Erklärung der Tafel VIII.

Die Figuren 3, 6, 7 und 9 beziehen sich auf *Casuarina quadrivalvis*, die brigen auf die *Casuarina* von El Biár. Bei sämtlichen Bildern Seiberts om. Imm. $^1/_{12}$ und Ok. III. Vergröss. 1350:1.

igg. 1—10. Embryosackmutterzellen, erster Teilungsschritt.

ig. 1. Kern im Synapsisstadium. Ober- und unterhalb desselben die beiden dichteren Plasmakörper.

„ 2. Kern im Dolichonemastadium.

„ 3. Ausbildung der Chromosomen.

igg. 4 u. 5. Kern in der Diakinese.

„ 6—8. Kernspindeln, Anfang der Metakinese.

ig. 9. Ende der Metakinese.

„ 10. Schlufs der ersten Teilung, Zellplatte gebildet.

„ 11. Zweiter Teilungsschritt; *a* obere, *b* untere Tochterzelle, beide mit Kernspindeln.

„ 12. Obere Tochterzelle mit Kernspindel.

„ 13. Fertiggebildete Tetrade. Die beiden dichteren Plasmamassen liegen in den Endzellen.

„ 14. Zelle mit Kernspindel aus dem peripherischen Gewebe des Nucellus.

„ 15. Kernspindel aus demselben Gewebe.

Die Sporenentwicklung bei Aphanomyces.

Von **W. Rothert.**

Mit 7 Textfiguren.

Schon im Jahre 1860 gab De Bary, der Entdecker der Gattung *Aphanomyces,* eine eingehende und für jene Zeit ganz ausgezeichnete, urch schöne Abbildungen illustrierte Beschreibung der Entwicklung hrer Zoosporen (I pag. 170—175, Taf. XIX Fig. 1—8). Später cheinen darüber keine weiteren Beobachtungen mehr gemacht worden u sein; die mir bekannten sonstigen Darstellungen des Vorganges Strasburger V pag. 59—60, Büsgen II pag. 20—21) fufsen ausschliefslich auf den Angaben De Barys. Auch ich selber hatte bei einer Untersuchung der Sporangienentwicklung der *Saprolegnieen* ie Gattung *Aphanomyces* nicht studieren können und beschränkte nich (IV pag. 329—330) auf eine Wiedergabe der Beobachtungen De Barys, mit einer kleinen, auf mündlichen Angaben und Originalzeichnungen des Meisters beruhenden Ergänzung; es ergab sich, dafs ie Zoosporenentwicklung bei *Aphanomyces* nach den alten Beobachungen De Barys, trotz gewisser durch die Sporangienform bedingter Eigentümlichkeiten, in den wesentlichen Punkten vorzüglich mit der

Zoosporenentwicklung bei den übrigen *Saprolegnieen,* wie sie nach mancherlei Irrungen erst 25 Jahre später klargelegt wurde, übereinstimmt.

Später kam mir einmal schönes Material von einem *Aphanomyces* in die Hände (die Spezies konnte nicht bestimmt werden, da keine Sexualorgane gebildet wurden), an welchem ich die Sporenentwicklung sehr gut verfolgen konnte. Die Ergebnisse meiner Beobachtungen stehen mit De Barys Angaben ganz im Einklang, ergänzen dieselben aber in mancher Hinsicht.

Die beigefügten Abbildungen sind während resp. gleich nach der Beobachtung aus freier Hand (ohne Zeichenapparat) angefertigte Skizzen; bezüglich der Vergröfserung sei bemerkt, dafs sie bei Seiberts Objektiv VII (Wasserimmersion) gezeichnet wurden, nur Fig. VII bei Objektiv V.

Der Pilz trat zufällig in einem Wassergefäfs auf einer organischen Partikel unbekannter Natur auf und wurde auf Fliegen resp. Fliegenbeinen weiterkultiviert, auf denen er üppig wuchs und massenhaft Sporangien bildete.

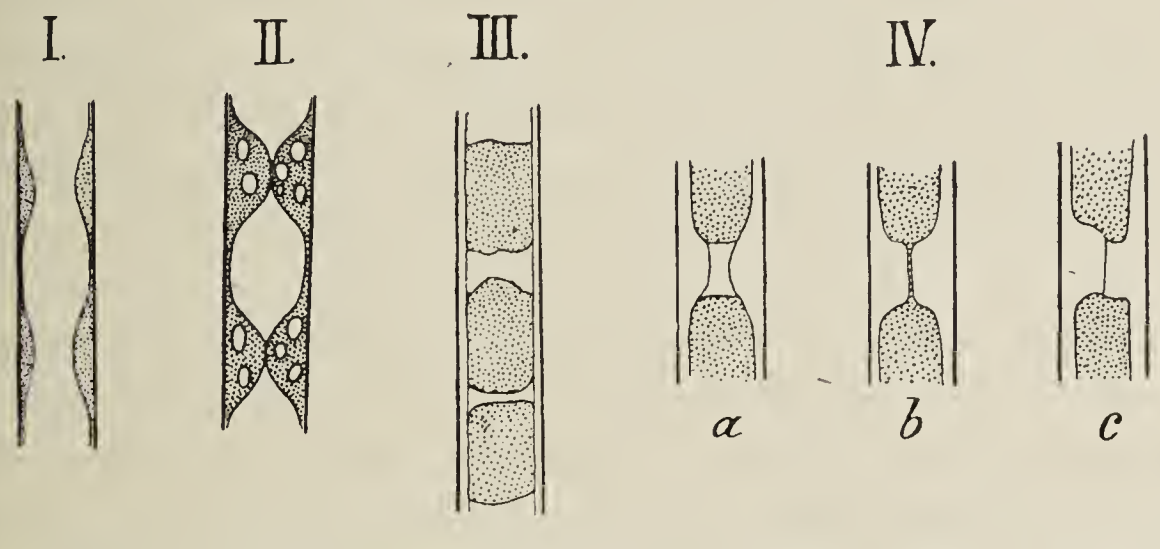
Die Sporangien unterscheiden sich anfänglich in nichts von den gewöhnlichen Hyphen. Sie sind lineal, gewöhnlich leicht wellig hin- und hergebogen, in ihrem apikalen Teil unbedeutend verschmälert. Der Durchmesser schwankt nur in unbedeutenden Grenzen, in einem konkreten Fall wurde er zu 8 μ bestimmt. Die Spitze ist abgerundet, ein besonderer verschmälerter „Fortsatz“, wie bei fast allen anderen *Saprolegniaceen,* fehlt. Wahrscheinlich kann jede beliebige Hyphe zu einem Sporangium werden.

Während bei den anderen *Saprolegniaceen* die Sporangien schon in jungen Entwicklungsstadien durch ihren Plasmareichtum und durch die sie vom Tragfaden abgrenzende Querwand leicht erkennbar sind, lassen hier diese Merkmale im Stiche. Der Plasmawandbeleg der Sporangien ist dünn, keineswegs dicker als in den vegetativen Hyphen; das Plasma ist sehr feinkörnig und schwach lichtbrechend, sodafs seine Kontouren undeutlich, wie verwaschen sind. Was die Querwand anbetrifft, so ist dieselbe in dem Falle zu sehen, wenn sie sich in gewisser Entfernung vom Substrat befindet, wenn also das Sporangium einem mehr oder weniger langen Tragfaden aufsitzt, was nicht selten der Fall ist. Häufig aber reicht das Sporangium bis an die Oberfläche des Substrates oder erstreckt sich selbst tief in dieses hinein. So liefs sich ein Sporangium, welches bereits fertig gebildete Sporen enthielt, bis dicht an die Oberfläche des Fliegenbeins verfolgen, ohne ein Ende

zu nehmen; nachdem dann die Entleerung begonnen hatte und die im freien Teil des Sporangiums befindlichen (etwas über 30) Sporen sich in Bewegung gesetzt hatten, sah ich noch zahlreiche Sporen (mindestens 20) aus dem im Substrat verborgenen Basalteil desselben hervortreten.

Wo die Querwand sichtbar ist, ist sie relativ dick (deutlich dicker als die sehr zarte Seitenwand) und etwas glänzend; so weit ich gesehen habe, ist sie auch in jungen Sporangien stets mehr oder weniger in das Sporangium hineingewölbt. Letzteres steht im Gegensatz zu dem normalen Verhalten der übrigen *Saprolegniaceen* (IV pag. 301) und lehrt, dafs der Turgor des Sporangiums nicht, wie sonst gewöhnlich, gröfser, sondern vielmehr kleiner ist als derjenige des Tragfadens.

In den jüngsten zur Beobachtung gelangten Entwicklungsstadien waren die Sporenanlagen bereits als ringförmige Verdickungen des Protoplasmawandbeleges erkennbar (Fig. I im optischen Längsschnitt).



Die Ringwülste sind anfänglich flach und keilen sich sehr allmählich in den dünnen Wandbeleg der dazwischenliegenden Partien aus. Bei der schon erwähnten Durchsichtigkeit und schwachen Lichtbrechung des Protoplasmas sind die Sporenanlagen in diesem Stadium sehr wenig auffallend und es erfordert Aufmerksamkeit, um sie zu bemerken.

Darauf tritt in jeder Sporenanlage eine Anzahl verschieden grosser, scharf contourierter Vakuolen auf; infolgedessen schwellen die Ringwülste in radialer Richtung bis zur Berührung (Fig. II), eventuell sogar, wie es scheint, bis zu teilweiser Verschmelzung an, so dafs der Saftraum des Sporangiums in eine Anzahl Teilstücke zerfällt. Dabei wird das Protoplasma der Sporenanlagen lichtbrechend und nimmt scharfe Kontouren an; das ganze Sporangium erhält ein charakteristisches, schaumiges Aussehen. Dieses Stadium, mit welchem

De Bary seine Beschreibung der Sporenentwicklung zu beginnen scheint, entspricht demjenigen, welches ich für *Saprolegnia* auf pag. 310 meiner früheren Arbeit (IV) beschrieben habe; auch dort wurden die Sporenanlagen glänzender und erhielten eine scharfe, glatte Kontour, „allem Anschein nach wird jetzt an den freien Seiten der Sporenanlagen eine dichtere Plasmahaut gebildet, ein Zeichen der bevorstehenden Individualisierung". Während aber dort der Vorgang mit einer Kontraktion der Sporenanlagen verbunden war, finden wir bei *Aphanomyces* umgekehrt ein Anschwellen derselben in radialer Richtung (ob dieses übrigens nicht auch hier von einer Kontraktion in der Längsrichtung begleitet ist, habe ich leider nicht beachtet); auch wurde bei *Saprolegnia* Vakuolenbildung in diesem Stadium nicht beobachtet. Gemeinsam bleibt gegenüber diesen Differenzen eine Änderung im Protoplasma, welche sich in gesteigerter Lichtbrechung und in der Annahme scharfer Kontouren äufsert.

Bald folgt nun das Stadium, welches ich (IV, pag. 311) als dasjenige der Trennung oder der Quellung der Sporen bezeichnet habe. Das Plasma der Sporenanlagen wird plötzlich blafs, gleichmäfsig feinkörnig und es treten in demselben die von Büsgen und mir beschriebenen wechselnden Vakuolen auf. Die ringwulstförmige Sporenanlage verschmilzt jetzt zu einem zylindrischen Ganzen — der Spore (Fig. III) — und quillt gleichzeitig nicht unbedeutend in der Längsrichtung auf; infolgedessen nähern sich die Sporen einander erheblich, manchmal bis zur Berührung, alsbald aber beginnen sie sich wieder zu kontrahieren und entfernen sich voneinander.

Während dieser Vorgänge tritt der ganze Inhalt des Sporangiums — sowohl die Sporen wie der dünne Wandbeleg zwischen ihnen — etwas von der Seitenwand zurück (Fig. III) und verschiebt sich meist zugleich etwas nach rückwärts; die vorderste Spore rückt von der Endwand des Sporangiums eine oft nicht unbedeutende Strecke zurück. Es macht den Eindruck, als ob eine aufquellende wandständige, am Scheitel des Sporangiums besonders mächtige Schicht den protoplasmatischen Inhalt zurückdränge.

Der Protoplasmawandbeleg zwischen den Sporenanlagen fährt fort sich schnell von der Membran zurückzuziehen und nach der Axe hin zu kontrahieren, bis er zu einem axilen Strang zusammengeflossen ist (Fig. IV*a*, *b*); dieser, anfänglich relativ dick, wird schnell dünner, indem der gröfste Teil seines Plasmas in die Sporen eingezogen wird (Fig. IV*c*); durch die Kontraktion der letzteren wird er zu einem haarfeinen, oft kaum unterscheidbaren Faden ausgezogen. Ob ein Durch-

reifsen dieses Fadens vorkommt, wie es De Bary angibt, ist mir zweifelhaft.

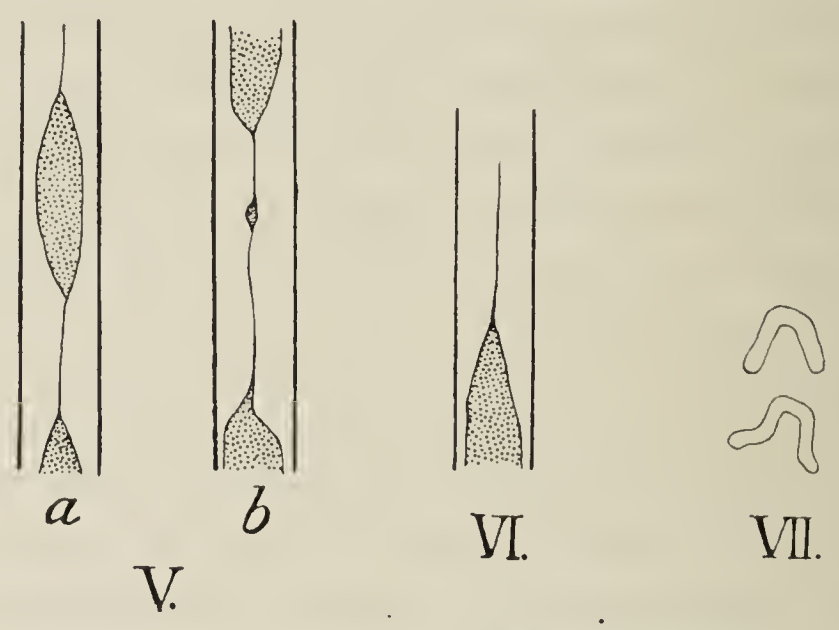
Damit ist die Isolierung der Sporenanlagen und ihre Umwandlung in Sporen vollendet. Der Vorgang erfolgt hier etwas anders als bei den übrigen *Saprolegniaceen,* denn während dort soweit beobachtet der Wandbeleg zwischen den Sporenanlagen zerreifst und in die Sporen eingezogen wird, erfolgt hier nur ein Zusammenziehen desselben zu einem axilen, die Sporen verbindenden Faden. Übrigens bleiben auch bei *Achlya* die Sporen durch feine Plasmafäden miteinander verbunden, was sich freilich erst bei der Entleerung zeigt (IV, pag. 326); die Herkunft der Fäden liefs sich dort nicht verfolgen und dürfte wohl eine andere sein als bei *Aphanomyces.* — Im übrigen entsprechen die wesentlichen Vorgänge dieses Stadiums bei *Aphanomyces* (Quellung der Sporen, eventuell bis zu gegenseitiger Berührung, und darauffolgende Kontraktion, Veränderung des Aussehens ihres Protoplasmas und Auftreten der wechselnden Vakuolen) vollkommen den Vorgängen bei den anderen *Saprolegniaceen.*

Ansammlungen schwärmender Bakterien oder Zoosporen um das Sporangium im Trennungsstadium (cf. IV pag. 313—315) wurden hingegen bei *Aphanomyces* nicht beobachtet. Auch ist eine Volumenverminderung des Sporangiums in diesem Stadium zweifelhaft und jedenfalls nur gering; einmal beobachtete ich eine Verkürzung um ca. 3 Mikrometerteilstriche an einem Sporangium, welches weit über 400 Teilstriche lang war; eine mefsbare Verminderung des Querdurchmessers konnte nicht konstatiert werden. Alles dies erklärt sich durch die schon hervorgehobene Tatsache, dafs der Turgor des Sporangiums bei *Aphanomyces* relativ gering, seine Membran also nur wenig gedehnt ist; daher kann auch die Menge des Zellsaftes, welche nach Aufhebung des Turgors hinausfiltriert, nur unbedeutend sein.

Es wurde bereits gesagt, dafs die Sporen nach ihrer Quellung sich zunächst ziemlich schnell wieder verkürzen. Sie behalten darauf eine zeitlang amöboide Gestalt. Eine Ausstossung von Plasmaklümpchen (cf. IV pag. 321) findet nicht statt.

Ohne dafs weitere Veränderungen stattfänden, beginnt wenige Minuten nach der Trennung der Sporen die Entleerung des Sporangiums. Die vorderste Spore schiebt sich vorwärts, stemmt sich einen Augenblick an die Scheitelwand und dringt dann durch eine anscheinend recht enge Öffnung in derselben hinaus. Die anderen Sporen folgen; die Entleerung erfolgt mäfsig schnell, gegen den Schlufs des Vorganges immer langsamer; es kann vorkommen, dafs die letzten

1—2 Sporen überhaupt nicht hinausgelangen, sondern in dem Sporangium nahe seinem Vorderende verbleiben. — In dem Maſse wie die Sporen in den vorderen sich verschmälernden Teil des Sporangiums gelangen, werden sie allmählich länger und schmäler; dabei scheinen sie nie die Membran des Sporangiums zu berühren, sondern stets durch einen gewissen Zwischenraum von ihr getrennt zu bleiben. Die Abstände zwischen den Sporen vergröſsern sich während der Vorwärtsbewegung, mitunter sehr erheblich. Da die Sporen durch einen Plasmafaden mit einander verbunden und folglich bei dem erwähnten Auseinanderweichen einem Längszug ausgesetzt sind, so nehmen sie unregelmäſsig-spindelförmige Gestalt an (Fig. V*a*); manchmal sieht man sogar ein Plasmaklümpchen von dem Ende einer Spore sich ablösen und mit ihr durch einen Faden verbunden bleiben (Fig. V*b*).



V.

Auch die verbindenden Plasmafäden werden infolge der Dehnung natürlich noch dünner als sie waren, oft in solchem Grade, daſs sie nicht direkt sichtbar sind. Ob aber die Verbindungsfäden jemals durchrissen werden, ist mir zweifelhaft. Oft sah es zwar so aus als ob ein verbindender Faden fehle, namentlich wenn zwei Sporen durch einen sehr weiten Zwischenraum getrennt waren; wenn dann aber die zweite dieser Sporen ins Gesichtsfeld rückte, war stets aus der spindelförmig vorgezogenen Form ihres Vorderendes die Anwesenheit eines ziehenden Fadens zu erschlieſsen [1]); manchmal war am Vorderende ein Stück des straff gespannten, nach vorn sich allmählich verlieren-

1) In Anbetracht des Abrundungsbestrebens des Protoplasmas könnte eine spindelförmig oder gar fädig (wie in Fig. VI) vorgezogene Spitze ohne einen ziehenden Plasmafaden nicht bestehen; besonders unmöglich wäre das aber am Vorderende einer in passiver Bewegung befindlichen Spore. — Anderseits wissen wir, u. a. aus den Untersuchungen von Townsend (VII pag. 487), daſs es tatsächlich Plasmafäden gibt, die nicht direkt sichtbar sind und deren Existenz nur durch künstliche Mittel nachgewiesen werden kann.

den Fadens direkt zu sehen (Fig. VI, in der Reproduktion dieser Figur bricht der Faden vorn viel zu plötzlich ab).

Die beschriebenen Erscheinungen gestatten uns eine Vorstellung über die Ursache der Entleerung zu bilden. Vor allem ist klar, dafs die Entleerung der Sporen eine durchaus passive ist (sie kann auch schon deshalb nicht anders sein, weil die Sporen entschieden geifsellos sind); die Sporen werden offenbar durch eine quellende Substanz herausgepreſst. Es kann dies aber nicht, wie De Bary (I pag. 174) annimmt, eine die einzelnen Sporen umgebende Gallerthülle sein; vielmehr mufs es eine wandständige Schicht quellbarer Substanz sein, welche einen seitlichen Druck auf die Sporen ausübt.[1]) Durch die Quellung der scheitelständigen Schicht dieser Substanz wird zunächst die vorderste Spore vom Scheitel zurückgedrängt, durch ihren steigenden Quellungsdruck wird sodann die Wand des Sporangiums am Scheitel gesprengt, und nun werden durch den seitlichen Druck der quellenden Substanz die Sporen nach vorn getrieben. Natürlich wird die herauspressende Wirkung dieses Druckes um so geringer werden, je mehr die Entleerung fortschreitet; dies wird aber grofsenteils dadurch kompensiert, dafs alle Sporen miteinander durch Plasmafäden verbunden sind: dank diesem Umstande werden die hinteren Sporen durch die Bewegung der vorderen mit herausgezogen. So erklärt sich die zunehmende Entfernung der sich entleerenden Sporen von einander, sowie der Umstand, dafs die letzten Sporen zuweilen nicht hinausgelangen, sondern in der Nähe der Mündung des Sporangiums stecken bleiben. — Ganz ebenso mufs es sich bei *Achlya* verhalten, wo die Sachlage zum Teil sogar noch klarer ist (vgl. meine Beschreibung IV pag. 326).

---

1) Es liegen keine Anhaltspunkte vor um zu entscheiden, ob diese wandständige quellbare Substanz eine innere Schicht der Membran oder, wie Strasburger (VI pag. 80) will, ein Umwandlungsprodukt der Hautschicht des Protoplasmas ist. Für die letztere Ansicht könnte man ins Treffen führen, dafs bei *Aphanomyces* das Auftreten der quellbaren Schicht mit dem Höhepunkt der Sporenentwicklung, nämlich mit der Umwandlung der Sporenanlagen in Sporen zusammenfällt; bei *Achlya* trifft das indessen nicht mehr zu, hier tritt die quellbare Schicht erst in einem beträchtlich späteren Stadium auf (IV pag. 326). — Strasburger (l. c.) ist geneigt, auch bei *Saprolegnia* die Umwandlung der Hautschicht in eine quellbare Substanz oder doch deren Auflösung anzunehmen. Dem mufs ich widersprechen, denn hier liegt weder für die eine noch für die andere Annahme der geringste Grund vor; speziell zeigt das Verhalten der Sporen vor und während der Entleerung, dafs hier eine wandständige quellbare Substanz wie bei *Achlya* und *Aphanomyces* unmöglich vorhanden sein kann.

Aus dem Sporangium gelangen die Sporen in Form relativ langer gekrümmter Würstchen (Fig. VII) hinaus; in dieser Gestalt ordnen sie sich zu dem bekannten hohlkugeligen Köpfchen, runden sich hier aber alsbald ab und encystieren sich. Nur einzelne, stark verspätete Sporen gelangen vielleicht zuweilen nicht in das Köpfchen, sondern bleiben in dessen Hohlraum liegen.

Die Frage, weshalb sich die austretenden Sporen zu dem charakteristischen Köpfchen anordnen, ist meines Wissens bisher nur von Hartog (III pag. 216) aufgeworfen worden. Hartog erklärt dies (für *Achlya*) durch eine gegenseitige Anziehung der Sporen, welche er als eine besondere Art von Reizbarkeit betrachtet und Adelphotaxis nennt. Er geht aber dabei von der Annahme aus, dafs die austretenden Sporen mit Geifseln versehen und frei beweglich sind. Ich habe nun schon früher hervorgehohen (IV pag. 338), dafs für die von Hartog (und früher von Cornu) untersuchten *Achlya*-Arten an der freien Beweglichkeit der austretenden Sporen nach den bestimmten Angaben der genannten Beobachter zwar nicht gezweifelt werden kann, dafs dies aber für die von mir untersuchte *Achlya* bestimmt nicht zutrifft; ebenso bestimmt sind bei unserem *Aphanomyces* die austretenden Sporen nicht aktiv beweglich. Folglich kann hier auch die Anordnung zur Hohlkugel nicht durch Hartogs Adelphotaxis erklärt werden. Eine andere Erklärung scheint mir aber, im Prinzip wenigstens, durch die jetzt bekannten Tatsachen gegeben zu sein. Das seitliche Aneinanderhaften der Sporen dürfte durch die sie verbindenden Plasmafäden bedingt sein, und die Anordnung zu einer regelmäfsigen Hohlkugel durch die Anwesenheit einer aus dem Sporangium ausgetretenen gequollenen Substanz vor dessen Mündung; wenigstens die scheitelständige Partie der quellbaren Substanz mufs nämlich bei der Sporenentleerung jedenfalls aus dem Sporangium hinaustreten und dürfte vor dessen Mündung eine Kugel von weicher Gallerte bilden, an deren (vielleicht klebriger) Oberfläche die Sporen sitzen bleiben.

Nach einiger Zeit (in einem konkreten Fall $2^1/_2$ Stunden nach erfolgter Entleerung des Sporangiums) tritt der plasmatische Inhalt der Sporen aus den Cysten heraus. Es geschieht das im ganzen Köpfchen fast gleichzeitig und zwar findet der Austritt immer nach der Aufsenseite des Köpfchens statt (nur ausnahmsweise findet man zuweilen eine ausgetretene Zoospore auch im Innern der Hohlkugel, doch dürften solche aus Sporen stammen, die sich dort selbst encystiert hatten). Zu geeigneter Zeit sieht man die entleerten Köpfchen rings

von den frisch ausgetretenen Sporen umgeben, welche zunächst ruhig liegen und ihre Geifseln entwickeln; diese scheinen stets nach aufsen gerichtet zu sein. Darauf beginnen die Zoosporen, welche die charakteristische Bohnenform angenommen haben, schaukelnde Bewegungen auszuführen und enteilen eine nach der andern.

Zum Schlufs sei erwähnt, dafs auch bei *Aphanomyces* wie bei den anderen *Saprolegniaceen* (IV pag. 294/95) abgeschnittenes Mycel Sporangien zu bilden vermag. Eine am Morgen abgeschnittene Mycelflocke produzierte im Laufe des Tages sehr zahlreiche Sporangien und fuhr auch noch am Abend fort, wenn auch nur noch spärlich, Sporangien zu bilden. Die in solchem Material entstehenden Sporangien sind meist klein, ca. 10—20sporig; ja ich habe eines gesehen, welches nur 2 Sporen enthielt. Die offenbar aus neu ausgebildeten Seitenzweigen entstehenden Sporangien sind abnorm schmal, dafür sind die in ihnen gebildeten Sporenanlagen entsprechend länger als gewöhnlich, sodafs das Volumen der einzelnen Sporen normal bleibt.

Odessa, im Januar 1903.

Zitierte Literatur.

I. De Bary, Einige neue *Saprolegnieen*. Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik Bd. II 1860 pag. 169 ff.

II. Büsgen, Die Entwicklung der Phycomycetensporangien. 1882. S.-A. aus Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik Bd. XIII.

III. Hartog, M., Recent Researches on the *Saprolegnieae*; a critical Abstract of Rotherts results. Annals of Botany vol. II 1888.

IV. Rothert, Die Entwicklung der Sporangien bei den *Saprolegnieen*. Ein Beitrag zur Kenntnis der freien Zellbildung. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen Bd. V Heft 2 1890.

V. Strasburger, Zellbildung und Zellteilung. 3. Aufl. 1880.

VI. — Schwärmsporen, Gameten, pflanzliche Spermatozoiden und das Wesen der Befruchtung. Histologische Beiträge Heft IV 1892.

VII. Townsend, Ch. O., Der Einflufs des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut. Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik Bd. XXX 1897.

Berichtigung.

In meiner Abhandlung über den Blattbau der Mangrovepflanzen (Bibliotheca Botanica Heft 56, Stuttgart 1902) habe ich (pag. 77) die Blätter einer Pflanze beschrieben, die von Herrn Hj. Möller in der Nähe von Singapore zwischen Mangrovepflanzen eingesammelt worden war und mir als Derris uliginosa Benth. dargebracht wurde.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 92

Autor(en)/Author(s): Rothert Wladislaw

Artikel/Article: Die Sporenentwicklung bei Aphanomyces. 298-301