

N^{ro} 13.

JULI.

1856.

BERICHTE

über die

VERHANDLUNGEN

DER

GESELLSCHAFT FÜR BEFÖRDERUNG DER NATURWISSENSCHAFTEN

zu

FREIBURG I./B.



Ueber den geschlechtlichen Zeugungsprozess bei
den Algen, von A. de Bary.

Mitgetheilt in der Sitzung vom 31. Mai 1856.

Hierzu Tafel V.

Das Vorhandensein einer vollkommenen Sexualität ist in der neuesten Zeit für die lange geschlechtslos geglaubten niedern Cryptogamen auf das evidenteste erwiesen worden. Zunächst waren es hierher gehörige Gewächse von entwickelterem Bau, die *Fucus*-Arten, bei welchen Thuret durch genaue Versuche zeigte, wie eine Keimung ihrer grossen Sporen erst nach Einwirkung der kleinen beweglichen Körperchen möglich ist, welche er mit *Decaisne* schon 1845 als Spermatozoiden bezeichnet hatte. Aber auch für einige höchst einfache Conferven haben die schönen Beobachtungen, welche im verflossenen Jahre von Pringsheim, und fast gleichzeitig von Cohn publicirt wurden, den directen Nachweis einer vollkommenen Sexualität geliefert.

Das Product der Befruchtung ist bei *Fucus* die Bildung einer durch sofortige Theilung keimenden Zelle; bei den angedeuteten Conferven dagegen die Entstehung einer dick-

häutigen Spore, welche zur Keimfähigkeit eines längern Ruhezustandes, aber keiner weiteren Foecundation, bedarf.

Hinsichtlich der meisten bei der Befruchtung statthabenden Vorgänge herrscht zwischen den angeführten Schriftstellern grosse Uebereinstimmung. Zwei Zellen sind es zunächst, welche die beiden Geschlechter oder Geschlechtsorganen repräsentiren: Eine männliche, die Antheridie, und eine weibliche, Sporangium- oder, kurz, Sporenzelle. In der Antheridie wird eine Anzahl kleiner beweglicher Körperchen gebildet, die Spermatozoiden; aus dem Inhalt der Sporenzelle die Anfänge einer bis zahlreicher Sporen, welche bei *Fucus* vor der Befruchtung entleert, in den übrigen Fällen bis nach der Reife von der Haut der Sporenzelle umschlossen werden. In allen bekannt gewordenen Fällen entbehrt der Sporenanfang zur Zeit der Befruchtung einer festen Zellmembran, die nachher niemals fehlt. Vor dem Auftreten derselben erfolgt stets und nothwendiger Weise eine Einwirkung der Spermatozoiden auf den Sporenanfang.

Während alle diese Punkte übereinstimmend dargestellt werden, besteht dagegen eine sehr erhebliche Meinungsverschiedenheit über die Art jener Einwirkung, über das eigentliche Wesen der Befruchtung. *Pringsheim* behauptet für *Vaucheria* und *Fucus*, dass in den hautlosen Sporenanfang eine oder einige Spermatozoiden eindringen, dass sonach durch eine materielle Vermischung des männlichen und weiblichen Formelements die Befruchtung bewirkt werde; während auf der andern Seite *Thuret* bei *Fucus*, *Cohn* bei *Sphaeroplea* einen derartigen Vorgang nicht bemerken konnten. Ein Fehlen desselben würde aber dem Contact allein die befruchtende Wirkung vindiciren. Es ist nun einerseits eine in neuerer Zeit völlig sicher gestellte Thatsache, dass

die Befruchtung im Thierreiche durch Eindringen der Spermatozoiden in die Eizelle, und ihre Vermischung mit dem Inhalt derselben bewirkt wird, andererseits müssen wir, soweit die Ergebnisse der Beobachtung reichen, für die Phanerogamen annehmen, dass jene nur durch die unmittelbare, oder gar mittelbare Berührung des Pollenschlauchs mit dem Keimbläschen zu Stande komme; ein Vorhandensein von Spermatozoiden lässt sich höchstens vermuthen. Es ist daher, angesichts dieser zwei höchst verschiedenen Prozesse von grosser Wichtigkeit, über die Function der Spermatozoiden im Pflanzenreiche ins Klare zu kommen, und zwar sind die Algen, deren Lebensweise eine directe Beobachtung der in Rede stehenden Vorgänge möglich macht, dazu ebenso sehr geeignet, als von ihnen aus mit Sicherheit Schlüsse gezogen werden können für die höhern Cryptogamen, bei welchen die Spermatozoiden schon seit längerer Zeit allgemein nachgewiesen sind.

Auf die Entscheidung der angedeuteten Frage war daher meine Aufmerksamkeit vorzugsweise gerichtet, als ich im letzten Frühling Gelegenheit hatte, zunächst bei *Sphaeroplea* und *Vaucheria* die von Pringsheim und Cohn beschriebenen Erscheinungen zu beobachten. In Betreff der Befruchtung (wie auch der Keimung) der erstgenannten Pflanze kann ich nur Cohn's Angaben bestätigen. Die Befruchtungsbeobachtungen über *Vaucheria* hat Pringsheim an einer der zahlreichen Arten dieser Gattung gemacht, welche mit hornförmig gekrümmten Antheridienzweiglein, und Sporen versehen sind, die von der Membran ihrer Mutterzellen eng umschlossen werden. Bei einer derartigen Species gelang es mir nicht, die Beobachtungen vollständig zu wiederholen, dagegen bei einer weniger allgemein bekannten, welche eigenthümliche morphologische Verhältnisse zu einem sehr

instructiven Objecte für die Beobachtung mehrerer hierher gehöriger Prozesse machen.

Es ist dies *V. aversa* Hassal (Brit. freshw. Alg. Tab. VI. Fig. 5), welche sich, mit der verwandten *V. polysperma* Hass. dadurch auszeichnet, dass die reife Spore frei in der weiten sackförmigen Sporenzelle liegt, und welche ich in der Gegend von Frankfurt a. M. an vielen Orten zu sammeln Gelegenheit hatte. Ihre Fruchtentwicklung ist folgende.

An den ziemlich derben Schläuchen der Alge, deren Wachstum und Bau mit den gewöhnlichen Arten übereinstimmt, finden sich zur Zeit der Fructification (im ersten Frühlinge vorzugsweise) Gruppen oder Reihen von meist 2—3, oft auch 4—6 Sporenzellen, der Länge des Schlauches nach nebeneinander stehend. An beiden Enden dieser Reihe steht je eine, selten je 2 Antheridien. Beiderlei Organe jeder Gruppe werden fast gleichzeitig als kleine seitliche Ausbuchtungen der um diese Zeit an Oeltropfen sehr reichen Schlauchpartie angelegt; ihr Innenraum bleibt lange Zeit mit dem letztern in offener Communication.

Die Sporenzellen, anfangs regelmässig kuglig, kurz gestielt, erreichen zuletzt durch ungleichmässiges Wachstum ihrer Wandung die Gestalt schief eiförmiger, zugespitzter Blasen. Nach der Basis hin ziemlich regelmässig verschmälert, wölbt sich die Wand der einen Seite sehr stark, die andere schwächer vor, und das obere Ende, letzterer näher gerückt, ist in einen entweder einfach zur Seite geneigten oder selbst bogig gekrümmten, kurzen, stumpfen Fortsatz ausgezogen. Wo zwei Sporenzellen zwischen zwei Antheridien stehen, sieht dieser Fortsatz stets nach der nächsten Antheridie hin, so dass die Spitzenfortsätze und schwächer gewölbten Seiten beider Sporenzellen einander ab-, die stärkern Convexitäten einander zugewendet sind. Ist die Anzahl der Sporenzellen grösser, so

gilt das gleiche für die beiden äussersten der Reihe während die übrigen beliebig nach verschiedenen Richtungen geneigt sind.

Der Inhalt dieser Blasen ist anfangs dem des tragenden Schlauchstückes völlig gleich; mit der Ausbildung derselben aber sammeln sich die Oeltropfen des letztern mehr und mehr in der Blase an, bis sie zuletzt einen dichten Wandüberzug daselbst bilden. Von Anfang an stets wandständig, liegen sie deutlich an der Innenfläche der Schichte, welche die Chlorophyllkörner enthält. Dass sie wie diese offenbar einer kaum sichtbaren Schleimmasse eingebettet sind, geht daraus hervor, dass ihre Anhäufung bis zum festen Aneinanderstossen und gegenseitiger Abplattung der ursprünglich kugligen Tropfen zu polyedrischen Formen fortschreitet, ohne dass sie dabei, im normalen Verlauf der Entwicklung, zusammenfliessen. Letzteres geschieht dagegen leicht bei Verletzungen; oft ungeheuer grosse, farblose oder gelbliche Tropfen sammeln sich dann in der Mitte der Blase an. Es gibt dieser Wandüberzug von dunkel umschriebenen, den Steinen eines Pflasters gleichenden Tropfen der ganzen Blase, und besonders ihrem mittlern Theile ein überaus eigenthümliches Ansehen; um so mehr als dieselbe eine bedeutende Grösse — eine Länge von $\frac{1}{17}$ ''' , bei ohngefähr der halben Breite des Mitteltheils — erreicht.

Weit hinter dem Durchmesser des vegetativen Schlauches bleibt der der Antheridienzweiglein zurück. Spitzenwachsthum bildet sie zu länglich-cylindrischen stumpfen Schläuchen aus, ohngefähr so lang, wie die Breite der Sporenzellen; vorherrschende Ernährung ihrer den letztern abgekehrten Seitenwand, dicht, über der Ursprungsstelle, biegt das freie Ende nach jenen so stark hin, dass sie eine dem Mutterfaden fast parallele Richtung annehmen, über der Ursprungsstelle etwas aufgetrieben, nach dem freien Ende nur wenig verschmälert. Ihre Basis ist meist von der benachbarten Sporenzelle soweit

entfernt, dass sie den untern Theil dieser mit dem freien Ende fast berühren.

Der Inhalt dieser Zweiglein ist dem des vegetativen Fadens anfangs gleich; mit Vollendung des Längenwachthums verschwinden die Chlorophyllkörnchen mehr und mehr doch nie vollständig; dafür tritt ein mächtiger Wandbeleg von farblosem körnigem Protoplasma auf. So beschaffen gliedert sich das Zweiglein dicht über seiner Ursprungsstelle durch eine Querwand von dem tragenden Schlauch ab, und wird damit ganz zur ungestielten Antheridie. Der Zustand der Reife wird nun durch Bildung zahlreicher Spermatozoiden angezeigt. Vor der Bewegung derselben erscheint der Inhalt etwas grobkörniger; einzeln sind sie aber erst dann zu unterscheiden, wenn sie beginnen, im Innern der Antheridie herumzuzittern. Innen von der körnigen Plasmaschichte, die, stets noch einige Chlorophyllkörner enthaltend, die Membran ununterbrochen auskleidet, werden stabförmige Körperchen sichtbar, die, in dichtem Gewimmel in dem Zellsaft des Mittelraums hin und her wogen. Plötzlich ist das stumpfe Ende der Antheridie offen, und heraus schießt die Mehrzahl der Samenkörperchen, unmittelbar gefolgt von dem blasig hervorquellenden übrigen Inhalt. —

Die Sporenzellen haben sich mittlerweile gleichfalls an ihrer Basis durch eine Querwand abgegrenzt. Aus ihrem geneigten Endfortsatz ist Oel und Chlorophyll allmählich in den bauchigen Mitteltheil zurückgewichen, nur eine farblose, körnige Plasmaschicht zurücklassend. Fast $\frac{1}{2}$ der Höhe ist zuletzt nur von dieser und dem Zellsaft des Mittelraumes erfüllt, unten ziemlich scharf von dem grünen ölführenden Theile abgegrenzt. Sowohl die Seitenwand als die farblose Spitze der Sporenzelle ist noch von einer deutlich sichtbaren Zellenmembran umzogen.

Urplötzlich sieht man den ganzen Inhalt von der Wand

sich ablösen, zusammenziehen, um im nächsten Moment als regelmässige Kugel im Grunde der Sporenzelle zu liegen — mitten grün und ölführend, ringsum von einem schmalen farblosen Hofe körnigen Plasmas und einem zarten Contour umgeben.

In demselben Augenblick erscheint das obere Ende der Sporenzelle offen, d. h. die doppelt contourirten Seitenwände hören oben auf, ohne dass jedoch eine bestimmt umschriebene Oeffnung deutlich wäre. Dass nicht ein Aufreissen, vielmehr eine gallertige Auflockerung der Membran diese scheinbare Oeffnung erzeuge, geht aus dem sogleich anzuführenden hervor.

Nach dem offenen Ende der nächsten Sporenzelle nämlich schiesst ein Theil der eben frei gewordenen Spermatozoiden mit zitternder Bewegung hin, dort zu einer kleinen Gruppe sich anhäufend, und mit dem Vorderende, oft lange Zeit vergebens, gegen die farblose Masse dringend, welche die scheinbare Oeffnung verstopft, offenbar um ihren Widerstand zu überwinden. Endlich gelingt es einigen (3–4) sich in den Innenraum der Sporenzelle hineinzubohren. Die zuerst gekommenen eilen, nach kurzem Herumschwimmen in der wässrigen Flüssigkeit, welche den obern Raum der Sporenzelle erfüllt, der unten liegenden Kugel zu, und entschwinden der Beobachtung. Ein oder zwei später eingedrungene sah ich mehrfach noch längere Zeit in jenem Raum herumschwimmen, um zuletzt, wie alle nicht eingedrungenen, unter langsamem Zucken zu Grunde zu gehen.

Vor Ankunft der Spermatozoiden ist die Inhaltskugel von keinerlei Zellmembran umkleidet. Bald nachher begibt sie sich langsam aus dem untersten Theil nach dem Mittelraum der Sporenzelle. Bedeutend schärferes Hervortreten des Umrisses zeigt die Bildung einer zarten Zellhaut an, welche, wie zahlreiche Entwicklungsstufen an reich fructi-

ficirenden Exemplaren zeigen, sich zu einer derben, farblosen Membran verdickt, die aus der befruchteten Kugel gewordene Ruhespore umkleidend. Bei dem weitem Heranreifen dieser verschwindet die grüne Farbe, indem die wandständigen Chlorophyllkörnchen lebhaft roth werden, jenes rothe Pigment zeigend, welches sich durch die blaue Färbung auszeichnet, die es mit Schwefelsäure annimmt, und welches bei Cryptogamen und Phanerogamen (z. B. Sporen von Bolbochaete, Uredineen, Blüthen von Calendula etc.) sowie als „Augenpunkt“ bei Infusorien, Rädertieren u. s. w. in grosser Verbreitung vorkommt.*) Für sich ziemlich lebhaft gefärbt, ertheilen diese Pigmentkörnchen dem massigen farblosen Oelinhalte einen röthlichen Schimmer, dessen Ursache nur bei sehr scharfer Einstellung der Oberfläche deutlich wird. Die Membran der Sporenzelle zeigt bald nach der Befruchtung auf ihrer Oberfläche zahlreiche feine Längsrünzeln, und umschliesst endlich die reife, kuglige oder eiförmige im Durchschnitt $\frac{1}{40}$ ''' — $\frac{1}{35}$ ''' grosse Spore als weiter, farblosser Sack.

Es ist noch zu bemerken, dass die Erscheinungen der Reife und Foecundation im normalen Entwicklungsverlaufe ziemlich gleichzeitig auftreten in beiderlei Organen der gleichen Gruppe. Eine Sporenzelle oder eine Antheridie beginnt, die übrigen folgen ohne bestimmte Ordnung rasch nach. Was die Entleerung der Antheridie betrifft, so wird ihre Oeffnung ebenso wie die der Sporenzelle durch Auflockerung ihrer Spitze, nicht durch einen Riss, bewirkt. In allen Fällen ist nur ein kleiner Theil des Inhaltes zur Spermatozoidenbildung verwendet; der unverbrauchte quillt aus der Oeffnung

*) Bei Bolbochaete habe ich den Stoff vor einiger Zeit beschrieben, auf sein Vorkommen bei Phanerogamen und Thieren machte mich später Herr Thuret aufmerksam.

hervor, bis zur völligen Entleerung der Antheridie, frei im Wasser die Form von kugligen Blasen mit zartem Umriss, und wandständigen Plasmainhalt annehmend. Oft umschliessen solche Blasen noch lange einige Spermatozoiden, welche dann lange im Innern derselben sich herumtreiben, um endlich durch die Umgrenzung der Blase zu entschlüpfen; diese bleiben dabei unversehrt, erhalten sich oft lange im Wasser, um jedoch schliesslich zu Grunde zu gehen. Die Spermatozoiden selbst sind längliche, beiderseits zugespitzte Körperchen, denen der *Fucacun* ähnlich. Man erkennt an der einen Seite einen blass rothen wandständigen Punkt, beilebhafter Bewegung eine schwingende Cilie am vordern Ende. Absterbende, ruhig werdende zeigen deren deutlich zwei, an dem rothen Fleck entspringend, eine nach vorn, eine nach hinten gerichtet.

So leicht bei der in Rede stehenden Species die beschriebenen Erscheinungen zu finden sind, so sehr ist andererseits die Entscheidung über die Function der befruchtenden Spermatozoiden erschwert — und zwar, wie in den übrigen bekannten Fällen, theils durch ihre Kleinheit und Beweglichkeit, theils durch Undurchsichtigkeit der weit grössern Sporenanfänge. Beiderlei Umstände machen es unmöglich, das einzelne Spermatozoid zu verfolgen und lassen daher nur negative Resultate erreichen.

Der Beobachtung günstiger müssen solche Objecte sein, an welchen der Zutritt der Spermatozoiden zum Sporenanfang nicht auf der ganzen Oberfläche einer grossen dunkeln Kugel möglich ist, sondern an einer circumscripten, genau und dauernd zu fixirenden Stelle. Nach den Angaben in *Pringsheims* Abhandlung schienen die Arten der Gattung *Oedogonium* diese Eigenschaft am meisten zu besitzen, und, nachdem es mir gelungen, bei *Oe. vesicatum* *Link* den Befruchtungsvorgang vollständig zu verfolgen, hat sich das Vermuthete nicht nur bestätigt, sondern auch noch die verhältnissmässig

bedeutende Grösse der Spermatozoiden als weiterer Vorzug dieser Gewächse herausgestellt.

Die Oedogonien stellen fadenförmige, aus einer einfachen Reihe cylindrischer, oben etwas verbreiteter Zellen bestehende Pflänzchen dar. Die unterste Zelle des unversehrten Fadens ist durch einen Wurzelfortsatz irgendwo befestigt. Bei *Oe. vesicatum*, einer der kleinern Species der Gattung sind diese vegetativen bis Zellen viermal so hoch als ihr $\frac{1}{250}$ ''— $\frac{1}{210}$ '' betragender Querdurchmesser. Ihr Inhalt zeigt wandständige Körner oder Längsstreifchen von Chlorophyll, denen sich meist einige Amylonkörnchen zugesellen.

Ganz junge Oedogonienfäden bestehen lediglich aus derartigen vegetativen Zellen. Durch eigenthümliche Theilungsvorgänge, welche dieser und der verwandten Gattung *Bolbochaete* zukommen*), können sie das Längenwachsthum des Fadens vermitteln; durch Bildung einer grossen Schwärmgonidie aus ihrem ganzen, unter der deckelartig abgesprungenen obern Wand hervortretenden Inhalt, dienen sie der ungeschlechtlichen Vermehrung der Pflanze, wie durch eine Anzahl früherer Beobachtungen hinlänglich bekannt ist.

Die geschlechtsreifen Fäden von *Oe. vesicatum* (und verwandten Species) zeigen ausser diesen vegetativen noch zweierlei andere Arten von Zellen. Einmal solche, die von den vegetativen sich durch etwas blässern spärlichern Inhalt, und durch geringere Höhe auszeichnen,

*) Bei *Bolbochaete* erfolgt die Theilung der grünen vegetativen Zellen in wesentlich gleicher Weise, wie bei *Oedogonium*. Die beobachteten Zustände, welche mich früher veranlassten, Verschiedenheiten anzunehmen, haben ihren Grund in abnormen Wachsthumverhältnissen der mir damals zu Gebote stehenden Pflanzen gehabt.

welche ihren Querdurchmesser kaum übertrifft: Mikrogonidienzellen; und zweitens grosse, etwas abgeplattet kuglige, oben und unten oft cylindrisch ausgezogene, von etwa dem dreifachen Querdurchmesser der vegetativen: Sporenzellen. Wie schon früher von Alex. Braun und mir für andere Species angegeben wurde, erzeugt auch bei *Oe. vesicatum* jede Mikrogonidienzelle eine kleine, sonst den andern in Form und Bau analoge Schwärmgonidie, die nach kurzem, trägem Herumschwärmen, sich an einer Sporenzelle ansetzt, und mit einer zarten Zellhaut sich umkleidend, zu einem kleinen, keulenförmigen Schlauche auswächst. Diese Schläuche sind die männlichen Pflänzchen oder Antheridien von *Oe. vesicatum*. Eines oder zwei derselben findet man fast immer an den der Reife sich nähernden Sporenzellen sitzend, mit einem schmalen stumpfen Wurzelende, das sanft abgerundete obere Ende dagegen stets von der Sporenzelle nach oben oder unten abgewendet, und so in irgend einer Richtung schräg gegen diese hin geneigt. Das Antheridienpflänzchen wächst zu einer Länge von gegen $\frac{1}{200}$ ''' heran, welche seinen Durchmesser um das 2 — 3fache übertrifft. Es ist so im erwachsenen Zustand ein durchaus einfacher Schlauch mit blassem, durch wenig Chlorophyll nur schwach grün gefärbtem Inhalt. Nach vollendetem Längenwachsthum theilt es sich durch eine zarte Querwand in zwei Zellen den Mutterzellen je eines Spermatozoids. Zunächst sieht man in der obern derselben den Inhalt wenig von der Wand zurückgetreten, um alsbald die Spitze des Schlauches als kleines Deckelchen zur Seite zu schieben und ins Freie zu treten. Nach der so entleerten obern Zelle wölbt sich die Membran der untern stark hinauf; sie behält diese Form einige Zeit, oft einige Stunden lang, um zuletzt durch den in der untern Zelle gebildeten Samenkörper mitten durch-

brochen zu werden, der dann durch die Oeffnung ins Freie tritt, die sein Vorgänger zurückgelassen hat. Das Deckelchen, bis dahin meist hängen geblieben, geht jetzt in der Regel verloren, und das ganze Antheridiumpflänzchen erscheint als ein oben offenes sehr zartes Schläuchlein, in dem selbst von der frühern Querwand kaum eine Spur erkennbar bleibt. —

Die Sporenzellen, durch ihre Form von Anfang an charakterisirt, häufig schon früh mit einer bräunlich gefärbten Haut versehen, zeigen in der Jugend, ähnlich den vegetativen, eine wandständige Schicht von Chlorophyll und einigen Stärkekörnchen. Aeltere, der Reife nahe, enthalten diese Stoffe in grösserer Menge, und bekommen durch sie ein dunkleres Ansehen. Untersucht man die Pflänzchen während der günstigsten Entwicklungsperiode, so findet man an solchen Zellen nicht selten an einer Stelle ihres Aequators einen kleinen, farblosen, papillenförmigen Fortsatz seitlich hervorragend, welcher den Eintritt der Befruchtungsreife anzeigt, und als Befruchtungspapille bezeichnet werden mag.

Genauere Betrachtung zeigt an jener Stelle einen scharfen kurzen Querriss in der Membran der Sporenzelle, aus welchem sich der, den noch wandständigen grünen Inhalt als einfache Linie umziehende Primordialschlauch hernienartig nach aussen stülpt, jene kurze stumpfe Papille bildend, aus welcher der grüne Inhalt zurückgetreten ist, um farblosem, wenig trübem Plasma Platz zu machen. Der ganze übrige Raum der Sporenzelle zeigt Anfangs noch die ursprüngliche Structur. Allmählich aber sieht man aus ihrem obern und untern Ende den grünen Inhalt, scharf umschrieben, zurücktreten, um sich zu einem breit ovalen Körper zusammenzuziehen, welcher alsbald quer in der Sporenzelle liegt.

Einerseits stülpt sich die unverändert bleibende Befruchtungspapille als eine kurze Ausbuchtung desselben nach aussen, und nur hier und an dem diametral entgegengesetzten Ende berührt es noch die Zellmembran. So erwartet er die Befruchtung, die ihn zu Ruhespore werden lässt.

Wird in diesem Zustande der Sporenzelle aus einem ansitzenden Antheridienpflänzchen ein Spermatozoid frei, so lässt sich, bei günstiger Lage des Fadens, an der kleinen Papille der ganze Vorgang der Föcundation mit grösster Deutlichkeit verfolgen. Das Spermatozoid ist ein ovales oder auch kugliges Körperchen, von einfachem, zartem Contour umschrieben, bleichgrün und etwas körnig im Innern, an einem (vordern) Ende etwas zugespitzt, und in der Nähe desselben mit 3—4 beweglichen Cilien versehen. Seine Grösse ist kaum 5mal geringer als der Durchmesser der Sporenzelle. Nach seinem Austritt geht es stets zunächst in den spitzwinkligen Raum zwischen der erzeugenden Antheridie und der Sporenzelle, mit träger, eigenthümlich zitternder, hin und her wackelnder Bewegung. Mit dem spitzen Ende der Sporenzelle zugekehrt, sieht man es hier längere Zeit sich aufhalten, zuweilen lebhafter gegen jene an- und wieder zurückprallend, dann wieder träger werdend. Allmählich nun rückt es näher nach der Befruchtungspapille hin, unter stets gleichbleibendem Zittern; die lebhafteren Bewegungen werden häufiger; endlich eilt es gerade nach der Papille hin, und sitzt mit einem Male mit dem spitzen Ende fest an derselben an, von dem Augenblick an starr und regungslos. Im nächsten Moment ist die Grenze zwischen beiden sich berührenden Theilen verschwunden, das spitze Ende des Samenkörpers mit der Papille zusammengeschmolzen. Sporenanfang und Spermatozoid stellen einen Körper dar, aus zwei sehr ungleich grossen kuglig-ovalen Theilen gebildet, deren kleinerer

eben das Spermatozoid ist. Rasch nimmt letzteres nun an Grösse mehr und mehr ab, um in die Sporenkugel völlig überzufließen, wie ein kleiner Wassertropfen in einen grössern; das Spermatozoid ist so alsbald spurlos verschwunden, und auch die Befruchtungspapille ragt aus der Oeffnung nicht mehr hervor, sie wird mit jenem eingezogen in den Raum der Sporenzelle. Eine Grössenzunahme des befruchteten Theils findet dabei nicht statt; in der ursprünglichen Form, von einfachem Contour umschrieben, liegt er in der Blase, noch ohne Zellhaut, die jedoch bald auftritt, um zuletzt zu einer dicken, glatten, braunen Membran zu werden, häufig nach dem bleibenden Riss der Sporenzelle hin leicht warzenförmig verdickt, die so fertig gebildete Ruhespore umkleidend.

Die Dauer des beschriebenen Befruchtungsprozesses betrug vom Austritt des Spermatozoids an, 20—30 Minuten in den beobachteten Fällen. Stets war die Föcundation durch Aufnahme eines Spermatozoids vollendet; später in der Nähe der Sporenzelle frei gewordene gehen zu Grunde, nachdem sie oft stundenlang herumgewackelt; gleiches findet mit solchen statt, welche, wie dies oft geschieht, an unreifen Sporenzellen frei werden.

Es erweisen die beschriebenen Vorgänge Pringsheims Ansicht über das Wesen des Befruchtungsactes als vollkommen richtig: die materielle Vereinigung mindestens eines Spermatozoids mit dem Anfang der Spore.

Nach Pringsheims Beobachtungen bei *Fucus* und nach dem deutlich wahrgenommenen Verschwinden einiger Spermatozoiden bei *Vaucheria aversa* ist ein ähnlicher Vorgang für die übrigen Fälle ohne Bedenken anzunehmen.

Sowohl Sporenanfang, als Spermatozoid ermangeln bei *Oedogonium* der festen Zellmembran und fliessen als weiche

Körper, wie Flüssigkeitstropfen zusammen. Es kann sonach nicht von einem Eindringen des Spermatozoids in den Sporenanfang die Rede sein; wohl aber von einem Eindringen in die Sporenzelle, welche jenen umschliesst.

Der Befruchtungsprozess von *Oed. vesicatum* bietet weiterhin eine höchst auffallende Analogie dar mit den Copulationserscheinungen vieler Conjugaten (Zygnemaceen und Desmidiaceen) und Diatomeen; eine Analogie, welche ich mir vorbehalte, durch demnächstige Mittheilung einer Reihe von Untersuchungen darzuthun.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel V.

Oedogonium vesicatum Link. Fig. 2, 3, 7 bei 720 — die übrigen bei 370facher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 1. Fadenstück mit unreifer Sporenzelle, an der ein junges männliches Pflänzchen sitzt, und 2 Mikrogonidienzellen, deren eine (a) soeben die Mikrogonidie entlässt; b letztere ausgeschwärmt.

Fig. 2. Sporenzelle mit Befruchtungspapille und Antheridie.

Fig. 3. Dieselbe etwas später. Inhalt von der Wand zurückgezogen, wodurch eine zweite Antheridie sichtbar wurde.

Fig. 4. Sporenzelle mit 2 Antheridien im Moment der Vereinigung von Spermatozoid und Sporenanfang.

Fig. 5. Dieselbe nach vollendeter Befruchtung, von zwei Spermatozoiden, die soeben entleert, umschwärmt.

Fig. 6. Fadenstück mit einer unreifen Sporenzelle (a) und einer völlig reifen (b), welche eine fertige, braune Ruhespore umschliesst.

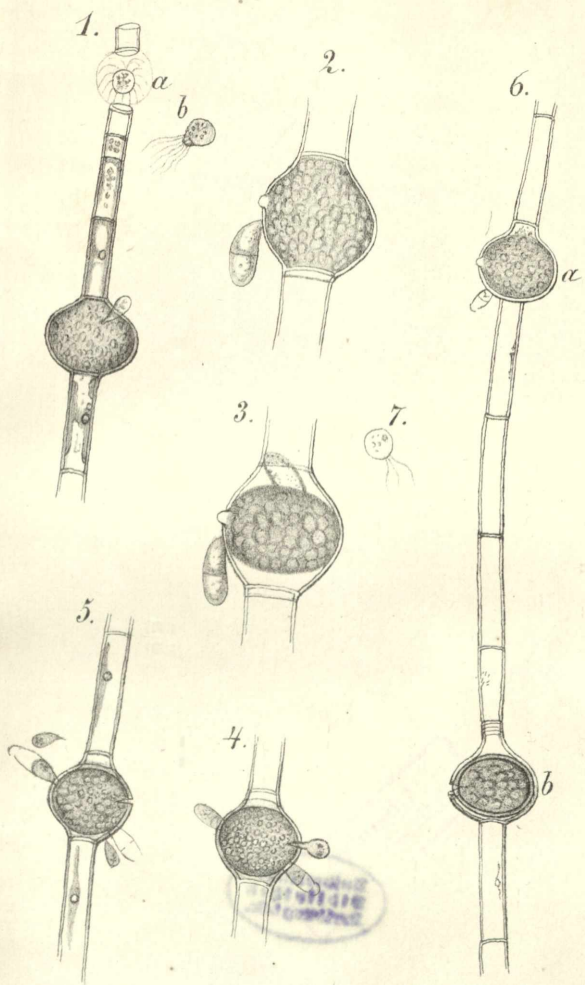
Fig. 7. Spermatozoid bei langsamer, dem Absterben vorhergehender Bewegung gezeichnet.

Nachschrift.

Vierzehn Tage nachdem obige Resultate der Gesellschaft mitgetheilt worden waren, erhalte ich, durch die Freundlichkeit des Verfassers, Pringheim's 2te, der Berliner Academie vorgelegte Abhandlung über die Befruchtung der Algen, und ersehe daraus, dass der Verfasser in Betreff der Oedogonien auf einem ziemlich verschiedenen Wege zu wesentlich demselben Resultate gelangt ist, wie das angeführte. Eine in ihren morphologischen Verhältnissen von *Oe. vesicatum* in vielen Punkten abweichende Art, *Oe. ciliatum*, ergab ein gleiches Zusammenfliessen der männlichen und weiblichen Organe, nachdem das Spermatozoid hier in die Sporenzelle selbst eingetreten ist.

Auch für andere Species ergeben sich, bei Gleichbleiben des Wesentlichen, erhebliche Formverschiedenheiten der Sporenzellen und männlichen Pflänzchen. Im allgemeinen auf die citirte Abhandlung verweisend, bemerke ich nur, dass ich gleichfalls bei mehreren Species jene männlichen Pflänzchen gefunden habe, welche Pringheim beschreibt, aus einer untern Stiel-oder Fusszelle bestehend, der eine Antheridienzelle oben aufsitzt, welche in gleicher Weise 2 Spermatozoiden producirt, wie das einfache Antheridienpflänzchen von *Oe. vesicatum*. Weit auffallender noch sind diese Formverschiedenheiten bei der im Wesentlichen sich wiederum gleich verhaltenden Gattung *Bolbochaete*. Während *B. intermedia* männliche Pflänzchen von gleich einfachem Bau besitzt, wie *Oe. vesicatum*, bestehen sie bei *B. minor* aus einer starken, den vegetativen ähnlichen Fusszelle, welche eine Reihe (bis 8) scheibenförmiger Antheridienzellen trägt. Jede dieser theilt, und entleert sich wie die von *Oedogonium*.

Taf. V.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1855

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Bary Anton Heinrich de

Artikel/Article: [Ueber den geschlechtlichen Zeugungsprozess bei den Algen 215-230](#)