Beitrag zur Kenntniss der Hemiasci.

Von
Canna M. L. Popta.

Einleitung.

Die Pilze, welche heute die Gruppe der Hemiasci bilden, haben im Laufe der Zeit sehr verschiedene Stellung im System eingenommen. De Bary[1]) hat im Jahre 1865 eine eingehende Untersuchung über *Protomyces macrosporus U.* gemacht; dort stellte er denselben den Ascomyceten[2]) zur Seite als einfachste Ascomycetenform. Zwanzig Jahre später weicht er aber wieder von diesem richtigen Gedanken ab und reiht den Pilz, obwohl in seinem Entwickelungsgange nicht übereinstimmend, den Ustilagineen[3]) an. Schröter[4]) lässt Protomyces mit Endogone den Zygomyceten und Oomyceten als eine selbständige Ordnung Protomycetes folgen. Thelebolus, der heute ebenfalls zu den Hemiasci gezogen wird, ist in Rabenhorst's Kryptogamenflora von Rehm[5]) bei den *Pseudoascoboleae* unter den *Pezizaceae* angeführt. Mehr Beispiele will ich nicht anführen. Wo aber diese Pilze auch untergebracht wurden, nirgends liessen sie sich recht gut einreihen, bis Brefeld[6]) auf den Gedanken kam, sie zu einer selbständigen Gruppe zu vereinigen, der er eine Mittelstellung gab zwischen den Phycomyceten und den Ascomyceten. In dieser neu begründeten Gruppe brachte Brefeld folgende drei Gattungen: *Ascoidea Brefeld und Lindau, Protomyces Thümen* und *Thelebolus Tode,* zu welchen später durch andere Forscher noch mehrere hinzukamen, wie z. B.: *Endogone Link, Dipodascus de Lagerheim, Oscarbrefeldia Holterman.* Brefeld[7]) sagt von seiner neu begründeten Gruppe: „Nur allein in einer

1) Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Bd. V pag. 139.
2) l. c. pag. 169.
3) Morphologie der Pilze pag. 185.
4) Pilze Schlesiens pag. 259.
5) Rabenhorst, Kryptogamenflora, Discomyceten pag. 1106.
6) Unters. aus dem Gesammtgeb. der Mycologie, Heft IX, 1891, pag. 91—118.
7) l. c. pag. 93.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00005-9

mehr charakteristischen Gestaltung des Sporangiums bei geringeren Formschwankungen und in einer bestimmteren Formbildung der Sporen kann der besondere Charakter der Formen im Vergleich zu den sporangientragenden einfacheren Formen der Phycomyceten und damit zugleich auch zu den ascenbildenden und darum höheren Ascomyceten ausgeprägt sein. Jedenfalls stimmen die Sporangien weniger noch mit den Ascen der Ascomyceten als mit den Sporangien der Phycomyceten überein, und da diese grössere Uebereinstimmung in der Fructification mit den niederen algenähnlichen Pilzen unleugbar besteht, so ist es von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, dass in den vegetativen Zuständen gerade das Umgekehrte der Fall ist, dass hier eine ebenso unverkennbare Abweichung von den niederen Pilzen und eine Uebereinstimmung mit den Formen der Ascomyceten hervortritt." — „Es zeigt sich nun, dass die hier in Betracht kommenden hemiascen Formen, die also in ihren Sporangien eine Mittelstellung zwischen den Sporangien der niederen und den Ascen der höheren Pilze einnehmen, in ihrem Vegetationskörper den Charakter der höheren Pilze, also der Ascomyceten, tragen."

Meine Aufgabe ist nun, die Sporenbildung bei den Hemiasci näher zu verfolgen, um zu sehen, ob sie in dieser Hinsicht mehr Uebereinstimmung mit den Asci der Ascomyceten oder mit den Sporangien der Phycomyceten zeigen. Zur Untersuchung stand mir zur Verfügung *Ascoidea rubescens Brefeld und Lindau,* welche ich durch die Güte von Herrn Prof. Dr. Brefeld aus Münster bekam, *Protomyces macrosporus Unger* auf *Aegopodium Podagraria L.* und *Protomyces Bellidis Krieger* auf *Bellis perennis L.,* für die ich Herrn Krieger in Königstein vielen Dank sage. Ein Theil des Materials von *Protomyces macrosporus* auf *Aegopodium Podagraria L.* stammte auch aus der Umgebung von Bern. — Nebenbei wurde noch die Frage untersucht, wie sich *Protomyces macrosporus U.* in Bezug auf die Auswahl der Nährpflanzen verhalte; zu dem Ende führte ich eine Reihe von Infectionsversuchen aus.

Die Arbeit wurde unter der geschätzten Leitung von Herrn Professor Dr. Ed. Fischer im Botanischen Institut in Bern ausgeführt, wofür ich demselben meinen besten Dank ausspreche.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00006-4

Kapitel 1.

Die Entwickelung des Sporangiums von Ascoidea rubescens Brefeld und Lindau.

Die Entwickelung von *Ascoidea rubescens* ist durch Brefeld[1]) und Lindau[2]) untersucht worden. Dr. Lindau fand diesen Pilz in dem königlichen Forste bei Wolbeck bei Münster in dem Saftfluss der verletzten Stellen von umgehauenen Buchen. Es ist eine röthlichbraune Masse, gebildet durch das reich verzweigte, dicke, septirte Mycelium, dessen junge Fadenenden farblos sind, während die Membrane der älteren Hyphen bräunlichroth erscheinen. Erst vermehrt er sich durch sehr grosse längliche Conidien; werden dann die Culturen älter, so treten ausserdem Sporangien auf; die Conidienvermehrung tritt zurück und hört schliesslich auf, so dass an noch älteren Culturen nur noch Sporangien gebildet werden, welche nun in sehr grossor Anzahl auftreten. Diese Sporangien sind sehr ungleich gross. Die Sporenbildung in den Sporangien wird von Brefeld und Lindau[3]) folgendermaassen beschrieben: „Die Einleitung zur Sporenbildung in der Sporangienanlage verräth sich durch eine dunklere Färbung des Protoplasmas, welches körnerreich und weniger durchsichtig erscheint. Es verharrt in diesem Zustande beinahe einen Tag, ohne dass es möglich wird, auch mit den besten Linsen die engeren Vorgänge zu verfolgen, die sich im Innern vollziehen. Nur eine eigenartige Kappenbildung an der Spitze des Sporangiums deutet in stetiger Zunahme den fortschreitenden Verlauf der Sporenbildung an. Diese Kappe bereitet die Oeffnung und spätere Entleerung des Sporangiums an dieser Stelle vor. Sie sieht anfangs wie eine Membranverdickung aus, dann wie eine verquellende Membran mit deutlichen Schichten. Je deutlicher und dicker sie oben wird, um so leichter und sicherer unterscheidet man, dass sich die Kappe auch seitlich als verdickte Membran im Sporangium fortsetzt. Wenn die Kappenbildung vollendet ist, klärt sich der vorher dunkle Inhalt etwas auf, er erscheint gebrochen, und nun sieht man mit starker Vergrösserung, dass die Bildung der zahlreichen, aber sehr kleinen Sporen inzwischen eingetreten ist. Die Sporen liegen in einer Zwischensubstanz eingebettet. Die ganze Masse derselben tritt in langen, wurmartigen Windungen

1) l. c. pag. 94.

2) Vorstudien zu einer Pilzflora Westfalens im Jahresber. des Westfäl. Prov.-Ver. f. Wissensch. u. Kunst, 1892, pag. 11.

3) l. c. pag. 101.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00007-0

aus dem Sporangiumscheitel aus. Brefeld denkt, die Zwischenmasse, durch welche die Sporen verklebt sind, sei bei der Auskeimung behülflich. Die Sporen sind sehr klein, 5 μ im Durchmesser. Sie sind auffällig gleichmässig in Form und Grösse und stimmen hierin mit den Sporen der Asci, während bei den niederen Pilzen die Gestalt und Grösse mehr variabel ist. Brefeld nennt die Sporen kappenförmig. Unter dem ersten Sporangium wächst die Axe in dieses hinein zu einem neuen Sporangium. Das entleerte bildet eine Hülle um das zweite, so können mehrere Hüllen umeinder entstehen, bisweilen 12, vielleicht noch mehr. Mitunter kann die Axe über den ersten Sporangienhüllen höher hinauswachsen, die Hüllen sitzen dann kurze Strecken von einander entfernt. Die Sporangienbildung kann durch Zusatz von neuer Nährlösung wieder durch Conidienbildung unterbrochen werden.

Ich cultivirte *Ascoidea rubescens* in verschiedenen Nährlösungen; am besten entwickelten sie sich auf sterilisirten Stückchen Buchenholz, welche getränkt waren mit einer Lösung, bestehend aus Abkochung von Buchenholz mit 0,5 % Kaliumphosphat, 0,5 % Magnesiumsulphat und Malzextract. Diese Lösung wurde filtrirt und sterilisirt. Die Untersuchung geschah auf zweierlei Weise, einerseits an lebendem Material, wobei für die Untersuchung der feineren Vorgänge ein apochromatisches Objectiv Oelimmersion 2,0 und Ocular 12 zur Verwendung kam; andererseits kam fixirtes und tingirtes Material zur Verwendung. Dabei wurde so verfahren: der Pilz wurde eine Stunde mit Flemming'scher Lösung (16 ccm Chromsäure, 3 ccm Osmiumsäure und 1 ccm Eisessig) fixirt, wenigstens 24 Stunden in fliessendem Wasser ausgewaschen, darnach in successive concentrirterem Alkohol gehärtet und hierauf in Xylol und dann in Paraffin gebracht. Von den so behandelten Sporangien machte ich Schnitte 1,2 und 3 μ dick und färbte diese ¾ Stunden mit einer dünnen wässerigen Gentiana-Violettlösung, was lohnende Resultate gab. Durch die Flemming'sche Lösung wurde alles Fett dunkelbraun bis schwarz, durch das Gentianaviolett das Plasma hellblau, die Kerne dunkelblau. Der Farbenunterschied zwischen Plasma und Kernen wurde durch Ueberfärbung und nachherige theilweise Entfärbung erreicht. Selbstverständlich blieb aller Vacuolensaft farblos. Eine solche parallele Untersuchung des lebenden Materials neben den tingirten Schnitten war nothwendig als Controle für die Befunde bei letzteren und speciell auch um die richtige Reihenfolge der verschiedenen Stadien festzustellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00008-6

Die erste Anlage des Sporangiums beginnt damit, dass die Endzelle einer Hyphe mehr oder weniger keulenförmig anschwillt, oder dadurch, dass die Querwand zwischen einem fertigen Sporangium und der darunter liegenden Zelle in das letztere hinein sich vorwölbt. Das Plasma in den Zellen der Hyphen hat eine streifige Struktur, es liegt wandständig und umschliesst einen grossen centralen Saftraum. Die Endzelle, welche zum Sporangium auswächst, verliert nun diese streifige Struktur und es wird der centrale Saftraum durch Plasmabrücken durchsetzt, was eine Zertheilung derselben in kleinere eckige Vacuolen zur Folge hat. Nach und nach werden diese Brücken zahlreicher, wodurch die Vacuolen auch zahlreicher, aber entsprechend immer kleiner werden, so entsteht erst eine grobe, dann allmählich eine immer feinere netzartige Struktur des Plasma. Das Bild ändert fortwährend durch die Vermehrung der Wände und Aenderung ihrer Lage. Fig. 1*a* Taf. I zeigt die Plasmabrücken und eckigen Vacuolen. Die drei leeren Hüllen, welche das Sporangium umgeben, zeigen, dass es sich um das vierte an dieser Stelle entstandene Sporangium handelt. Die Sporenmasse des dritten ist im Entleeren begriffen und wird durch das sich entwickelnde vierte ausgestossen. Diese austretenden Sporen sind nicht eingezeichnet und nur die Contur der Masse ist angegeben. Fig. 1*b* Taf. I stellt den oberen Theil eines anwachsenden Sporangiums dar, welcher gegen ein noch nicht entleertes andringt, das aber in der Zeichnung weggelassen ist. Das Plasma hat sich oben bei der Fixirung etwas contrahirt, weshalb es dort von der Wand zurückgetreten ist, was zur Folge hatte, dass das Plasma sich da verdichtete und oben die Kerne nicht zu sehen sind. Weiter unten dagegen sind viele Kerne zu sehen, an einer Stelle auch ein Kerntheilungsstadium. Die hellen Flecken sind Vacuolen. Aus dieser Figur ist zu ersehen, dass das Sporangium schon von Anfang an mehrkernig ist.

Die Zelle wird jetzt in zwei getheilt (Fig. 2 Taf. I), die neuentstehende Querwand wird allmählich mehr und mehr sichtbar und zwar sofort über die ganze Breite. Von den beiden so entstandenen Zellen nimmt die untere bald wieder die ursprüngliche Struktur an, indem sie wieder grobvacuolig wird, bis schliesslich wieder ein centraler Hohlraum entstanden ist. Die obere Zelle ist das eigentliche Sporangium, hier fängt eine weitere Veränderung an, damit beginnend, dass im Protoplasma keine Oeltröpfchen (Fig. 2 Taf. I) auftreten. Auffallend ist es, dass in diesem Stadium Bacterien lebhaft um das Sporangium herumschwärmen. Fig. 2 Taf. I stellt ein

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00009-4

Stadium kurz nach der Quertheilung dar, die unterste Zelle hat ihre Struktur noch nicht zurückbekommen, in der oberen fangen Oeltröpfchen an, aufzutreten. In diesem Zustande sind die Sporangien sehr empfindlich für schnelle Lichtänderungen: wenn nämlich durch Drehen des Microscopspiegels das Licht abgelenkt wird und einige Zeit darnach plötzlich wieder helle Beleuchtung eintritt, zieht sich sofort der Inhalt von der Wand zurück. Wir können das als eine Art von Schreckwirkung bezeichnen. In dem bis jetzt beschriebenen netzartigen Stadium kann sich das Sporangium nach einiger Zeit wieder erholen; lässt man aber diese Schreckwirkung in einem weiter vorgerückten Stadium eintreten, so ist das Protoplasma nicht im Stande, nachher wieder in seine ursprüngliche Lage zurückzukehren, sondern die weitere Entwickelung des Sporangiums ist stillegestellt. Auch bei Mangel an genügender Feuchtigkeit findet ein Zurückziehen des Inhalts statt und in diesem Falle kann ebenfalls nur beim ersten Stadium wieder Erholung eintreten.

Es folgt nun ein Stadium, welches wir als das „schaumige" bezeichnen wollen; die Vacuolen, in dem ersten „netzartigen" Stadium entstanden, runden sich ab. Sie sind jetzt sehr ungleich gross, füllen das ganze Sporangium und dazwischen vermehren sich die Oeltröpfchen (Fig. 3 Taf. I). Ausser diesen Oeltröpfchen befinden sich noch andere kleine Körner in dem Plasma. Diese haben eine eigenartige wimmelnde Bewegung, die man aber nicht als ein Mitgleiten mit einer Plasmaströmung bezeichnen kann. Diese Körner findet man nur im Sporangium, nicht aber in den darunter liegenden Hyphenzellen. Es sieht so aus, als ob sie einen hellen Hof hätten. Sie sind stark lichtbrechend. Bei künstlichem Licht sind sie deutlicher, als bei Tageslicht. Inzwischen ändert das Bild des Sporangiuminhaltes fortwährend: die Form und Lage der Vacuolen bleibt nicht gleich, vermuthlich theilen sich die Vacuolen noch, oder es entstehen neue, da zwischen den grösseren viele kleinere bis sehr kleine liegen. Allmählich kommen die Vacuolen zur Ruhe, Form und Lage ändern sich immer weniger, bis sie schliesslich constant werden. Es können mitunter drei Stunden vergehen, ohne dass eine Veränderung ihrer Form zu beobachten ist.

Die Vacuolen nun werden allmählich undeutlich; man sieht, dass die Conturen derselben immer unschärfer werden, bis sie endlich vollständig verschwinden, ohne dabei ihre Form verändert zu haben.

Man muss offenbar annehmen, dass die Wand der Vacuolen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00010-5

immer dünner geworden sei, bis diese endlich aufgelöst wurde. Die Körner vermehren sich immer mehr.

Wir können das folgende, jetzt eintretende Stadium bezeichnen als das „Körnerstadium". Lebend untersucht (Fig. 4 *a* Taf. I), sieht man in diesem Stadium ein homogenes Plasma mit vielen Körnern, die theils in Ruhe, theils in wimmelnder Bewegung sich befinden. Diese Körner sind nicht gleichmässig im Plasma vertheilt, sondern man sieht hie und da körnerlose Stellen. In gefärbten Präparaten erkennt man, dass zweierlei Körner vorhanden sind, die einen haben sich braun, die anderen blau gefärbt (Fig. 4 *b* Taf. I). Die braunen Körner sind Oelkörper, die sich durch die Flemming'sche Lösung braun bis schwarz gefärbt haben. Die blauen sind schwerer zu bestimmen; plasmatische Gebilde sind es jedenfalls. Ein Theil derselben dürfte wohl Kerne sein, jedenfalls aber nicht alle, dafür sind sie zu zahlreich; die übrigen darf man vielleicht mit den beim lebenden Stadium in Bewegung befindlichen identificiren und könnten sie dann angesehen werden als in fester Form befindliche, eiweissartige, stickstoffhaltige Körper, ebenso wie die Oelkörperchen Nährstoffe für die nachher entstehende Sporen darstellend. Die Körner liegen alle in einem sich blau färbenden Plasma. Wie im lebenden Zustande, sind hier auch körnerlose Stellen zu sehen, welche aber ungefärbt geblieben sind, ebenso wie auch beim netzartigen und schaumigen Stadium das Innere der Vacuolen. Vielleicht sind es einfache Reste der ursprünglichen Vacuolen. Selten trat in einem späteren Stadium, z. B. im Körnerstadium, zum zweiten Male eine Querwand auf, nur ein paar Mal unter den vielen beobachteten Sporangien offenbar da, wo zu wenig sporenformendes Plasma war, also in einem Zustande von Plasmaarmuth, die eine Verkleinerung des Sporangiums nöthig machte.

Jetzt tritt das vierte, das „sporenbildende" Stadium ein. Das lebende Material (Fig. 5 Taf. I) lässt viele Körner erkennen, dazwischen homogene Plasmatheile. Letztere sind in Bildung begriffene Sporen. Die umgebenden Körner sehen bei schwacher Vergrösserung aus, als ob sie sich zu Platten angeordnet hätten. — Fig. 6 *a* Taf. I, nach einem gefärbten Schnitt gezeichnet, zeigt viele braune und blaue Körner in blau gefärbtem Plasma liegend, dazwischen die farblosen Stellen, Reste der früheren Vacuolen. Ferner sind die Kerne zu sehen. Man sieht nun, dass einzelne derselben homogenes Plasma um sich gesammelt haben, wobei die Körner zurückgedrängt werden. An einer dieser Stellen ist im homogenen Plasmahof ein farbloser

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00011-1

Fleck, wohl Rest einer Vacuole, zu sehen, beim zweiten Plasmahof war ein solcher Fleck wohl deshalb nicht zu sehen, weil er durch den Schnitt nicht getroffen wurde. Fig. 6 *b* Taf. I hat weiter entwickelte Sporen. Die Sporenwand ist schon geformt. In drei Sporen hat bereits Kerntheilung in der Sporenanlage stattgefunden. In den Sporen sehen wir ausserdem blau sich färbendes Plasma und farblose Vacuolen, letztere entsprechen wohl den in Fig. 6 *a* Taf. I erwähnten hellen Stellen. Um die Sporen herum liegen noch viele Körner. Dieser Figur entspricht Fig. 5 Taf. I im lebenden Zustand. In etwas vorgerückterem Stadium tritt in den Sporen Oel auf. Nach den beschriebenen Bildern können wir uns die Vorgänge im Sporangium folgendermaassen denken: Die Kerne sammeln aus dem Sporangiuminhalt unter Zurücklassung der Körner homogenes Plasma und Vacuolensaft um sich herum, und als zweiter Vorgang erst entsteht die Wand. Wie letztere gebildet wird, liess sich nicht feststellen. Für höhere Pflanzen ist der Einfluss der Kerne auf die Wandbildung bewiesen. Bei den Pilzen hat Harper[1]) es für die Ascomyceten untersucht und ebenfalls gefunden, dass die Wand unter Einwirkung der vom Kerne ausgehenden Fäden entsteht. Auch in den *Ascoidea*-sporen liegt der erste Kern meist nahe der Wand, so dass auch hier ein ähnlicher Zusammenhang zwischen Wandbildung und Kern zu vermuthen ist. Wenn die Kerne hier aber Faden ausschicken, dann ist es nicht, wie dort, ein beliebiger Theil des Inhalts, der von ihnen umschlossen wird, sondern die Kerne ziehen zuerst aus dem Plasma gewisse Bestandtheile aus und lassen andere (nämlich die Körner) zurück und dann bildet sich die Wand. Etwas später enthalten die Sporen zwei Kerne, seltener drei, noch seltener sind vier Kerne zu sehen. Da wir Schnitte vor uns haben, kann die Zahl nicht geringer, aber wohl grösser sein, als das Bild angibt. In lebendem Material sind die Kerne nicht zu sehen. Während die Sporen noch im Sporangium liegen, aber nachdem schon Kerntheilung stattgefunden hat, erscheinen in denselben kleine Bläschen oder Tröpfchen, die in den lebenden ebenfalls deutlich zu erkennen sind. Bei gefärbten Schnitten sind dieselben braun. Es ist hier wieder Fett, das sich als Nahrungsmaterial in den Sporen sammelt; wir können annehmen, dass dasselbe aus den die Sporen umgebenden Körnern aufgenommen wurde. Es muss hier schliesslich noch hervorgehoben werden, dass die Sporenbildung nicht in allen Theilen des Sporangiums gleichzeitig vor sich

1) Kerntheilung und freie Zellbildung im Ascus von R. A. Harper. Taf. XI und XII. Jahrb. für wissensch. Botanik, 30. Bd., Heft 2 u. 3.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00012-7

geht, was sich aus Fig. 6 *a* Taf. I und auch an der ungleichen Kernenzahl in den fertigen Sporen ergibt. An lebenden Sporangien war dies auch zu beobachten; das eine Mal fing die Sporenbildung hauptsächlich in der Mitte an, ein anderes Mal oben oder unten.

Während die Vorgänge der Sporenbildung vor sich gehen, sehen wir oben in dem Sporangium die Kappe entstehen, welche Brefeld auch beschreibt. Diese Kappe ist erst klein, wird allmählich grösser und nimmt dabei eine in der Mitte linsenförmige Gestalt an und läuft nach den Seiten dünn aus. Diese Kappe ist stark lichtbrechend, färbt sich nicht, selbst da nicht, wo beim lebenden Sporangium sich die Wand mit Gentiana violett färbt. Ich vermuthe, dass es eine Ausscheidung des Plasmas ist. Diese Kappenbildung kommt auch anderwärts vor. Unger[1]) beschreibt zum Beispiel bei *Vaucheria clavata* in den keulenförmigen Sporangien eine oben auftretende helle Stelle. Er sagt: „Die Spitzen zeigen nur am äussersten Ende eine halbmondförmige ungefärbte Zone".

Die Körner zwischen den Sporen im Sporangium werden allmählich kleiner. Sie werden bei der weitern Entwickelung der Sporen verbraucht, bis sie endlich verschwunden sind. Die Sporen liegen nun in einer Zwischensubstanz, die noch ölartig ist, wie dies an den gefärbten Schnitten zu sehen ist. Nun ist der Moment des Austretens gekommen. Der Scheitel des Sporangiums öffnet sich, die Kappe bricht hierbei röhrenförmig auf. Der Inhalt wird passiv langsam herausgeschoben durch den Druck eines neuen von unten her hineinwachsenden Sporangiums. Brefeld und Lindau denken, dass bei diesem Austreten zwei Kräfte mitwirken; sie schreiben:[2]) „Sie wird zunächst ermöglicht durch stärkere Quellung der papillenartigen Kappe an der Spitze des Sporangiums. Nur die äussere Membranschicht nimmt an dieser Verquellung keinen Antheil, innen verquillt die hyaline lichtbrechende Masse der Papille, und diese Verquellung setzt sich auch auf die Seitenwände, soweit sie verdickt erscheinen, fort. Schon durch diese Membranverquellungen der inneren Membranschichten muss eine Raumverengerung, also ein Druck auf die Sporenmasse entstehen, der noch gesteigert wird durch eine Verquellung der Sporenmasse selbst, resp. der eigenartigen Zwischensubsanz, welcher die gebildeten Sporen eingebettet sind. Sobald durch diesen inneren Druck die Dehnungsgrenze der

1) *Vaucheria clavata* durch Dr. F. Unger. Wien 1843. Die Pflanze im Momente der Thierwerdung pag. 16, F. 5.

2) l. c. pag. 101.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00013-3

äusseren nicht verquollenen Membranschicht überschritten ist, muss an der schwächsten Stelle ein Aufbrechen erfolgen. Diese schwächste Stelle ist oben auf der Spitze gegeben. Diese bricht auf und die Masse der verquollenen Papille wird nach aussen vorgeschoben, wo sie sich zu einer deutlich conturirten hyalinen Tüte entfaltet, durch deren Mitte die Sporenmassen wurstartig nach aussen treten. Der Druck, durch welchen die Sporen aus einer mittleren Oeffnung der weit vorstehenden gallertartigen Tüte nach aussen getrieben werden, ist nur im Beginn der Entleerung ein stärkerer, so dass die durchgepresste Sporenmasse, die fest zusammenbleibt, als dicke stumpfe Wurst zum Vorschein kommt. Sobald das obere, durch stärkeren Druck durchgetriebene und darum dickere Ende der Sporenmasse draussen ist, lässt der Druck im Sporangium bedeutend nach, die Sporenmasse wird dünner und würde wahrscheinlich im Halse und im Innern des Sporangiums sitzen bleiben, da hier die Triebkräfte, der Druck zur weiteren Entleerung ganz aufhören, wenn nicht die weitere Entwickelung der Axe unterhalb des Sporangiums den Act der Entleerung übernähme und in langsamem Gange vollendete."

Ich möchte dem gegenüber dem auswachsenden neuen Sporangium allein die Wirkung des Herauspressens zuschreiben, denn in den vereinzelten Fällen, in denen sich mitten in der Sporenmasse eine centrale Vacuole befindet, sieht man, dass das Herausschieben der Sporenmasse erst dann eintritt, wenn das hereinwachsende neue Sporangium den ganzen Raum der Vacuole ausgefüllt hat. Wenn dagegen die Kappe und die Zwischensubstanz durch ihr Aufquellen den Austritt bewirken würden, dann müsste zuerst der innere Hohlraum verdrängt werden.

Die herausgetriebene Masse hat eine längliche Form und bleibt in der Nähe des Sporangiums liegen. Auf gefärbten Schnitten ist zu constatiren, dass ausser der hellbraunen Zwischensubstanz auch noch eine rein blau sich färbende Aussenschicht um die Sporenmasse herum liegt; diese ist sehr dünn. Dass es wohl eher Hyaloplasma ist, als eine innere Schicht der Wand, lässt sich schliessen aus der Art der Blaufärbung und auch aus der sehr starken Dehnung, welche sie beim Austreten erfährt. Kerne sind in der Zwischensubstanz zwischen den Sporen nicht nachzuweisen, auch nicht in der vorhin erwähnten äusseren Schicht, von der ich mir vorstelle, es sei die nicht an der Sporenbildung betheiligte äussere hyaline Plasmaschicht des Sporangieninhalts. Bricht die Schicht, so bleiben oft Sporen zurück, die dann

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00014-8

später zu finden sind zwischen dem neuen Sporangium und der alten ihn umgebenden Wand.

Die Sporen sind auf einer Seite halbkugelig, auf der andern etwas abgeflacht mit einem Saum (Fig. 7).

Beim lebenden Material wird durch Jodjodkalium in den Sporen ein rothbrauner Fleck sichtbar, der wohl als Glykogen anzusprechen ist. Ich bemerke übrigens, dass dieselbe durch Jodjodkalium rothbraun sich färbende Substanz auch in den übrigen Theilen des Pilzes vorkommt: in den Hyphenzellen, in den jungon Sporangien.

Die Sporen liegen im Sporangium in allen möglichen Lagen durcheinander, was man sowohl im lebenden Sporangium, wie auf gefärbten Schnitten beobachten kann. Sie sind bald mit der runden Seite gegen eine concave, bald seitlich gegen eine concave Seite eines Anderen gerichtet, bald liegen zwei runde Seiten einander gegenüber, natürlich auch wohl zwei concave Seiten gegen einander, aber alle Lagen gleich vertreten. Brefeld und Lindau denken es sich anders, wenn sie sagen:[1]) „Die Sporen sitzen, soweit sie nicht schon zerfallen sind, was leider schon mit der Entleerung meist geschieht, zu zweien zusammen und haben so in der Verbindung ein bisquitförmiges Ansehen, ganz wie die Schlauchsporen von *E. decipiens*. Wenn sie in der Mitte auseinander gefallen sind, ist die Kappenform nach der einen, die gerade Fläche der anderen Seite als ihre natürliche Form selbstverständlich. Diese Verbindung der Sporen zu zweien und ihre hierdurch erklärte Gestalt ist das einzige Sichere, was man über die Bildung der Sporen sehen und aussagen kann. Die Verbindung ist aber nicht anders als der Ausdruck der letzten Zweitheilung, die zur Ausbildung und Gestaltung der Sporen führt, zu beurtheilen. Man kann mit aller Wahrscheinlichkeit schliessen, aber nicht direct sehen, dass dieser letzten Theilung die Reihe der Zweitheilungen vorausgegangen ist, welche die Bildung der Sporen in so grosser Zahl herbeiführte, und also mit mehr als blosser Vermuthung aussagen, dass die Sporen im Sporangium durch fortgesetzte Zweitheilung gebildet werden." Aus meiner Untersuchung ergibt sich, wie wir gesehen, eine andere Vorstellung des Vorganges.

Die ganze Entwickelung des Sporangiums vom ersten Anfang bis zum Moment des Austretens der reifen Sporen dauert ungefähr drei Tage.

---

1) l. c. pag. 107.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00015-4

Kapitel 2.

Protomyces Bellidis Krieger.

Protomyces Bellidis ist von Krieger[1]) auf *Bellis perennis L.* entdeckt und beschrieben worden. Durch die Güte desselben erhielt ich am 9. Mai aus Königstein lebendes Material dieses Pilzes, das ich der Untersuchung unterziehen konnte. Der Pilz wächst intercellular in den Blättern. Mehrere Zellen des Myceliums vergrössern sich und verwandeln sich dabei in Chlamydosporen. Diese Chlamydosporen befanden sich in den unteren Blättern. Die einen dieser Blätter erschienen noch ganz grün und liessen nur einzelne sehr kleine gelbliche Stellen erkennen, in denen sich sowohl junge, als auch fertige Chlamydosporen befinden. Selbst wenn ich an nicht verfärbten Stellen der Blätter die Epidermis abriss, fand ich hie und da Chlamydosporen. Noch weiter unten folgen Blätter, deren obere Hälfte gelb ist, während die untere Hälfte noch grün aussieht. Diese halb welken Blätter haben schon zahlreichere sehr schöne Chlamydosporen. Zu unterst sind braune, ganz welke oder verdorrte Blätter. Diese enthalten eine sehr grosse Menge Chlamydosporen. Die Chlamydosporen besitzen eine gelbgefärbte Wand; dieselbe besteht aus einem dünnen Endosporium und einem dicken Episporium, welche durch ein Mesosporium verbunden sind. Letzteres ist meist undeutlich, in abnormen Fällen erkennt man es als scharf gesonderte Schicht. Nähere Untersuchungen der Chlamydosporen wurden an lebendem und fixirtem Material unternommen. Bei der Fixirung und Färbung wurde wie bei *Ascoidea* verfahren. Zum Zweck der Färbung aber verweilten die Microtomschnitte nur 14 Minuten in dem Gentianaviolett. Fig. 9 Taf. I ist eine unentwickelte Chlamydospore von 36 μ Durchmesser, mit körnigem, undurchsichtigem Plasma erfüllt, das keine weitere Differenzirung erkennen lässt. Durch 20 % Kalisalpeter + Eosine entsteht Plasmolyse. Das deutet auf das Vorhandensein von Vacuolensaft. Ob dieser in einer grossen Vacuole oder in vielen kleinen Vacuolen vorhanden ist, war an lebendem Material nicht festzustellen, da das undurchsichtige Plasma nichts Deutliches erkennen liess. Eine Viertelstunde über 2proc. Osmiumdämpfe gehalten, wurde der Chlamydosporeninhalt schwarz; dies beweist, dass er ölhaltig ist. Bei gefärbten Schnitten herrschte die schwarze Farbe des Oels so sehr vor, dass die blaue Farbe des Plasmas nicht zu erkennen war. Einige Chlamydosporen waren tief schwarz gefärbt, andere mehr oder weniger

1) Fungi saxonici Nr. 1101.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00016-0

braun; in diesen waren viele kleine, runde, hellere, aber nicht ganz farblose Bläschen zu sehen. Da bisher die Entwickelung dieser Chlamydosporen noch nicht beobachtet war, so versuchte ich eine Deckglascultur mit einem hängenden Tropfen Wasser in einer feuchten Kammer. Dazu verwendete ich mehrere Chlamydosporen aus einem gelben Fleckchen eines grünen Blättchens. Am Morgen des sechsten Tages waren einige ausgewachsene, beinahe fertig entwickelte Sporangien zu sehen, welche genau mit den von Brefeld für *Protomyces pachydermis Thümen* beschriebenen übereinstimmen. Das weitere Beobachten desselben Präparats war ohne Erfolg, wahrscheinlich waren alle reifen Chlamydosporen dieser Cultur schon ausgewachsen und die anderen noch zu jung. Hierauf machte ich sofort mehrere neue Culturen, welche sehr günstige Resultate ergaben. Die genauere Untersuchung derselben wurde dann unter Deckglas vorgenommen. Die Dauer der Entwickelung der beobachteten Sporangien war sehr ungleich. Ich schreibe dies den ungünstigen Bedingungen zu, denen ein beobachtetes Sporangium in dem schmalen Raum zwischen Deckglas und Objectträger unterworfen ist. Dieser Raum konnte nicht erweitert werden wegen der starken Vergrösserung, mit welcher betrachtet wurde. Hier entsteht schnell Mangel an Sauerstoff, dem ich es zuschreibe, dass ein Sporangium nach dem anderen bei der Beobachtung nur wenig über das Stadium hinauskam, in welchem es unter das Deckglas gebracht wurde, obwohl doch oft ein neues Tröpfchen Wasser zugesetzt wurde. In einem Falle gelangte ein Sporangium unter Deckglas zu schnellerer und vollständiger Entwickelung, wahrscheinlich desshalb, weil mit dem Auflegen des Deckglases auf den Objectträger eine grosse Anzahl kleiner Luftblasen mitgekommen waren. Diese Entwickelung geschah über Tag, was etwas Ungewöhnliches war, da die Entwickelung mit seltenen Ausnahmen am Spätabend anfängt und am Vormittag zwischen 10 und 12 Uhr endigt. An diesem Sporangium hauptsächlich wurden die nun folgenden Beobachtungen gemacht.

Das erste, was man an lebendem Material von der Entwickelung zu sehen bekommt, ist das Aufspringen der Chlamydosporenwand. Dieselbe öffnet sich langsam an einer Seite. Dann wächst oder dehnt sich hier das Endosporium sehr langsam aus, während es an den anderen Seiten durch das Mesosporium mit dem Episporium fest verbunden bleibt. Auf Fig. 10 Taf. I ist das Endosporium schon eine Strecke weit ausgewachsen. Noch immer ist in demselben nur gleichmässig körniges Plasma zu sehen, sowohl in der Partie, welche von

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00017-6

der dicken Chlamydosporenwand umschlossen ist, wie an dem vortretenden Theil. Es ist in demselben noch keine Differenzirung wahrzunehmen. In diesem Zustand (Fig. 10 Taf. I) betrug die Länge des Sporangiums 56 μ, die Breite 28 μ. Dieses Auswachsen kann mehrere Stunden dauern, bis endlich allmählich eine Differenzirung des Plasma auftritt. Diese beginnt damit, dass dasselbe aus dem unteren Theil des Sporangiums nach oben wandert; in dem von der Chlamydospore umhüllten Theil wird eine grosse Vacuole sichtbar, deren Entstehung nicht näher verfolgt werden konnte. Zwei Fälle sind hierbei denkbar, entweder war zwischen dem Plasma Vacuolensaft vertheilt vorhanden, der nun an der Basis des Sporangiums ausgeschieden wurde, oder der Vacuolensaft war in viele sehr kleine Vacuolen vertheilt in dem Plasma und diese flossen am Grunde zu einer grossen zusammen. Das letzte ist wohl das Wahrscheinlichste. Man muss annehmen, dass die basale Vacuole ringsum von einer plasmatischen Schicht umgeben ist, denn wäre diese nicht da, so müsste ja der Vacuolensaft durch die Wand nach aussen treten können und Turgor wäre nicht denkbar (Fig. 11 Taf. I). In diesem Zustande war das Sporangium 34 μ breit und 96 μ lang. Nun sieht man, dass in dem im frei herausragenden Theil des Sporangiums befindlichen Plasma viele kleine Bläschen sichtbar werden, auch einzelne grössere, welche durch Verschmelzung von kleineren entstanden sind. Dieses Stadium beobachtete ich um $1^1/_2$ Uhr nachmittags. Diese Bläschen vergrössern sich mehr und mehr und schmelzen zu einer kleineren Zahl in der Mitte des Sporangiums zusammen. Dadurch sammelt sich das Plasma allmählich zu einer wandständigen Schicht an (Fig. 12 Taf. I, 36 μ breit und 100 μ lang). In diesem Zustand sieht man unten die grosse Vacuole, oben liegt das Plasma schon wandständig, nach innen die sich vergrössernden Vacuolen umgebend, von denen die grössten in der Mitte liegen. Das Sporangium hat nun seine definitive Grösse erreicht. Immer mehr vereinigen sich die Vacuolen und entsprechend wird auch ihre Zahl immer kleiner. Dieser Vorgang geht schnell vor sich. Um $4^1/_4$ Uhr nachmittags waren nur noch drei Vacuolen da (Fig. 13 Taf. I, 100 μ lang, 36 μ breit). Auch diese drei Vacuolen verschmolzen schliesslich und die so entstandene grosse obere Vacuole vereinigte sich endlich mit der grossen basalen.

Jetzt ist der Augenblick der Sporenbildung gekommen. Simultan und sehr rasch sieht man in der breiten wandständigen Plasmaschicht eine radiale Streifung auftreten (Fig. 14 Taf. I). Bei höherer Einstellung des Mikroskops auf die Flächenansicht des Protoplasmawand-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00018-2

belegs erkennt man zahlreiche nebeneinanderliegende kleine Kreise. Mit anderen Worten: das Plasma ist in kleine radial verlängerte Partien von kreisförmigem Querschnitt zerfallen; dies sind die Sporen, die also palissadenartig an der Wand in einer Schicht gelagert sind. Nach der centralen Vacuole hin erkennt man deutlich die abgerundeten Enden derselben. Zwischen den Sporen ist keinerlei Zwischensubstanz wahrzunehmen. Bald verlassen nun die Sporen diese palissadenartig parallele Stellung und bekommen eine ganz unregelmässige Anordnung in allen möglichen Stellungen zu einander (Fig. 15 Taf. I). Auffallenderweise bleiben sie aber trotz dieser Umlagerung dennoch wandständig; wir können uns dies unmöglich anders erklären, als dadurch, dass wir annehmen, es liegen die Sporen gewissermaassen in einem Sack, gebildet von einer äusseren und inneren protoplasmatischen Schicht.

Nun fangen die Sporen allmählich an nach oben zu wandern, aber nicht durch die centrale Vacuole, sondern wieder der Sporangiumwand entlang langsam nach oben sich begebend, bis alle an der Spitze liegen und diese ganz ausfüllen; auch dies lässt sich wieder nicht anders erklären, als durch die Annahme, dass die Sporen zwischen zwei festen Plasmaschichten eingeschlossen sind (Fig. 16 Taf. I). Es geschah dies um $6^1/_2$ Uhr nachmittags. Die Sporenmasse wird nun erst zu einem ovalen, darnach zu einem runden Ball. Man muss sich letzteres so entstanden denken, dass die Vacuole die Sporenmasse zu umgreifen beginnt (Fig. 17 Taf. I, ein anderes als das vorher continuirlich beobachtete Sporangium, 160,6 μ lang und 36,5 μ breit). Das Sporangium befindet sich jetzt in einem Zustand hoher Turgescenz, der Vacuolensaft übt durch seine Spannung Druck aus, und durch diesen Druck springt das Sporangium an dem Scheitel auf, gerade in dem Moment, in welchem die Vacuole oben den Sporenball rings zu umgreifen scheint. Diese Turgorkraft wirft die Sporenmasse eine Strecke weit fort aus dem Sporangium hinaus. Dies geschah bei dem Sporangium von Fig. 11—16 Taf. I um $8^1/_2$ Uhr abends. Beim Aufspringen entstand das eine Mal ein rundes Loch, ein anderes Mal ein Spalt. Die Wand bog beim Oeffnen oben ein wenig um. Der Sack bleibt zurück und vergeht, einzelne Male war er zusammengefallen in dem leeren Sporangium zu sehen.

Die Form des Sporangiums kann zwischen kurz keulenförmiger oder länglicher Gestalt schwanken. Das kürzeste war circa dreimal länger als breit, das längste hat ungefähr $4^1/_2$ Mal seine Breite. Die Sporen sind länglich, 4 μ lang, 2 μ breit.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00019-0

Wir sehen also, dass bei *Protomyces Bellidis* eine simultane Sporenbildung stattfindet, bei welcher keine Zwischensubstanz zwischen den Sporen zurückbleibt, wohl aber die an der Sporenbildung keinen Antheil nehmende protoplasmatische Aussenschicht und eine innere zwischen Sporen und Vacuole liegende Schicht.

Kapitel 3.

Protomyces macrosporus Unger.

Eine genaue Untersuchung der Sporangienentwickelung von *Protomyces macrosporus U.* hat de Bary[1]) gegeben. Immerhin war für die feineren Vorgänge eine Nachuntersuchung mit den heutigen vervollkommneten Hülfsmitteln erwünscht; dieselbe ergab denn auch in einigen Punkten Abweichung von de Bary's Resultat. *Protomyces macrosporus* bewohnt bekanntlich die grünen krautigen Organe einiger Umbelliferen; am häufigsten ist er auf *Aegopodium Podagraria L.* gefunden worden.

Sein Mycel entwickelt sich intercellular in dem oberflächlichen Parenchym; es ist dasselbe reichlich verzweigt. Auch hier, wie bei *P. Bellidis* verwandelt sich ein Theil der Zellen des Myceliums in Chlamydosporen. Letztere sitzen in viel grösserer Anzahl als bei jener Art zu Gruppen vereinigt; die betreffenden Stellen des Gewebes sind schon äusserlich als schwielenartige Erhebungen kenntlich. Das Material, welches zu meiner Untersuchung diente, war bei Königstein im Herbst 1897 von Herrn Krieger gesammelt worden. Ein Theil desselben stammte auch aus der Umgebung von Bern, wo der Pilz nicht selten vorkommt. Es wurde in Säckchen aufgehängt und im Freien überwintert und erwies sich im März als entwickelungsfähig.

Die ersten Aenderungen in der Chlamydospore treten in der Regel am Abend zwischen 8 und 10 Uhr ein, und am Vormittag zwischen 10 und 12 Uhr wurden jeweilen die reifen Sporen ausgeworfen, so dass die ganze Entwickelung ungefähr 14 Stunden dauert. In Wassertröpfchen auf Deckglasculturen kamen sie 10 Tage nach Einrichtung der Culturen, später, als das Wetter wärmer wurde, schon nach fünf Tagen zur Entwickelung. Bei plötzlichen Wetteränderungen sah ich die Sporenentwickelung niemals eintreten. De Bary[2]) sagt: „Ob während des Sommers eine Weiterentwickelung früh gereifter heuriger

---

1) Abhandl. der Senckenbergisch. Naturforsch. Gesellsch. Bd. V, 1864, pag. 139, Taf. XXVI und XXVII.

2) l. c. pag. 144.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00020-1

Sporangien eintreten kann, vermag ich nicht bestimmt zu entscheiden; die über diese Frage angestellten Versuche gaben ein durchaus negatives Resultat.“ Ich bin nun in der Lage, in dieser Hinsicht ein positives Resultat anzuführen. Chlamydosporen aus Schwielen vom Frühling 1898, die ich selber durch Infection von *Aegopodium Podagraria* erhalten hatte, wurden in Cultur genommen, und es zeigte sich, dass diese schon nach fünf Tagen Mitte Juni in normaler Weise ihre Sporen bilden und normal zur Entwickelung gelangten. Dagegen konnte ich die Chlamydosporen nicht vor Anfang Februar zur Keimung bringen, während de Bary sie auch während des Winters sich weiter entwickeln sah. Mitte Juli gelang es noch, vorjährige Chlamydosporen schnell zur Keimung zu bringen, diese waren aber nicht mehr an eine bestimmte Tageszeit gebunden. Auf demselben Präparat sah ich alle möglichen Stadien von Entwickelung zu gleicher Zeit. Die Untersuchung erfolgte auch hier wieder theils an lebenden, theils an fixirten und gefärbten Exemplaren. Letzteres geschah wesentlich ebenso wie bei *Ascoidea*, die Mikrotomschnitte verweilten aber nur 14 Minuten im Gentianaviolett. Das aus den Deckglasculturen entnommene Material packte ich zur Fixirung und Einbettung in Fliesspapier ein.

Die Chlamydospore zeigt im Ruhezustand folgende Verhältnisse: sie hat eine dreischichtige Wand, ein Epi-, Meso- und Endosporium. Das Episporium ist dick, das Meso- und Endosporium sind dünn. Diese dreifache Membran ist farblos, nicht gelb wie bei *P. Bellidis*. Sie umschliesst einen dicht körnigen Inhalt, welcher zunächst keine Differenzirung wahrnehmen lässt. Durch Behandlung mit 20% Kali nitricum trat Plasmolyse ein, was auf Wassergehalt deutet. Durch 1% Osmiumsäure wird der innere Theil des Plasma schwarz, während eine umgebende dünne Lage sich nicht färbte. Während des ganzen Winters blieb die Chlamydospore in diesem Zustand (Fig. 18 Taf. II).

In den tingirten Schnitten von Chlamydosporen, die mit Flemming'scher Lösung fixirt waren, sah man einen ganz schwarzen Inhalt und eine blaue Wand. Die Wand hat abwechselnd hellere und dunklere blaue Zonen. Bei anderen schwärzt das Fett den Inhalt nicht mehr gleichmässig, sondern tritt in vielen kleinen Partien auf, welche mehr oder weniger dunkelbraun sind (Fig. 19 Taf. II). Wieder andere Bilder lassen ein netzartig hellbräunlichblaues Plasma sehen mit vielen blauen Kernen und Kerntheilungsstadien (Fig. 20 Taf. II). Bei diesem Schnitt ist die Chlamydospore etwas zusammengedrückt.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00021-7

Die folgende Beschreibung der Entwickelung bezieht sich auf Chlamydosporen, die sich in der normalen Zeit entwickelten; dabei ist ausdrücklich hervorzuheben, dass die Veränderungen continuirlich an einer und derselben Chlamydospore verfolgt wurden. Als Beispiel wähle ich die Beobachtung, die ich am 18. Februar an einer Chlamydospore machte; die sämmtlichen Figuren 21*a*, 22, 24, 25, 26 und 27 Taf. II beziehen sich auf dieses eine Exemplar. Fig. 23 Taf. II entspricht genau dem auch bei diesem Exemplare gesehenen Stadium, ist aber bei einem vorher beobachteten Vorgang gezeichnet worden. $^1/_2$9 Uhr abends trat die erste Aenderung in der Chlamydospore auf. Sie bestand darin, dass der Inhalt sich in eine Randzone und eine mittlere Partie differenzierte. Bei höherer Einstellung des Mikroskops schien die Randzone dunkel und das innere heller (Fig. 21*a* Taf. II), bei tieferer Einstellung war im Gegentheil das Innere dunkel und die Randzone hell (Fig. 22 Taf. II). Bei gefärbten Schnitten trat dieses Stadium auch sehr schön hervor, indem ich Bilder erhielt, in denen deutlich eine hellere Randzone und ein dunkler Innentheil zu sehen sind (Fig. 21*b* Taf. II). Das Innere ist hier dunkelbraun und lässt viele kleine Partieen erkennen, welche dicht neben einander liegen. Es sind kleine Fettpartieen. Die äussere Zone ist hellbraun, wabenartig, die Wand ist blau. Die hellbraune Farbe der äusseren Zone lässt erkennen, dass dieselbe nicht ganz frei von Fett ist. Bei anderen Schnitten sind auch in der Randzone kleinere Flecken zu sehen, doch auch diese sind sehr hellbraun gefärbt. Diese Bilder sind offenbar so zu erklären, dass das Fett nach der Mitte geht oder in der Randzone zuerst verbraucht wird. In Fig. 21*c* ist die Randzone nun ganz ohne Fett. Sie ist schön blau und viele Kerne sind darin zu sehen. Alles Fett ist in der Mitte zu einem Klumpen zusammengeballt. Ob hier ausschliesslich Fett vorhanden ist oder auch Plasma, lässt sich nicht bestimmt entscheiden; offenbar ist durch die Präparation die mittlere Partie zusammengeschrumpft. Diese Aenderungen erfolgten sehr langsam. Jetzt traten in der inneren Partie allmählich einige Vacuolen auf. Zunächst sind diese nur ganz undeutlich in dem dunkeln Inhalt zu erkennen. Auf Fig. 22 Taf. II sieht man schon deren sieben. Dieselben vermehrten sich sehr langsam, bis zuletzt die ganze innere Partie von denselben erfüllt erscheint (Fig. 23 Taf. II). Hierauf traten sie auch in der helleren Zone auf, so dass zuletzt der ganze Inhalt der Chlamydospore mit Vacuolen gefüllt war und ein schaumiges Aussehen hatte. Das dunkle Aussehen der inneren Partie verschwindet nun allmählich, in-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00022-2

dem die hellere Randzone breiter wurde, bis schliesslich alles hell aussah. Nun ist der Augenblick des Austretens des Sporangiums gekommen. Es war dies in unserm Falle erst gegen 9 Uhr morgens, während sonst die meisten Chlamydosporen schon am Morgen zwischen 6 und 7 Uhr so weit sind.

De Bary[1]) beschreibt die Aenderungen der Chlamydospore folgendermaassen: „Zunächst wird ihr Inhalt blasser, durchsichtiger, die groben, gelblichbraunen, glänzenden Fettkörner verschwinden und an ihre Stelle tritt ein glanzloses, von sehr zahlreichen, kleinen, punktförmigen Körnchen durchsätes, blass rötlichbraunes Protoplasma auf. Diese Veränderung des Inhaltes schreitet allmählich von der Peripherie nach der Mitte hin fort; zunächst sieht man mitten in der Protoplasmamasse eine aus den ursprünglichen Fettkörnern bestehende Kugel, diese wird immer kleiner und verschwindet zuletzt vollständig. Das ganze Sporangium ist jetzt von dem röthlichbraunen Protoplasma erfüllt, so zwar, dass dieses in der Mitte zu einer dichten, undurchsichtigen, dunklen Masse angehäuft, im Umfange heller und durchsichtiger und hier häufig von sehr zart umschriebenen und blassen Vacuolen verschiedener Zahl und Grösse durchsetzt ist."

Diese Darstellung weicht also von der unsrigen in folgendem Punkte ab: Die Veränderung des grobkörnigen Aussehens des Plasma in ein Plasma mit punktförmigen Körnchen sehe ich erst eintreten, wenn auch die helle äussere Zone vacuolig geworden ist. Das Plasma bei De Bary's Chlamydospore wird röthlichbraun. Diese Farbenänderung trat bei der Protomyces, welche ich beobachtete, in keinem einzigen Fall auf. Kann es durch diese dunkle Farbe auch sein, dass in De Bary's Chlamydosporen so wenig Vacuolen sichtbar waren; in seiner Fig. 4 sind sie nicht einmal eingezeichnet?

Der Vergleich obiger Vorgänge mit *P. Bellidis* ergibt Folgendes: Bei *P. macrosporus* wie bei *P. Bellidis* sind viele sehr kleine Vacuolen im Plasma von Anfang an da, dieselben treten dann zu grösseren zusammen, bis alles schaumig aussieht. Bei *P. Bellidis* geschieht dies aber erst nach dem Austreten, bei *P. macrosporus* schon vorher. Durch allmähliches Aufbrauchen des Fettes wird das Plasma durchsichtiger. *P. Bellidis* weicht aber von *P. macrosporus* dadurch ab, dass eine vorherige Differenzirung in eine hellere Randzone und dunklere Innenpartie nicht zu bemerken war; bei beiden verstrich bis zum schaumigen Stadium längere Zeit. Das Auswachsen bei *P. Bel-*

1) l. c. pag. 144.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00023-8

lidis bis zum schaumigen Stadium dauerte mehrere Stunden. Die inneren Aenderungen der Chlamydospore bei *P. macrosporus* bis zur Vollendung des schaumigen Stadiums dauerte auch mehrere Stunden; auch die weitere Entwickelung beanspruchte bei beiden gleiche Zeit, ungefähr 5—7 Stunden. Bei *P. Bellidis* finden also offenbar die sämmtlichen Veränderungen nach dem Aufbrechen der Chlamydosporenwand statt.

Wir waren stehen geblieben bei dem Stadium, in welchem der plasmatische Inhalt der Chlamydospore mit Vacuolen gefüllt war. Die Chlamydosporenwand wurde nun aufgerissen und das Sporangium trat aus; es war das um 9 Uhr 10 Min. Das Austreten ging nicht in einem Stoss, aber doch ziemlich rasch, ungefähr in einer halben Minute, vor sich. Das Endosporium bildet die Wand des Sporangiums, diese war auch noch umgeben von dem Mesosporium, das beim Austreten durch Aufquellen sich stark verbreiterte; das letztere umgab aber das Endosporium des Sporangiums nicht wie eine gleichmässige Schicht, vielmehr war es an der von der leeren Chlamydosporenwand abgewendeten Seite sehr schmal; nach unten verbreitert es sich dann und es war unten, d. h. an der der Chlamydospore zugewendeten Seite, sehr dick. Man kann also Scheitel und Basis erkennen (Fig. 24 Taf. II). Beim Austreten dehnte sich das Sporangium, da es nun nicht mehr durch das Episporium eingeengt ist, sofort aus. Man muss also annehmen, dass der Inhalt sich vor dem Austreten im Zustande starker Spannung befand. Diese Spannung bewirkte das Austreten, und das Aufquellen des Mesosporiums ermöglichte dasselbe. Die leere Chlamydosporenwand, d. h. das Episporium, blieb an der aufgerissenen Stelle an dem Mesosporium kleben. Das Mesosporium muss somit hier eine andere Beschaffenheit haben als bei *P. Bellidis,* wo die drei Schichten der Wand verbunden bleiben, sich nicht lösen. Von diesen und folgenden Stadien bekam ich keine Mikrotomschnitte, obwohl ich es mehrmals versuchte; die Sporangien sind vielleicht zu zart.

Wenn die Chlamydospore, im Gewebe der Nährpflanze eingeschlossen, sich entwickelt, kommt es bisweilen vor, dass der Raum zum Austreten fehlt, dann drängt das Sporangium die gesprengte Chlamydosporenwand einfach bei Seite. Das ausgetretene Sporangium war mit vacuolenreichem Plasma erfüllt. Die weiteren Veränderungen bestehen nun darin, dass die Vacuolen im Centrum des Sporangiums zusammenschmelzen; ihre Zahl wurde kleiner, bis noch drei, darnach zwei und schliesslich eine einzige grosse centrale Vacuole da war. Die peripherischen Vacuolen betheiligten sich dagegen an diesem

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00024-4

Zusammenschmelzen nicht. Alles Plasma liegt also jetzt wandständig gelagert in einer breiten Schicht, welche Vacuolen enthält. Das Zusammenschmelzen der innern Vacuolen war direct zu beobachten, es ging ohne Unterbrechung und rasch vorwärts: um 9 Uhr 28 Min. war die centrale Vacuole schon geformt. In der breiten Plasmaschicht sind wimmelnde Körner zu sehen. Um 9 Uhr 55 Min. fingen dann die Vacuolen in der Plasmaschicht an, undeutlicher zu werden. Die Bewegung der wimmelnden Körner wurde weniger lebhaft. Um 10 Uhr 25 Min. waren die Vacuolen verschwunden. Dieses Verschwinden entspricht genau den bei *Asoidea* beobachteten Verhältnissen: sie vereinigten sich nicht zu grösseren, theilten sich nicht in kleinere. Man sah sie auch nicht sich mit der inneren Vacuole verschmelzen. Die Plasmaschicht wurde auch nach ihrem Verschwinden nicht schmaler. Man sah nur die Conturen immer undeutlicher werden, bis sie sich der Beobachtung entzogen. Mikrotomschnitte, die diese Erscheinung hätten erklären können, bekam ich nicht. Um 11 Uhr waren die Körnchen ganz zur Ruhe gelangt. Die Plasmaschicht verschmälerte sich nun etwas, wobei die centrale Vacuole ein wenig grösser wurde. Nun ist der Augenblick der Sporenbildung gekommen. Plötzlich theilt sich das Plasma in viele kleine Partien; diese liegen zunächst in drei Lagen. Infolge dessen ist natürlich von radialen Theilungsstreifen wie bei der *Bellidis* keine Rede (Fig. 25 Taf. II). Zwischen diesen Stücken war auch hier keine Zwischensubstanz zu bemerken. Diese Stücke sind Sporen; gleich darauf fielen dieselben auseinander, doch blieben sie, obwohl ohne Ordnung gelagert, in wandständiger Lage.

In diesem Abschnitt weicht meine Darstellung in vielen Punkten von de Bary ab. Derselbe beschreibt die Verhältnisse so: „Das Endosporangium erhält nach dem Austreten sofort die Gestalt einer kugeligen Blase, . . . während der Inhalt folgende Veränderungen erleidet. Zunächst treten rings um die dunkle centrale Protoplasmamasse zahlreiche, in zwei bis drei unregelmässige concentrische Lagen geordnete Vacuolen auf, welche allmählich zu einer Schichte grosser Vacuolen zusammenfliessen. Diese liegen zwischen der centralen Masse und einer dünnen wandständigen Schichte des Protoplasma, sie werden von einander getrennt durch dicke Protoplasmastreifen und Platten, welche von der centralen Masse strahlig in die wandständige Schichte verlaufen. Durch jene Streifen strömt nun allmählich das ganze centrale Protoplasma in die wandständige Schicht über; diese wird stetig dicker, während jenes an Menge abnimmt, zuletzt ist alles

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00025-0

Protoplasma wandständig, die Mitte der Blase wird von einer grossen, mit klarer wässeriger Flüssigkeit erfüllten Höhlung eingenommen. Die wandständige Protoplasmaschicht ist nach dem Verschwinden der centralen Masse ungleichmässig vertheilt, ihre Innenfläche springt an vielen Stellen in Form breiterer oder schmälerer anastomosirender Wülste vor, die ein grobes unregelmässiges Netz darstellen. In ihrem Innern sind hie und da noch kleine Vacuolen eingeschlossen. Allmählich verschwinden diese Unregelmässigkeiten, die Innenfläche glättet sich, die ganze Schicht erhält fast überall gleiche Dicke, und allenthalben durchaus gleichmässige Struktur, nur hie und da bleiben kleine runde Vacuolen. Je näher sie diesem Stadium der Entwickelung kommt, desto durchscheinender, heller wird sie und desto mehr tritt in ihr eine sehr feine und blasse netzförmige Zeichnung hervor. Unmittelbar nach Bildung der wandständigen Schicht sind nämlich die Körnchen des Protoplasma in einfache kurze Reihen geordnet, welche sowohl in der Richtung der Oberfläche als des Radius des Sporangiums zu einem feinen engmaschigen Netze verbunden sind. Die Maschen werden ausgefüllt von durchscheinender, soweit ich es unterscheiden konnte, völlig homogener Protoplasmamasse, welche ich in Folgendem kurz die homogene Substanz nennen will. Bald sieht man nun die Seiten der Maschen breiter, letztere dagegen enger werden, indem die Körnchen zu mehrreihigen Streifen zusammenrücken. Die Dicke der gesammten Protoplasmaschicht nimmt dabei etwas ab. Die Körnchen sind einander jetzt sehr genähert, so dass man sie leicht übersehen und meinen kann, das Netz sei aus einer strukturlosen Masse gebildet. Endlich zerfällt das ganze Netz mit einem Male in unzählige kleine Stücke, indem die Körnchen in ungefähr ebenso viele Gruppen zusammenrücken, als bisher Maschenseiten vorhanden waren. Diese Körnchengruppen sind die Anfänge der Sporen. Sie erhalten alsbald schärferen, wenngleich immer sehr zart bleibenden Umriss und nehmen allmählich die Form kurz cylindrischer Stäbchen an, während die Körnchen, aus welchen sie zuerst bestanden, zu einer gleichförmig trüben Masse zusammenfliessen. Die homogene Substanz nimmt an diesen Vorgängen keinen oder doch nur geringen Antheil. Die Körnerhäufchen und jungen Sporen sind ihr eingebettet, zwischen denselben findet man sie in Form schmaler Streifchen."

Wie aus Vorstehendem zu sehen ist, sind die Abweichungen meiner Darstellung folgende: 1. die Vacuolen treten schon vor dem Austritt des Sporangiums auf; 2. es findet eine Verschmelzung der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00026-6

Vacuolen in der Mitte statt, nicht ein Hinausströmen des Plasmas aus einer centralen Anhäufung an die Peripherie; 3. die Körnchen sind in wimmelnder Bewegung im Plasma, nicht in einem langandauernden netzartigen Zustand mit homogenem Plasma in den Maschen; 4. alles Plasma zerfällt in Sporen, kein Zusammenrücken von Körnchen zu Gruppen, wobei homogene Substanz unbetheiligt bleibt; 5. die jungen Sporen liegen nicht in einer homogenen Substanz.

Auch der beschriebene Vorgang ist wieder im Wesentlichen der gleiche wie bei *P. Bellidis*: bei beiden schmelzen die Vacuolen zu einer centralen Vacuole zusammen, wobei das Plasma sich wandständig lagert, welches Plasma dann in Stücke, nämlich die Sporen, zerfällt. Die Unterschiede zwischen beiden Arten sind von untergeordneter Bedeutung: bei *P. Bellidis* verschmilzt diese Vacuole mit einer schon vorher an der Basis befindlichen. Das eigenartige Verschwinden der äusseren Vacuolenschicht, welchem ein späteres Contrahiren der Plasmaschicht folgt, ist bei *P. Bellidis* nicht wahrzunehmen, doch ist dies nur von nebensächlicher Bedeutung.

Wir sind bei dem Stadium stehen geblieben, in welchem die Sporen regellos durcheinanderliegen, aber wandständig. Dass die Sporen nicht in die innere Vacuole dringen, beweist, dass auch hier eine dünne plasmatische Haut zwischen Vacuole und Sporen liegt. Ebenso muss auch zwischen Wand und Sporen eine dünne Plasmaschicht liegen. Der weitere Verlauf gestaltet sich folgendermaassen. Man sah kleine Vacuolen von innen her zwischen den Sporen nach aussen dringen (Fig. 26*a* und 26*b* Taf. II, letztere bei oberer Einstellung gesehen). Trotzdem blieben die Sporen scharf in einer Schicht vereinigt. Es war nun, als ob die Sporen sich regelmässig lagerten, wie wenn die Vacuolen bei dem Durchtritt dieselben, welche vorher wirr gelagert waren, in eine solche Stellung geordnet hätten (Fig. 27*a* Taf. II, hier kommen die Vacuolen nicht deutlich zum Vorschein). Gleichzeitig sah man auch die Sporenschicht, an der der Chlamydospore abgewendeten Seite des Sporangiums, die wir als Scheitel bezeichnen wollen, dünner werden und dafür unten an Dicke zunehmen. Hier war das Mesosporium noch zu sehen, später verschwand es, verquoll vielleicht in dem umgebenden Wasser. In dem Maasse, als das Eindringen der Vacuolen zwischen die Sporenmasse stattfand, verkleinerte sich allmählich die innere grosse Vacuole: die Sporenmasse fing an, sich zu contrahiren. Die kleinen Vacuolen treten dann an der Aussenseite der Sporenmasse aus. Man sah jetzt

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00027-2

deutlich, dass um die Sporenmasse herum eine Plasmaschicht liegt, die sich an der Sporenbildung nicht betheiligt hat, in diesem lagern sich die austretenden Vacuolen in einer Reihe, vergrössern sich da dadurch, dass neu ankommende Vacuolen sich mit ihnen verschmelzen und zwar so, dass unten im Sporangium die grössten sich befanden, auf den Seiten allmählich kleinere und oben ganz kleine Vacuolen lagen. Sie waren durch dünne Plasmaplatten getrennt (Fig. 21 *b* Taf. II). Auf diese Weise kam die Sporenmasse wie ein Ball oben in das Sporangium zu liegen. Das Plasma zwischen den Vacuolen war in steter Strömung. Vom Sporenballe ragten einzelne Sporen in die Plasmastreifen zwischen den Vacuolen hinein, die Strömung brachte sie dadurch in Bewegung, nahm selbst hie und da einzelne eine Strecke weit mit, was auf Fig. 27 *b* Taf. II bei *s* zu sehen ist, bis eine entgegengesetzte Strömung sie wieder mit zurücknahm. In diesem Stadium gelang es mir wieder, gefärbte Bilder zu untersuchen (Fig. 28 Taf. II) und mir dabei über das Verhalten der Kerne Klarheit zu verschaffen. Die Sporenmasse ist noch von der Sporangiumwand umgeben. Diese Wand ist beim Schneiden etwas gefaltet, die Sporen liegen etwas zerstreut, an der einen Seite ist die Wand auf eine kleine Strecke nicht zu sehen. Das wandständige Plasma ist rein blau mit Kernen, die Sporen sind bräunlich blau. Sie liegen auf einem farblosen Untergrund, was erkennen lässt, dass keine Zwischensubstanz anwesend ist. Ein Theil der Sporen hat einen Kern, die meisten haben zwei Kerne, zwei sah man mit drei Kernen und eine mit vier Kernen. Dass dies ein Stadium vor dem Auswerfen ist, unterliegt keinem Zweifel. Fraglich ist aber, wie weit dasselbe noch vom Aufspringen entfernt war. Hieraus ist aber zu sehen, dass die Sporen schon mehrkernig sind, bevor sie aus dem Sporangium hinaus geworfen werden.

Der Turgor steigt nun mehr und mehr. Das Sporangium dehnt sich noch etwas, bis endlich die Wand gesprengt wurde. Die Sporen werden mit Kraft ausgeworfen und sind dabei eine Strecke weit vom Sporangium zu suchen. Die Wand des Sporangiums ist elastisch. Nach dem Aufspringen bogen sich die Ränder des Risses nach aussen um. Das Sporangium bleibt offen. Die äussere Plasmaschicht blieb im Sporangium zurück, eine Zeit lang war sie noch wandständig, aber nachher fiel sie zusammen. Sie verging, wie die Wand. Das Auswerfen der Sporen dieses Sporangiums fand um 1 Uhr 30 Min. statt.

Von de Bary's Beobachtungen weiche ich hier wiederum theilweise ab. De Bary sagt: „Die homogene Substanz zieht sich mit

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00028-8

den Sporen von der Wand zurück, aber langsamer. Man sieht sie, wenn jene schon vollständig zusammengehäuft sind, in Form zahlreicher strahlig convergirender fadenförmiger Streifen oder Strömchen von der Wand zu dem Ballen verlaufen. Jene fliessen jedoch in letztere nach und nach vollständig über, und nun dauert es nicht lange, so ist alle homogene Substanz verschwunden — ob zur Ausbildung der Sporen verwendet oder anderweitig aufgelöst, ist nicht zu entscheiden. Die Sporen sind nunmehr von wässeriger Flüssigkeit umgeben. Sie zeigen jetzt sehr deutlich eine schon beim Beginne der Zusammenballung wahrnehmbare zitternde und oscillirende Bewegung, der Umriss des Ballens ändert sich in einem fort, indem einzelne Sporen zwischen den andern hervortreten und wieder verschwinden. Bei diesen Vorgängen bleibt eine zarte als Primordialschlauch zu bezeichnende Protoplasmaschicht, welche die Membran allenthalben bekleidet, unbetheiligt. Dieselbe stellt eine dünne feinkörnige Haut dar, welche durch Jod gelb gefärbt wird und auf Zusatz von Schwefelsäure zusammenschrumpft. In den folgenden Entwickelungsstadien theilt sie das Schicksal der von ihr ausgekleideten Cellulosemembran".

Hier sind die Abweichungen meiner Befunde folgende: 1. Ich beobachte zwischen den Sporen keine homogene Substanz. 2. Die convergirenden Streifen sind das Plasma des Primordialschlauches zwischen den Vacuolen.

Die kleinen durchtretenden Vacuolen zeichnet de Bary in seiner Fig. 15 ein. In seiner Beschreibung steht aber nichts davon.

Auch dieser Abschnitt der Entwickelung ist wieder in den Hauptzügen denjenigen von *P. Bellidis* ähnlich. Die Sporen werden bei beiden auf gleiche Weise ausgeworfen. Bei beiden bleibt ferner die plasmatische Wandschicht zurück. Nur die Art und Weise, wie die Sporen sich zu einem Ball vereinigen, ist ungleich, da bei *P. Bellidis* der Vacuolensaft nicht durch die Sporenschicht hindurch zu dringen braucht. Resumiren wir, so können wir sagen: es findet bei *Protomyces macrosporus* eine simultane Sporenbildung statt, zwischen den Sporen ist keine Zwischensubstanz, eine kernhaltige äussere Plasmaschicht bleibt zurück, diese hat keinen Antheil an der Sporenbildung genommen.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass Sappin-Trouffy[1]) eine

1) Note sur la place du *Protomyces macrosporus U.* dans la classification. Le Botaniste. 10 Juillet 1897, pag. 285—288.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00029-6

Figur gibt von *Protomyces macrosporus Unger,* wo fertige Sporen offenbar von der Chlamydospore umgeben sind. Er spricht nicht von einem Austreten des Sporangiums, obwohl er de Bary's Arbeit anführt. Wenn es sich hier wirklich um *Protomyces macrosporus* U. handelt, so liegt hier ein Ausnahmefall vor, welchen ich in meinen Culturen nicht beobachtet habe.

Kapitel 4.

Im Anschluss an die Beobachtung über die Sporangienentwickelung von *Protomyces macrosporus* wurden noch einige Punkte zur Untersuchung beigezogen, die zwar nicht direct zur Hauptaufgabe vorliegender Untersuchung gehören, aber gleichwohl nicht ohne Interesse sind, nämlich die Fusionirung der Sporen nach deren Auswerfen und die Frage nach dem Kreise der Nährpflanzen dieses Parasits.

a) Sporenfusion. Es war von Interesse zu erfahren, ob bei der Verschmelzung der Sporen eine Kernverschmelzung stattfindet. Wie wir oben gesehen haben, lassen die gefärbten Präparate in ausgeworfenen, aber noch nicht fusionirten Sporen 4—7 Kerne erkennen. (Fig. 29 *a* Taf. II.) Nach der Fusion findet man in jeder der beiden fusionirten Sporen jedenfalls 4—7 Kerne. (Fig. 29 *a* Taf. II.) Dieses Verhalten gibt keinen Anhaltspunkt für das Stattfinden einer Kernfusion, sondern lässt sich wohl am ehesten so denken, dass die Sporen bald in vierkernigem, bald in mehrkernigem Zustande fusioniren. Auch bei Beobachtung von lebenden fusionirten Sporen konnte kein sicherer Anhaltspunkt erhalten werden. Ich beobachtete hier in den Sporen einzelne lichtbrechende Körper, von denen ich vermuthe, es seien Kerne; in zwei Fällen sah ich einen derselben in der Querbrücke liegen (Fig. 29 *b* Taf. II), doch konnte ich trotz längerer Beobachtung keine Lageveränderung derselben constatiren.

b) Infectionsversuche. In Rabenhorst's Kryptogamenflora wird *Protomyces macrosporus Unger* auf einer ganzen Reihe von Umbelliferen angegeben, nämlich: *Aegopodium Podagraria L., Heracleum, Sphondylium L., austriacum L., Chaerophyllum hirsutum L., Antriscus vulgaris Pers., Meum Mutellina Gaertn., athamanticum Jacq., Carum carvi L., Daucus Carota L., Gaya simplex Gaud., Seseli coloratum Ehrh., Pimpinella, Saxifraga L.*

Saccardo gibt auch *Meum, Oreoselinum* und *Ambrosia trifida* an.

Nachdem nun aber durch Brefeld für *Ustilago segetum* durch Eriksson, Klebahn und viele andere für die Uredineen gezeigt wurde, dass morphologisch übereinstimmende Pilze sich durch die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00030-6

Auswahl verschiedener Nährpflanzen als „biologische Arten“ zu erkennen gaben, lag es nahe, experimentell zu prüfen, ob dies hier auch der Fall sei. Es wurden daher mit *Protomyces macrosporus* von *Aegopodium Podagraria* folgende Umbelliferen inficirt:

Nr.	Pflanzen	Datum der Infection
1, 20	*Daucus carota L.*, Sämlinge von 1898	1. März u. 9. April 98
2, 19	*Palimba Chabraei DC.*, erwachsene Pflanze . . .	1. März u. 9. April 98
3, 31	*Bupleurum junceum L.*, Sämlinge von 98 . . .	1. März u. 9. April 98
4, 35	*Bubon gummiferum L.*, erwachsene Pflanze . . .	1. März u. 15. April 98
5	*Aegopodium podagraria L.*, erwachsene Pflanze .	1. März 98
6, 28	*Chaerophyllum hirsutum Vill.*, Sämlinge von 98 .	1. März u. 9. April 98
7, 34	*Heracleum Lehmannianum Bge.*, erwachsene Pflanze	1. März u. 15. April 98
8	*Eryngium alpinum L.*, Sämlinge von 98	1. März 98
9	*Cicuta virosa L.*, erwachsene Pflanze	1. März 98
10, 32	*Seseli montanum L.*, erwachsene Pflanze	21. März u. 12. April 98
11, 26	*Petroselinum sativum Hoffm.*, Sämlinge von 98 .	21. März u. 9. April 98
12, 33	*Eryngium agavifolium Grisb.*, erwachsene Pflanze	21. März u. 15. April 98
13, 47	*Eryngium planum L.*, erwachsene Pflanze . . .	21. März u. 30. April 98
14, 22	*Pastinaca sativa L.*, Sämlinge von 98	21. März u. 9. April 98
15, 23	*Libanotis vulgaris DC.*, erwachsene Pflanze . . .	21. März u. 9. April 98
16, 30	*Pachypleurum alpinum Ledeb.*, erwachsene Pflanze	21. März u. 9. April 98
17	*Peucedanum Osthruthium K.*, erwachsene Pflanze .	9. April 98
18	*Torilis helvetica Gmel. DC.*, Sämlinge von 98 . .	9. April 98
21, 51	*Meum athamanticum Jcq.*, erwachsene Pflanze . .	9. April u. 4. Mai 98
24, 40	*Chaerophyllum Villarsii Koch.*, erwachsene Pflanze	9. April u. 19. April 98
25	*Ferula thyrsiflora Sib.*, erwachsene Pflanze . . .	9. April 98
27	*Torilis nodosa Grtn.*, Sämlinge von 98	9. April 98
29, 52	*Pimpinella magna L.*, 52., Sämlinge von 98 . .	9. April u. 4. Mai 98
36	*Astrantia major. L.*, erwachsene Pflanze	16. April 98
37	*Carum petroselinum Bentham*, Sämlinge von 98 .	16. April 98
38	*Carum Carvi L.*, Sämlinge von 98	16. April 98
39	*Eryngium Bourgati Gouan*, Erwachsene Pflanze .	19. April 98
41	*Meum Mutellina Gaertn.*, erwachsene Pflanze . .	21. April 98
42	*Trinia vulgaris DC.*, erwachsene Pflanze	21. April 98
46	*Oenanthe Phellandrium Lmk.*, erwachsene Pflanze	30. April 98
48	*Hacquetia Epipactus DC.*, erwachsene Pflanze . .	4. Mai 98
49	*Bunium virescens DC.*, erwachsene Pflanze . . .	4. Mai 98
50	*Archangelica atropurpurea Hoffm.*, Sämlinge v. 98	4 Mai 98
53	*Athamantha cretensis L.*, erwachsene Pflanze . .	4. Mai 98

Die nach vorheriger Bespritzung inficirten Pflanzen blieben zehn Tage in dem Arbeitszimmer unter einem mit nassem Fliesspapier bekleideten Glas stehen, wurden hernach abgedeckt und in ein Treibhaus gebracht. Das Material, welches zu den Versuchen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00031-2

Nr. 1—48 diente, stammte aus Königstein, dasjenige zu den Versuchen 48—53 aus der Umgebung von Bern.

Das Endresultat war, dass folgende Pflanzen nach vier bis sechs Wochen mehr oder weniger zahlreiche Schwielen zeigten:

2, 19 *Palimba Chabraii DC.*, 4, *Bubon gumniferum L.*, 5 *Aegopodium Podagraria L.*, 9 *Cicuta virosa L.*, 32 *Seseli montanum L.*, 15, 23 *Libanotis vulgaris DC.*, 30 *Pachypleurum alpinum Ledeb.*, 25 *Ferula thyrsiflora Lib.*, 42 *Trinia vulgaris DC.*, 49 *Bunium virescens DC.*, 53 *Athamanta cretensis L.*

Bei mikroskopischer Untersuchung zeigten die Schwielen überall mehr oder weniger reichliche Chlamydosporen.

Auf den übrigen genannten Umbelliferen war das Resultat ein negatives; bei der verhältnissmässig geringen Zahl von Versuchen beweist aber dieses negative Ergebniss noch nicht, dass besagte Pflanzen von dem auf Aegopodium lebenden *Protomyces macrosporus* nicht befallen werden können. Vielmehr waren wohl hierbei Zufälligkeiten im Spiel; merkwürdig ist es, dass gerade die Sämlinge nirgends befallen wurden. Ebenso sei bemerkt, dass *Taraxacum officinale Weber* und *Aposeris foetida Less*, wie übrigens zu erwarten war, ebenfalls nicht erfolgreich inficirt werden konnten. Diese Culturversuche beweisen also jedenfalls, dass der auf Aegopodium lebenden *Protomyces macrosporus Unger* im Stande ist, auf verschiedenen Umbelliferen-Gattungen zu leben, die Specialisation desselben ist demnach bei weitem nicht so weit vorgerückt, als bei den Ustilagineen und Uredineen.

Kapitel 5.

Im obigen wurde die Sporenentwickelung der Vertreter von zwei verschiedenen Gattungen der Hemiasci beschrieben. Es frägt sich nun zunächst, wie sich andere Formen dazu verhalten. Die meisten Beobachter haben den Details der Sporenbildung nicht genauere Aufmerksamkeit geschenkt. Einiges lässt sich aber doch aus ihren Angaben entnehmen.

Zunächst beschreibt Holtermann[1]) eine weitere Art von Ascoidea: *A. saprolegnioides H.* Von der Sporenbildung derselben sagt er: „Die einzelnen Vorgänge liessen sich nicht erkennen. Das Protoplasma der Schläuche erschien allmählich dunkler und körnig und wurde schliesslich so undurchsichtig, dass jede genaue Beobachtung ausgeschlossen war. Die Wände des Sporangiums verdichten sich

1) Mycologische Untersuchungen aus den Tropen von Dr. Carl Holtermann.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00032-8

stark, indem die mittlere Schicht bedeutend aufquoll und glänzend lichtbrechend erschien. Die Sporen wurden sehr langsam und als einheitliche Masse von einer dünnen Haut umgeben, ausgestossen, nicht wie bei *Ascoidea rubescens* in langen wurmartigen Windungen herausgedrückt. Die Sprengung des Sporangiums vollzog sich dadurch, dass die unterliegende Zelle, die in das Sporangium hineinwuchs, einen starken Druck auf die Sporenmasse ausübte und hierdurch die Wände zerriss. In zweiter Linie mochte der Process durch eine Quellung der eigenartig glänzenden Zwischensubstanz, welche die Sporen umgibt, gefördert werden. Die äussere Schicht des Sporangiums war zäh und dick. Die unterliegende Zelle konnte deshalb weit in das Sporangium hineinwachsen, bis eine Sprengung eintrat. Dies veranlasste aber oft eine Aenderung der Sporangiumform, nämlich eine sackförmige Erweiterung."

Obwohl Holtermann die innere Entwickelung nicht gesehen hat, stimmt der Umstand, dass die Sporen in einer Zwischensubstanz austreten und dass diese Masse von einer dünnen Haut umgeben ist, mit der *Ascoidea rubescens* überein, man darf daher wohl annehmen, dass die Vorgänge auch im Einzelnen mit letzterer übereinstimmend sich gestalten.

Ein neuer Fall von Sporenbildung ist für die Hemiasci durch Holtermann[1]) beschrieben worden bei *Oscarbrefeldea pellucida*. Er erwähnt: „Die Bildung eines solchen Sporangiums wird dadurch eingeleitet, dass ein Mycelfaden sein Spitzenwachsthum verlangsamt, während die Strömungen in den Zellen noch in voller Thätigkeit sind. In dem farblosen Zellsaft zeigt sich allmählich ein körniges Protoplasma. Nachdem die Spitze keulenförmig oder cylindrisch geworden ist, trennt sich das Fadenende durch eine Scheidewand von dem Mycel ab. Sowohl das apicale als auch das basale Ende der Zelle wird körnig und allmählich verlaufen an der Wand hin Protoplasmalinien, die erst ganz fein sind, später aber grösser werden und zum Schluss zu einer homogenen, durchsichtigen Protoplasmamasse verschmelzen. Einige Zellen sind mehr, andere weniger protoplasmareich; aber stets finden wir das körnige Protoplasma als Wandbeleg, während die Mitte der Zellen von einem safterfüllten Raum eingenommen wird, in welchem nur einzelne kleine Protoplasmakörnchen von dem langsamen Strom umhergeführt werden, bis sie an der Wand haften bleiben.

1) l. c.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00033-4

Besonders die beiden Enden des Schlauches fallen im Anfang durch ihren Protoplasmareichthum auf; bald kommen in der Mitte der Zelle kleine, farblose, körnige Ansammlungen zum Vorschein. Zwischen diesen verlaufen zarte Hyaloplasmafäden und körnerführende Plasmastränge. Diese werden deutlicher und deutlicher, bilden neue Verbindungen unter sich und vergrössern sich, bis sie bei der fortschreitenden Entwickelung auf einander stossen und so mit einander verschmelzen, dass sie eine zusammenhängende Platte bilden. Dies ist die erste neue Theilungsebene. Der Vorgang findet in ähnlicher Weise statt, wie das Zufrieren einer runden Oeffnung im Eise, das am Rande beginnt und langsam nach Innen fortschreitet.

Der ursprüngliche einzellige Schlauch wird also in zwei Theile zerlegt.

Bisweilen bildet sich die Platte nur von der einen Seite ausgehend und durch ihr fortschreitendes Wachsthum in transversaler Richtung wird die Zelle getheilt.

Schon wenn die Scheidewand in der Mitte des Schlauches eben sichtbar geworden ist, beginnen die beiden Theilstücke in ähnlicher Weise sich zu zerlegen, wie der Mutterschlauch, indem jeder Theil in der Mitte eine neue Theilungsebene zeigt. Durch diese wiederholte Zweitheilung wird der Schlauch in vier übereinanderliegende Zellen abgegrenzt und so kann die Theilung in geometrischer Progression sich weiter vollziehen, indem jede Theilzelle eine neue Scheidewand in der Mitte bildet. Wir finden Schläuche mit 8 und 16, oft sogar mit 32 Zellen. Der seitliche Wandbelag verdickt sich bei jeder Theilung, oft bekommt er deshalb einen Durchmesser, der der Weite des Hohlraumes entspricht.

Die Hohlräume runden sich an den Enden ab und nehmen eine elliptische Form an; ihre Wände bekleiden sich mit einer dünnen, körnigen Schicht. Die Hohlräume bilden das Innere der zukünftigen Sporen; sie grenzen sich durch eine cuticularisirte Schicht (das spätere Episporium) von der Zwischensubstanz ab. Die oft reichlich vorhandene Zwischensubstanz ist eine zähe, stark lichtbrechende Masse. Sie ist nicht mit den Zellwänden des Schlauches verwachsen, denn in der Regel wird bei der später folgenden Ejaculation der ganze Inhalt des Schlauches ohne jede Complication entleert. Oft tritt er als zusammenhängende Masse aus. Zuweilen aber scheiden sich die letzten Sporen mit kleinen Reihen der Zwischensubstanz etwas später ab. Deshalb verbleiben die Membrane der Sporangien während des ganzen Theilungsactes dünn und werden nicht merkbar dicker, als diejenigen des vegetativen Fadens.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00034-0

Die Ejaculation vollzieht sich jedenfalls in den Culturen sehr langsam, indem der Inhalt in einer nicht näher verfolgten Weise die Endwand durchbricht und als wurmförmige Masse zum Vorschein kommt, während der entleerte Theil des Sporangiums sich etwas zusammenzieht. Sehr häufig erscheinen in der Mitte der Sporen protoplasmatische Ansätze — dies sind rudimentäre Theilungsebenen. Der Schlauch hat noch einmal eine Theilung vornehmen wollen, aber nur die ersten protoplasmatischen Ansammlungen zu Wege gebracht. Die Grösse der Sporangien schwankt bedeutend und die Zahl der gebildeten Sporen gibt keinen Massstab; denn ein grosser Schlauch enthält oft nur einige Sporen, während der übrige Theil mit grossen Massen von Zwischensubstanz erfüllt ist.

Was uns bei allen diesen Vorgängen besonders interessirt, ist die Thatsache, dass die Kerntheilung keine Rolle bei der Differenzirung der Sporen spielt."

Wie aus dieser Beschreibung zu sehen ist, findet hier eine wiederholte Zweitheilung des Inhalts statt, wobei das Plasma den inneren Saftraum in Stücke zerlegt. Die Hohlräume bekommen Wände, werden Sporen, das umgebende Plasma wird die Zwischensubstanz. Kerne sind nach Holtermann nicht anwesend.

Da ich die Sporangien der Oscarbrefeldia nicht gesehen habe, kann ich von dieser Art der Sporenbildung nichts weiteres sagen.

Von den übrigen Gattungen dürfte sich mit *Ascoidea* am ähnlichsten verhalten: *Dipodascus albidus Lagerheim.* De Lagerheim[1]) nennt die länglichen, schmal auslaufenden Sporangien Sporenschläuche; diese entstehen in Abweichung von Ascoidea alle ohne Ausnahme durch Fusion von zwei Zellen. Diese Zellen oder „Gameten" entstehen auf derselben Hyphe aus aneinandergrenzenden Zellen oder an verschiedenen Hyphenzweigen. Die „Gameten" sind schon reicher an Protoplasma und ärmer an Vacuolen wie die Mutterhyphe, ehe sie durch eine Scheidewand von diesen abgegrenzt sind. Bei der Fusionirung kommen sie in offene Verbindung. Leider konnte de Lagerheim aus Mangel an Hülfsmitteln nicht untersuchen, wie sich bei dieser Verschmelzung die Kerne verhalten. Nach dem Verschmelzen wächst eine der beiden Gameten zum Sporenschlauch aus. Die Sporenentwickelung gestaltet sich darin folgendermaassen, de Lagerheim sagt: „Das Protoplasma sammelt sich in dem oberen

1) Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Band XXIV, Heft 4.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00035-6

Theil des auswachsenden Schlauches und erscheint dunkel, körnig und feinvacuolig. An der Spitze des jungen Sporangiums erscheint das Protoplasma heller, fast körnerlos. Im unteren Theil des heranwachsenden Sporangiums treten allmählich grössere Vacuolen auf. Wenn der Schlauch eine gewisse Länge erreicht hat, verjüngt er sich im oberen Theil, so dass er schliesslich, wenn er seine definitive Grösse erlangt, eine ausgezogene Kegelform besitzt. Inzwischen hat sich das Protoplasma zum grössten Theil in dem oberen Theile des Schlauches angesammelt; im unteren Theile desselben treten sehr grosse Vacuolen auf, so dass das Protoplasma dort zu dünnen Scheiben reducirt erscheint. Das im oberen Schlauchtheil angesammelte Protoplasma erscheint jetzt stark körnig, und bald erkennt man, dass in demselben die Sporenbildung vor sich gegangen ist. Bei der Kleinheit der Sporen war es mir nicht möglich, den Vorgang der Sporenbildung näher zu verfolgen. Nicht das ganze Protoplasma wird zur Ausbildung der Sporen verbraucht, sondern ein beträchtlicher Theil davon bleibt als eine die Sporen umhüllende Zwischensubstanz übrig. Diese Zwischensubstanz hat eine gelbliche Farbe und erscheint stark lichtbrechend." Die Sporangien sind langgestreckt, kegelförmig mit stumpfer Spitze. Die Membran ist farblos, glatt, fest und an der Spitze etwas dicker und an der Innenseite weicher. Sie sind fast immer gekrümmt, was de Lagerheim dem Aerotropismus zuschreibt. Das Austreten der Sporen ist sehr eigenartig, es geschieht an der Spitze, deren Rand sich dabei ein wenig zurückbiegt, wonach Spore für Spore nach aussen tritt wie ein Faden, in der Zwischensubstanz, welche sehr klebrig ist, eingelagert, der Faden rollt sich zu einer Kugel zusammen und bleibt dann auf der Mündung liegen. Die Sporen treten zuerst schnell heraus, allmählich langsamer, die letzten treten nicht mehr aus, sondern bleiben oben im Sporangium sitzen und verstopfen den Ausgang. Die Kraft, welche die Sporen nach aussen trieb, lag in der Vergrösserung der unteren Vacuolen. Infolge der Verstopfung des Sporangiums kann diese vacuolige Masse nicht austreten. Dadurch collabirt das Sporangium nicht, es bleibt steif und nach oben vorragend, mit der Sporenkugel auf der Spitze. De Lagerheim denkt, dass Insekten, angelockt durch den Geruch des Schleimes, hierauf kommen, wobei die klebrigen Sporenkugeln an ihre Körper sich heften und auf diese Weise verschleppt werden.

Auch hier findet also freie Sporenbildung mit Zurücklassung von Zwischensubstanz statt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00036-2

Thelebolus Stercoreus ist im Jahre 1790 durch Tode[1]) beschrieben worden. Zukal[2]) beobachtete im Jahre 1885 seine Entwickelung näher. Die Hülle des Sporangiums nennt er Perithecium, diese ist kugelig oder eiförmig, mündungslos und hat einige Rhizoiden. In Wasser untersucht, sieht man in der oberen Polargegend eine Anschwellung, welche sich vergrössert, über den Scheitel dieser Hervorragung springt die Kapselwand auf, wobei langsam ein glänzender, dicker Schlauch hervortritt. Das Austreten dieses Schlauches dauert ein bis drei Minuten. Nur zu Dreiviertel tritt er nach aussen, um den Basaltheil bleibt die zusammengeschrumpfte Peritheciumwand sitzen. Der Ascus hat eine Länge von 200 µ und eine Breite von 150 µ, die Wand ist 5 µ dick, sie ist von einer Schleimschicht umgeben, wodurch das glänzende Aussehen entsteht. Die Ascuswand hat oben eine kappenförmige Stelle, welche ein anderes optisches Verhalten hat, als die übrige Wand, der Kappetheil ist matt und porös und die übrige Wand reflectirt das Licht ziemlich stark.

Zukal sagt weiter: „Der mächtige Ascus ist an seiner Innenseite mit einer ziemlich dicken Schichte von Protoplasma ausgekleidet; für gewöhnlich ist diese plasmatische Wandschichte schwer sichtbar, sie tritt aber sofort deutlich in der bekannten Weise hervor, wenn man wasserentziehende Reagentien anwendet.

Das ganze Innere des Schlauches wird von einer grossen Anzahl (wahrscheinlich 8 × 6 µ) sehr kleiner farbloser Sporen gleichmässig erfüllt. Dieselben besitzen eine gestreckt ellipsoidische Form und sind etwa 5 µ lang und 3 µ breit.

Wenn ich gesagt habe, dass der ganze Schlauch von der Sporenmasse nahezu gleichmässig erfüllt wird, so gilt dies nur für den trocknen, liegenden, reifen Ascus; denn sobald derselbe in das Wasser gelangt, ziehen sich die Sporen zu einem einzigen, in der Scheitelregion des Schlauches liegenden Ballen zusammen. Dabei erkennt man deutlich, dass die ganze Sporenmasse, ähnlich wie bei Saccobolus von einer besonderen Schichte von Hyaloplasma gleichwie von einem Sacke eingeschlossen wird. Dieser ist es, welcher sich wie ein Muskel activ contrahirt; die Sporen folgen nur passiv seinem Drucke. Zuweilen sieht man auch, dass einzelne Plasmastränge den Sporensack (sit venia verbo) mit dem Wandplasma verbinden. Während sich die Sporen in der Scheitelregion des Ascus

1) Fungi Mecklenb. sel. fasc. I, pag. 41 Tab. VII, Fig. 56 *a—h*, 1790.
2) Denkschr. d. k. Academie d. W., Wien 1886. pag. 21—26 Tab. 1.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00037-8

zusammenballen, vergrössert sich der letztere unter den Augen des Beobachters fort und fort. Die Vergrösserung erfolgt hauptsächlich in der Richtung seiner Längenachse, und zwar durch einen Druck, der von innen nach aussen wirkt. Durch diesen Druck wird die sehr elastische Ascuswand hauptsächlich in ihrem obersten Theile passiv gedehnt.

Wie entsteht aber der von Moment zu Moment stetig wachsende Druck im Innern des Ascus? Auf eine sehr einfache Weise. Der Schlauch enthält nämlich in seinem Innern eine grosse Menge einer quellbaren Materie. Diese quellbaren Massen sind hauptsächlich in seiner Basisregion aufgestapelt, und zwar in der Form von halbflüssigen Bällchen oder Blasen; ihrer chemischen Constitution nach dürften sie zu der Gruppe der „Pflanzenschleime" gehören.

Gelangt nun der reife Ascus in das Wasser, so nehmen die gummiartigen Massen in seinem Innern das Wasser mit einer grossen Energie auf, wobei sie rasch aufquellen und sich haufenwolkenartig nach oben gegen die Sporen zu vertheilen." Hauptsächlich kommt dieses Imbibitionswasser durch die obere poröse Stelle der Wand nach innen, zuweilen mit solcher Gewalt, dass der Sporenballen durch den Wasserstrom weit nach hinten mitgenommen wird, um, wenn die Strömung geringer wird, nach seinem Platz im Scheitel zurückzukehren. — „Da die Quellungserscheinungen im Innern des Ascus fortdauern und demnach der Druck von innen nach aussen fortdauernd wächst, so wird endlich die Festigkeit der Schlauchwand überwunden und derselbe reisst am Scheitel und zwar an der differenzirten Hautstelle in 2—4 Lappen auf. Weil aber die Ascusmembran eine grosse Elasticität besass, so stand im Momente des Platzens auch der Inhalt des Ascus genau unter demselben Druck wie seine Membran. Dieser Druck muss sehr gross sein, weil die ganze Sporenmasse auf die enorme Entfernung von $1^1/_2$ cm fortgeschleudert wird."

So lange der Ascus noch als eine dünnhäutige, kugelige Blase im Innern des jungen Peritheciums sichtbar ist, ist deutlich ein einziger grosser Zellkern wahrzunehmen. Wahrscheinlich entsteht der Ascus früher als die Rinde. Später sind mehr Kerne zu sehen, bis sie endlich nicht mehr zu zählen sind.

Brefeld[1]) beschreibt noch eine kurze Stielanlage unter dem

1) l. c. pag. 115.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00038-4

Sporangium und denkt, dass der Druck zur Ejaculation nicht in erster Linie durch die Zwischensubstanz geliefert wird, aber die verquellende Sporangienmembran und das umgebende Hüllgewebe mitarbeiten.

Aus dieser Untersuchung von Zukal ist nur hervorzuheben, dass eine Art Zwischensubstanz in Form einer quellbaren Materie nach der Sporenbildung anwesend ist.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Sporangium von *Ascoidea,* wie auch von *Protomyces* mit dem von *Thelebolus* besteht darin, dass die ersteren ihre Entwickelung mit mehreren Kernen anfangen, der letztere seine Entwickelung mit einem Kern anfängt.

Als *Hemiasci* beschreibt sodann Holtermann[1]) *Conidiascus paradoxus.* Hier sieht er Conidien zu Sporangien sich entwickeln. Dieselben enthielten drei bis fünf rundliche Sporen. Die Bildungsweise der Sporen konnte er nicht näher verfolgen, da die Conidien unter Deckglas keine Sporen bildeten. Weiter erwähnt er: „Die Masse der Sporen blieb von dem Epiplasma umgeben und wurde in der Regel gemeinschaftlich ejaculirt unter Durchbrechung der Spitze des Sporangiums."

Für *Monascus* ist durch v. Tieghem[2]) und Harz,[3]) später genauer durch Went[4]), die Sporangiumentwickelung verfolgt worden. Letzterer beschreibt dieselbe für *Monascus purpureus* folgendermaassen. Er sagt: La figure 17 nous fait voir un jeune sporange contenant un protoplaste avec plusieurs vacuoles assez grandes; dans la figure 18, celles-ci se sont divisées de manière que le protoplaste est devenu écumeux. Puis le protoplaste devient trop opaque et les vacuoles deviennent en même temps trop petites, pour pouvoir les distinguer encore; c'est le cas dans les figures 19 et 20; la ligne pointillée de la figure 19 est la limite des filaments couvrants vue dans une position un peu plus haute du tube; d'où il suit qu'ici le sommet du sporange n'est pas encore entouré de la couche couvrante. Enfin, le contenu du sporange se divise en une quantité de spores; quoique j'aie cherché bien longtemps, je n'ai jamais pu découvrir le moment de la division; elle doit se faire dans un temps bien court. . . . Mais de temps en temps, on voit des cas, comme celui qui est représenté dans la figure 23. Ici, seulement une partie du sporange est remplie

1) l. c.
2) Bulletin de la Societé botanique de France Tome XXI, pag. 227 und 229.
3) Botan. Centralbl. Bd. XLI, 1890, pag. 370. Bd. XLII, 1890, Tafel I.
4) Annales des Sciences natur. 1895, pag. 1—16 pl. 1 u. 2.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00039-1

de spores; dans l'autre partie, on voit des bandes de protoplasme avec des vacuoles. Je ne sais si c'est un cas pathologique n'ayant rien à faire avec l'état normal, ou bien resterait-il toujours une partie du contenu du sporange, qui ne se divise pas et qui alors se trouverait dans le centre du sporange? . . . Quand on étudie la surface de la masse de spores, on voit que, là du moins, il n'y a aucune substance entre ces spores, comme le montre la figure 25 à un grossissement très fort; bien plus, on voit que les spores se pressent de manière à devenir angulaires, comme des cellules d'abeille.

Le nombre des spores est assez variable; j'ai vu des sporanges avec 6, avec 8, avec 10 spores, mais j'en ai vu aussi qui en contenaient environ 150 et jusqu'a 500. Comme la grandeur des spores varie très-peu, les dimensions étant environ 5 μ sur 6,5 μ, on conçoit que le diamètre des sporanges doit présenter des variations extrêmes. Aussi ai-je mesuré le diamètre d'un périthèce ayant 25 μ, tandis que dans d'autres cas c'était 50 ou 75 μ.

Le périthèce ne s'ouvre pas, les pores ne devenant libres que quand la paroi du sporange avec la couche couvrante périssent. — Le cas, dessiné dans la figure 24, qui donne l'impression que le périthèce s'ouvre n'a été vu qu'une seule fois. — Au moment de devenir libres, les spores ont encore leurs contours angulaires, mais bientôt elles s'arrondissent et prennent une forme ovale."

Aus dieser Untersuchung geht nicht mit Sicherheit hervor, ob neben den Sporen noch Protoplasma unverbraucht bleibt, es kann daher auch nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob Monascus unsern beiden beschriebenen Formen näher steht.

Zu den Hemiasci wird endlich auch Endogone gestellt, obwohl über deren Sporenbildung sehr wenig bekannt ist. Die Sporangien sitzen in kleinen Fruchtkörpern in grosser Anzahl zusammen. Sie entstehen am Ende von Hyphen, Reste dieser Hyphen liegen bisweilen zwischen den Sporangien. Schröter[1]) hat sporenartige Gebilde in den Sporangien gesehen, aber deren Entwickelung nicht verfolgt. Ed. Fischer[2]) hat an aufgeweichtem Herbariummaterial ausser fertigen Sporen in den Sporangien auch noch jüngere Sporen gefunden, bei welchen eine protoplasmatische Zwischensubstanz nicht wahrzunehmen war, ebenso auch keine wandständige Plasmaschicht. Diese Sporen habe ich ebenfalls in aufgeweichtem Herbariummaterial

1) Engler und Prantl. Natürliche Pflanzenfamilien, pag. 148.
2) Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. Erster Bd., V. Abth., pag. 124.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00040-2

in Keimung gesehen, sie wachsen durch einen dicken Keimschlauch aus. Sonst ist über die Entwickelung der Sporangien nichts bekannt. Nach diesen wenigen bekannten Daten scheint Endogone jedenfalls nicht in näherer Beziehung zu Ascoidea und Protomyces zu stehen.

Fassen wir also dasjenige, was heute über die Hemiasci bekannt ist, zusammen, so können wir sagen: Dipodascus, vielleicht Oscarbrefeldia nähern sich Ascoidea, Protomyces dagegen steht mehr für sich allein, und die übrigen Gattungen sind zu ungenügend bekannt, um einen Vergleich durchzuführen.

Kapitel 6.

Vergleich der Sporangienentwickelung der Hemiasci mit derjenigen der Ascomyceten und Phycomyceten.

Nachdem wir gesehen haben, wie sich die Entwickelung der Sporen bei den Hemiasci verhält, bleibt uns noch der Vergleich mit den Ascomyceten und Phycomyceten durchzuführen übrig. Die Entwickelung der Asci der Ascomyceten ist von de Bary,[1]) Dangeard,[2]) Strasburger[3]) und Schmitz[4]) eingehender beobachtet worden, mehrere Beobachter haben nachher diese Untersuchungen bestätigt, abgesehen davon, dass Holtermann[5]) die Kerne nicht finden konnte. Harper[6]) hat die Sporenwandbildung beobachtet. Nach de Bary's[7]) Beschreibung gestaltet sich im Ascus die Sporenbildung folgendermaassen: „Bei einer Anzahl von Pezizen ist der jugendliche Ascus mit feinkörnigem, einzelne Vacuolen umschliessendem Protoplasma erfüllt, in dessen Mitte, sobald der Schlauch etwa ein Drittel seiner definitiven Länge erreicht hat, ein Zellkern deutlich wird, in Form eines hellen, kugeligen Körpers, in welchem ein centraler, kleinerer, stark lichtbrechender liegt. Ob man den ge-

---

1) Die Fruchtentwickelung der Ascomyceten, pag. 34.

2) La reproduction sexuelle des Ascomycetes. Le Botaniste Ser. IV, pag. 21.

3) Bot. Zeitg. 1879, p. 272, Zellbildung u. Zelltheil., 3. Aufl., pag. 49 ff.

4) Ueber d. Zellkerne d. Thalloph. in Sitzungsb. d. Niederrh. Gesellsch., 4. August 1879.

5) l. c.

6) Kernth. u. freie Zellb. im Ascus in Jahrb. f. wissensch. Bot.

7) Vergl. Morph. u. Biol. der Pilze, Mycetozoen u. Bact., 1884, pag. 81.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00041-8

sammten Körper als Kern und den inneren kleineren alsdann als Nucleolus zu bezeichnen hat, oder ob letzterer allein den eigentlichen Zellkern darstellt, ist noch näher zu untersuchen.

Mit dem ferneren Wachsthum des Schlauches rückt das Protoplasma in das obere Ende desselben ein; in dem unteren, bis Dreiviertel der ganzen Länge betragenden Theile bleibt nur mehr wässerige Flüssigkeit und ein dünner, die Wand überziehender Protoplasmabeleg. Hat der Ascus sein Längenwachsthum vollendet, so wird der Anfang der Sporenbildung dadurch angezeigt, dass an der Stelle des ursprünglichen Zellkerns zwei kleinere auftreten. In einem ferneren Stadium findet man vier, dann acht Kerne, immer von der gleichen Struktur, aber um so kleiner, je höher ihre Zahl ist. Nach der Anordnung der Kerne und Strasburger's Beobachtungen an Anaptychia kann kein Zweifel sein, dass sie durch successive Zweitheilung aus dem primären hervorgehen. Die acht Kerne letzter Ordnung gruppiren sich in ziemlich gleiche Entfernung von einander; endlich ist jeder derselben von einer runden Portion Protoplasma umgeben, welche von dem übrigen durch grössere Durchsichtigkeit ausgezeichnet und durch eine sehr zarte Linie abgegrenzt ist. Diese Protoplasmaportionen sind die Anfänge der Sporen, sie entstehen alle gleichzeitig, erhalten bald feste Membranen und wachsen, im Innern des Ascus zu einer Längsreihe geordnet, etwa aufs Doppelte ihrer ursprünglichen Grösse heran: Das Protoplasma, welches zie zuerst umgibt, verschwindet während ihres Heranwachsens bei *Pez. pytia* rasch; es wird hier immer gleich dem in den Sporen enthaltenen durch Jod gelb gefärbt. Bei *P. confluens* zeigt das Protoplasma des Ascus vor der Sporenbildung die gleiche Jodreaction, und das Nämliche gilt jederzeit von dem in den Sporen. Dagegen nimmt nach Entstehung letzterer das Protoplasma die Eigenschaften einer Substanz an, für welche ich den Namen Epiplasma vorgeschlagen habe und welche sich von dem gewöhnlichen Protoplasma durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen eigenthümlich homogen-glänzendes Aussehen und besonders durch die rothbraune oder violettbraune Farbe auszeichnet, welche sie bei Einwirkung selbst sehr verdünnter Jodlösung annimmt.

Bei einer Anzahl anderer mit grossen Ascis versehener Arten tritt schon vor der Sporenbildung eine Sonderung des zuerst gleichförmigen Schlauchinhalts in Protoplasma und Glycogenmasse ein. . . . Der Zellkern liegt immer in dem Protoplasma, central oder etwas excentrisch, die Sporenbildung findet gleichfalls in diesem Theile

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00042-4

statt und zwar gleichfalls im Wesentlichen auf die oben beschriebene Weise."

Am Schluss seiner Beschreibung der Pyrenomyceten-Asci sagt de Bary: „Alle diese Thatsachen lassen kaum einen Zweifel daran, dass die Entwickelung der achtsporigen Asci bei den Pyrenomyceten mit den Discomyceten im Wesentlichen übereinstimmt und dass fernere Beobachtungen hierfür den bestimmten Nachweis liefern werden." Weiter sagt er: „Auch bei *Exoascus Pruni* fand Fr. Schmitz in den Schläuchen und den Sporen Zellkerne; im Uebrigen schliesst sich die Sporenentwickelung dieses Pilzes vollkommen den Discomyceten an."

Dangeard[1]) untersuchte in neuerer Zeit die ersten Entwickelungsstadien der Asci. Er fand, dass der erste Ascuskern entsteht durch Verschmelzung von zwei vorher vorhandenen Kernen, eine Erscheinung, die er sexualact deutet. Bei *Peziza vesiculosa* sieht Dangeard diese zwei Kerne sich erst theilen. Von jedem Kernpaar kommt einer in dem eigentlichen Ascus. Diese zwei verschmelzen zum Ascuskern. Bei *Exoascus deformans* verschmelzen beide Kerne vor der Bildung der Asci. Nach Harper[2]) findet eine Kernverschmelzung in einem früheren Stadium statt, bei der Vereinigung von zwei Zellen auf eine Weise, die mit dem Sexualact der höheren Gewächse eine grössere Uebereinstimmung hat.

Sehr schöne Untersuchungen führte Harper[3]) aus über die Bildung der Sporenwand und das Entstehen der Sporen bei *Erysiphe communis Wallr.* und *Peziza stevensoniana*. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass der Kern sich an der Polseite ganz allmählich zuspitzt. Diese Spitze verlängert sich, wobei die Centrosphäre mehr und mehr von dem eigentlichen Kernleib sich entfernt. Der so entstandene Schnabel ist ein langes schmales Röhrchen mit erweitertem Grunde, das sich dann rasch verschmälert und oben bisweilen wieder etwas erweitert. Der Schnabel wird etwas länger als der Kern breit ist. In diesen Schnabel hinein reicht ein Fortsatz des Chromatingerüstes bis an das Ende, wo die Centrosphäre liegt. Die Wand des Schnabels, obwohl eine Fortsetzung der Kernwand, ist doch eine Neubildung. Hat der Schnabel seine definitive Länge erreicht, dann legen die Radien der Strahlensonne des Centrosoms sich um und

1) l. c.
2) Die Entw. d. Perith. b. *Sphaerotheca Castagnei*, 1896, pag. 473. Ber. D. b. G.
3) l. c.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00043-0

formen von der Centrosphäre als Centrum aus einen Hohlkegel um den Kern. Die Radien verschmelzen unter einander und wachsen in die Länge fort, umschliessen so den Kern und einen Theil des Plasmas. An dem unteren Rande sind es noch freie Fasern. Endlich biegen sie nach unten zusammen und verschmelzen da mit den Enden und Seiten. Der Schnabel verdünnt sich hierauf und zuletzt zieht sich die Centrosphäre nach dem Kerne zurück, welcher sich wieder rundet.

Harper[1]) hat festgestellt, dass die reifen Sporen im Ascus von *Peziza stevensoniana, Ascobolus furfuraceus, Peziza badia* und *Plicaria repanda* einen Kern haben. Dagegen fand Dangeard bei den reifen Ascussporen von *Aspergillus glaucus* zwei Kerne. Unter den Hemiasci nähert sich nun, was die Kernverhältnisse anbelangt, *Thelebolus stercorius P.* den Ascomyceten. Bei beiden fängt die Entwickelung ihres Sporangiums mit einem Kern an. Ascoidea nähert sich den Ascomyceten durch ihre freie Sporenbildung mit Zurücklassung von Zwischensubstanz, doch besteht ein wichtiger Unterschied darin, dass die Entwickelung seines Sporangiums mit mehreren Kernen anfängt. Auch *Dipodascus albidus* ist den Ascomyceten verwandt durch seine freie Sporenbildung und Zurücklassung von Zwischensubstanz. Ebenso dürfte sich Conidiascus mit seiner Zwischensubstanz auch hier anschliessen.

Grössere Verschiedenheit gegenüber den Ascomyceten zeigt dagegen Protomyces, 1. indem zwischen den Sporen keine Substanz unverbraucht, dafür aber nach aussen ausser der Sporenmasse ein plasmatischer Sack übrig bleibt, der sogar Kerne enthält, 2. durch von Anfang an grosse Anzahl von Kernen im Sporangium.

Ueber die Entwickelung der Phycomyceten liegen zahlreiche Beobachtungen vor, so aus neuerer Zeit von Pringsheim,[2]) de Bary,[3]) Walz,[4]) Brefeld,[5]) Strasburger,[6]) Büsgen,[7])

---

1) Beitr. z. Kenntn. d. Kerntheil. u. Sporenbild. im Ascus. Ber. d. D. bot. Ges. 1895, pag. 67.

2) Pringsh. Jahrb. II, pag. 169—192. Entw.-Gesch. d. Achlya pr. N. A. A. L. C., 1851.

3) Bot. Zeit. 1852. Annales d. sc. nat. s. IV, t. XIII 1860 u. s. IV, t. XX, 1863.

4) Bot. Zeit. 1870.

5) Myc. Unt. Erst. Heft 1872.

6) Zellbild. u. Zelltheil., III. Aufl., 1880.

7) Die Entwickel. der Phycomycetenspor. Pringsh. Jahrb. Bd. XIII, Heft 2, 1882.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00044-6

Marshall Ward,[1]) Berthold,[2]) Hartog,[3]) Rothert[4]) und Leitgeb.[5])

Zur Vergleichung mit den von uns untersuchten Formen wollen wir die Untersuchung beiziehen, welche Rothert über *Saprolegnia Thureti, Saprolegnia specs.* und *Saprolegnia monoica* ausgeführt hat. Das Sporangium entsteht hier am Ende eines Fadens, welcher schwach keulenförmig anschwillt, sein Wachsthum dabei einstellend. Es kann auch intercalar gebildet werden. Die nach der Spitze gerichtete Plasmaströmung dauert zunächst fort, wodurch das Plasma sich dicht in dem keulenförmigen Ende ansammelt. Dieses Plasma ist hier in steter Bewegung, bildet bisweilen einen dicken Wandbeleg um einen schmalen centralen Hohlraum herum. An der Basis geht dieses Plasma über in die dünne Wandschicht des Tragfadens, bis eine Grenze sichtbar wird zwischen dem Plasma des Sporangiums und des Tragfadens. An dieser Stelle entsteht eine breite Hyaloplasmascheibe, an deren Basis simultan die Querwand auftritt. Die Sporangien theilt Rothert ein in gefüllte, normale und inhaltsarme. Die normalen haben eine kleine centrale Vacuole mit dickem Plasmawandbeleg, die inhaltsarmen haben eine grosse Vacuole mit dünner Plasmawandschicht. Uebergänge sind natürlich auch da.

In die Hyaloplasmaschicht, unter der die Querwand sich gebildet hat, wandern jetzt auch Körner, wodurch der ganze Inhalt des Sporangiums körnig wird. In den nicht gefüllten Sporangien treten in dieser Hyaloplasmaschicht erst Vacuolen auf, die sich mit dem inneren Lumen vereinigen, bevor erstere körnig wird. Die Querwand wölbt sich meist in den Tragfaden hinein. Nach einiger Zeit ist das Plasma überall gleichmässig körnig und in den nicht gefüllten Sporangien ist die Wandschicht allseitig gleich breit geworden. Am Ende des Sporangiums entsteht ein Fortsatz, dieser enthält erst Hyaloplasma, das aber später meist grösstentheils auch körnig wird und in innigerem Verband mit der Wand steht, als das andere Plasma. Nun treten im Plasma Spalten auf, die simultan ein Netzwerk bilden. Bevor das Netzwerk definitiv gebildet ist, sind diese

---

1) In Quart Journ. Micr. Soc. N. S., 1883.

2) Protoplasma Mechanik, 1886.

3) Recherches sur la structure des Saprolegniées u. Annals of Botany. Vol. II, N. VI, 1888, pag. 201 ff.

4) Die Entwickl. d. Sporangien bei den Saprolegnieen.

5) Pringsh. Jahrb. Bd. VII, pag. 357—389.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00045-2

Spalten erst einige Zeit unstabil, können verschwinden und wieder auftreten; niemals gehen sie aber bis zur Wand. Es bleibt also der Wand entlang ein continuirlicher Beleg. Die so abgegrenzten Partien sind die Sporenanlagen. Die Spalten sind anfänglich überbrückt von Plasmaverbindungen, welche von einer Sporenanlage zu den anderen gehen, diese untereinander noch verbindend; dann aber verschwinden diese Verbindungen grösstentheils rasch, nur wenige bleiben noch. Zwischen den Sporenanlagen in den Spalten befinden sich an einzelnen Stellen Protoplasmastreifen oder einzelne Plasmakörner. Das Meiste davon wird später von den Sporenanlagen eingezogen, ein Theil persistirt bis zur Trennung dieser. (Das Gesagte gilt für die normalen Sporangien, bei den gefüllten gehen die Spalten nicht von einem Lumen aus, da ein solches hier fehlt, aber sie gehen von der Mitte aus nach allen Seiten. Bei den Inhaltsarmen entsteht nur eine wandständige Lage von Sporenanlagen, die durch Spalten oder Buchten getrennt sind, welche ebenfalls nicht bis zur Wand des Sporangiums reichen, mit anderen Worten, die Sporenanlagen entstehen als kleine Erhebungen auf einem zusammenhängenden Wandbeleg.) Aus dieser Darstellung von Rothert ergibt sich also, dass in den Sporangien der Oomyceten, so weit sie untersucht sind, Spaltung, das heisst Theilung des Plasmas stattfindet, ohne Zurücklassung von Zwischensubstanz, aber auch ohne gleichzeitige Wandbildung, denn die Wand entsteht später, bei vielen Arten sogar wird die Sporenwand ausserhalb des Sporangiums gebildet. Weiter beschreibt dann Rothert, wie nach der Spaltung des Plasmas die Sporenanlagen sich contrahiren; hierbei verbreitern sich die Spalten zwischen denselben. Die Sporenanlagen werden glänzender und schärfer contourirt, die vorher unebene Oberfläche glättet sich dabei. Die Sporenanlagen sind von Anfang an nicht in Ruhe, sondern verändern ihre gegenseitige Lage langsam. Der Wandbeleg hat ausser der Schicht feiner Körnchen stellenweise einige grössere Körner oder Plasmaanhäufungen, welche in das Lumen zwischen den Sporenanlagen vorspringen, auch sind noch Protoplasmafäden da, mit oder ohne Körner; diese verlaufen theils im Wandbeleg selbst, theils (in den inhaltsarmen Sporangien) quer und schräg durch das Lumen des Sporangiums von einer Sporenanlage zur anderen. Bei den verschiedenen Sporangien wird das Plasma nun feinkörniger und dadurch durchsichtiger. Die Sporenanlagen quellen auf und nähern einander so, dass sie durch den gegenseitigen Druck polygonal werden, doch bleiben sie getrennt. Dabei treten kleine Vacuolen auf; diese

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00046-8

vergrössern sich, verschwinden wieder und neue entstehen, was eine Zeit lang dauern kann. Während des Aufquellens der Sporenanlagen theilt sich der Protoplasmawandbeleg. Bei den inhaltsarmen Sporangien sieht man, dass der zarte, bis dahin ganz continuirliche Protoplasmawandbeleg, dem die Sporen gewissermaassen aufsitzen, zwischen den Sporen sich von der Membran abhebt, in der Mitte theilt und von den Sporen eingezogen wird. Diese Sporenanlagen sind nun getrennt, sie sind zu Sporen geworden.

Rothert beobachtete nach der Trennung der wandständigen Sporenanlagen, dass der Zellsaft, da das continuirliche, wandständige Plasma nicht mehr vorhanden ist, nicht mehr zurückgehalten wird, und durch die Wand hindurch rasch nach aussen tritt. Der Turgor ist aufgehoben, das Sporangium verkürzt sich, die Querwand wölbt sich nach innen in Folge der Turgescenz der unteren Zelle. Der ausgetretene Zellsaft lockt Bacterien an, die nun in Menge um das Sporangium schwärmen. Die Sporen runden sich, treten von der Membran zurück, der scheitelständige Fortsatz des Sporangiums wird frei von Sporen. Aus den Sporen wachsen an dem vorderen Ende Cilien hervor, wobei sie anfangen, sich wackelnd zu bewegen, sie bekommen Vorsprünge, die sich abschnüren, diese Plasmaklümpchen werden wieder eingeschluckt und es entstehen neue, die meist wiederum eingeschluckt werden. Die Sporen werden oval, feinkörnig mit drei peripherischen Vacuolen, wovon eine wenigstens pulsirend ist. Die Endwand des Sporangiums wird blasser und verschwindet. Die Sporen schwärmen aus. Verschwindet die Querwand nicht ganz, dann zwingen die Sporen sich durch, die Ersten bleiben dabei, aber dann nicht intact.

Rothert nimmt die beschriebene Entwickelungsart auch für die übrigen *Saprolegnieen-Genera* an, bloss die Art und Weise der Sporenentleerung mit den unmittelbar vorausgehenden Stadien sind nicht für alle gleich.

Aus dieser Darstellung von Rothert ersieht man, dass Ascoidea von den Saprolegnieen sehr wesentlich abweicht durch den Besitz einer Zwischensubstanz und dadurch, dass die Sporen nicht durch Spalten von einander getrennt werden. Grösser dagegen ist die Aehnlichkeit von Protomyces mit den Saprolegnieen, indem bei beiden die Sporen ohne Zwischensubstanz durch Spaltung getrennt werden. Hingegen wird bei Protomyces der protoplasmatische Wandbeleg mit Kernen nicht in die Sporenbildung mit einbezogen. Ferner sind die Sporen bei Protomyces schon mehr-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00047-3

kernig, bevor sie das Sporangium verlassen, während die reifen Sporen der Saprolegnieen nur einen Kern haben.

Für die Sporenentwickelung der Zygomyceten bestehen nur wenige Angaben. Büsgen sagt ausdrücklich, dass bei *Mucor Mucedo* in dem Stadium, in welchem die Sporen aus dem Gesammtprotoplasma entstehen, keine Zwischensubstanz anwesend ist.

Bei einer früheren Gelegenheit habe ich, freilich im Hinblick auf andere Fragen als die der Sporenbildung, auch *Mucor racemosus* untersucht und fand, dass gefärbte Präparate bei Untersuchung folgende Verhältnisse ergeben: Die Sporangien haben vor der Sporenbildung eine Vacuole rings um die Columella. Die Columella selbst enthält Plasma und Kerne. Das wandständige Plasma hat viel Kerne und ausserdem hie und da kleine farblose Stellen. In einem anderen Schnitte fand ich auch das Theilungsstadium, hier ist alles Plasma in Stücke getheilt, von denen einzelne einen Kern erkennen lassen. Zwischensubstanz ist dabei nicht zu sehen. Die Sporen im Sporangium haben zwei, bisweilen drei Kerne.

Aus diesen sehr lückenhaften Angaben ist aber so viel zu ersehen, dass auch hier eine nähere Beziehung zu Ascoidea nicht besteht, dass dagegen auch hier wieder Protomyces grössere Aehnlichkeit aufweist: bei beiden ein Theilungsstadium mit gleichzeitiger Wandbildung ohne Zwischensubstanz, bei beiden ist das Sporangium von Anfang an vielkernig, bei beiden können jeweilen mehrere Kerne in den reifen Sporen enthalten sein. Ob bei Mucor ein äusserer Plasmasack vorhanden ist, bleibt dahingestellt.

Das Endresultat ist, dass die Hemiasci in Bezug auf ihre Sporenentwickelung keine einheitliche Gruppe darstellen, ein Theil derselben (Ascoidea) zeigt mehr Analogie mit den Ascomyceten, andere dagegen (Protomyces) nähern sich mehr den Phycomyceten.

Erklärung der Figuren.

Bemerkung: Die Figuren sind von freier Hand, nicht mit der Camera entworfen, dabei ist wesentlich nur auf die Strukturverhältnisse Rücksicht genommen, weniger dagegen auf die Grössenverhältnisse. Die Figuren sind (mit Ausnahme der 1.) nach Zeis' Apochromat. Oelimmersion 2.0 und Ocular 12 gezeichnet.

Tafel I.

Ascoidea rubescens Brefeld und *Lindau.*

Fig. 1*a*. Das „netzartige" Stadium. Nach einem lebenden Exemplare. Eine zum Sporangium auswachsende Zelle, es ist dies die Anlage des 4. Sporangiums. Durch seine Entwickelung schiebt dieselbe die Sporenmasse des

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00048-9

3. Sporangiums hinaus, deren Sporen aber nicht eingezeichnet sind, vielmehr ist nur der Umriss der Masse angegeben.

Fig. 1*b*. Dasselbe Stadium nach einem fixirten gefärbten Bilde. Nur der obere Theil des jungen Sporangiums ist abgebildet. Das Plasma enthält viele Kerne und ein Kerntheilungsstadium.

„ 2. Das „netzartige" Stadium. Nach einem lebenden Exemplar. Die Sporangiumanlage ist durch eine Querwand in zwei getheilt, von denen die obere das junge Sporangium darstellt. Es ist dieses das dritte. Die zurückbleibende tütenförmig gewordene Kappe des vorigen Sporangiums ist noch zu erkennen.

„ 3. Das „schaumige" Stadium, nach lebendem Material.

„ 4*a*. Das „körnige" Stadium, nach lebendem Material.

„ 4*b*. Dasselbe Stadium fixirt gefärbt. Blaue und braune Körner im blaugefärbten Plasma, dazwischen farblose Vacuolenreste.

„ 5. Das „sporenbildende" Stadium, nach einem fixirt gefärbten Präparat. Blaue und braune Körner im blaugefärbten Plasma, ausserdem sind die Kerne zu sehen. Diese sammeln Plasma und Vacuolensaft um sich herum. Mehrere sind erst im Begriff es zu thun, bei zweien ist dies schon weiter vorgeschritten. Die farblosen Stellen sind Vacuolenreste.

„ 6*b*. Etwas weiter vorgerücktes Stadium, nach einem fixirt gefärbten Bilde. Die Sporenwand ist angelegt, und in den jungen Sporen hat Kerntheilung schon stattgefunden.

„ 7. Eine einzelne fertige Spore, nach lebendem Material.

„ 8. Nach einem fixirt gefärbten Präparat. Ein Stückchen eines Sporangiums mit einigen Sporen, um die gegenseitige Lage derselben sehen zu lassen. Man sieht sie theils von der schmalen, theils von der breiten Seite Die weiteren Sporen sind nicht eingezeichnet. *Protomyces Bellidis Krieger* (sämmtlich nach lebenden Exemplaren).

„ 9. Chlamydospore im Ruhezustand.

„ 10. Beginn des Auswachsens des Endosporiums.

„ 11. Ein weiteres Stadium. Unten eine basale Vacuole, oben im Plasma treten kleine Bläschen auf. Einige sind schon grösser. Um $1^1/_2$ Uhr.

„ 12. Dasselbe Sporangium als in Fig. 11. „Schaumiges" Stadium. Die Vacuolen vergrössern sich.

„ 13. Das Plasma ist wandständig geworden, im Innern sind nur noch drei Vacuolen da. Um $4^1/_4$ Uhr.

„ 14. „Sporenbildendes" Stadium. Im Plasma ist Spaltung aufgetreten.

„ 15. Die Sporen haben ihre palissadenförmige Stellung verlassen, liegen aber wandständig.

„ 16. Die Sporen haben sich oben im Sporangium angesammelt. Um $6^1/_2$ Uhr.

„ 17. Ein anderes Sporangium. Die Sporenmasse hat die Form eines ovalen Balles angenommen.

Tafel II.

Protomyces macrosporus Unger.

Fig. 18. Eine ruhende Chlamydospore, nach lebendem Material.

„ 19. Eine Chlamydospore nach einem fixirt gefärbten Präparat. Die dunkel gehaltenen Partien sind dunkelbraun, die Wand lässt hellblaue Zonen erkennen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00049-7

Fig. 20. Nach einem fixirt gefärbten Präparat. Der Inhalt ist ein hellbräunlich blaues, wabiges Plasma mit blauen Kernen und Kerntheilungsstadien. Wand mit hellblauen Zonen.

„ 21*a*. Eine Chlamydospore bei Beginn der Weiterentwickelung, nach lebendem Material, bei hoher Einstellung des Mikroskops gezeichnet. Der Inhalt besteht aus einem hellen, centralen Theil mit peripherischer dunkler Zone.

„ 21*b*. Chlamydospore nach fixirt gefärbtem Präparat. Der centrale Theil mit dunkelbraunen Partien, die peripherische Zone besteht aus wabigem, sehr hellbraunem Plasma, offenbar nur noch mit wenig Fett. Die Wand ist blau.

„ 21*c*. Chlamydospore nach einem fixirt gefärbten Präparat. Der centrale Theil ist offenbar durch die Präparation zusammengeschrumpft, er ist dunkelbraun. Das peripherische Plasma ist rein blau und enthält viele Kerne, aber kein Fett mehr. Wand mit hellblauen Zonen.

„ 22. Weiteres Stadium der Entwickelung der Chlamydospore nach einem lebenden Bilde, bei tiefer Einstellung. Die centrale Partie erscheint dunkel und enthält sieben Vacuolen, die peripherische Schicht ist hell.

„ 23. Die centrale Partie ist mit Vacuolen gefüllt; nach lebendem Material.

„ 24. Ein ausgetretenes Sporangium, „schaumiges“ Stadium, nach lebenden Exemplaren. Der Inhalt ist vacuolig. Das Mesosporium ist unten breiter und klebt hier der leeren Chlamydosporewand an.

„ 25. Das „sporenbildende“ Stadium. Lebendes Exemplar. Mesosporium weggelassen.

„ 26*a*. Kleine Vacuolen sind zwischen den Sporen getreten. Lebendes Exemplar. Mesosporium weggelassen.

„ 26*b*. Dasselbe Stadium, eine kleine Partie in der Oberflächenansicht.

„ 27*a*. Der Inhalt des Sporangiums lässt Scheitel und Basis unterscheiden. Die Sporen sind regelmässiger gelagert. Das Mesosporium ist hier wieder mitgezeichnet. Lebendes Exemplar.

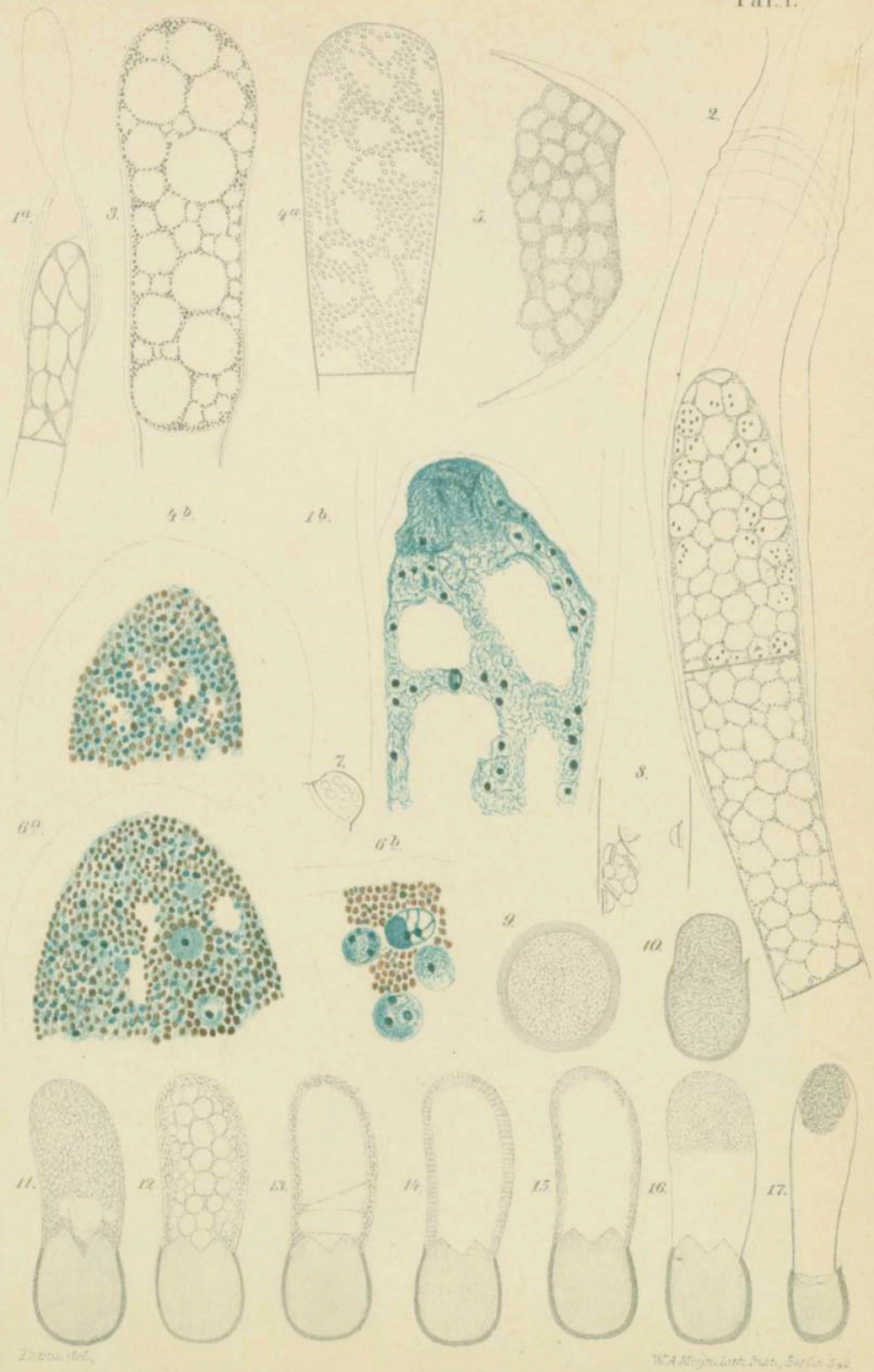
„ 27*b*. Die Sporenmasse contrahirt sich. Die Vacuolen sind in eine Reihe im wandständigen Plasma gelagert. Bei S. sieht man Sporen zwischen den Vacuolen. Lebendes Exemplar.

„ 28. Sporangium nach einem fixirt gefärbten Präparat. Die Sporen sind hellbräunlichblau und zeigen blaue Kerne. Hie und da nur einen, meist zwei, bei einigen auch schon drei Kerne. Wandständiges Plasma rein blau mit blauen Kernen.

„ 29*a*. Unfusionirte Sporen mit fünf und sechs Kernen. Fusionirte Sporen mit vier und sechs Kernen. Nach fixirt gefärbten Präparaten.

„ 29*b*. Nach einem lebenden Exemplar. Glänzende Körperchen (Kerne?) von denen eines in der Querbrücke.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00050-8

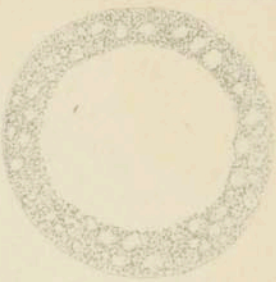


Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00481-4

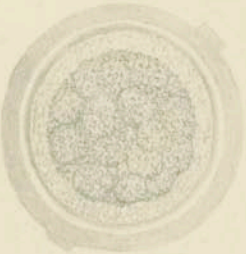

18.

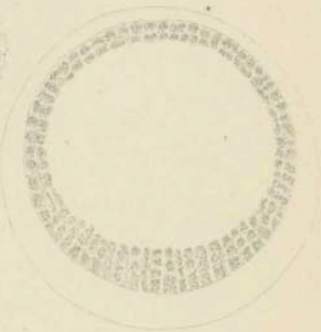

22.

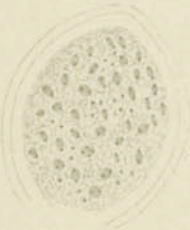

26a.


26b.


19.


23

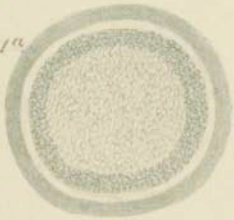

27a

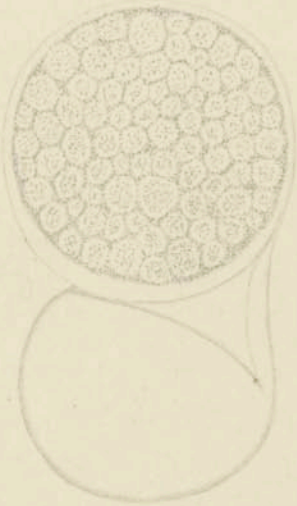

20

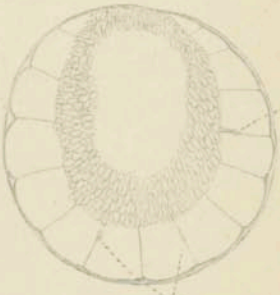

29a



24


21a




27b

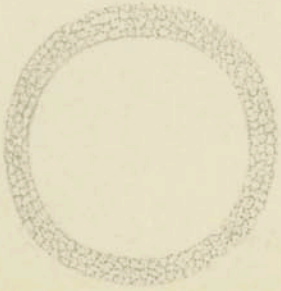



29a


21b


28


21c


25.


29a


29b

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05155-00483-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: 86

Autor(en)/Author(s): Popta C.M.L.

Artikel/Article: Beitrag zur Kenntniss der Hemiasci. 1-46