. GEDDES beschreibt recht genau die verschiedenen Formen des Ruhezustandes, wie solche sich in und an den Sphagnumblättern vorfanden. Das

<sup>3)</sup> Siehe Quart. Journ. micr. sc. vol. XIX. p. 481.

<sup>4)</sup> P. GEDDES: Observations on the resting state of *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Arch.; Quart. Journ. of microsc. sc. vol. XXII. new series p. 30—34 w. Pl. V.

labyrinthartige Ausschwärmen hat er nicht gesehen, dagegen ein wiederholtes gänzlich oder theilweises Auswandern des protoplasmatischen Inhaltes in Tropfenform aus der Cellulosehülle und aus der Sphagnumzelle und Wiederencystiren desselben. Auch auf eine Theilung des Inhaltes und besondere Einkapselung der Theile schliesst GEDDES aus den von ihm beobachteten Zuständen (seine Figuren 13, 14, 15, 16 etc.), ebenso bildet er ab und beschreibt Fälle, wo sich innerhalb der Mutterhülle die Theilproducte nur durch Bildung einer Scheidewand getrennt und nicht nach allen Richtungen hin Membran abgesondert hatten (seine Figuren 7a und 7b). GEDDES unterscheidet übrigens zweierlei Cysten, von denen er die eine als *Protococcus*-Form bezeichnet und glaubt, dass diese „aus abgesonderten Bruchstücken des beweglichen labyrinthartigen Netzes“ entstehen, während die andere aus Individuen gebildet werde, welche vermuthlich aus ihren Cysten entwischt und nach einer Wanderperiode als nackte Amöben in den Ruhezustand zurückgekehrt seien. GEDDES behauptet, einen Zellkern in dem Organismus gefunden zu haben, beschreibt denselben aber nicht, auch theilt er nicht mit, wie er denselben nachgewiesen hat. Ausser dem Zellkern seien grosse Massen von gewöhnlich roth gefärbtem „Protoplasma“ und gelegentlich Körper, welche einem Zellkern gleichen, zuweilen mit darin enthaltenen Nucleolus (Fig. 19a, 19b, 21, 23b seiner Tafel) vorhanden. Diese letzteren seien jedoch als secundäre Cysten zu betrachten, unter Ausnahmeständen innerhalb der Hauptmasse des Protoplasmas gebildet. Ein gelblicher Farbstoff, vermuthlich Xanthophyll, sei oft mit dem Chlorophyll zusammen zu finden. Die Vertheilung des Chlorophylls sei gewöhnlich zerstreut und unregelmässig, gelegentlich seien verhältnissmässig begrenzte Flecken im Protoplasma vorhanden. GEDDES vermuthet, dass diese Flecken „beginnende Formen der definitiven Chlorophyllkörner höherer Pflanzen“ seien. Der rothe Farbstoff scheine ihm aus dem grünen zu entstehen, wie die Behandlung mit Reagentien zeige, wobei der rothe Farbstoff oft langsam schwinde und eine gelbgrüne protoplasmatische Masse hinterlasse. GEDDES beobachtete auch, dass der rothe Farbstoff häufig von dem protoplasmatischen Körper ausgeschieden und in winzigen Tropfen oder Körnern unter aufeinander folgenden Cellulose-Schichten gelagert werde, wodurch sich zusammengesetzte Auswüchse, die oft weit in das Zelllumen hineinreichen (vergl. seine Figuren 14, 23a und 23b), bilden. Auf die Ablagerung der Cellulosehaut in aufeinander folgenden Schichten, welche also „nicht durch Intussusception“ wachsen, macht GEDDES besonders aufmerksam, sowie auf die Zellvermehrungsarten, welche verschiedenen ausgeprägten Processen bei höher stehenden Pflanzen gleichen. So ahmen, seiner Ansicht nach, seine Figuren 4, 5 und 7 den gewöhn-

lichen Process der Quertheilung nach, seine Figuren 1 und 8 zeigen Knospung, während Fig. 14 und ihre Nachbarn Fälle darstellen sollen, welche anscheinend denjenigen, welche der freien Zellbildung angehören, verwandt sind und durch seine Figuren 10 und 17 das wahrscheinliche Vorkommen von „Verjüngung“ angedeutet werde. GEDDES will *Chlamydomyxa* wegen der Cellulose-Wand, der rothen, grünen und gelben Farbe zu den Algen stellen, und zwar schlage sein Freund MAC-FARLANE vor, derselben „den Platz unter den niederen Algen anzuweisen, welchen die *Myxomyceten* unter den niederen Pilzen innehaben“. Demnach betrachtet er *Chlamydomyxa* als den Typus einer neuen Ordnung der *Chlamydomyxida*, welche in die Nähe der palmellaartigen Algen zu stellen sei. Der Organismus sei ein fast idealer Protist, und könne mit Bestimmtheit weder der Botaniker noch der Zoologe sich denselben aneignen.

In Just's Botanischem Jahresbericht für 1882<sup>5)</sup> referirt ASKENASY über diese Abhandlung von P. GEDDES, jedoch so, dass man keine genügende Einsicht in die Hauptresultate der GEDDES'schen Untersuchungen erhält. Seinem Referat fügt er hinzu, dass er es nicht für ausgemacht halte, dass die von GEDDES beschriebenen grünen Körper wirklich zu *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Arch., einem in die Nähe der Rhizopoden zu stellenden Organismus, gehören und dass dieselben nach den Abbildungen auch Aehnlichkeit mit einigen *Protococcoideen*, z. B. *Chlorochytrium* und *Endosphaera*, hätten. Ich bemerke hierzu nur, dass diese Ansicht ASKENASY's nur zu einem geringen Theil richtig ist.<sup>6)</sup>

In der neuen Bearbeitung von BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs wird *Chlamydomyxa labyrinthuloides* und auch CIENKOWSKY's *Labyrinthula* von O. BÜTSCHLI erwähnt.<sup>7)</sup> Derselbe sagt, dass *Labyrinthula* vielleicht in die Nähe der Kolonien bildenden *Rhizopoden* (nämlich *Mikrogromia socialis* Arch., *Lecythium hyalinum* H. et L., *Platoum stercoreum* Cienk. [*Chlamydothryx* Cienk.] *Plecto-phris*-Arten etc.) gehöre, inwieweit sich *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Arch. an *Labyrinthula* anschliesse, lasse sich bis jetzt noch nicht mit genügender Bestimmtheit angeben. Derselbe Autor fährt dann fort: „Es handelt sich hier um einen von einer Cellulosehülle

<sup>5)</sup> Jahrgang X, 1. Abth. p. 333—334.

<sup>6)</sup> ASKENASY ist vermuthlich besonders durch die viel zu grasgrüne Farbgebung der Tafeln der GEDDES'schen Abhandlung zu seiner Ansicht gekommen. Dieselbe fehlerhafte Farbgebung findet sich auch auf ARCHER's Tafeln. Doch geht aus den Beschreibungen beider mit grösster Sicherheit hervor, dass es sich um eine mehr gelb- oder braun-grüne Färbung handelt. So sagt ARCHER l. c. p. 109: „These green granules resemble much the chlorophyll-granules of certain algae, through never of a grass-green, but of a yellowish hue.“

<sup>7)</sup> 1. Band Protozoocen S. 145. Anmerkung.

„umkleideten protoplasmatischen Körper, der durch eine polare, rissartige Oeffnung ansehnlich lange pseudopodienartige Fortsätze aussendet, welche sich baumförmig verästeln und zahlreiche feine, hyaline Fäden entwickeln, die eine ähnliche Fadenbahn formiren, wie bei der *Labyrinthula*. Auch hier gleiten dann zahlreiche, während ihrer Wanderung spindelförmige, jedoch kernlose Körperchen auf der Fadenbahn hin, die sich in dem centralen Protoplasmakörper als kugelige, plastische Körperchen vorgebildet vorfinden. Die Fadenbahn scheint nach ARCHER's Schilderung bei der *Chlamydomyxa* die Natur pseudopodienartiger Fortsätze zu haben, und da die sogenannten Spindeln hier kernlos sind, andererseits auch der Gesamtorganismus durch Nahrungsaufnahme und Vacuolenbildung seines Centralkörpers sich dem gewöhnlichen *Rhizopodenorganismus* näher anschliesst, so scheint mir vorerst eine directe Annäherung der *Chlamydomyxa* an die *Labyrinthula* kaum gerechtfertigt. Die neuerdings von R. LANKESTER ausgesprochene Ansicht, dass die sogenannten Spindeln der *Chlamydomyxa* und *Labyrinthula* wohl als Zellkerne zu betrachten seien, könnte möglicherweise für die erstgenannte Gattung einige Wahrscheinlichkeit besitzen, wogegen mir dieselbe für *Labyrinthula* ganz ungerechtfertigt erscheint.“

Mit den vorstehenden Citaten schienen mir nun die litterarischen Angaben über *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Arch. erschöpft zu sein. Bei der Auffälligkeit des Organismus war jedoch anzunehmen, dass derselbe bereits vor 1875 beobachtet, wenn auch nicht genauer beschrieben worden sei. Vorerst lag die Möglichkeit vor, dass KÜTZING denselben als eine der Arten von *Microcystis* aufgeführt und abgebildet habe. Die Untersuchung der aus dem Herbar KÜTZING's stammenden Originalien im Kgl. Berliner Museum ergab jedoch ein negatives Resultat. Die Arten dieser von KÜTZING aufgestellten Gattung sind sämmtlich auf ruhende, in Theilung begriffene *Euglena*-Arten begründet, was bereits ALEXANDER BRAUN im Berliner Königl. Herbar handschriftlich bemerkt und PAUL RICHTER<sup>8)</sup> genauer nachgewiesen hat.

Herr Geheimrath FERD. COHN machte mich nun aber darauf aufmerksam, dass vielleicht JANISCH bereits den Organismus beobachtet habe. Im Jahre 1859 veröffentlichte dieser eine kurze Abhandlung: „Ueber *Pleurostaurum acutum* Rabenh.“<sup>9)</sup> Derselbe fand am 19. April des genannten Jahres diese Diatomee mit anderen in einer kleinen Quelle links von der zweiten Chausseebrücke in Petersdorf bei Gleiwitz in Schlesien und bemerkte, dass bisweilen 1, 2 und sogar 7 Individuen von einer Hülle umschlossen waren. Diese Hüllen hatten eine schwach

<sup>8)</sup> P. RICHTER, *Microcystis* Kütz. ein einzuziehendes Algengenus, in *Hedwigia* Bd. XXIV. S. 18—20.

<sup>9)</sup> JANISCH, Ueber *Pleurostaurum acutum* Rabenh. in *Hedwigia* Bd. II. S. 25—26 mit Tafel III.

röthliche Färbung und enthielten Körner, die anfänglich netzig gruppiert waren und auch gelblich-braune kleine Kugeln, die mit der Zeit tief dunkelroth wurden. Die Körner vermehrten sich in der Hülle und zogen sich schliesslich zu einer bräunlichen Spore zusammen, die später aus der Hülle austrat. Gleiche Gebilde fand er auch von *Cocconema cistula* und *Surirella splendida*. Bei *Cocconema cistula* beobachtete er, dass der körnige Inhalt am nächsten Morgen verschwunden war. JANISCH sendete seiner Zeit Präparate von in Chlorcalcium-Lösung aufbewahrten, solchen Diatomeen einschliessenden Hüllen an FERDINAND COHN. Da sich diese Präparate noch in der Sammlung des Herrn Geheimrath F. COHN vorfanden und mir freundlichst von demselben geliehen wurden, so konnte ich feststellen, dass es sich hier in der That um das schon vermuthete Vorkommen von *Chlamydomyxa* handelte und dass also JANISCH wohl der erste Beobachter des fressenden Zustandes derselben gewesen ist, ohne jedoch den Thatbestand richtig erkannt zu haben. Auch seine auf Taf. III gegebenen Abbildungen liessen schon keinen Zweifel aufkommen, dass es sich hier nicht, wie JANISCH glaubte, um eine eigenthümliche Sporenbildung der betreffenden Diatomeen, sondern um einen den *Vampyrellen* ähnlichen Organismus handelte, welcher dieselben aufgenommen hatte. An dem zu einzelnen Klumpen zusammengezogenen Zellinhalt der von diesem Autor abgebildeten Diatomeen lässt sich schon erkennen, dass diese vom Parasiten getödtet waren.

Im Juli des Jahres 1885 fand nun ich zum ersten Male im Riesengebirge und zwar in den Moortümpeln der Aupa- und Weisswasserquellgegend die in verschiedenen Arten der Gattung *Sphagnum* eingewanderten, sowie in Interzellularräumen und verletzten Zellen alter morscher Cyperaceen- und Gramineen-Blätter, an Holzstückchen u.s.w. festsitzenden Zellen von *Chlamydomyxa* und beobachtete auch das Austreten des Inhaltes und das Wiedereinwandern der Theilproducte in die Ringfaser-Zellen von *Sphagnum* etc. und die Neu-Encystirung derselben ohne oder mit vorhergehender Nahrungsaufnahme. Ich hielt damals den Organismus für neu und bemerkte erst über ein Jahr später, dass der Organismus bereits von ARCHER beschrieben und von GEDDES wiederbeobachtet war. Trotzdem der interessante Organismus sich also als bereits bekannt herausstellte, so veranlassten mich doch die Zweifel und die sich zum Theil widersprechenden Ansichten der Autoren über seine Beschaffenheit und systematische Stellung, denselben seit jener Zeit nicht aus den Augen zu lassen und ihm ein genaueres Studium zu widmen. Vorerst schien es mir von Wichtigkeit, festzustellen, ob die von ARCHER und GEDDES beobachteten und abgebildeten Zustände auch wirklich sämmtlich in den Entwicklungsgang von *Chlamydomyxa* gehören. ARCHER beschreibt (a. a. O. S. 120) und bildet (auf seiner Tafel VII in Fig. 1) einen zweiten

Organismus ab, von dem er sagt: »I have not been able to satisfy my self that these have a genetic relationship to the subject of this paper, but I am inclined to think they may have.« Es ist dies ein neues *Chlorochytrium*, welches ich ebenfalls wiederholt in den Moortümpeln des Riesengebirges und auch neuerdings auf der Insel Rügen zusammen mit *Chlamydomyxa* als Endophyt in den durchlöcherten Ringfaserzellen der Torfmoore angetroffen habe und in einer vorläufigen Mittheilung (im 65. Jahres-Bericht der Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Cultur 1885 p. 296) als *Chlorochytrium Archerianum* benannt und kurz beschrieben habe. Da ich hoffe, gelegentlich eine weitere Mittheilung über diese Palmellacee geben zu können, so sei hier nur darauf hingewiesen, dass es mir leicht gelang, nachzuweisen, dass dieselbe sicher nicht in den Entwicklungsgang von *Chlamydomyxa* gehöre.

Viel schwieriger war es mir, festzustellen, ob eine fast überall zugleich mit *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Arch. vorkommende braune Alge, welche anscheinend auch GEDDES beobachtet hat und in deren Entwicklungsgang mit hineinzieht, in genetischem Zusammenhange mit ihr stehe oder nicht. Ich hielt diese Alge anfangs für *Protococcus macrococcus* Kütz.,<sup>10)</sup> welchen P. RICHTER<sup>11)</sup> als zugehörig zu *Ourococcus* s. *Haematococcus insignis* Hassall<sup>12)</sup> betrachtet und zu welchem auch *Protococcus aureus* Kütz.<sup>13)</sup> von manchem Phykologen als Varietät zugezogen wird, und glaubte auch *Urococcus Hookerianus* Rabenh.<sup>14)</sup> mit den genannten Formen identificiren zu müssen.<sup>15)</sup>

<sup>10)</sup> KÜTZING: Pycol. gener. p. 169 tab. VI. Fig. 1 b et c; Tabul. phyl. I, Tab. II; syn. *Protosphaeria macrococca* Trevisan (Saggio di una monogr. della Alge coccotalle, Padova 1848, S. 29 und *Chroococcus macrococcus* Rabenhorst, Crypt. Flora Sachs. S. 70, Flor. Europ. Alg. aq. dulc. et submar. sect. II, p. 33.

<sup>11)</sup> P. RICHTER: Bemerkungen zu einigen in »Phykotheke universalis« Fasc. II ausgegebenen Algen; Hedwigia 1886, Heft VI u. Etiquette No. 82 der Phykotheke universalis.

<sup>12)</sup> HASSALL: Freshwater Algae S. 325 tab. LXXX Fig. 6 a et 6 b = *Urococcus insignis* Kütz. Spec. Alg. p. 207.

<sup>13)</sup> KÜTZING 1845 in Tabulae phyc. p. 3, tab. 2; Syn.: *Chroococcus macrococcus* b. *aureus* Rabenhorst Flor. europ. Alg. II, S. 33. Ich glaube jetzt, dass der Name *Protococcus aureus* Kütz. eher gewissen Peridineenruhezellen, besonders denen von *Peridinium tabulatum* Ehrb. zukommt, wenigstens deutet der Ausdruck »P. subsolitarium cellulis globosis plerumque simplicibus« in seiner Beschreibung (Spec. Alg. p. 201) auf diese hin.

<sup>14)</sup> Es ist zu beachten, dass ich hier Rabenhorst und nicht Hassall und Berkely als Autoren von *Urococcus Hookerianus* citire. Die in HASSALL, Freshwat. Alg. beschriebene und abgebildete Alge ist zweifellos ein ganz anderer Organismus als die von Rabenhorst in der Flora europ. Alg. III, S. 31 beschriebene und auf S. 4 abgebildete.

<sup>15)</sup> In der oben bereits erwähnten kurzen Mittheilung im 65. Jahresbericht der Schles. Gesellschaft für vaterländ. Cultur 1887 S. 295 habe ich mich, verleitet durch die Angaben von GEDDES und durch die Beobachtung, dass *Chlamydomyxa* fast stets mit der genannten *Urococcus*form vorkommt, dahin ausgesprochen,

Nachdem ich jedoch von P. RICHTER in Leipzig und W. KRIEGER in Königstein in Sachsen wiederholt lebendes Material von *Urococcus insignis* Hass., welches an dem durch die RABENHORST'schen und HAUCK-RICHTER'schen Algen-Sammlungen bekannten Fundorte, an einer feuchten Felsplatte im Bielathal in Sachsen gesammelt war, erhalten hatte und während mehrerer Jahre dasselbe in Cultur hielt, überzeugte ich mich, dass die mit *Chlamydomyxa* vorkommende Urococcus- resp. Protococcus-Form verschieden sei von diesem *Urococcus insignis* aus dem Bielathal. Dagegen konnte ich später durch Untersuchung von den Original Exemplaren im Kgl. Berliner Museum, welche aus dem Herbar ALEXANDER BRAUN'S stammten, feststellen, dass die häufig mit *Chlamydomyxa* zusammen vorkommende Urococcus- resp. Protococcus-Form in der That identisch ist mit *Urococcus Hookerianus* Rabenh. (nicht Hassall) aus den Hochmooren des Schwarzwaldes. Es ist dies dieselbe Form, von welcher ALEXANDER BRAUN (Verjüngung p. 190 Anmerkung) sagt, dass sie zwischen *Urococcus Hookerianus* Hass. und *U. insignis* Hass. zu stehen scheine und deren

dass kaum ein Zweifel aufkommen könne, dass in den Entwicklungsgang von dieser *Protococcus macrococcus* Kütz. (= *Urococcus insignis* Hass.), zu welchem auch *U. Hookerianus* Rabenh. als Synonym zuzuziehen sei, und vermuthlich auch *Peridinium cinctum* Ehrenberg gehöre. Seitdem habe ich, durch meine weiteren Untersuchungen belehrt, meine Ansicht dahin geändert, dass *Chlamydomyxa* nichts mit den anderen genannten Organismen zu thun hat, dass der *Urococcus insignis*, wie er im Bielathal und sonst nicht selten in Gebirgen an Felswänden vorkommt, wohl sicher nahe verwandt ist mit den Peridineen, ja vielleicht ein Repräsentant dieser Familie ist, welcher die Fähigkeit, Schwärmzellen zu bilden, verloren hat. Den *Urococcus Hookerianus* Rabenh. dagegen halte ich jetzt noch für eine Ruhezellenform einer noch zur Zeit Schwärmzellen bildenden Peridinee, mindestens deuten die von mir beobachteten im Sphagnum eingewanderten Einzelindividuen und Familien darauf hin, dass derselbe einen beweglichen Zustand besitzen muss. Allerdings dürfte es nicht *Peridinium cinctum* Ehrenb. sein, überhaupt keine Art der Gattung *Peridinium*, sondern eher eine membranlose, vielleicht eine Art der Gattung *Hemidinium*. Eine solche habe ich wenigstens wiederholt innerhalb der Ringfaserzellen der Torfmoose beobachtet. *Peridinium cinctum* Ehrb. bildet freilich ebenfalls Ruhezellen, welche den genannten Urococcusformen ganz ausserordentlich ähnlich sind, wie ich durch Culturversuche festzustellen Gelegenheit hatte. Dieselben wurden in der Weise angestellt, dass ich Schwärmzellen der genannten Peridinee, welche mittelst eines feinen Netzes einem Moortümpel entnommen worden waren, in ein Glasgefäß einsetzte, an dessen Seiten dem einfallenden Lichte zu Glimmerstreifen aufgestellt waren. Die Peridineen-Schwärmer setzten sich sehr bald an diese Glimmerstreifen an, viele derselben schwärmten nach vollendeter Theilung des Zellinhaltes wieder aus, die meisten jedoch bildeten im Innern der Schwärmzellenhäute Ruhezellen, welche bald aus diesen heraustraten und *Protococcus*- oder *Gloeocystis*-artige Theilungen zeigten, später auch in *Urococcus*-artige Zustände übergingen. Es scheint mir kaum zweifelhaft, dass KÜTZING unter *Protococcus macrococcus* ursprünglich diese Ruhezellen von *Peridinium cinctum* Ehrenberg oder doch nahe verwandten Arten verstanden hat, wenigstens deutet die Angabe des Fundortes »in ericetis turfosis« darauf hin.

Unterschied von letzterem besonders in der erreichbaren geringeren Zellengrösse besteht. Ich bin nun lange Zeit geneigt gewesen, anzunehmen, dass *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Arch. in der That mit *Urococcus Hookerianus* Rabenh. in genetischem Zusammenhange stände, besonders nachdem ich wiederholt einzelne Zellen desselben und sogar ganze Zellfamilien in Torfmoosarten mit sehr weiten Ringfaserzellen eingewandert gefunden hatte. Ich glaubte, dass *Urococcus Hookerianus* eine Art Dauerruhezustand von *Chlamydomyxa* darstelle. Wiederholte darauf gerichtete Untersuchungen, welche ich in neuerer Zeit anstellte, um den genetischen Zusammenhang zwischen beiden Organismen sicher nachzuweisen, erreichten jedoch nur ein negatives Resultat. Es gelang mir nicht, aus typischen *Chlamydomyxa*-Zellen die typischen *Urococcus*-Formen zu ziehen.

Dass auch GEDDES angenommen hat, dass vermuthlich dieselbe Alge, welche hier als *Urococcus Hookerianus* Rabenh. (nicht Hassall) bezeichnet worden ist, in genetischem Zusammenhange mit *Chlamydomyxa* stehe, geht daraus hervor, dass er, wie ich oben bereits erwähnt habe, zweierlei Cysten unterschied, von denen er die eine Form, welche stets aus kugeligen, oft zu Gloeocystis- oder Gloeocapsa-artigen Familien vereinigten und dann oft von verhältnissmässig dicken, mehrschichtigen Membranen umgebenen Zellen besteht, unter seine „Protococcus-Form“ rechnet. In der That kann man in seinen Figuren 3, 4, 5a und 5b Zellen und Zellfamilien von *Urococcus Hookerianus* Rabenh. erkennen, wenn man die falsche allzu grüne Farbengebung bei denselben, — nur die Figur 5a macht eine Ausnahme, — nicht in Betracht zieht. Die in Fig. 2 seiner Tafel dargestellten Protococcus-Formen dürften jedoch zu einer dritten und zwar grünen Alge, einer wahren Protococcacee, die von mir ebenfalls oft in Gesellschaft von den beiden anderen beobachtet worden ist, deren Entwicklung ich jedoch noch nicht genau verfolgen konnte, gehören. Ausser dem negativen Resultat, welches ich erhielt bei den Versuchen, die Cysten der *Chlamydomyxa* in *Urococcus Hookerianus* Rabenh. umzuzüchten, spricht gegen den Zusammenhang beider die Beschaffenheit der Zellkerne, die bei *Chlamydomyxa* mit Ausnahme der ganz jungen Amöben und Cysten stets in Mehrzahl, ja oft in Vielzahl vorkommen, und auch einen abweichenden Bau und geringere Grösse besitzen. Ferner das Vorkommen von Stärkekörnern bei *Urococcus Hookerianus*, die bei *Chlamydomyxa labyrinthuloides* stets fehlen oder doch wenigstens in keinem Falle von mir nachgewiesen werden konnten, und schliesslich das verschiedene Verhalten beider Organismen in der Cultur. Während nämlich *Chlamydomyxa* ziemlich schwer zu cultiviren ist und sich nur einige Monate, in sehr kalkhaltigem Wasser noch kürzere Zeit hält, ist *Urococcus Hookerianus* ziemlich dauerhaft in der Cultur.

Nachdem ich nun also festgestellt hatte, dass so weder das nach ARCHER bereits als fraglich in den Entwicklungsgang von *Chlamydomyxa* gehörend bezeichnete *Chlorochytrium*, noch auch die von GEDDES zugerechneten „Protococcuszustände“ in genetischem Zusammenhang mit *Chlamydomyxa* stehen, kam es mir darauf an, den Zellinhalt und seine Bestandtheile sowohl der Cysten wie auch der Amöben genauer zu untersuchen. Es blieben nach den eingehenden Abhandlungen von ARCHER und GEDDES doch noch eine Anzahl den plasmatischen Inhalt betreffende Punkte höchst zweifelhaft, zumal die Angaben beider Forscher sich sogar zum Theil widersprechen. Besonders war die Frage, ob Zellkerne vorkommen oder nicht, zu beantworten. ARCHER konnte keine Zellkerne nachweisen, beobachtete jedoch die angeblich die Gestalt verändernden, homogen aussehenden Körner oder Spindeln von blassblauer Farbe, welche später LANKESTER und BUETSCHLI für Zellkerne hielten. GEDDES will nur einen Zellkern in dem Organismus gefunden haben.

Ausser dieser einerseits das Vorhandensein von Zellkernen, andererseits die amöboiden Spindeln oder Körner betreffenden Frage war auch die zu erledigen, ob überhaupt gelblich-grüne Körner, wie ARCHER angegeben hatte, vorhanden sind, und, wenn dies der Fall ist, ob wir es dann hier mit wahren Chromatophoren oder aber mit eingewanderten, mit dem an und für sich dann farblosen Organismus in Symbiose lebenden, niederen Algen aus der Verwandtschaft von *Zoochlorella* Brandt und *Zooxanthella* Brandt zu thun haben. Dass diffuses Chlorophyll, dessen Vorhandensein ARCHER und GEDDES behauptet haben, nicht vorkommen würde, war zwar, nachdem anderweitige Angaben über das Vorkommen von solchen bei anderen Organismen sich stets auf fehlerhafte Beobachtungen haben zurückführen lassen, anzunehmen, doch musste auch diese Angabe des Vorkommens hier bei *Chlamydomyxa* nach den Thatsachen berichtigt werden. Eine weiter zu lösende Frage betraf die meist röthlich gefärbten Massen, welche ARCHER als rothe Körner, GEDDES als rothgefärbtes Protoplasma bezeichnet. Weder die Bildung und Entstehung, noch die Function und genauere Beschaffenheit dieser Massen war von den genannten Beobachtern sicher festgestellt worden.

Erst nach Beantwortung dieser und damit in Zusammenhang stehender Fragen über den Zellinhalt und dessen Bestandtheile, konnten andere aufgeworfen werden, welche sich auf den Entwicklungsgang, die Verwandtschaft und systematische Stellung des Organismus bezogen. Es scheint mir daher zweckmässig, den Leser hier vorläufig über die Beschaffenheit des Zellinhaltes kurz zu unterrichten, bevor ich zur Schilderung des Entwicklungsganges, wie er nach meinen Untersuchungen vorliegt, gelange.

Ich fand in den ganz jungen und kleinen Cysten nur einen Zellkern; in etwas grösseren Cysten stets zwei bis mehrere und in den ganz ausgewachsenen sogar eine verhältnissmässig grosse Anzahl derselben. Ebenso verhielten sich auch die Amöben. Die noch aus dem ganzen Zellinhalt einer Cyste bestehenden enthielten viele Zellkerne, die aus den ersten Theilungen entstandenen meist mehrere und nur solche Amöben, welche aus den letzten Theilungen hervorgegangen waren, stets nur einen Zellkern. Ich konnte ferner wahre Chromatophoren nachweisen, welche ausser einem vielleicht mit dem Chlorophyll identischen oder doch demselben sehr nahe stehenden grünen Farbstoff, auch einen gelben oder gelbbräunlichen Farbstoff enthielten, im fressenden Zustand aber oft sich mehr oder weniger verfärben oder auch erbleichen. Ferner fand ich verhältnissmässig feste rosafarbene, zinnober- bis karminrothe, bisweilen auch anfangs olivengrüne und im alternden Zustande schwarzbraune, Oel enthaltende Körper vor, welche durch Umwandlung aus zusammengeballten, zweifellos vom Organismus abgetödteten Chromatophoren sich bilden und künstlich durch starke Besonnung in demselben erzeugt werden können, von den Amöben beim Ausschlüpfen jedoch stets ausgestossen und oft in den Cystenhüllen zurückgelassen werden. Weiter fand ich stäbchenförmige krystallinische Körper, welche sich als Kalkoxalatkrystalle herausstellten, im hyalinen Protoplasma oder im Zellsaft gebildet werden und in von diesem erfüllten Vacuolen die sogenannte Brown'sche Molekularbewegung zeigten, sofern nicht diese allzusehr mit solchen Krystallen vollgestopft waren; schliesslich selbstverständlich auch hyalines Protoplasma, welches oft, schäumig vertheilt, zellsaftführende Vacuolen führt und kleine oder grössere tropfenförmig oder auch fast körnig erscheinende, bisweilen bläulich schimmernde, stark lichtbrechende Gebilde enthält, die in der lebenden Zelle Farbstoffe zu speichern vermögen, identisch sind mit den von ARCHER gesehenen Körnern oder Spindeln und zweifellos unter die von CRATO neuerdings genauer beschriebenen Zellinhaltsbestandtheile, welche dieser Autor als „Physoden“ bezeichnet, gehören.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen über die Zellinhaltsbestandtheile will ich nun zur Schilderung des Entwicklungsganges übergehen. Später werde ich noch Gelegenheit haben, auf die genauere Beschaffenheit der Zellinhaltsbestandtheile zurückzukommen.

Ich beginne mit der Schilderung der Amöben. Dieselben entstehen gewöhnlich in der Weise, dass der ganze Zellinhalt, der dann stets mehrere bis viele Zellkerne aufweist, aus der Zellhaut in Tropfenform austritt. In den meisten Fällen erfolgt sogleich eine Theilung desselben in zwei Theile,

indem die Amöbe sich nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin streckt und ausdehnt und so eine längliche Gestalt annimmt. Nach und nach zieht sich die protoplasmatische Masse nach den Enden zu zusammen. Die Endtheile verdicken sich dann und erzeugen meist Pseudopodien, während in der Mitte die Amöbe an Umfang abnimmt. Dies Mittelstück wird bald so dünn, dass es in der Mitte abreißt (Fig. 20). Auf diese Weise entstehen zwei Amöben, die nun ihrerseits sich ebenso in je zwei Stücke theilen. Die Theilung der Theilproducte wiederholt sich nun, bis nur noch einkernige Amöben übrig geblieben sind, welche sich dann encystiren. Bisweilen erfolgt der Theilungsprocess schon während des Heraustretens des Zellinhaltes. Es kommt dann nicht selten vor, dass einzelne Theilproducte in der Mutterhülle zurückbleiben und sich in dieser von neuem encystiren (Fig. 14). Auch kommt es vor, dass die erste Mutteramöbe, wie auch die Tochteramöben ersten Grades sich in mehr als zwei Theile gleichzeitig theilen oder doch so, dass, noch ehe der Theilprocess ersten Grades vollendet ist, bereits der Theilprocess zweiten Grades beginnt (Fig. 13 und 18). Seltener findet eine vollkommen gleichzeitige oder doch fast gleichzeitige Mehr- oder Vieltheilung des aus den Cysten ausgetretenen Zellinhaltes statt. Die Amöbe nimmt in letzterem Falle mehr oder weniger die von ARCHER zuerst beobachtete labyrinthartige Form an, indem in der flach ausgebreiteten Protoplasmamasse Lücken auftreten (vergl. Fig. 15) und so ein netzartiges Gebilde mit verdickten Knotenpunkten, welche von den einzelnen Ansammlungscentren (Energiden) des Protoplasma-Körpers gebildet werden, entsteht. ARCHER hat ein solches „labyrinthartiges Netz“ abgebildet. GEDDES konnte das Ausschwärmen des Zellinhaltes in dieser Form nicht beobachten. Mir gelang es nur selten, dasselbe entstehen zu sehen und zwar nur aus Cysten von der Beschaffenheit der in Fig. 5 abgebildeten, während ARCHER dies labyrinthartige Ausschwärmen des Zellinhaltes aus *Urococcus*-artigen, in mehrere Zellhäute eingehüllten Cysten in viel eleganterer, complicirter Form beobachtete (vergl. seine Taf. VI). Jedenfalls findet diese Art des Ausschwärmens des Zellinhaltes nur unter besonderen Umständen statt. Ich vermüthe dann, wenn bei vollkommen reifen oder fast überreifen Cysten, nachdem einige Zeit andauernde, für das Austreten ungünstige Bedingungen, welche in den Temperatur-, auch wohl in den Bewässerungsverhältnissen beruhen dürften, geherrscht haben, plötzlich günstige Bedingungen für dasselbe eintreten. Das Stattfinden solcher „labyrinthartiger“, viel gewaltsamerer Ausbrüche des Zellinhaltes und die verhältnissmässig schnellere Theilung des letzteren erklärt sich dann leicht, da die das Ausschwärmen und die Theilung des plasmatischen Inhalts verursachenden Kräfte auf das Höchste gespannt sein müssen. Uebrigens ist der Theilungsprocess,

wie er gewöhnlich verläuft, also mit wiederholter Zweitheilung, meist auch innerhalb weniger Minuten vollendet, so dass es schwer hält, die aufeinander folgenden Theilungsstadien zu skizziren. Mitunter allerdings kommt es vor, dass der Theilungsprocess sich verzögert, sei es gleich im Anfang oder nach ein oder zwei erfolgten Theilungen. Derartige Amöben haben meiner Beobachtung nach die Absicht, zu fressen oder auf thierische Weise Nahrung aufzunehmen. Bereits ARCHER beobachtete, wie oben erwähnt, dass die einzelnen Theilstücke des „labyrinthartigen“ Netzes Nahrung aufnahmen und zwar andere Algen, zum Theil von verhältnissmässig nicht unbedeutender Grösse, so *Euastrum* sp., *Cosmarium Cucurbita* Bréb., *Spirotaenia gracillima* Arch., *Oocystis Naegeli* Al. Braun und andere. Diese von ARCHER beobachteten Theilstücke sind zweifellos mehrkernig gewesen, da sie verhältnissmässig grosse Algen-Individuen in sich aufnehmen und mit denselben sich encystiren konnten. Dies würde wenigstens mit meinen Erfahrungen übereinstimmen. Ich fand, dass sowohl ganze, noch ungetheilte Zellinhaltsmassen, wenn sie in Tropfenform ausgetreten waren, wie auch Theilproducte solcher ersten oder zweiten Grades besonders Diatomeen aufnahmen und sich mit denselben encystirten (Fig. 9). Stets ergab die Untersuchung solcher grösserer fressender Individuen, dass dieselben mehrere oder viele Zellkerne enthielten. Die einkernigen letzten Theilproducte der Amöben können allerdings ebenfalls Nahrung aufnehmen. Die letztere besteht dann jedoch nur in Bakterien oder doch sehr kleinen grünen oder blaugrünen Algen. Uebrigens werden Diatomeen meiner Beobachtung nach vom Organismus als Nahrung bevorzugt. Allerdings kann wohl auch die Erklärung dafür, dass ich meist Diatomeen als Nahrung aufgenommen fand, zu suchen sein in der grossen Anzahl der in fast sämtlichen von mir gesammelten Materialmassen vorhandener Diatomeen. Auch JANISCH hat, wie oben erwähnt, vom Organismus aufgenommene Diatomeen beobachtet. Seltener fand ich grüne und blaugrüne Algen zu Nahrungsgegenständen verwendet, so *Euastrum insigne* Hass. (siehe Fig. 8), *Scenedesmus*-Arten, Ruhezellen von *Chlamydomonas*, *Chroococcus turgidus*, *Aphanocapsa* spec. und, wie oben schon erwähnt, auch Bakterien. Fadenalgen scheinen nicht oder doch nur dann aufgenommen zu werden, wenn die Amöben sehr kurze Stücken derselben zufällig auf ihrem Wege finden. Wenigstens habe ich ein solches kurzes Fadenstück, das anscheinend einem *Oedogonium* angehörte, einmal in einer Cyste gesehen. Ein Zusammenknicken oder Zusammenrollen längerer Fäden, wie solches W. WAHRLICH bei *Vampyrella vorax* Cienk. var.  $\beta$ . *dialysatrix* Wahrlich beobachtete,<sup>16)</sup> findet in den *Chlamydomyxa*-Amöben nicht statt.

<sup>16)</sup> W. WAHRLICH: Anatomische Eigenthümlichkeit einer *Vampyrella*, in den Berichten d. deutsch. botan. Gesellschaft. 7. Jahrg. S. 277.

Dieselben scheinen dazu nicht die Kraft zu besitzen und nehmen aus diesem Grunde gar nicht erst längere Fadenstücke auf. Auch Weizenstärkekörner, welche ich einem Präparate beigemischt hatte, nahmen die Amöben gierig in sich auf und wälzten dieselben längere Zeit mit sich fort. Leider konnte ich aber nicht verfolgen, ob sich die Amöben mit diesen encystirten. Ebenso bemerkte ich auch, dass sie bisweilen kleine Sandkörner und in Zersetzung begriffene kleine Stücke von Pflanzentheilen aufnahmen, jedoch dieselben sehr bald wieder fallen liessen. Nach der Nahrungsaufnahme encystiren sich die Amöben meist in kurzer Zeit mit den aufgenommenen Algen. In den neu encystirten fressenden Zellen tritt dann sehr bald eine starke Vermehrung der Zellkerne ein, gleichgültig, ob sie aus dem ganzen Inhalt einer Cyste oder aus Theilproducten derselben entstanden sind.

Die fressenden Cysten finden sich meist frei und kleben aussen an den *Sphagnum*- und Grasblättern oder an Holzstückchen etc. fest. Nur selten habe ich in den Ringfaserzellen der *Sphagna* Cysten gefunden, welche kleine Diatomeen und andere Algen enthielten. Vermuthlich hatten die einwandernden Amöben diese Algen bei ihrem Eintritt in den Ringfaserzellen vorgefunden, nicht aber waren sie, dieselben mit sich führend, eingewandert, was jedenfalls bei kleinen Ringfaserzellporen seine Schwierigkeit hätte.

Was nun die aufgenommenen Algen betrifft, so werden dieselben nicht ganz verdaut, es bleiben stets die Membranen und mehr oder weniger kohlig erscheinende, grau oder schwarz gefärbte, zusammengeballte Inhaltsbestandtheile in denselben übrig und diese werden, nachdem die verdaubaren Stoffe vom Organismus aufgenommen sind, von demselben ausgeschieden, sobald er die betreffende Cyste im Amöbenzustand verlässt. Bisweilen kommt es vor, dass der ganze Inhalt der fressenden Cyste sich innerhalb der alten Membran von frischem encystirt, nachdem er den Fremdkörper ausgeschieden und sich stark zusammengezogen hat. Der ausgesogene Fremdkörper wird also dann zwischen zwei Membranen gelagert. Es ist dies z. B. der Fall bei dem in Fig. 8 abgebildeten Individuum. Es hat sich hier der gesammte Zellinhalt, nachdem er ein *Euastrum insigne* ausgesogen hatte, von demselben zurückgezogen und erfüllt nun dicht zusammengedrängt eine kleinere neue Zellhülle innerhalb der alten. Ein Mal habe ich auch beobachtet, dass ein Theil des Zellinhaltes zu fressen aufhörte und aus der Cyste auswanderte, während ein anderer noch an der aufgenommenen Diatomee weiterfrass, nachdem er innerhalb der alten Zellhaut eine neue gebildet hatte. Ein ander Mal beobachtete ich den Fall, dass anscheinend die eine Hälfte des Zellinhaltes einer fressenden Cyste aufgehört hatte zu fressen und sich dann innerhalb der alten Hülle von neuem encystirt hatte ohne

fremde Einschlüsse, während die andere Hälfte des Zellinhaltes die aufgenommene Diatomee noch weiter verdaute, nachdem sie mit derselben sich innerhalb der alten Zellhaut ebenfalls von neuem encystirt hatte. Ich habe diesen Fall in Fig. 9 abgebildet. Der zu einer kugeligen, braunen Zelle zusammengezogene, nicht fressende Theil scheint eine Dauercyste zu sein. Die betreffende Figur zeigt auch, dass die Chromatophoren des fressenden Theiles etwas erbleicht sind. Es ist dies jedoch nicht immer, besonders dann nicht der Fall, wenn der fressende Theil verhältnissmässig wenig Chromatophoren besitzt.

Uebrigens ist es durchaus nicht nöthig, dass der Organismus stets andere Algen als Nahrung aufnimmt, wenn er sich ausserhalb der Sphagnumzellen befindet. Im Gegentheil enthalten auch die meisten frei lebenden Cysten keine solchen. Die aus den Ringfaserzellen der Sphagna in Tropfenform austretenden Amöben wandern, meist ohne nachweisbare Nahrung aufgenommen zu haben, wieder in Sphagnum-Zellen ein. Häufig habe ich mit *Chlamydomyxa* reichlich besetzte Sphagnummassen in Händen gehabt, bei denen auch nicht ein einziges fressendes Individuum sich vorfand. Dann wieder glückte es mir, anderen Fundstellen oder auch denselben Fundstellen, aber zu anderen Zeiten Material zu entnehmen, bei welchem neben den in die Ringfaserzellen eingewanderten, nur selten fressenden Individuen zahlreiche, grosse, freie, meist fressende Cysten des Organismus vorhanden waren. Danach scheint es mir, dass gewisse Bedingungen eintreten müssen, durch welche der Organismus veranlasst wird, andere Algen als Nahrung aufzunehmen. Diese Bedingungen können in den Verhältnissen des Fundortes liegen. Es ist z. B. möglich, dass eine längere Zeit andauernde Temperaturerhöhung des Wassers oder etwa reichlicher Regenwasserzufluss starke Zellkernvermehrung bei dem Organismus veranlasst, dass jedoch die Vermehrung der Kohlenstoff assimilirenden Zellinhaltstheile, also der Chromatophoren, nicht mit dieser Zellkernvermehrung gleichen Schritt halten kann und somit mangelhafte holophytische Ernährung eintritt. Der Organismus greift dann, um gewissermaassen seinen Hunger zu stillen, zur thierischen Ernährungsweise. Dass infolge dieser oder während diese stattfindet, die Chromatophoren bisweilen etwas erbleichen oder sich doch verfärben, dürfte vielleicht durch die Annahme zu erklären sein, dass die Chromatophoren zur Zeit der thierischen Nahrungsaufnahme gewissermaassen überflüssig werden und dann eine Art Ruheperiode ähnlich den als Leucoplasten in den meristematischen Zellen höherer Gewächse vorgebildeten Chromatophoren durchmachen.

Die meisten Amöben, welche ich beobachten konnte, krochen auf dem Sphagnum oder sonst welchen Gegenständen, auch auf dem Objectträger herum, bis sie einen Platz gefunden hatten, an welchem

sie sich encystiren konnten. Nur in seltenen Fällen habe ich schwimmende Amöben bemerkt. Von diesen habe ich ein Exemplar abgebildet (Fig. 25). Diese schwimmenden Amöben waren nie in Theilung begriffen und zeichneten sich stets durch ihre fast kugelige Gestalt und durch eine Strahlenhülle von mehr oder weniger langen hyalinen Pseudopodien, welche bald sich verlängerten, bald verkürzten, bald auch ganz eingezogen wurden und von neuem entstanden, aus. Diese Pseudopodien finden sich zwar auch bei vielen kriechenden Amöben vor, doch erreichen sie bei diesen gewöhnlich nicht die gleiche Ausbildung. Dieselben gehen stets von einem mehr oder weniger breiten hyalinen protoplasmatischen Saum aus, während die Chromatophoren nebst den Zellkernen sich in einen centralen Klumpen geballt finden. Wir sehen diese Verhältnisse in besonders auffallender Weise an der in Fig. 24 abgebildeten Amöbe. Sowohl der hyaline Saum, wie die Pseudopodien derselben enthielten zahlreiche rundliche oder besonders letztere auch oft spindelförmige Physoden, welche zum grossen Theil in reger Bewegung sich befanden und vom strömenden Protoplasma hin und her geschoben wurden. Diese in Fig. 24 abgebildete Amöbe machte jedoch insofern, dass sowohl der hyaline Rand, wie der Pseudopodienkranz verhältnissmässig stark entwickelt waren, eine Ausnahme. Gewöhnlich ist bei kriechenden Amöben der Rand sehr schmal und die Pseudopodien sind nur nach den Seiten zu entwickelt, nach welchen hin die betreffenden Amöben sich auszudehnen oder zu bewegen bestrebt sind (vergl. die Figuren 15, 16, 18, 21, 22).

Das Austreten der Amöben aus den Zellhüllen und die Theilung derselben erfolgt stets in den wärmeren Tagesstunden. Vor 10 Uhr Morgens konnte ich in der Regel keine ausgetretenen Amöben beobachten, nur selten solche nach 4 Uhr Mittags. An regnerischen Tagen und bei bedecktem Himmel konnte ich aber auch um die Mittagszeit nur selten Amöben beobachten. Unter der Annahme, dass erhöhte Temperatur des Wassers das Auskriechen der Amöben veranlasse, machte ich Versuche mit künstlicher Erwärmung, ohne dabei die Culturen directem Sonnenlicht auszusetzen, hatte aber ein negatives Resultat. Es scheinen demnach nicht nur bestimmte Wärmegrade, sondern auch eine bestimmte Lichtintensität vorhanden sein zu müssen, um das Ausschwärmen der Amöben zu veranlassen. Ich beobachtete das Ausschwärmen von Ende Mai bis September. Auch im Monat October kamen mir noch einzelne Amöben zu Gesicht. Am häufigsten traten dieselben zur heissen Zeit, im Juli und August, auf.

Niemals bemerkte ich in den Amöben die erwähnten anfangs olivengrünen, später rothen oder bisweilen auch schwarzbraunen Oelkörper, welche, wie ich oben bereits erwähnte, aus zusammengeballten

getödteten Chromatophoren gebildet werden, ebensowenig auch je Kalkoxalat-Krystalle. Dagegen fand ich nicht selten beide in von dem Inhalt verlassenen Cysten vor. Dieselben waren also als unnützer Ballast aus dem Zellinhalt beim Austreten ausgeschieden worden.

Ich will nun zur genaueren Betrachtung der Cysten übergehen. Die Gestalt der Cysten ist, wenn sie frei an Torfmoosen, an Grasblättern, Holzstückchen u. s. w. sitzen, mehr oder weniger kugelig oder eiförmig, bisweilen aber auch länglich oder unregelmässig lappig. Letzteres besonders, wenn dieselben andere Algen als Nahrung eingeschlossen enthalten. Grössere Diatomeen reichen dabei bisweilen mit einem oder beiden Enden aus den Cysten heraus (Fig. 9), kleinere dagegen umschliesst die Cyste stets vollständig und oft mehrere Individuen davon. Die in den Ringfaserzellen der Sphagna, in Zellen abgestorbener Gramineen und Cyperaceenblätter u. s. w. eingewanderten Individuen richten sich, wenn sie ausgewachsen sind, in der Form ganz nach dem ihnen zur Verfügung stehenden Raum des betreffenden Zelllumens. Im Sphagnum sind dieselben, so lange sie Raum genug haben, anfangs mehr oder weniger rundlich-kugelig, später jedoch, herangewachsen, mehr länglich oder wurstförmig und zeigen meist gürtelförmige, durch den Druck der Ringfasern verursachte Einschnürungen. Es findet mithin stärkeres Wachsthum der Zellmembran durch Intussusception an bestimmten Stellen, besonders an den beiden Endtheilen, oder, — wenn die Cyste dicht an einem Ende der Ringfaserzelle sich befindet, — doch an einem und zwar dem freien Endtheil statt.

Nicht selten kommt es vor, dass der Raum innerhalb der Sphagnumzelle zu eng wird. In diesem Falle wachsen die *Chlamydomyx*zellen, eines der durchlöcherten Felder durchbrechend, aus den Ringfaserzellen heraus und schwellen an dem herausgewachsenen Ende oft an (vergl. Fig. 1 bei a und auch die Fig. 1 bei d, e und f der Tafel der Abhandlung von Geddes). Bisweilen kommt es auch vor, dass diese Anschwellung sehr zunimmt, der ganze protoplasmatische Inhalt sich contrahirt und in dieselbe hineinwandert, und dass dann eine Zellverjüngung stattfindet, wobei die neu gebildete Hülle gewöhnlich kugelige Form annimmt. Platzt dann die alte Hülle, so tritt die kugelige Neubildung ins Freie. Auf diese Weise wandert der Raumparasit aus den Sphagnumzellen heraus, ohne dass Amöbenbildung stattfindet. GEDDES hat zwei Cysten, welche diesen Auswanderungsprocess veranschaulichen, in seinen Figuren 21 und 22 abgebildet und auch in der Fig. 2 der Abhandlung von ARCHER findet sich eine Cyste dargestellt, welche in dieser Weise ausgewandert zu sein scheint. Nicht selten kommt es vor, dass der Zellinhalt sich innerhalb einer Cyste in zwei oder mehrere Theile sondert (Fig. 3 und 10) und dann jeder Theil für sich eine neue Membran bildet.

Ob der von ARCHER abgebildete Fall (Fig. 3 seiner Tafel VII), bei welchem sich in einer grösseren von vielen Zellhüllen umgebenen Cyste eine grosse Anzahl von kleinen gebildet hat, hierher gehört, erscheint mir zweifelhaft. Vielleicht handelt es sich in solchen Fällen eher um eine Art Ruhesporenbildung. Ebenso ist der Fall der Verjüngung ein sehr häufiger, indem sich um den ganzen Inhalt in der alten Hülle eine neue Membran bildet, die dann häufig beim Heranwachsen die alte auseinander sprengt und sich von derselben entweder durch Ausschlüpfen befreit oder aber wenigstens theilweise in derselben stecken bleibt. Ist letzteres der Fall und wiederholt sich der Act der Verjüngung öfters hinter einander bei derselben Zelle, so entstehen Urococcus-artige Bildungen, die manchmal dem oben genannten *Urococcus Hookerianus* Rabenh., wie auch dem *U. insignis* Hass. sehr ähnlich sehen (vergl. die Figuren 3 und 4 auf Taf. VII der Abhandlung von ARCHER) und sich nur dadurch unterscheiden, dass sie sich stets als mehrkörnig bei der Untersuchung erweisen <sup>17)</sup> und keine Stärkekörner enthalten.

Oft beobachtete ich, dass zwei oder mehrere Cysten sich in ein und derselben Ringfaserzelle vorfanden. Es müssen in solchen Fällen entweder zwei oder mehrere Amöben in dieselbe eingewandert sein oder eine Amöbe hat sich nach der Einwanderung noch getheilt. Die gebildeten Cysten hindern dann einander beim Heranwachsen und üben einen gegenseitigen Druck auf einander aus. Waren nur zwei Cysten in einer Zelle vorhanden, so erweist sich oft eine stärker als die andere. Die letztere wird dann zusammengedrückt und abgetödtet. Waren drei vorhanden, so wurde gewöhnlich die in der Mitte befindliche von den beiden anderen erdrückt. Dieser Druck, welcher von benachbarten Cysten ausgeübt wird, kann die mehr dem Druck ausgesetzte auch veranlassen, die Membran der Ringfaserzelle zu durchbrechen und aus dieser als Cyste in der oben beschriebenen Weise auszuwandern. Uebrigens macht sich dieser Druck auch bei frei an Grasblättern oder irgend einem anderen festen Substrat dicht neben einander sitzenden Individuen bemerkbar und ist zweifelsohne der Grund dafür, dass in benachbarten Chlamydomyxa-Cysten an den Stellen, an welchen sie sich berühren, nicht selten eigenthümliche Verdickungen der Cystenmembranen entstehen, die nach innen vor-

<sup>17)</sup> Solche schwanzartige Anhangsgebilde kommen bekanntlich bei allen den von HASSAL und späteren Autoren unter die Gattung *Urococcus* gestellten Formen vor, ferner auch bei *Hormotila mucigena* Borzi, wie BORZI und bei *Gloeo-cystis Farolniana* Bréb., wie PAUL RICHTER nachgewiesen hat (vergl. P. RICHTER, Bemerkungen zu einigen in Phykotheke universalis Fasc. II ausgegebenen Algen, in der „Hedwigia“ 1886, XXV. Bd., S. 251 und Phykotheke univers. Fasc. I Nr. 23). Ueberall beruht ihre Bildung auf dem sich öfters wiederholenden Vorgang der Zellverjüngung.

springen und aus sehr reiner Cellulose bestehen (vergl. Fig. 2 bei z). Doch kommen derartige partielle Zellwandverdickungen bisweilen auch in Individuen vor, welche ganz frei und ungehindert an den Substraten festsitzen. Es ist dann schwer, die Ursache der Entstehung derselben anzugeben. Eine derartige Zelle ist in Fig. 3 dargestellt. Dieselbe besass zwei dünne Zellmembranen. Ihr Inhalt war dicht zusammengedrängt, hatte sich jedoch in zwei Theile gesondert, ohne dass zwischen den Theilen eine Membran entstanden war. Die beiden verdickten Stellen befanden sich an zwei entgegengesetzten Polen (z) der fast kugeligen inneren Hülle und zeigten deutliche Schichtung. Ebenso wenig erklärlich war mir auch die Entstehung der verdickten Stelle der in Fig. 4 abgebildeten kleinen Cyste, welche sich innerhalb einer abgestorbenen Zelle einer *Bulbochaete* gebildet hatte. Hier war die Verdickung um eine Einschnürung der Membran, deren Entstehungsgrund mir ebenfalls unbekannt blieb, entstanden und zeigte auch deutliche Schichtungsstreifen. Auf die von GEDDES zuerst beobachtete Thatsache, dass die vom protoplasmatischen Inhalt ausgeschiedenen, roth bis schwarzbraun gefärbten Oelkörper unter ebensolche dicke Celluloseschichten gelagert werden, und auf diese Weise ähnliche in das Innere des Lumens vorspringende Cellulosebalken gebildet werden, werde ich weiter unten noch zurückkommen (vergl. die Figuren 23 und 24 der Tafel von Geddes' Abhandlung).

Die kleinsten Cysten, fast stets von rundlicher Form, sind einkernig, etwas grössere zwei- oder mehrkernig. Vollkommen erwachsene, deren Inhalt auswandern kann, enthalten, meinen Beobachtungen nach, mindestens 8 Zellkerne, oft aber auch eine bedeutend grössere Anzahl, bis 32 Zellkerne und auch noch mehr.<sup>18)</sup> Doch ist es selbst bei gefärbten Dauerpräparaten nicht immer leicht, wenn verhältnissmässig viel Zellkerne vorhanden sind, deren Anzahl genau festzustellen.

Die Anzahl der Chromatophoren in den Cysten, deren Grösse, Vertheilung und Stellung ist sehr verschieden. Ganz junge Cysten enthalten bisweilen nur einige wenige oft grössere, vollkommen erwachsene und reife, sind oft ganz vollgestopft mit vielen kleineren und mit einer entsprechend grösseren Anzahl von Zellkernen. Solche vollständig reife Cysten erscheinen dann ziemlich undurchsichtig olivengrün, so dass man die einzelnen Chromatophoren schwer unterscheiden kann (vergl. Fig. 5). Diese letzteren sind jedoch als solche sogleich zu erkennen, wenn man einen Theil des Zellinhaltes aus

<sup>18)</sup> Es ist durchaus nicht nöthig, dass die Anzahl der Kerne stets genau den Gliedern der arithmetischen Reihe 2, 4, 8, 16, 32, 64 etc. entspricht, da die Theilung der Zellkerne, besonders in älteren Cysten, durchaus nicht immer gleichzeitig stattfindet. So findet man zwar häufig Cysten mit 2, 4 und 8 Zellkernen, seltener solche mit 16, dafür aber häufig solche mit allen anderen Zahlen unter 16 bis zur 9 herunter und über 16 hinaus.

der Cyste herausdrückt. Die nicht reifen, wenn auch oft bereits ausgewachsenen Cysten enthalten dagegen oft zahlreiche Vacuolen, so dass der protoplasmatische Inhalt wabig vertheilt erscheint. Die in den Waben- oder Vacuolenwänden verhältnissmässig zerstreuten Chromatophoren sind dann sehr deutlich zu erkennen. In manchen kleineren Vacuolen befinden sich oft winzige Kalkoxalat-Krystalle in sogenannter Brown'scher Molecularbewegung, manche derselben werden, besonders wenn die betreffenden Individuen längere Zeit in kalkhaltigem Wasser cultivirt wurden, so voll Kalkoxalat-Krystalle vollgestopft, dass diese sich schliesslich berühren und zusammenkleben und damit die tanzende Bewegung selbstverständlich aufhört.

Das Vorhandensein zahlreicher Kalkoxalat-Krystalle übt übrigens eine schlechte Einwirkung auf den Organismus aus. Es kommt zwar noch vor, dass der Zellinhalt aus den viel Kalkoxalat-Krystalle enthaltenden Cysten als Amöbe auswandert, wobei die Krystalle sämmtlich ausgestossen werden, doch scheint übermässige Bildung solcher die Amöbenbildung schliesslich ganz zu hindern. So viel ist sicher, dass mir in der Cultur viele Zellen durch Ueberproduction von Kalkoxalat zu Grunde gegangen sind und zwar in der Weise, dass die Chromatophoren begannen, einzeln abzusterben, die abgestorbenen dann sich zusammen ballten und bald ohne vorher sich in rothe Oelkörper umzuwandeln zu schwarzen oder schwarzbraunen Massen werden, während die Zellkerne noch längere Zeit am Leben blieben, bis auch sie nach den letzten Chromatophoren zu Grunde gingen.

In den noch unreifen, verhältnissmässig inhaltsarmen aber doch schon meist ausgewachsenen Cysten kommen, wie erwähnt, oft zahlreiche nur Zellsaft führende Vacuolen vor (vergl. Fig. 6). Diese können, sofern der nöthige Raum in der Zelle vorhanden ist, auch mit einander in Verbindung treten. Der Zellinhalt findet sich im extremsten Falle dann in mehr oder weniger abgerundeten oder eckigen Klumpen zusammengezogen, die sich nach SACHS<sup>19)</sup> als Energiden bezeichnen lassen, und je nur einen Zellkern enthalten. Dieselben sind durch feine hyaline Protoplasmabrücken oder Fadenbahnen unter einander verbunden. Diese protoplasmatischen Verbindungsbrücken zeigen fast stets deutliche Plasmaströmung und führen ähnlich den Pseudopodien der Amöben jene glänzenden Körper oder die Archer'schen Spindeln, welche ich als Physoden erkannte, nicht selten jedoch auch Chromatophoren, niemals aber Zellkerne mit sich. Es findet also ein Austausch von ersteren beiden zwischen den Energiden statt. In Figur 7 habe ich eine aussergewöhnlich grosse Cyste abgebildet, welche diese Verhältnisse

<sup>19)</sup> Vergl. J. SACHS, Physiologische Notizen II in „Flora“ 50. Jahrg. d. neuen Reihe S. 57 und folgende.

sehr deutlich zeigte. Nebenbei sei hier bemerkt, dass es mir sehr wahrscheinlich scheint, dass aus derartigen Fig. 7 entsprechenden Individuen die eine grössere Anzahl kleiner Cysten einschliessenden Mutterzellen von der Art, wie ARCHER sie auf seiner Tafel VII. in Fig. 3 abgebildet hat, entstehen können, obgleich ich selbst keine Gelegenheit gehabt habe, solche zu beobachten.

Die Sonderung des Inhalts der Cysten zu Energiden kann man übrigens auch künstlich durch starke Beleuchtung hervorbringen. Ich habe diese Thatsache bereits schon an anderer Stelle erwähnt,<sup>20)</sup> will jedoch hier etwas genauer auf dieselbe eingehen. Ich setzte mit eingewanderten, wie auch frei sitzenden Sommercysten reich besetzte Sphagnumblättchen in niedrigen Glas-Schalen einige Stunden dem directen Sonnenlichte aus. Es fand sich nun, dass die Chromatophoren infolge der Insolation in den mit solchen nicht allzu reich ausgestatteten Zellen sich um die Zellkerne in Profilstellung (wie in Fig. 1 b und 2 b) sammelten. Nur einkernige kleine Cysten (wie Fig. 2 b) enthielten nur eine Energide. Mehrkernige Zellen bildeten so viel Energiden, wie Zellkerne vorhanden waren, und es stellte sich eine ähnliche Anordnung des Zellinhalts heraus, wie in der unter Fig. 7 abgebildeten grossen Cyste. Es scheint mir nun höchst wahrscheinlich, dass durch die Ansammlung der Chromatophoren um die Zellkerne für diese ein Schirm gegen das zu grelle directe Sonnenlicht gebildet werden sollte. Wurde die Insolation mehrere Wochen lang fortgesetzt, so dass also täglich einige Stunden die betreffenden Sphagnumblättchen dem directen Sonnenlicht ausgesetzt waren, so fingen zuerst einzelne, dann mehr Chromatophoren an, sich zuerst olivengrün zu färben, dann zu röthen, die gerötheten wurden alle an einer, bisweilen auch an zwei oder mehreren ausserhalb der Energiden, aber stets dem einfallenden Licht zu liegenden Stellen zusammengeführt, und es entstanden so die oben erwähnten rosa- bis karminrothen Oelkörper. Bisweilen entstanden kleinere solche Oelkörper, aber in grösserer Anzahl, und diese legten sich dann an die obere Seite fast eines jeden Energide, zweifellos um ein zweckentsprechendes Schirmdach gegen die grelle Beleuchtung nicht nur für den Zellkern, sondern auch für die übrig gebliebenen Chromatophoren herzustellen. Bei weiter fortgesetzter Insolation wurden schliesslich sämtliche Chromatophoren zu rothen Oelkörpern umgewandelt. Dann aber starben die betreffenden Individuen bald ab.

Diese rothen aus Chromatophoren entstandenen Oelkörper finden sich übrigens auch sonst häufig in den Zellen von *Chlamydomyxa*-Material, welches sehr sonnigen Fundorten entnommen worden ist, vor. Besonders zahlreich fand ich dieselben in Cysten, welche sich

<sup>20)</sup> Siehe meine Abhandlung über *Glaucozystis Nostochinearum* Itzigsohn in Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen Bd. V. S. 465. Anmerkung.

in einzelnen Blättchen oder Zweigstücken von Sphagnum befanden, die, losgerissen von ihren Stammpflanzen, in sehr seichten, stets zu gewissen Zeiten austrocknenden Tümpeln der weissen Wiese im Riesengebirge schwammen, weniger zahlreich waren sie in den Cysten von *Chlamydomyxa*, welche sich in und an Sphagnumpflänzchen befanden, die den einen Theil des Tages beschatteten quelligen Stellen in der Waldregion und den tieferen Tümpeln auf dem Kamme des Riesengebirges entnommen worden waren. Ich habe oben bereits erwähnt, dass schon GEDDES beobachtete, dass die Cysten bisweilen der rothen Körper sich entledigen, indem sie dieselben mit Cellulose umschliessen, oder auch unter neu gebildeten Membranen ablagern. Auch ich habe wiederholt diese Thatsache beobachtet, und zwar auch an Individuen, welche aus den seichten Tümpeln der Hochmoore des Riesengebirges stammten. Es ist wahrscheinlich, dass diese dort zur Zeit im Schlamm vergraben lagen und, nachdem sie früher dem Sonnenlicht stark ausgesetzt gewesen waren, durch den Schlamm dann vor diesem geschützt waren und so die gebildeten rothen Oelkörper als unnützen Ballast aus dem Zellinhalt ausschieden. In den meisten von mir beobachteten Fällen besaßen die unter die Cellulose-schichten abgelagerten Oelkörper aber nicht mehr die rothe Farbe. Vielmehr ändert sich diese, wenn die Oelkörper unnütz werden, wie ich beobachten konnte, noch während diese im Zellinhalt sich befanden, nach und nach meist in ein schmutziges Roth oder Braun, bisweilen Schwarzbraun, oder fast reines Schwarz um. Die Körper gleichen dann sehr den plasmatischen wie verkohlt aussehenden Resten der als Nahrung aufgenommenen Algen. Es ist mir auch nicht zweifelhaft, dass auch aus den Oelkörpern noch Nahrungsstoffe ausgezogen werden, dass also *Chlamydomyxa* gewissermaassen ihre eigenen Chromatophoren oder doch Gebilde, welche aus abgetödteten Chromatophoren entstanden sind, aussaugt.

Der Vorgang des Amöbenausschwärmens und der der Cystenbildung aus den Amöben kann sich nun in einer Sommervegetationsperiode an geeigneten Standorten sehr oft wiederholen. Die *Chlamydomyxa*-Individuen vermehren sich dadurch sehr und es kann unter günstigen Verhältnissen vorkommen, dass eine gewisse Region der betreffenden Sphagnum-Rasen — es werden stets die untern oft im Schlamm oder Sand halb vergrabenen vorjährigen Sprosstheile vom Raumparasiten besiedelt — bisweilen fast ganz braun gefärbt erscheint. Dergleichen mit zahlreichen *Chlamydomyxa*-Cysten besetzte Sphagnnrasen sind jedoch nicht häufig zu finden<sup>21)</sup>, obgleich *Chlamydomyxa*,

<sup>21)</sup> Da sich nur derartige mit dem Organismus reich besetzte Sphagnumpflanzen dazu eignen, als Material zur Erforschung des Entwicklungsganges jenes zu dienen, weitere Beobachtungen desselben aber meines Erachtens gewiss

wie auch ARCHER schon für Irland vermuthet hat, keine allzu seltene Erscheinung sowohl in den Torfmooren der deutschen Gebirge, wie in denen der Ebenen zu sein scheint. Im Riesengebirge, dessen Mooren ich hauptsächlich das mir zur Untersuchung dienende Material entnahm, ist sie weit verbreitet. Fast in allen Tümpeln, sowohl in den seichten, oft austrocknenden, wie auch in bis mehrere Meter tiefen auf dem Kamme fand ich dieselbe, vorzugsweise aber in den Quellgegenden des Weisswassers und der Kleinen Aupa zwischen der Wiesen- und Riesenbaude. Auch in an den Abhängen des Riesengebirges gelegenen Mooren, an quelligen mit Sphagnum bewachsenen Stellen kommt der Organismus fast stets vor bis hinab zu etwa 400 Meter Höhe über dem Meer, in tieferen Lagen dagegen scheint er bedeutend seltener zu sein. Wenigstens konnte ich in den ebeneren Theilen Schlesiens und in den kleineren Gebirgszügen, welche den Sudeten anlagern, ihn nicht nachweisen. Auch die sogenannten Seefelder bei Reinerz beherbergen den Organismus in ebenso grosser Individuenanzahl wie die Moore des Riesengebirges. Von dort erhielt ich Material durch den leider zu früh der Wissenschaft entrissenen Oberstabsarzt Prof. Dr. J. SCHRÖTER. Nicht selten ist *Chlamydomyxa* vielleicht in manchen Mooren Norddeutschlands. Bis jetzt beobachtete ich ihr Vorkommen in Tümpeln des Grunewaldes bei Berlin, wo sie allerdings in neuerer

noch neue Resultate bringen werden, so will ich hier genauer angeben, wie und wo es mir gelang, dergleichen gutes Material zu finden. Es geschah letzteres an verschiedenen Fundorten. Der erste befindet sich oder befand sich etwa 5 Meter unterhalb der einzigen Quelle dicht unterhalb der Friesensteine auf dem Landeshuter Kamme bei Schmiedeberg in Schlesien. Hier war an einer vielleicht einen halben Quadratmeter umfassenden Stelle der sonst sehr dichte Sphagnumrasen durch Menschenhände entfernt und das Torfmoos zum Bau der Einfassung der Quelle als Zwischenlage zwischen Steinen benützt worden. Nur in der Mitte dieser sonst kahlen, vom Wasser überrieselten Moorbodenstelle waren einige wenige Sphagnumpflänzchen stehen geblieben. Dieselben stellten sich als ausserordentlich reich mit *Chlamydomyxa* besetzt heraus, während die Pflänzchen des dichten Torfmoosrasens in der nächsten Nähe den Endophyt nur spärlich enthielten. Die Stelle ist übrigens jetzt längst verwachsen. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen fand ich den Organismus in einem neu hergestellten Graben am Wege zwischen der Schlingel- und Hampelbaude zwischen den Abflüssen des Grossen und Kleinen Teiches. Auch hier waren einige Torfmoospflänzchen mitten im Graben verschont worden und konnte man schon mit blossem Auge an der braunen Farbe erkennen, dass die unteren zum grossen Theil im Sande des Grabens versteckten Regionen der Pflänzchen dicht mit *Chlamydomyxa* besetzt waren. An manchen anderen Stellen im Riesengebirge fischte ich vom Grunde von Moortümpeln Sphagnumpflänzchen auf, welche zufällig vom Ufer sich losgerissen hatten und in tieferes Wasser gerathen waren. Auch diese ergaben sich meist als verhältnissmässig reich mit den Endophyten besetzt, vorausgesetzt, dass sie längere Zeit am Grunde des Tümpels bereits verweilt hatten. Ebenso gelang es mir auch, gutes, voll besetztes Sphagnummaterial aus einem Torfstich des Stubnitzwaldes auf der Insel Rügen vom Grunde eines tiefen Loches aufzufischen.

Zeit fast verschwunden ist. Zahlreich mit dem Organismus besetzte Sphagnumpflänzchen entnahm ich ferner einem Torfstich im Stubbnitzwald am Wege von Sassnitz nach Promoisel auf Rügen.<sup>22)</sup>

Es bleibt mir hier bei der Betrachtung des Entwicklungsganges und des Vorkommens von *Chlamydomyxa labyrinthoides* Arch. noch übrig, die Art und Weise zu besprechen, wie der interessante Organismus den Winter und die Zeiten des Sommers, in welchem die betreffenden Wasser-Tümpel und quelligen Stellen austrocknen, oder andere Perioden, welche ungünstige Vegetationsbedingungen für dieselbe bringen, überdauert. Nach meinen Untersuchungen ist kein Zweifel, dass die Cysten desselben zu diesem Zweck sich mit einer verhältnissmässig dickeren, meist deutlich geschichteten, hyalinen Membran umgeben. In der Textfigur 1 sind zwei derartige Cysten, welche sich innerhalb einer Rindenzelle eines Torfmoosstengels gebildet hatten und die vorher nur von einer dünnen Membran umgeben waren, abgebildet. Dieselben entstanden mir in einem Culturglase, welches frisches Quellwasser, das täglich erneuert wurde, enthielt, aber nur ein sehr kleines, von Endophyten stark besetztes Zweigstück eines Sphagnumpflänzchens enthielt. Aehnliche Zustände bildeten sich stets am Anfange der kalten Jahreszeit. Ende October und Anfang November, wenn ich die Culturen im Doppelfenster der Winterkälte aussetzte, ebenso auch wenn ich Culturen langsam austrocknen liess. Vielleicht gehört auch die in Fig. 9 meiner Tafel I mit dargestellte nicht fressende Zelle hierher. Dieselbe machte ganz den Eindruck einer Ruhecyste. Allerdings kann das Entstehen derselben nicht in äusseren Verhältnissen beruhen, da die zugleich mit in der Muttercyste befindliche die Diatomee fressende Cyste doch wohl sicher sich ganz unter denselben Verhältnissen befand. Man müsste also hier annehmen, dass die Bildung derselben auf eine innere in dem Organismus selbst liegende Ursache zurückzuführen sei. Auch GEDDES hat derartige Cysten, die man als „Dauercysten“ bezeichnen könnte, anscheinend beobachtet. Seine Figuren 17, 21, 23 und 24 scheinen solche darzustellen. Die infolge von öfters wiederholter „Verjüngung“ in mehrere bisweilen ziemlich lose aneinanderschliessende, meist braun gefärbte Membranen eingehüllten oben

<sup>22)</sup> Hier und in den Torfmooren des Riesengebirgskammes und auch der Seefelder bei Reinerz in Schlesien fand sich als Begleiter fast stets das oben erwähnte *Chlorochytrium Archerianum* Hieron. und der Vorkeim (Chantransienform) von *Batrachospermum vagum* Ag., beide ebenfalls als Endophyten. Als Epiphyt derselben Sphagnumpflanzen kommt auch oft *Dicranochaete reniformis* Hieron. vor, so besonders in manchen quelligen Stellen an den Abhängen des Riesengebirges. Diese Palmellacee fand ich übrigens auch neuerdings im Torfsumpf bei Promoisel, wenn auch nicht an mit *Chlamydomyxa* reich besetzten Torfmoospflänzchen. Erwähnt habe ich oben bereits, dass *Urococcus Hookerianus* Rabenh. auch ein fast stetiger Begleiter derselben ist.

erwähnten Urococcus-artigen Zustände, aus welchen ARCHER den Organismus ausschwärmen sah, können vielleicht ebenfalls als Dauerzysten betrachtet werden. Dieselben sehen den typischen Zellen des *Urococcus Hookerianus* Rabenh. und auch des *U. insignis* Hass., besonders wenn sie kugelig gestaltet sind, ganz ausserordentlich ähnlich, während die mit dicker, hyaliner Membran umgebenen mit den Gloeocystis- oder Protococcus-artigen Zuständen dieser zu verwechseln sind. Nur durch genaue Untersuchung ist es oft festzustellen, ob ein Individuum dem mit *Chlamydomyxa* so häufig vorkommenden *Urococcus Hookerianus* Rabenh. oder der *Chlamydomyxa labyrinthuloides* angehört. Auf die Unterschiede beider Organismen habe ich oben schon aufmerksam gemacht.

Leider hielten in meinen Culturen die Dauerzustände nicht aus. Dieselben starben bald ab und erzeugten sich auch in zu geringer Anzahl, um die Wiedererstehung des Organismus resp. das Ausschwärmen des Zellinhaltes aus denselben beobachten zu können.

Der vorstehend geschilderte Entwicklungsgang von *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Archer konnte nur aus den beobachteten verschiedenen, neben oder nacheinander vorkommenden Zuständen aus Uebergangsbildungen und einzeln beobachteten Lebensvorgängen geschlossen werden, nicht aber war es mir möglich, aufeinander folgende von einem einzelnen Individuum ausgehende Generationen und Zustände in Reinkulturen zu beobachten. Um letzteres zu können, müsste der Organismus sich schneller entwickeln und seine länger andauernde Cultur mit weniger Schwierigkeiten verbunden sein. Doch hoffe ich, dass sich in meine Schilderung des Entwicklungsganges keine fehlerhaften Angaben eingeschlichen haben, da derselbe ja ziemlich einfach verläuft und ich seit dem Jahre 1885 bis 1897 fast in allen Sommern Gelegenheit hatte, mir mehr oder weniger gutes Beobachtungsmaterial zu verschaffen.

---

Es ist nun nöthig, die Zellinhaltsbestandtheile etwas genauer zu betrachten, als es bei der Schilderung des Entwicklungsganges des Organismus möglich war. Ich beginne dabei mit den Zellkernen.

Der Nachweis, dass eine jede *Chlamydomyxa*cyste oder Amöbe mindestens einen, meist jedoch mehrere oder gar viele Zellkerne enthält, ist nicht ohne Anwendung geeigneter Fixirungs- und Färbungsmittel mit Sicherheit zu führen. Bei lebenden, im Sphagnum eingewanderten Cysten, welche aussergewöhnlich arm an sonstigem Inhalt sind, können die Zellkerne oder doch wenigstens die hell und farblos erscheinenden Stellen, an welchen dieselben liegen, bisweilen schon gesehen werden, gewöhnlich jedoch kann man weder in den Cysten, noch in den Amöben nicht einmal diese deutlich

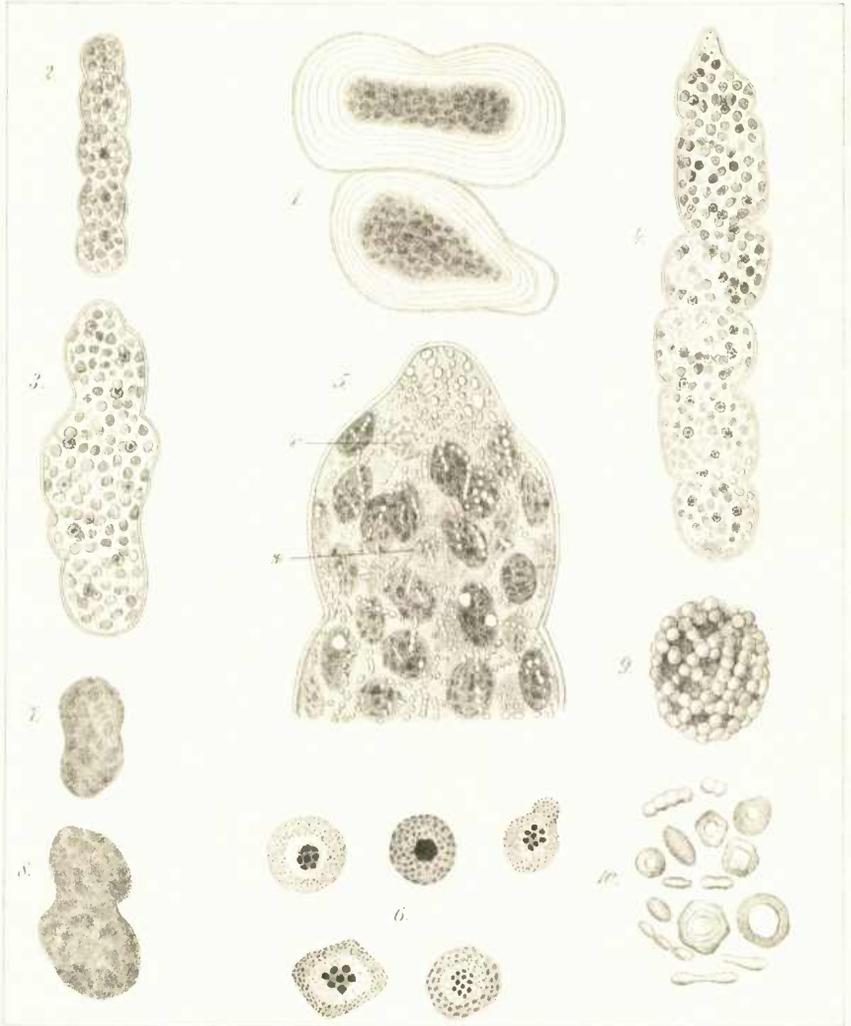


Fig. 1. Zwei Cysten von *Chlamydomyxa*, welche sich in einer Rindenzelle eines Torfmoosstengels befanden, etwa zwei Wochen in stets gewechseltem frischem Quellwasser cultivirt worden waren und sich während dieser Zeit mit einer dicken geschichteten Zellmembran innerhalb der ursprünglichen dünnen umgeben hatten. Nach den lebenden Objecten gezeichnet. Lineare Vergrößerung 620.

Fig. 2, 3, 4. Drei Cysten aus Ringfaserzellen von Torfmoosblättern, die Vertheilung der Zellkerne illustrirend, nach mit Chrom-Osmium-Essigsäure fixirten, mit steigendem Alkohol nachgehärteten und mit Haematein-Ammoniak gefärbten Präparaten. Vergrößerung 620 linear.

Fig. 5. Spitze einer lebenden Cyste aus einer Ringfaserzelle, welche mit sehr verdünnter wässriger Methylblaulösung etwa 1 Stunde lang behandelt und dann ungefähr 12 Stunden in reinem Wasser zugebracht hatte. Vergrößerung ungefähr 5000 linear.

Fig. 6. Zellkerne nach mit Chrom-Osmium-Essigsäure fixirten, mit Alkohol nachgehärteten, mit Haematein-Ammoniak gefärbten und in Canadabalsam übertragenen Präparaten. Vergrößerung etwa 5000 linear.

Fig. 7 u. 8. Zwei Chromatophoren nach dem Leben. Vergrößerung etwa 10,000 linear.

Fig. 9. Ein Chromatophor nach mit Chrom-Osmium-Essigsäure fixirtem und mit Fuchsin gefärbtem Präparat. Vergrößerung etwa 10,000 linear.

Fig. 10. Gruppe von verschieden gestalteten Physoden nach dem Leben. Vergrößerung etwa 10,000 linear.

erkennen, da sie meist von Chromatophoren, Oelkörpern und anderen Inhaltsbestandtheilen dicht umgeben sind. Ganz besonders hindern auch oft die reichlich gebildeten Kalkoxalat-Krystalle, durch welche das hyaline Protoplasma sehr getrübt wird, einen Einblick in die Zelle zu nehmen. Diese Kalkoxalat-Krystalle sind auch bei der Untersuchung von fixirtem und dann gefärbtem Material sehr hinderlich. Dieselben mussten daher oft vor der Färbung entfernt werden. Ich verwendete dazu verdünnte Salzsäure, in welche das fixirte Material auf wenige Minuten eingelegt und sodann mit reinem Wasser ausgewaschen wurde. Als Fixirungsmittel habe ich Anfangs reinen Alkohol, dann wässerige Pikrinsäurelösung, Chromsäure und verschiedene Mischungen der beiden letzteren mit Essigsäure und Osmiumsäure, später jedoch meist nur Jod verwendet, welches ich als Jodtinctur dem Wasser, in welchem sich das Material befand, zusetzte. Das mit Jod fixirte Material wurde dann nach und nach in Alkohol zur nachträglichen Härtung, das mit den Pikrinsäure- und Chromsäure-Lösungen fixirte in Wasser, welches reichlich Naphtalinkrystalle enthielt, übertragen und aufbewahrt. Als Färbungsmittel zur Sichtbarmachung der Zellkerne verwendete ich besonders Haematein-Ammoniak nach der von mir angegebenen Methode<sup>23)</sup> und die von P. MAYER<sup>24)</sup> empfohlene als Hämalaun bezeichnete Hämatoxylinlösung, wobei ich die besten Resultate durch ersteres erhielt. Die Objecte wurden stark überfärbt und dann mit einer schwachen Alaunlösung so lange behandelt, bis nur noch die körnigen Bestandtheile der Zellkerne stark violettblau gefärbt blieben, alles Uebrige aber völlig oder doch fast entfärbt war. Das so vorbereitete Präparat wurde dann vermittelst absolutem Alkohol, Origanumöl oder Xylol in Canadabalsam übertragen und eingebettet. Amöben wurden von mir nur zufällig in einigen Exemplaren gefärbt, welche zur Zeit der Fixirung des Materials im Begriff gewesen waren, in die Ringfaserzellen der Torfmoospflänzchen einzuwandern. Da sich die Kerne der betreffenden Amöben ganz ebenso verhielten, wie die der Cysten, so benutzte ich vorzüglich letztere, sowohl solche, welche sich in Ringfaserzellen befanden, wie frei an Sphagnumpflänzchen und anderen Substraten festsitzende, um deren Zellkerne zu untersuchen.

Ich habe oben bereits erwähnt, dass die kleinsten Amöben und die aus denselben hervorgegangenen Cysten nur einen Zellkern enthalten. Dieser nimmt in der Cyste wie in der Amöbe stets mehr oder weniger das Centrum ein oder liegt doch nie dicht an der Zellwand der Cysten oder am hyalinen Rande der Amöben. Was nun die Lage der Zellkerne in den mehr- und vielkernigen Cysten anbelangt, so ist die Vertheilung derselben stets eine ziemlich gleich-

<sup>23)</sup> In Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen Bd. V S. 363 Anmerkung.

<sup>24)</sup> In Mittheil. a. d. Zoolog. Station zu Neapel 1891 Bd. X S. 170.

mässige. Es kommen zwar nicht selten Paare einander genäherter Zellkerne vor, doch sind diese dann wohl stets das Resultat einer Kerntheilung und die entstandenen Tochterkerne nur noch nicht genügend auseinandergetreten.

In sehr schmalen Cysten, wie sie sich in den sehr englumigen Ringfaserzellen mancher Sphagnen finden, liegen die Zellkerne in einer Reihe (vergl. Textfigur 2) in den breiteren, in Ringfaserzellen mit weiterem Lumen anderer Torfmoosarten eingewanderten Cysten liegen sie häufig in zwei Reihen abwechselnd der rechten und der linken Zellwand genähert (Textfigur 3), in noch grösseren ebensolchen, aber inhaltsreicheren Cysten (Textfigur 4), sowie auch in den rundlichen oder gelappten Formen, welche aussen an den Sphagnumpflänzchen oder anderen Substraten ansitzen, finden sich die Zellkerne gleichmässig nach allen Richtungen des Raumes vertheilt. Die Vertheilung richtet sich also nach der Grösse und Gestalt der Cysten. Die Regelmässigkeit derselben wird auch dann nicht gestört, wenn eine Stelle der Membran einer Cyste im Wachsthum bevorzugt ist, wenn z. B. die Cyste aus der Ringfaserzelle mit einem Ende herauswächst. Ebensowenig werden stark in die Dicke wachsende Stellen der Membran etwa von einander mehr genäherter Zellkernen umlagert. Es lassen sich also keine functionellen Beziehungen der Zellkerne zu Stellen bevorzugten Dicken- oder Flächenwachstums der Zellwand bei den Chlamydomyxacysten feststellen, womit ich jedoch nicht behaupten will, dass dergleichen Ausnahmefälle den von HABERLANDT<sup>25)</sup> gezogenen Schlüssen über die Zellkernfunction widersprechen.

Die Grösse der „ruhenden“ Zellkerne ist verschieden. Die vor Kurzem aus einer Theilung hervorgegangenen sind kleiner, als die erwachsenen. Der Durchmesser mag etwa zwischen  $1\frac{1}{2}$  bis  $3\ \mu$  schwanken. Die Gestalt ist meist rundlich, fast kugelig, seltener etwas linsenförmig oder eirund oder auch schwach lappig. Die Zellkerne liegen stets eingebettet in einer mehr oder weniger dicken Hülle von hyalinem Protoplasma. Diese protoplasmatische Hülle liegt der Kernmembran, sofern eine solche wirklich vorhanden sein sollte, beim „ruhenden“ Zellkern dicht an und lässt sich von derselben nicht deutlich trennen. Das Kerngerüst des ruhenden Zellkernes ist wohl fädig-netzig structurirt. Allerdings sind die Grössenverhältnisse so klein, dass es schwer hält, die einzelnen Fäden zu erkennen, und nur aus der bisweilen ziemlich deutlichen Reihenlagerung der Chromatinkörnchen kann man auf eine fädige Structur schliessen. Bei mit Haematein-Ammoniak gut gefärbten, das heisst nicht überfärbten und

<sup>25)</sup> Vergl. HABERLANDT: Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes, Jena 1887.

in Canadabalsam eingebetteten Objecten zeigen nun die Zellkerne deutlich eine Art Schichtung. In der Mitte derselben liegen gewöhnlich mehrere (ich zählte bis zwölf — es können aber wohl auch noch mehr vorkommen —) grössere stark dunkelviolettfarbene Körnchen, in selteneren Fällen nur einige wenige, 2 bis 4 oder gar nur ein einziges. Ich halte diese Körnchen für Nucleolen, da es keine Proteinkristalle sein können, welche sich nur leicht oder gar nicht mit den Haematoxilinlösungen färben. Allerdings könnten es auch Chromatinkörner sein, da es mir jedoch gelang, mittelst blauer Farbstoffgemische (Jodgrün-Fuchsin und Methylenblau-Säurefuchsin) eine Verschiedenfärbung dieser central liegenden grösseren Körnchen und der meist kleineren mehr an der Zellkernperipherie befindlichen kleineren Körnchen zu erzielen und erstere roth, letztere blau zu färben, so dürfte wohl meine Annahme richtig sein. Doch sind die geringen Grössenverhältnisse hinderlich und in vielen Fällen versagen die besten optischen Hilfsmittel, um die Verschiedenfärbung sicher zu erkennen. Ich bin also der Ueberzeugung, dass wir es in der That hier mit Nucleolen zu thun haben. Um diesen centralen Theil, der etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  des ganzen Zellkerndurchmessers einnehmen mag, findet sich regelmässig eine verhältnissmässig körnchenfreie Zone, welche nur von chromatinarmen Gerüstfäden durchzogen zu sein scheint, im Wesentlichen aber wohl sogenannten Kernsaft enthält. Diese Zone ist bald schmaler bald breiter, nimmt aber wohl nie mehr als höchstens  $\frac{1}{5}$  des Kerndurchmessers ein und kann andererseits fast ganz verschwinden. Um diese helle Zone herum findet sich nun die dritte äusserste Zone, welche bis zur Peripherie des Kernes reicht,  $\frac{1}{5}$  bis fast  $\frac{2}{3}$  des Kerndurchmessers einnehmen kann, je nachdem die helle Zone schmaler oder breiter ist, und von zahlreichen, meist kleinen, ebenfalls bei den mit Haematein-Ammoniak behandelten Zellkernen dunkelviolettfarbenen Körnchen durchsetzt wird. Diese letzteren Körnchen halte ich für Chromatinkörner. Nicht immer, wenn auch meistens, sind diese Chromatinkörner der äusseren Zone bedeutend kleiner, als die Nucleolen des centralen Kerntheiles. Es kommt, wenn auch selten, vor, dass dieselben an Grösse den Nucleolen fast gleichkommen, wobei selbstverständlich ihre Anzahl sehr verringert ist.

Die Theilung der Zellkerne scheint eine die sogenannte directe und die Karyokinese verbindende zu sein, wenigstens habe ich wiederholt eine Art Sonderung der Chromatin- und Nuclearsubstanz, zugleich aber auch bisquitförmige Formen, die ich nur als Theilungszustände deuten konnte, gesehen. Meine Untersuchungen über die Theilung der Kerne sind noch nicht abgeschlossen. Ich gehe daher hier nicht auf die genauere Beschreibung und Erklärung der bereits beobachteten Zustände ein.

Ich komme nun zur genaueren Betrachtung der Chromatophoren, als der nächst dem Zellkern wichtigsten Inhaltbestandtheile. Die Lösung der Frage, ob bei *Chlamydomyxa* wahre Chromatophoren vorhanden seien oder aber ob die gelblich- oder bräunlich-grünen bis grünlich-braunen oder grüngelben Körper etwa eingewanderte, mit dem an und für sich dann farblosen *Vampyrella*-artigen Organismus in Symbiose lebende Algen aus der Verwandtschaft von *Zoochlorella* und *Zooxantella* seien, war von grosser Bedeutung für die Feststellung des Platzes, welchen der Organismus in dem künstlichen nach den Farben der Chromatophoren aufgestellten Algensystem einzunehmen hat. Diese Frage war weniger leicht zu beantworten, als die, welche das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein von diffusem Chlorophyll betraf. In der That konnte letztere schon durch einfache Beobachtung mittelst der besten optischen Hilfsmittel beantwortet werden. Ich konnte weder in den Amöben, noch in den Cysten, noch auch, wenn ich den Inhalt der letzteren herausdrückte, je „diffuses Chlorophyll“ beobachten, stets war der Farbstoff an deutlich geformte, bisweilen allerdings ziemlich kleine Körper gebunden. Diese Körper besitzen entweder eine flache Scheiben- oder Linsenform und erscheinen dann im Profil betrachtet spindelförmig oder sie sind fast kugelig, seltener etwas gelappt oder eckig. In Theilung begriffen zeigen sie wie die Chromatophoren der höheren Pflanzen Bisquitform, indem an den sich in die Länge dehnenden Körpern eine aequatoriale Einschnürung sichtbar wird. Ihre Grösse ist sehr verschieden. Bei aussergewöhnlich grossen, linsenförmigen Chromatophoren einer Cyste fand ich als Dickendurchmesser  $1\frac{1}{2}$  bis  $2\ \mu$ , als Scheibendurchmesser  $4\frac{1}{2}$  bis  $5\frac{1}{2}\ \mu$ . Doch sind durchaus nicht bei allen Individuen die Chromatophoren so gross. Im Allgemeinen kann ich als Regel aufstellen, dass je grösser die Anzahl derselben ist, desto geringer ist ihre Grösse. Besonders zeichnen sich die Amöben durch sehr kleine Chromatophoren aus, obgleich auch bei diesen Ausnahmen vorkommen. Diese sehr kleinen Chromatophoren mögen wohl die Forscher, welche sich früher mit dem Organismus eingehender beschäftigt haben, zur Annahme des Vorhandensein von sogenanntem „diffusen“ Chlorophyll verführt haben. Auch vollkommen reife, grössere, sehr inhaltsreiche Cysten, deren Inhalt sich zum Auswandern vorbereitet (vergl. Fig. 5), enthalten bereits meist verhältnissmässig kleine Chromatophoren, ebenso die ganz jungen nur einkernigen Cysten, welche aus den letzten Theilproducten der ausgewanderten Inhaltmasse entstanden sind. Erst wenn die letzteren heranwachsen, nimmt auch die Grösse der Chromatophoren meist zu und ziemlich herangewachsene, aber noch nicht reife Cysten zeigen oft die grössten. Unter etwa  $\frac{1}{2}\ \mu$  scheint der Scheibendurchmesser auch bei den kleinsten Chromatophoren nicht zu sinken.

In der lebenden unverletzten Zelle lassen die Chromatophoren, auch wenn man sie mit den besten optischen Linsensystemen betrachtet, meist kaum eine Spur von Structur erkennen. Die sie bildende Masse erscheint dem betrachtenden Auge ziemlich homogen. Doch bei manchen grösseren Chromatophoren kann man deutlich dunklere Flecken in einer etwas helleren Grundmasse erkennen (vergl. Textfigur 7 u. 8). Diese dunkleren Flecken sind schwer zu erklären, doch dürften sie vielleicht auf dichtere Ansammlungen des das Gerüst der Chromatophoren durchtränkenden Oeles zurückzuführen sein. Fixirte und durch Alkohol ihres Oelgehaltes beraubte und zugleich entfärbte Chromatophoren zeigen bei Betrachtung mit schwächeren Linsensystemen dem Auge schwammartig erscheinendes Gerüst (im Sinne des mikroskopischen Aufbaues der Schwämme), werden dieselben jedoch mit den Zeiss'schen Achromaten betrachtet, so erkennt man, dass kein eigentliches schwammartiges, wohl aber ein knäuelartiges Gerüst vorhanden ist, und man kann deutlich nach verschiedenen Richtungen zu einem Knäuel übereinander gewickelte Fäden erkennen (vergl. Textfigur 9). Diese Fäden erscheinen mehr oder weniger rosenkranzförmig und bestehen aus einzelnen rundlichen Gliedern, den A. Mayer'schen Grana. Besonders deutlich wird das Knäuelgerüst, wenn man mit Anilinfarben dasselbe färbt. Ich benutzte dazu unter anderen Jodgrün, Methylblau, Fuchsin und Säurefuchsin. In den kleineren Chromatophoren ist zweifellos nur ein fortlaufender Faden vorhanden, in den grösseren dürften jedoch wohl mehrere Fadenelemente vorkommen. Diese charakteristische fibrilläre Structur der Chromatophoren zeigt sich auch deutlich, wenn man den Inhalt einer lebenden *Chlamydomyxa*-zelle mittelst Druckes auf das Deckglas herauspresst, so dass die Chromatophoren ins umgebende Wasser gelangen, ebenso auch, wenn man frisches Material etwa 24 Stunden in 6- bis 10prozentiger Kochsalzlösung legt. Wendet man beim Herausdrücken des Zellinhalts sehr starken Druck an, so kann man wohl auch einzelne Chromatophoren derartig zerdrücken, dass einzelne Fadenstücke isolirt werden. In diesen Fadenstücken kann man nun auch erkennen, dass die einzelnen Glieder derselben oder die Grana die eigentlichen Träger des gelblich- oder bräunlich-grünen Farbstoffes sind, man bekommt jedoch den Eindruck, dass die Centra der Grana weniger Farbstoff enthalten, als die der Peripherie näher liegenden Theile derselben oder dass sie sogar ungefärbt seien und der Farbstoff nur eine äussere Schale oder Hülle der Grana einnehme.

Was nun die Farbe der Chromatophoren anbetrifft, so konnte ich feststellen, dass der gelblich-grüne bis braungrüne oder fast braune Farbstoff derselben eine Combination zweier verschiedener Farbstoffe ist. Behandelt man nämlich eine lebende Zelle mit stark verdünntem

Alkohol, so färben sich die Chromatophoren zuerst grasgrün, bevor sich dieselben gänzlich entfärben, was auch bald erfolgt. Der braune oder gelbe Farbstoff ist also in verdünntem Alkohol leichter löslich, als der grüne, oder vielmehr ersterer ist, sobald die Zelle abgetötet wird, schon im Wasser löslich und diffundirt aus der Zelle heraus. Dem entsprechend sind auch die Chromatophoren auf andere Weise abgetödteter Zellen, z. B. durch Zerdrücken oder durch das Eindringen von Parasiten, sehr bald deutlich chlorophyllgrün gefärbt. In absolutem Alkohol scheint der gelbbraune Farbstoff schwerer löslich zu sein als der grüne. Es wird von demselben zuerst der grüne Farbstoff aufgenommen und gelöst, aber oft erst nach mehrtägigem Liegen des Materiales in demselben verschwinden die letzten Reste der bräunlich-gelblichen Färbung. Durch concentrirte Chlorwasserstoffsäure und Schwefelsäure werden die Chromatophoren schön blaugrün oder blau gefärbt. Bei anhaltender Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure scheiden dieselben Hypochlorinmassen aus, welche als glänzend dunkelgrüne Kugeln oder Tröpfchen oder auch in Crystallform erscheinen. Diese und andere Reactionen deuten darauf hin, dass der grüne Farbstoff entweder dem Chlorophyll der höheren Gewächse entspricht oder doch als nahe verwandt mit demselben bezeichnet werden muss. Vielleicht entspricht derselbe dem von MILLARDET in den Phacophyceen nachgewiesenen Chlorophyllin, das HANSEN<sup>26)</sup> für identisch hält mit dem Chlorophyll der höheren Pflanzen, oder aber dem Peridineen-Chlorophyllin. Der gelbbraune Farbstoff, welcher dem grünen Farbstoff beigemischt ist, dürfte vielleicht aus einem Gemisch zweier Farbstoffe bestehen. Ob einer derselben identisch ist mit dem als Carotin, Chlorophyllgelb oder Xanthophyll, wie GEDDES<sup>27)</sup> vermuthet, oder mit dem Diatomin oder Phycoxanthin der Diatomeen, der andere mit dem Phycophaein der Phacophyceen oder dem von SCHÜTT<sup>28)</sup> nachgewiesenen Phycopyrrin der Peridineen, muss späteren Untersuchungen festzustellen überlassen bleiben.

Aus den hier mitgetheilten, die Structur, die Theilung etc. der bald mehr bräunlich-, bald mehr gelblich-grün gefärbten Körper betreffenden Thatsachen geht nun meines Erachtens mit Sicherheit hervor, dass wir es hier mit wahren Chromatophoren und nicht mit vom Organismus aufgenommenen und in Symbiose lebenden niederen Algen, welche etwa der Gattung *Zooxanthella* K. Brandt, oder *Zoochlorella* Brandt<sup>29)</sup> zugehören, zu thun haben. Untersuchungen

<sup>26)</sup> A. HANSEN, Das Chlorophyllgrün der Fucaceen (in Arbeiten d. botan. Instituts in Würzburg Bd. III p. 288).

<sup>27)</sup> GEDDES am angeg. Orte.

<sup>28)</sup> F. SCHÜTT, Ueber Peridineenfarbstoffe (Berichte d. deutsch. bot. Gesellschaft 1890 p. 9).

<sup>29)</sup> K. BRANDT, Ueber die morphol. u. physiol. Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren (im Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1882 Phys. Abtheil. S. 125—151)

auf eine cellulose Membran der gefärbten Körper ergaben ein negatives Resultat. Ebenso wenig liess sich in denselben ein Zellkern nachweisen. Obgleich ich wiederholt bei mit Haematein-Ammoniak gefärbten Präparaten dicht an dem Knäuelgerüst kleine, intensiv violett gefärbte Körnchen beobachtet habe, so ergab doch stets die genauere Untersuchung, dass es sich dabei nicht um einen Zellkern einer symbiotischen Alge, sondern um eines der Farbstoff speichernden Körnchen oder Physoden, welche sich im hyalinen Protoplasma vorfinden, handelte.

Aus den Chromatophoren gehen, wie ich bereits oben erwähnt habe, die anfangs olivengrünen, dann rothen, oder mehr braunen bis fast braunschwarzen Oelkörper hervor, welche auch von ARCHER und GEDDES bereits beobachtet worden sind und von welchen diese Autoren schon vermutheten, dass sie Derivate der gelblich- oder bräunlich-grün gefärbten Körper seien. Ich habe oben bereits erwähnt, dass sich diese Oelkörper unter dem Einfluss der Wirkung grellen Sonnenlichtes bilden, dass sich dieselben nur da reichlich in der freien Natur vorfinden, wo die betreffenden Zellen von directem Sonnenlicht getroffen werden können, und dass man dieselben auch künstlich durch Insolation der betreffenden *Chlamydomyxa*zellen erzeugen kann. Ich habe auch oben bereits davon gesprochen, dass die rothe Farbe, welche die Oelkörper anfangs besitzen, später oft in braune bis fast braunschwarze Farbe umgewandelt wird. Es ist dies dann der Fall, wenn der Schutz, welchen die rothen Oelkörper gegen das grelle Sonnenlicht auszuüben haben, überflüssig wird, wenn also die betreffende Zelle wieder der Einwirkung des directen Sonnenlichtes entzogen wird. Auch von der Ausscheidung der Oelkörper aus dem Zellinhalt bei der Amöbenbildung und in den Cysten selbst unter Celluloseschichten habe ich schon gesprochen. Letztere tritt nicht allzu häufig ein. Während GEDDES ziemlich grosse, durch wiederholte abwechselnde Ablagerung von kleineren Oelkörpern und von Celluloseschichten gebildete, in das Zellumen hervorragende Protuberanzen fand (vergl. seine Figuren 23 und 24), konnte ich stets nur einzelne grössere Oelkörper-Massen, welche unter einer einfachen Celluloseschicht abgelagert waren, beobachten. In den meisten Fällen war auch die Farbe der betreffenden Oelkörper unter der Celluloseschicht keine rothe, sondern meist mehr braune bis fast braunschwarze. Noch seltener fand ich eine andere Art der Ausschliessung der Oelkörper. Diese bestand darin, dass auf frei in der Zelle befindliche, meist grössere Oelkörpermassen eine Celluloseschicht von der Zelle abgeschieden worden war und so gewissermassen eine Cystenbildung in der Cyste stattgefunden hatte. Auch GEDDES und K. BRANDT, Ueber Symbiose von Algen und Thieren (im Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1883, Phys. Abth. S. 445—454.

scheint derartige Oelcysten beobachtet zu haben und dürfte die Zelle, welche er in Fig. 21 dargestellt hat, wohl drei derselben enthalten haben, vielleicht auch die in Fig. 23 b dargestellte eine solche, sofern es sich bei letzterer nicht um eine kleine der Hinterwand ansitzende Zellstoffprotuberanz handelt, während die von ihm ebenfalls bei der Besprechung dieser secundären Cysten erwähnten Figuren 19 a und 19 b kaum hierher mir zu gehören scheinen. Bei Fig. 19 a handelt es sich sicherlich um eine Cyste, aus welcher der grösste Theil des Inhalts als Amöbe ausgewandert, ein Rest jedoch in derselben zurückgeblieben ist und sich von frischem encystirt hat. Diese Figur entspricht demnach, nebst den Figuren 6 und 18 und vielleicht auch noch anderen, der Fig. 14 meiner Tafel II. Bei der GEDDES'schen Fig. 19 b dürfte es sich dagegen wohl um eine aufgenommene Alge, etwa eine Chroococcuszelle oder eine Protococcacee gehandelt haben.

Dass die rothen, später bis braunrothen oder braunschwarzen Körper in der That aus den Chromatophoren hervorgehen, geht mit Sicherheit daraus hervor, dass bei der künstlichen Erzeugung derselben die Anzahl der Chromatophoren abnimmt, ja dass diese sogar sämmtlich dazu verbraucht werden können. Ich habe diese Thatsache oben ebenfalls bereits erwähnt. Einen weiteren Beweis für die Entstehung der rothen Körper aus zusammengeballten Chromatophoren ergab die mikroskopische Untersuchung derselben. Die Körper entfärben sich durch das Liegen in Alkohol, auch in nicht absolutem, nach und nach völlig, das roth gefärbte Oel ist also wohl in Alkohol löslich. Die entfärbten Körper bestehen nun aus einem Gerüst, welches man sehr gut noch als das von zusammengeballten und zusammengepressten Chromatophoren deuten kann.

Was den rothen Farbstoff anbelangt, so dürfte derselbe wohl zu den Fettfarbstoffen (Lipochromen) gehören. Die Körper werden nämlich bei der Behandlung mit Schwefelsäure schön blau gefärbt. Eine Bildung von Lipocyankristallen konnte ich jedoch nicht beobachten. Eigenthümlich ist es, dass die rothe Farbe zwischen Rosenroth bis zum tiefsten Karminroth auf der einen Seite und auf der anderen vom Ziegel- bis zum Zinnoberroth variiren kann. Vielleicht liegt also nicht ein einzelner, sondern ein Gemisch verschiedener, aber wohl nahe verwandter Farbstoffe in verschiedenen Quantitäten vor. Auch die später meist erfolgende Umwandlung der rothen Körper in braunrothe bis braunschwarze dürfte darauf hindeuten. Dieselbe erfolgt sicherlich unter dem Einfluss des lebenden Protoplasmas der betreffenden Chlamydomyxzellen.

Ausser den heterogenen Einlagerungen, den Zellkernen, den Chromatophoren und deren Derivaten, den Oelkörpern enthält der protoplasmatische Zellinhalt noch andere, welche Erzeugnisse des hyalinen Protoplasmas selbst sind. Besonders fallen glänzende, stark

lichtbrechende, bisweilen, zumal wenn sie verhältnissmässig gross sind, etwas bläulich schimmernde<sup>30)</sup> Körper auf, welche in den Cysten meist kugelig sind und dann oft reihenweise zusammenhängen, seltener etwas länglich oder spindelförmig, noch seltener eckig oder gelappt oder keilförmig, bei den Amöben kugelig oder nicht selten, besonders in den Pseudopodien, länglich und spindelförmig sind. Diese Körper entsprechen den von ARCHER beobachteten Spindeln und sind, wie ich oben bereits zu bemerken Gelegenheit hatte, von späteren Forschern für Zellkerne gehalten worden. ARCHER will bei den Amöben eine Gestaltsveränderung seiner „Spindeln“ beobachtet haben. Ich habe mir nun Mühe gegeben, seine Beobachtung zu wiederholen, leider jedoch ohne Erfolg. Es war mir nicht möglich, die Gestaltsveränderung direct wahrzunehmen. Immerhin will ich die Richtigkeit der Angaben ARCHER's nicht bezweifeln, zumal von mir bei den Amöben nur kleinere, dagegen von ARCHER, der das Ausschwärmen des Zellinhaltes aus einer von mehreren Zellhäuten umgebenen alten Cyste in sehr eleganter Form gesehen hat, solche Spindelkörper von verhältnissmässig bedeutender Grösse, von welcher ich sie nur in den Cysten nachweisen konnte, gesehen worden sind. ARCHER vermuthet, dass diese Körper aus einer breiartigen Masse beständen und dass sich dadurch ihre Gestaltsveränderung erkläre. Es ist nun wohl auch zweifellos, dass dieselben keine eigentlich festen Körper zeitweise darstellen und dass das Material, welches sie bildet, der Umformungskraft des Protoplasmas Folge zu leisten im Stande ist, d. h. dass Bewegungen im Protoplasma und in verschiedener Stärke an verschiedenen Seiten vom Protoplasten auf diese Körper ausgeübter Druck dieselben umzugestalten vermögen, diese sich also in einem zähflüssigen Zustande befinden. So viel ist jedoch auf der anderen Seite auch sicher, dass sie nach dem Fixiren sich stets als verhältnissmässig feste Körper erweisen und dass sie auch wohl innerhalb der Cysten eine festere Consistenz besitzen, als bei den Amöben. Die kleineren Körper erscheinen zwar zum grossen Theil nicht irgendwie structurirt, doch finden sich in den Cysten auch nicht selten grössere, bei denen man eine Art Schichtung erkennen kann oder doch zu erkennen glaubt (vergl. Textfigur 10). Es erscheint nämlich nicht selten in denselben ein heller, oft mehr

<sup>30)</sup> Der bläuliche Schimmer ist bei den verschiedenen Standorten entnommenen *Chlamydomyxa*-Individuen verschieden. Im Allgemeinen kann man behaupten, dass die aus tiefen Moortümpeln stammenden mehr bläulichen Schimmer der Physoden zeigen, während die den quelligen Stellen an den Abhängen des Riesengebirges und den seichteren Moortümpeln entnommenen Individuen kaum denselben besitzen. Da die beiden dieser Abhandlung beigegebenen bunten Tafeln zum grössten Theil nach Material gezeichnet wurden, bei welchem die Physoden nicht oder nur wenig bläulich schimmerten, so ist auf denselben dieser bläuliche Schimmer nicht wiedergegeben worden.

als die übrige Masse bläulich erscheinender und stärker lichtbrechender, nicht selten excentrisch liegender Kern, umgeben von einer mehr oder weniger dicken Hülle, die allerdings dieselben Eigenschaften, aber in geringerem Maasse, besitzt.

ARCHER glaubte, wie ich oben bereits erwähnt habe, dass diese Körper gleichsam durch Eigenbewegung ihre Gestalt verändern und auf den Fadenbahnen und Pseudopodien dahingleiten könnten. Er schildert in sehr eingehender Weise, wie diese Körper wandern, übereinander hinkriechen u. s. w. In ganz ähnlicher Weise sind nun neuerdings von CRATO<sup>31)</sup> Zellinhaltsbestandtheile geschildert worden, welche er Physoden nennt und vorzüglich bei vielen Fucaceen, unter Anderm bei *Chaetopteris plumosa* und *Fucus*-Arten, aber auch in Chlorophyceen beobachtete. Derselbe Autor behauptet sogar, dass diese Gebilde auch bei den höheren Pflanzen nicht seltene Erscheinungen seien, und hat mit ziemlicher Sicherheit nachgewiesen, dass diese Physoden bei vielen Braunalgen Phloroglucin enthalten.

Es lag daher nahe, die betreffenden Körper von *Chlamydomyxa* ebenfalls auf Phloroglucingehalt zu untersuchen. In der That erhielt ich, nachdem lebende Chlamydomyxazellen, welche ziemlich inhaltsreich waren, in Vanillin-Salzsäure eingelegt waren, nach etwa 10 Minuten eine intensive kirsch- oder rubinrothe Färbung derselben, die sich noch steigerte, nachdem ein wenig Schwefelsäure dem Präparat zugesetzt war. Eine gleiche Färbung erhielt ich auch nach Behandlung mit alkoholischer Piperonallösung und Schwefelsäure, jedoch trat dieselbe erst nach längerem Liegen des Präparates hervor, nachdem die blaugrüne Färbung, welche die mit Schwefelsäure behandelten Chromatophoren der ganzen Umgebung mittheilen, verschwunden war, und war auch bei weitem nicht so intensiv, wie die mit Vanillin-Salzsäure erhaltene. Mit Eisenchlorid behandelt, färbten sich die betreffenden Körper grünlich-hellblau oder bläulich. Ein weiterer Beweis dafür, dass diese Körper wohl Phloroglucin enthalten, besteht darin, dass sie in der lebenden Zelle ganz ausserordentlich stark gewisse Farbstoffe, besonders Methylenblau, Jodgrün, Methylviolett und auch sogar Methylgrün, speichern und die Färbung auch nach der Abtödtung der betreffenden Zellen gegenüber Wasser oder Alkohol lange Zeit festhalten. Danach glaube ich berechtigt zu sein, diese Zellinhaltsbestandtheile unter die von CRATO Physoden genannten Organe zu rechnen, obgleich sie wenigstens in den Cysten oft eine verhältnissmässig feste Consistenz anzunehmen vermögen und zwar

<sup>31)</sup> E. CRATO: Die Physode, ein Organ des Zellenleibes, in den Berichten der Deutschen Botan. Gesellschaft, Jahrg. X. 1892, p. 295—302, und E. CRATO: Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden, Inaugural-Dissertation und in der Botan. Zeitung 1893.

in absolutem Alkohol und Aether <sup>32)</sup> zum Theil löslich sind, aber doch nicht, wie die von CRATO bei Fucaceen beobachteten Physoden, in denselben platzen und gänzlich verschwinden. Behandelt man die Physoden mit verdünntem (bis etwa 30 %) Alkohol, so erfolgt fast keine sichtbare Veränderung ausser einer Contraction derselben. Sie werden fixirt, doch verlieren sie die Fähigkeit, die genannten Farbstoffe schnell zu speichern, obgleich sie zwar färbbar bleiben. Auch zeigen sie in der durch den Alkohol abgetödteten Zelle bei Behandlung mit Vanillin-Salzsäure durchaus keine Rothfärbung mehr. Der Phloroglucingehalt wird also anscheinend auch durch sehr verdünnten Alkohol aus denselben gelöst, die Grundmasse der Körper selbst jedoch fixirt. Auch durch andere Mittel sind die Physoden fixirbar, wenn dieselben wässrige Lösungen oder nur schwach alkoholhaltig sind.

Bei der Färbung von fixirtem Material mit gewissen Farbstoffgemischen (Jodgrün-Fuchsin und Methylenblau-Säurefuchsin) zeigt sich die Grundmasse der Physoden übrigens als kyanophil, auch ist dieselbe mit Haematein-Ammoniak stark tingirbar und für diesen Farbstoff fast so empfänglich, wie die Chromatinkörner und Nucleolen der Zellkerne, allerdings mit dem Unterschiede, dass sie durch alauhaltiges Wasser leichter, als jene, entfärbt werden.

Schon in vielen lebenden aber zugleich auch noch vollkommen lebenskräftigen unbehandelten *Chlamydomyxazellen* kann man beobachten, dass die Physoden oft in Reihen liegen, oft eine dicht an der anderen. Man beobachtet auch nicht selten eine oscillirende Bewegung dieser Reihen. In den plasmatischen Verbindungsbrücken, welche in manchen grösseren *Chlamydomyxazellen* von einer Energide zur anderen leiten (vergl. Fig. 7) und Strömung zeigen, kann man auch beobachten, dass nicht nur einzelne grössere Physoden, sondern auch ganze Reihen, besonders von kleineren, sich in Bewegung befinden und dass die Zwischenräume zwischen den einzelnen Körnchen dieser Reihen nicht verändert werden oder doch dem beobachtenden Auge als unveränderlich erscheinen. Legt man solche lebende Cysten in eine sehr verdünnte Methylenblaulösung, so erscheint der Farbstoff sehr bald in den Physoden. Man kann dann die Reihenlagerung, wie auch die bisweilen stattfindende oscillirende Bewegung der Reihen ebensogut oder, da die Körnchen intensiv blau gefärbt sind, sogar noch besser sehen. Die in Fig. 5 gegebene Textfigur ist nach

<sup>32)</sup> Die Lösung der grösseren Physoden durch absoluten Alkohol und durch Schwefeläther erfolgt von innen nach aussen. Grössere Physoden erscheinen daher, im optischen Durchschnitt gesehen, nach einiger Zeit der Einwirkung der Reagentien ringförmig. Dieselben sind dann also hohl. Der den Hohlraum umgebende Theil löst sich nur in seltenen Fällen gänzlich nach längerem Liegen in Alkohol oder Aether.

einem solchen Präparat entworfen. Ich nehme hier die Gelegenheit wahr, auf einige andere die Physoden von *Chlamydomyxa* und die Wirkung des Methylenblaufarbstoffes auf dieselben betreffende Beobachtungen aufmerksam zu machen. Die eine besteht darin, dass mir der Fall vorkam, dass in einer grösseren, etwa meiner Fig. 6 entsprechenden Zelle, in welcher lebhaftere Protoplasmaströmung vorhanden war, diese, nachdem die Zelle in verdünnter Methylenblaulösung einige Stunden gelegen hatte und die Physoden intensiv blau gefärbt waren, doch nicht unterbrochen wurde, sondern in ebenso lebhafter Weise vor sich ging, wie vor dem Einlegen der Zelle in die Methylenblaulösung. Danach scheint das Eindringen des genannten Farbstoffes in die Zelle dem Protoplasma keine besonderen Störungen zu verursachen. Dass trotzdem die blau gefärbten Körper für den Protoplasten ein Ballast sind, den er nicht mehr verwenden kann, bezeugt eine weitere Beobachtung, auf welche ich weiter unten zu sprechen kommen werde.

Die wässrige Methylenblaulösung, in welche die Cysten eingelegt werden, muss übrigens nur sehr verdünnt angewendet werden. Legt man die Zellen in zu starke Methylenblaulösung, so wird das Bild, welches die unbehandelte Zelle darbietet, sehr verändert, im Zellinhalt treten nämlich zahlreichere Vacuolen auf, auch wenn vorher keine solchen vorhanden waren, und das Protoplasma erscheint schäumig. Die Physoden werden zwar auch sehr stark gefärbt, zugleich aber werden einzelne derselben oder auch selbst ganze Fadenreihen in Vacuolen vom Protoplasma ausgestossen. Sind nur einzelne in diesen vorhanden, so kann man dieselben besonders, wenn sie verhältnissmässig klein sind, oft in lebhafter sog. Brown'scher Bewegung oft zusammen mit den Kalkoxalat-Krystallen begriffen sehen. Ein Beweis, dass sie wenigstens in den Cysten und nach der Farbstoffaufnahme von ziemlich fester Consistenz sein müssen. Bei längerer Einwirkung einer weniger verdünnten Methylenblaulösung wird auch der Zellsaft in den Vacuolen leicht gefärbt, jedoch nimmt derselbe nicht die rein blaue Färbung, wie die Physoden an, sondern eine rothviolette, was auf seine saure Reaction hindeutet.

Wendet man jedoch eine sehr verdünnte Methylenblaulösung an, so bewahren die Zellen mehrere Tage lang in derselben ihr normales Aussehen. Lässt man eine solche nur verhältnissmässig kurze Zeit, etwa eine halbe bis ganze Stunde lang, auf die Cysten einwirken, und untersucht dann dieselben, so findet man, dass nicht alle Physoden den Farbstoff aufgenommen haben, sondern die im Innern der Zelle in der Nähe der Zellkerne und gewissermaassen unter dem Schutz der Chromatophoren sich befindenden ungefärbt geblieben sind, während die an der Peripherie des Protoplasten liegenden sämtlich gefärbt erscheinen, allerdings nicht durchaus gleichmässig, die grösseren Physoden weniger intensiv, als die kleineren.

Wenn man Cysten, bei welchen man auf diese Weise nur einen Theil der Physoden gefärbt hat, in reines Wasser versetzt, so beobachtet man am nächsten Tag, dass infolge der eingetretenen intensiveren Lebensthätigkeit des Protoplasten zwar oft gefärbte und ungefärbte Physoden durch die Protoplasmaströmungen dicht neben einander gelagert worden sind, dass jedoch an gewissen Stellen der Peripherie der Zellen — bei den lang wurstförmigen in Ringfaserzellen der *Sphagna* befindlichen werden die Stellen, an welchen bevorzugtes Längen-Wachsthum der Zellmembran stattfindet, besonders dazu ausgewählt — die gefärbten Physoden sich anzusammeln beginnen. Diese Ansammlungen werden bei weiterer Cultur der Cysten in reinem Wasser fortgesetzt, bis schliesslich sämtliche gefärbte Physoden eine Art Conglomerat an den betreffenden Stellen bilden, welches schliesslich der Protoplast in eine dicht an der Membran liegende Vacuole ausscheidet. Derartige Stellen können in einer Zelle nur in der Einzahl oder auch Mehrzahl vorhanden sein. Ich fand als höchste Zahl vier solche Stellen, doch stellte ich die betreffenden Versuche bisher nur mit in Ringfaserzellen der Torfmoose eingewanderten Cysten an und nicht mit grösseren frei befindlichen. Leider konnte ich bisher diese Versuche nicht weiter fortsetzen. Das dazu verwendete Material, welches sich schon längere Zeit in Cultur befunden hatte und sehr viel Kalkoxalat-Krystalle enthielt, konnte den Culturversuch nach der Methylenblaubehandlung nicht lange vertragen und starb ab. Immerhin ist es nicht ganz unwahrscheinlich, dass sehr lebenskräftige Cysten die Conglomerate gefärbter Physoden nicht nur aus dem Protoplasten ausscheiden werden, sondern dieselben auch noch durch Ueberlagerung einer Celluloseschicht ganz isoliren werden, ähnlich wie es mit den Oelkörpern geschieht.

Was nun die bereits erwähnte Reihenlagerung der Physoden anbetrifft, so ist dieselbe sicherlich das Resultat von wiederholten Theilungen, welche die Physoden erfahren. Diese Theilungen finden vermuthlich wie die Bewegungen und Gestaltsveränderungen derselben ebenfalls unter der Wirkung des Plasmas statt. Um die Reihenlagerung der Physoden gut beobachten zu können, muss man lebenskräftige, nicht allzu lange in Cultur befindliche Cysten zur Untersuchung verwenden. Bereits längere Zeit in Cultur befindliche Zellen zeigen meist keine deutliche Reihenlagerung mehr. Es werden in diesen sehr leicht besonders grössere Physoden von den anderen losgetrennt und isolirt, auch die Reihen sehr gelichtet, indem die Anzahl der Physoden abnimmt und die noch vorhandenen weiter auseinander rücken. Auch lebenskräftige Cysten, in welchen sehr grosse Physoden vorhanden sind, eignen sich nicht, um die Reihenlagerung zu beobachten.

Untersucht man nun fixirtes und mit den oben genannten Farbstoffgemischen gefärbtes Material lebenskräftiger Zellen genauer, so findet man, dass das Hyaloplasma aus einem fädigen Gerüst besteht, dass die dasselbe bildenden Fäden meist mannigfaltig gewunden und unregelmässig durch einander geschlungen, anscheinend in einer nicht oder doch nur schwach färbaren Interfilarmasse (Paraplasma Kupfer's) eingebettet sind und in diesen Fäden die Physoden liegen. Man kann nämlich deutlich erkennen, dass die kyanophilen Farbstoffsammler stets von einer roth gefärbten protoplasmatischen Hülle umgeben sind. Diese protoplasmatische Hülle ist auch bei den isolirten grösseren Physoden, welche besonders in längere Zeit in Cultur befindlichen Zellen vorkommen, meist noch nachzuweisen. Man kann dazu auch Jod, durch welches die Hülle intensiv, die eingeschlossene Physode jedoch nicht gefärbt wird, verwenden. Um die Zellkerne sind die Fäden meist gehäuft, liegen dicht neben einander und bilden eine Schicht um dieselben herum. Meist weniger dicht sind die Chromatophoren von Fäden umgeben. Nicht selten kommt auch eine sehr starke Ansammlung von plasmatischen Fäden und besonders auch solchen, welche Physoden enthalten, an Stellen bevorzugten Wachstums der Zellmembran vor (vergl. Textfigur 5). Da die an den genannten Stellen angesammelten Fadenelemente stets sehr reich an Physoden sind, ja nicht selten auch grössere isolirt in der Interfilarmasse liegende Individuen von solchen hier vorkommen, so ist es wohl kaum zweifelhaft, dass wir in den Physoden Reservestoffbehälter zu erkennen haben, welche wenigstens zum Theil zum Aufbau der wachsenden Membranen Verwendung finden. Welche Stoffe jedoch ausser dem Phloroglucin noch in denselben vorhanden sind, müssen erst spätere Untersuchungen feststellen.

Da wo in den grösseren Zellen Protoplasmaströmung stattgefunden hat, findet man nach der Fixirung und Färbung, dass die Fäden ziemlich parallel dicht neben einander liegen, aber anscheinend meist kürzer sind.

Eine Verzweigung der das Gerüst bildenden Fäden kommt meinen Beobachtungen nach nicht vor. Ich fand zwar bisweilen um einander gewickelte Fäden oder dicht sich wenigstens in einem Punkte berührende und kreuzende Fäden und so eine Art Netzgerüstbildung, jedoch niemals wirkliche Anastomosen zwischen den Fäden.

Diese Structur des Hyaloplasmas, welche, gleichgültig, mit welchen Mitteln das Material fixirt wurde, stets zu beobachten ist, muss meines Erachtens auch in ähnlicher Weise schon in der lebenden Zelle vorhanden sein.<sup>33)</sup> Die gar nicht selten vorkommende Reihen-

<sup>33)</sup> Ich habe bereits wiederholt auf Reihenlagerung körniger Gebilde im Protoplasma aufmerksam gemacht und daraus auf die fädige Structur auch des lebenden plasmatischen Körpers geschlossen, so z. B. bei den Schizophyceen

lagerung der Physoden und die beobachtete oscillirende Bewegung dieser Reihen in lebenden Zellen deutet darauf hin, dass auch schon im lebenden Hyaloplasma die allerdings nicht sichtbare Structurierung in Fäden vorhanden ist. Freilich kann man annehmen, dass das Bild der fädigen Structur des lebenden Hyaloplasmas, wenn es sichtbar zu machen wäre, anders ausfallen würde, als das, welches uns das fixirte und gefärbte Material darbietet, da ja bei der Fixirung der plasmatischen Massen und der Coagulirung der Eiweissstoffe eine Contraction stattfindet, die sich ja auch bei Fixirung mit Alkohol in dem deutlichen Erscheinen der Plasmolyse am ganzen protoplasmatischen Inhalt zu erkennen giebt und die keine gleichmässige für alle Theile des Hyaloplasmas zu sein braucht.

Ich komme nun zur Betrachtung der Kalkoxalat-Krystalle als weiterer Einlagerungen des Protoplasmas, welche in demselben erzeugt werden. Ich habe bereits oben erwähnt, dass die winzigen Körper, welche sich im hyalinen Protoplasma meist jedoch von demselben ausgeschieden in Vacuolen oder auch vielleicht hier entstanden und oft in sogenannter Brown'scher Molecularbewegung vorfinden, vom Protoplasten beim Auswandern als Amöbe in das umgebende Wasser ausgestossen werden und dass dieselben sich daher auch noch in den leeren vom Protoplasten verlassenen Cysten vorfinden und nachweisen lassen. Dass diese Körper krystallinische Bildungen sind, kann man leicht, wenn man die betreffenden Zellen bei polarisirtem Lichte im Mikroskop betrachtet, erkennen. Dieselben leuchten wie alle Krystalle im Dunkelfeld auf. Dass es sich hier um Calciumoxalat-Krystalle handelt, war ebenfalls leicht festzustellen. Dieselben lösen sich nicht in Essigsäure und Wasser, dagegen in Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure, auch schon, wenn dieselben ziemlich verdünnt angewendet werden, ohne Erscheinen von Gasblasen. Verwendet man als Reagenz concentrirte Schwefelsäure, so kann man besonders in Zellen, welche sehr viele Kalkoxalat-Krystalle enthielten, leicht das Ausscheiden von den

---

(in G. HIERONYMUS, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen, in Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen Bd. V) und bei Hefezellen (G. HIERONYMUS, Ueber die Organisation der Hefezellen in den Berichten der Deutsch. botan. Gesellsch. Bd. XI. S. 176). Was erstere anbetrifft, so hat BÜTSCHLI in seinem Werke: „Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien“ (Leipzig 1896) meine Angaben bezweifelt und behauptet, dass bei den Schizophyceen eine wabige Structur des Protoplasmas vorhanden sei, welche er ja auch sonst überall zu finden glaubt. Ich habe es bis jetzt für überflüssig gehalten, auf die Angriffe BÜTSCHLI's zu erwidern, da die Wabentheorie dieses Autors sich überlebt hat. Eine wabige Vertheilung des Protoplasmas kommt allerdings bei Pflanzen und Thieren häufig vor, insofern als dasselbe nicht selten schäumig ist und Vacuolen und Einlagerungen der verschiedensten Art enthält. Eine wabige Vertheilung aber ist noch keine Structur.

characteristischen nadelförmigen Gypskrystallen in den Zellen selbst beobachten. Nach dem Glühen lösen sich die Krystalle in Essigsäure. Da ich dabei keine Gasentwicklung beobachten konnte, so dürfte sich wohl das Calciumoxalat in Calciumoxyd verwandelt haben.

Die Gestalt der winzigen Krystalle ist nicht genau festzustellen, da dieselben jedoch oft stäbchenförmig erscheinen, so vermute ich, dass sie dem monosymmetrischen Systeme angehören. Mit Sicherheit konnte ich dagegen erkennen, dass nicht immer nur Einzelkrystalle vorhanden sind, sondern auch Krystallverwachsungen, vermuthlich Zwillings- und Drillingsbildungen, die eine eckige, unregelmässige Form zeigen, vorkommen. Häufiger jedoch als Verwachsungen sind Verklebungen der Kalkoxalat-Krystalle. Besonders in bereits längere Zeit in Cultur befindlichen Zellen kommt es nämlich vor, dass manche Vacuolen von denselben so vollgestopft werden, dass sie dicht gedrängt die tanzende Bewegung aufgeben. Diese Anhäufungen verkleben dann sehr leicht. Ob dabei neue Krystalle gebildet werden, welche die alten vereinigen, oder ob irgend eine heterogene Substanz das Bindemittel bildet, konnte ich nicht entscheiden. Besonders deutlich wird die Verklebung der Krystalle dann, wenn derartig vollgestopfte Vacuolen sich später erweitern, was nicht selten vorkommt. Man sieht dann in den erweiterten Vacuolen die verklebte Masse tanzen. Mitunter kommt es dann auch vor, dass zwei bis drei erweiterte Vacuolen sich zu einer vereinigen und dann in dieser zwei bis drei Conglomerate tanzen.

Da es mir nie gelang, bei fixirtem und gefärbtem Material die Calciumoxalat-Krystalle als Einlagerungen in den fädigen Bestandtheilen des Protoplasten nachzuweisen, so vermute ich, dass der Ort ihrer Erzeugung einerseits die Interfilarsubstanz ist, aus welcher sie in die Vacuolen ausgestossen werden, andererseits freilich scheint auch eine secundäre Bildung derselben in den Vacuolen selbst sehr wahrscheinlich. Erwähnt möge hier noch sein, dass bei Abtödtung der Zellen durch das Plasma nicht allzusehr contrahirende Reagentien die tanzende Bewegung der Kalkoxalat-Krystalle in den Vacuolen nicht aufhört, sofern letztere nicht allzusehr mit Krystallen vollgestopft waren und dabei contrahirt werden.

Schliesslich müssen wir noch die Beschaffenheit der Zellmembran der Cysten betrachten. ARCHER hat bereits gefunden, dass die Membranen mit Jod und Schwefelsäure blau oder dunkelviolett gefärbt wurden. Letztere Farbe nahm die äussere Hülle der in mehrere Zellhäute infolge des wiederholten Verjüngungsvorgangs eingehüllten, oben als Ruhecysten bezeichneten Individuen an, während die inneren Hüllen dieser, sowie die meist einfache Umhüllung der jüngeren Zellen blau gefärbt wurden. ARCHER schloss aus dieser Reaction, dass die Membran aus Cellulose bestände. Ich kann dies bestätigen

und erhielt auch durch Behandlung der Cysten mit Chlorzinkjod eine schöne dunkelviolette oder mehr blaue Färbung. Da die Sphagnumzellen sich mit Chlorzinkjodlösung nicht oder doch erst nach Behandlung mit Alkalien violett färben, so sind nach Anwendung derselben auch die sonst leicht übersehbaren leeren, vom Inhalt verlassenen Zellhäute von *Chlamydomyxa* leicht zu erkennen. Die nach Innen vorspringenden Balken oder partiellen secundären Verdickungen, in welchen oft ausgeschiedene Oelkörper angelagert sind, nehmen oft eine intensivere, mehr blaue Färbung durch Chlorzinkjod an. Dasselbe findet statt bei Färbung mit vielen Farbstoffen. So färbt wässrige Jodgrünlösung die Zellhaut selbst violett, die verdickten Stellen bisweilen aber auch einzelne Stellen der Zellhaut selbst intensiv blau. Diese Stellen und Verdickungen der Zellhaut bleiben auch nach dem Auswaschen mit schwach salzsäurehaltigem Wasser intensiv gefärbt. Auch mit Congoroth, Safranin, Methylgrün, Methylviolett, Methylenblau und anderen Farbstoffen färbt sich die Membran, wobei ebenfalls besonders intensiv und oft in etwas verschiedenem Farbenton die Zellwandverdickungen erscheinen. Die Membran der Cysten scheint demnach im Wesentlichen aus reiner Cellulose zu bestehen, wenn auch anzunehmen ist, dass zwischen den secundären Zellwandverdickungen und der eigentlichen Membran ein Unterschied vorhanden ist, der in der Einlagerung eines anderen Stoffes bei letzterer bestehen dürfte.

In den dünnen Membranen der jüngeren Cysten ist gewöhnlich keine Schichtung zu erkennen, dieselben erscheinen homogen, in älteren kann man jedoch häufig eine äussere und eine innere Schicht unterscheiden, in den dickwandigen Cysten, welche ich oben unter den Ruhecysten genannt habe, sind jedoch meist mehrere Schichten deutlich zu erkennen (vergl. Textfigur 1).

Bereits in der Einleitung dieser Abhandlung habe ich auf die Ansichten, welche einige Autoren über die systematische Stellung von *Chlamydomyxa* geäussert haben, aufmerksam gemacht. Hier sei es mir gestattet, etwas genauer auf dieselben einzugehen.

JANISCH, der erste Beobachter des fressenden Zustandes, glaubte, dass dieser in den Entwicklungsgang der vom Organismus aufgenommenen Diatomeen gehöre und dass die Cysten, welche sich später bildeten, nachdem die zur Nahrung aufgenommenen Diatomeen verlassen waren, eigenthümlich gebildete Sporen dieser seien.

ARCHER, welcher zuerst den Organismus in seiner Eigenthümlichkeit erkannte, spricht sich am Anfang seiner Abhandlung dahin aus, dass er wohl in die Gruppe der *Labyrinthuleen* gehöre, vergleicht beide Organismen auf eingehende Weise und sagt schliesslich (p. 128): „We have thus to do with an organism singular in its details and

„highly puzzling as to its real nature — one which offers but few „resemblances to recognised and described objects. Its outward „facies” and its most striking resemblances doubtless suggest affinity „to the Labyrinthuleae, especially *L. vitellina* Cienk., but this may „be a mere resemblance, nothing more, if we were acquainted with „its development. It, like the marine forms, has a resemblance to „Cienkowski's as yet, even to him enigmatical fungal (from the flower- „pot); it has a less striking resemblance to conditions of Mycetozoa, „as pointed out also by Cienkowski. In the absence of a „nucleus” „it agrees with Monera (Häckel). But whilst is as yet shows no „fructification”, no reproductive process, in any more strict sense of „the word, a decision as to its real nature must remain in abeyance. „Meantime, in itself and its specialities, it is an existence quite „distinct from any other hitherto described, at least so far as I have „noticed.“

GEDDES, der dem Organismus ebenfalls eine gesonderte Stellung anweist und für denselben die Familie der *Chlamydomyxida* bildet, sagt am Schluss seiner Abhandlung: „What are the affinities, and „what should be the systematic position of so protean an organism? „Mr. ARCHER's reference to the *Labyrinthulea* can scarcely suffice „us, even if a question did not immediately arise as to their position „and affinities. Its semi-amoeboid character in the resting stage, „and its exalted amoeboid activity when motile, might tempt one „rather to refer it to the *Thalamophora*. Its cellulose wall, its red, „green, and yellow colouring matter makes it seem rather referable „to the Algae, as view greatly strengthened by the existence of a „Protococcus stage, while, as my friend Mr. Macfarlane suggests, it „would thus take the place among the lower Algae which the Myxo- „mycetes do among the lower fungi. On the whole I am inclined „to regard it as a degenerate form from the Palmellaceous Algae, „but one sufficiently aberrant to take place alone, and form the type „of a new order, the *Chlamydomixida*. In any case, it is almost an „ideal „Protist”, and cannot be distinctly appropriated by either „botanist or zoologist without a certain violence to the other.“

ASKENASY und BÜTSCHLI stellen, wie oben bereits bemerkt ist, den Organismus in die Nähe der Rhizopoden, doch führt letzterer *Chlamydomyxa* in seiner systematischen Uebersicht der Rhizopoden in seinem bekannten Werke nicht mit auf, ebenso wie dort auch die Gattung *Labyrinthula* gänzlich fehlt, obgleich sowohl Copien der CIENKOWSKY'schen Abbildungen von *Labyrinthula*, als auch der ARCHER'schen Tafel VI, das Ausschwärmen von *Chlamydomyxa* darstellend, auf Tafel I des Bütschli'schen Protozoenwerkes gegeben sind. Danach scheint es, dass bei der Weiterbearbeitung des leider sehr langsam erschienenen ausgezeichneten Werkes dem Autor doch

grosse Bedenken über die Zugehörigkeit beider Gattungen zu den Rhizopoden aufgestossen sind.

Meiner missglückten Versuche, einen genetischen Zusammenhang zu finden zwischen *Chlamydomyxa labyrinthoides* Archer und *Urococcus Hookerianus* Rabenh. (nicht Hassall) und so den Organismus mittelst dieses den Peridinaceen zu nähern, habe ich oben auch bereits Erwähnung gethan und brauche ich daher hier nicht weiter darauf einzugehen.

Es fragt sich nun, wohin gehört der Organismus. Dass er an die Grenze zwischen Pflanzen- und Thierreich gehört, ist unzweifelhaft. Dabei steht er jedoch dem ersteren wohl näher, da er Chromatophoren besitzt und seine Cysten mit einer Membran aus Cellulose umgiebt. Auf der anderen Seite greift er gelegentlich zur thierischen Ernährungsweise. Es hindert uns dies jedoch nicht, denselben doch dem Pflanzenreich zuzurechnen, da ja genug andere Lebewesen vorhanden sind, welche mehr oder weniger verwandt sind und ebenfalls trotz des Besitzes wahrer Chromatophoren doch zeitweise der thierischen Ernährungsweise sich zuwenden. Ich will hier nur an einige Beispiele erinnern, welche sich in der Literatur verzeichnet finden. So ist bei der von KLEBS zu den Chrysomonaden gestellten *Chromulina flavicans* (Ehrbg.) Bütschli die Aufnahme von Nahrung, bestehend in Diatomeen, Chlamidomonaden etc., sicher festgestellt,<sup>34)</sup> ebenso bei *Chromulina verrucosa* Klebs, bei *Ochromonas mutabilis* Klebs und *O. crenata* Klebs; bei anderen verwandten Organismen ist das Vorkommen von Nahrungsaufnahme höchst wahrscheinlich. Bei Peridinaceen, welche neuerdings ja auch dem Pflanzenreich von vielen Forschern zugezählt werden, ist eine animalische Ernährungsweise wiederholt behauptet worden, sicher festgestellt allerdings wohl nur von A. J. SCHILLING für zwei keine Chromatophoren enthaltende Formen, denen dieser Autor die Namen *Gymnodinium hyalinum*<sup>35)</sup> und *Glenodinium edax* gegeben hat. Doch ist zu erwarten, dass auch bei chromatophorenführenden Repräsentanten dieser Familie thierische Ernährungsweise nachgewiesen werden wird. Wenn *Chlamydomyxa labyrinthoides* Arch. keine Chromatophoren besässe, so könnte dieselbe wohl in der Familie der Vampyrellaceen untergebracht werden. In der That sind bei diesen viele Eigenthümlichkeiten vorhanden, welche in ganz ähnlicher Weise bei *Chlamydomyxa*

<sup>34)</sup> Vergl. hierzu A. B. WYSOTZKI, Mastigophora Rhizopoda (russisch) in Arbeiten der Naturf. Gesellsch. XXI. 1887 und G. KLEBS, Flagellatenstudien II in d. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. LV. p. 408.

<sup>35)</sup> Vergl. hierzu A. J. SCHILLING, Untersuchungen über die thierische Lebensweise einiger Peridineen in den Berichten der Deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. IX. p. 199 u. folgende, wo sich auch die frühere auf den Gegenstand bezügliche Literatur zusammengestellt findet.

wiederkehren. So die Art der Amöbenbildung, die Encystirung in Cellulosemembranen, die Nahrungsaufnahme.

Besonders ähnelt in vielen Beziehungen die von ZOPF<sup>36)</sup> auch in eine besondere Gattung (*Leptophrys*), später aber wieder zu *Vampyrella* gestellte *V. vorax* Cienk., bei welcher der genannte Forscher mehrere bis viele Zellkerne nachgewiesen hat. Freilich fand ZOPF bei dieser auch noch Paramylunkörner, die ich in *Chlamydomyxa* nicht nachweisen konnte. Das Vorkommen dieser und das Fehlen von Chromatophoren könnte jedoch schliesslich, wenn man wie BÜTSCHLI einen Stammbaum und System entwirft, von der Annahme ausgehend, dass die Organismen von einem einzigen Punkt aus sich entwickelt haben und ähnliche Formen auch stets als nahe verwandt betrachtet, wohl dazu berechtigen, *Chlamydomyxa* als besondere von *Vampyrella* zu trennende Gattung zu betrachten, nicht aber dieselbe in einer anderen Familie unterzubringen. Anders jedoch, wenn man mit Naegeli<sup>37)</sup> einen polyphyletischen Ursprung der Organismen und eine Anzahl Stammtypen annimmt, und mit KLEBS<sup>38)</sup> die Ansicht theilt, dass zwischen den verschiedenen Organismenreihen, welche aus diesen Stammtypen hervorgegangen sind und die man sich von einer gemeinsamen Ursprungsstelle ausgehend denkt, noch andere Berührungspunkte, gleichsam Queranastomosen, sich finden; in diesem Falle muss man *Chlamydomyxa* in eine besondere Familie stellen, welche die niedrigste Stufe der mit gelbbraunen (resp. gelbgrünen bis braungrünen) Chromatophoren ausgerüsteten Organismen darstellen würde und von der aus Abzweigungen über die *Dinoflagellaten* zu den *Diatomaceen*, und über die *Chromomonadinaceen* zu den *Phaeophyceen* führen würden. Diese niedrigste Familie der betreffenden Gruppe hätte dann weitere Beziehungen zu den *Vampyrellaceen* und über diese und den *Labyrinthuleen* hin zu den *Myxomyceten* und Pilzen einerseits, den *Heliozoen*, *Rhizopoden* und *Radiolarien* andererseits.

Im Anschluss an meine Beobachtungen über *Chlamydomyxa labyrinthuloides* Arch., die ich mit Vorstehendem vorläufig abschliesse, möchte ich noch eines Parasiten derselben Erwähnung thun, der sich in einem Culturglase ziemlich zahlreich einfand, schon aus dem Grunde, weil derselbe leicht fälschlich als in den Entwicklungsgang des Organismus hinein gehöriges Glied betrachtet werden und so irreführen könnte. Ich habe von diesem Parasiten befallene Cysten in den Figuren 10, 11 und 12 meiner Tafeln dargestellt. Derselbe gehört ebenfalls in die Verwandtschaft von *Vampyrella* unter die Monadinen oder Vam-

<sup>36)</sup> Vergl. W. ZOPF, Zur Morphologie und Biologie der niederen Pilzthiere (Monadinen), zugleich ein Beitrag zur Phytopathologie (Leipzig, 1885) S. 1 u. folgende.

<sup>37)</sup> K. NAEGELI, Theorie der Abstammungslehre (München 1884).

<sup>38)</sup> Vergl. G. KLEBS, Flagellatenstudien II. I. c. am a. O. S. 431.

pyrellaceen und ist meines Erachtens identisch mit *Pseudospora maligna* Zopf.<sup>39)</sup> Obgleich diese von ZOPF nur in den Zellen der Protonemata von Laubmoosen beobachtet wurde, so glaube ich doch berechtigt zu sein, den von mir beobachteten Parasiten mit ihr zu identificiren, besonders auch aus dem Grunde, weil in dem betreffenden Culturglase auch ein grosser Theil der schmalen, Chlorophyllkörner führenden, zwischen den Ringfaserzellen der Blätter der Sphagna liegenden Zellen von demselben Parasiten befallen war, während sich nur einzelne durch ihn erkrankte *Chlamydomyxcysten* vorfanden. Das Material war den Tümpeln der Quellgegend von Aupa und Weisswasser entnommen worden. Ich kann hier nur auf ZOPF's eingehende Schilderung verweisen und muss dem Leser überlassen, einen Vergleich der von ZOPF abgebildeten, vom Parasiten befallenen Protonemafäden und den von mir gegebenen Figuren ergriffener *Chlamydomyxcysten* zu veranstalten.

### Figurenerklärung.

Die sämmtlichen Figuren wurden mit dem Zeichenprisma entworfen und sind 620 mal linear vergrössert.

**Fig. 1.** Stück aus dem Blatt eines Sphagnum. In den Ringfaserzellen desselben finden sich Cysten von *Chlamydomyxa labyrinthoides* Arch. von verschiedener Grösse und verschiedenem Alter. Bei *a* wächst eine ältere Cyste aus der betreffenden Ringfaserzelle heraus. Die Chromatophoren, welche in den Cysten vorhanden sind, sind von verschiedener Grösse. In zwei fast altersreifen Individuen, welche mit sehr vielen verhältnissmässig kleinen Chromatophoren vollgestopft sind, sind schwarze, in den meisten anderen bräunliche, rosafarbene oder auch schön rubinrothe Oelkörper vorhanden. Die kleineren Cysten enthalten nur einen Oelkörper und auch nur einen Zellkern, der übrigens nicht zu sehen ist. Die übrigen Individuen sind mehr- bis vielkernig und enthalten zum Theil mehrere Oelkörper. In den chromatophorenarmen Cysten sind noch weissliche Physoden und Vacuolen zu bemerken, welche letztere Kalkoxalat-Krystalle in tanzender Bewegung enthielten. Bei *b* ist eine Cyste dargestellt, bei welcher sich die Chromatophoren um die drei vorhandenen Zellkerne sternförmig und in Profilstellung gelagert hatten; aus dem Zellinhalt bildeten sich auf diese Weise drei Energiden. Bei der Zelle *c* haben die meisten Chromatophoren ebenfalls Profilstellung angenommen, sich jedoch noch nicht um die Zellkerne gruppiert.

**Fig. 2.** Gruppe von 8 freien Sommercysten, welche an einem morschen Blatte einer *Carex* ansassen. Die Chromatophoren sind bei den verschiedenen Individuen von verschiedener Grösse, bei der Zelle *a* zum grossen Theil in Profilstellung, bei der einkernigen Zelle *b* um den Zellkern sternförmig zusammengezogen. Bei *c* sind in den grösseren drei Cysten an den Seiten, mit welchen sie aneinander stossen und aufeinander einen Druck ausüben, stark verdickte Membranstücke vorhanden, welche durch Anlagerung von reiner Cellulose an die dünne Primärmembran entstanden sind.

<sup>39)</sup> Vergl. W. ZOPF, Zur Morphologie und Biologie der niederen Pilzthiere (Monadinen), zugleich ein Beitrag zur Phytopathologie, Leipzig 1885, S. 28 u. f. Taf. IV Fig. 18—28.

**Fig. 3.** Cyste mit doppelter Zellhülle. Der Inhalt derselben ist in Theilung begriffen, bei *z* sind Zellmembranverdickungen vorhanden. Dieselben liessen schwache Schichtung erkennen.

**Fig. 4.** Cyste mit partiell verdickter Zellmembran innerhalb einer abgestorbenen Zelle von *Bulbochaete* sp. Auch hier lässt die verdickte Stelle deutlich Schichtung erkennen.

**Fig. 5.** Grosse vollständig reife Cyste, dicht erfüllt mit vielen verhältnissmässig kleinen Chromatophoren, vielen (jedoch nicht sichtbaren) Zellkernen und anderem protoplasmatischen Inhalt.

**Fig. 6.** Eine ähnliche vielkernige grössere Cyste, welche aber verhältnissmässig weniger Chromatophoren enthält und stark vacuoligen Inhalt aufweist. Der letztere war anscheinend im Begriff, sich um die Zellkerne zu sammeln und in eine grössere Anzahl von Energiden zu sondern.

**Fig. 7.** Eine ähnliche noch grössere Cyste. Die Sonderung des protoplasmatischen Inhalts ist hier noch weiter fortgeschritten. Zwischen den einzelnen Energiden finden sich jedoch noch protoplasmatische Fadenverbindungen, in welchen meist lebhafte Strömungen nach der einen oder anderen Richtung, seltener nach beiden Richtungen stattfanden; in diesen Strömungen wurden von einer Energide zur anderen wandernde Chromatophoren nicht selten beobachtet.

**Fig. 8.** Eine Cyste, deren Inhalt früher an dem eingeschlossenen *Euastrum insigne* gefressen hatte, dasselbe aber dann freigegeben, sich contrahirt und von neuem innerhalb der alten Cellulosemembran encystirt hatte.

**Fig. 9.** Eine Cystenmembran, in welcher zwei aus dem Inhalt neu gebildete Tochter-Cysten vorhanden waren. Von diesen ist die grössere im Begriff, eine Diatomee (vermuthlich *Pleurostauron* sp.) zu fressen. Die Chromatophoren dieser Cyste waren meist erbleicht. Das hyaline Protoplasma derselben war reich an Physoden. Die andere, kleinere, bräunlich gefärbte Cyste scheint eine Dauer-cyste zu sein. Es ist anzunehmen, dass der protoplasmatische Inhalt beider Cysten früher in der Mutterzellhaut zu einem vereint war und gemeinsam an der betreffenden Diatomee frass, dass jedoch später sich derselbe in zwei Theile sonderte. Einer dieser Theile frass weiter an der Diatomee und encystirte sich, der andere contrahirte sich stark und bildete sich zu einer Dauercyste um; aus welchem Grunde dieser letztere Theil sich in den Dauerzustand begab, war nicht festzustellen.

**Fig. 10.** Eine Cyste, welche auf einem morschen Blattstück einer *Carex* mit der Seite *a* aufsass. Das Ausschwärmen des Inhaltes aus der äusseren Zellmembran durch die Oeffnung bei *o* wurde beobachtet. Doch trat der Inhalt nur zum Theil heraus. Nach etwa einer Woche wurde die Zelle abermals von mir unter dem Mikroskop betrachtet, wobei sich herausstellte, dass in dieser Zeit der Gesamttinhalt eine neue dünne Membran gebildet hatte. Zugleich war ein Parasit (*Pseudospora maligna* Zopf) eingewandert, hatte sich in zwei Theile gesondert und das von ihm berührte Protoplasma mit Chromatophoren, Zellkernen etc. bei *t* abgetödtet. Der übrige Inhalt der neuen Cyste hatte sich contrahirt und steht im Begriff, sich in die zwei Theile *k* und *k* zu theilen.

**Fig. 11.** Eine Cyste, welche ebenfalls frei auf einem morschen Carexblatt aufsass. Dieselbe ist sehr stark von demselben Parasiten befallen. Mit *x* sind drei Schwärmer des Parasiten bezeichnet, welche sich in der Cyste lebhaft bewegten. Die übrigen in der Zelle befindlichen abgerundeten Körper sind Individuen des Parasiten, welche im Begriffe sind, Theile des protoplasmatischen Inhaltes der Chlamydomyxa-Cyste auszusaugen. Zwischen denselben und dicht unter der Cystenmembran finden sich abgetödtete Reste des Inhaltes, Chromatophoren etc. der betreffenden Cyste.

**Fig. 12.** Eine in einer Ringfaserzelle eines Sphagnum befindliche Cyste, welche auch von dem Parasiten stark befallen ist. Es befinden sich in derselben 15 abgerundete Individuen des Parasiten, umgeben von abgetödtetem Zellinhalt der befallenen Cyste. Von dem gleichen Parasiten befinden sich auch mehrere Individuen in den schmalen Nachbarzellen der Ringfaserzelle.

**Fig. 13.** Eine lappig gestaltete Cyste, aus welcher ein Rest des Inhalts im Begriff ist, auszuschwärmen und sich zu gleicher Zeit zu theilen. Der Theil *a* ist bereits vorher ausgetreten und vom Theil *b* abgeschnürt worden und im Begriff, sich zwecks späterer Encystirung abzurunden. Der Theil *b* ist zur Hälfte aus der Cyste ausgetreten, hat sich jedoch bereits an der Oeffnung sehr stark eingeschnürt und ist im Begriff, sich abermals zu theilen, wobei vermuthlich ein Theil in der Cyste zurückgeblieben wäre. Mit *v* sind Vacuolen bezeichnet; mit *s* ein bereits aus dem Protoplasten ausgeschiedener geschwärzter Oelkörper, welcher in der Cyste zurückbleibt; bei *z* ist eine Verdickung der äusseren älteren Cystenmembran vorhanden.

**Fig. 14.** Eine Cyste, aus welcher der Inhalt zum grössten Theil ausgewandert ist. Es sind jedoch zwei Theilproducte desselben in der Mutterzellohülle zurückgeblieben und haben sich von neuem encystirt. Bei *a* ist der wieder fast geschlossene Riss in der Membran, durch welchen der Inhalt ausgewandert ist.

**Fig. 15.** Ein aus einer grösseren reifen Cyste, welche der der Fig. 5 dargestellten ähnlich war, ausgetretener Protoplast mit schwach labyrinthischer Verzweigung. Derselbe theilte sich binnen kurzer Zeit in 16 kleinere Amöben, indem sich bald hier, bald da Theile losrissen und sich nach kurzer Wanderung auf dem Objectträger abrundeten und zu encystiren angingen. In der Richtung der Pfeile fanden in den betreffenden Theilen zur Zeit der Skizzirung Plasmaströmung und langsame Fortbewegung statt.

**Fig. 16.** Ein anderer ausgetretener Cysteninhalte. Derselbe zeigte drei Enden, welche Pseudopodien ausgestreckt hatten. Nach jedem Ende zu fanden Protoplasmaströmungen statt. Der ganze Protoplast dehnte sich in die Länge und theilte sich gleichzeitig in drei Amöben.

**Fig. 17, 18, 19** stellen Formenphasen dieser drei Amöben dar. Die Amöbe Fig. 18 ist dabei im Begriff, sich ihrerseits auch in drei schon unterscheidbare Stücke zu theilen; die Fig. 17 und 19 dargestellten Amöben theilten sich später in je zwei Tochteramöben, ebenso auch die Theilproducte von Fig. 18, so dass bald eine grössere Anzahl von kleineren Amöben vorhanden war.

**Fig. 20.** Eine Amöbe, in Zweitheilung begriffen.

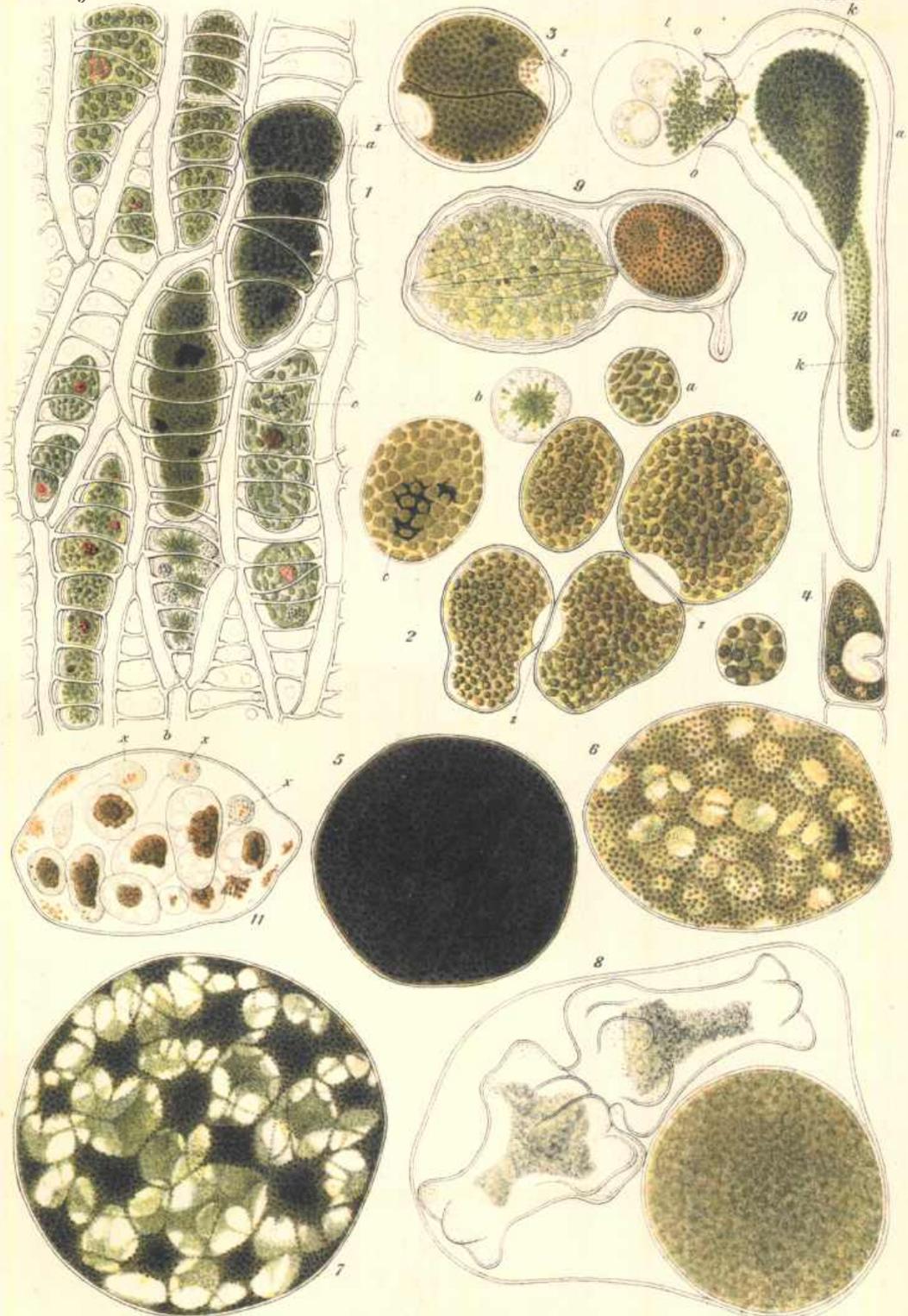
**Fig. 21.** Eine ebensolche, langsam vorwärts kriechend, am Vorderende mit Pseudopodien.

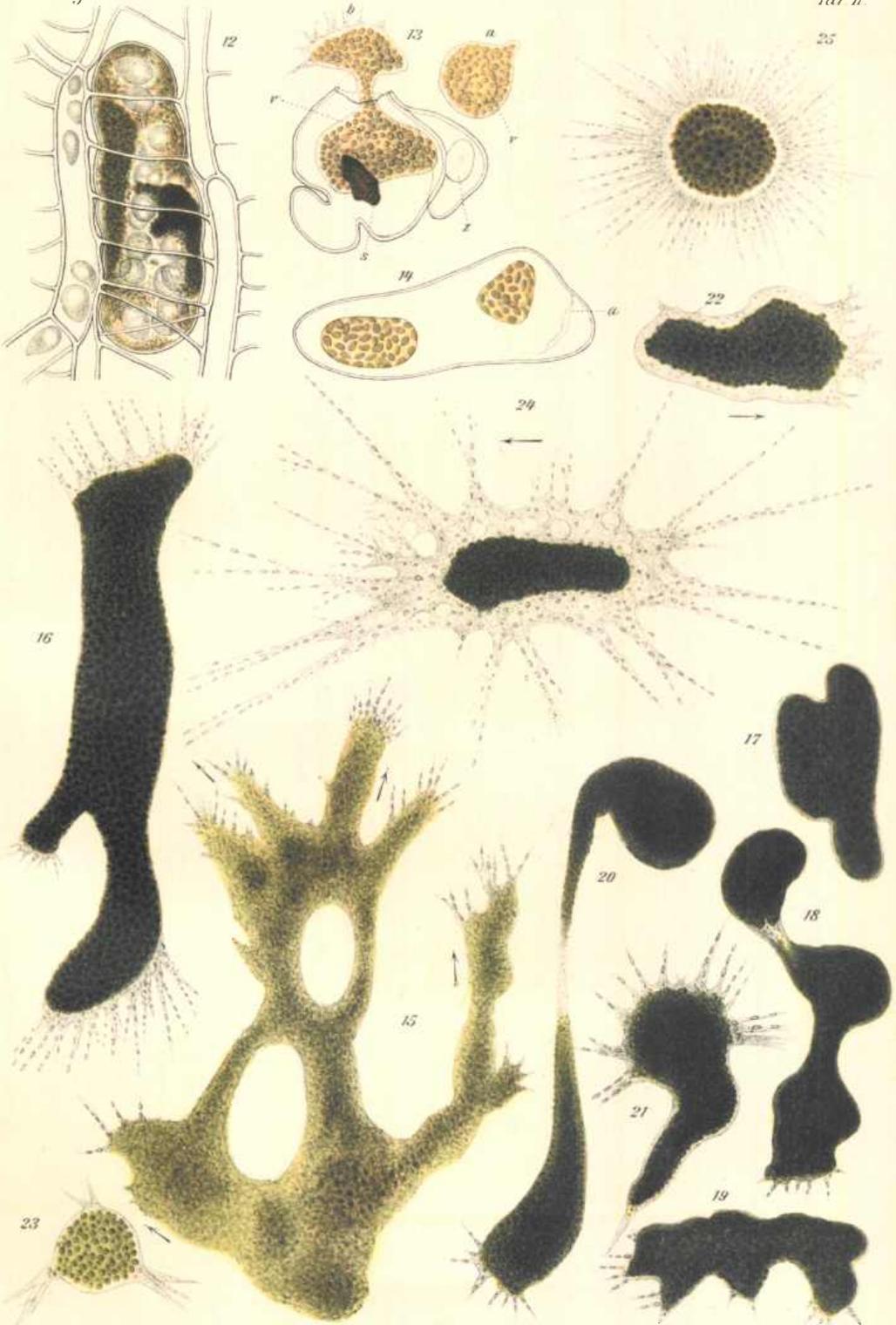
**Fig. 22.** Eine andere, ebenso.

**Fig. 23.** Eine stillsitzende kleine Amöbe, welche nach drei Richtungen Pseudopodien aussendete.

**Fig. 24.** In der Pfeilrichtung langsam vorwärts kriechende Amöbe, bei welcher der hyaline Plasmarand (Ectosark) sehr bedeutend entwickelt war. Zugleich hatte dieselbe nach allen Richtungen der Ebene des Objectträgers Pseudopodien ausgestreckt.

**Fig. 25.** Frei schwimmende, kugelig abgerundete Amöbe, mit sehr zahlreichen, nach allen Richtungen des Raumes ausstrahlenden Pseudopodien, in medianer Durchschnittsansicht.





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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hedwigia](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [37\\_1898](#)

Autor(en)/Author(s): Hieronymus Georg Hanns Emmo Wolfgang

Artikel/Article: [Zur Kenntniss von Chlamydomyxa labyrinthoides  
Archer. 1-49](#)