© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen

von

Dr. Ferdinand Cohn in Breslau.

Hierzu Fig. 1—21 auf Taf. VI.

Wenn auch im Allgemeinen die Menge unvollständig gekannter Organismen im Thier- und Pflanzenreich bereits so bedeutend angewachsen ist, dass eine Vermehrung derselben eher für eine Belästigung als für eine Bereicherung der Wissenschaft gelten möchte, so ist dies doch nicht mit solchen Formen der Fall, welche nicht allein durch ihre Stellung im System eine Lücke desselben in interessanter Weise ergänzen, sondern auch durch ihre morphologischen und entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse zur Lösung wichtiger, allgemeiner Fragen einen neuen Beitrag liefern. Aus diesem Grunde glaube ich, dass das Gebilde, von welchem hier meines Wissens zum ersten Male eine vollständige Beschreibung und Abbildung geboten wird, mit Recht die Aufmerksamkeit sowohl der Botaniker als auch der Zoologen verdient, von denen die Einen wie die Anderen es als ihr nächstes Eigenthum in Anspruch nehmen werden.

Die erste Kenntniss von dem zierlichen Organismus, welcher den Gegenstand dieser Abhandlung abgibt, wurde mir durch meinen Freund, Hrn. Dr. *v. Frantzius*. Derselbe hatte auf einer im Jahre 1850 unternommenen Reise durch Tyrol zu Salzburg eine grüne, schleimige Färbung des Regenwassers beobachtet, welches sich in der Höhlung eines Grabsteines auf dem Friedhof St. Peter angesammelt hatte; die Ursache der Färbung waren zahllose, infusorienähnlich bewegte, farblose Blasen, in deren Peripherie acht kleinere, grüne Kugeln in regelmässiger Entfernung abstanden. Zugleich mit ihnen fand sich auch der in solchen Steinhöhlungen häufige Chlamydococcus pluvialis vor. Der erste Ent-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

decker dieses Vorkommens war Hr. Optikus *Zambra* in Salzburg gewesen, nach der Mittheilung des Hrn. Dr. *v. Frantzius* der Zeichner der berühmten *Werneck*'schen Infusorienbilder; derselbe hatte die beweglichen Kugeln als ein neues Infusorium betrachtet, das er als Kranzthierchen bezeichnete; Hr. Dr. *v. Frantzius* dagegen erkannte in ihm eine mikroskopische Alge, die einer neuen Gattung angehören musste (vgl. dessen Naturhistorische Reiseskizzen aus dem Salzkammergut und Tyrol. Bd. III. Heft 3. dieser Zeitschrift).

Um so freudiger war meine Ueberraschung, als es mir wenige Tage nach dieser Mittheilung gelang, das zierliche Kranzthierchen selbst in grossen Mengen lebend aufzufinden. Ich hatte nämlich die Pfingstferien des eben vergangenen Jahres dazu benutzt, um unser schlesisches Hochgebirge zu bereisen, und bei dieser Gelegenheit auch die in der Geschichte der mikroskopischen Organismen gewissermassen classische Granitplatte aufzusuchen, in welcher unser erster deutscher Lichenologe, Hr. Major *v. Flotow* in Hirschberg, seinen Haematococcus pluvialis vor 10 Jahren aufgefunden hatte. Durch die freundlichen Nachweisungen dieses ausgezeichneten Naturforschers gelang es mir bald, den Stein aufzufinden, welcher einen Steg über einen Graben in der Nähe von Hirschberg bildet; derselbe ist, indem er in dem Communicationswege zwischen dem Dorfe Grunau und seiner Kirche liegt, im Laufe der Zeit durch die Menge der Kirchgänger dergestalt ausgetreten worden, dass er jetzt eine geräumige, unregelmässige Höhlung besitzt; in dieser sammelt sich das Regenwasser, welches, gleich dem Steine selbst, von Millionen der Chlamydococcuskugeln belebt ist. Als ich jedoch am 17. Juni selbst Wasser von dieser Stelle mir gesammelt hatte, sah ich zu meiner Verwunderung zwar einzelne Individuen des Chlamydococcus pluvialis durch das Wasser schwärmen; aber in bei weitem grösserer Anzahl fand sich darin einerseits der unzertrennliche Begleiter des Chlamydococcus, das schöne rosenrothe Räderthier, Philodina roseola, das in Schlesien, wie in Baden, in Lüttich und Giessen, im See von Neufchatel und selbst im ewigen Schnee mit den rothen Chlamydococcuskugeln immer zusammen vorkommt; andererseits aber erkannte ich in dem Wasser alsbald auch jenes zierliche Kranzthierchen in zahlreichen Exemplaren wieder, das ich bereits aus einer Skizze des Hrn. Dr. *v. Frantzius* kennen gelernt hatte. Hr. Major *v. Flotow* theilte mir zugleich mit, dass er dieses ausgezeichnete Gebilde bereits Ende Juni des Jahres 1846 gesehen und sich in Betreff desselben um Auskunft an *Ehrenberg* gewendet, von diesem jedoch keine Antwort erhalten habe. Eine Flasche mit Regenwasser von der bezeichneten Granitplatte wurde nun Behufs weiterer Beobachtung nach Breslau mitgenommen, und hat mir reichliches Material zu der folgenden Untersuchung geliefert.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

I. Organisation.

Die Organismen, von denen ich zunächst eine Beschreibung geben will, zeigen eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit in Grösse und Gestalt, sie sind jedoch alle wesentlich gleich gebaut und bestehen, wie ich schon erwähnt, aus acht grünen, kugelähnlichen Körperchen, deren Mittelpunkte in der Peripherie eines Kreises stehen (Fig. 3 *b b*), und aus einer grossen, gemeinschaftlichen Hülle, welche dieselben als farblose Blase umschliesst, und in deren Aequator eben jene acht grünen Kugeln geordnet sind (Fig. 3 *a*).

Die gemeinschaftliche Hülle wird von einer Membran begrenzt, die völlig structurlos und durchsichtig ist, so dass sie bei nicht gehörig moderirter Beleuchtung übersehen wird, und die acht grünen Kugeln alsdann ohne gemeinschaftliche Verbindung erscheinen. Doch ist die Membran der Hülle stets vorhanden, und obwohl sie in der Jugend wirklich sehr zart und dünn ist, so verdickt sie sich doch mit dem Alter und besitzt dann eine deutliche Breite, wenn sie auch nie eine zusammengesetzte Structur erkennen lässt. Die Membran der Hülle ist absolut starr, und verändert ihre Gestalt niemals, ausser in Folge der gewöhnlichen Wachsthumsausdehnung; sie ist daher nicht nur durchaus ohne Contractilität; sondern es geht ihr selbst die Elasticität in hohem Grade ab.

Nach welcher Richtung sich auch der ganze Organismus bei seinen Bewegungen lege, die Hülle erscheint immer als ein vollkommener, absolut regelmässiger Kreis (Fig. 1, 2); daraus ergibt sich mit Bestimmtheit, dass die Membran der Hülle eine Kugel darstellt, die von dem mathematischen Ideal vielleicht nur sehr wenig abweichen mag. Der Diameter der Hülle schwankt zwischen ziemlich weiten Grenzen; während jüngere Formen eine Hülle von etwa $1/_{80}'''$ (0,028 m. m.) im Durchmesser besitzen, so erreichen die meisten einen solchen von $1/_{40}'''$ (0,044 m. m.) und die grössten haben selbst $1/_{40}'''$ (0,055 m. m.) im Diameter.

Wie die Erscheinungen beim Zerfliessen und während der Fortpflanzung erweisen, so schliesst die Membran der Hülle zunächst eine wässerige farblose Flüssigkeit ein, deren Brechungsvermögen von Wasser nicht verschieden ist. Die Hülle lässt sich demnach als eine weite, kugelige Zelle mit zarter, glasheller, structurloser Membran betrachten, die einen dünnflüssigen, wasserhellen Inhalt enthält; ich werde sie desshalb als Hüllzelle bezeichnen.

Während die Hüllzelle im Allgemeinen nur in der Grösse differirt, in Gestalt und Structur aber durchaus keine Verschiedenheit bei den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

verschiedenen Individuen erkennen lässt, so ist die Mannigfaltigkeit in der Entwickelung der acht grünen Kugeln im Innern derselben eine desto grössere (Fig. 3 *b b*). Es ist in der That schwierig, die Mannigfaltigkeit der Formen anschaulich wiederzugeben, welche sich hier zeigen, und von der selbst unsere Zeichnungen nur ein sehr unvollkommenes Bild bieten können, da fast kein Individuum in dieser Beziehung dem anderen völlig gleich erscheint. Die acht grünen Körper im Innern jeder Hüllzelle, die ich aus später zu entwickelnden Gründen als Primordialzellen bezeichnen will, sind in ihrem einfachsten Zustand kugelrund und stehen dann in der Peripherie eines grössten Kreises der Hüllzelle in gleicher Entfernung voneinander, so dass das ganze Gebilde einer hohlen Glaskugel gleicht, in deren Inneres ein von acht grünen Kügelchen gebildeter Reif gelegt ist (Fig. 1, 3). Betrachtet man die Kreislinie, in welcher die Mittelpunkte der acht Primordialzellen stehen, als den Aequator der Hüllzelle, so finden wir ihre Stellung in der Regel so, dass die Aequatorialzone parallel mit der Ebene des Objectglases liegt, und man also auf den Pol der Hüllzelle sieht (Fig. 1, 3, 14). In dieser, der Polaransicht, stehen die acht Primordialzellen in einem vollkommenen Kreise und befinden sich ganz nahe an der Peripherie der Hüllzelle. Je nachdem die Primordialzellen verhältnissmässig grösser oder kleiner sind, so sind auch die Entfernungen zwischen je zweien mehr oder minder bedeutend; bald setzen dieselben fast ohne allen Zwischenraum einen zierlichen, aus acht grossen, grünen Rosetten bestehenden, geschlossenen Kranz zusammen, oder sie gleichen einem durchbrochenen achteckigen Sterne (Fig. 1, 14); bald erscheinen die grünen Kugeln bei grösserem Abstande nur wie die acht Speichen eines Rades (Fig. 3). Der Diameter einer Primordialzelle in der Polaransicht beträgt im ersteren Falle $^1/_{180}'''$ (0,012 m. m.), im letzteren $^1/_{330}'''$ (0,0065 m. m.) im Durchschnitt $^1/_{250}'''$ (0,0087 m. m.).

Dreht sich jedoch das Ganze so, dass die durch die beiden Pole der Hüllzelle gehende Achse parallel mit der Objectplatte liegt, die durch die acht grünen Primordialzellen bezeichnete Aequatorialzone dagegen senkrecht auf dieser, also in der optischen Achse des Mikroskops steht, so erscheint zwar die Hüllzelle, da sie eine Kugel ist, wieder als ein Kreis; die acht Primordialzellen dagegen werden, da sie in einer Ebene liegen, jetzt in eine Linie projicirt, welche dem Diameter dieses Kreises entspricht, so dass das Ganze unter dem Mikroskop einer farblosen, durch eine grüne Zone halbirten Scheibe gleicht (Fig. 2, 4, 5). Und zwar decken in dieser, der Aequatorialansicht, je nach der Stellung bald die vier auf der vorderen Halbkugel liegenden Primordialzellen vollständig die vier hinteren, so dass man deren überhaupt nur vier wahrnimmt; bald scheinen die letzteren durch die Zwischenräume

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der ersteren hindurch und man sieht alle acht in einer Linie neben einander. Auch diese Ansicht gibt natürlich ein sehr verschiedenes Bild, je nachdem die Primordialzellen grösser oder kleiner sind, und näher oder entfernter stehen (Fig. 2 u. 4).

Zwischen der Polar- und der Aequatorialansicht liegen nun unzählige Stellungen mitten inne, in denen man den Ring der Primordialzellen, mehr oder minder verkürzt, als eine Ellipse erblickt, deren grosse Achse constant im Diameter der Hüllzelle steht, während die kleinere länger oder kürzer erscheint, und die einzelnen Primordialzellen nach den Gesetzen der Projection näher oder weiter auseinander rücken (Fig. 9 u. 10).

Ausser dieser Verschiedenheit des Anblicks, den ein und dasselbe Individuum nur in Folge seiner durch die Bewegung eintretenden verschiedenen Stellungen darbietet, zeigt sich eine noch grössere Mannigfaltigkeit in der Gestalt der grünen Primordialzellen selbst. Ich habe dieselben oben als Kugeln bezeichnet; eigentlich sind dieselben stets nach der Peripherie der Hüllzelle hin birnförmig etwas zugeschärft und verjüngen sich hier unmerklich in eine Spitze, von welcher zwei Flimmerfäden ausgehen (Fig. 1). Diese Flimmerfäden entspringen demnach aus den Primordialzellen innerhalb der Hüllzelle; sie treten aber durch feine Oeffnungen in der letzteren frei ins Wasser; nach der Analogie mit Chlamydococcus vermuthe ich für jeden Flimmerfaden einen besondern Durchgang, so dass die Löcher, je einer Primordialzelle entsprechend, paarweise bei einander liegen, und alle 16 Oeffnungen im Aequator der Hüllzelle sich befinden. Daher gehen auch die acht Paar Flimmerfäden bei der Polaransicht gleich verlängerten Radien von der Peripherie der Hüllzelle aus (Fig. 1, 3, 14).

Ausserdem pflegen sich auch die Primordialzellen in ihrer auf der Aequatorialebene senkrecht stehenden Achse vorzugsweise auszudehnen, so dass sie in der Aequatorialansicht nicht kugelig, sondern mehr elliptisch erscheinen, ja sie strecken sich in dieser Richtung zum Theil so bedeutend, dass sie cylindrisch oder fast spindelförmig werden, ohne sich in der Richtung der anderen Achse auffallend auszudehnen (Fig. 4 entsprechend Fig. 3). Sind in diesem Falle die Primordialzellen selbst gross und nahe an einander gerückt, so bilden sie in der Aequatorialansicht einen breiten, grünen Gürtel innerhalb der farblosen Hüllzellenkugel, der einen grösseren oder geringeren Theil derselben erfüllt (Fig. 2), während sie in der Polaransicht nur einen geschlossenen Kranz darstellen (Fig. 1). Zum Theil ist der eigentliche grüne Körper der Primordialzellen nur kurz cylindrisch; er verlängert sich aber an beiden Enden in lange Schnäbel, die fast bis an die Pole reichen und jeder Primordialzelle etwa die Gestalt des von *Ehrenberg* abgebildeten Closterium setaceum (Infus.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tab. VI. fig. 9) geben. In diesem Falle gleicht das Ganze einer Kugel, die von acht in Meridianen gestellten und nur im Aequator aufgeschwollenen grünen Reifen umgeben ist. Aber auch bei dieser sehr häufig eintretenden, überwiegenden Entwickelung der einen Dimension gehen die beiden Flimmerfäden jeder Primordialzelle von der Mitte ihrer kürzeren Achse aus, und wenn die Primordialzellen selbst bei der Aequatorialansicht in eine Zone projicirt erscheinen, so sieht man die beweglichen Wimperpaare immer nur von vier Punkten des Diameters ausgehen (Fig. 4.).

Die Primordialzellen sind sehr häufig in den beiden Hemisphären der Hüllzelle nicht gleichförmig entwickelt; sie werden daher durch den Aequator der Hüllzelle nicht in zwei gleiche Hälften getheilt, sondern es zeigen sich dieselben vorzugsweise nach der einen Halbkugel hingedrängt, welche sie fast ganz erfüllen und wo sie beinahe bis an den Pol hinaufreichen, während sie von der anderen nur einen weit geringeren Theil einnehmen, und diese daher grösstentheils farblos erscheint (Fig. 5). Die Primordialzellen berühren sich in diesem Falle beinahe mit dem einen Ende, während sie an dem anderen weit divergiren, und setzen so einen aus acht Stücken bestehenden Korb, ähnlich dem klaffenden Zahnapparat eines Chiloden, zusammen.

Ausser den beiden Flimmerfäden, die von jeder Primordialzelle aus durch die Oeffnungen der Hüllzelle ins Wasser treten, gehen sehr häufig von den ersteren noch andere Verlängerungen aus, welche jedoch die Hüllzelle nicht durchbohren. Es sind dies farblose schleimige Fäden, die an jeder Primordialzelle, namentlich von den Enden ihrer längeren Achse ausgehen und daher in der Aequatorialansicht besonders deutlich hervortreten. Die Enden der Primordialzellen selbst sind meist nicht grün, sondern ungefärbt und verlängern sich in zahlreiche, ebenfalls farblose, breitere oder dünnere, borstenähnliche Fortsätze, die wie Strahlen nach allen Richtungen auslaufen, sich oft verästeln und an die Innenseite der Hüllzelle anheften, ohne dieselbe jedoch zu durchbrechen (Fig. 2, 4, 5). Sind diese Fäden sehr entwickelt, so bilden sie ein förmliches Gespinnst, das jede Primordialzelle in der gemeinschaftlichen Hülle schwebend erhält. Manchmal theilen sich auch die Enden der Primordialzellen dichotomisch in farblose, schleimige Bänder, die sich wieder in die strahlenartigen Fäden verästeln und dadurch die wunderlichsten Formen hervorrufen. Auch in der Polaransicht kann man diese farblosen, fadenförmigen Verlängerungen der Primordialzellen beobachten, welche sich nach allen Richtungen hin erstrecken und dem ganzen Gebilde ein höchst seltsames, beinahe Xanthidium ähnliches Ansehen verleihen (Fig. 6, 7).

In der inneren Organisation der Primordialzellen lässt sich nichts weiter beobachten, als eine grüngefärbte, halbweiche Substanz,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aus welcher sie bestehen und in der zahlreiche, zarte Körnchen oder Pünktchen eingebettet sind. Die Farbe der Primordialzellen ist bei lebhafter Vegetation transparent freudiggrün; doch durchläuft sie verschiedene Nuancen; sie ist in den jüngsten Zuständen reiner, mehr gelbgrün, minder getrübt von Pünktchen; in den grössten Formen dagegen erscheint der Inhalt bräunlichgrün, trübe und die dunkleren Körnchen sind in solcher Menge vermehrt, dass das Ganze fast undurchsichtig wird. In der Mitte der Primordialzellen befinden sich zumeist symmetrisch gestellt zwei grössere, kernähnliche Bläschen, die, isolirt betrachtet, ringförmig erscheinen, also eine innere Höhle besitzen; sie werden durch Jod auffallend dunkel gefärbt mit einem Stich ins Violette (Fig. 2, 3, 4, 5). Die Mitte jeder Primordialzelle wird häufig durch einen lichteren kreisförmigen Raum eingenommen, der aber nicht periodisch verschwindet, also auch nicht als contractile Blase betrachtet werden kann.

Die Primordialzellen sind von keiner besonderen starren Membran umgeben, und zwar ergibt sich dies nicht nur aus den mannigfaltigen Gestaltveränderungen, welche dieselben im Laufe der Vegetation erleiden, sowie aus den fadenförmigen Verlängerungen und Verästelungen, welche sich unmittelbar aus ihrer Substanz herausziehen, sondern es erhellt dies auch aus den Umwandelungen, welche in Folge äusserer Einwirkungen die Primordialzellen durchlaufen. Unter gewissen Verhältnissen nämlich können die fadenförmigen Fortsätze wieder eingezogen werden, indem sie von der Hüllzelle losreissen und in die Substanz der Primordialzellen aufgenommen werden; auch die ausgezogenen Enden der Primordialzellen verschwinden und diese runden sich wieder zu ihrer ursprünglichen kugel- oder kurz walzenförmigen Gestalt ab. Eine solche Veränderung wäre nicht möglich, wenn die Primordialzellen von einer starren Membran, wie etwa die Hüllzelle, umgeben wären. Noch rascher und entscheidender sind die Umwandelungen, welche die Primordialzellen im Innern der Hüllzelle in Folge solcher Einflüsse erleiden, welche dem Leben der Organismen verderblich sind. Diese Erscheinungen, die als Zerfliessen bezeichnet zu werden pflegen, verändern die starre Hüllzelle gar nicht; dagegen zersetzen sich die Primordialzellen vollständig, indem sie formlos werden, und zu einer einzigen, structurlosen, grünen Masse zerfliessen, die sich an die Innenseite der Hüllzelle anlegt, oft ohne die Entstehung aus acht Kugeln noch erkennen zu lassen, und ohne dass dabei eine Spur von besonderen, sie umhüllenden Membranen zum Vorschein käme. Uebrigens erweisen diese Zersetzungsphänomene auch, dass die Hüllzelle, wie ich schon oben berührte, aus einer zarten Membran und einer von dieser umschlossenen, wasserhellen Flüssigkeit besteht, die nicht dick, gallertartig oder schleimig sein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kann, da sie leicht von den strahlenartigen Fäden und der zerflossenen Substanz verdrängt wird, die also reinem Wasser sehr ähnlich, wo nicht völlig gleich ist.

II. Bewegung.

Die Flimmerfäden, welche aus dem Aequator der Hüllzelle hervorbrechen, sind innerhalb derselben nur kurz; desto länger ist das ins Wasser hineinragende Stück, welches lebhaft schwingt und dadurch alle Bewegungen vermittelt. Während des Flimmerns schwer zu erkennen sind die Fäden nach dem Eintrocknen auf Glas, aber durch Benetzung mit Jod sehr leicht in ihrer ganzen Länge zu verfolgen, besonders nach Hinzufügung von Schwefelsäure, die sie viel deutlicher macht und dunkler färbt. Die Bewegung der ganzen Organismen, welche von den acht Flimmerfädenpaaren abhängt, verhält sich der bei Algen und vielen Infusorien bekannten ganz gleich. Es findet zunächst eine rasche Drehung um die Achse der Hüllzelle statt, welche durch die Pole derselben hindurchgeht und auf dem Ringe der Primordialzellen senkrecht steht, so dass dieser wie ein Rad um seine Achse rotirt. In der Polaransicht (Fig. 1, 3) machen unsere Formen auch ganz den Eindruck kreisender Räder, während man in der Aequatorialansicht (Fig. 2, 4), wo die Primordialzellen meist gestreckt sind, mehr den Anblick eines um seine Achse gedrehten Globus erhält. Neben dieser Achsendrehung, die während des ganzen Lebens fortdauert, findet noch eine Vorwärtsbewegung statt, in Folge deren eine sehr unregelmässige Bahn durchlaufen wird; auf solche Weise schrauben sich diese Organismen gleichsam durch das Wasser fort. Bald schwimmen sie grad' aus mit gleichförmiger Geschwindigkeit, indem ein Pol vorausgeht, der rotirende Primordialzellenring dagegen senkrecht auf ihrer Bahn steht und nur in einer Linie erscheint; bald wenden sie sich um, so dass die Aequatorialebene sich wieder als Kreis zeigt (in der Polaransicht): so rotiren sie um ihren Mittelpunkt, ohne von der Stelle zu kommen; bald legen sie wieder einen Pol nach vorn und schwimmen in einer anderen Richtung weiter, beugen nach rechts oder nach links, oder drehen ganz um, meist ohne wahrnehmbares Hinderniss, bewegen sich in Curven der mannigfaltigsten Art, laufen in Schneckenlinien um irgend einen Punkt, treten in verschiedene Ebenen, bald auf-, bald absteigend; kurz sie zeigen alle jene höchst zusammengesetzten und wunderlichen Ortsveränderungen, die wir auch bei den beweglichen Fortpflanzungszellen der Algen, und wie ich anderswo nachgewiesen [1]), in ganz gleicher Weise bei den als

[1]) Vergleiche meine «Nachträge zur Naturgeschichte des Protococcus (Chlamydococcus) pluvialis, Nova Acta Ac. C. C. L. n. c. Vol. XXII P. II. p. 735.»

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mund- oder darmlos bezeichneten Infusorien (Monadina, Astasiaea, Cryptomonadina etc.) kennen, und die zwar durchaus nicht den Charakter zweckmässiger, bewusster Willkühr an sich tragen, wohl aber sich als eine durch innere in der Organisation und dem Lebensprocess begründete, nicht durch rein äusserliche Ursachen bestimmte Thätigkeit darstellen. Das Gesammtbild solcher Bewegungen wird am besten durch die Bahnen eines Kreisels wiedergegeben, der unter beständiger Achsendrehung zugleich die mannichfaltigsten Curven durchläuft.

Ich habe mich vergeblich bemüht, zu constatiren, ob die Rotation um die Achse bei den hier geschilderten Organismen constant nach einer bestimmten Richtung hin stattfindet. Damit eine solche Bestimmung überhaupt möglich sei, wäre vor Allem erforderlich, dass sich an den rotirenden Kugeln ein Rechts oder Links, oder, was dasselbe ist, ein Oben und ein Unten nachweisen und durch morphologische Differenzen bezeichnen lasse. Eine solche Bestimmung ist aber bei unseren Organismen in sehr vielen Fällen gar nicht möglich, da die Hüllzelle, wie wir schon gesehen, eine vollkommene Kugel ist, die Primordialzellen dagegen in der längeren Achse nach beiden Seiten meist symmetrisch entwickelt sind. Alsdann fehlt es an allen Kennzeichen, um die beiden Pole der Hüllzelle zu unterscheiden, einen als den oberen, den anderen als den unteren zu betrachten; also kann in diesen Fällen auch von einer Drehung nach einer bestimmten Richtung durchaus nicht die Rede sein.

Allerdings könnten wir, um die beiden Pole zu unterscheiden, denjenigen als den oberen bezeichnen, welcher beim Schwimmen vorangeht. In vielen Fällen ist eine solche Differenz zwischen beiden Polen schon in der Organisation gegeben, wo nämlich die Primordialzellen unsymmetrisch vorzugsweise in der einen Hemisphäre der Hüllzelle entwickelt sind. Auf diese Weise besitzen wir alsdann wenigstens die Möglichkeit, zu ermitteln, ob die Drehung nach Rechts oder nach Links stattfinde. Es ergibt sich aber in beiden Fällen, dass die Rotation der Hüllzellen durchaus nicht constant nach einer Richtung hin geschieht; denn nicht nur drehen sich von verschiedenen Kugeln die einen nach Rechts, die anderen nach Links; sondern auch ein und dasselbe Individuum rotirt eine Zeit lang mit auffallender Geschwindigkeit nach Rechts; allmählig nimmt die Schnelligkeit ab; die Kugel ruht einen Moment, und dreht sich den Augenblick darauf wieder nach Links, und zwar mit allmählig zunehmender Geschwindigkeit, um nach einiger Zeit wieder in ähnlicher Weise in die Drehung nach Rechts zurückzukehren. Wenn daher *Alex. Braun* bei den in vielfacher Beziehung analogen, schwärmenden Chlamydococcuszellen und den Schwärmsporen von Oedogonium eine constante Drehung nach Links bei den beweglichen Gonidien von Vaucheria, und den Familien von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Pandorina eine solche nach Rechts angibt (Verjüngung etc. p. 227), so muss ich behaupten, dass bei dem hier beschriebenen Gebilde ein solches constantes Drehungsgesetz nicht stattfindet [1]).

III. Systematisches.

In dem Bisherigen habe ich mich auf die einfache Beschreibung der beobachteten Formen beschränkt, ohne die Frage zu stellen, welchen Platz der hier geschilderte Organismus in der Reihe der bereits bekannten Wesen einnimmt, in welche Gattung, in welche natürliche Familie er einzureihen, ja überhaupt, welchem Naturreiche er als Bürger beizuzählen sei. Diese Vorfragen zu erledigen ist vor Allem erforderlich, um zu einem wirklichen Verständniss der so eben beschriebenen Theile zu gelangen.

Es ergibt sich bald, dass es leichter ist, die nächste Verwandtschaft, namentlich die natürliche Familie festzustellen, als die allgemeine Frage zu entscheiden, ob wir hier ein Thier oder eine Pflanze vor uns haben. Es liegt nämlich auf der Hand, dass der von uns beschriebene Organismus zur Familie der Volvocinen gehört. Denn nicht nur finden wir an ihm die beiden Hauptmerkmale, welche für diese interessante Familie charakteristisch sind: das Vorhandensein zahlreicher, grüner Kugeln, die, von einer gemeinschaftlichen farblosen Hülle umschlossen, eine Zellenfamilie (Polypenstock) darstellen, sowie die beständige rollende Bewegung, welche die Volvocinen fast während ihres ganzen Lebens besitzen. Auch das dritte Kennzeichen der Volvocinen, dass sich die einzelnen Kugeln innerhalb der Hülle fortpflanzen, ist, wie wir später sehen werden, unserer Form ebenfalls eigen. Es finden sich in der That bei den bekannten Gattungen der Volvocinen, namentlich bei Gonium und Pandorina die grössten Analogieen mit dem hier geschilderten Organismus; und diese Gattungen unterscheiden sich wesentlich nur durch die Anordnung der grünen Kugeln oder Primordialzellen, welche bei Pandorina in einer Kugelfläche, bei Gonium in einer Tafel bei einander liegen, während sie bei unserer Form in der Peripherie eines Kreises stehen. Da aber eben das Gesetz der Anordnung in der Familie der Volvocinen das wichtigste Kriterium ist, von welchem die Begründung der Gattungen abhängt, so ergibt sich daraus, dass wir hier ein eigenes Genus vor uns haben, das ich weder in dem *Ehrenberg*'schen Hauptwerk, noch in einer späteren Arbeit beschrieben finde.

[1]) Nach meinen Beobachtungen findet auch bei Chlamydococcus pluvialis ein ähnliches Wechseln der Rotationsrichtung statt, wie ich es oben beschrieben habe. (Vergl. meine «Nachträge etc. l. c. p. 736.»)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der freundlichen Nachweisung des Herrn Major *v. Flotow* verdanke ich die einzige Notiz, welche vielleicht auf unsere Form Bezug haben könnte.

In der Berliner Haude-Spener'schen Zeitung vom 28. April 1846 findet sich nämlich der Auszug eines Vortrags, welchen *Ehrenberg* am 24. April in der Gesellschaft naturforschender Freunde gehalten hatte. Derselbe theilte mit, «dass er in diesem Frühjahr eine generisch neue Form von bei Berlin lebenden schalenlosen Thieren beobachtet habe, welche dem aus 16 Körpern bestehenden grünen Tafelthierchen, Gonium pectorale, zunächst verwandt sei. Schon Hr. *Werneck* hatte bei Salzburg eine verwandte neue Form entdeckt, die nicht tafelförmig, sondern kugelartig aus je acht Thierchen gebildet war, und die er Stephonoma nannte. Die neue Form besteht aus 6—21 ringartig verbundenen Thierchen, ist tafelartig, und scheint ebenfalls ein jedes Körperchen zwei Rüssel oder Bewegungsorgane zu führen, mit denen es sich wie ein rollendes Rad lebhaft bewegt. Sie wird als Trochogonium Rotula bezeichnet.»

So weit sich aus dieser, leider sehr unvollständigen und unklaren Angabe, über die ich nirgends etwas Näheres habe auffinden können, ersehen lässt, sind die beiden Gattungen Trochogonium *Ehr.* und Stephonoma *Werneck* die einzigen, welche sich mit unserer Form in Parallele stellen lassen. Gleichwohl kann das *Ehrenberg*'sche Trochogonium mit der letzteren unmöglich identisch sein, da dasselbe aus 6—21 Kugeln bestehen soll, während das hier beschriebene Gebilde immer nur von acht grünen Primordialzellen dargestellt wird; auch erwähnt *Ehrenberg* nichts von einer kugelförmigen Hülle; aus der Angabe, dass seine Form tafelförmig und mit der Gattung Gonium zunächst verwandt sei, scheint vielmehr hervorzugehen, dass bei Trochogonium eine flache Hülle vorhanden sei.

Eine grössere Uebereinstimmung zeigt dagegen die *Werneck*'sche Gattung Stephonoma, welche *Ehrenberg* selbst als eine von der seinen generisch verschiedene Form aufführt; und ich würde nicht anstehen, meine Organismen als identisch mit den *Werneck*'schen zu bezeichnen, wenn nicht der Ausdruck von *Ehrenberg*, dass die letzteren aus acht nicht tafelförmig, sondern kugelartig zusammengesetzten Thierchen bestehen, begründete Zweifel erregte. Es ist nämlich in obiger Darstellung nicht zwischen der Gestalt der Hülle und der Figur unterschieden, welche die Primordialzellen durch ihre Aneinanderordnung darstellen. Sollten, wie der Wortlaut anzeigt, in der *Werneck*'schen Form die acht Einzelzellen eine Kugel zusammensetzen, so würde Stephonoma mit der Botryocystis Volvox zusammenfallen, insofern letztere, von *Kützing* mit einer unhaltbaren Diagnose versehene Gattung erst durch *Al. Braun* auf ein wirklich existirendes, aus 8 (seltener

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

4 oder 16) Kugelsectoren bestehendes, und von einer ziemlich eng anliegenden Hülle umgebenes Wesen angewendet worden ist. (Ueber Verjüngung etc. p. 170.) [1])

Bei der Unmöglichkeit, über das Verhältniss von Trochogonium und Stephonoma zu unserer Form aus dem mir zugänglichen Material ins Klare zu kommen, scheint es mir im Interesse der Wissenschaft erforderlich, die letztere vorläufig als eigene neue Gattung zu betrachten und mit einem besonderen Namen zu bezeichnen; als solchen schlage ich Stephanosphaera, Kranzkugel, vor, um die charakteristischen Merkmale der Gattung, den Kranz der Primordialzellen und die Kugelform der Hüllzelle in einem Worte zu vereinigen. Da unsere Form ferner an den beiden bisher bekannten Fundorten in ganz ähnlicher Weise im Regenwasser von Steinhöhlen zugleich mit Chlamydococcus pluvialis aufgefunden ist, und derartige Localitäten, nach der Seltenheit ihres Vorkommens zu schliessen, überhaupt für die Art charakteristisch zu sein scheinen, so werde ich derselben den Speciesnamen Stephanosphaera pluvialis beilegen.

IV. Ueber die systematische Stellung der Volvocinen überhaupt.

Schwieriger als die Bestimmung der natürlichen Familie, zu welcher Stephanosphaera pluvialis gehört, ist die Entscheidung der Frage, ob wir dieselbe ins Thierreich oder ins Pflanzenreich zu stellen haben. Sie fällt zusammen mit der allgemeinen Erörterung, ob die Volvocinen überhaupt als Pflanzen oder als Thiere zu betrachten sind. Die Lösung dieser Frage ist nicht nur im Allgemeinen von grosser Wichtigkeit, sondern es hängt auch wesentlich von ihr ab, wie wir die an Stephanosphaera beobachteten Organisationsverhältnisse zu deuten haben.

Schon die ersten Beobachter der in die Familie der Volvocinen gehörigen Gattungen standen nicht an, die Dauer und Mannigfaltigkeit ihrer Bewegungen, die nie durch einen Keimungsact unterbrochen scheint, als den Beweis ihrer thierischen Natur zu betrachten. *O. F. Müller* erkannte bereits an Gonium pectorale beinahe alles Detail, welches seitdem der Untersuchung zugänglich geworden ist (Kleine Schriften. 1782. p. 15), namentlich dass der ganze Organismus aus einer grossen Anzahl von Einzelthierchen bestehe, die durch einen gemeinschaftlichen

[1]) In den meisten Werken wird Botryocystis Morum als Jugendform von Pandorina angesprochen und ist als solche bereits von *Ehrenberg* abgebildet worden. Doch habe ich keinen genetischen Zusammenhang in der Entwickelungsgeschichte der beiden Gattungen nachweisen können.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Panzer zusammengehalten seien. Nachdem endlich *Ehrenberg* durch seine Untersuchungen über Volvox globator das Räthsel in dem merkwürdigen Bau dieser schönen Form gelöst und denselben ebenfalls, entsprechend der Organisation von Gonium, als eine Colonie zahlreicher, zu einem Polypenstock vereinigter, monadenartiger Einzelthierchen angesprochen hatte, so lieferte derselbe durch eine Reihe wichtiger Beobachtungen über die übrigen Gattungen der Volvocinen eine Bearbeitung dieser Familie, welche epochemachend für die Kenntniss derselben wurde, und noch jetzt, trotz der abweichenden Ansichten über die Anatomie und Systematik derselben, als die gründlichste und vollständigste Darstellung dieser Gruppe gelten muss (die Infusionsthierchen p. 49—73). Seine Untersuchungen sollten die thierische Natur der Volvocinen ausser Zweifel setzen, die überhaupt bisher kaum von einem Einzigen in Frage gestellt worden war. Seiner allgemeinen Anschauung des Infusorienbaues entsprechend wurden auch die Volvocinen als Infusionsthierchen betrachtet — mit starrem Körper, mit Mund und vielen Mägen, aber ohne Darmkanal, mit Nervensystem und Augen, mit männlicher Drüse, Samenblase und grünen Eierchen, endlich mit einem oder zwei Rüsseln — die zu vielen in einer gemeinschaftlichen Hülle oder Mantel eingeschlossen seien. Dieser Mantel sollte überall, ausser bei Chlamydomonas, Synerypta und Gyges, vorn offen sein, so dass die Thierchen sich aus demselben weit hervorrecken und später ganz entfernen können, etwa wie die Räderthiere Melicerta oder Tubicolaria aus ihren Hülsen. Innerhalb des Mantels sollten sich die Einzelthierchen durch Selbsttheilung fortpflanzen und zu neuen Polypenstöcken ausbilden (l. c. pag. 50).

Diese Anschauung vom Bau der Volvocinen wurde seit dem Erscheinen von *Ehrenberg's* grossem Werke fast allgemein angenommen, und selbst diejenigen Naturforscher, welche, wie *Dujardin*, mit der *Ehrenberg*'schen Lehre in Widerspruch traten, beschränkten sich darauf, den Volvocinen die Mägen und Geschlechtsorgane abzusprechen, ohne im Uebrigen an der thierischen Natur derselben zu zweifeln (Hist. des Zoophytes, pag. 307).

Erst im Jahre 1844 war *v. Siebold* durch eine Vergleichung der beweglichen Algensporen mit den echten Infusorien zu dem wichtigen Ausspruche gelangt, dass ausser Closterium und den Bacillarien auch sehr viele Volvocinen aus dem Thierreich entfernt und zu den Pflanzen gestellt werden müssten, da ihnen der Hauptcharakter der Thiere, die Contractilität, abgehe. «Familiae infusoriorum Volvocina ..... plenae sunt plantis inferiorum ordinum.» (De limbus inter regnum vegetabile et animalia constituendis, pag. 12.) Dieselbe Ansicht wurde von *v. Siebold* ausführlicher 1848 in seinem Lehrbuch der vergleichenden Anatomie (pag. 7), sowie 1849 in seiner

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Abhandlung «über einzellige Pflanzen und Thiere» (Bd. I. p. 270 dieser Zeitschrift) begründet [1]).

Gleichwohl hat bis in die neueste Zeit kaum ein einziger Botaniker es gewagt, die durch *v. Siebold's* Untersuchungen dem Pflanzenreich zugewiesene Familie als rechtmässiges Eigenthum in Anspruch zu nehmen, die ebenso wenig von den Zoologen aufgegeben wurde; und so finden wir selbst in der letzten, vollständigsten Zusammenstellung der Algen, den Species Algarum von *Kützing*, nur eine einzige, zu den Volvocinen gehörige Gattung, Botryocystis, und auch diese nur in Folge mangelhafter Beobachtung aufgenommen. Noch vor Kurzem hat ein höchst sorgfältiger und glücklicher Beobachter, dem die Lehre von den beweglichen Algensporen ihre erste Begründung und neuerdings eine sehr vollständige Ausführung verdankt, *G. Thuret*, sich zu dem Schluss veranlasst gesehen, dass die Volvocinen, so gut wie die Euglenen und selbst Tetraspora, als Thiere zu betrachten seien, da ihnen das Hauptmerkmal aller Pflanzensporen, das Keimen, abgehen solle (Ann. d. sc. nat. 1850. tom. XIV. pag. 214—61; Recherches sur les zoospores des Algues et les antheridis des Cryptogames).

Erst in den letzten Jahren scheint sich in dieser Beziehung ein Umschwung vorzubereiten, seitdem das Studium der einzelligen Pflanzen eine grössere Ausbreitung und Gründlichkeit gewonnen hat: und es ist namentlich *Naegeli's* Verdienst, diese bisher vernachlässigte Gruppe mit einer Kritik und Vollständigkeit erforscht zu haben, deren sich nur wenig andere Familien erfreuen (vergl. dessen neuere Algensysteme 1847 und Gattungen einzelliger Algen 1849). In Folge seiner Untersuchungen wagte es *Naegeli*, wenigstens zwei zu den Volvocinen gehörige Formen, die Gattungen Gonium und Botryocystis, unter die Algen aufzunehmen.

Endlich hat im vergangenen Jahre das ausgezeichnete Werk von *Alex. Braun* «über die Verjüngung im Pflanzenreiche», welches über die an der Grenze zwischen Thieren und Pflanzen stehenden Formen durch eine Fülle der schönsten Beobachtungen Aufschluss gibt, auch in diesem Punkte den zuerst von *v. Siebold* aufgestellten Gedanken vollständig anerkannt und die ganze Familie der Volvocinen in das Pflanzenreich eingereiht.

In der That bin auch ich durch eine Reihe vergleichender Untersuchungen zu der Ueberzeugung gelangt, dass es nur auf einer einseitigen Beurtheilung der Organisationsverhältnisse beruhe, wenn man an den Volvocinen den Charakter eines Thieres, sei es auch nur des niedersten Infusoriums nach-

[1]) Eine zu den Volvocinen gehörige Form, die Gattung Gonium, hatte schon früher *Turpin* unter dem Namen der Pectoralina hebraica als Alge beschrieben (Mem. de Musée d'hist. nat. XVI. 1828).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

weisen wolle; dass dagegen alle Analogie des Baues und der Entwickelung, sowie die natürliche Verwandtschaft uns unmittelbar darauf hinweisen, die Volvocinen unter die Pflanzen, und zwar in die Classe der Algen, bei diesen wieder in die Ordnung der Palmellaceae zu stellen, unter denen sie eine besondere Familie ausmachen.

Bei dem Widerspruch, den diese Behauptung bisher fast überall gefunden und da noch nirgends eine speciellere Begründung derselben gegeben wurde, scheint es mir nützlich, die neue Gattung Stephanosphaera von dem Gesichtspunkt aus genauer zu betrachten, dass dadurch das Verhältniss derselben wie der übrigen Volvocinen zu den Pflanzen anschaulich gemacht würde. Ich habe es darum auch für zweckmässig gehalten, die Beschreibung dieser neuen Alge in einer Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie zu geben, weil die Zoologen bisher die einzigen waren, welche für die Formen der Volvocinen Interesse hatten, und sie auch jetzt nur ungern diese interessante Familie den Botanikern überlassen zu wollen scheinen, auf die sie, wie im Folgenden entwickelt werden wird, gleichwohl nur mit Unrecht Anspruch machen. Doch will ich bemerken, dass ich mich hier auf Stephanosphaera allein beschränken und die Betrachtung der übrigen Gattungen, über die ich einiges neue Material gesammelt habe, für eine andere Gelegenheit aufsparen werde.

V. Verhältniss der Volvocinen zu Chlamydococcus.

Den unumstösslichsten Beweis für die pflanzliche Natur sämmtlicher Volvocinen gibt die Verwandtschaft derselben mit den Gattungen Chlamydomonas und Chlamydococcus, deren Entwickelungsgeschichte in den letzten Jahren durch die Untersuchungen von *Flotow*, *A. Braun*, sowie durch meine eigenen bis in ihre Einzelheiten erforscht worden ist. Namentlich die letztere Gattung, welche neben Stephanosphaera mit Regenwasser erfüllte Steinhöhlen röthet, hat als die am genauesten erforschte den meisten Aufschluss nicht nur über die allgemeine Stellung der Volvocinen, sondern auch über die Deutung ihrer einzelnen Organisationsverhältnisse geliefert.

Zwar hat *Dujardin* geglaubt, die Gattung Chlamydomonas und demnach auch den mit ihr zunächst verwandten Chlamydococcus von den übrigen Volvocinen trennen und dieselben seinen Thecamonadien, etwa den *Ehrenberg*'schen Cryptomonadinen einverleiben zu müssen. Aber eine gründlichere Erforschung nicht nur des Baues, sondern auch der Entwickelungsgeschichte lehrt uns, dass Chlamydomonas (Diselmis *Duj.*) mit Trachelomonas nur äusserliche Analogieen bietet, während diese Form, wie schon *Ehrenberg* fand, mit Gonium und Pandorina die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

innigste Verwandtschaft zeigt. Das Verhältniss der farblosen Hülle zu der eingeschlossenen grünen Kugel, die Stellung der beiden Flimmerfäden, die von dieser ausgehen und durch jene hindurchtreten [1]), endlich die Theilungsgesetze der grünen Zellen innerhalb der Hülle in Potenzen von zwei zeigen sich in ganz gleicher Weise bei Chlamydococcus, wie den übrigen Volvocinen; und der einzige Unterschied zwischen denselben besteht darin, dass bei Chlamydomonas (und Chlamydococcus) die aus der Theilung der grünen Kugeln hervorgehenden Individuen nach Resorption der Mutterhülle sich alsbald trennen und einzeln fortleben, während bei den anderen Volvocinen die aus der Theilung einer grünen Primordialzelle hervorgegangenen Tochterzellen durch die fortwachsende Mutterzelle, wie durch eine gemeinschaftliche Hülle, vereinigt bleiben und sich als ein geschlossener, aus mehreren Zellen bestehender Körper bewegen. Während Chlamydococcus eine einzellige Alge im strengsten Sinne des Wortes ist, die zu keiner Zeit ihrer Entwickelung aus mehr als einer Zelle besteht, und bei der jede Theilung der Anfang eines neuen Individuums ist, so stellen die übrigen Volvocinen sich als Zellenfamilien dar, in denen eine bestimmte Anzahl sich gleichwerthig verhaltender Zellen gewissermaassen ein Individuum höherer Ordnung zusammensetzt. Chlamydococcus verhält sich demnach zu den übrigen Volvocinen, wie Pleurococcus zu Palmella, wie Cyclotella zu Melosira oder auch wie Vorticella zu Epistylis, wie Hydra zu Campanularia oder Tubularia. Dagegen gehört Trachelomonas und die analogen Formen durchaus nicht ins Pflanzenreich, sondern sie sind den Astasiaeen zunächst verwandt und erscheinen als gepanzerte Euglenen (nicht wie *Ehrenberg* annimmt, als gepanzerte Monaden).

Die Untersuchungen von *Alex. Braun*, wie meine eigenen, haben mit der grössten Bestimmtheit erwiesen, dass Chlamydococcus nur unter den Algen seine richtige Stellung finden kann. Zwar unterscheidet er sich von den beweglichen Keimzellen, durch welche sich die bei weitem meisten Arten der Algen fortpflanzen, sowohl durch einen etwas zusammengesetzteren Bau, als auch durch den Umstand, dass die Bewegung sehr lange Zeit hindurch fortdauert, endlich dadurch, dass die beweglichen Zellen sich als solche fortpflanzen können, ohne in das Stadium der Ruhe (Keimung) anders als ganz vorübergehend einzutreten. Aber diese Einwürfe treffen theils nur den specifischen Charakter des Chlamydococcus und der Volvocinen überhaupt als einzelliger Pflanzen; theils stehen sie nicht ohne Vermittelung unter den Algen

[1]) Von Stephanosphaera habe ich dieses Verhältniss der Flimmerfäden bereits erwähnt; bei Pandorina ist es von *Focke* genauer erkannt, bei dieser und bei Volvox schon von *Ehrenberg* beobachtet worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

da, wie *Alex. Braun* in seiner Verjüngungsschrift namentlich von der langen Bewegung der Volvocinen nachgewiesen hat (l. c. pag. 227) [1])

Dagegen sind die äussere Form wie die chemische und morphologische Organisation des Inhalts, die Gesetze der Bewegung und die allgemeinen physiologischen Phänomene, namentlich aber das Verhalten beim Uebergange in den ruhenden Zustand bei Chlamydococcus so vollständig übereinstimmend mit den beweglichen Sporen, deren Uebergang in unzweifelhafte Pflanzen mit wissenschaftlicher Schärfe nachgewiesen ist, dass kein vorurtheilsfreier Beobachter einen wesentlichen Unterschied aufzufinden vermöchte. Ich habe in meiner Abhandlung erwähnt, dass *Ehrenberg* selbst, obwohl er den beweglichen Zustand der mit Chlamydococcus verwandten Formen als Infusorien in Anspruch nimmt, doch von eben dieser oder einer nächst verwandten Gattung das ruhende Stadium für eine unzweifelhafte Alge erklärt hatte; und doch sind die beweglichen Infusorien nur eine Fortpflanzungsform der ruhenden Alge. Endlich ist es mir gelungen, die Membran der Chlamydococcuszellen sowohl in ihrem ruhenden, als namentlich auch in ihrem beweglichen Stadium als aus Holzfaser bestehend nachzuweisen, und dadurch das unserem bisherigen Wissen noch wichtigste Kriterium einer Pflanzenzelle, die ternäre Zusammensetzung der Zellmembran auch für die infusorienähnlichen Zustände von Chlamydococcus zu constatiren. In der That sind auch alle neueren gründlicheren Beobachter des Chlamydococcus, deren Zahl nicht unbedeutend ist, beinahe ohne Ausnahme darin übereingekommen, in allen Entwickelungszuständen dieser Form nur eine Pflanze und nichts als eine Pflanze anzuerkennen.

Indem ich in Betreff des speciellen physiologischen und entwickelungsgeschichtlichen Verhaltens von Chlamydococcus pluvialis auf die oben citirten Abhandlungen verweise, so kann ich doch nicht unterlassen, hier eine Skizze seines allgemeinen Entwickelungsganges einzuschalten, weil in diesem merkwürdigen Organismus der Schlüssel zum Verständniss der Volvocinen im Allgemeinen und der hier geschilderten Stephanosphaera insbesondere liegt, und in ihm das Gesammtbild ihrer pflanzlichen Natur am anschaulichsten hervortritt.

Die bewegliche Chlamydococcuszelle besteht aus zwei Haupttheilen, einer hyalinen, kugeligen Hülle, die von einer zarten, structurlosen, aus Holzfaser bestehenden Membran gebildet wird und zunächst einen farblosen Inhalt, vielleicht reines Wasser einschliesst. Im Centrum der Hülle befindet sich eine farbige Kugel, die aus dem allgemeinen, stickstoffreichen Protoplasma oder Schleim der Pflanzenzellen be-

[1]) Die Schwärmzellen von Ulothrix mucosa fand *Thuret* noch nach drei Tagen in der Bewegung (Ann. d. sc. nat. 1850. p. 248).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

steht, durch Chlorophyll und ein carminrothes Oel roth oder grün gefärbt ist und zahlreiche Protoplasmakörnchen, sowie ein oder mehrere grössere Chlorophyllbläschen eingebettet enthält. Diese farbige Kugel verdünnt sich am oberen Ende in eine farblose Spitze; von dieser gehen zwei Flimmerfäden aus, welche durch zwei Oeffnungen in der Membran der Hülle ins Wasser hinaus treten und die Bewegungen des Ganzen vermitteln. Die innere farbige Kugel ist von keiner starren Membran, sondern nur von einer Schicht verdickten Protoplasma's begrenzt; daher ist ihr Umriss sehr veränderlich und durchläuft in seiner Entwickelung mannigfaltige Wandelungen. Namentlich verlängert er sich häufig nach allen Seiten in farblose, strahlenartige Fäden, welche die innere farbige Kugel in der Hülle frei schwebend erhalten, und sich später im Laufe der Entwickelung wieder einziehen (vgl. meine Nachträge etc., tab. 67 *A*, fig. 27, 28).

Die ruhenden Chlamydococcuszellen sind weit einfacher gebaut und bestehen, wie alle Protococcusformen, nur aus einer derben, kugeligen Holzfasermembran und dem grünen oder rothen, als Primordialschlauch organisirten Inhalt. Die Entwickelungsgeschichte zeigt, dass sich unter gewissen Bedingungen der Inhalt der ruhenden Zellen in eine Anzahl von Portionen theilt, deren Zahl stets einer Potenz von zwei entspricht, dass diese Theile sich zu besonderen Primordialschläuchen organisiren, und als solche die Mutterzellen durchbrechen, jede zwei Flimmerfäden entwickeln und mit Hülfe derselben lebhaft im Wasser rotiren. Während ihrer Bewegung scheiden sie an ihrer ganzen Oberfläche eine zarte Cellulosemembran aus, welche sich durch Endosmose von Wasser immer weiter und weiter von dem Primordialschlauch abhebt und endlich zu der oben beschriebenen weiten Hülle der beweglichen Formen wird (Nachträge, tab. 67 *A*, fig. 23, 35, 29). Es ergibt sich daraus, dass letztere Formen sich zwar im Ganzen als einfache Zellen verhalten, jedoch in ihrer Structur und Entwickelung einige Eigenthümlichkeiten darbieten, indem die innere farbige Kugel ursprünglich dem Primordialschlauch der übrigen Pflanzenzellen entspricht, aber nicht wie gewöhnlich von ihrer Membran umgeben, sondern in derselben frei wie ein Zellkern suspendirt ist, während zwischen die Membran und ihren Primordialschlauch ein wässeriger, nicht stickstoffhaltiger Inhalt tritt. Aus diesem Grunde habe ich die eingeschlossene farbige Kugel, welche zuerst gebildet ist, sich anfänglich ohne besondere Membran nach Art einer Zelle bewegt, und dem Primordialschlauch der vegetabilischen Zellen im Allgemeinen entspricht, als Primordialzelle bezeichnet, die umhüllende Membran dagegen mit ihrem wässerigen Inhalt als Hüllzelle. Die beweglichen Chlamydococcuszustände können als solche sich fortpflanzen, indem sich die eingeschlossene Primordialzelle von Neuem theilt, die Theilindividuen aus ihrer Hüllzelle

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ausschlüpfen und den Entwickelungscyclus ihrer Mutterzellen durchlaufen. Beim Uebergang in den ruhenden Zustand scheidet die eingeschlossene Primordialzelle innerhalb ihrer Hülle, wie jeder Primordialschlauch, um ihre Oberfläche von Neuem eine derbe Cellulosemembran aus, und nimmt durch diese Metamorphose die Gestalt einer gewöhnlichen Protococcuszelle an, während sich die Hüllzelle auflöst («Nachträge», tab. 67 *B*, fig. 91, 92, 93). Auf diese Weise verhalten sich jedoch nur diejenigen Primordialzellen, welche durch Theilung einer Chlamydococcuskugel in einer niederen Potenz von 2 hervorgehen; die aus 16—64facher Theilung entstandenen Primordialzellen bewegen sich weit lebhafter und scheiden nie eine Hüllzelle aus; sie sind keiner Fortpflanzung fähig und gehen unmittelbar in den ruhenden Zustand über (l. c., tab. 67 *A*, fig. 56—62, tab. 67 *B*, fig. 79, 80). *Alex. Braun* hat diejenigen Chlamydococcusformen, welche Hüllzellen entwickeln, als Macrogenidien bezeichnet, die aus vielfacher Theilung entstandenen, kleineren als Microgenidien unterschieden.

VI. Vergleichung von Stephanosphaera mit Chlamydococcus.

Wenn wir jetzt zunächst die Organisationsverhältnisse von Stephanosphaera mit denen des Chlamydococcus vergleichen, die wir so eben angedeutet haben, so ergibt sich die wesentlichste Uebereinstimmung. Zunächst entspricht die Hüllzelle der Stephanosphaera ganz der der beweglichen Macrogonidien von Chlamydococcus; auch sie besteht aus einer zarten farblosen Membran und einem wasserähnlichen Inhalt. Chemische Einwirkungen, denen ich die Hüllzelle der Stephanosphaera unterworfen, bekunden diese Uebereinstimmung ins Einzelne. Die Hüllzelle ist indifferent gegen Säuren und Alkalien und löst sich nicht in ihnen; dagegen erleidet sie durch Schwefelsäure eine eigenthümliche Verdichtung, in Folge deren sie sich enger an die Primordialzellen anlegt und sehr deutlich und scharf hervortritt. Ueberhaupt ist Befeuchten mit verdünnter Schwefelsäure oft das beste Mittel, um zarte Pflanzenmembranen, die sonst leicht übersehen werden, deutlich zu machen, namentlich wenn man noch Jod hinzuthut, welches dann in der Regel die Membranen gelb färbt. Auch die Wimpern treten durch Schwefelsäure deutlicher hervor. In ganz gleicher Weise verhalten sich die Hüllzellen von Pandorina, Chlamydococcus und Volvox.

Was die chemische Zusammensetzung der Hüllzelle von Stephanosphaera betrifft, so ist es mir auch an dieser gelungen, das entscheidende Kriterium einer Pflanzenzellmembran nachzuweisen. Nachdem *Naegeli* in seiner Vergleichung der einzelligen Algen mit einfachen thierischen Zellen zu dem Resultat gekommen war, dass alle bisher auf-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gestellten Unterschiede zwischen den Anfängen der beiden Reiche nicht Stich hielten, und das einzige entscheidende Kriterium nur in der Natur der Membran liegen könne, welche bei den Thieren in die Reihe der Proteinsubstanzen, bei den Pflanzen in die Gruppe der Kohlenhydrate gehöre — seitdem musste für alle amphibolischen Gebilde die Aufmerksamkeit darauf gerichtet sein, die chemische Zusammensetzung ihrer Membran zu untersuchen. Es ist mir nun gelungen, die charakteristische Reaction der vegetabilischen Holzfaser oder Cellulose, die blaue Färbung durch Jod und Schwefelsäure, an der Hüllzelle von Stephanosphaera nachzuweisen. Man muss zu diesem Zweck einen Tropfen ziemlich concentrirter Schwefelsäure so lange auf die schwärmenden Stephanosphaerakugeln einwirken lassen, bis die grünen Primordialzellen im Innern zersetzt sind, alsdann ist auch die geeignete Umwandelung der Hüllmembran eingetreten, und ein Tropfen Jodlösung (Jod in Jodkalium), welcher hinreichend verdünnt ist, um nicht durch die Schwefelsäure krystallinisch ausgefällt zu werden, bewirkt alsbald eine Färbung der Hülle, die zuerst violett, allmählig immer intensiver, und zuletzt schön indigoblau erscheint. So ist dies chemische Verhalten der Hüllzelle bei Stephanosphaera wie bei Chlamydococcus, der evidenteste Beweis, dass die Organismen, denen sie angehören, nicht als Infusorien, sondern nur als Algen betrachtet werden können. Uebrigens zeigt dieses Verhalten der Hüllzelle von Stephanosphaera auch, dass dieselbe von einer ächten Cellulosemembran begrenzt ist, und nicht, wie fast allgemein bei den Volvocinen und von *Naegeli* selbst bei allen Algen angenommen ist, aus ausgeschiedenem Schleim oder Gallert besteht [1]). Ebenso beweist die unmittelbare Beobachtung der Hüllzelle von Stephanosphaera, dass diese in normalem Zustande vollständig geschlossen und nur an den Stellen durch Löcher durchbrochen ist, wo die Flimmerfäden jeder Primordialzelle austreten. Erst in einem späteren Stadium, wenn die Primordialzellen einzeln die Hülle verlassen oder in der Fortpflanzung begriffen sind, reisst die Membran der Hüllzelle, fällt zusammen und löst sich allmählig auf, so dass alsdann die eingeschlossenen grünen Kugeln frei heraustreten können.

Dass diese acht grünen Kugeln der Stephanosphaera ganz der Primordialzelle von Chlamydococcus entsprechen, liegt auf der Hand. Auch die Primordialzellen von Stephanosphaera bestehen aus stickstoffhaltigem, an sich farblosem Protoplasma, welches durch Jod gebräunt wird und durch kaustisches Kali und Ammoniak sich fast vollständig auflöst. Das Protoplasma ist gefärbt durch das im Pflanzenreiche all-

[1]) Die gemeinschaftliche Hülle von Gonium besteht allerdings nur aus einer gallertartigen Substanz ohne begrenzende Cellulosemembran.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gemein verbreitete Chlorophyll; denn Alkohol und Aether entfärbt die grünen Kugeln und concentrirte Schwefelsäure verwandelt die grüne Färbung in eine spangrüne bis blaue — eine Reaction, die nach meinen Beobachtungen für das Chlorophyll charakteristisch ist (vergleiche meinen Aufsatz über Loxodes Bursaria in Heft 3 Band III dieser Zeitschrift, pag. 264).

Die feinen Körnchen in den Primordialzellen, welche mit dem Alter sich so vermehren, dass die Primordialzellen selbst zuletzt nicht mehr transparent grün, sondern trüb, undurchsichtig, olivenbraun erscheinen, sind wegen ihrer Kleinheit schwer ihrer chemischen Natur nach zu bestimmen und entweder Protoplasmakörnchen, oder wie ich aus einer bläulichen Färbung durch Jod schliessen möchte, vielleicht Stärkekörnchen. Dagegen entsprechen die beiden dunkleren Kerne in jeder Primordialzelle ohne Zweifel vollständig den ähnlichen Gebilden, welche sich bei Chlamydococcus und in derselben Weise nicht nur bei allen Volvocinen, sondern auch bei den meisten Algen aus der Ordnung der Palmelleae, Desmidieae, Conferveae und anderen vorfinden. *Naegeli* hat dieselben als Chlorophyllbläschen bezeichnet und ihr allgemeines Vorkommen im Pflanzenreiche durch vergleichende Schilderungen nachgewiesen (Gattungen einzelliger Algen, pag. 11). Es sind ihrer bei Stephanosphaera in der Regel nur zwei vorhanden, die schon in den frühesten Stadien sich unterscheiden lassen, während von den anderen Volvocinen zum Beispiel Gonium in der Regel nur ein Chlorophyllbläschen enthält. Ueber den Bau und die Function derselben lässt sich schwer etwas Bestimmtes feststellen; sie sind nicht als Zellkerne zu betrachten, obwohl sie diesen sehr gleichen, namentlich wo sie nur in der Einzahl vorhanden sind. Caustisches Kali, das den übrigen Inhalt der Primordialzellen zerstört, lässt die Chlorophyllbläschen von Stephanosphaera deutlicher als hohle Ringe hervortreten, deren umgebende Membran ziemlich körnig erscheint; durch Jod werden dieselben dunkel violett, was auf die Gegenwart von Stärke schliessen lässt [1]). *Ehrenberg* glaubte in den Chlorophyllbläschen die männlichen Drüsen der Volvocinen zu erkennen; so viel ist jedoch gewiss, dass sich diese Bildungen in ganz gleicher Weise bei unleugbaren Pflanzen, Hydrodictyon, Oedogonium, Mougeotia u. a. in grösserer oder geringerer Zahl nachweisen lassen (vergleiche unter anderen *H. v. Mohl*, die vegetabilische Zelle in *R. Wagner's* Handwörterb. der Physiol. Tab. I. fig. 20—24).

[1] Bekanntlich scheiden die Chlorophyllbläschen der meisten Algen, sowie die analogen, in den Zellen fast aller Phanerogamen vorkommenden Chlorophyllkugelchen Stärkekörnchen aus. Auch hat *A. Braun* die entsprechenden Gebilde bei Chlamydococcus pluvialis einfach als Amylonkügelchen bezeichnet, die eine Hülle und einen Kern unterscheiden lassen (l. c. p. 222).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dass die Primordialzellen von Stephanosphaera so gut wie die von Chlamydococcus einer besonderen starren Membran entbehren, habe ich schon oben nachgewiesen; dieselben entsprechen daher nicht vollständigen Zellen, sondern im Ganzen nur Primordialschläuchen. Eben so sind die wunderlichen farblosen Schleimfäden, die von den Enden der Primordialzellen von Stephanosphaera ausgehen, ersichtlich den Strahlen analog, die einen gewissen Zustand der Chlamydococcuszellen als baarig (var. setiger *v. Flotow*) erscheinen lassen. Sie sind nur Verlängerungen des farblosen Protoplasmas, welches die Substanz der Primordialzellen bildet, und entsprechen morphologisch etwa den netzförmig verästelten Protoplasmafäden, den sogenannten Saftströmchen, welche den Zellkern im Innern der Spirogyraglieder oder der Antherenhaare von Tradescantia frei schwebend erhalten. Durch Alkohol und Säuren ziehen sich diese Verlängerungen wieder in die Substanz der Primordialzellen hinein; dasselbe geschieht im Laufe der Entwickelung. *Ehrenberg* hat diese eigenthümlichen Schleimstrahlen, die auch bei einigen anderen Volvocinen vorkommen, zum Theil als Schwanz bezeichnet (Synura, Uroglena) zum Theil als verbindende Kanäle oder Andeutungen eines Gefässsystems (bei Volvox und Gonium). Natürlich haben die Protoplasmafäden nach der Gestalt und Anordnung der Primordialzellen ein verschiedenes Ansehen; während sie bei der kugeligen Chlamydococcuszelle als Wimperkranz erscheinen, gleichen sie bei der mehr spindelförmigen Stephanosphaera einem von beiden Enden ausgehenden Strahlenbüschel; bei Volvox nur von oben betrachtet, geben sie den einzelnen Primordialzellen ein polygonales, strahliges Ansehen und bilden Verbindungsfäden zwischen denselben; *Focke* hat sie hier mit Unrecht für Intercellulargänge zwischen den Einzelthierchen angesehen. Die verbindenden Fäden bei Gonium dagegen sind etwas ganz Anderes und gehören durchaus nicht in das Gebiet der Protoplasmafäden, wie ich bei anderer Gelegenheit ausführlicher auseinandersetzen werde.

So hat die mikroskopische Analyse, wie die chemische Untersuchung von Stephanosphaera, in vollständiger Analogie mit Chlamydococcus und den übrigen Schwärmzellen der Algen, alle Charaktere einer Pflanze, aber durchaus keine Merkmale wahrer thierischer Organisation, namentlich keine Spur von Mund, Magen und Geschlechtsorganen erkennen lassen. Die Gattung Stephanosphaera ist aber vor Allem dadurch wichtig für die Frage von der Grenze zwischen Thier und Pflanzenwelt, weil ihre Entwickelungsgeschichte den überzeugendsten Beweis von der vegetabilischen Natur dieser Gattung und somit auch aller übrigen Volvocinen uns darbietet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

VII. Entwickelungsgeschichte von Stephanosphaera.

Die junge Stephanosphaera besitzt sowohl in der sehr zartwandigen Hüllzelle, als auch in den weit von einander abstehenden, transparent grünen, kugeligen Primordialzellen nur eine verhältnissmässig geringe Grösse. Während der Vegetation wachsen beide wohl um das Doppelte: jene erhält eine derbere Membran; diese erfüllen den grösseren Theil ihrer Hüllzelle, rücken bis zur Berührung nahe aneinander, entwickeln einen trüberen, dichteren Inhalt, und nehmen durch die verästelten Protoplasmafäden höchst wunderliche Formen an. Endlich tritt in den Primordialzellen der Process der Fortpflanzung auf. Die in Strahlen auslaufenden Enden ziehen wieder alle Fortsätze ein, und runden sich zu einer vollständigen Kugel ab; die Primordialzellen hängen jetzt nur noch durch ihre Flimmerfäden an der Hüllzelle fest, werden deshalb leicht aus ihrer normalen, gegenseitigen Stellung verrückt, und zeigen sich alsdann ohne bestimmte Ordnung in der Hüllzelle (vergl. Fig. 8).

Die bisherigen Veränderungen gehen im Laufe des Nachmittags vor sich; gegen Abend treten eingreifendere Umwandelungen ein. Die Primordialzelle dehnt sich nämlich vorwaltend nach einer Richtung aus, und zwar in der Achse, welche auf der Aequatorialebene senkrecht steht, also, in der Stellung, welche Fig. 2 zeigt, von oben nach unten. Die beiden Chlorophyllbläschen vertheilen sich nach den Enden hin; der grüne Inhalt strömt gleichfalls vorzugsweise nach beiden Seiten und lässt in der Mitte eine breite, farblose Zone sichtbar werden, wie wir sie etwa an derselben Stelle bei Closterium beobachten (Fig. 8). Endlich schnürt sich die Primordialzelle, von der Peripherie nach dem Centrum fortschreitend, in ihrer Mittellinie ein, und theilt sich dadurch in zwei Tochterzellen, deren Scheidewand unter obiger Voraussetzung von Rechts nach Links gerichtet ist (in der schematischen Figur 21 von *a* durch *m* nach *b* und *n*). Jede der durch die Theilung abgeschnürten Hälften dehnt sich nun noch etwas in der Richtung von Rechts nach Links aus; bald darauf zeigt sich von Neuem eine Einschnürung in der Richtung von oben nach unten (im Schema Fig. 21 von *c* durch *m* nach *d* und *n*); wenn diese vollendet ist, so ist die ursprüngliche kugelförmige Primordialzelle in vier Quadranten getheilt (Fig. 8, 9).

Dieser Ein- und Abschnürungsprocess wiederholt sich nun noch ein Mal, indem sich jede der vier Tochterzellen durch eine neue Scheidewand in zwei gleiche Hälften theilt (Fig. 10). Die Theilung geschieht durch zwei grösste Kugelkreise, welche von vorn nach hinten durch die beiden Punkte *m* und *n* gelegt sind, in denen die zwei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

früheren Scheidewände sich schnitten; im Schema Fig. 21 sind dieselben durch die Kreise *e m f n* und *g m h n* dargestellt. Da sich gleichzeitig die ursprünglich kugelförmige Primordialzelle nur in der Richtung der beiden, von oben nach unten, und von rechts nach links gehenden Achsen, nicht aber in der dritten von vorn nach hinten vergrössert hat, so stellt das Ganze jetzt ein flaches Sphäroid, etwa von der Gestalt unserer Brote dar, welches durch vier in der Rotationsachse sich schneidende und um je 45° von einander abstehende Ellipsen in acht gleiche keilförmige, im Centrum zusammenstossende Ausschnitte getheilt ist (vergl. Fig. 10, 13 und 21).

Dieser Theilungsprocess, durch welchen aus jeder Primordialzelle in der ersten Generation zwei, in der zweiten vier, in der dritten acht Tochterzellen hervorgegangen sind, ist im Laufe der Nacht vollendet, so dass wir am frühen Morgen, in den langen Sommertagen schon um die dritte Stunde, jede der acht Primordialzellen in der bezeichneten Weise achtfach getheilt (Fig. 10, 11) erblicken. Die Generationen, welche aus der sich dreimal wiederholenden Theilung jedesmal hervorgehen, sind in ihrer Lebensdauer und Entwickelungsfähigkeit verschieden; die beiden ersten gehen rasch in einer neuen Theilung auf, und sind daher nach dem *Naegeli*'schen Ausdruck blosse Uebergangsgenerationen; erst die dritte gelangt zur vollständigen Entwickelung und verharrt längere Zeit als solche; sie ist eine Dauergeneration.

Der Theilungsprocess geht nicht immer in allen acht Primordialzellen von Stephanosphaera gleichzeitig vor sich; nicht selten finden wir innerhalb derselben Hüllzelle einige Primordialzellen noch ganz unverändert, wenn andere sich bereits zur Zweitheilung anschicken, eine dritte vielleicht sich schon in vier, eine vierte sich in ihre acht Tochterzellen aufgelöst hat (vergl. Fig. 8). Manchmal findet man die meisten Primordialzellen schon in acht vollständig zerfallen, während die eine oder die andere noch ganz unverändert ist.

Wenn der Theilungsact bis dahin gediehen ist, wo wir ihn oben verlassen haben, so vergehen noch einige Stunden bis zum völligen Ausschlüpfen der jungen Zellenfamilien. Der Process, der ihrer Geburt vorangeht, besteht vorzugsweise darin, dass die aus einer Primordialzelle entstandenen acht Tochterzellen sich von ihrem gemeinschaftlichen Mittelpunkt in centrifugaler Richtung immer vollständiger isoliren. Da überhaupt die Abschnürung der Tochterzellen erst allmählig vom Umfange nach dem Centrum hin fortschreitet, so sind dieselben an der Peripherie schon vollständig individualisirt und durch Intercellularräume getrennt, während nach der Mitte hin noch alle acht in einer gemeinschaftlichen farblosen und nur von Protoplasmakörnchen erfüllten Schleimmasse zusammenhängen (Fig. 11). Aber das Strömen des Inhalts von der Mitte nach dem Rande, welches bisher immer fortdauerte, bewirkt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

endlich, dass die centrale Protoplasmamasse sich ebenfalls achtfach einschnürt; alsdann erscheinen die acht Tochterzellen nach aussen intensiv gelbgrün und laufen nach innen in farblose, zartkörnige Schnäbel aus, die alle im gemeinschaftlichen Mittelpunkt zusammenhängen, sich allmählig verdünnen, abreissen und eingezogen werden (Fig. 10, 11, 13, 14). Alsdann runden sich die acht jungen Primordialzellen zu kurzen Cylindern ab und stehen in einem Ringe, ohne organischen Zusammenhang, aber dicht neben einander gelagert; unter dem Mikroskop gleichen sie von oben gesehen (in der Polaransicht) einem achtfach eingekerbten Rade; von der Seite, in der Aequatorialansicht betrachtet, sehen wir vier oder acht, dicht neben einander liegende, kurze Cylinder, so dass das Ganze einem kleinen Scenedesmus obtusus nicht unähnlich ist (Fig. 11 *a*).

Die in der Theilung begriffene Primordialzelle verhält sich, so lange die Abschnürung in acht noch nicht vollendet ist, gegen die Aussenwelt als ein Ganzes; das heisst: ihre beiden Flimmerfäden bewegen sich ununterbrochen, und in Folge dessen rollt die ganze Stephanosphaerenkugel nach den bekannten Gesetzen auch dann noch durch das Wasser, wenn schon die meisten ihrer Primordialzellen in vier oder acht Tochterzellen mehr oder minder vollständig zerfallen sind. Erst kurz vor der Vollendung der Theilung verlieren die Flimmerfäden der Mutterzelle ihre Bewegung und verschwinden, sei es nun, dass sie eingezogen oder dass sie abgestossen werden; dagegen bemerkt man jetzt in der gemeinschaftlichen Hüllzelle die Löcher als zarte, von einem verdickten Rande eingefasste Punkte, durch welche die Flimmerfäden sonst von Innen in das Wasser hindurchtraten.

Unmittelbar darauf zeigt sich, dass die neu entstandenen Tochterzellen selbst ihre Flimmerfäden entwickelt haben; denn die im Innern der Mutterhülle ausgebildeten jungen Generationen fangen jetzt an, sich zu bewegen und wie Räder an einander hin zu rollen, so weit es der geringe Raum gestattet (Fig. 11, 12). In Folge dieser Bewegung der acht kleinen, in der gemeinschaftlichen Hüllzelle rotirenden Räder, die einen sehr hübschen Anblick gewährt, wird die Mutterhülle selbst bald an einzelnen Stellen erweitert und verdünnt; die Cellulose, aus der sie besteht, scheint in lösliche Gallerte sich umzuwandeln und bald darauf durchbricht eines nach dem anderen die gemeinschaftliche Hülle und dreht sich nun frei und selbständig durch das Wasser, nach denselben Gesetzen wie die alten Kugeln, nur noch lebhafter und energischer. Die junge Stephanosphaera gleicht ganz einem grünen, aus acht kleinen Cylindern zusammengesetzten Kranze, an dem man Hülle und Flimmerfäden ohne Weiteres nicht erkennen kann (Fig. 13); tödtet man sie jedoch mit Jod, so erkennt man, dass eine gemeinschaftliche Hüllzelle als eine überaus zarte Membran die acht Primordialzellen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

umgibt, nur liegt dieselbe an ihrer ganzen Oberfläche beinahe unmittelbar auf den grünen Kugeln, so dass sie den wellenförmigen Contouren derselben folgt und in ihrer ganzen Gestaltung einen platten, am Rande achtfach eingekerbten Sphäroide gleicht; sie ist durchbrochen von den Flimmerfäden, die paarweise von jeder der Primordialzellen ausgehen; in letzteren sind bereits wieder zwei Chlorophyllbläschen erkennbar (Fig. 14). Allmählig hebt sich die Hüllzelle durch endosmotische Aufnahme von Wasser weiter ab; ihr Umriss glättet sich aus und erscheint in der Polaransicht kreisrund; dagegen behält sie noch längere Zeit die Gestalt eines beinahe tafelförmigen Sphäroids bei, und zeigt sich daher in der Aequatorialansicht als Ellipse (Fig. 15); endlich dehnt sie sich nach allen Dimensionen gleichförmig aus und erreicht dadurch ihre normale Kugelgestalt, während sie zugleich eine bedeutendere Dicke gewinnt. Dieser ganze Fortpflanzungsprocess ist während der Nacht vollendet und beim Aufgang der Sonne bemerkt man an heiteren Tagen nur selten noch in der Theilung begriffene Stephanosphaeren; an trüben Tagen kann man sie in diesem Zustande noch am frühen Vormittage beobachten.

Uebrigens bleiben nicht selten die Primordialzellen schon bei der Theilungsstufe der zweiten Generation stehen, so dass sie überhaupt nur in vier Tochterzellen zerfallen; diese entwickeln, ohne sich noch ein drittes Mal zu theilen, sofort Flimmerfäden und Hüllzelle und treten in diesem Zustande aus der Mutterhülle. Hier ist also nur die erste Generation jeder Primordialzelle Uebergangsgeneration, die zweite dagegen bereits Dauergeneration. Daher kommt es, dass man oft unter den anderen achtzähligen Stephanosphaerenkugeln solche antrifft, in denen die Hüllzelle nur vier, gleichweit abstehende Primordialzellen umschliesst, die sich in allen anderen Beziehungen dagegen wie gewöhnlich verhalten (Fig. 7).

Noch häufiger beobachtet man, wenn die Primordialzellen sich bereits in vier Tochterzellen abgeschnürt haben, und im Begriff stehen, sich zum dritten Male in acht zu theilen, dass alsdann nicht in allen vier Stücken dieser Theilungsprocess vollständig zu Stande kommt, sondern dass die junge Stephanosphaera bereits frei wird und die Hüllzelle entwickelt, obwohl der eine oder der andere der vier Kugelquadranten sich erst ein-, aber nicht abgeschnürt hat. Dadurch entstehen monströse Formen, indem die allgemeine Hüllzelle alsdann nur sieben Primordialzellen umschliesst; aber man beobachtet in diesen Fällen stets, dass eine derselben sich durch höchst wunderliche Ausläufer oder Schleimfäden auszeichnet, dass sie doppelt so gross als die übrigen erscheint, dass sie vier Chlorophyllbläschen, statt wie gewöhnlich nur zwei enthält, dass sie wohl auch in der Mitte mehr oder minder eingeschnürt ist. Alles dies liefert den Beweis

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dafür, dass hier eine Tochterzelle der zweiten Generation sich nicht wie die übrigen in einer dritten getheilt hat und allein den Raum einnimmt, den gewöhnlich zwei erfüllen. Manchmal findet man in einer Hüllzelle nur sechs (Fig. 6) oder gar nur fünf Primordialzellen; aber dann sind zwei oder drei derselben doppelt so gross als sonst [1]). In ähnlicher Weise bildet *A. Braun* ein Pediastrum ab, das aus 15, statt aus 16 Zellen besteht, wo aber eine derselben doppelt so gross ist als die übrigen (Verjüngung, tab. II. fig. 20).

Im Allgemeinen liegt auf der Hand, dass die bisher betrachtete Fortpflanzungsweise von Stephanosphaera vollständig derjenigen entspricht, welche wir bei Chlamydococcus als Macrogonidienbildung bereits kennen gelernt haben. Sie beruht in beiden Fällen darauf, dass die Hüllzelle sich unverändert erhält, die Primordialzellen dagegen zuerst in zwei Tochterzellen, und dann so fort immer in einer niederen Potenz von zwei sich theilen, dass jede der Tochterzellen zunächst zwei Flimmerfäden entwickelt und nun an ihrer ganzen Oberfläche, wie alle Primordialschläuche der Pflanzenzellen thun, eine zarte Cellulosemembran ausscheidet, die sich aber hier durch Wasseraufnahme weiter und weiter von der ausscheidenden Primordialzelle abhebt. Der einzige Unterschied zwischen Chlamydococcus und Stephanosphaera beruht darauf, dass bei Chlamydococcus jede einzelne Tochterzelle eine besondere Hüllzelle ausbildet, während bei Stephanosphaera sämmtliche aus einer Primordialzelle durch Theilung hervorgegangenen Generationen sich mit einer gemeinschaftlichen Hülle umgeben und als Zellenfamilien sich weiter bewegen. Dagegen stimmt die Entwickelungsgeschichte von Gonium, Pandorina und Volvox im Wesentlichen ganz mit den Fortpflanzungsgesetzen überein, welche ich von Stephanosphaera so eben geschildert habe, wie anderswo entwickelt werden soll. Wir können im Allgemeinen diese Vermehrungsweise der Volvocinen als Fortpflanzung durch Macrogonidien bezeichnen.

[1]) Nur durch solche unvollständige Theilung einer Uebergangsgeneration ist es möglich, wenn bei Stephanosphaera, eben so wie bei allen übrigen Volvocinen, bei denen dasselbe Gesetz gilt, die grünen Zellen anders als in einer Potenz von zwei vorkommen, höchstens könnte der Austritt der einen oder der anderen Zelle, der zu Zeiten stattfindet, die normale Zahl unvollständig machen. Dagegen sind Definitionen, wie die von *Kützing's* Botryocystis Morum, die angeblich nur aus sechs secundären (Primordial-)Zellen bestehen soll, offenbar nur aus unvollständiger Beobachtung und Verkennung des Theilungsgesetzes hervorgegangen. Eben so möchte die *Ehrenberg*'sche Angabe, nach welcher die Zahl der Individuen bei seinem Trochogonium sich auf 6—21 belaufen soll, auf einer Vernachlässigung des eigentlichen Charakters beruhen. Ueberhaupt ist von den früheren Beobachtern das constante Zahlenverhältniss im Bau der Volvocinen vielfach unberücksichtigt geblieben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausser dieser findet aber bei Stephanosphaera noch ein zweiter Process statt, den ich seltner beobachtet habe, die Fortpflanzung durch Microgonidien. Auch bei dieser Vermehrungsweise sind die einleitenden Vorgänge ganz gleich denen der Macrogonidienbildung; namentlich zerfällt auch hier jede Primordialzelle zunächst in zwei, dann in vier, endlich in acht Tochterzellen. Anstatt dass aber, wie gewöhnlich, diese dritte zur Dauergeneration und als neuer Organismus frei wird, geschieht es nicht selten, dass der Theilungsprocess mit dem Zerfallen in acht noch nicht sein Ende erreicht, dass sich die ursprüngliche Primordialzelle vielmehr noch ein viertes, ein fünftes und selbst ein sechstes Mal in derselben Weise abschnürt, und zuletzt in eine grosse Anzahl Zellchen (16, 32—64) zerfällt, die natürlich um so kleiner sind, in einer je höheren Potenz von zwei die Theilung fortgeschritten war (Fig. 16). Aber während bei der Macrogonidienbildung die Tochterzellen sich mit einer gemeinschaftlichen Hülle umgeben und als ein Ganzes, als zusammenhängende, nach bestimmten Gesetzen geordnete Zellenfamilie frei werden, so lösen sich bei der jetzt geschilderten Fortpflanzungsweise am Ende die kleinen Tochterzellen gänzlich von einander, ohne eine Hüllzelle auszuscheiden, und auf diese Weise zerfällt jede der acht ursprünglichen Primordialzellen in 32—64 selbständige, kleine, grüne, elliptische oder spindelförmige Körperchen, welche sich sofort von einander entfernen, sich einzeln und frei bewegen und in sehr grosser Anzahl (zu 256—512) die gemeinschaftliche Mutterhüllzelle erfüllen. Diese kleinen Zellchen — ich werde sie nach dem Vorgange von *A. Braun* als Microgonidien bezeichnen — zeigen im Innern der Hüllzelle eine sehr lebhafte und energische Bewegung, indem sie im Raume derselben nach allen Richtungen sehr rasch durcheinander schwärmen; so erzeugen sie durch ihre Menge jenes wunderliche Gewimmel, das von *A. Braun* sehr passend mit dem Durcheinanderströmen einer Volksmenge in einem beschränkten Platze verglichen wird, wo jeder beständig seine Stelle verändert, obwohl alle zusammen stets denselben Raum einnehmen. Dieses Durcheinanderwimmeln der Microgonidien von Stephanosphaera gewährt einen überaus fesselnden Anblick; bald vertheilen sich die Zellchen in einige Hauptmassen; dann vereinigen sie sich wieder in einen mittleren Knäuel; in jedem Augenblick verändert sich ihr allgemeines Bild (Fig. 17, 18). Endlich zerreisst auch hier die gemeinschaftliche Hüllzelle; alsbald treten die Microgonidien eine nach der anderen, oder in grösseren Massen, aber frei und einzeln ins Wasser (Fig. 19 *a*). Man kann sie alsdann durch Jod getödtet leicht in ihrer wahren Gestalt erkennen; sie sind spindelförmig an beiden Enden zugespitzt, in der Mitte schön grün, an den beiden verschmälerten Enden in farblose Schnäbel auslaufend, im Ganzen jungen Euglenen nicht unähnlich, ohne Spur einer Hüllzelle; das eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der beiden Enden, das beim Schwimmen vorangeht, trägt die zarten Flimmerfäden; die Zahl der Flimmerfäden ist vier (Fig. 19). So wie die Microgonidien ins Wasser gelangt sind, bewegen sie sich äusserst lebhaft nach allen Richtungen, und in Kurzem sind sämmtliche aus einer Hüllzelle herausgetretenen Körperchen in der weiten Fläche des Wassertropfens zerstreut und verschwunden.

Was aus den Microgonidien später wird, habe ich nicht ermitteln können, da sie sich auf dem Objectglase in der Regel nach kurzem Schwärmen zersetzen. Es lässt sich jedoch vermuthen, dass auch sie zur Fortpflanzung dienen, und wahrscheinlich in einen ruhenden Zustand übergehen werden. Wenigstens ist das letzte bei den Microgonidien von Chlamydococcus pluvialis von *A. Braun* und mir beobachtet worden; die Entwickelungsgeschichte der letzteren stimmt ganz mit denen von Stephanosphaera überein; auch sie entstehen aus einer Theilung der Primordialzelle in höherer Potenz, zeichnen sich durch Kleinheit und lebhaftere, besonders infusorienähnliche Bewegung aus und entwickeln während ihrer Bewegung nie eine Hüllzelle. Die Microgonidien beider Gattungen sind deshalb reine Primordialzellen; das heisst zellenähnliche Primordialschläuche, ausschliesslich aus gefärbtem Protoplasma organisirt, ohne alle Cellulosemembran [1]). Der einzige Unterschied zwischen ihnen ist der, dass die Microgonidien von Chlamydococcus, wie ihre Macrogonidien, zwei Flimmerfäden besitzen, während ich an denen von Stephanosphaera vier erkannte. Dass die Microgonidien von Stephanosphaera morphologisch den Macrogonidien vollständig entsprechen und nur auf einer höheren Potenz der Theilung beruhen, beweist ein Fall, wo von den acht Primordialzellen in einer Hüllzelle sieben in Microgonidien aufgelöst waren, während eine sich blos in acht Tochterzellen getheilt hatte; diese entwickelten sich als Macrogonidien und bildeten einen zusammenhängenden, von einer Hüllzelle umgebenen Kranz, welcher langsam in der Mutterhülle dahinrollte, umschwärmt von den freien, rascher beweglichen Microgonidien (Fig. 18 *a*). Eine Microgonidienbildung hat *Alex. Braun* auch bei Chlamydomonas obtusa beobachtet; wahrscheinlich kommt auch bei allen übrigen Volvocinen neben der gewöhnlichen Fortpflanzung durch grosse, in Zellenfamilien zusammengeordnete Macrogonidien noch die Bildung kleinerer, einzeln frei werdender Microgonidien vor.

[1]) Wir haben in ihnen und in den meisten Schwärmzellen der Algen überhaupt Gebilde, die sich in ihrer Entwickelung und selbständigen Individualisirung, ihrem Lebensprocess und ihrer Bewegungsweise ganz als Zellen verhalten, die aber nur aus dem Zellinhalte, ohne die Zellmembran bestehen, ein Beweis dafür, dass auch im Pflanzenreich der Begriff der Zelle in manchen Fällen weiter gefasst werden muss, als man nach den Schematen unserer Lehrbücher voraussetzen möchte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

VIII. Vergleichung der Entwickelungsgeschichte von Stephanosphaera mit der Schwärmzellenbildung der übrigen Algen.

Wer jemals die beweglichen Sporen (Gonidien) gewisser Algen beobachtet hat, welche sich durch Theilung des Primordialschlauches im Innern einer Mutterzelle ausbilden und nach Durchbrechen derselben mit Hülfe beweglicher Flimmerfäden ins Wasser hinaustreten, der wird die vollständige Uebereinstimmung dieser Phänomene mit den bei der Entwickelungsgeschichte von Stephanosphaera beobachteten Thatsachen sofort erkennen. Die Bildung und Entleerung der Schwärmsporen, wie sie von mir selbst vielfach bei Achlya prolifera, Chytridium, Conferva glomerata, von Anderen auch bei Ascidium, Bryopsis, Codium, Ectocarpus und den Fucoideen beobachtet worden, gewährt das Schauspiel des Wimmeln und Ausströmen ganz so, wie wir es bei den Microgonidien von Stephanosphaera so eben beschrieben haben. Die Schwärmsporen von Bryopsis, Chaetophora, Stigeoclonium, Ulothrix, Draparnaldia haben eine so völlig übereinstimmende Gestalt mit denen von Stephanosphaera, dass man dieselben durchaus nicht zu unterscheiden im Stande wäre, wenn man sie einzeln und nicht im Momente des Ausschlüpfens zu beobachten hätte. Alle diese Algensporen tragen, wie die Microgonidien von Stephanosphaera, vier Flimmerfäden am vorderen Ende: ein Verhältniss, das bis jetzt noch bei keinem echten oder Pseudoinfusorium beobachtet worden ist. Andere Schwärmzellen sind zwar von ganz gleicher Form, Entwickelung und Bewegung, tragen aber nur zwei Flimmerfäden, so die von Cladophora, Characium, Apiocystis, Phycoseris, Chaetomorpha und andere. Die neueste Zeit hat uns in der Abhandlung von *G. Thuret* über die beweglichen Sporen der Algen (Ann. d. scienc. nat. t. XIV. 1850) ganz vorzügliche Abbildungen dieser Phänomene geboten, auf die ich Jeden verweise, der von dieser auffallenden Fortpflanzungsweise der Algen und Wasserpilze sich eine Anschauung verschaffen will [1]). Doch ist, um zu einem Urtheil in dieser Frage berechtigt zu sein, eine unmittelbare vorurtheilsfreie Beobachtung wenigstens der wichtigsten Erscheinungen unerlässlich, die um so leichter zu gewinnen ist, da mit Ausnahme der Oscillaricen, Nostochinen und der Conjugaten fast alle Algen sich durch Schwärmsporen das ganze Jahr hindurch fortzupflanzen pflegen. Eine selbständige Beobachtung ist hier für Jeden, der zu einer vorurtheils-

[1]) Man vergleiche namentlich meine Zeichnung der Microgonidien von Stephanosphaera (Fig. 19) mit den Abbildungen, welche *Fresenius* über die Schwärmsporen von Chaetophora (zur Controverse über die Verwandlung von Algen in Infusorien), oder welche *Thuret* auf Tab. 16, Fig. 5, Tab. 18, Fig. 6, 10 und 11, Tab. 19, Fig. 3, Tab. 21, Fig. 3 seiner citirten Abhandlung gegeben haben. Siehe auch «Sur les organes reproducteurs des Algues par *M. Derbès* et *Solier*. Ann. d. sc. nat. XIV. tab. 33 über Draparnaldia.»

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

freien Ansicht über die an der Gränze des Thier- und des Pflanzenreichs stehenden Organismen gelangen will, um so unentbehrlicher, als die hier in Frage kommenden Erscheinungen von allen sonst im Pflanzenreiche bekannten gänzlich abweichend und als *sui generis* zu betrachten sind. — Auch die Macrogonidien von Stephanosphaera sind an und für sich ihrem Bau und ihrer Bewegung nach ganz übereinstimmend mit den zwei Flimmerfäden tragenden Schwärmzellen, die etwa *Naegeli* von Tetraspora (Einzelligo Algen, tab. II. *C f*) von Characium (l. c. tab. II. *A k*) oder von Apiocystis (tab. III. *D b*) abgebildet hat; nur die gemeinschaftliche Hüllzelle und die Verbindung in Zellenfamilien die sonst blos bei ruhenden Algenformen vorkommt, ist bei Schwärmzellen bisher noch nicht beobachtet worden und als specifischer Charakter der Volvocinen zu betrachten, ohne dass diese Organisation mit ihrem pflanzlichen Charakter irgend in Widerspruch stände.

Besonders darum aber ist die Entwickelungsgeschichte von Stephanosphaera entscheidend für die Stellung der Volvocinen, weil sie eine wesentliche Uebereinstimmung zeigt mit einem anderen Organismus, über dessen wirkliche Natur noch Niemand in Zweifel gewesen ist.

Eine unserer verbreitetsten Süsswasseralgen, Hydrodictyon utriculatum, besteht bekanntlich aus grossen, schlauchähnlichen Zellen, die netzförmig dergestalt an einander geordnet sind, dass immer drei bis vier in einem Punkte zusammenstossen, und je fünf oder sechs einen polygonalen Raum begränzen. Der grüne, die Wand der einzelnen Zellen bekleidende Inhalt, welcher zahlreiche Chlorophyllbläschen eingebettet hat, verwandelt sich bei der Fortpflanzung in eine sehr grosse Anzahl von Schwärmzellen, deren Bau bis in die neueste Zeit verkannt und erst durch die musterhafte Entwickelungsgeschichte von *A. Braun* in seiner oft citirten Verjüngungsschrift enthüllt worden ist (l. c. p. 279), mit welcher meine eigenen Beobachtungen völlig übereinstimmen. Das Wesentliche derselben ist, dass sich der Inhalt der grossen Hydrodictyonzellen entweder in eine Anzahl grösserer beweglicher Sporen umbildet, welche kugelrund, von einer farblosen Spitze zwei Flimmerfäden ausgehen lassen, nur innerhalb der Mutterzelle hin und her zittern und zucken, und dieselbe nie verlassen; diese legen sich nach kurzem Schwärmen im Innern der Hülle netzförmig an einander und scheiden alsdann eine starre Membran aus, welche sie gemeinschaftlich umgibt; auf diese Weise werden sie, die Macrogonidien zu einer Zellenfamilie vereinigt und wachsen allmälig zu einem neuen, dem ursprünglichen ganz gleichen Netze aus.

In anderen Zellen an Hydrodictyon bildet sich der Inhalt zu einer bei weitem grösseren Menge kleiner Microgonidien um, deren sich an 30,000 — 100,000 in einem Schlauche entwickeln; diese sind spindelförmig, besitzen vier Flimmerfäden, bewegen sich sehr lebhaft und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

rasch, treten aus der Mutterzelle einzeln ins Wasser und gehen nach langer Bewegung in den Ruhestand über, ohne sich jemals zu einer netzförmigen Zellenfamilie zu vereinigen.

Abstrahirt man von den Verschiedenheiten, die sich immer zwischen zwei Gattungen nachweisen lassen, so erkennt man doch das gleiche Entwickelungsgesetz, dass bei Hydrodictyon wie bei Stephanosphaera die mit zwei Flimmerfäden versehenen, minder zahlreichen Macrogonidien bereits innerhalb der Mutterzelle nach dem in dem Charakter der beiden Gattungen gegebenen Verhältnisse zu einer Zellenfamilie sich aneinander ordnen, die bei der Volvocine beweglich, bei der Protococcacee ruhend ist; während die zahlreicheren, lebhafter bewegten Microgonidien mit vier Flimmerfäden die Mutterzelle verlassen und in Metamorphosen eingehen, deren Zurücktreten in den normalen Typus der Art weder hier, noch überhaupt bei Microgonidien irgend einer Alge bisher beobachtet worden ist. Eine solche unleugbare Uebereinstimmung des Entwickelungsgesetzes von Stephanosphaera mit einer unzweifelhaften Pflanze wie Hydrodictyon, die eine nahe Verwandtschaft zwischen beiden bekundet, wäre nicht denkbar, wenn die erstere als zu einem ganz anderen Naturreiche gehörig, als wesentlich verschieden organisirt betrachtet werden sollte [1]. So bietet auch die Entwickelungsgeschichte von Stephanosphaera den überzeugendsten Beweis von der pflanzlichen Natur dieser Gattung und somit der Volvocinen überhaupt dar.

IX. Zur Physiologie von Stephanosphaera.

Dass mit der Bildung der Macro- und der Microgonidien noch nicht die ganze Formenreihe erschöpft ist, welche Stephanosphaera zu durchlaufen vermag, ergibt sich aus der folgenden Beobachtung, die ich leider bisher noch nicht im Stande war abzuschliessen. Wenn ich nämlich Stephanosphaera längere Zeit in einem Glasnäpfchen cultivirt hatte, wie ich sie in meinem Aufsatze über Loxodes Bursaria im 3. Hefte Band III dieser Zeitschrift beschrieben hatte, so zeigten zuletzt sämmtliche Primordialzellen einen dunklen, trüb-grünlich braunen Inhalt, der durch zahlreiche Körnchen so dicht erfüllt war, dass man die beiden Chlorophyllbläschen gar nicht mehr erkennen konnte; ihre Gestalt wurde mehr oder minder kugelrund, und die schleimigen strahlenartigen Fort-

[1] *Thuret* hat auch an einer Dictyotee, der Cutleria multifida, neben grösseren Schwärmzellen, die sich zu 8 in einer Mutterzelle entwickeln und leicht keimen, noch die Bildung kleinerer, ebenfalls beweglicher Zellchen beobachtet, die in ganz ähnlicher Weise, aber durch vervielfältigte Theilung (zu 32?) entstehen und niemals keimen. *Thuret* hält die letzteren für Analoga der Samenfäden; wir möchten sie vielmehr als einen Beweis betrachten, dass auch unter den höheren Tangformen des Meeres die gleichzeitige Bildung von Macrogonidien und Microgonidien vorkomme. (Vgl. *Thuret* in Ann. d. sc. nat. T. XIV. t. 31 und T. XVI t. 1.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sätze fehlten ganz; ihr Umriss war auffallend scharf begrenzt, als hätte er sich mit einer starren Membran umgeben. Alsdann bemerkte ich, dass die Primordialzellen nicht mehr unbeweglich in der Peripherie der Hüllzelle festsassen, ohne ihre relative Lage zu verändern; sondern sie zuckten hin und her, rissen endlich von der Hüllzelle ab, und fingen jetzt an, im Innern derselben langsam und schwerfällig zu rotiren. Bald darauf sah ich auch die Hüllzelle an irgend einer Stelle zerreissen und zusammenfallen; und allmählig trat eine der acht Primordialzellen nach der anderen als selbständige Kugel heraus; sie zeigten sich jetzt von einer ziemlich eng anliegenden Hülle eingeschlossen, durch welche zwei Flimmerfäden hindurchtraten, und waren dadurch einer Chlamydomonas Pulvisculus äusserst ähnlich (Fig. 20). Auch bewegten sie sich längere Zeit durch das Wasser, und kamen endlich zur Ruhe, indem sich die Flimmerfäden verloren und sie selbst sich, kleinen, grünen Protococcuskugeln gleich, am Boden des Glases anhäuften. Wir haben hier also auch ein ruhendes, vollständig pflanzenähnliches Stadium von Stephanosphaera, wie wir es bereits bei Chlamydococcus und Chlamydomonas kennen; ohne Zweifel kommt ein solcher ruhender Zustand auch den übrigen Volvocinen zu und vermittelt ihre Erhaltung, wenn das Wasser ihrer Gruben im Sommer ausgetrocknet ist. Das Ausbrechen einzelner Kugeln in Chlamydomonas ähnlicher Gestalt aus der gemeinschaftlichen Hülle ist auch bei Gonium leicht zu beobachten (vergl. *Ehrenberg*, Infus. tab. III. fig. 1).

Ich vermuthe, dass die ruhenden, Protococcusähnlichen Zellen von Stephanosphaera es sind, durch welche sich die Erhaltung der Art vermittelt, wenn das Wasser, wie es in flachen Steinhöhlungen, ihrem natürlichen Fundorte, immer der Fall ist, eine Zeit lang völlig ausgetrocknet und der gesammte lebendige Inhalt auf den Stein niedergeschlagen ist. Durch die Beobachtungen des Hrn. Major *v. Flotow* ist es bereits nachgewiesen, dass dieser ausgetrocknete, schlammartige Bodensatz immer wieder neue Stephanosphaeren entwickelt, sowie derselbe von Neuem mit Wasser übergossen wird. Diese Fähigkeit, eingetrocknet wieder aufzuleben, theilt Stephanosphaera mit dem Chlamydococcus pluvialis, bei dem bekanntlich ebenfalls die ruhenden Zellen nach jahrelangem Austrocknen noch lebensfähig bleiben und zur Geburt beweglicher Formen gelangen können, während die Schwärmzellen selbst durch rasches Austrocknen für immer zu Grunde gehen. Hr. *v. Flotow* hat Erde mit eingetrockneten Stephanosphaeren an Hrn. Dr. *Rabenhorst* in Dresden gesendet, dem es ebenfalls gelang, durch Befeuchten die Stephanosphaera wieder zu beleben; auf diese Weise erhielt derselbe hinreichendes Material, um in der 11. Decade seiner »Algen Sachsens resp. Mitteleuropas« unter Nr. 102 auch die Stephano-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sphaera auszugeben und so die allgemeinere Verbreitung dieses merkwürdigen Organismus zu vermitteln [1]).

Da die beweglichen Stephanosphaeren beim raschen Austrocknen, wie mich vielfache Versuche belehrten, ebenso zu Grunde gehen wie die schwärmenden Chlamydococcuszellen, so glaube ich, dass die ruhenden, Protococcusähnlichen Kugeln, deren Entwickelung ich so eben geschildert habe, es sind, welche durch das Austrocknen ihre Lebensfähigkeit nicht verlieren und beim Wiederbegiessen mit Wasser einen Entwickelungskreis zu durchlaufen im Stande sind, durch den sie zur normalen beweglichen Stephanosphaerenform zurückkehren. Doch muss ich bemerken, dass es mir bisher an hinlänglichem Material fehlte, um die ruhende Stephanosphaera und die Vorgänge zu beobachten, in welcher das Wiederbeleben derselben vor sich geht, und dass ich in Betreff dieser wichtigen Phänomene eine Lücke übrig lassen muss, die ich im nächsten Sommer ausfüllen zu können hoffe.

Ich füge zum Schluss noch eine Bemerkung über die Art und Weise hinzu, durch die es mir gelungen ist, genügendes Material für meine Beobachtungen zu erlangen, da dieselbe auch von physiologischem Interesse ist. An ihrem Fundorte kommen nämlich die Stephanosphaerakugeln unter Chlamydococcus, aber durchaus nicht in einer solchen Menge vor, wie sie für die Untersuchung erforderlich ist, und wenn sich auch an gewissen Stellen des Wassers grüne Nebel ansammeln, die allein aus unseren Volvocinen gebildet sind, so ist es doch schwer, genug derselben zur Beobachtung herauszuholen, da sie bei der Berührung sofort auseinanderstieben. Durch ein einfaches Mittel gelang es mir, diesen Uebelstand zu beseitigen und in jedem beliebigen Momente tausende dieser zierlichen Organismen auf das Objectglas zu bringen. Ich erfüllte nämlich eine platte Flasche mit kurzem, schmalem Halse zum grössten Theile mit dem Stephanosphaerahaltigen Wasser, verpfropfte sie mit einem Korke und legte alsdann die Flasche beinahe horizontal so, dass der Pfropfen theilweise noch ins Wasser tauchte. Alsdann hatten sich binnen wenig Stunden beinahe sämmtliche im Wasser befindliche Stephanosphaeren am Pfropfen angesammelt, der sich mit einem grünen, ausschliesslich aus den rotirenden Kugeln bestehenden Ueberzuge bedeckte, während das übrige Wasser in der Flasche nur Chlamydococcus, aber fast gar keine Stephanosphaera enthielt. Ich hatte daher nur nöthig, bei der Untersuchung den

[1]) Ich muss jedoch bemerken, dass in einigen von mir verglichenen Proben keine Stephanosphaera enthalten ist. Den Exemplaren sind einige ausführlichere Bemerkungen beigedruckt worden, welche aus meinen brieflichen, in dieser Form zunächst nicht für die Oeffentlichkeit bestimmten Mittheilungen zusammengestellt und nicht von mir selbst redigirt sind; sie enthalten vielfache und wesentliche Unrichtigkeiten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kork herauszunehmen, und ein jeder Tropfen des adhärirenden Wassers lieferte mir gleichzeitig alle Entwickelungsstadien unseres Organismus in sehr grosser Menge. Nach kurzer Zeit hatte sich die Stephanosphaera von Neuem am Pfropfen angehäuft. Ich will beiläufig bemerken, dass es kaum einen schöneren Anblick unter dem Mikroskop gibt, als eine grosse Anzahl dieser zierlichen Krystallkugeln dicht neben einander gedrängt zu beobachten, die mit ihrem hellgrünen, oft wunderlich verästelten Primordialzellenkranze gleich kreisenden Rädern nach allen Richtungen durch das Wasser rollen, bald sich als Ring, bald sich als Gürtel zeigend, bald um einen Mittelpunkt rotirend, bald in seltsamen Curven dahingetrieben.

Um die Ursache genauer zu erforschen, welche die Stephanosphaeren sich allein am Pfropfen ansammeln lässt, habe ich einige Experimente angestellt, die mir eine genügende Erklärung aus dem Verhalten der Kugeln zum Lichte dargeboten haben. Wenn ich nämlich Wasser, das mit Stephanosphaera und mit Chlamydococcus pluvialis erfüllt war, in einer flachen Porzellanschale ans Fenster stellte, so hatte sich in Kurzem an dem zum Fenster hingekehrten Rande der Flüssigkeit ein grüner Saum gebildet, der beinahe ausschliesslich aus Stephanosphaera bestand, während am entgegengesetzten Rande sich wohl Chlamydococcus, aber kaum eine einzige Stephanosphaera angehäuft hatte. Da aber die dem Fenster zugewendete Seite des Wassers von dem überragenden Rande der Schale selbst beschattet wird, und daher dem dunkelsten Theile entspricht, während am entgegengesetzten Punkte sich die hellste Stelle der Schale befindet, so ergab sich daraus, dass die Stephanosphaera das Licht flieht, und sich immer an der dunkelsten Stelle des Gefässes anhäuft, wie dies auch das Ansammeln im Schatten des Propfens erwiesen hatte. Als ich darauf die Porzellanschale an der dem Fenster zugewendeten Seite mit einem Brettchen so bedeckte, dass dieser Theil ganz finster wurde, während das entgegengesetzte Ende der Schale von demselben nicht beschattet war, so entfernten sich binnen ein Paar Stunden alle Stephanosphaeren von dem dunkleren Rande, an dem sie sich bis dahin versammelt hatten, begaben sich aber nicht an den entgegengesetzten erleuchteten Rand, sondern ordneten sich in einer quer durch das Wasser gehenden grünen Linie, welche der Grenze zwischen Kernschatten und Halbschatten des Brettchens genau entsprach — eine Stellung, die um so auffallender war, als die grünen mikroskopischen Pflänzchen sich von selbst immer nur am Rande, nie in der Mitte des Wassers zusammenzustellen pflegen. Legte ich das Brettchen so, dass dasselbe von vorn nach hinten von der dunkelsten zur hellsten Stelle quer herüberreichte, so zeigte sich der grüne Saum weder an dem zum Fenster hingewendeten, noch am entgegengesetzten Rande; dagegen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erschienen bald zu beiden Seiten des Brettchens ausserhalb seines Kernschattens die grünen Nebel der Stephanosphaera. Wiederholte Versuche gaben mit grosser Sicherheit ein gleiches Resultat. Aus allem Diesem geht hervor, dass die beweglichen Kugeln von Stephanosphaera das helle Licht fliehen und die relativ dunkelste Stelle des Gefässes aufsuchen, dass sie jedoch ebenso den gänzlichen Lichtmangel vermeiden und sich am liebsten im gemässigten Lichte oder im Halbschatten ansammeln. Da andere Algen und Infusorien gegen das Licht ein anderes Verhalten zeigen, so besitzen wir dadurch ein Mittel, die mikroskopischen Bewohner eines Wassers gewissermassen zu sortiren, wie mir dies mit der schattenliebenden Stephanosphaera und dem in der Regel das hellste Licht aufsuchenden Chlamydococcus gelungen ist.

X. Zusammenstellung der Resultate.

Ich schliesse meine Abhandlung mit der Diagnose der neuen Gattung, welche den Gegenstand derselben geliefert hat:

Algae

Ordo: *Palmellaceae.*

Chamaephyceae Kg.

Familia: *Volvocineae.*

Stephanosphaera nov. gen. *Kranzkugel.*

Stephonoma? Werneck nach *Ehrenberg's* Vortrag in der Gesellschaft naturforschender Freunde (Spenersche Zeitung v. 28. Apr. 1846).

Trochogonium? Ehrenberg loc. eod.

Stephanosphaera in *Rabenhorst's* Algen Sachsens Dec. XI. no. 102.

Char. gen. Familia cellularum per totam vitam rotata et agitata; constans e cellulis primordialibus *octo* viridibus, cilia *bina* agilia gerentibus, in *circuli ambitum* aequali distantia dispositis, vesicula communi hyalina *globosa* inclusis; propagata et *macrogonidiis octupla* singularum cellularum viridium divisione ortis, duo cilia gerentibus, in 8 familias octonarias congregatis — et *microgonidiis permultis* minoribus, divisione *multiplice* genitis, *quatuor* ciliorum actione primum in vesicula communi versantibus, dein libere singulis elapsis.

Char. spec. *Stephanosphaera pluvialis* n. s. cellulis viridibus globosis ellipticis vel fusiformibus utrinque saepe in radios mucosos excurrentibus, diametro $^1/_{330}$—$^1/_{180}$''' (0,0065—0,012 m. m.), vesiculae communis diametro = $^1/_{80}$—$^1/_{40}$''' (0,028—0,055 m. m.).

Obs. Exsiccata reviviscit.

Habitat in saxis excavatis aqua pluviali repletis, una cum Chlamydococco pluviali: Salisburgii, *Werneck.? Zambra, A. v. Frantzius;* Cervimontii, *v. Flotow.*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Hauptergebnisse meiner Untersuchung lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Stephanosphaera ist eine neue Gattung aus der Gruppe der Volvocinen, und von Pandorina, Gonium, Volvox wesentlich nur durch das Stellungsgesetz der inneren grünen Kugeln verschieden.

2) Sie wird dargestellt von acht gleichwerthigen, grünen Primordialzellen, welche in der Peripherie eines Kreises geordnet sind; diese werden von einer gemeinschaftlichen Hüllzelle umschlossen, in deren Aequator nahe dem Umfange sie stehen.

3) Die Hüllzelle hat die Gestalt einer vollkommenen Kugel und besteht aus einer structurlosen, völlig geschlossenen Cellulosemembran, die von einem wasserhellen Inhalt (Wasser?) erfüllt ist.

4) Die acht Primordialzellen sind kugelig, cylindrisch oder spindelförmig, und bestehen aus dem allgemeinen stickstoffhaltigen Protoplasma der Pflanzenzellen, welches durch Chlorophyll grün gefärbt und durch zahlreiche feine Körnchen (Stärke oder Protoplasma?) getrübt ist; in der Regel schliessen sie zwei amylonhaltige Chlorophyllbläschen ein. Sie sind von keiner starren Membran begrenzt.

5) Die Substanz der Primordialzellen verlängert sich namentlich an beiden Enden strahlig in schleimige, oft verästelte Fäden, die sich im Laufe der Vegetation wieder einziehen; diese Protoplasmafäden kommen auch bei anderen Volvocinen vor und sind hier verschieden (als Haare, Schwanz, Gefässsystem, Intercellulargänge) gedeutet worden.

6) Jede Primordialzelle trägt auf einer nach aussen gewendeten Spitze zwei Flimmerfäden, welche durch Löcher der Hüllzelle ins Wasser hinaustreten und die Bewegung des Gesammtorganismus vermitteln.

7) Die Bewegung stimmt mit der von schwärmenden Algenzellen und mund- oder darmlosen Infusorien in ihren Gesetzen überein; sie beruht auf einem raschen Rotiren um die Achse der Hüllzelle, welches nicht nach einer bestimmten Richtung hin geschieht, und in einem gleichzeitigen Vorwärtsschrauben, durch welches die Stephanosphaera mannigfaltige Curven in verschiedenen Ebenen durchläuft.

8) Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung der Primordialzellen innerhalb der Hüllzelle. Eine jede Primordialzelle zerfällt durch successive Scheidewände erst in zwei, dann in vier, zuletzt in acht Tochterzellen; aus dieser letzten Theilung geht eine Dauergeneration hervor, während die beiden früheren nur Uebergangsgenerationen waren; die acht aus einer Primordialzelle entstehenden Tochterzellen ordnen sich in der Peripherie eines Kreises, entwickeln jede zwei Flimmerfäden und bleiben vereinigt, indem sie an ihrer Oberfläche eine gemeinschaftliche Hüllzelle ausscheiden, welche, zuerst anliegend und tafelförmig, durch Wasseraufnahme weiter abstehend und kugelrund wird. Bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dieser Fortpflanzung durch Macrogonidien entstehen in jeder Hüllzelle acht dem Mutterorganismus ganz gleiche, junge Stephanosphaeren. Seltner wird schon die zweite Theilung zur Dauergeneration und dann enthält die Hüllzelle nur vier Primordialzellen.

9) Bei der Fortpflanzung durch Microgonidien, welche in ähnlicher Weise beginnt, wo aber erst die sechste oder siebente Generation sich als Dauergeneration verhält, trennen sich die aus der vielfachen Theilung hervorgehenden Tochterzellen von einander; sie sind kleiner, spindelförmig und besitzen vier Flimmerfäden, durch welche sie sich sehr lebhaft zuerst in der Mutterhülle, dann nach Durchbrechung derselben frei und einzeln im Wasser bewegen, ohne jemals eine Hüllzelle auszuscheiden und zur Entstehung einer Zellenfamilie Veranlassung zu geben.

10) Zu gewissen Zeiten entwickeln die einzelnen Primordialzellen innerhalb ihrer Hüllzelle eine besondere Membran, welche sie eng umschliesst; alsdann reissen sie sich los, bewegen sich anfänglich im Innern der Hülle und treten endlich frei als Chlamydomonasähnliche Kugeln ins Wasser; nach kurzem Schwärmen gehen sie in einen Protococcusähnlichen Ruhestand über.

11) Wahrscheinlich ist dieses ruhende Stadium dasjenige, welches beim Austrocknen des Wassers allein von allen Entwickelungsformen der Stephanosphaera die Fähigkeit behält, durch Uebergiessen mit Wasser wieder belebt zu werden, und die Entstehung neuer beweglicher Generationen zu vermitteln; doch ist der hier in Frage kommende Vorgang noch nicht vollständig beobachtet worden.

12) Die Stephanosphaeren fliehen ebensowohl das helle Licht, als die völlige Finsterniss; sie suchen mässig beschattete Stellen und das Halbdunkel auf.

13) Die Organisation und Entwickelungsgeschichte von Stephanosphaera stimmt wesentlich mit der von Chlamydococcus pluvialis überein, dessen pflanzliche Natur durch eine Reihe neuerer Untersuchungen ausser Zweifel gestellt ist. Der einzige Unterschied beruht darin, dass der Typus der letzteren Gattung durch eine einfache Zelle, der von Stephanosphaera und den übrigen Volvocinen durch eine Zellenfamilie dargestellt wird.

14) Die Fortpflanzungsweise von Stephanosphaera durch Micro- und Macrogonidien zeigt die unleugbarsten Analogieen mit einer offenbaren Pflanze, dem Hydrodictyon utriculatum, und bekundet die nahe Verwandtschaft beider Gattungen.

15) Ebenso wie Stephanosphaera sind auch alle andere Volvocinen als Pflanzen zu betrachten und ihre Organisation lässt sich allein nach der Analogie vegetabilischer Zellen naturgemäss verstehen und beurtheilen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Eine Stephanosphaera mit grossen kugeligen Primordialzellen in der Polaransicht.

Fig. 2. Dieselbe in der Aequatorialansicht, die Spitzen der Primordialzellen laufen in Schleimfäden aus.

Fig. 3. Eine Stephanosphaera mit acht kleineren, entfernter stehenden Primordialzellen in der Polaransicht (*a* Hüllzelle, *b b* Primordialzellen).

Fig. 4. Dieselbe in der Aequatorialansicht; die Primordialzellen in vielfach verästelte Schleimfäden ausgehend; in den beiden mittleren bemerkt man die Punkte, von denen die Flimmerfäden ihren Ursprung nehmen.

Fig. 5. Aequatorialansicht wie in Fig. 4; die Primordialzellen sind vorzugsweise nach einer Hemisphäre der Hüllzelle hingedrängt.

Fig. 6. Polaransicht; es sind nur sechs Primordialzellen vorhanden, aber die beiden oberen sind doppelt so gross als die übrigen.

Fig. 7. Polaransicht, in einer Hüllzelle sind nur vier Primordialzellen enthalten, indem schon die zweite Theilung zur Dauergeneration wurde.

Fig. 8 Beginn der Macrogonidienbildung; die Primordialzelle * ist noch unverändert, die Zelle ** zeigt den nach beiden Enden strömenden Inhalt; die Primordialzelle in der Mitte ist in zwei, die übrigen sind bereits in vier Tochterzellen getheilt.

Fig. 9 Sämmtliche acht Primordialzellen sind in der zweiten Uebergangsgeneration in vier Tochterzellen getheilt.

Fig. 10. Die Theilung ist bereits zur dritten Dauergeneration fortgeschritten, so dass jede Primordialzelle in acht keilförmige Stücke zerfallen ist.

Fig. 11. Die aus der Theilung hervorgegangenen jungen Stephanosphaeren organisiren sich weiter, indem sich die farblose, im Mittelpunkte zusammenhängende Protoplasmamasse allmählig ebenfalls abschnürt; sie fangen bereits an sich innerhalb ihrer Hülle zu bewegen; bei *a* zeigen sich zwei von der Seite gesehen.

Fig. 12 Die Theilung ist vollendet und die acht jungen Stephanosphaeren rotiren in der gemeinschaftlichen Hullzelle.

Fig. 13. Eine eben ausgetretene junge Stephanosphaera, deren Flimmerfäden nur durch den Wirbel, den sie im Wasser erregen, erkennbar sind.

Fig 14. Eine eben solche, durch Jod getödtet, in der Polaransicht; man erkennt die Flimmerfaden und die gemeinschaftliche Hüllzelle, welche sich an die Umrisse der Primordialzellen eng anschliesst.

Fig 15. Eine etwas ältere Stephanosphaera; die Hullzelle hat noch die Gestalt eines flachen, tafelförmigen Sphaeroids und erscheint daher in der Aequatorialansicht als Ellipse.

Fig 16 Beginn der Microgonidienbildung; die acht Primordialzellen theilen sich in einer höheren Potenz von zwei

Fig 17 Die ursprünglichen acht Primordialzellen haben sich in ihre Microgonidien aufgelost, die in der gemeinschaftlichen Hülle durcheinander wimmeln

Fig 18 Dieselbe Stadium wie in Fig 17; eine Primordialzelle *a* hat sich zur Macrogonidienbildung angeschickt und zu einer jungen Stephanosphaera entwickelt die zwischen dem Wimmeln der Microgonidien dahinrollt.

Fig 1[illegible] Einige Macrogonidien nach dem Austritt aus der Hullzelle, *a* im Wasser

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lebhaft wirbelnd, die übrigen durch Jod getödtet und die vier Flimmerfäden zeigend.

Fig. 20. Eine Primordialzelle, welche nach Ausscheidung einer besonderen Hülle in Chlamydomonasähnlichem Zustand aus der gemeinschaftlichen Hüllzelle ausgetreten ist und später in ein ruhendes Stadium übergeht.

Fig. 21. Schema zur Erläuterung des Theilungsgesetzes bei den Macrogonidien von Stephanosphaera; zuerst bildet sich die Scheidewand *a m b n*; dann die zweite durch *c m d n*; diese beiden Geocrationen sind Uebergangsgenerationen; die durch die Scheidewände *h m g n* und *e m f n* hervorgehenden acht Tochterzellen werden zur Dauergeneration.

Die Figuren sind unter 300facher Vergrösserung gezeichnet, nur Fig. 19 ist stärker (500 mal) vergrössert.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 6.

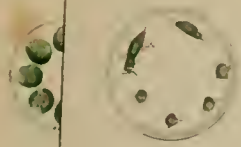
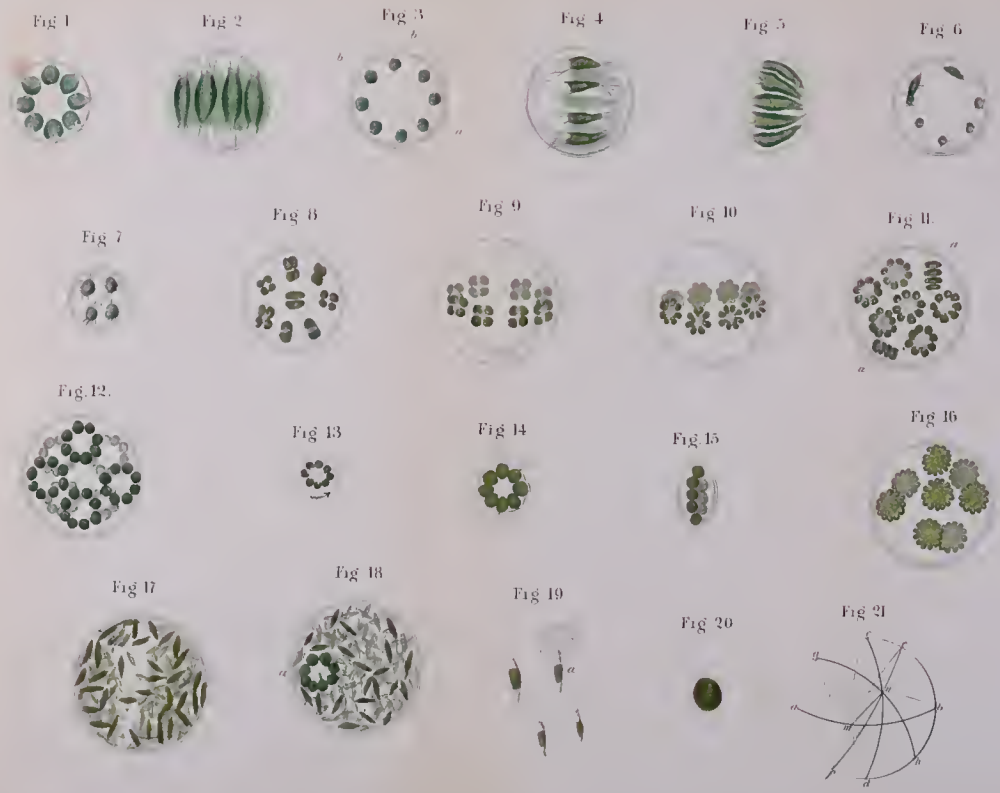


Fig. 11.

Fig. 16

g. 21.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1852-1853

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Cohn Ferdinand Julius

Artikel/Article: Ueber eine neue Gattung aus der Familie der Volvocinen 77-116