FLORA.

№. 32.

Regensburg. 28. August. **1856.**

Inhalt: ORIGINAL-ABHANDLUNG. Dippel, über die Fortpflanzung der Vaucheria sessilis. (Schluss.)

Ueber die Fortpflanzung der *Vaucheria sessilis*. Von Dippel in Idar.

(Hiezu die Steintafel V.)

(Schluss.)

Wie aber verhält es sich mit dem Austreten der Spermatozoiden aus der geöffneten Spitzenzelle des Hörnchens, mit dem Eindringen derselben in das ebenfalls geöffnete Sporangium und sohin mit dem Zeugungsacte? Dass die für Samenfäden oder Samenthierchen gehaltenen stäbchenförmigen Körperchen nichts Anderes sind, als die umgeänderten Chlorophyllkörnchen glaube ich bei Betrachtung der Entwicklung des Hörnchens hinreichend aufgeklärt zu haben. Von einer Bewegung in dem Wasser des Objectträgers, wie sie Pringsheim geschildert, vermochte ich ebenfalls nichts wahrzunehmen. Die länglichrunden Körperchen sieht man allerdings nach geschehener Lostrennung des Hörnchens, wie die Theile des übrigen Inhaltes aus der geöffneten Spitze desselben aus und in das Wasser des Objectträgers treten; aber sie zeigen dabei gar kein anderes Verhalten, als wie es der Inhalt anderer verletzter Zellen auch thut. Die, wenn auch nicht gerade lebhafte, Bewegung, welche sich dabei hie und da wahrnehmen lässt, ist eine einfache Molecularbewegung, wie sie nicht selten bei derartigen kleinen Körperchen eintritt. In dem vorliegenden Falle ist sie offenbar hervorgerufen durch die Mischung des Wassers des Objectträgers mit dem dichteren Zellinhalte. Mit der Bewegung, wie sie die Flimmersporen, die Spiralfäden der höheren Cryptogamen und die Samenthierchen der Thiere zeigen, hat sie wenigstens gar keine Aehnlichkeit. Die Bemühung der gedachten Körperchen, in die Oeffnung des Sporangiums einzudringen, ist offenbar eine Täuschung, hervorgerufen durch die vorausgegangene irrthümliche

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0499-3

Anschauungsweise. Es gelangen wohl einzelne, getragen von dem Wasser des Objectträgers, vor die Oeffnung des Sporangiums und sogar in dieselbe, ohne dass jedoch ein selbständiges Eindringen in dieselbe angenommen werden dürfte. Von einem dunklen Punkte und von Cilien ist, selbst bei den stärksten, noch brauchbaren Vergrösserungen nichts wahrzunehmen. Ich möchte fast glauben, dass hier Pringsheim irgend ein thierischer Organismus in die Quere gekommen ist. Ist doch selbst in seiner Fig. 5 keine völlige Uebereinstimmung in der Form der stäbchenförmigen Körperchen und der mit Cilien versehenen Spermatozoiden vorhanden.

Bald nachdem die Trennung der beiden copulirten Organe erfolgt ist und, wo dieselbe überhaupt auftritt, nach der vollendeten Ablösung der aus der Oeffnung des Sporangiums herausgetretenen Inhaltsparthie beginnt die Bildung der Sporenhaut. Unmittelbar nach der Copulation ist, wie erwähnt, der Inhalt des Sporangiums noch nicht scharf umgrenzt. Erst nach einiger Zeit tritt eine scharfe Contour in Form einer feinen Linie auf (Fig. 21). Die Spore hat sich jetzt als selbständige Zelle entwickelt und mit ihrer ersten, stickstoffhaltigen Hülle, dem Primordialschlauche, umgeben, was sich daraus erkennen lässt, dass die ganze neugebildete Zelle nach Anwendung von Zuckerwasser oder schwacher Chlorzinkjodlösung von der inneren Wandung des Sporangiums zurückweicht, während an dem freien Ende der Spore keine Ablösung des Inhaltes von der als feine Linie sichtbaren Membran wahrzunehmen ist (Fig. 22). Bald nachher tritt die neugebildete Sporenhaut als doppelt contourirte Wandung auf (Fig. 23) und verdickt sich ziemlich rasch bis zu einer gewissen Grenze. Sie liegt der Wandung des Sporangiums fest an. Auf Anwendung von passenden Reagentien zieht sich der Inhalt sammt dem Primordialschlauche zusammen (Fig. 24).

Nach der Beschreibung auf Seite 11 des angeführten Schriftchens von Pringsheim zu schliessen, scheint derselbe das allmählige Auftreten der Sporenhaut in ähnlicher Weise beobachtet zu haben, wie ich es beschrieben. Seine Figuren entsprechen jedoch den meinigen keinesweges. Die Figuren 11 und 12 stellen den Vorgang entschieden unrichtig dar. Nach diesen Figuren zu urtheilen, musste es scheinen, als ob die Spore nur an dem freien Ende des Inhaltes eine Membran bildete, während die Wandbildung doch an dem ganzen Umfange desselben und zwar ganz gleichmässig stattfindet (Fig. 23, 24 und 25).

Dass die Membran der Spore aus dem Inhalte und namentlich aus der, das Chlorophyll und die Oeltropfen einschliessenden Proto-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0500-9

plasmaschicht gebildet werde, ist unzweifelhaft richtig. Dass im Gefolge hievon bei verminderter Neubildung von Inhalt eine Verminderung des Plasma eintritt, ist ebenso wahr. Dass aber aus diesen Erscheinungen der Schluss gezogen werden dürfe, die Zellstoffhülle entstehe unmittelbar durch Erhärtung der Plasmaschicht, muss ich bestreiten. Die Verminderung des Plasma beweist eben nur, dass es theilweise zur Membranbildung verwendet wird, giebt aber keineswegs Aufschluss über die Art und Weise dieser Bildung selbst. Hierüber kann nur das Verhalten der Membran in ihren verschiedenen Entwickelungszuständen einen Anhalt gewähren. Aus dem oben mitgetheilten, in Fig. 22 gezeichneten Verhalten derselben in ihrem jüngsten Entwickelungsstadium, aus der Erscheinung, dass sich in späteren Stadien der Primordialschlauch auf Einwirkung von Zucker- oder Chlorzinkjodlösung sammt dem Zellinhalte von der Membran zurückzieht (Fig. 24), glaube ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass aus dem Plasma unmittelbar nur der Primordialschlauch hervorgeht, dass aber die Zellstoffhülle auf dessen Aussenfläche und durch seine Vermittelung ausgeschieden wird. Der Primordialschlauch der Sporenmutterzelle wird wahrscheinlich schon vor, oder doch während der Entwickelung der Spore als selbständiger Zelle aufgelöst.

Die Bildung der ruhenden Spore von *Vaucheria sessilis* ist nach den geschilderten Vorgängen als freie Zellenbildung um den ganzen Inhalt aufzufassen. Sie erfolgt ganz in derselben Weise, wie die Bildung des Pollenkornes innerhalb der pollenbildenden oder Specialmutterzellen.

Ist die geschilderte Copulation ein allgemeiner Process bei der Sporenbildung von *Vaucheria sessilis*? Dies ist die Frage, welche nun nach Feststellung der Thatsache zunächst zu beantworten wäre. Ich muss dieselbe auf Grund meiner Beobachtungen verneinen. Die Copulation ist durchaus kein ausnahmsloser Vorgang. Sie erscheint daher nicht absolut nothwendig zur Bildung der Sporen genannter Pflanze. In vielen Fällen bildete sich diese ohne Theilnahme des Hörnchens, ohne vorhergegangene Copulation. Es umkleidet sich dabei der Inhalt des geschlossen bleibenden Sporangiums mit einer eignen Membran (freie Zellenbildung um den ganzen Inhalt, nach Braun) und bildet sich zu einer das erstere ganz erfüllenden selbständigen Zelle, der Spore, aus. Diese Art und Weise der Sporenbildung lässt sich namentlich dann beobachten, wenn zu beiden Seiten des Hörnchens je eine Sporenmutterzelle entsteht. Hier entwickelt sich, soweit meine Beobachtungen reichen, stets in einem der beiden Sporangien die Spore ohne vorhergegangene Copulation

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0501-5

(Fig. 25). Die Copulation zwischen Hörnchen und Sporangium der in Rede stehenden Alge lässt sich demnach keinesweges als nothwendiger Act der Fructification erklären. Ueber ihre Bedeutung können wir vorderhand noch gar nichts Bestimmtes sagen; wir müssen sie eben als Thatsache auffassen, die in der Regel und in der grösseren Mehrzahl von Fällen auftritt.

Sobald die Entwickelung der Spore vollendet ist, gehen in dem Inhalte des Mutterschlauches sowohl, als in dem jener selbst auffallende Veränderungen vor.

Ersterer hat nun den Zweck seines Lebens erfüllt; er stirbt ab. Zuerst verschwindet die grüne Farbe (Fig. 26), dann werden die entfärbten Körnchen nach und nach in eine grumöse, structurlose Masse verwandelt (Fig. 27), welche nach kürzerer oder längerer Zeit ebenfalls verschwunden erscheint, so dass nur die leeren, etwas zusammen gefallenen Schläuche zurückbleiben (Fig. 28). Endlich werden auch sie unter der Herrschaft des chemischen Processes aufgelöst.

In gleichem Verhältnisse, wie die Veränderungen in dem Inhalte des Mutterschlauches vor sich gehen, erblasst der anfangs lebhaft grün gefärbte Inhalt der Spore. Aus dem dunklen Grün geht seine Farbe nach und nach in Graugrün (Fig. 26), in dunkleres und endlich in helleres Gelb über (Fig. 27 u. s. f.), so dass man ihn fast als farblos bezeichnen könnte. Nur in der Mitte erscheinen mehrere braune Flecke. Das Chlorophyll hat sich während des Reifens der Spore beinahe vollständig in fettes Oel verwandelt, welch letzteres den übrigen Inhalt zum grossen Theile verdeckt, so dass jene vollständig mit Oeltropfen erfüllt scheint (Fig. 27 u. f.). Indem die Zersetzung der Membran des Schlauches auf diejenige der Sporenmutterzelle übergeht, wird die Spore von diesem getrennt. In der Regel reisst die Membran an den Verbindungsstellen mit dem Schlauche und die Spore wird anfänglich von der sich später völlig zersetzenden Hülle der Sporenmutterzelle umhüllt (Fig. 28). Hie und da findet aber auch eine gänzliche Befreiung der Spore statt, indem die Membran der Mutterzelle einer sehr schnellen Zersetzung anheimfällt (Fig. 29 und 30).

4. Entwickelung der Schwärmsporen.

Der erste Beginn zur Bildung der Schwärmsporen zeigt sich durch eine bedeutende Anhäufung des Inhaltes in der Spitze des zur Sporenbildung gelangenden Schlauchendes (Fig. 31). Hervorgerufen wird dieselbe offenbar durch eine erhöhte chemische Thätigkeit und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0502-1

dadurch veranlasste energische Neubildung. Zunächst der Spitze zeigt sich stets eine mehr oder minder starke Ansammlung von ungefärbtem Plasma, welche weiter nach abwärts eine dunkelgrüne Färbung gewahren lässt (Fig. 31, 32 u. f.). Letztere gehört theils dem Plasma selbst an, theils wird sie durch massenhaft angehäuftes äusserst feinkörniges Chlorophyll veranlasst. Von den länglich-runden Chlorophyllkörperchen, welche in dem Plasma des unteren Theiles der Schläuche eingebettet sind, zeigt sich beinahe keine Spur. In Folge der Inhaltsanhäufung erlangt das Endstück der sporenbildenden Schläuche seine angeschwollene keulenförmige Gestalt, indem die Zellwände ausgedehnt und nach der Seite getrieben werden, während sie an der Spitze fortwachsen. Dieser Vorgang lässt sich häufig in den spätern Stunden der Sommernachmittage beobachten. Ich fand in diesen Entwickelungsstadien begriffene Schläuche in grosser Anzahl zur genannten Tageszeit gegen Ende September. Während der Nacht scheint die Entwickelung in langsamer Weise fortzuschreiten, wie dieses von mehreren Beobachtern angegeben wird. In den frühen Morgenstunden gliedert sich dann das angeschwollene Ende von dem unteren Theile des Schlauches, ganz ähnlich der vegetativen Zellbildung bei mehrzelligen Algen, durch Einfaltung des Primordialschlauches ab (Fig. 32, 33 u. 34). Ich fand nur einzelne Fälle, in denen mir diese Einfaltung angedeutet schien. Meistens beobachtete ich jedoch die fertige Querwand, so dass mir, trotz aller Bemühungen, eine vollständige Entwickelungsgeschichte dieser Abgliederung fehlt. Kurze Zeit nach der Abgliederung sieht man den Inhalt sich von dem unteren Theile der Mutterzelle etwas ablösen und er erscheint daselbst von einer zarten, nur als feine Linie wahrnehmbaren Membran umkleidet (Fig. 33 u. 34). An den Seiten sowohl, als an der Spitze liegt die nun offenbar um den ganzen Inhalt gebildete junge Hülle der Mutterzelle fest an, so dass sich dieselbe bei ihrer Zartheit nicht getrennt wahrnehmen lässt. Wendet man Zuckerlösung an, so zieht sich die neugebildete Spore im Ganzen zusammen und liegt frei in der Mutterzelle. *). Die Neubildung des Inhaltes geht auch nach der Sporenbildung noch in lebhafter Weise fort, so dass eine fortwährende Ausdehnung der Membran der Mutterzelle veranlasst und die Scheidewand in den unteren Theil des Schlauches hineingetrieben wird (Fig. 35.).

*) Es soll dieses Verhalten indessen keinesweges als Beweis für die Individualisirung der Tochterzelle hingestellt werden, da es sich von demjenigen des Primordialschlauches nicht unterscheidet.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0503-6

Der Zeitpunkt des Ausschlüpfens ist nun herangekommen. Die Membran der Mutterzelle, welche einer weiteren Ausdehnung nicht mehr Raum zu geben vermag, da durch die Entstehung der Tochterzelle ihre Ernährung unterbrochen wurde, öffnet sich an der zarteren Spitze, indem sie auf eine kleine Strecke zerreisst und es drängt sich die fertige Schwärmspore aus dem entstandenen Risse hervor. Während dieses Actes erscheint dieselbe an der Austrittsstelle, durch den Druck, welchen die elastische Membran der Mutterzelle auf sie ausübt, etwas eingeschnürt, während der ausgetretene Theil bedeutend anschwillt. Eine Trennung der Spore in zwei Theile, wie dies von Thuret und Alex. Braun beobachtet worden ist, kam mir nicht vor. Ich zweifle indessen, nach meinen Beobachtungen, keinesweges an einem solchen, ausnahmsweise auftretenden Vorgange. Eine gleichsam drängende Bewegung im Inhalte der ausschlüpfenden Spore, wie ich sie bei den Schwärmsporen von *Oedogonium intermedium* ziemlich regelmässig beobachtete, konnte ich hier ebenfalls nicht wahrnehmen. Es schien mir mehr, als ob die Sporenzelle durch den Druck der sich zusammenziehenden Mutterzellhaut nach Aussen gedrängt würde.

Sobald die Spore vollständig frei geworden war, ging sie in der Regel aus der eiförmigen in eine kugelige Gestalt über und begann sich nach Rechts um sich selbst zu drehen, wobei sie durch die Bewegung der schwingenden Wimpern von einem lichten Kranze umgeben schien. Oft hörte die Rotation nach kurzer Zeit völlig auf und die Spore blieb ruhig liegen. Manchmal und namentlich bei kleineren Exemplaren schoss dieselbe jedoch rasch davon. In einzelnen Fällen blieb die Spore sogar nach dem Ausschlüpfen gänzlich bewegungslos. Wurde sofort nach der Befreiung Zuckerwasser oder Chlorzinkjodlösung angewendet, so zog sich dieselbe im Ganzen zusammen, indem sie eine mehr oder minder regelmässige Gestalt annahm. Die kurzen Wimpern, welche während der Bewegung und selbst bei ruhenden Sporen nur schwierig oder gar nicht einzeln wahrzunehmen waren, traten hierauf deutlich hervor. Durch das genannte Verhalten gegen genannte Reagentien zeigt sich die Annahme, dass die bewegliche Keimzelle in der ersten Zeit ihres Lebens nur von dem Primordialschlauch bekleidet ist und dass die schwingenden Wimpern Fortsetzungen desselben seien, vollkommen gerechtfertigt. Ich kann mich hier nur in gänzlicher Uebereinstimmung mit Alex. Braun erklären. Wendet man die genannten Reagentien nach dem Festsetzen der schwärmenden Sporen an, so löst sich der, den Inhalt umschliessende, Primordialschlauch von

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0504-2

einer unterdessen abgeschiedenen Membran, welche indessen bei Anwendung von Chlorzinkjodlösung nicht sogleich eine blaue Färbung annimmt. Diese tritt erst nach längerer Einwirkung ein. Bemerken muss ich hier noch, dass die Ablösung des Primordialschlauches bei Anwendung einer verdünnten Lösung nur ganz allmählig erfolgt, dass aber derselbe sich stets als eine scharf begrenzte Linie zeigt und dass er durch keinerlei Plasmastränge mit der Zellwand in Verbindung bleibt, wie dies Pringsheim bei den Schwärmsporen von *Oedogonium* beschreibt und abbildet. *)

In Betreff der Zeit des Schwärmens kann ich nur die Beobachtungen von Thuret, Braun u. A. bestätigen. Die meisten Schwärmsporen sah ich in den ersten Stunden des Vormittags. Einzelne beobachtete ich indessen auch noch in den späteren Stunden des Vormittags, sowie in den ersten Nachmittagsstunden.

Diejenigen Schläuche, welche Schwärmsporen erzeugt haben, gehen nach diesem Acte nicht unmittelbar ihrer Auflösung entgegen. Der untere, von der Sporenmutterzelle abgegliederte Theil behält seine Lebensthätigkeit noch länger und schiebt sein oberes Ende in die entleerte Mutterzelle vor, deren Membran nach und nach resorbirt wird. Es schien mir, als ob die Scheidewand sich vollständig mit der Membran des unteren Schlauchtheiles vereinige und als deren Spitze fortgeschoben werde. Wenigstens wusste ich die Erscheinungen, wie sie in den Fig. 46 u. 47 dargestellt sind, nicht anders zu deuten. Sobald die Sporen ausgeschlüpft sind, verliert sich allmählig die nach unten gerichtete Ausbauchung der Scheidewand, geht mit der Zeit in eine nach oben gewendete über und wird durch die Ausdehnung der Seitenwand immer weiter noch vorwärts geschoben.

Wie die ruhenden, so scheinen mir auch die beweglichen Sporen durch freie Zellbildung um den ganzen Inhalt zu entstehen, indem an der Aussenfläche des letzteren aus dem Plasma der Primordialschlauch der Tochterzelle abgeschieden wird. Der gedachte Vorgang lässt sich zwar nicht vollständig beobachten, allein es deuten auf denselben doch die oben geschilderten, in Fig. 33 und 34 dargestellten Erscheinungen hin und ausserdem berechtigt zu dieser Annahme die Analogie bei der Entstehung der ruhenden Sporen an

*) Auch bei den Schwärmsporen von *Oedogonium intermedium* fand ich Pringsheim's Angaben nicht bestätigt. Pringsheim scheint hier den Primordialschlauch übersehen zu haben, wie ich anderen Ortes nach weisen werde.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0505-8

derselben Pflanze, die Bildung der Schwärmsporen anderer Algen und der Pollenzellen der Phanerogamen. Der Primordialschlauch der Mutterzelle wird offenbar entweder schon vor, oder doch während der Neubildung aufgelöst, da derselbe in der entleerten Mutterzelle nicht mehr vorhanden ist und gleichzeitig mit der Sporenbildung die Ernährung der Mutterzell-Membran, welche durch Vermittelung des Primordialschlauches erfolgt, aufhört.

5. Keimung.

Sobald die Schwärmsporen zur Ruhe gelangt sind und sich festgesetzt haben, verschwinden die Wimpern und es wird auf der Aussenseite des Primordialschlauches die Cellulosenmembran abgeschieden. Es zieht sich nun die Keimzelle nicht mehr im Ganzen zusammen, wenn man ein Reagens auf sie wirken lässt, sondern es trennt sich der Primordialschlauch von der äussern Membran und erscheint, den grünen Inhalt umschliessend, innerhalb derselben liegend. Auch in dem Inhalte geht eine wesentliche Veränderung vor sich. Aus dem lebhaften Grün wandelt sich seine Farbe allmählig in ein mehr gelbliches Grün um, wie es an dem der ausgebildeten Zelle wahrgenommen wird. Zu gleicher Zeit geht das Chlorophyll aus der feinkörnigen in die gewöhnliche Form über (Fig. 42 und 43). Dann zeigt sich das Beginnen der Keimung in der Entstehung zweier warzenförmigen Erhebungen (Fig. 43). Von letzteren wächst die eine zu einem kürzeren, dünneren Schlauche (Fig. 44 und 45) aus, der sich gar nicht oder höchstens einmal verästelt und dann in seiner Entwickelung stehen bleibt. Es ist dieses das, wenn ich nicht irre, von einigen Autoren als Wurzelorgan bezeichnete Ende des Schlauches. Die zweite Erhebung verlängert sich dagegen zu einer vollständigen Pflanze, welche eine vielfach verästelte Zelle vorstellt und in der weiter unten geschilderten Weise wächst (Fig. 45).

Die ruhenden Sporen gelangen nicht sogleich nach ihrer Trennung vom Mutterschlauche zur weiteren Entwickelung. Sie verharren nach ihrer Reife längere Zeit (wie lange, kann ich aus eigener Erfahrung nicht bestimmt angeben) in Ruhe, um dann zu neuer Lebensthätigkeit zu erwachen. Die erste Andeutung zur beginnenden Entwickelung zeigt sich dann an den, in dem Inhalte vorgehenden Veränderungen. Das, das Innere der Spore erfüllende, fette Oel bildet sich allmählig wieder in die früheren Formelemente um und es tritt in gleicher Weise die grüne Färbung wieder ein und zwar von Aussen nach Innen fortschreitend (Fig. 48). Es steigert sich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0506-4

gleichzeitig stufenweise der chemische Process und die Lebensthätigkeit und manifestirt sich vorerst dadurch, dass auf der Innenseite der Sporenhaut eine neue Membranschicht abgelagert wird (Fig. 49). Dieselbe erreicht indessen nicht die Dicke der ursprünglichen Membran. Durch ihre fernere Ernährung dehnt sie sich mehr und mehr aus und zerreisst endlich die äussere Hülle (Fig. 50). Aus dem so entstandenen Risse hervortretend nimmt sie eine cylindrische Gestalt an (Fig. 50) und wächst zur neuen Pflanze aus, welche sich gewöhnlich schon bald verästelt (Fig. 51 und 52). In ihrem ganzen Verhalten unterscheidet sich diese keinesweges von der aus den Schwärmsporen entstandenen.

Dass der aus der Spore hervortretende Schlauch schon von einer Zellstoffhülle umkleidet ist, davon kann man sich leicht durch Anwendung von Jod, Chlorzinkjodlösung oder Zuckerwasser überzeugen. Sobald man eines dieser Reagentien einwirken lässt, zieht sich der Primordialschlauch, den Inhalt umschliessend, von der äusseren Membran zurück (Fig. 53). Es scheint demnach die Keimung schon innerhalb der Spore soweit eingeleitet zu werden, dass von Seiten des Primordialschlauches derselben die zur weiteren Entwickelung bestimmte Membran abgeschieden wird. Es darf daher die Innenschichte keinesweges als blosse Verdickungsschichte der Sporenhaut angesehen werden, sondern man muss ihr offenbar einen mehr selbständigen Character zuerkennen. Man könnte dieselbe als ein Analogon des Pollenschlauches, als Sporenschlauch bezeichnen. Wie jener durch Zellenbildung in seinem Innern sich innerhalb des Embryosackes zur Keimpflanze entwickelt, so ist dieser bestimmt, durch das fernere Wachsthum zur neuen Pflanze zu werden. Die gesprengte Membran der Spore bleibt noch einige Zeit mit dem sich lebhaft entwickelnden Schlauche in Zusammenhang, bis sie endlich völlig aufgelöst wird.

Verfolgen wir die junge Pflanze in ihrer weiteren Entwickelung, so haben wir vorerst zwei für dieselbe wichtige Vorgänge ins Auge zu fassen: die Neubildung des Inhaltes und das Wachsthum der Membran.

Sobald die Keimpflanze die Sporenhaut durchbrochen und sich nur wenig verlängert hat, lassen sich an derselben nach der Spitze zu folgende Inhaltsparthieen unterscheiden. Zunächst unter der conisch zulaufenden Spitze ist der Inhalt form- und farblos durchsichtig; er besteht aus homogenem Plasma (Fig. 42, 43, 44, 45, 50, 51 und 52). Weiter nach abwärts erscheint derselbe mit einer feinkörnigen, wie die Reaction zeigt, stickstoffhaltigen Substanz

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0507-0

gemengt. Es ist hier der Anfang zur Formenbildung gemacht. Noch weiter nach unten tritt die grüne Färbung auf und es sind in dem Plasma vollständig ausgebildete Chlorophyllkörperchen eingebettet. In dieser Region lässt sich während der ferneren Entwickelung keine wesentliche Veränderung mehr bemerken. Der Inhalt hat hier seine völlige Ausbildung erlangt. Derselbe enthält ausser den in dem gefärbten Plasma eingebetteten, mit einem stickstoffhaltigen Kerne versehenen Chlorophyllkörperchen keine anderen Elemente.

Ziehen wir aus diesen Beobachtungen die Schlüsse, so ergiebt sich, wie schon von Nägeli durch seine schönen Beobachtungen an *Caulerpa prolifera* u. s. f. für diese einzelligen Algen festgestellt wurde, dass bei der wachsenden Pflanze von *Vaucheria sessilis* eine fortwährende Neubildung von Inhalt stattfindet und dass dieselbe vorzugsweise in der Spitze der wachsenden Zelle ihren Sitz hat. In dieser wird zunächst durch Zufuhr von Nahrungsstoffen fortwährend neues Plasma erzeugt, welches sich nach abwärts ebenso ununterbrochen in die verschiedenen Inhaltselemente umwandelt, soweit es nicht zu andern Zwecken, namentlich zur Bildung von Zellstoff verwendet wird. Dass die Neubildung in ununterbrochener Folge stattfindet, lehrt die Beobachtung der sich in allen Entwickelungszuständen gleichbleibenden, beschriebenen Anordnungsweise. Selbst in den beiden Fructificationsorganen, in dem Hörnchen und dem Sporangium ist sie während deren Entwickelung auf das deutlichste wahrzunehmen. Sie tritt bei der Weiterentwickelung des von der Mutterzelle der Schwärmsporen abgegliederten Schlauchendes, wo sie durch die Abgliederung gestört wurde, in Folge der fortgesetzten Ernährung und der neu beginnenden Lebensthätigkeit constant wieder hervor, wie es in den Fig. 46 und 47 dargestellt ist. Die Membran lässt gleichfalls in allen Entwickelungszuständen, sowohl an dem Hauptstamme als an den Aesten, ein ähnliches Verhalten wahrnehmen. An der Spitze ist sie von sehr zarter Beschaffenheit, sehr dünn und erscheint unter dem Mikroskope in Gestalt einer feinen Linie (Fig. 42—45 und 50—52). Von der Spitze an nimmt sie nach abwärts stetig an Dicke zu (Fig. wie oben), bis sie an einer bestimmten Stelle aufhört in die Dicke zu wachsen und dann in ihrem ferneren Verlaufe gleich dick bleibt. Ich fand auch hier die von Nägeli mitgetheilten Beobachtungen über *Caulerpa*, *Bryopsis* u. s. f. bestätigt. In der Deutung dieser Erscheinungen kann ich indessen mit dem genannten Autor nicht übereinstimmen. Derselbe folgert nämlich, dass aus dem an der Spitze angesammelten Plasma (homogenem Schleim, Nägeli) fortwährend neue Membran

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0508-6

gebildet werde, dass also die Spitze selbst durch völlige Neubildung (von der sich kein rechter Begriff machen lässt) wachse, während nur an den unterhalb der Spitze gelegenen Theilen der Membran ein Wachsthum durch Ausdehnung stattfinde, und dass endlich noch weiter nach abwärts auch diese und damit das Wachsthum überhaupt aufhöre. Als Grund für diese Folgerung führt Nägeli den an, dass eben an der Spitze die Zellhaut dünner, mehr derjenigen neugebildeter Zellen ähnlich sei, und sich erst nach abwärts verdicke. Er ist demnach gezwungen, für das Wachsthum einen dreifachen Process anzunehmen: eine Neubildung von Membran an der Spitze, eine Ablagerung von Zellstoff an der Innenseite der Membran weiter nach abwärts, und endlich eine Ausdehnung der letzteren Parthie. Nun ist meines Erachtens die Stärke der Membran an der Spitze durchaus kein Grund, auf welchen sich die Neubildung derselben stützen lässt. Dass dieselbe sich in der genannten Beziehung verhält, wie die Membran neugebildeter Zellen, lässt noch keineswegs auf das Vorhandensein desselben Bildungsprocesses schliessen. Ich glaube die an der Spitze auftretende Verdünnung der Membran lässt sich am natürlichsten aus der gerade an dieser Stelle, als der am lebhaftesten wachsenden, vor sich gehenden bedeutenderen Ausdehnung erklären. Dadurch lässt sich dann auch das Wachsthum der Membran auf zwei Processe zurückführen: auf die Abscheidung neuen Zellstoffs auf der Innenseite der Zellhaut und auf die Ausdehnung der letzteren. Wo nun diese gleichen Schritt hält mit jener, wie an den unterhalb der Spitze gelegenen Theilen des Schlauches, da findet keine sichtbare Veränderung in der Dimension der Hülle statt, wo dagegen die Ausdehnung vorwiegt, da muss die Membran verdünnt erscheinen. Der Vorgang ist hier demjenigen ganz ähnlich, wie er bei dem Wachsthum der vegetativen Zellen der mehrzelligen Fadenalgen stattfindet. Hier erscheinen bei sonst gleicher Ernährung die Seitenwände, welche eine stärkere Ausdehnung erleiden, dünner als die Querwände. Ob an den unteren, älteren Theilen des Schlauches gar keine Ausdehnung mehr stattfinde, lässt sich bei *Vaucheria* nicht direct durch die Beobachtung nachweisen. Es lässt sich aber darauf schliessen, wenn man eben beachtet, dass die Neubildung des Inhaltes und die aus dem Plasma stattfindende Abscheidung von Zellstoff vorzugsweise an der Spitze und an den, dieser zunächst gelegenen Theilen des Schlauches vor sich geht. Würde auch an den unteren Theilen des Schlauches noch eine Ausdehnung stattfinden, so müsste sich daselbst jedenfalls eine Verdünnung der Membran wahrnehmen lassen, was nicht der Fall ist.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0509-4

Es kömmt also der einzelligen *Vaucheria sessilis* ein sogenanntes Spitzenwachsthum (Nägeli) zu, es erfolgt die Neubildung des Inhaltes und das Wachsthum, d. h. die Ablagerung neuen Zellstoffes auf der Innenseite der Membran und die Ausdehnung der letzteren, vorzugsweise an der Spitze und an den zunächst unter derselben gelegenen Theilen der Zelle.

Soweit meine Beobachtungen reichen, findet zwischen den aus den Schwärmsporen und den ruhenden Sporen hervorgegangenen Pflanzen, bei sonst gleichem Verhalten, in Beziehung auf die Fortpflanzung ein eigenthümliches Verhältniss statt. Die ersteren bilden nicht wieder Schwärmsporen, sondern vermehren sich durch ruhende Sporen, während die letzteren dagegen nur Schwärmsporen erzeugen. Ich habe dieses Verhalten auf das unzweifelhafteste an cultivirten Pflanzen studirt. In ein geräumiges Glasgefäss, in welchem jeden Tag das Wasser erneuert wurde, brachte ich zu Anfang des Sommers einige kleine Rasen von *Vaucheria sessilis*, in denen sich beträchtliche Mengen von reifen und keimenden Sporen befanden. Die hieraus hervorgegangenen Schläuche entwickelten nach erreichter Ausbildung eine Menge von Schwärmsporen, ohne dass ich auch nur ein einziges Mal die Entstehung ruhender Sporen hätte beobachten können. Die Schwärmsporen keimten in dem Gefässe und entwickelten sich vollkommen, liessen aber keine zweite Schwärmsporenbildung wahrnehmen, während eine grosse Anzahl von Fäden zur Entwickelung ruhender Sporen gelangte. Wir dürfen also auch bei *Vaucheria sessilis* eine Art von Generationswechsel annehmen, wie es bereits von A. Braun für *Chlamidococcus pluvialis* nachgewiesen worden ist. Aus den ruhenden Sporen entstehen Schläuche, welche nur Schwärmsporen entwickeln und erst die zweite, aus diesen hervorgegangene Generation gelangt wieder zur eigentlichen Fructification.

Das Resultat der voranstehenden Untersuchungen lässt sich nun in folgendem Gesammtüberblick zusammen fassen.

1. *Vaucheria sessilis* ist eine aus einer einzigen verästelten Zelle bestehende Alge, welche zweierlei Sporen entwickelt, ruhende und bewegliche.

2. Die ruhenden Sporen entstehen durch freie Zellenbildung um den ganzen Inhalt in einer kugelförmigen an der Seite des Schlauches entstehenden, später sich als selbständige Zelle abgliedernden Astzelle, welche man daher mit vollem Rechte als Sporenfrucht oder Sporangium bezeichnen kann.

3. Neben dem Sporangium entsteht eine zweite, cylindrische Astzelle, das Hörnchen. Das Ende dieses Organes gliedert sich später ebenfalls als selbständige Zelle von der Basis desselben ab und erscheint mit farblosem Inhalte erfüllt, der aus Plasma, Schleimkügelchen und entfärbtem Chlorophyll besteht.

4. Bei der Entstehung der ruhenden Sporen sind gewöhnlich beide Organe, Sporangium und Hörnchen betheiligt. Beide vereini.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0510-5

gen ihren Inhalt zum Theil durch Copulation. Es darf indessen dieser Vorgang nicht als Gesetz aufgestellt werden, da die Ausbildung der Spore auch ohne Copulation erfolgen kann.

5. Die beweglichen oder Schwärmsporen entwickeln sich in den kolbig angeschwollenen Enden des Schlauches, welche sich durch Scheidewandbildung als selbständige Mutterzellen abgegliedert haben.

6. Die ruhenden Sporen umkleiden sich schon innerhalb des Sporangiums mit einer Cellulosenmembran und werden durch Zersetzung der Hülle des Sporangiums befreit. Die Schwärmsporen dagegen, welche sich durch einen Riss an der Spitze der Mutterzelle befreien, sind nach ihrer Trennung von der Mutterpflanze und während des Schwärmens nur von dem, die schwingenden Wimpern tragenden Primordialschlauche umkleidet. Erst später, nach eingetretener Ruhe, bildet sich über diesem die Zellstoffhülle.

7. Die unbeweglichen Sporen keimen erst nach einer längeren Periode der Ruhe, die beweglichen dagegen schon wenige Stunden nach ihrer Befreiung.

8. Die ruhende Spore keimt, indem der innerhalb der Sporenhaut entstandene Sporenschlauch sich ausdehnt, jene zerreisst und zur neuen Pflanze auswächst.

9. Bei den keimenden Schwärmsporen entstehen in der Membran zwei warzenförmige Erhebungen, von denen sich die eine zum Haft- oder Wurzelorgan, die andere zur Pflanze entwickelt.

10. Die Pflanze besitzt ein Spitzenwachsthum (Nägeli), indem sowohl die Neubildung des Inhaltes, als die Ablagerung neuen Zellstoffes auf die Innenseite der Zellhaut und die Ausdehnung der letzteren vorzugsweise an der Spitze und dem zunächst unterhalb derselben gelegenen Theile vor sich geht, während in dem unteren Ende der Zelle sowohl die Neubildung von Inhalt, als das Wachsthum der Membran allmählig aufhört.

11. Bei *Vaucheria sessilis* kömmt eine Art Generationswechsel vor, da erst die zweite Generation der Pflanze wieder ruhende Sporen hervorbringt, während diese selbst aus den von der ersten Generation gebildeten Schwärmsporen hervorgeht.

12. Dieselbe muss vorerst ihren Platz unter den geschlechtslosen Pflanzen behalten, da weder Sporangium und Hörnchen als Geschlechtsorgane aufgefasst werden dürfen, noch in der Endzelle des letzteren Spermatozoiden entstehen, welche den Inhalt der Sporenfrucht befruchten könnten. Eine geschlechtliche Zeugung, wie Pringsheim angibt, findet entschieden nicht statt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Theil eines fructificirenden Schlauches. Es ist eine warzenförmige Erhebung, der erste Anfang des sich entwickelnden Hörnchens entstanden. Dieselbe enthält zunächst ihrer Spitze eine geringe Menge von homogenem Plasma, welches etwas tiefer in eine körnige Masse und dann in den gewöhnlichen Inhalt übergeht.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0511-0

Fig. 2. Etwas weiter vorgeschrittener Zustand; die Erhebung hat eine cylindrische Form angenommen. Die Vertheilung der Inhaltsparthieen von der Spitze nach der Basis zu lässt sich noch deutlicher wahrnehmen als in Fig. 1.

Fig. 3. Noch weiter vorgeschrittene Entwicklungsstufe des Hörnchens. Dasselbe beginnt bereits sich zu krümmen.

Fig. 4. Neben dem aus zwei Schenkeln bestehenden Hörnchen hat sich der Anfang zur Entwicklung des Sporangiums gebildet. Auch an dieser Erhebung lassen sich die beschriebenen Inhaltsparthieen wahrnehmen.

Fig. 5. Höhere Entwicklungsstufe des Sporangiums, dessen Inhalt besteht ausser dem homogenen und körnigen Plasma aus runden Chlorophyllkörnchen.

Fig. 6. Zu beiden Seiten des Hörnchens stehen in der Entwicklung begriffene Sporangien, von denen das eine seiner Abgliederung als selbständige Zelle nahe ist. Der Inhalt erscheint lebhafter grün gefärbt, als in Hörnchen und Schlauch. Er besteht meist aus runden Chlorophyllkörnchen. Nur an den Seiten und der Spitze geht er in feinkörniges und homogenes Plasma über. Die Spitze des Hörnchens ist theils mit Plasma, theils mit entfärbten Chlorophyllkörnchen erfüllt.

Fig. 7. Hörnchen und Sporangium sind ausgewachsen. Letzteres hat sich durch eine plötzlich aufgetretene Scheidewand abgegliedert.

Fig. 8. Das Sporangium hat an seiner, dem Hörnchen zugewendeten Seite einen schnabelförmigen Fortsatz getrieben, der ganz mit Plasma angefüllt ist, was offenbar auf eine Erhöhung des chemischen Processes hindeutet. Das Hörnchen hat sich mit seiner Spitze an den Schnabelfortsatz angelegt.

Fig. 9. Aehnlicher Zustand. Die Spitze des Hörnchens hat sich als selbständige Zelle abgegliedert. Der untere Theil ist mit den gewöhnlichen Inhaltselementen erfüllt, während in der Spitzenzelle vorzugsweise Plasma abgelagert ist, in welchem sich die entfärbten länglichrunden Chlorophyllkörnchen eingebettet haben.

Fig. 10. Ein fructificirendes Schlauchstück mit Jodlösung behandelt. Der Inhalt hat sich namentlich an der Spitze und den Seiten der beiden Organe braun gefärbt. Auch die einzelnen Chlorophyllkörnchen zeigen eine braune Färbung. Auf einzelne Kügelchen in dem Inhalt des Sporangiums hat das Reagens keinen Einfluss geäussert.

Fig. 11. Ein ähnliches Präparat mit Zucker und Schwefelsäure behandelt. Der Inhalt hat sich rosenroth gefärbt.

Fig. 12. Beginnende Copulation zwischen Sporangium und Hörnchen. Die Endzelle des letzteren ist an ihrer Spitze mit dem schnabelförmigen Fortsatze des ersteren verwachsen. Die Zellwände sind noch nicht völlig resorbirt.

Fig. 13. Etwas späterer Zustand der Copulation. Die Scheidewände sind aufgelöst. Der Inhalt von Sporangium und Hörnchen stehen mit einander in Verbindung.

Fig. 14. Das vorige Präparat nach leisem Rollen unter dem Deckgläschen. Die gegenseitige Lage der beiden in Copulation be-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0512-6

griffenen Organe hat sich geändert, ohne dass jedoch eine Trennung an der Verwachsungsstelle hätte bewirkt werden können.

Fig. 15. Hörnchen und Sporangium noch in Vereinigung, nachdem sich in dem letzteren schon die Spore gebildet hat.

Fig. 16. Hörnchen und Sporangium haben sich getrennt. Durch diesen Vorgang ist ein Theil des Inhaltes aus dem Schnabelfortsatze des Sporangiums hervorgetreten.

Fig. 17. Aehnlicher Zustand. Es hat sich um den Inhalt des Sporangiums bereits eine zarte Membran gebildet. In der Oeffnung des letzteren, sowie in der Nähe derselben sind die stäbchenförmigen Körperchen (Spermatozoidien Pringsheim's, entfärbte Chlorophyllkörperchen nach mir) zu gewahren.

Fig. 18. Sporangium nach der Copulation. Ein Theil des Inhaltes durch die Ablösung des Hörnchens herausgetreten.

Fig. 19. Die Abschnürung der ausgetretenen Inhaltsportion ist weiter vorgeschritten.

Fig. 20. Die Abschnürung ist vollendet.

In den 3 vorhergehenden Fällen ist der Inhalt nicht scharf umgrenzt.

Fig. 21. Ein Sporangium, in dem die Spore mit einer zarten Hülle, dem Primordialschlauche, umgeben erscheint.

Fig. 22. Aehnlicher Entwicklungszustand nach der Einwirkung von Zuckerwasser. Der Primordialschlauch hat sich zusammengezogen. Es geht aus der in dieser Figur dargestellten Erscheinung deutlich hervor, dass die erste Membran aus dem Primordialschlauche besteht.

Fig. 23. Etwas späterer Entwicklungszustand. Die Zellstoffhülle hat sich bereits gebildet und ist in ihrem ganzen Verlaufe auf der Innenseite der Membran des Sporangiums wahrzunehmen.

Fig. 24. Gleicher Zustand nach Behandlung mit Zuckerwasser. Der Primordialschlauch hat sich von der Zellwand zurückgezogen.

Fig. 25. Zwei Sporangien, von welchen das eine nach vollendeter Copulation, das zweite ohne Copulation eine Spore gebildet hat.

Fig. 26. Späterer Entwicklungszustand. Die Zersetzung des grünen Inhaltes in dem Hörnchen und Mutterschlauche ist bereits ziemlich weit vorgeschritten. Der Inhalt der Spore hat eine graugrüne Farbe angenommen. In der Mitte beginnt er sich braun zu färben.

Fig. 27. Die Zersetzung ist noch weiter fortgeschritten. Der Inhalt des Hörnchens und Schlauches ist zum grössten Theil gänzlich aufgelöst, zum Theil in eine grumöse Masse verwandelt; nur hie und da finden sich noch einzelne entfärbte Chlorophyllkörnchen. Der Inhalt der Spore ist am Rande gelb, nach Innen braun gefärbt. Er besteht nur aus fettem Oel.

Fig. 28. Die Zersetzung der Membran des Schlauches und des Sporangiums hat bereits begonnen, was sich an der undeutlichen Begrenzung nach Aussen zeigt.

Fig. 29. Eine abgefallene Spore. Es sind noch die Rudimente der Membran des Schlauches zu bemerken.

Fig. 30. Eine gleiche. Dieselbe ist noch von der in Zersetzung begriffenen Membran des Sporangiums umgeben.

Fig. 31. Anfang der Schwärmsporenbildung. Das Ende der Zelle

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0513-2

ist keulenförmig angeschwollen und es hat sich der feinkörnig gewordene Inhalt in demselben stärker angehäuft.

Fig. 32. Das Endstück hat sich abgegliedert. Die Scheidewand ist nur erst als eine feine Linie wahrzunehmen.

Fig. 33. Die Scheidewand ist weiter ausgebildet und als doppelt contourirt zu beobachten. Die Sporenbildung beginnt.

In den drei vorhergehenden Zuständen findet noch Wachsthum der abgegliederten Zelle statt.

Fig. 34. Das Wachsthum der Mutterzelle hat aufgehört, wie sich aus der Anordnung des Inhaltes ersehen lässt. Die Schwärmspore hat sich mit einer zarten Membran umkleidet, welche sich in dem unteren Theil der Mutterzelle von deren Membran getrennt hat.

Fig. 35. Etwas späterer Zustand. Die Spore hat durch ihr Wachsthum die Scheidewand, welche die Mutterzelle von dem übrigen Schlauchtheile trennt, nach abwärts eingebogen und liegt fast an der Wand der ersteren.

Fig. 36. Austretende Schwärmspore.

Fig. 37. dessgleichen.

Fig. 38. Eine Schwärmspore während des Schwärmens. Die Wimpern lassen sich kaum einzeln, sondern mehr als ein Strahlenkranz wahrnehmen.

Fig. 39. Eine gleiche Spore von länglich runder Gestalt. Dieselbe geräth nach einigen unbestimmten Anfängen zur Bewegung in Ruhe.

Fig 40. Eine Schwärmspore mit Zuckerlösung behandelt. Dieselbe hat sich im Ganzen zusammengezogen. Die Wimpern erscheinen länger und deutlicher, als früher.

Fig. 41. Schwärmspore, nachdem sie sich festgesetzt, hat mit Zuckerlösung behandelt. Der Primordialschlauch hat sich von der nun gebildeten Cellulosemembran zurückgezogen.

Fig. 42. Keimende Schwärmspore. Es hat sich bereits eine Erhebung gebildet.

Fig. 43. Eine gleiche, mit zwei Schlauchanfängen, von denen der untere zum Haftorgan wird.

Fig. 44 und 45. Weitere Entwicklungszustände der keimenden Sporen. Das Haftorgan erscheint schmäler, der eigentliche Schlauch breiter. Die eine der beiden Keimpflanzen hat sich bereits verästelt.

Fig. 46 und 47. Zwei Fäden, in deren Endstücken sich Schwärmsporen gebildet haben und welche weiter fortwachsen, indem sie die Scheidewand als Spitze vor sich herdrängen. Nach und nach geht das Wachsthum in das gewöhnliche Spitzenwachsthum über, wie die Anordnung des Inhaltes der beiden Figuren zeigt.

Eig. 48. Ruhende Spore, deren Inhalt sich eben vom Rande aus nach Innen wieder grün färbt.

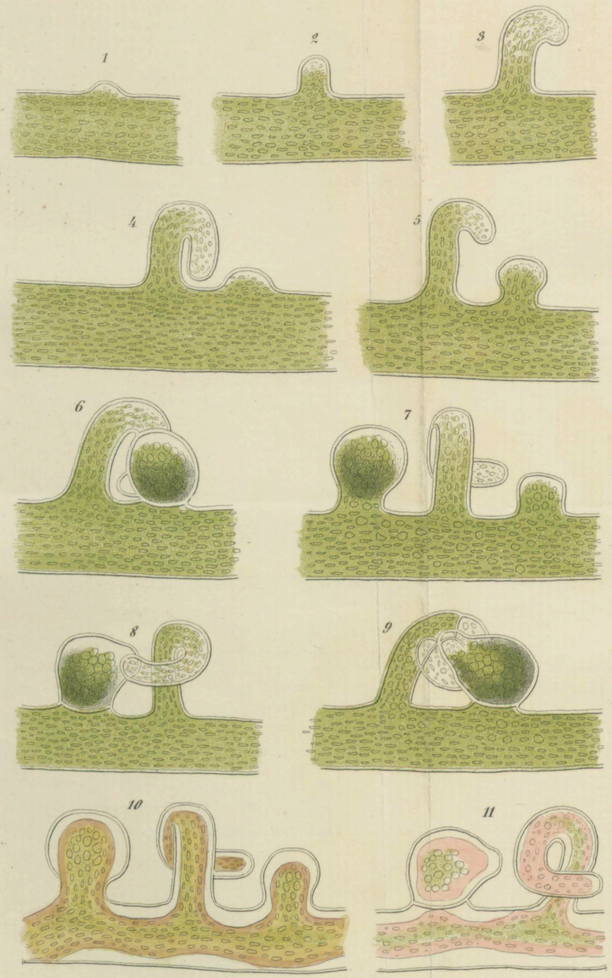
Fig. 49. Ruhende Spore, auf deren Sporenhaut eine zweite Membranschicht abgelagert ist (Sporenschlauch).

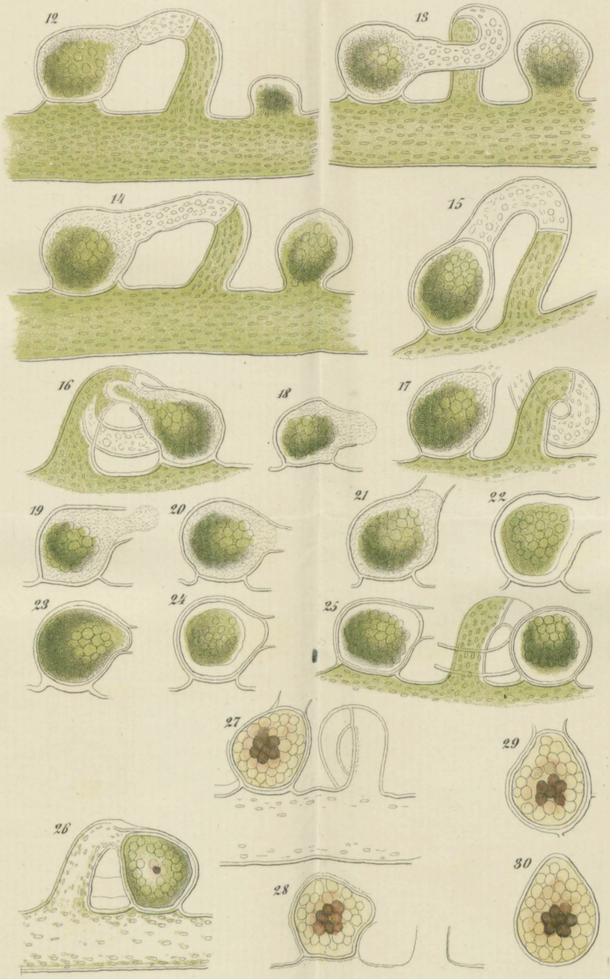
Fig. 50. Die innere Membranschicht (der Sporenschlauch) hat die äussere Sporenhaut durchbrochen und wächst zur neuen Pflanze aus.

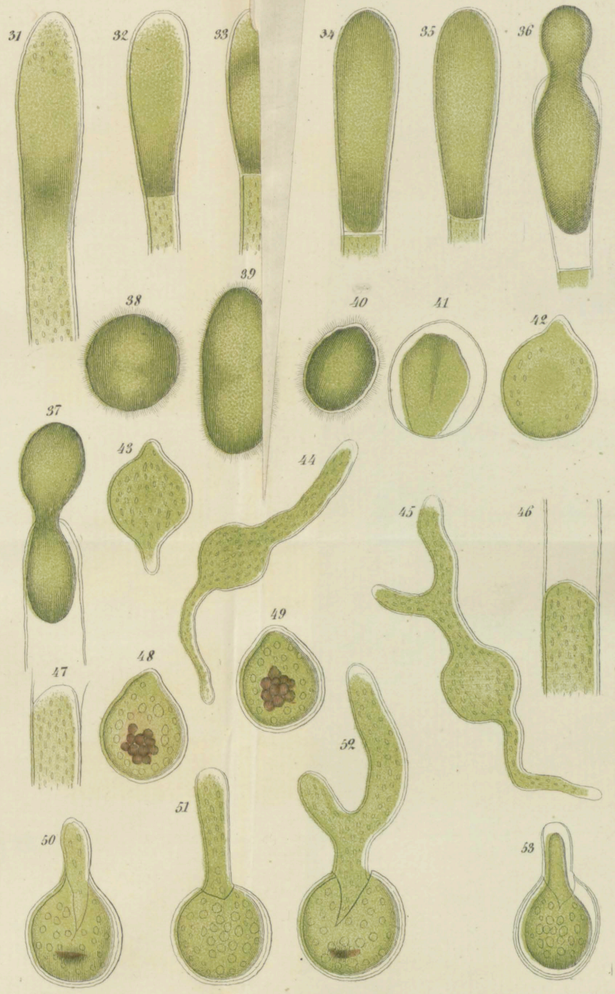
Fig. 51 und 52. Weiter vorgeschrittene Keimungs-Zustände.

Redacteur und Verleger: Dr. Fürnrohr. Druck von F. Neubauer.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0514-8







Lith. Anst. v. Dr. C. Wolf & Sohn in München.

Dippel ad nat. del.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05971-0791-1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1856

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Dippel Leopold

Artikel/Article: Ueber die Fortpflanzung der Vaucheria sessilis 496-512