

## 57. E. Heinricher: Zur Kenntniss der Algengattung Sphaeroplea.

Eingegangen am 25. October 1883.

(Mit Tafel XII.)

Cohn hat uns schon 1855 in seiner Abhandlung „Ueber die Entwicklung und Fortpflanzung der *Sphaeroplea annulina*“<sup>1)</sup> ein detaillirtes Bild dieser interessanten Algengattung geschaffen, und damit alle Mittheilungen seiner Vorgänger<sup>2)</sup> belanglos gemacht. Ihren besonderen Werth erhielt die Cohn'sche Abhandlung dadurch, dass mit ihr die wenigen bekannten Fälle über die Geschlechtlichkeit der Algen (*Chara*, *Fucaceen*, *Vaucheria*) vermehrt erschienen und überhaupt der ganze Zeugungskreislauf der *Sphaeroplea* klar gelegt war.

Seit Cohn's Mittheilung wird nun bald das dritte Decennium verstrichen sein, und da sich die wissenschaftliche Fragestellung in einem solchen Zeitraume bedeutend ändert, ergeben sich heute noch eine Menge neuer Fragen über Bau- und Vegetationsverhältnisse der *Sphaeroplea* und früher gestellte werden von anderem Standpunkte aus betrachtet. Die lange Pause in der *Sphaeroplea*-Literatur dürfte aber darin ihren Grund haben, dass die Alge, nach allen Berichten, so sporadisch und wechselnd auftritt.

Im vorjährigen Sommer hatten wir Grazer Botaniker das Vergnügen, sie im Bassin des Auerspergs-Brunnens (von der Stadtgemeinde Graz dem Andenken Anastasius Grün's gewidmet) in üppiger und augenscheinlich wohler Vegetation zu treffen. Das Interesse, das die Pflanze an sich fordert, gab Veranlassung zu einigen Beobachtungen, die zum Theil Neues, zum Theil eine Erweiterung oder Modification des früher Bekannten enthalten und die deshalb hier mitgetheilt seien. Dazu gesellen sich Beobachtungen, die an aus vorjährigen Dauersporen, heuer gezogenen Culturen gemacht worden sind. Wenn sich trotzdem noch manche Lücke in dem Mitgetheilten findet, möge dies durch meine vielfache Beschäftigung mit anderen Untersuchungen, die mir zum Studium der *Sphaeroplea* nur nebenbei einige Stunden gewährten, Entschuldigung finden.

1) Monatsber. der kgl. Academie d. Wiss. Berlin 1855. Dieselbe Abhandlung vervollständigt durch die Beigabe zweier Tafeln 1856 in „Ann. des Sciences Naturelles.“

2) Braun, „Verjüngung in der Natur etc.“ 1854. (An mehreren Stellen.) G. Fresenius, „Ueber *Sphaeroplea annulina*.“ Bot. Ztg. 1851 Nr. 13. Cienkowski, Bot. Ztg. 1855 pag. 777 u. ff.

### Morphologische und vegetative Verhältnisse.

Die beobachteten Erscheinungen sollen in der Reihenfolge wie sie gemacht wurden angeführt werden und soll deshalb mit jenen, die an der in voller Vegetation ihrem Standorte im Freien entnommenen Pflanze angestellt wurden, begonnen werden. Da fiel denn zunächst auf, dass die Querwände der vorliegenden *Sphaeroplea* sehr häufig und bei manchen Fäden ganz regelmässig eine Bildung zeigten, die von den früheren Beobachtern nirgends erwähnt und abgebildet wird. Vor allem waren sie viel massiver, meist zeigte sich indess in der Mitte der Querwand (entweder beiderseits oder auch nur nach dem Lumen der einen Zelle hin) noch ein Cellulose-Zapfen gebildet, der bald schmal war, bald in die Breite ging und sich zu einem kleinen Hügel in der Mitte der Querwand erhob, sich an der Spitze wohl auch in 2 Höcker theilte. Die Figuren 1 (a, b, c) mögen diese Cellulosezapfen veranschaulichen. Die Bezeichnung derselben als Cellulosezapfen rechtfertigt die Reaction mit Chlorzinkjod; sie nehmen damit eine hellrothviolette Färbung an,<sup>1)</sup> bei längerem Liegen im Reagens geht sie in's Dunkelviolette über.

Die Neigung Cellulosezapfen, — Leisten und Ringe — zu bilden gehört überhaupt zu den charakteristischen Eigenthümlichkeiten unserer Alge.<sup>2)</sup> Oft werden solche Zäpfchen, Streifen oder Ringe auch an den Längswänden der Zellen, in grösserer Zahl gebildet (Fig. 2), sie haben indess dann mit der normalen Zelltheilung nichts zu thun, wenschon diese in ganz ähnlicher Weise eingeleitet wird.

Wie nämlich bei der Zelltheilung der *Cladophora* die Querwandbildung als Ring beginnt, der nach Innen zu wachsend, durch Zusammenstossen in der Mitte sich zur Scheibe schliesst, so geschieht die Theilung auch bei *Sphaeroplea*. In vielen Fällen nun bleiben solche Theilungen auf unvollendeter Stufe stehen. So finden sich anstatt durchgehender Querwände nur mehr oder minder mächtige Zellstoffringe, die allerdings bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck normaler Scheidewände bieten. Fig. 1 (d) zeigt einen solchen Zellstoffring von der Fläche gesehen. —

Auch kann die Wandbildung von mehreren Punkten der Fadenperipherie ausgehen, die nicht sämmtlich in einer und derselben, zur Fadenaxe senkrechten Ebene liegen. Trotzdem kommt es indess in der Regel doch zu einem Verschluss, indem die einzelnen Wandtheile in

1) Diese Cellulosezapfen beschreibt auch Rauvenhoff in einer kleinen Mittheilung der kgl. Akad. d. Wissensch. zu Amsterdam (Zitting van 26. Mai 1883) Rauvenhoff hat die *Sphaeroplea* aus Grazer Sporenmaterial gezogen.

2) Da sich an unserer *Sphaeroplea* auch noch andere, zwar unbedeutendere Unterschiede von der bekannten *Sphaeroplea annulina* Ag. finden, die eigenthümliche Gestaltung der Querwand indess das in die augenspringendste Merkmal abgibt, wollen wir die neu aufzustellende Varietät darnach als *Sphaeroplea annulina* Ag. Var. *crassisepta* bezeichnen.

der Mitte der Zellen verwachsen respective verklebt werden; allerdings geschieht hierbei dem ästhetischen Eindruck etwas Abbruch. —

Kommt die Alge aus günstigen Vegetationsbedingungen in ihr wenig zusagende, wie sie ein Aquarium im Freien erwachsenen Pflanzen bietet dann steigert sich die Neigung zur Zapfenbildung immermehr und nimmt schliesslich so überhand, dass die Alge ein völlig monströses Aussehen erhält. Anfänglich fanden wir in den Fäden die kleinen Cellulose-Zäpfchen, -Riefen und -Ringe wie sie in Fig. 2 dargestellt sind, bald aber treten riesige Cellulose-Pfropfen auf, welche die Zellen auf grosse Strecken hin erfüllen. Die Pfropfenbildung erfolgt vorwiegend an den Querwänden und erscheint dann hier gleichsam als Steigerung der Cellulosezapfen; allein auch in der Mitte der Zellen treten solche, das Lumen theilende mächtige Pfropfen auf. Die Pfropfen (Fig. 3) geben ebenfalls Cellulose-Reaction, während die Längswände der Zellen in Chlorzinkjod mächtig quellen und eine schöne Schichtung erkennen lassen. Das Protoplasma in dem von der Cellulosewucherung freigebliebenen Zellenraum hat seine grossen Vakuolen alle eingebüsst und erscheint als eine dem Normalverhalten gegenüber desorganisirte Masse in der Chlorzinkjod keine grossen Amylumherde, nur hie und da blaue Wölkchen nachweist; die Stärke scheint demnach wesentlich zur Bildung der Cellulose-Pfropfen verwendet zu werden.

Ob diese Cellulose-Pfropfen eine biologische Bedeutung haben? Ohne dass eine eigentliche Einkapselung von Protoplasmatheilen durch diese Pfropfenbildung eintritt, erscheint immerhin doch möglich, dass auf solche Weise ähnliche Ruhezustände erreicht werden, wie sie unter ungünstigen Verhältnissen die *Vaucheria geminata*<sup>1)</sup> in dem sogenannten *Gongrosira*-Zustand eingeht. Ich wage aber diese Frage umsoweniger zu entscheiden, als ich keine Versuche gemacht habe, aus solchen Fäden neue Algenpflanzen zu ziehen.

Eine biologische Bedeutung wird aber wohl den mächtig verdickten Querwänden mit den ihnen aufsitzenden Zäpfchen zuzuschreiben sein. Sie zeigen nichts von dem Charakter einer abnormen Bildung und treten bei sichtlich voller und üppiger Vegetation auf.

Cohn<sup>2)</sup> bemerkt von den zarten, haarspitzenähnlichen Enden, die der junge Keimling zeigt: „Aber auch am längsten, vielzelligen Faden kann man noch, was bisher übersehen worden, die in die feinen Haarspitzen sich verlängernden Enden beobachten.“ Dies war wohl heuer an den in engen Gefässen gezogenen Pflanzen der Fall, aber an den üppigen Exemplaren, die im Freien aufgewachsen waren, nicht; trotz specieller Rücksicht darauf gelang es mir unter Hunderten von Präpa-

1) „Ueber die Ruhezustände der *Vaucheria geminata*“ v. E. Stahl. Bot. Ztg. 1879 Nr. 9.

2) l. c. pag. 7.

raten nur einmal ein solches von der Keimung herrührendes Fadenende zu finden. Die *Sphaeroplea* besitzt, wie schon Cohn hervorhebt und wie es bald zu beobachten möglich ist, interkalares Wachsthum; jede einzelne Zelle bleibt, so lange sie sich nicht sexuell differenzirt, theilungsfähig, die Endzellen sind dabei keineswegs bevorzugt. In Folge dessen kann sich die Pflanze auch durch Abgliederung von Zellfadenstücken vegetativ bedeutend vermehren. Wenigstens zeigte die Grazer Pflanze diese Eigenthümlichkeit in ausgeprägter Weise und es erscheint mit Berücksichtigung dessen wohl möglich, dass der Standort die Veranlassung hierzu geboten habe, respective von besonders förderndem Einflusse gewesen sei. Wie Eingangs erwähnt, hatte die Alge das Bassin eines Springbrunnens occupirt, dessen rückfallende Wasserstrahlen stetige Stöße auf die Wasseroberfläche und die auf ihr flottirenden Algenfäden ausübten und so wohl der Abgliederung von Fadenstücken Vorschub leisten mussten.

Dabei erscheinen nun die starken Querwände nicht ohne Bedeutung; durch das Aneinanderliegen einer versteiften Partie und einer solchen die weit schwächer ist, muss bei einem Stosse an der Grenzstelle eine Abknickung erfolgen — an dieser Stelle muss der Stoss des niederfallenden Wassers eine maximale Wirkung erzielen. Auch durch Schieben oder seitliche Stöße an das Deckglas waren Abgliederungen der Fäden zu erreichen. Dabei wird aber in der Regel keine Zelle zerrissen, sondern die Abgliederung erfolgt in der Weise, dass an einem Fadentheile die feste verdickte Querwand verbleibt (wenigstens anfänglich, später dürfte sie auch hier abgeworfen und der Verschluss der Zelle nur durch die innerste Membranlamelle bewerkstelligt werden), während dem andern eine dünne Membranlamelle, die als innerste Schicht nach seiner Seite zu, die Querwand (und eventuell den ihr aufsitzenden Zapfen) überkleidet, als Verschluss mitgegeben wird.<sup>1)</sup>

Fig. 4 zeigt eine solche Abgliederung, die hier allerdings durch starkes Quellen der Querwand in Chlorzinkjod künstlich eingeleitet wurde; aber auch an frischen Fäden fand ich solche nicht völlig vollzogene Abgliederungen. Fig. 5 (a u. b) zeigt Enden abgegliederter Fadenstücke. In a ist die verschliessende, dünne Membran concav einwärts gewölbt, noch in der Lage, in welcher sie den Cellulosezapfen

1) Strasburger (Zelltheilung, II. Aufl. Jena 1876, pag. 57 u. ff.) erwähnt einer ganz ähnlichen vegetativen Vermehrungsweise für *Spirogyra orthospira*. Nur giebt hier das Abrundungsbestreben der aneinandergrenzenden Zellen den wesentlichen Impuls zur Abgliederung, während bei unserer *Sphaeroplea* die Turgorwirkung der Zellen eine nebensächliche Rolle spielt, dafür aber die eigenthümliche Ausbildung der Querwände als specielle Anpassung für diesen Zweck vorhanden ist.

Uebrigens besitzt die Alge auch die Fähigkeit, sich, ähnlich wie die *Vaucheria*, an Bruchstellen gegen den beschädigten Theil, unter Rückziehung des Protoplasmas, durch Wandbildung abzuschliessen. Diesen Vorgang beobachtete ich an einem, noch durch keine Theilungswand gegliedertem Keimling. Vergl. Fig. 6 der Tafel XII.

der Querwand als innerste Lamelle umgab. Diese concave Einstülpung wird nun offenbar durch wachsenden Turgor der Zelle später convex auswärts getrieben; so erklären sich dann die Fadenenden, wie eines Fig. 5 b abgebildet und welche öfters gefunden werden.

Die auf solchem Wege erfolgende vegetative Vermehrung kann eine ganz colossale sein. So wurde das grosse Bassin des Springbrunnens, in welchem die Alge 1882 spontan, das erstmal, auftrat, wiederholt von ihr vollends erfüllt, trotzdem, dass die Stadtvertretung mehrmals dasselbe räumen und ganze Wagenladungen der Alge wegschaffen liess.

Die verdickten Querwände dürften also als eine Anpassung, die zur Beförderung der Abgliederung von Zellfadenstücken und somit zu vegetativer Vermehrung beizutragen im Stande ist, aufzufassen sein. Ein genauerer Einblick in diese Anpassung fehlt uns aber noch in Bezug auf die Frage, ob sie längerer Zeiträume zur Schaffung bedürfe, oder durch locale Standortsbedingungen ziemlich rasch zu entstehen vermag. Kulturen der Alge in relativ ruhigem Wasrer, in bewegterem, wie es etwa mit einem Strome in Verbindung stehende Inundationsarme böten, und in Bassins von Springbrunnen, könnten möglicher Weise ganz interessante Resultate ergeben.

Erwähnen muss ich noch, dass sich die Eigenschaft, an den Querwänden Cellulosezapfen zu bilden, vererbt. An heuer aus den Dauersporen der Grazer Pflanzen in irdenen Schüsseln gezogenen Kulturen, waren Zapfenbildungen oft zu beobachten, obgleich sie nicht in gleicher Häufigkeit und Stärke wie im Vorjahre vorhanden waren.<sup>1)</sup> Indessen waren auch die Pflänzchen selbst viel schwächer und unter weit ungünstigeren Bedingungen aufgewachsen. Auch über den Werth dieser Vererbung vermöchten erst die oben angedeuteten Kulturversuche Aufschluss zu geben.

### Zellkerne.

Eine Frage, die mich sofort interessirte, war die, wie es sich mit den Zellkernen bei der *Sphaeroplea* verhielte. Die ersten Tinktionsversuche zeigten nun, dass wir auch in ihr einen Thallophyten mit vielkernigen Zellen besitzen, indem die Kerne ob der lockeren Gruppierung der Plasmapartien besonders leicht sichtbar zu machen sind. Als ich die schönen Untersuchungen von Schmitz<sup>2)</sup> über die Zellkerne der Thallophyten zur Hand nahm, sah ich denn auch, dass dieser schon wiederholt vermüthungsweise für *Sphaeroplea* die Vielkernigkeit in Aussicht gestellt hatte.

1) Diese Vererbung zeigten auch andere mit Grazer Saatmaterial angestellte Kulturen. Solches ersieht man aus Rauvenhoffs citirter Mittheilung, und solches berichtete mir auch Herr Prof. Kny aus Berlin. —

2) Sitzb. der niederrhein. Gesellschaft in Bonn 1880 l. c. pag. 130.

Sowohl an Alkoholmaterial, als an mit 1 pCt. Osmiumsäure, oder mit Pikrinsäure (nach dem Verfahren von Schmitz) behandeltem, lassen sich durch Hämatoxin oder Pikrokarmine gute Kerntinktionen erhalten. Die Fig. 7 zeigt ein Stück einer *Sphaeroplea*-Zelle mit 3 Plasmaringen und den darin enthaltenen Kernen.<sup>1)</sup> Auf den Plasmaring kommen 1—4 Kerne, im Durchschnitt 2. Die Zahl der Plasmaringe schwankt etwa zwischen 9—30 in der Zelle, im Durchschnitt sind es meist 20; damit schwankt auch die Zahl der Kerne zwischen 18—60 pro Zelle und sind es durchschnittlich bei 40. Ich habe auch das Verhalten der Kerne zu den Sexualzellen beachtet und finde meine Resultate mit den von Schmitz für Thallophyten gewonnenen übereinstimmend.

In den weiblichen Zellen ist je ein Kern das Centrum, um den sich eine Plasmapartie zur Bildung einer Oosphaere gruppirt (Fig. 8 a). Die Anzahl der Eier in einer Zelle schwankt deshalb nach Zählungen zwischen denselben Werthen wie jene der Zellkerne. Auch in dem befruchteten, mit Membran umgebenen (Fig. 8 b) ist der Zellkern leicht sichtbar zu machen; wie es sich in den mit faltigem Exospor umkleideten Dauersporen mit ihm verhält, gelang mir nicht nachzuweisen, doch ist zu erwarten, dass dieser ein Kern bis zum Zeitpunkt der Schwärmsporenbildung persistirt.

Es wird schon von Cohn erwähnt, dass die Grösse der Dauersporen ziemlichen Schwankungen unterliegt und der Durchmesser von einem Mittelwerthe von 0,021 mm, in gewissen als Ausnahme erscheinenden Fällen, bis auf 0,054 mm, ja bis auf 0,181 mm steigen kann. Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass mit der grossen Menge von Proto-

1) Herr Rauwenhoff sagt zwar in seiner citirten Mittheilung: „In den Zellen von *Sphaeroplea* werden keine Zellkerne, dagegen viele Chromatophoren mit Amylumkugeln gefunden.“ Meine obigen Sätze stehen mit dem also in Widerspruch. Doch glaube ich meiner Deutung sicher zu sein. Es wird allerdings in manchen Fällen Schwierigkeit bieten, die Pyrenoide der Chromatophoren von den kleineren Zellkernen vielkerniger Zellen zu unterscheiden; ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden liegt eben nur darin, dass das Pyrenoid aus einem Chromatinkorn allein besteht, während beim Zellkern dieses erst dem Nucleus eingebettet liegt. Diese beiden Theile, Nucleus und Nucleolus, glaube ich nun öfter deutlich unterschieden zu haben. Auch sind meine Kerne nicht die Centra von Amylumherden; solche scheinen aber auch bei *Sphaeroplea* wohl zu existiren, obwohl ich auf sie wie auf die Chromatophoren nicht besonders achtete. (Die Schmitz'sche Arbeit „Die Chromatophoren der Algen“ war im Vorjahre, als ich diese Untersuchungen anstellte, noch nicht erschienen.) Bei Anwendung von Chlorzinkjod erscheinen die Amylumherde einfach als blaue Kugeln, weil die Stärkehülle ja auch in Form einer Hohlkugel um das Pyrenoid angeordnet ist. An mit Pikrinsäure gehärteten und gefärbten Präparaten hebt sich auch das durch Lichtbrechung verschiedene Pyrenoid ziemlich gut ab. Die Stärkehülle um dasselbe erscheint bei der mir zur Verfügung gestandenen stärksten Vergrösserung (Zeiss, Imm. 2), meist noch als homogener Kreis, nur manchmal bietet sie den Eindruck, als sei sie aus einzelnen, eng aneinanderliegenden Körnchen gebildet. —

plasma die zur Bildung solcher „Monstresporen“ verwendet wird, auch mehrere Kerne eintreten. Ich habe solche Riesensporen auf ihre Kerne nicht geprüft — als Regel kann immerhin die Einkernigkeit der *Sphaeroplea*-Eizellen gelten.

Auch bei der Bildung der Spermatozoiden sind die Kerne jedenfalls wesentlich betheilig. Jeder Plasmaring einer männlichen Zelle wird zur Bildungsstätte für ein Heer von Spermatozoiden; alle diese Bildungsstätten bleiben bis zum Beginn des Schwärmens der Spermatozoen und auch dann noch kurze Zeit, durch die Vacuolen, welche sonst die gewöhnlichen Plasmaringe trennen, von einander gesondert. Je ein Plasmaring mit seinen (durchschnittlich 2) Zellkernen stellt also das ursprüngliche Bildungsmaterial für eine grosse Zahl — bis hundert — Spermatozoiden dar.

Ich habe zwar zum genauen Verfolgen der Spermatozoenbildung nicht die nöthige Musse gehabt, immerhin scheinen einige beobachtete, entwicklungsgeschichtliche Stadien dafür zu sprechen, dass sie von einer grossen und raschen Vermehrung der Zellkerne begleitet sei, so dass schliesslich jedes Spermatozoid Kernsubstanz enthält. Da die Spermatozoenbildung nicht stets in allen Plasmaringen einer Zelle gleichzeitig eingeleitet wird, kann man neben vorgeschrittenen Bildungsstadien (die über den Charakter der Zelle als einer männlichen keinen Zweifel mehr zulassen) auch solche, welche die ersten im Plasmaring eintretenden Veränderungen zeigen, erhalten.

Derartige Stufen sind in Fig. 11 dargestellt. Fig. 11a war die einer Scheidewand nächste Plasmaportion; sie bildete hier keinen Ring, sondern einen kleinen Klumpen, in dem 4 Kerne durch Tinktion hervortraten. Die nächste Plasmaportion (Fig. 11b) war in Ringform angeordnet, durch leichten Druck aufs Deckgläschen erhielt ich sie in schiefer Ansicht, in der sie die Figur zeigt. Der Ring enthält hier 8 Kerne. Diese und ähnliche beobachtete Bildungsstadien sind nun mit dem Bilde, das vorgeschrittenere gewähren, in Combination zu ziehen. Denn man sieht dann (Fig. 10), wie die ganze Protoplasma-masse der Ringe von Körperchen erfüllt ist, die das Hämatëin-Ammoniak, in der charakteristischen Weise wie es Zellkerne thun, aufgenommen haben. Jedes solche tingirte, in einer feinkörnigen Protoplasma-masse eingebettete Körperchen, wird zu einem Spermatozoid. Dem entsprechend zeichnet sich auch das formvollendete, fertige Spermatozoid durch ein hervorragendes Aufspeicherungsvermögen für Farbstoffe aus, wie es gelungene Präparate, die durch Fixirung mit 1 procentiger Osmiumsäure und nachheriger Tinction gewonnen wurden, deutlich zeigen.

Der Gestalt und Structur nach weichen übrigens die von mir beobachteten Spermatozoiden nicht unwesentlich von den durch Colin abgebildeten ab. So erschien das cilientragende Ende nie so lang, hals-

artig ausgezogen, wie es die Cohn'sche Abbildung zeigt; auch ist dieses Vorderende der Tinktion ebenso zugänglich wie das hintere, wohl aber markirt sich, sowohl an tingirten als an untingirten Präparaten, eine helle, farblose Partie, in Form eines Kragens, etwa nach dem ersten Drittel vom Kopfende des Spermatozoids aus (Fig. 9). Uebrigens herrschen zwischen den einzelnen Spermatozoiden kleine Form- und Grösseverschiedenheiten, wie solches aus unserer Figur unmittelbar hervorgeht<sup>1)</sup>.

Ich habe früher betont, dass das Verhalten der Zellkerne der *Sphaeropezellen* während und bei der Bildung der Sexualzellen, mit den Angaben von Schmitz über die Rolle der Zellkerne bei der Entstehung der Sexualzellen anderer Thallophyten harmonire. Ich will diesfalls auf einige von Schmitz angeführte Fälle hinweisen.

Schmitz weist nach, dass die Sexualzellen aller Algen und Pilze Kerne enthalten. Er sagt ferner<sup>2)</sup>: „In Pflanzen mit vielkernigen vegetativen Zellen sind dabei die Fortpflanzungszellen einkernig,“ womit wieder die Beobachtungen bei *Sphaeropelea* stimmen. Nach Schmitz machen nur die jungen Oogonien der Coeloblasten (*Vaucheria*, *Saprolegnia*) eine Ausnahme, sie enthalten viele kleine Kerne. Merkwürdiger Weise enthält aber auch hier die befruchtete Eizelle nur einen Kern, der durch Verschmelzung der vielen des Oogoniums resultirt<sup>3)</sup>. Und was eine ähnlich rasche Kernvermehrung, wie sie bei der Bildung der Spermatozoen von *Sphaeropelea* eintreten muss, betrifft, so giebt es unter den Thallophyten mehrfach analoge Fälle. Schmitz<sup>4)</sup> erwähnt z. B. dieses Vorganges bei der Sporenbildung von *Phyllosiphon*. „Vor der Sporenbildung vermehren sich diese Zellkerne sehr reichlich und alsdann zertheilt sich der Protoplasmakörper in zahllose kleine längliche Körperchen, die Sporen, die je einen einzelnen Zellkern enthalten.“

Ueber den Befruchtungsvorgang kann ich nichts Neues hinzufügen. Das reizende Spiel der durch die Zellwandöffnungen aus- und einschlüpfenden Spermatozoen, ihre Tänze um die Eizellen, die passiven Rotationen<sup>5)</sup> dieser hat Cohn vorzüglich geschildert. Für die Frage,

1) In Uebereinstimmung mit Schmitz' Angabe (Chromatophoren der Algen, pag. 123 und fl.), dass in den männlichen Sexualzellen die Abgrenzung der Chromatophoren oder diese selbst verloren gingen, besitzen ohne Zweifel auch die Spermatozoiden von *Sphaeropelea* keine Chromatophoren.

2) l. c. pag. 187.

3) Ein ähnlicher Vorgang wäre vielleicht bei den grossen „Monstresporen“ der *Sphaeropelea* zu constatiren.

4) l. c. pag. 194.

5) Rotationen befruchteter oder unbefruchteter Eizellen werden öfter (besonders bei Aquarium-Kultur) auch durch eine schmale, farblos erscheinende *Oscillaria* hervorgerufen; wenn die Bewegung durch einen einzelnen *Oscillaria*-faden verursacht wird und die Sporen dicht stehen, ist der Bewegungserreger leicht zu übersehen, und die Erscheinung erhält dann etwas Verblüffendes. Dasselbe Schauspiel bot sich

wie die Aufnahme der Spermatozoiden-Substanz in die der Eizelle vor sich geht, welche sicher einer weiteren Aufklärung zuführbar wäre, habe ich leider keine Beobachtungen gemacht<sup>1)</sup>.

### Keimung der Dauersporen.

Wir wenden uns nun den, an Culturen aus vorjährigen Dauersporen, heuer gewonnenen Resultaten und den dabei in Betracht gezogenen Fragen zu.

*Sphaeroplea*-Dauersporen wurden auch im Dunkelschrank zur Keimung ausgesetzt. Wir wissen durch Borodin<sup>2)</sup>, dass die Sporen vieler Farne und die von *Polytrichum* im Dunkeln nicht keimen; ein gleiches durch Leitgeb<sup>3)</sup> auch von den Sporen der Lebermoosgattungen *Preissia* und *Duwallia*. Ueber den Einfluss der Beleuchtung auf Dauersporen von Algen liegen, meines Wissens, bisher keine Beobachtung vor, weshalb mir ein Versuch mit *Sphaeroplea* in dieser Beziehung nicht uninteressant erschien.

Die *Sphaeroplea*-Sporen keimten auch im Dunkeln völlig normal, d. h. sie bildeten die Schwärmsporen und diese wuchsen zu Keimlingen heran. Diese Sporen verhalten sich also so wie die Sporen von *Equisetum* (nach Sadebeck); aber so wie bei diesen die Entwicklung des Prothalliums ohne Licht nicht stattfindet, ebenso entwickeln sich auch die, aus im Dunkeln gebildeten Schwärmsporen, entstandenen Keimlinge ohne Licht nur wenig und ist baldiges Zugrundegehen ihr Loos. Ich werde später auf die Vermehrungsweise des einen Kerns, den jeder Schwärmer, und zunächst jeder Keimling besitzt, eingehen; hier sei nur erwähnt, dass bei Dunkelcultur die Kerntheilung nur einmal erfolgt und alle Keimlinge auf einer zweikernigen Entwicklungsstufe verbleiben.

Das Zurückbleiben der Keimlinge bei Dunkelcultur mögen folgende

---

offenbar auch Cienkowski, indem er l. c. schreibt: „Zwischen den jungen noch glatten Sporen bemerkt man oft lange Spiralfäden, welche durch leise Bewegung den Sporen schwache Oscillationen mittheilen. Ich habe einen ganzen Knäuel solcher sehr langer Fäden in unverletzten Gliedern beobachtet, konnte aber über ihre Entwicklung und ihre Bedeutung nichts ermitteln.“ Ueber die Frage, wie das Eindringen der *Oscillaria* geschieht, sind wohl heute keine Aufklärungen mehr nöthig.

1) l. c. sagt Rauwenhoff, dass auch eine parthenogenetische Entwicklung unbefruchtet bleibender Oosphären wahrscheinlich sei. Ich habe nichts gefunden, was auf eine solche Parthenogenese hindeuten würde. Hingegen habe auch ich einzellige Pflänzchen beobachtet, die sich zur Bildung von Geschlechtszellen anschickten. Auf solche Weise entstehende Diöcie ist übrigens nur das Produkt sehr ungünstiger Vegetationsbedingungen, bei denen schon sozusagen die Keimlinge möglichst rasch zur Bildung der Geschlechtszellen hinstreben. Die ganze Erscheinung ist dem „Nanismus“ Phanerogamer Pflanzen analog, nur dass dieser hier noch mit diöcischer Ausbildung verknüpft sein kann.

2) Bullet. d. l'Acad. de St. Pétersbourg 1862, Bd. 13 pag. 432.

3) „Die Keimung der Lebermoossporen, in ihrer Beziehung zum Lichte“. Berichte der Wiener Akad. 1876.

Angaben aus dem angestellten Versuche illustriren. Die Cultur wurde am 26. IV. bei 14° R. angesetzt, nach 36 Stunden fanden sich schon reichlich Keimlinge, die das normale Aussehen im Lichte entstandener boten. Die Cultur wurde in den Dunkelschrank zurückgestellt, nur eine Probe davon wurde auf einem Objektträger unter Deckglas in einer Feuchtkammer ans Licht gesetzt.

Am 30. IV. waren die Keimlinge in der Dunkelcultur noch ganz normal mit grünem Protoplasma erfüllt, doch waren sie nicht gewachsen, während jene Keimlinge, welche am 28. der Dunkelcultur entnommen und unter Deckglas am Lichte cultivirt wurden, sämmtlich mehr als die doppelte Länge der grössten aus der Dunkelcultur erreicht hatten. Am 1. V. wurde dann die Hälfte der Dunkelcultur in einer Schale an einem Südfenster ans Licht gebracht — die andere Hälfte verblieb im Dunkelschrank.

Am 3. V. wurden die Keimlinge beider Culturen verglichen. Jene der Dunkelcultur waren im Durchschnitt 0,36 mm lang, während jene, die am 1. V. ans Licht gesetzt worden waren, eine durchschnittliche Länge von 0,79 mm erreicht hatten; in 2 Tagen hatten also die ans Licht gesetzten Keimlinge jene der Dunkelcultur um mehr als das Doppelte im Wachsthum überholt. Die Keimlinge der Dunkelcultur hatten aber schon am 30. IV. eine Durchschnittslänge von 0,36 mm, woraus hervorgeht, dass sie in der Zeit bis zum 3. V. in der That nicht weiter gewachsen sind. Auch am 9. V. zeigten diese Keimlinge noch die gleiche Grösse, während jene die am 1. V. ans Licht gesetzt worden waren, schon bei 6 mm lange Fäden bildeten und mehrere Theilungen besaßen.

Die Fähigkeit der *Sphaeroplea*-Sporen im Dunkeln zu keimen, mag in der vom Lichte nicht abhängigen Wirkung des in ihnen die Reactivirung der Reservestoffe bewirkenden Fermentes liegen<sup>1)</sup>. Wie schon erwähnt, sind aber auch die im Dunkeln entstehenden Schwärmer und ersten Stadien des Keimlings vollkommen normal und enthalten wie die am Lichte keimenden Chlorophyll. Die Thatsache, dass die Chlorophyllbildung hier auch im Dunkeln erfolgt, drängt uns zur Annahme, dass in dem röthlichen, öligen Inhalt der Dauersporen der Chlorophyllfarbstoff schon in irgend einer Modification (vielleicht in einer feinen Durchmischung mit dem rothen Oele, Haematochrom Cohn's) vorhanden ist, die zur Ueberführung in Chlorophyll (oder Sonderung des letzteren) eines vom Lichte unabhängigen Impulses bedarf. Die enge Beziehung des Haematochroms zum Chlorophyll hat auch Cohn hervorgehoben und auch

---

1) Bekanntlich fasst Sachs (Vorlesungen über Experimentalphysiologie pag. 425) die Ruheperioden, mögen es nun Sporen oder ruhende Knospen sein, so auf, dass es sich dabei wahrscheinlich um die langsame Bildung eines Fermentes handle, welches die Reactivirung der Reservestoffe vorzunehmen vernag.

betont, dass die Dauersporen in concentrirter  $H_2SO_4$  eine blaugrüne Färbung annehmen, welche Reaction die Schwefelsäure auch auf das Chlorophyll ausübt.

Dieses Verhältniss tritt auch aus dem Processe, wie er sich in einer Richtung in den reifenden Dauersporen und in der entgegengesetzten vor der Keimung und Bildung der Schwärmsporen abspielt, scharf hervor.

Was nun das Zurückbleiben der im Dunkeln cultivirten Keimlinge im Wachsthum betrifft, so resultirt dieses offenbar vor allem aus dem Mangel von Assimilation und dem raschen Verbrauch des dem Schwärmer aus der Dauerspore überkommenen plastischen Stoffvorrathes. Dies zeigte ein einfacher Vergleich der Inhaltsbeschaffenheit, einerseits der Keimlinge der Dunkelcultur und andererseits jener, welche dieser entnommen, 2 Tage am Licht gestanden waren.

Nachdem die Frage entschieden war, dass die *Sphaeroplea*-Sporen auch im Dunkeln keimen, war a priori auf einen bedeutenderen Einfluss des Lichtes, nach seiner Zusammensetzung aus Strahlen verschiedener Brechbarkeit, wie er von Borodin auf die Keimung der Farnsporen nachgewiesen worden ist, nicht zu denken. In der That keimten die in Blechkästen mit seitlich einfallendem rothem (Rubinglasscheibe) oder blauem (Cobaltglasscheibe) Licht, angesetzten Dauersporen; in beiden waren nach 15 Stunden schon ziemlich viele Keimlinge vorhanden.

Diese Culturen waren zu dem Zwecke angestellt, um auch den Einfluss des rothen und des blauen Lichtes auf das Wachsthum zu prüfen. Nach, mit verstärkter *Spirogyra*, vorgenommenen Versuchen waren, in Bezug auf Assimilation, die durch die rothe Scheibe durchgelassenen Strahlen jenen gegenüber, welche durch die blaue gehen mussten, in ihrer Wirksamkeit wesentlich gleich. Der Versuch kann, ob ungünstiger Vegetationsbedingungen, welche die Culturen bald eingehen liessen, zwar nicht als entscheidend angesehen werden, immerhin scheinen aber die gleich anfangs gefundenen Werthe deutlich im Sinne der Resultate der anderen Forscher (Sachs, G. Kraus, Brefeld, Vines) zu sprechen, dass die Strahlen der blauen Spectralhälfte die für das Wachsthum wirksameren sind. Denn die Keimlinge im, hinter der rothen Scheibe stehenden Culturegefäss hatten nach 7 Tagen eine durchschnittliche Länge von 0,172 mm erreicht, während die hinter der blauen Scheibe schon eine Länge von 0,25 mm zeigten.

### Bildung und Austritt der Schwärmsporen.

Da Cohn den Austritt der *Sphaeroplea*-Schwärmsporen nicht beobachtet hatte, richtete ich auch auf diesen Punkt mein Augenmerk und trachtete nebstbei die Vorgänge der Schwärmsporenbildung zu verfolgen. Das letztere ist eine schwierige Aufgabe. Hindernd tritt uns vor allem das röthliche Oel, welches in grösseren oder kleineren Ballen den

ganzen Innenraum der reifen Sporen erfüllt, entgegen<sup>1)</sup>. So deutliche Theilungszustände der Inhaltsmasse der Dauerspore, wie sie Cohn in Fig. 1 (b, c, d) giebt, habe ich nie gesehen. Wohl kommen ähnliche Bilder, oft schon im Jahre in dem die Dauersporen gebildet wurden, durch die Gruppierung der Oelmassen in wenige grössere oder zahlreichere kleinere Ballen zu Stande, aber dieser Vorgang hat mit der Schwärmsporenbildung nichts gemein.

Das Wenige, was ich über die Schwärmsporenbildung weiss, möchte ich nun im Folgenden zusammenfassen. Die Vorbereitung dazu wird wesentlich durch die Veränderung der Färbung der Dauersporen, und damit in der Substanz- und Formänderung ihres Inhaltes bemerkbar. Die immer ziemlich grossen Oelkugeln werden in viele kleinere zertheilt, gleichzeitig wohl auch im Ganzen vermindert, während andererseits Chlorophyll in den Sporen sichtbar wird. Die mennigrothe Farbe der Dauersporen bekommt dabei einen grünlichen Schimmer (erst später scheinen auch grüne Körner aufzutreten). Man findet nun Dauersporen solcher Färbung, in welchen, nicht scharf gegebene, Grenzlinien Plasmapartien von einander zu scheiden scheinen, wie etwa bei *a* in Fig. 12; deutlich aber ist die Bildung der Schwärmsporen erst dann erkennbar, wenn sie in der Mutterzelle sich zu bewegen beginnen. Auch dann ist die Begrenzung der einzelnen und die Zahl der vorhandenen nicht immer leicht zu bestimmen.

Die Zahl der aus je einer Dauerspore hervorgehenden Schwärmer ist, wie schon Cohn bemerkt, schwankend, doch sah ich nie über 4. Einen sicheren Fall mit 2 Schwärmern giebt Fig. 12 bei *b*; als die Schwärmer sich in der Spore zu bewegen begannen, war es leicht zu constatiren, dass nur 2 Schwärmer die Spore erfüllten. Auch kommt es vor, dass ein einziger Schwärmer den Raum einer Spore erfüllt, also wohl aus dem gesammten Inhalt einer Spore hervorgeht.

Diese Beobachtungen sind an einem Material gemacht, welches die Dauersporen noch in den *Sphaeropleazellen* eingeschlossen enthält, indem es bald nach dem Eintrocknen der Fäden aus dem Freien genommen und an einem trockenen Orte aufbewahrt wurde. Ein grosser Theil der Dauersporen ist offenbar in Folge dieser Behandlung, nicht zur vollen Reife gelangt und kommt so nicht zur Schwärmsporenbildung. Andererseits keimen doch etliche und da in der Regel solche, eine ganze Reihe bildend, nebeneinander liegen, oft eine ganze *Sphaeropleazelle* umfassen, hat man gleich eine Serie von Bildungsstufen nebeneinander. Der Umstand, dass sich die Stufen der Schwärmsporenbildung wenig scharf sondern, geht daraus hervor, dass man von einer Abgrenzung

1) Die Extraction desselben (um etwa den Zeitpunkt der Entstehung der Kerne für die einzelnen Schwärmsporen, aus dem ursprünglich einem Kern der Dauerspore zu erfahren) ist geradezu nicht durchführbar. Einmonatliches Liegen der Sporen in Aether hatte noch zu keinem Erfolg geführt.

von Plasmapartien in dem Inhalte einer Spore (die etwa neben einer, die bereits ausgebildete Schwärmsporen enthielt, lag), vor kurzem nichts oder nur undeutliche Conturen sah, während doch auch in ihr sich bald Schwärmer drängend herumbewegen.

Andererseits ist dieses fädige Material zur Beobachtung des Austrittes der Schwärmsporen nicht besonders geeignet. Bei dem engen Raum, der in den Zellfäden zwischen den Sporen übrig bleibt, ist es schwer zu verfolgen, wie die Schwärmsporen aus der Mutterzelle hervortreten, und selbst die ausgeschlüpften gelangen nicht weit, ja oft finden sie nicht einmal Raum genug, die Spore zu verlassen. um, wie es gewöhnlich geschieht, in die zwischen den einzelnen Sporen befindlichen Zwischenräume und Winkel zu gelangen. Doch erzielt man bei etwas Ausdauer ein Resultat durch feines Zerschneiden des „fädigen“ Materials, an Kulturen, die im feuchten Raum unter Deckglas ange stellt werden. An Sporen, die an der Schnittfläche eines Fadens liegen, oder, herausgefallen, ganz frei liegen, kann dann der Austritt der Schwärmer ins umgebende Wasser verfolgt werden.

In allen Fällen, wo ich Schwärmer in den Sporen sah, war das faltige Exospor noch vorhanden<sup>1)</sup>,

Von besonderem Interesse ist es zu beobachten, welche Formänderungen die Schwärmer, welche in den Fäden zwischen die Sporen ausgetreten sind, vollführen. In aller möglichen Weise suchen sie sich einen Ausweg zu schaffen, doch wohl beinahe ausnahmslos ohne Erfolg, der Durchmesser der Dauersporen ist im Verhältniss zu dem des Fadenquerschnittes zu gross, um den Schwärmern ein Durchzwängen zu gestatten, obgleich diese von der Gestalt eines kugligen Klümchens zu der eines Wurmes, die gegenüber dem Durchmesser der früheren Kugelgestalt die 2—3fache Länge besitzt, sich umzugestalten vermögen. Oft nehmen die Schwärmer die sonderbarsten Formen, ganz angepasst dem Raume, den sie eben finden, an.

Es scheint mir ferner ziemlich sicher zu sein, dass die Vertheilung der röthlichen, öligen Substanz im Schwärmer doch keine unbestimmte ist, wie es Cohn annimmt. Immer fand ich sie an einem Ende vorzugsweise gesammelt, das als vorderes bezeichnet werden kann (vgl. Fig. 12). In der Regel ist dieses auch bedeutend schmaler ausgezogen und an seiner Spitze findet sich immer ein heller Fleck<sup>2)</sup>. In diesem

---

1) Cohn giebt an, die Schwärmsporenbildung öfter auch an Sporen, welche ihr faltiges Exospor abgeworfen hatten, beobachtet zu haben. Seine Abbildungen der Theilungsvorgänge in der Dauerspore sind auch sämmtlich solchen Exosporfreien Dauersporen entnommen.

2) Wie es an mit Jod getödteten freien Schwärmern ersichtlich, ist dies der Ort der Insertion zweier äusserst zarter Flimmerfäden. — Das Sichtbarmachen dieser gelang mir schwer, während die Flimmerfäden der soviel kleineren Spermatozoiden leicht zu erkennen sind.

Vorderende liegt augenscheinlich das Maximum an Bewegungsenergie. Dieses ist der grössten Verschmälerung fähig, alle Versuche sich irgendwo einzuzwängen gehen von ihm aus und wird auch das Hinterende, wie später zu beschreiben sein wird, sehr energisch bewegt. so scheint doch diese Bewegung von dem röthlich gefärbten Theile auszugehen.

Diese Beobachtungen führten mich unwillkürlich zu dem Gedanken, dass die röthlichen, öligen Massen den Energiequell für alle Bewegungsäusserungen bilden möchten und da das Oel eine stark oxydable Substanz ist, erscheint die Idee vielleicht nicht ganz unberechtigt.

Den Austritt der Schwärmsporen konnte ich einmal genau verfolgen; eine eingehendere Schilderung desselben dürfte berechtigt sein.

An einem Stücke eines *Sphaeroleafadens* war eine Zelle so abgeschnitten, dass eine Spore in dem Faden noch völlig geborgen lag, während eine vordere nur mehr zur Hälfte darin steckte. Beide Sporen waren zur Schwärmsporenbildung geschritten; die innere zuerst, ihre Schwärmer waren ausgekrochen und in den engen Raum zwischen der Hülle ihrer Mutterzelle und der vorderen Spore gelangt, wo sie ziemlich enge aneinander gepresst lagen und nur geringe Bewegungen ausführen konnten (Fig. 12, c).

Zu gleicher Zeit war auch in der vorderen Spore die Bildung der Schwärmer vor sich gegangen; Zuckungen im Innern der Spore verriethen dies, die Zahl der gebildeten Schwärmer konnte aber vorläufig nicht festgestellt werden. Endlich wurde an der freiliegenden Seite der Dauerspore ein kleines, helles, protoplasmaarmes und sich langsam vorschiebendes Stück eines Schwärmers sichtbar, das offenbar nur mit Schwierigkeit durch eine zu enge Oeffnung durchgezängt wurde. Nach und nach kam mehr zum Vorschein, der heraussen befindliche Theil wurde mit Protoplasma erfüllt und nach  $\frac{3}{4}$  Stunden war der erste Schwärmer in Freiheit.

Die Bewegung während des Austrittes bot den Eindruck, als ob sie durch das Stemmen eines im Innern thätigen Theiles zu Stande käme. Das zunächst vorgetretene Ende war das hintere. Kaum im Freien, blieb der Schwärmer träge an Ort und Stelle liegen und rundeten sich zur Kugel ab. Er erschien ganz entkräftet, nur hie und da waren Zuckungen an ihm bemerkbar. Was schliesslich aus ihm geschah, weiss ich nicht, da er, bei Zufuhr eines Wassertropfens unter das Deckglas, weggeschwemmt wurde.

Unmittelbar nach dem Austritt dieses Schwärmers wurde ein zweiter an der Austrittsstelle bemerkbar, der nun rasch hervortrat. Wieder schritt das hintere Ende voran, zunächst wurde es bohrend bewegt, nachdem aber ein ziemliches Stück aus der Spore vorgeschoben war, wurde die Bewegung sehr energisch und eigenthümlich. Der Schwärmer hatte nun die Gestalt einer Keule; das hintere, breite Ende war bereits im Freien, das schmälere, vordere noch in der Spore. Das

dickere Ende wurde nun äusserst rasch von rechts nach links und dann im umgekehrten Sinne gedreht. Dies wiederholte sich einigemal. Die Bewegung schien wieder im Vorderende ihren Sitz zu haben, sie war vergleichbar der einer Keule, die, am schmalen Ende von einer Hand gefasst, zunächst nach einer und dann nach entgegengesetzter Richtung so geschwungen wird, dass die Keule im Kreisen die Mantelfläche eines Kegels beschreibt. — So hatte sich der Schwärmer in 4—5 Minuten die Freiheit gewonnen und schwärmte rasch, das vordere, rothe Ende voran, davon.

In der Dauerspore verblieben noch zwei Plasmaportionen, von denen die eine bald in eine krümelige Masse zerfiel, während die andere nach einiger Zeit die Schwärmbewegung aufnahm. Zunächst suchte der Schwärmer die Austrittsspalte, (die immer erst während des Austrittes bemerkbar wurde) fand sie endlich und hatte sich unter vieler Mühe in  $\frac{1}{4}$  Stunde durchgebohrt. Seine Bewegungen hierbei waren nicht so lebhaft wie die seines Vorgängers, doch immerhin intensiv. Dass wirklich drehend-bohrende Bewegungen erfolgen, konnte beim Austritt des Schwärmers direkt constatirt werden, da sein schmäleres, zuletzt in's Freie gelangtes Vorderende eine korkzieherartige Windung erhalten hatte, die nach dem Austritt nicht, wenigstens nicht gleich anfänglich, ausgeglichen werden konnte. In Folge dessen bot der Schwärmer während der, die fortschreitende Bewegung begleitenden Rotation um die eigene Achse, bald eine dünnere bald eine breitere Seite des Vorderendes dem Beschauer.

Nun fanden auch die Schwärmer der rückwärtigen Spore, Gelegenheit auszutreten. Dabei beobachtete ich wieder, dass einer der Schwärmer, bevor er in's Freie gelangen konnte, in eine krümelige Masse zerfiel. Es mag dies einer Erschöpfung der Kräfte während der langwierigen Versuche in's Freie zu gelangen, zuzuschreiben sein<sup>1</sup>).

An einem anderen Schwärmer interessirte mich die Beobachtung, dass seine Gestalt nicht mehr jener Formveränderungen fähig war, die anfänglich dem Schwärmer in so bedeutendem Grade zukommt. Allerdings waren seit dem Beginn der Beobachtung, und da waren diese Schwärmer schon ausserhalb der Mutterzelle, auch drei volle Stunden vergangen<sup>2</sup>).

---

1) Cohn erwähnt pag. 5: „Häufig findet man die leeren Membranen (Dauersporen), in denen höchstens ein Rest unverbrauchten Inhalts zurückblieb. Es erscheint nach obigem fraglich, ob dies bei der Sporenbildung unverbrauchte Protoplastmaresten oder solche, die vom Zerfall bereits gebildeter Schwärmsporen herühren, sind.

2) Ein Auswachsen der *Sphaeroplea*sporen innerhalb der *Sphaeroplea*zellen habe ich nur einmal beobachtet. Interessant war dabei die sich geltend machende Einwirkung des begrenzten Raumes auf die Gestalt der Keimlinge. Drei von viereen konnten ihre normalen haarspitzartigen Enden nicht ausbilden, nur kleine Zäpfchen

### Kernvermehrung im Keimling; Auftreten der ersten Theilungswand.

Ich habe schon früher erwähnt, dass die befruchtete Eizelle einen Zellkern enthält und dass auch jede Schwärmspore und der Keimling, im ersten Jugendstadium, je einen Kern besitzen. Der eine Kern der Dauerspore muss sonach zur Bildung der Kerne der Schwärmsporen sich theilen. Den Zeitpunkt wann dies geschieht konnte ich nicht feststellen, wahrscheinlich fallen wohl Kerntheilung und Schwärmsporenbildung zusammen.

Der junge, einkernige Keimling (Fig. 14a) bleibt nur kurze Zeit auf dieser Stufe; mit seinem Wachstum schreitet die Vermehrung der Zellkerne gleichzeitig vor. So durchläuft er zunächst die in den Figuren 14(a—d) enthaltenen Stufen mit 2, 4 und 8 Kernen. Es ist offenbar, dass der primäre Kern sich in zwei theilt und, dass die jeweilig vorhandenen Kerne nach bestimmten Intervallen denselben Vorgang wiederholen. Dabei treten, wenigstens anfänglich, die vorhandenen Kerne gleichzeitig die Theilung an, weshalb die Keimlinge nach Ueberschreitung des einkernigen Zustandes immer eine gerade Anzahl von Zellkernen besitzen, also 2, 4 oder 8<sup>1</sup>).

Ob diese Regelmässigkeit noch längere Zeit andauert ist fraglich, denn mit der Vergrösserung der Zellen wird es auch schwieriger die Kernzählungen sicher durchzuführen. 16 kernige Keimlinge konnte ich noch wiederholt beobachten, indessen scheint es mir, dass dauernd die gleichzeitige Theilung aller Kerne nicht gilt, dass bald ein oder der andere Kern, während die übrigen Kerne sich theilen, seinerseits ungetheilt bleibt. Jedenfalls würde das Gesetz, dass die *Sphaeropleazelle* eine gerade Anzahl von Kernen hat, nur bis zur eintretenden Gliederung in Zellen gelten.

---

waren als eine rudimentäre Andeutung derselben vorhanden. Dafür aber waren die Keimlinge bis unter diese Zäpfchen, in welche sie beinahe unvermittelt übergingen, relativ um so breiter. Einen der Keimlinge stellt Fig. 13 dar. Er zeigt die mehr oder minder unterdrückte Ausbildung der haarspitzenartigen Enden und überdies eine Gabelung an der einen Seite. Das Wachstumsbestreben und der in der Zelle herrschende Turgor haben offenbar gleich unter der am weiteren Wachstum verhinderten Spitze eine Ausstülpung getrieben, die beinahe das Ansehen des primären Endes selbst gewonnen hatte und so den Eindruck eines Dedoublements bietet.

1) Die Theilung der Zellkerne habe ich zwar nicht beobachtet, doch fand ich Stadien, in denen je 2 Kerne unmittelbar neben einander lagen, während später die Kerne in ungefähr gleichen Abständen von einander stehen; und zwar befinden sich solche nebeneinander liegende Kerne immer in Keimlingen, deren Kernzahl im Verhältniss zur Grösse des Keimlings gross erscheint. Dies, sowie die regelmässige, progressionsweise Zunahme der Kerne spricht dafür, dass die Kernvermehrung durch Kerntheilung erfolgt, wie dies ja auch allgemein gilt.

Bei der Zelltheilung sind die Kerne, wie dies Schmitz auch für andere vielkernige Thallophyten nachgewiesen hat, nicht betheilig.

Was das Auftreten der ersten Zelltheilung im Keimling anbelangt, so erfolgt diese ziemlich spät und zwar in der Regel um so später, je üppiger der Keimling. Keimlinge von 3,5 mm Länge besaßen meist noch keine Theilung. Der Ort, wo die erste Querwand auftritt, ist durchaus nicht bestimmt; sie kann nahe der Mitte stehen, aber auch dem einen Ende sehr genähert, so dass sie das eine Drittel der Gesamtlänge von den übrigen zweien theilt, und ich habe Fälle gesehen, wo die zweite Theilwand dann in dem kleineren der so vorhandenen Fadenabschnitte auftrat (Fig. 15 d). Bei ungünstigen Vegetationsbedingungen kann auch ein relativ kleiner Keimling schon mehrere Theilungen haben. So ist es bei dem Keimling *f* der Fig. 15, der in einer Recklinghausen'schen Kammer gezogen worden war. Die Fig. 15 soll das Schwankende im Auftreten der ersten Theilungswände des Keimlings veranschaulichen; die Keimlinge sind in den Linien in 10facher Längenvergrößerung dargestellt.

#### Varietätscharakter.

Am Schlusse sollen noch einige Merkmale unserer *Sphaeroplea*, die sie noch ausser der charakteristischen Querwand- und Balkenbildung von der *Sphaeroplea annulina* Ag. unterscheiden, hervorgehoben werden. Ein solches ist die weit hellere, hell mennigrothe Färbung der Dauersporen, die bei der Cohn'schen *Sph. annulina* zinnoberroth erscheint. Ferner giebt Cohn für die *Sphaeroplea annulina* an, dass zur Zeit da in den Zellen die eigenthümlichen Oeffnungen zum Aus- und Eintritte der Spermatozoiden entstehen, eine eigenthümliche Umänderung der Substanz der Zellwand sich geltend mache, der zufolge sie nicht mehr Cellulose-, sondern Amyloid-Reaction gebe, sich also mit Jod allein schon purpurroth oder violett färbe. Diese Reactionsänderung zeigten die Zellwandungen unserer *Sphaeroplea*, auch zur Zeit, da sie schon reife Dauersporen enthielt, nicht<sup>1</sup>).

Möglicherweise sind auch Unterschiede in der Gestalt der Spermatozoiden vorhanden (vergl. S. 439).

Alle diese Momente würden jedoch zur Begründung einer Varietät nicht ausreichen, wohl aber scheint die eigenthümliche Gestaltung der Querwände und die Neigung zur Bildung von Cellulosezapfen im Zusammenhang mit der damit verbundenen Art der vegetativen Vermehrung, eine auf dem Wege der Variation entstandene Eigenthümlichkeit zu sein, und wir sehen es daher für zweckmässig an, unsere

1) Uebrigens dürfte das Cohn'sche Reactionsresultat wohl darin seine Erklärung finden, dass eine ältere Jodauflösung benützt worden war, in der sich Jodwasserstoffsäure gebildet hatte, welche bekanntlich auf Cellulosemembranen wie ein Gemenge von Jod und Schwefelsäure einwirkt.

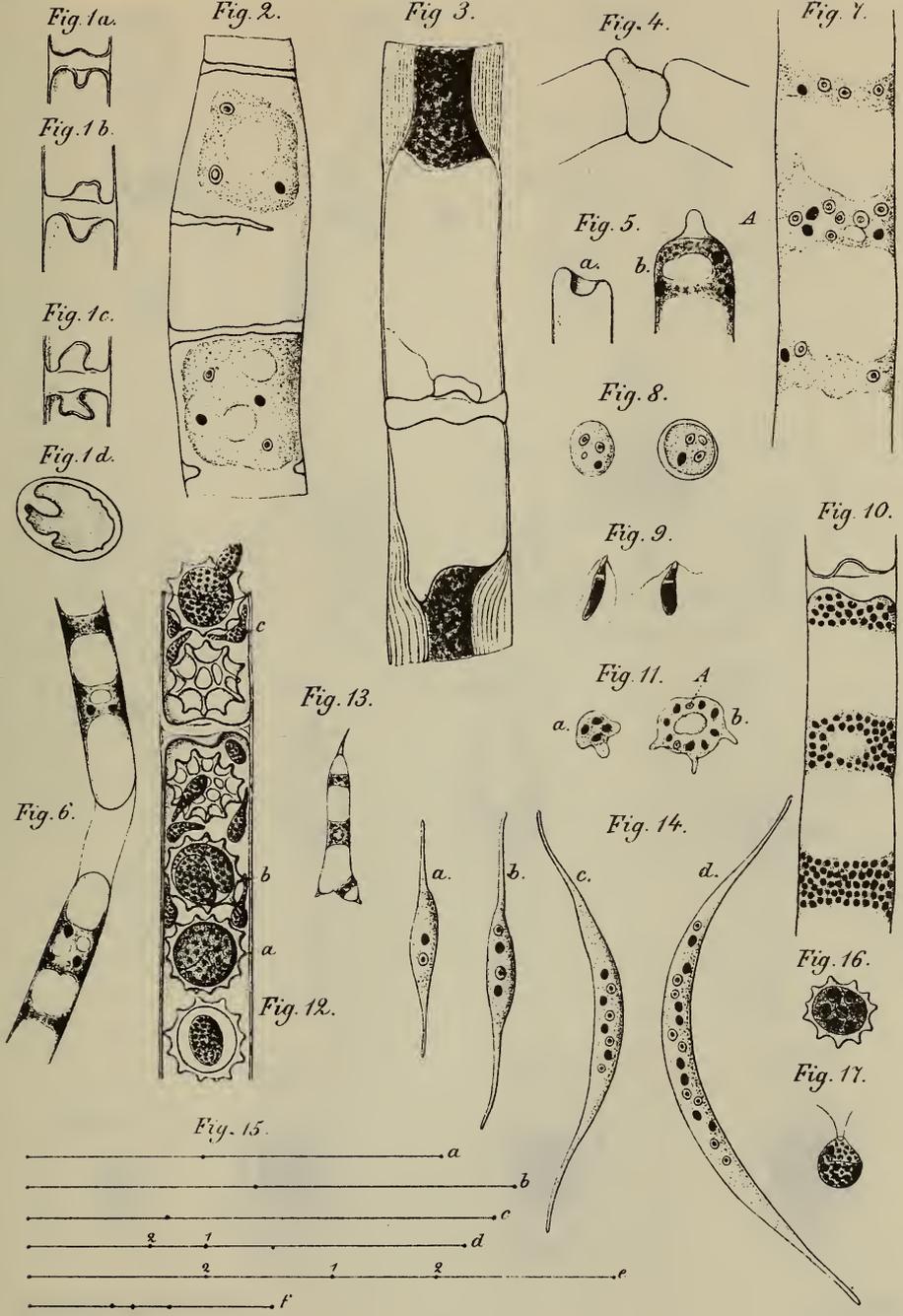
*Sphaeroplea* als *Sph. annulina* Ag. Var. *crassisepta* mihi, zu bezeichnen. Der Rabenhorst'schen<sup>1)</sup> Genus-Diagnose wäre die Varietäts-Diagnose beizufügen: Septis crassis, quorum in medio crebro coni vel colliculi prominent; saepius et aliis locis in cellula annuli, aut coni, aut striae cellulosaе materiae excrescunt. Fila facile articulatum dilabuntur, quo modo egregia vegetativa propagatio evenit.

### Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren wurden mit der Camera lucida entworfen.

- Fig. 1. (a—c.) Gestalt der Querwände und die ihnen aufsitzenden Zapfenbildungen (310), d eine auf dem Stadium eines Celluloserings verbliebene Zelltheilung von der Fläche gesehen (480).
- Fig. 2. Stück eines Zellfadens mit abnormer Ausbildung von Cellulose-Riefen und Zäpfchen (310).
- Fig. 3. Stück eines Zellfadens, mit an die Querwand beiderseits anschliessendem Cellulosepfropf. Die Längswände sind ob Behandlung mit Reagentien gequollen und zeigten schöne Schichtung (480).
- Fig. 4. Eine unvollständige Abgliederung von Fadenstücken an einer Theilungswand (480).
- Fig. 5 (a, b). Successive Stadien abgegliederter Fadenenden (310).
- Fig. 6. Stück eines Keimlings mit einer Bruchstelle; die Theile rechts und links von letzterer schliessen sich durch Membranbildung ab (310).
- Fig. 7. Stück eines *Sphaeroplea*fadens, welches die Anordnung des Zellinhaltes und die durch Haematoxylinfärbung hervortretenden Zellkerne zeigt. A = Amylumkugeln (480).
- Fig. 8. Unbefruchtete und befruchtete Oosphaeren mit tingirtem Zellkern (310).
- Fig. 9. Mit Hämatëin-Ammoniak gefärbte Spermatozoiden (620).
- Fig. 10. Zellfadenstück mit Spermatozoiden-Bildungsherden; Präparat tingirt mit Hämatëin-Ammoniak (310).
- Fig. 11. Beginn der Kernvermehrung in den Plasmaringen männlicher Zellen (310).
- Fig. 12. Stück eines *Sphaeroplea*fadens mit keimenden Dauersporen. Bei a undeutliche Abgrenzung der Plasmaportionen der einzelnen Schwärmer, bei b eine Dauerspore in welcher 2 Schwärmer gebildet wurden, bei c, Austritt des ersten Schwärmers der vorderen Spore — die Schwärmer der rückwärtigen sind bereits in die Zwischenräume im Zellfaden ausgetreten (480).
- Fig. 13. Innerhalb des Zellfadens ausgewachsener Keimling mit, ob der Raum-Beschränkung, monströser Ausbildung (220).
- Fig. 14 (a—d). Keimlinge, auf einander folgender Altersstufen, welche die successive, progressionsweise Zellkernvermehrung zeigen (310).
- Fig. 15. Schematische Darstellung des Auftretens der ersten Theilungswände im Keimling. Die Keimlinge sind durch die Linien in 10facher Längenvergrößerung gegeben
- Fig. 16. Reife Dauerspore (310).
- Fig. 17. Schwärmspore (480).

1) Flora Europaea Algarum, Sectio III., Lipsiae 1868 pag, 318.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Heinricher Emil

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Algengattung Sphaeroplea. 433-450](#)