

der Kohlensäure-Assimilation die Acten noch nicht geschlossen. Ich habe weitere Versuche an den höheren Pflanzen begonnen, in der Absicht, dem physiologischen Act der Stickstoff-Assimilation näher auf die Spur zu kommen, und werde seiner Zeit darüber berichten.

Pflanzenphysiologisches Institut der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

6. Ludwig Klein: Neue Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Volvox*.

(Mit Tafel III.)

Eingegangen am 18. Januar 1889.

Nach Abschluss und Absendung des Manuscriptes meiner grossen *Volvox*-Arbeit, die ungefähr gleichzeitig mit dieser Mittheilung im 20. Bande von PRINGSHEIM's Jahrbüchern erscheinen dürfte, habe ich an meinem hiesigen, lebenden *Volvox*-Material noch einige interessante Beobachtungen gemacht, die ich anfangs obigem Opus als Nachtrag anfügen wollte. Da erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. MIGULA in Karlsruhe, dem ich dafür auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche, einige höchst interessante Präparate von *Volvox aureus* mit neuen, von mir noch nicht beobachteten Combinationen der Zusammensetzung, die mich bestimmten, einen kleinen Aufsatz an dieser Stelle erscheinen zu lassen, um durch beigefügte Abbildungen die Darstellung in wünschenswerther Weise erläutern zu können.

In meiner ersten *Volvox*-Arbeit¹⁾ war ich auf Grund meiner eigenen Beobachtungen an *Volvox aureus* und der Angaben WILLS'²⁾ bei *Volvox globator* zur Annahme geneigt, dass der Geburtsact der reifen Tochterfamilien bei beiden Arten recht verschieden verlaufe: bei *Volvox globator* öffnet sich die Muttercolonie, welche beweglich bleibt, langsam an dem „Nordpol“, sämmtliche Tochterkugeln treten durch die nämliche Oeffnung aus, die dabei jedesmal etwas gedehnt wird, um sich

1) PRINGSHEIM's Jahrbücher, Band 20, pag. 166.

2) WILLS, On the structure and life history of *Volvox globator*, Midland Naturalist III, Sept.-October 1880.

dann wieder zu contrahiren, die Tochterfamilien rotiren nicht beim Austreten und werden dabei oft plötzlich auf eine Entfernung, die das mehrfache ihres Durchmessers beträgt, hinausgetrieben, bleiben zunächst einige Secunden regungslos und beginnen dann erst langsam zu rotiren; bei *Volvox aureus* sistirt die Muttercolonie schon vor der Geburt ihre Eigenbewegung, die Tochtercolonien beginnen schon vor dem Ausschlüpfen zu rotiren und bohren sich, meist jede für sich, ihren Ausweg ins Freie, um sofort und zwar mit erhöhter Geschwindigkeit davon zu eilen. Die Mutter wird bei diesem etwas gewaltsamen Geburtsact in der Regel vollständig zerrissen. Nur bei verhältnissmässig kleinen Tochterkugeln gelangte ein Austreten derselben, das im übrigen ebenso verläuft, durch eine und dieselbe Oeffnung zur Beobachtung, und die minder verletzte Mutter bewahrte noch einige Zeit ihre Bewegungsfähigkeit.

Ende November und Anfang December vergangenen Jahres gelang es mir mehrfach, auch bei *Volvox globator* das Austreten der Tochterkugeln zu beobachten, das im Wesentlichen genau so verlief, wie ich es bei *Volvox aureus* beobachtet und geschildert habe. Die Muttercolonien besaßen einen Durchmesser von 650—750 μ , die Tochterkugeln einen solchen von 200—210 μ . Die Mutter lag während des Geburtsactes unbeweglich, eine der Töchter begann sich langsam (links herum) zu drehen und die Hülle der Muttercolonie nach aussen zu wölben, nach etwa 10 Minuten begann sich eine zweite zu drehen und die Mutter ziemlich entfernt von der ersten nach aussen zu wölben; doch schlüpfte die erste, sich langsam drehend, zuerst aus und begann, ins Freie gelangt, sofort bedeutend rascher zu rotiren, obwohl sie anfänglich noch durch einen Fetzen der Mutterhülle festgehalten war, der aber bald abgestreift wurde; eine Contraction der Rissstelle fand nicht statt; 5 Minuten später schlüpfte die zweite unter Links-Drehung auf ihrem eigenen Wege aus, befreite sich gleich vollständig und schwamm alsbald munter davon; die zweite Rissstelle contrahirte sich wieder ziemlich. Die übrigen Kugeln schlüpfen nach und nach theils auf ihrem eigenen Wege, theils durch die schon vorhandenen Löcher aus, die Mutter wurde dabei ziemlich zerfetzt und erlangte auch ihre Beweglichkeit nicht wieder. In allen beobachteten Fällen verlief der Geburtsact der Hauptsache nach gleich. Man sieht, dass meine Beobachtungen sehr erheblich von der Darstellung WILLS' abweichen und eine völlige Uebereinstimmung beider Arten in diesem Punkte ergaben. Ich möchte aber damit durchaus nicht die WILLS'schen Angaben als falsch bezeichnen. WILLS giebt über die Grösse der ausschlüpfenden Tochterfamilien nichts an, wenigstens finde ich in dem Referate des bot. Jahresberichts, das mir allein zugänglich war, keine derartigen Angaben. Ich halte es nun für ziemlich wahrscheinlich, dass dieser Autor, wenn der Ausdruck gestattet ist, künstlich hervorgerufene Früh-

geburten (durch das Verbringen der *Volvox*-Kugeln in einen warmen Raum) vor sich gehabt hat und diese irrthümlich für das normale Verhalten ansah.

In der Zusammenstellung der von mir beobachteten Combinationen in der Zusammensetzung des von COHN als monöcisch beschriebenen *Volvox globator* habe ich¹⁾ angegeben, dass Anfang November in den Wasserbassins des hiesigen zoologischen Instituts *Volvox globator*, der hier seit dem Frühsommer, wo geschlechtliche und ungeschlechtliche Colonien eingesetzt wurden, sich nur ungeschlechtlich fortgepflanzt hatte, wieder zu fructificiren begann, aber nur rein weibliche Colonien lieferte, in welchem im Durchschnitt etwa 20 Oogonien vorhanden waren; mehr waren sehr selten, und so viele, wie im Frühsommer, habe ich niemals angetroffen. Diese weiblichen Colonien übertrafen bald an Zahl die ungeschlechtlichen ganz bedeutend, und dies Verhältniss erhielt sich bis Mitte December; daneben kam stets *Volvox aureus* vor, der die ganze Zeit über in der normalen Herbstform fructificirte. Zu wiederholten Malen entnahm ich während dieser Zeit aus diesen Bassins reichliches Material zur mikroskopischen Untersuchung und zur weiteren Cultur, aber niemals habe ich an den vielen Hunderten von Exemplaren, die ich untersuchte, männliche Geschlechtsorgane oder Oosporen angetroffen; nach etwa 14 Tagen gingen die Colonien incl. der unbefruchtet gebliebenen Eier ausnahmslos allmählich zu Grunde.

Ein vollkommen sicherer Beweis dafür, dass Spermatozoen in dieser ganzen Zeit nicht nur von mir nicht gesehen, sondern überhaupt nicht gebildet wurden, scheint mir darin zu liegen, dass ich auch in dem Bodensatze alter Culturgläser, in welchem ich die reifen Oosporen von *Volvox aureus* niemals vermisste, solche von *Volvox globator* in keinem einzigen Falle angetroffen habe.

Dieses Verhalten ist in doppelter Hinsicht interessant zu nennen. Einmal ist mir bei den Algen kein Fall bekannt, in welchem eine mit geschlechtlicher Fortpflanzung ausgerüstete Species zeitweise ausschliesslich nur weibliche, noch dazu parthenogenetischer Entwicklung nicht fähige Geschlechtszellen hervorbringt, die rettungslos von vornherein dem Untergang geweiht und darum ganz zwecklos in die Welt gesetzt erscheinen, und zweitens liefert dieses Verhalten einen weiteren, falls das überhaupt noch nöthig ist, und besonders instructiven Beweis für die Selbstständigkeit beider *Volvox*-Arten als naturhistorische Species. Ich habe oben erwähnt, dass die ganze Zeit über die normale Geschlechtsthätigkeit von *Volvox aureus* an den gleichen Orten fort-dauerte, Spermatozoiden dieser Art also die ganze Zeit reichlich vorhanden waren, und trotzdem verharrte *Volvox globator* ♀ die ganze Zeit über in freiwilligem Cölibat und erfüllte meine Hoffnungen auf

1) l. c. pag. 194.

eine Bastardirung beider Arten, *Volvox globator* ♀ × *V. aureus* ♂, für welche die Bedingungen so günstig wie nur möglich lagen, nicht. An den Eiern selbst war kein Fehl zu entdecken, sie erreichten stets ihre normale Grösse und Ausbildung, so dass sie als befruchtungsreif angesehen werden mussten.

Mitte December holte ich zum letzten Male lebende *Volvox*-Colonien aus obigen Bassins, die bereits seit 8 Tagen zum Schutze gegen den Frost durch einen Bretterbelag nahezu vollkommen gegen das Licht abgeschlossen waren, unter einer 2 cm dicken Eisdecke hervor; überall waren in den vegetativen Zellen und besonders in den Eiern zahlreiche grosse Oeltropfen vorhanden, die den Pflanzen ein eigenthümliches Aussehen verliehen. Das gleiche wurde übrigens schon Ende November und Anfang December vor Eintritt des Frostes beobachtet, offenbar eine Wirkung der niedrigen Temperatur, wie dies auch MAGNUS bei anderen Süsswasseralgeln, die Ende December im Grunewald gesammelt wurden, gefunden hat¹⁾. Ende December untersuchte ich zum letzten Male obige Bassins, die jetzt mit 3—4 cm dickem Eis bedeckt und ausserdem durch den Bretterbelag die ganze Zeit über verdunkelt waren und traf keine lebenden *Volvox*-Familien mehr an.

COHN²⁾, der bekanntlich die Fructification von *Volvox globator* nur im Herbste beobachtete, giebt an, dass das dunkelgrüne Plasma der Eier anfangs durch Vacuolenbildung schaumig erscheine. Ich habe diese Erscheinung weder bei *Volvox globator* noch bei *Volvox aureus* an normalen, gesunden Colonien beobachten können, wohl aber gelegentlich als pathologischen Vorgang an den Eiern und vegetativen Zellen beider Arten im Spätherbste bei Culturen im Zimmer. Es ist eine unangenehme Eigenthümlichkeit der Gattung *Volvox* bei Cultur in verhältnissmässig kleinen Gläsern, besonders im geschlossenen und geheizten Raume in ausserordentlich kurzer Zeit zu Grunde zu gehen. Von Mitte October bis Mitte November dagegen blieben die Pflanzen in einem Zimmer, dessen Fenster Tag und Nacht geöffnet waren, 2 bis 3 Wochen ohne alle Schwierigkeit am Leben, sogar in engen Cylindergläsern. Dafür aber traten in den vegetativen Zellen, den Tochterfamilien und besonders den Eiern allmählich grosse Vacuolen im Plasma auf, die schliesslich der ganzen Colonie ein sehr sonderbares Aussehen verliehen. Die vegetativen Zellen waren nicht unbeträchtlich vergrössert 7—9 (10) μ mit einigen grossen Vacuolen, die das immer noch intensiv gefärbte Chromatophor als schmalen halbmondförmigen Körper an die Wand drückten, in den jungen, in Entwicklung begriffenen Tochterfamilien verliefen die Zelltheilungen trotz günstigen Wachstums lang-

1) P. MAGNUS, Botanische Mittheilungen pag. 75. S. A. der Verhandl. des bot. Vereins der Provinz Brandenburg. XXVI, 1885;

2) COHN, Die Entwicklungsgeschichte der Gattung *Volvox*. Beitr. z. Biologie I, 3, pag. 101; Festschrift pag. 17, auf d. Tafel Fig. 1b².

samer und ganz unregel- und ungleichmässig, und die Einzelsegmente waren in Folge dessen von sehr verschiedener und wechselnder Grösse; alle aber enthielten eine oder einige grosse Vacuolen, wodurch die normaler Weise homogen grün erscheinenden Tochterkugeln eigenthümlich gefleckt aussahen; die Eier boten theils Bilder, wie sie COHN zeichnete, theils waren noch viel mehr Vacuolen vorhanden. Ich halte es darum für wahrscheinlich, dass das von COHN beschriebene Schaumigwerden des Plasmas der Eier vor der Befruchtung auf Beobachtungen von Exemplaren basirt, die bereits einige Zeit im Zimmer cultivirt waren und obige pathologische Erscheinungen zu zeigen begannen.

In meiner früheren Arbeit habe ich nach COHN's Vorgang die Gesamtheit der aus einer Mutterzelle hervorgehenden Spermatozoiden incl. ihrer gemeinsamen Gallertblase als Antheridium aufgefasst, eine Ansicht, die heutzutage allgemein von den Botanikern getheilt werden dürfte. Ich habe aber schon dort¹⁾ die ausserordentliche relative Grösse der Antheridien gegenüber den vegetativen Zellen und namentlich das beträchtliche Wachsthum der Antheridien während der zur Bildung der Spermatozoën führenden Theilungsvorgänge als Unicum unter den Chlorophyceen hervorgehoben. Es ist mir seitdem in hohem Grade zweifelhaft geworden, ob eine Berechtigung dazu vorliegt, dasjenige, was man bislang bei den *Volvocineen* als Antheridium bezeichnet hat, in der That als solches aufzufassen und bei objectiver Erwägung scheint mir sehr wenig dafür und sehr viel dagegen zu sprechen, obwohl ich gerne gestehe, dass die alte Ansicht, die Spermatozoëntafel in toto als Antheridium zu betrachten, auf den ersten Blick und ohne Rücksichtnahme auf die morphologische Deutung der ganzen *Volvox*-Colonie, sehr viel für sich zu haben scheint.

Auf die hervorragende relative Grösse der sogenannten Antheridien möchte ich kein zu grosses Gewicht legen und ebenso wenig auf den Umstand, dass eine grössere Anzahl von Spermatozoiden aus einem einzigen Antheridium seinen Ursprung nehmen soll; dagegen ein sehr beträchtliches auf die Art und Weise der Theilungen der Spermatozoidmutterzelle (Androgonidie) und besonders auf die Thatsache, dass die angeblichen Antheridien während dieser Vorgänge ganz beträchtlich wachsen.

Wir kennen unter den Chlorophyceen nicht allzu viele Fälle von zahlreichen von einem einzigen Antheridium producirten Spermatozoiden: die Characeen mit ihren hochorganisirten Antheridien, die eine ganz isolirte Stellung einnehmen und darum kaum zum Vergleiche herangezogen werden können, *Sphaeroplea* und die *Vaucherien*. Nirgends

1) l. c. pag. 170.

aber haben die zur Bildung der Spermatozoiden führenden Theilungsvorgänge des Antheridiuminhaltes auch nur die entfernteste Aehnlichkeit mit denjenigen, welche den vegetativen Aufbau der betreffenden Pflanzen vermitteln. Bei *Volvox* und *Eudorina*, für die selbstredend die gleichen Erwägungen gelten, theilt sich die Mutterzelle der Spermatozoiden genau nach dem gleichen Gesetz der radförmigen Theilung, wie die sich weiter entwickelnden Parthenogonidien und keimenden Eier, und genau wie dort findet ein weiteres Wachstum der sich theilenden Zellen statt; diese Vorgänge führen aber hier zur Bildung neuer Colonien. Der unwesentliche Unterschied liegt nur darin, dass sich die aus Spermatozoën bestehende Zellscheibe höchstens ganz schwach einkrümmt. Ferner müssen wir auf dem Standpunkte der bisherigen Anschauung das reife mehrzellige Antheridium (Spermatozoidenbündel) mit dem einzelligen Oogonium homologisiren, während seine ganze Entstehungsweise und der Bau seiner Einzelzellen, die doch nichts anderes sind als Schwärmsporen mit Geschlechtsqualität, aufs Entschiedenste auf die ganze junge *Volvox*-Colonie als Homologon hinweist, deren sämtliche Zellen gleichfalls den morphologischen Werth von Schwärmsporen besitzen, die freilich nicht, wie bei der Spermatozoidentafel, sämtlich an die gleiche physiologische Function angepasst sind und sich darum auch später nicht von einander trennen können. Die Auffassung der Einzelzellen einer *Volvox*-Colonie als Schwärmsporen in Hinsicht auf ihren morphologischen Werth kann durch die Natur der späteren Weiterentwicklung zu Arbeitszelle, Ei, Spermatozoidenbündel, geschlechtlicher oder ungeschlechtlicher Tochterfamilie in keiner Weise alterirt werden, denn auch bei unzweifelhaften normalen Schwärmsporen, die anfänglich morphologisch vollkommen gleich sind, müssen wir derartige physiologische Differenzen annehmen. Sehen wir doch, dass bei den diöcischen *Oedogonien* und *Coleochaeten*, sowie bei den *Bolbochaeten* aus gleich gestalteten Schwärmsporen, an welchen wir keinerlei morphologische Differenzen nachweisen können, das eine Mal rein männliche, das andere Mal rein weibliche und das dritte Mal ungeschlechtliche Pflanzen hervorgehen.

Ich halte darum das Spermatozoidenbündel für die rein männliche Colonie und als solche der ganzen *Volvox*-Kugel homolog und in dieser männlichen Colonie von *Volvox* hätten wir dann noch einen Anklang an die Zusammensetzung der zweithöchstentwickelten *Volvocineae*, an *Eudorina*, bei der in der Regel sämtliche Colonien aus morphologisch wie physiologisch gleichwerthigen Elementen bestehen. Als Antheridium wäre dann das junge Spermatozoid mit seiner Gallerthülle aufzufassen, und ebenso wie das Oogonium nur ein Ei bildet, geht aus dem Antheridium nur ein einziges Spermatozoid hervor. Diese Gallerthülle ist allerdings zur Zeit noch etwas hypothetischer Natur und niemals direct nachgewiesen; freilich hat auch noch niemand

nach diesem jedenfalls nur schwierig zu constatirenden Gebilde ernstlich gesucht, aber die Analogie mit den sich theilenden Parthenogonidien und der anfänglich vorhandene feste Zusammenhang der Spermatozoën lässt das Vorhandensein einer dünnen Gallerthülle als höchst wahrscheinlich erscheinen, und ich hoffe sie im kommenden Frühjahr an frischem Materiale auch direct nachweisen zu können. Um einen passenden Namen für das, was man seither bei *Volvox aureus* als männliche Colonie bezeichnete, brauchen wir auch nicht verlegen zu sein. EHRENBERG hat dieselben seiner Zeit auf Grund unvollkommener Beobachtungen als eigene Gattung: *Sphaerosira Volvox* aufgestellt. Als Gattungsname ist derselbe heute hinfällig geworden, als Formbezeichnung aber kann er recht wohl beibehalten werden, wie das ja auch schon vielfach geschehen ist; jedermann weiss dann sofort, was er sich darunter vorzustellen hat. Er wird in Zukunft dasselbe Gebilde bedeuten wie bisher; nur die morphologische Auffassung desselben hat sich geändert: es ist nicht mehr eine einzige männliche Colonie, sondern eine aus zahlreichen männlichen Colonieen und vegetativen Arbeitszellen zusammengesetzte Colonie.

Ich komme nun zum letzten Theile, zu den an MIGULA's Präparaten gewonnenen Resultaten. Diese Colonieen zeigen, dass die Variation bei *Volvox aureus* noch weiter geht, als ich ursprünglich anzunehmen geneigt war. *Volvox aureus* variirt nicht bloss hinsichtlich der Gestalt (Kugel, Citrone, Ellipsoid), der Grösse dieser Colonieen, sowie der Zahl und Grösse der Einzelzellen und ihrer Entfernung von einander im erwachsenen Zustand, nicht bloss in der Zusammensetzung der Colonieen, der Grösse der Tochtercolonieen, der Zeit und der Art ihres Ausschlüpfens, der Zahl und der Grösse der männlichen Colonieen (Spermatozoidenbündel), sondern auch noch ganz beträchtlich bezüglich der relativen Geschwindigkeit in der Ausbildung der *Sphaerosiren* und besonders der männlichen Colonien (Spermatozoidenbündel).

Ein glücklicher Zufall liess MIGULA den *Volvox aureus* Anfang Juni an einer Localität gerade zu der Zeit einsammeln, wo die Parthenogonidien sich zu geschlechtlichen Colonieen entwickelten, so dass sämmtliche in den Muttercolonieen eingeschlossenen Tochterkugeln seiner Präparate geschlechtlicher Natur waren; die andern Präparate MIGULA's von zur gleichen Zeit an anderen Orten gesammeltem Material gaben die gleichen Bilder, wie das Freiburger Frühjahrsvorkommen: ungeschlechtliche und weibliche Colonieen und *Sphaerosiren*.

Mein hiesiges Material bot für die Constatirung der Geschlechtsqualität der noch in der Muttercolonie eingeschlossenen Tochterkugeln sehr ungünstige Verhältnisse, weil die Weiterentwicklung der Reproductionszellen, der Parthenogonidien, Androgonidien und Gynogonidien fast stets erst nach dem Austreten der Tochterfamilien erfolgte, so dass sich über die Natur der letzteren, so lange sie noch im Mutterleibe

eingeschlossen sind, nicht viel sagen lässt; allerdings habe ich auch diesem Punkte früher keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. COHN¹⁾ giebt an, dass in der Regel auch sämtliche in einer Colonie entwickelten Tochterkugeln das gleiche Geschlecht besitzen; doch fand er auch einmal in einer Kugel von *Volvox aureus* drei Tochterkugeln mit Oogonien und eine mit jungen Antheridien gleichzeitig eingeschlossen. Wie weit diese „Antheridien“ entwickelt waren, ist leider nicht angegeben. STEIN²⁾ fand im Herbst 1877 „einen Stock mit 6 Tochterstöcken, von denen der eine einige 40 schon mehr oder weniger in der Theilung vorgeschrittene Sprossformen enthielt, also eine ausgesprochene jugendliche *Sphaerosira Volvox* oder der zukünftige männliche Geschlechtsstock war, während die übrigen 5 Tochterstöcke nur je 3—6 grosse ungetheilte Sprossformen enthielten und offenbar die jungen weiblichen Geschlechtsstöcke darstellten, welche sich zuletzt zum *Volvox aureus* ausbilden. Später habe ich (STEIN) dergleichen Stöcke von *Volvox minor* noch oft beobachtet; sie enthielten in der Regel nur einen männlichen Geschlechtsstock (*Sphaerosira Volvox*) auf 4—6 weibliche; doch kamen hin und wieder auch 2, ja einmal sogar 3 männliche Geschlechtsstöcke neben 3—5 weiblichen in einem Mutterstocke vor.“

In MIGULA's Präparaten fand ich gleichfalls nur geschlechtliche Tochtercolonien und niemals geschlechtliche und ungeschlechtliche in der nämlichen Mutter; daneben waren meist einige Eier vorhanden. Wie die Figuren der Tafel zeigen, herrscht in der Zusammensetzung dieser Colonieen gar keine Regel, bald überwiegen die Eier (Fig. 6), bald sind es vorwiegend weibliche Tochtercolonieen (Fig. 1), bald vorwiegend *Sphaerosiren* (Fig. 3), bald halten sich die einzelnen Gattungen von Reproductionszellen nahezu die Waage (Fig. 2). Am auffallendsten ist aber der Umstand, dass in einzelnen Colonien die Tochtercolonieen ihre vollständige Grösse und Reife erlangten, und die männlichen Colonieen (Spermatozoidenbündel) derselben bereits vor dem Ausschlüpfen der *Sphaerosiren* ihre vollständige Ausbildung (bewegliche Cilien) erhielten. Wir haben also in diesem Falle drei in einander eingeschachtelte Generationen; von denen jede vollkommen ausgebildet ist, ein Fall, der bis zu einem gewissen Grade an die sonderbare, auf den Kiemen unserer Süßwasserfische schmarotzende *Trematode*, den *Gyrodactylus elegans* erinnert, ein Fall, der jedenfalls im Pflanzenreiche einzig in seiner Art dasteht. Monöcisch können wir solche Colonieen kaum mehr nennen, wenn, was des Oeftern der Fall, auch noch Eier in der gemeinsamen Muttercolonie mit den reifen *Sphaerosiren* vorkommen, denn die männlichen Geschlechtszellen gehören einer ganz anderen Generation an, und

1) Beitr. z Biol., I. c. pag. 107.

2) STEIN, Der Organismus der Infusionsthierc III, I. Abth. pag. 132.

die Eier stehen zu ihnen in dem Verwandtschaftsverhältniss der Grossanten (resp. Tanten, wenn man das Spermatozoidenbündel als Antheridium auffassen will). Diese Colonien stehen vielmehr denjenigen am nächsten, die Eier und Parthenogonidien (Tochterfamilien) enthalten, und in meiner ersten Tabelle¹⁾ ist ja auch nirgends ein Unterschied gemacht, ob die Tochterfamilien ungeschlechtlich oder weiblich oder *Sphaerosiren* oder eine der übrigen Combinationen waren, aus dem einfachen Grunde nicht, weil diese Differenzen in der Regel entweder überhaupt nicht zu erkennen oder mindestens nicht auffallend hervortreten, da, wie oben erwähnt, die Weiterentwicklung der Reproductionszellen normaler Weise erst nach dem Austreten ihrer Muttercolonie aus der gemeinsamen Grossmutter beginnt. Obwohl also diese Combinationen in gewissem Sinne unter die einzelnen schon aufgeführten fallen, scheint mir doch die Aufstellung einiger neuer Combinationen gerechtfertigt, weil die Unterschiede in der Entwicklung der *Sphaerosiren* zu gross sind. Es wären dann meiner früheren Liste als beobachtet hinzuzufügen:

9. rein vegetative Colonien mit weiblichen Tochtercolonien und völlig reifen *Sphaerosiren* (in wechselnden Verhältnissen),
10. vorwiegend vegetative Colonien mit weiblichen Tochterfamilien, völlig reifen *Sphaerosiren* und vereinzelt Eiern.

Diese *Sphaerosiren*, welche ihre ganze Entwicklungszeit hindurch im mütterlichen Leibe schmachten, stellen mit ca. 100 μ im Durchmesser und ca. 180—210 Einzelzellen (die Spermatozoidenbündel (Androgonidie) jeweils als Einzelzelle gerechnet) die weitaus kleinsten und wenigstzelligen *Volvox*-Kugeln dar, die wir überhaupt kennen; 170 μ waren die kleinsten frei lebenden und frei entwickelten *Sphaerosiren*, die ich gefunden habe, und 330 hier das Minimum in der Zellenzahl, (während bei weiblichen und ungeschlechtlichen allerdings auch 200 Zellen als minimale Werthe gefunden wurden). Das Verhältniss von Spermatozoidenbündeln zur Gesamtzahl der Einzelzellen ist das gleiche wie dort, sie betragen etwa ein Drittel davon, manchmal auch etwas mehr. Auffallend ist nur auf den ersten Blick, dass bei einem Durchmesser, der wenig über die Hälfte desjenigen der kleinsten frei entwickelten *Sphaerosiren* beträgt, der Unterschied in der Gesamtzahl der Einzelzellen nicht grösser ausfällt. Das ist aber sehr natürlich, wenn man bedenkt, dass diese *Sphaerosiren* die Spuren ihres allzu sesshaften Lebenswandels und der ungenügenden eigenen Ernährungsthätigkeit während der Periode ihrer Entwicklung auch in einem beträchtlichen Kleinerbleiben der vegetativen Zellen nur zu deutlich an sich tragen, 4,5 μ gegen 6,4 bis 7,5, und in kleineren Spermatozoidenbündeln, als wir sie bei den frei entwickelten *Sphaerosiren* anzutreffen pflegen (ca. 12,8 gegen 18 μ).

1) l. c. pag. 175.

Letzterer Unterschied ist übrigens von geringerer Bedeutung, da, besonders bei 16zelligen Spermatozoidenbündeln, aber auch sonst die Grösse häufig beträchtlich unter dieses Durchschnittsmass herabsinkt. Alle Spermatozoidenbündel enthielten 32 Einzelzellen und waren vollkommen normal ausgebildet. Zu bemerken ist übrigens noch, dass in den verhältnissmässig klein gebliebenen Colonieen der MIGULA'schen Präparate ein solcher Reichthum an Reproductionszellen vorhanden war, wie ihn die Tafel veranschaulicht, ferner dass auch die weiblichen Colonieen, deren Eier bereits vor dem Ausschlüpfen dieser Colonieen zu einer nicht unbeträchtlichen Grösse herangewachsen sind, etwas kleinere Oosporen bilden, als wie sie sonst gefunden wurden (58—62 μ gegen 60—66 μ); dagegen waren die vegetativen Zellen fast immer von hervorragender Grösse (6, 5,7—8,5 μ), in viel geringeren Distanzen von einander und infolge dessen in verhältnissmässig grösserer Zahl vorhanden, als ich sie sonst gefunden habe. Von einem Kleinerwerden bei vorschreitender Entwicklung der Reproductionsorgane ist hier im Allgemeinen durchaus keine Rede, dasselbe ist ja auch für die Deutung der *Volvox*-Kugel als physiologische Ernährungs-Genossenschaft zwar ein sehr beweiskräftiges Moment, aber in keiner Weise ein theoretisch nöthiges Postulat.

Während bei *Volvox globator* nach den Beobachtungen COHN's Selbstbefruchtung, wenn gleich nicht ausschliesslich, wie er annahm, thatsächlich vorzukommen scheint — es ist ja noch der experimentelle Nachweis zu erbringen, dass die in einer Colonie mit reifen, aber noch unbefruchteten Eiern ausschwärmenden Spermatozoiden auch thatsächlich die Copulation vollziehen, da ja auch die Möglichkeit bestehen bleibt, die reifen Oosporen seien durch fremde, von aussen eingedrungene Spermatozoen verursacht worden — finden wir bei *Volvox aureus* entweder die Sexualzellen auf getrennten Colonieen, oder, falls einmal monöcische Colonieen auftreten, ist durch Dichogamie eine Selbstbefruchtung, oder genauer ausgedrückt, eine Kreuzbefruchtung von Colonieen, die im geschwisterlichen Verwandtschaftsverhältniss stehen, vollkommen ausgeschlossen, denn die Androgonidien beginnen in der Regel erst ihre Weiterentwicklung zu Spermatozoentafeln, wenn die Eier der gemeinsamen Muttercolonie schon befruchtet sind.

Nur bei den MIGULA'schen Colonieen mit reifen aber ungeborenen *Sphaerosiren* scheint mir eine Art von Selbstbefruchtung nicht völlig ausgeschlossen zu sein: Die Eier sind zwar meist zur Zeit, wo die Spermatozoenplatten ihre völlige Reife erlangt haben, befruchtet, aber wie die stets einfache und meist auch noch dünne Sporenhaut zeigt, erst vor kurzer Zeit, und hin und wieder trifft man zu dieser Zeit auch ein noch unbefruchtetes Ei an (Fig. 2), das, vorausgesetzt, dass die Spermatozoentäfelchen zum Theil schon vor dem Ausschlüpfen der *Sphaerosiren* ihrerseits austreten, recht wohl von diesen Spermatozoiden

befruchtet werden kann. Ich habe dies zwar nicht direct beobachten können, weil mir nur wenige Präparate vorlagen, aber gegen die Wahrscheinlichkeit dieser Möglichkeit spricht a priori durchaus nichts. Freilich würden dann im Leibe der eigenen Urgrossmutter die Spermatozoen als Urenkel ihre leiblichen Grosstanten in den dort vorhandenen Eiern befruchten: in der That ein gräuelvolles Familienbild!

Freiburg i. B., den 15. Januar 1889.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit dem Prisma entworfen. Fig. 1—8 bei LEITZ. Ocular 1, Objectiv 5 (Kurzer Tubus) = Vergr. 120: 9 und 10 bei WINKEL Oc. 2. Hom. Imm. $\frac{1}{14}$ L. T. = Vergr. 824.

Der Massstab für die Figuren 1—8 dürfte etwas klein gewählt erscheinen, doch geschah dies absichtlich, um die Bilder ungefähr bei der gleichen Vergrösserung zu geben, wie in PRINGSHEIM's Jahrbüchern Bd. 20: es liegen eben hier viel kleinere Colonieen vor: die Zeichnungen sind ausserdem klar genug, um alle Details mit wünschenswerther Schärfe hervortreten zu lassen.

Volvox aureus.

- Fig. 1. Ovale Colonie von 260 : 325 μ : ca. 1400 Einzelzellen: Veg. Zellen 7,3 bis 7,5 μ gross: 6 weibliche Tochtercolonien: 2 junge *Sphaerosiren*: Tochtercolonieen 80—90 μ gross, junge Eier 18—20 μ : Veg. Zellen 4.5.
- „ 2. Nahezu kugelige Colonie von 345 μ Durchm.: ca. 1250 Einzelzellen, Veg. Zellen 6, 4—7,3 μ , 2 kürzlich befruchtete Eier (58 μ), 2 in der Entwicklung zurückgebliebene Tochtercolonieen noch unbestimmbarer Qualität, 3 weibliche Colonieen (80—90 μ) zum Theil mit ziemlich vergrösserten Eiern und drei völlig ausgebildete *Sphaerosiren* (100 μ , mit 180 bis 210 Zellen, darunter ca. 60 männliche Colonieen (Spermatozoidenbündel) (10—12,8 μ) mit völlig ausgebildeten, mit Cilien versehenen Spermatozoiden.
- „ 3. Kugelige Colonie von 270 μ Durchm., ca. 1250 Zellen, veg. Zellen 6,5 μ . 4 kürzlich befruchtete Eier, 1 junge weibliche Colonie. 5 in Entwicklung begriffene *Sphaerosiren* (Androgonidien meist 4zellig).
- „ 4. Erwachsene ovale Colonie, ca. 225 und 260 μ . mit hervorragend grossen (7,3—8,9 μ) Einzelzellen, die sehr dicht gedrängt einander vielfach fast bis zur Berührung genähert sind: 4 kürzlich befruchtete Eier (55 μ). 5 nahezu reife.
- „ 5. Ovale Colonie mit ca. 1890 Einzelzellen: Veg. Zellen 7—7,5 μ : 9 kürzlich befruchtete Eier (58—62 μ).
- „ 6. Kugelige Colonie 290 μ mit ca. 1450 Zellen: Veg. Zelle 7,3—8 μ : 9 kürzlich befruchtete Eier (ca. 52 μ): 1 weibl. Tochterfamilie (70 μ).

- Fig. 7. Kugelige Colonie 300 μ mit ca. 1450 Zellen; Veg. Zelle 6,4—7,3 μ ; 4 kürzlich befruchtete Eier, 5 junge weibliche Colonieen, eine junge *Sphaerosira*.
- .. 8. Ovale Colonie, 1800 Zellen, veg. Z. 6,4 μ , 2 weibliche Tochtercolonieen 115 und 135 μ ; Eier 22—25,5 μ . Veg. Zelle 4,3 μ : 1 völlig erwachsene *Sphaerosira* (103 μ) mit ca. 200 Zellen, davon ca. 60 männliche Colonien (reife Spermatozoidenbündel) 12,5 μ .
- .. 9. Männliche Colonie (Spermatozoidenbündel) aus einer noch ungeborenen *Sphaerosira*, von der Seite gesehen.
- .. 10. Desgl. von der Fläche.

NB. Die Cilien der Einzelzellen, die bei dieser Vergrößerung ohnehin kaum wahrnehmbar sind, sind in den Figuren 1—8 absichtlich weggelassen; desgleichen die „Verbindungsfäden“ der Einzelzellen, die ausserdem an den Präparaten auch nicht mehr zu sehen waren.

7. K. Schumann: Untersuchungen über das Borragoid.

(Mit Tafel IV.)

Eingegangen am 23. Januar 1889.

Der Kürze halber sei es gestattet, für den Blütenstand, welcher den Borraginaceen und einer grossen Reihe anderer Familien zukommt, den Namen Borragoid einzuführen. Sicher dürfte es bequem sein, ihn an Stelle des aus mehreren Worten gebildeten Ausdruckes anzuwenden, möge man die Inflorescenz für eine dorsiventrale Traube oder für eine besondere Form der aus einem verarmten Dichasium entstandenen Wickel ansehen.

Was die Litteratur des Borragoids anbetrifft, so kann ich sie als allgemein bekannt voraussetzen; in EICHLER's Blüthendiagrammen¹⁾ sowie in GÖBEL's wichtiger Arbeit über die dorsiventralen Inflorescenzen²⁾ findet man das Nöthigste darüber zusammengestellt. Die Veranlassung, dass ich einen Gegenstand von Neuem aufnahm, über welchen scheinbar alles, was überhaupt gesagt werden könnte, bereits geäussert worden ist, war die Discussion, die sich an eine Missbildung von *Myosotis alpestris* knüpfte. Herr Professor P. MAGNUS zeigte eine

1) EICHLER, Blüthendiagramme I, 35.

2) GÖBEL, Ueber die Verzweigung dorsiventraler Sprosse in Arbeiten aus dem botanischen Institut in Würzburg. II. 353 ff.

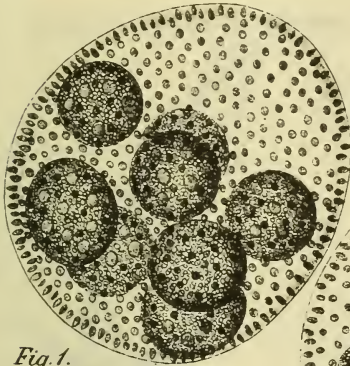


Fig. 1.



Fig. 10.

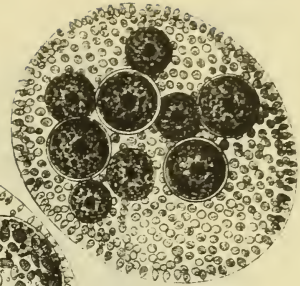


Fig. 4.

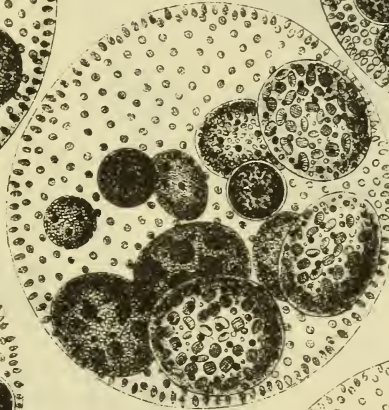


Fig. 2.

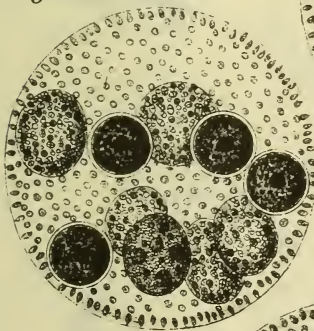


Fig. 3.

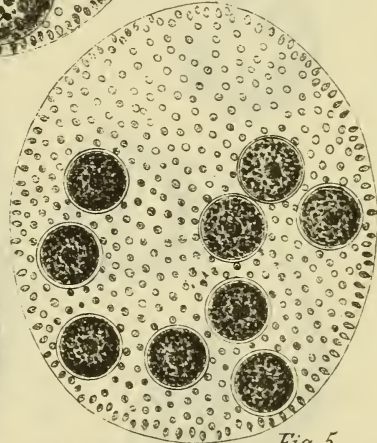


Fig. 5.



Fig. 9.

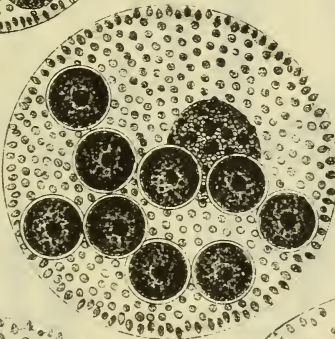


Fig. 6.

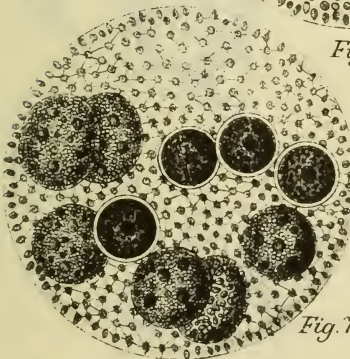


Fig. 7.

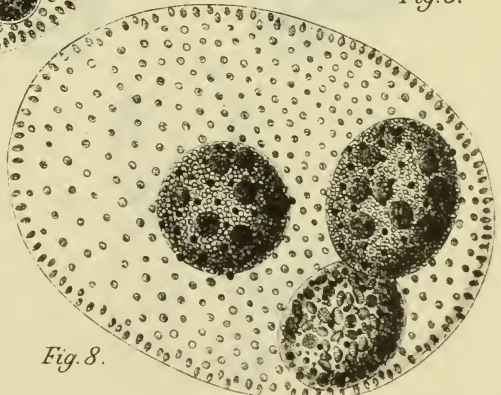


Fig. 8.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Klein Ludwig

Artikel/Article: [Neue Beiträge zur Kenntniss der Gattung Volvox. 42-53](#)