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

Zur

Entwickelungsgeschichte von Volvox minor (Stein).

Von

Dr. Oskar Kirchner.

Mit Tafel VI.

Am 9. September v. J. fand ich in einem nahe beim Hohenheimer Schloss befindlichen, künstlich angelegten kleinen Teich einen *Volvox* in grosser Menge, den ich bis Mitte October an diesem Standorte fortgesetzt bemerkte, und zu wiederholten Malen einsammelte. Bei genauerer Prüfung stellte sich die Alge als *Volvox minor* (Stein) heraus, ohne dass sich unter den vielen Tausend gesammelten Exemplaren ein einziges von *Volvox Globator* (Ehrb.) gefunden hätte.

In einem mit Wasser gefüllten Glasgefäss an freier Luft aufbewahrt, zeigte das Pflänzchen sogleich nach seiner Entnahme aus dem Teich reichliche Fructification, bei deren Beobachtung es mir gelang, die von Cohn (Die Entwickelungsgeschichte der Gattung *Volvox*, Beitr. zur Biologie der Pflanzen. Bd. I. Heft 3) über diese Species gemachten Angaben zu bestätigen und in einigen Punkten zu erweitern, namentlich aber die Frage nach dem weiteren Schicksal der Oosporen zu beantworten.

Die Grösse der Familien ist im allgemeinen geringer, als bei *Volvox Globator*; die meisten zeigten einen Durchmesser von etwa 200—300 μ. Auch die Anzahl der in jeder einzelnen Familie enthaltenen Zellen ist bedeutend kleiner. Bei der ersten Untersuchung glaubte ich auch zu erkennen, dass diese Species diöcisch sei, wie es von Cohn angegeben wird; denn es fanden sich Familien vor, welche neben den vegetativen Zellen nur Oogonien trugen, andere,

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

die ausser vegetativen Zellen nur Antheridien besassen. Allein länger fortgesetzte Beobachtung lehrte, dass der Sachverhalt etwas anders sei. Es stellte sich nämlich heraus, dass an solchen Familien, welche Oogonien trugen, nach der Befruchtung der letzteren sich regelmässig Antheridien ausbildeten, deren Spermatozoiden später die Oogonien anderer, etwas jüngerer Familien aufsuchten. Ausserdem, aber in seltenen Fällen, wurde beobachtet, dass Antheridien sich auch innerhalb solcher Familien bildeten, die nur noch vegetative Zellen besassen. Man kann also von der hier beschriebenen Form im allgemeinen sagen, dass sie zwar monöcisch ist, dass aber jede Familie erst einen rein weiblichen, später einen männlichen Zustand durchmacht. Dies könnte als eine Art von Protogynie bezeichnet werden, von der sonst meines Wissens bei den Thallophyten kein Fall beobachtet worden ist.

Die Oogonien sind kugelig, haben einen Durchmesser von 50—60 μ, und zeigen auch beim Eintritt der Geschlechtsreife keinen nach aussen gerichteten, halsförmigen Fortsatz.

Die Antheridien sind kleiner als die von *Volvox Globator*, von einem Durchmesser von 15—17,5 μ; auch enthalten sie viel weniger Spermatozoiden. Ich zählte deren in mehreren Fällen 16 in einem Antheridium (Fig. 1 b). Sie sind bündelförmig an einander gedrängt, jedes einzelne langgezogen birnförmig, hellgrün gefärbt mit hyalinem dünn ausgezogenem vorderem Ende, und mit 2 Geisseln ausgerüstet. Dort wo das hyaline Schnäbelchen (das verhältnissmässig viel kürzer ist als bei *Volvox Globator*) an den grün gefärbten Theil grenzt, sitzt ein rother, erhabener Augenfleck; im grünen Inhalt befinden sich 2 ungleich grosse Vacuolen. Die Länge der Spermatozoiden beträgt 10—13 μ, ihre Dicke 3,3 μ (Fig. 1 c d).

Die Spermatozoiden bleiben in der blasenförmigen Antheridium-Zelle eingeschlossen und neben einander gedrängt, bis diese sich aus dem Familien-Verbande lostrennt. Dann löst sich das Bündel in die einzelnen Samenkörperchen auf, die sich nun mit lebhafter Bewegung in der Blase herumtummeln, nachdem sie schon vorher die Cilien in peitschender Bewegung erhalten hatten. Mit dem Zerfliessen der Blase werden sie einzeln oder alle zugleich frei (Fig. 1 c) und sammeln sich in grösseren Mengen an denjenigen Stellen der Oogonien, wo dieselben die Aussenfläche der Hohlkugeln berühren. An dieser Stelle machen nun die Spermatozoiden jene mehrfach beschriebenen Centrumbohrer-ähnlichen Bewegungen, indem sie sich mit dem hyalinen Schnabel an die Oberfläche des Oogoniums festsetzen und das hintere Ende schnell im Kreise herumführen

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

(Fig. 2). Diese Bewegungen wurden stundenlang beobachtet, ohne dass es gelang, ein Eindringen der Spermatozoiden in die Oogonien zu sehen. Mitunter kam es vor, dass einige Spermatozoiden, der vergeblichen Mühe überdrüssig, nach längerem Bohren davonschwammen.

Die nach erfolgter Befruchtung um die Oosphaere ausgeschiedene Membran spaltet sich in zwei Häute, von denen die innere dem sich bedeutend contrahirenden Inhalte eng anliegt, während die äussere weit bleibt. Der Inhalt der Oosporen färbt sich noch innerhalb der rotirenden Familien braunroth; er ist fast undurchsichtig und enthält zahlreiche kleine Stärkekörner. Endospor und Epispor verdicken sich, bleiben aber beide völlig glatt, das letztere ist farblos, das Endospor nimmt einen gelblichen Farbenton an, ist ziemlich dick und sehr quellungsfähig. Es zeigt an seiner Innenschicht unregelmässig vertheilt einige (1—5) linsenförmige Wärzchen, welche etwas in den Sporeninhalt hineinragen (Fig. 3). Unter Zusatz von Jod und Schwefelsäure tritt weder beim Endospor, noch beim Epispor eine Blaufärbung ein: ersteres färbt sich gelb, letzteres bleibt farblos. Der Zusatz der Schwefelsäure bringt bei längerer Einwirkung bedeutendes Aufquellen beider Sporenhäute hervor; es löst sich sodann erst das Endospor, später das Epispor auf.

Der Durchmesser des Sporen-Inhaltes beträgt	31 —40	μ,
der des Endospors	37 —45	μ,
der des Epispors	48 —63	μ.
Die Dicke der Wand beim Endospor	2,5— 3	μ,
= Epispor	2,5— 3	μ.

Den Eintritt der Färbung der Oosporen kann man mit blossem Auge daran erkennen, dass die rotirenden Familien eine goldgelbe, später eine röthliche Farbe annehmen. Nach einigen Tagen hatten sich Oosporen in grosser Menge als rother, flockiger Absatz auf dem Boden des Culturgefässes niedergelassen, und 3 Wochen nach dem Einsammeln der Alge waren keine rotirenden Familien mehr aufzufinden.

Das die Oosporen enthaltende Gefäss wurde eine Zeit lang noch an freier Luft aufgestellt; erst als Fröste eintraten, brachte man es in ein ungeheiztes Zimmer, in welchem es nie dem directen Sonnenlicht ausgesetzt war. Bei einmal eintretender sehr niederer Temperatur gefror die Oberfläche des Wassers etwa ½ cm tief. Während des December und Januar blieben die Sporen unverändert, in der Mitte des Februar bemerkte ich mit blossem Auge ein leichtes Erbleichen und Verfärben der Oosporen-Haufen.

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

Dies war das erste Anzeichen ihrer weiteren Entwickelung, die, einmal begonnen, mit Schnelligkeit, aber bei verschiedenen Sporen zu verschiedenen Zeitpunkten vor sich ging. Die erste Vorbereitung zu der beginnenden Veränderung besteht in einem Anschwellen des rothbraunen, körnigen Inhaltes, einem Vorgange, dem durch das elastische und quellbare Endospor kein Hinderniss bereitet wird. Dasselbe verliert seinen gelblichen Schein und quillt entweder überall gleichmässig oder an einem Punkte am stärksten auf (Fig. 3); auch die Wärzchen des Endospors schwellen zu farblosen Halbkugeln an. Das Epispor ist nicht quellbar, daher geht die Wasseraufnahme der inneren Partien nur so lange im Epispor vor sich, bis das Endospor die innere Fläche des ersteren erreicht hat. Dann reisst das Epispor mit einem langen Spalt von der Form eines grössten Kugelkreises derartig auf, dass die zwei halben Hohlkugeln nur noch mit einer schmalen Stelle mit einander im Zusammenhang bleiben (Fig. 4, 16, 18). Der gesammte Inhalt tritt in Kugelform aus dem Riss heraus unter schnellem Aufquellen des Endospors, welches nun als weite farblose Blase das bedeutend weniger voluminöse Protoplasma umgiebt (Fig. 5). Der Raum zwischen der Membran dieser Blase und dem Protoplasma ist mit farbloser Gallerte (den aufgequollenen inneren Schichten des Endospors) angefüllt, welche bei Jodzusatz an ihrer gelben Färbung zu erkennen ist.

An der eingeschlossenen Plasmakugel bemerkt man zunächst eine Differenzirung in der Art, dass an der Oberfläche der Kugel eine hyaline Stelle sich ausbildet (Fig. 5), welche manchmal kegelförmig vorgestülpt ist; diese Stelle mag der vordere, die diametral entgegengesetzte der hintere Pol der Plasmamasse genannt werden. Die Kugel plattet sich an diesen beiden Polen ein wenig ab, und 1½—2 Stunden nach dem Auftreten des hyalinen Fleckes zeigen sich die Anfänge der ersten Theilung (Fig. 6). Zuerst am vorderen, hyalinen, später auch am hinteren Pole, bemerkt man eine Einschnürung, und nach etwa einer Stunde ist die Theilung in der Art vollendet, dass jede der beiden nahezu halbkugeligen Tochterzellen am vorderen Pol wieder eine hyaline Stelle besitzt (Fig. 7. Fig. 8). Dort klaffen die beiden Plasmamassen etwas weiter auseinander, als am hinteren Ende; beide sind von einer gemeinsamen dünnen Gallerthülle umgeben, die sich im Innern der zu Gallerte aufgequollenen Endosporschichten durch eine zarte Linie abgrenzt, und auch bei den späteren Theilungen erhalten bleibt. (Fig. 8, 9.)

Nach weiteren 2 Stunden hat sich jede der beiden Schwesterzellen aufs neue getheilt, und zwar durch eine Ebene, welche senk-

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

recht auf der ersten Theilungsebene steht und gleichfalls den vorderen und den hinteren Pol trifft (Fig. 9. Fig. 10, 11). Die so entstehenden 4 Zellen zeigen bald nach der Theilung noch jede ein hyalines Ende, weichen an demselben wiederum mehr auseinander, als am Hinterende und verkürzen sich in der Richtung ihrer Längsaxe. Der hyaline Fleck wird allmählich unkenntlich und ist verschwunden, wenn die drittmalige Theilung eintritt.

Schon vorher sind die 4 Zellen derartig auseinander gewichen, dass sie nur am hinteren Ende mit einander verbunden bleiben, am vorderen dagegen klaffen und in der Axe zwischen sich allmählich eine Höhlung ausbilden. Die bei der nächsten Theilung auftretenden Klüfte sind nicht mehr in Beziehung auf die ursprüngliche Kugel orientirt, sondern sie stehen in einer eigenthümlichen Weise schräg in jeder Zelle (Fig. 12). Vom hinteren (fester verbundenen) Ende des Complexes geschen setzen die Theilungsebenen an der einen Seitenfläche der Mutterzelle an und erscheinen ziemlich parallel der anderen Seitenfläche, wenden sich dieser aber in ihrem weiteren Verlaufe so zu, dass sie dieselbe noch vor dem vorderen Ende der Mutterzelle erreichen. Die beiden Tochterzellen besitzen also ein abgerundetes und ein keiliges Ende, und stehen so schräg über einander, dass die eine mit dem abgerundeten, die andere mit dem keiligen Ende nach dem vorderen Pole des Complexes gewendet ist (Fig. 12. 13). Die keiligen Enden runden sich sehr schnell ab. In den 4 Mutterzellen treten nun diese Zerklüftungen in demselben Sinne auf, indem die Theilungsebene jedesmal an der gleichnamigen Seitenfläche ansetzt und nach der anderen hin verläuft. So entsteht eine Familie von 8 Zellen, von denen 4 (hintere) an dem ursprünglich hinteren Pole in fester Verbindung bleiben, während die 4 anderen (vorderen) tiefer unter dem hinteren Pole stehen und weiter nach dem klaffenden Ende der jungen Familie reichen. Vom hinteren Pole gesehen bieten diese 8 Zellen ein sehr ähnliches Bild, wie es Alexander Braun (Bot. Zeitg. 1875, S. 192) bei der von ihm beobachteten „radförmigen" Theilung der ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen von *Eudorina elegans* beschrieben und Cohn (Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. I, Heft 3, S. 96) von den Parthenogonidien von *Volvox Globator* abgebildet hat. Indessen stehen die oben beschriebenen 8 Zellen nie in einer Ebene angeordnet, sondern bilden mantelförmige oben offene Kappen, an denen man die Anfänge der Gruppirung zu einer Hohlkugel bereits deutlich erkennt.

Diese 8 Zellen schlüpfen aber nicht, wie Cienkowski früher

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

vermuthet hatte, als selbstbewegliche Schwärmer aus dem Endospor, sondern sie erleiden noch weitere Theilungen. Dieselben gehen nur noch in 2 sich kreuzenden Richtungen vor sich, ohne dass dabei eine Massenzunahme des gesammten Protoplasmas eintritt (Fig. 14. 15. 16). Die einzelnen Zellen jeder späteren Generation werden vielmehr immer kleiner und dünner; sie zeigen eine polygonale Gestalt und bilden eine im Verhältniss zu der sich erweiternden centralen Höhlung immer weniger mächtige Aussenschicht. Ungefähr innerhalb 2 Stunden haben sich die Zellen immer wieder aufs neue getheilt.

Etwa neun Serien von Theilungen scheinen in der Regel auf einander zu folgen, bis dieselben aufhören und eine junge, zum Schwärmen bereite hohlkugelige Familie ausgebildet ist; wenigstens berechnete ich in zwei Fällen die Anzahl der Zellen solcher fertiger Familien auf einige über 500 ($2^9 = 512$).

Bei jeder folgenden Theilung rücken die um den vorderen Pol stehenden und die daselbst befindliche Lücke umgebenden Zellen näher an einander; doch ist noch sehr lange, in einigen Fällen an bereits frei beweglichen Familien der ursprünglich vordere Pol des Zellkörpers daran zu erkennen, dass einige Zellen der Familie nicht völlig zusammenschliessen, sondern einen bald kleinen, bald auffällig grossen Zwischenraum zwischen sich lassen (Fig. 14. 15. 16. 17. 18. 19).

Bis zum Aufhören der Theilungen sind die Zellen (mit Ausnahme derer am vorderen Pole) dicht an einander gedrängt; alle besitzen den braunroth gefärbten körnigen Inhalt, der die Oospore charakterisirte. Nach Beendigung der Theilungen tritt eine allmähliche Umfärbung in grün ein, während zugleich die Körner im Plasma zum Theil verschwinden. In einem Zustand, wo die Umfärbung noch nicht völlig durchgeführt ist, und die jungen Familien olivenfarbig aussehen (Fig. 20), entwickeln die einzelnen Zellen ihre Cilien. Dieselben entstehen nicht als lokale Verdickungen der Hautschicht, um sich später von derselben abzulösen, wie es Dodel-Port für die Schwärmzellen von *Ulothrix zonata* beschrieben hat (Pringsheims Jahrbücher, Bd. X, S. 417), sondern sie wachsen von dem nach aussen gerichteten kuppelförmigen Scheitel jeder Zelle allmählich in die Länge. Ich fand Zustände, wo die bereits nach aussen gerichteten Cilien eine Länge von 3,5 —4,8 μ hatten, und noch keine Bewegung besassen; später solche Cilien, die 8 μ lang waren und sich langsam peitschend bewegten, indem ihr oberes Ende sich langsam bis auf die Gallerthülle der Familie herunterbog

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

und dann wieder in die Höhe schnellte. Dadurch dass bei den benachbarten Zellen diese Cilienbewegungen noch ohne bestimmte Ordnung vor sich gehen, werden unsichere, drehende Bewegungen der jungen eingeschlossenen Familien hervorgebracht. An noch sehr jungen, aber bereits sich frei bewegenden Familien mass ich Cilien von 13 μ Länge. Aus der Thatsache, dass an älteren, weiter entwickelten Familien die Cilien länger sind, als an solchen, deren Entwickelung noch etwas zurück ist, wird man schliessen dürfen, dass die Cilien aus dem Plasma der Zelle am Scheitel hervorgeschoben werden.

Die ausgesprochene Grünfärbung der einzelnen Zellen geht noch innerhalb des erweiterten Endospors vor sich. Zum freien Umherschwärmen ist die Familie bereit, wenn sich im Inhalt der Zellen nur noch einige wenige Körnchen vorfinden, im Plasma sich ein rother Augenfleck gebildet hat, und die Zellen selbst ihre Ecken abgerundet haben. Doch kommt es auch vor, dass man frei schwimmende Familien erblickt, deren Zellen eine von oben gesehen 5—6eckige Gestalt besitzen. Die Form der ganzen Familie ist nicht immer kugelrund, sondern häufig eiförmig. In diesem Zustande beträgt der Durchmesser der Familien 65—75 μ, der der einzelnen Zellen 4—4,5 μ.

Der Austritt der Familie aus dem dieselbe umschliessenden Endospor wird dadurch zu Wege gebracht, dass das letztere unter fortgesetztem Aufquellen seiner inneren Schichten sich endlich ganz auflöst. Noch scheint aber die Familie eine Zeit lang von einer weiten Hülle zarter Gallerte umgeben zu sein, denn man sieht zwar die Cilien lebhaft peitschen, die Familie auch rollende Bewegungen ausführen, aber eine deutliche Ortsveränderung erfolgt erst später, wahrscheinlich nach dem völligen Zerfliessen der optisch nicht mehr nachweisbaren Gallerte. Nun sind die jungen Familien nur noch von der consistenten, bei der ersten Theilung des Sporeninhaltes aufgetretenen Gallertmembran umschlossen und rollen in lebhafter Bewegung in der Richtung nach der Lichtquelle fort.

Bald nach dem Freiwerden runden sich die einzelnen Zellen ab, wenn dies nicht bereits vorher geschehen ist, und rücken weiter auseinander, indem die sie trennende Gallertschicht sich erweitert. Bereits ehe dies Auseinanderrücken und die Abrundung beendet sind, lassen sich zwischen den vegetativen Zellen einzelne von anfangs sechseckiger Gestalt und bedeutenderer Grösse wahrnehmen, die einen helleren Inhalt besitzen, weiter ins Innere der Hohlkugel hineinragen, und sich später ebenfalls abrunden; sie zeichnen sich

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

vor den übrigen Zellen auch dadurch aus, dass sie keine Cilien besitzen. Wahrscheinlich sind es diejenigen Zellen, die sich später zu Parthenogonidien ausbilden, doch wurde ihre weitere Entwickelung noch nicht beobachtet.

Familien, bei denen die vegetativen Zellen bereits abgerundet und aus einander gerückt waren, und welche bereits abgerundete junge Parthenogonidien (meist 3) zeigten, hatten einen Durchmesser von 100—120 μ, die vegetativen Zellen einen solchen von 5 μ, die grösseren Zellen von 10—12 μ.

Hohenheim, den 27. Februar 1879.

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

Figuren-Erklärung.

Taf. VI. **Volvox minor** Stein.

Alle Vergrösserungen 1 : 380.

Die Figuren sind sämmtlich mit der Camera lucida entworfen.

Fig. 1a. Ein Stück aus einer geschlechtsreifen Familie mit einem Antheridium,
b. ein Antheridium, isolirt von unten,
c. Spermatozoiden,
d. Sperm. stärker vergrössert 1 : 1000.

Fig. 2. Befruchtung; Spermatozoiden heften sich an die Oosphaere.

Fig. 3. Reife Oospore, Quellung des Endospors beginnt.

Fig. 4. Beginnende Zerreissung des Epispors.

Fig. 5. Zerreissung des Epispors, Aufquellen des Endospors, Sporeninhalt noch ungetheilt, hyaline Stelle am vordern Pol gebildet.

Fig. 6. Beginn der Theilung des Sporeninhalts (3 Stunden später als Fig. 5).

Fig. 7. Vollendete Zweitheilung des Sporeninhalts ($1^3/_4$ Stunden später als Fig. 6).

Fig. 8. Das getheilte Sporenplasma ist bereits von einer Gallerthülle umgeben.

Fig. 9. Weitere Entwickelung der Oospore; Viertheilung des Inhalts; die vier Zellen vom Rücken gesehen (2 Stunden später als Fig. 7).

Fig. 10. Dieselben von der Seite gesehen.

Fig. 11. Dieselben von unten gesehen.

Fig. 12. 8zelliger Complex von hinten,

Fig. 13. derselbe vom vordern Pole gesehen; die Buchstaben bezeichnen in beiden Figuren die nämlichen Zellen.

Fig. 14. 16zelliger Complex vom vorderen Pole gesehen.

Fig. 15. Derselbe vom hinteren Pole gesehen.

Fig. 16. Eine Spore mit 16zelligem Complex, das Epispor haftet noch am Endospor.

Fig. 17. Sporeninhalt in 64 (?) Partien zerklüftet, in der Mitte noch eine kleine Lücke, dem vorderen Pole entsprechend.

Fig. 18. Ovale, aus über 100 Zellen bestehende junge Familie.

Fig. 19. Junge Familie, die eine ausnahmsweise grosse Lücke zeigt.

Fig. 20. Jugendliche, noch bräunlichgrün gefärbte Familie, innerhalb des Endospors bereits beweglich.

ary, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1.

Fig. 2.

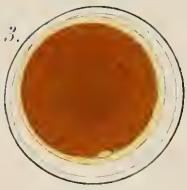
Fig. 3.

Fig. 4.

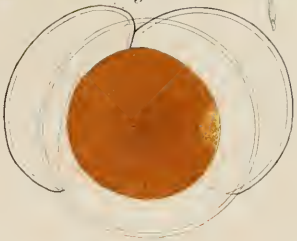
Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

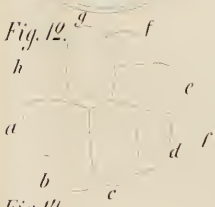

Fig. 12.

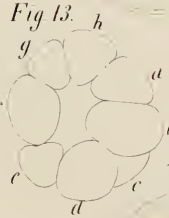

Fig. 13.

Fig. 14.

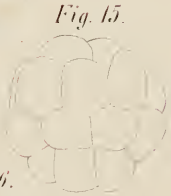
Fig. 15.

Fig. 18.

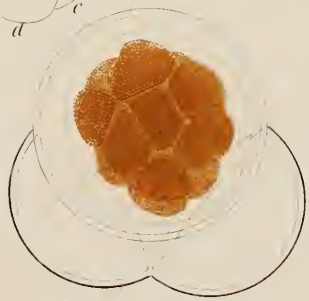
Fig. 16.

Fig. 17.

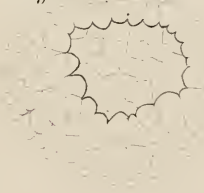
Fig. 19.

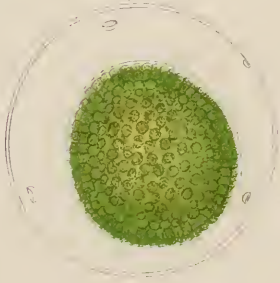
Fig. 20.

© 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: Beiträge zur Biologie der Pflanzen

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: 3_1

Autor(en)/Author(s): Kirchner Oskar

Artikel/Article: Zur Entwickelungsgeschichte von Volvox minor (Stein) 95-103