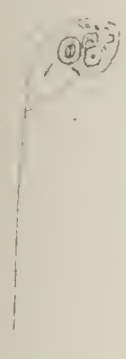
1.



5.



2.



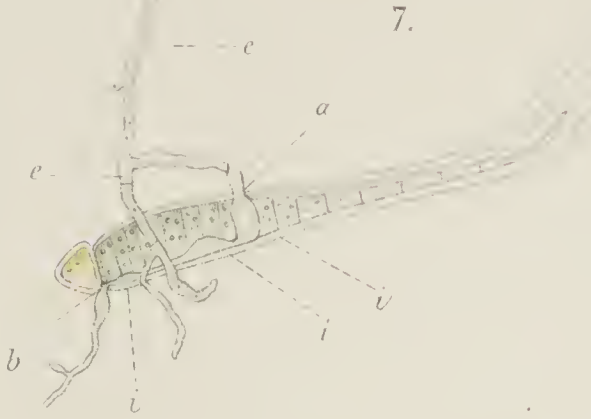
3.



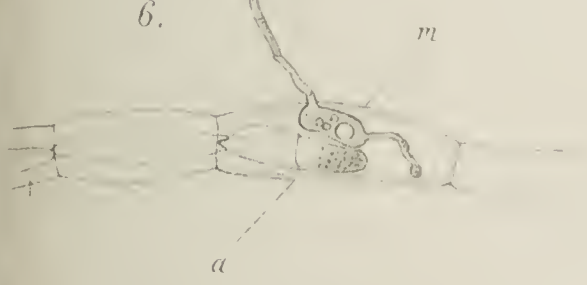
4.



7.



6.



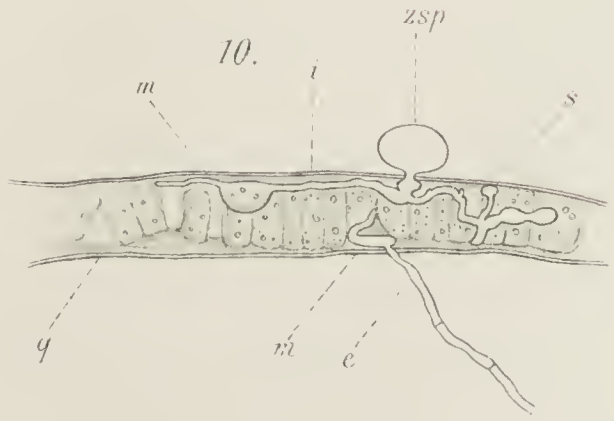
8.



9.



10.



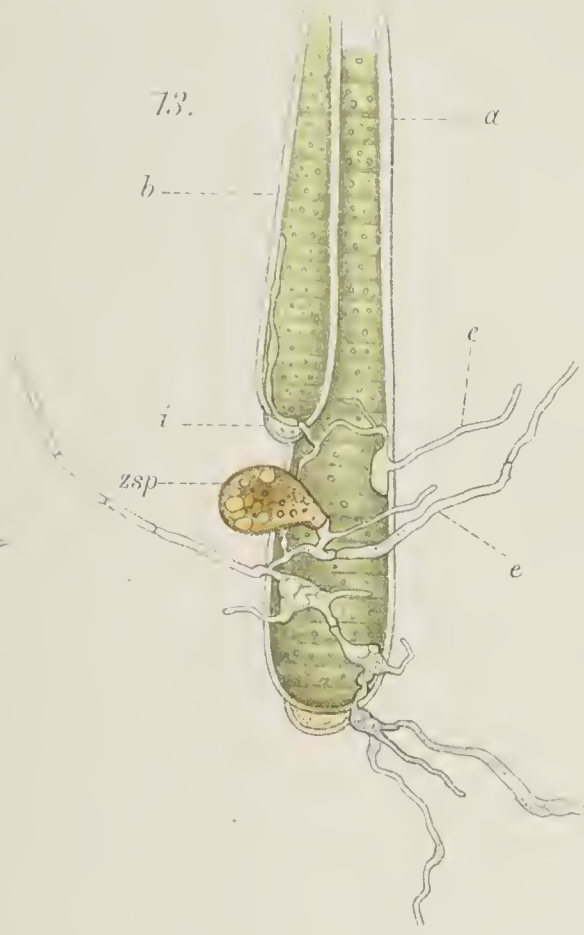
Const. Deckenbach ad nat. del.

Lith. Anst. v. J. Fuchs, Augsburg

11.



13.



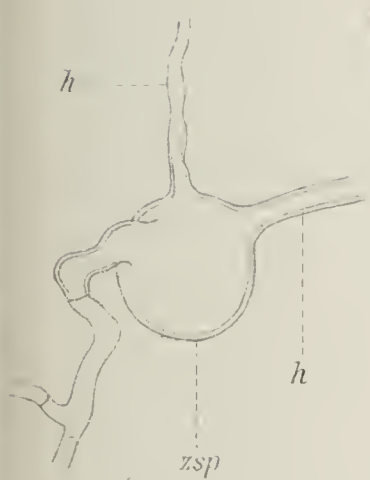
15.



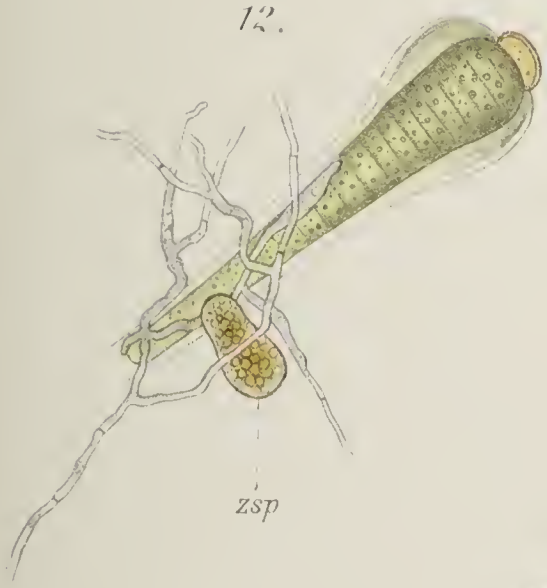
14.



18.



12.



17.



16.



Const. Deckenbach ad nat. del.

Lith. Anst. v. H. Lucke, Leipzig.

Coenomyces consuens nov. gen. nov. spec.

Ein Beitrag zur Phylogenie der Pilze.

Von **Const. von Deckenbach**,
Privatdozent an der Kaiserl. Universität, St. Petersburg.

Hierzu Tafel VI und VII.

Die vorliegende Arbeit stellt einen Teil der Beobachtungen über Meerespilze dar, die ich während meines Aufenthaltes am Strande des Schwarzen Meeres im Jahre 1899 vorgenommen habe.

Die erste Hälfte derselben enthält eine Beschreibung des Baues, die Entwicklungsgeschichte und die Biologie einer der interessantesten von mir aufgefundenen Formen, Coenomyces consuens n. g. n. sp., die auf einigen blaugrünen Algen resp. Cyanophyceen parasitiert und von mir im Jahre 1900 ausführlicher untersucht wurde.

Die andere Hälfte ist der Erörterung der Frage gewidmet über die systematische Stellung dieses Organismus und einigen Betrachtungen über die Gründe, welche mich bewogen, eine neue Abteilung der Pilze — Coenomycetes mihi — zu bilden, die den Phycomyceten und Eumyceten parallel zu sein scheint, wodurch eine andere Auffassung des natürlichen Systems der Pilze, als die bisher angenommene, angedeutet ist.

Bei der Einfahrt in die Bucht von Balaclawa, wo die volle Brandung die Felsen umbraust, wo die weifse Gischt hoch aufspritzend die steile Küste näfst, da hängt in der Höhe der brandenden Wogen in fransenartigen Strähnen eine Rotalge, Nemalion lubricum, vom Gestein herab, während andere Algen, Ralfsia verrucosa, Isactis plana und verschiedene blaugrüne Algen das Ufer mit einem schlüpfrigen, glänzenden Überzug umgürten. Hin und wieder sitzen auf dem Nemalion dunkelrote Büschel von Ceramium strictum, untermischt mit den rötlichen Quasten von Ectocarpus und Myriothrichia. Die Oberfläche der Rotalge, die frei von diesen Epiphyten ist, zeigt eine rotbraune Färbung mit scharf hervortretenden, hier und da zerstreuten Flecken von der Farbe der antiken Bronze. Bei der Untersuchung der Querschnitte zeigt sich, dafs aufser dem bekannten mikroskopischen Bilde der Nemalionstruktur jene dunkelgrünen Stellen dicht besetzt sind mit blaugrünen Algen, von denen am häufigsten Brachythrichia und Calothrix auftreten.

Als ich Ende August 1899 auf der Suche nach einigen Cyanophyceen des Schwarzen Meeres war, stellte ich auch Präparate von Nemalion her und gerade von jenen dunkelgrünen Stellen, auf denen die Cyanophyceen saſsen.

Neben den Fäden von Calothrix parasitica, die in groſser Zahl auf den Schnittflächen auftreten, konnte ich hin und wieder orangegelbe Kügelchen erkennen, die ich aber anfangs bereit war für Gebilde tierischen Ursprungs anzusehen; bei genauerer, mikroskopischer Untersuchung erwies es sich jedoch, daſs von diesen orangegelben Kugeln sich nach allen Richtungen hin äuſsert feine, farblose Hyphen zogen, die an die Calothrixfäden angeheftet waren.

Hier und da zeigten diese orangefarbenen Bildungen lange, röhrenförmige Entleerungskanäle, und es gelang mir sogar zu beobachten, wie der Inhalt dieser Kugeln in Form von beweglichen Zoosporen heraustrat.

Somit erwies es sich, daſs diese orangegelben Körper gröſsere Zoosporangien waren. Leider gelang es mir damals nicht genauer es zu erkennen, noch irgend welche andere Fakta festzustellen, da ich eilen muſste, die ursprünglich ins Auge gefaſste Arbeit zu beenden. Zudem konnte ich nicht länger an der Meeresküste verweilen und war auch nicht imstande mit meinem alten Hartnack'schen Mikroskop alle die Fragen zu lösen, die angesichts meines interessanten Fundes entstanden. So entschloſs ich mich, die weiteren Untersuchungen bis auf einen gelegeneren Zeitpunkt zu verschieben, zumal ich nur über wenige Daten verfügte. Hierbei muſs noch bemerkt werden, daſs die Beobachtungen sehr erschwert wurden durch die Anhäufung von Calciumcarbonatkristallen gerade in den Teilen der Calothrix, wo sich der Pilz vorfand. Im Herbste des folgenden Jahres, anfangs September, glückte es mir dank den bedeutend günstigeren Umständen jene Beobachtungen zu ergänzen. Es gelang mir das Material von Calothrix parasitica ohne jene Kalkausscheidungen aufzufinden.

Nach einigem Suchen gelang es mir auſserdem ein noch besser zur Untersuchung geeignetes Material zu finden, auf welchem der Pilz gleichfalls parasitierte. Es war dies Calothrix confervicola, eine etwas gröſsere Form als Calothrix parasitica, bei der sich ebenfalls die Calciumcarbonatkristalle, die die Beobachtungen so sehr störend beeinträchtigten, nicht vorfanden.

Calothrix confervicola wächst nicht in so kompakten Büscheln wie Cal. parasitica und haftet nur an der Oberfläche der Rotalge Laurencia,

während Cal. parasitica ziemlich tief in die äufsere Schicht des Nemalionfadens eindringt, was wiederum die Beobachtungen erschwert.

Somit war Cal. confervicola in allen Beziehungen ein bedeutend geeigneteres Objekt als Cal. parasitica. Auch hatte ich jetzt ein gutes Zeifs'sches Mikroskop mitgenommen, wodurch es mir leicht wurde festzustellen, dafs ich wirklich einen eigentümlichen parasitischen Pilz vor mir hatte, der sich durch sein gut entwickeltes, verzweigtes septiertes Mycel auszeichnet und sich durch Zoosporen fortpflanzt.

Der Pilz hat ein durchaus gut entwickeltes septiertes Mycel. Dasselbe besteht aus den typischen, aber sehr dünnen röhrenförmigen Hyphen, die von 1,50—2 μ dick sind, sich aber stellenweise erweitern, hier und da verschiedenartige varicose Anschwellungen bildend, um dann wieder in gewöhnliche Hyphen überzugehen. Diese Anschwellungen bilden sich immer intercalar, während diejenigen, auf welchen sich die Zoosporangien entwickeln, immer auf den Astenden sitzen.

Die Hyphen enthalten ein opalescierendes Protoplasma mit zahlreichen gröfseren und kleineren Vacuolen und sehr winzigen, sich mit Safranin gut färbenden Zellkernen, die denen der Mucorineen sehr ähnlich sind. Jede einzelne Zelle enthält mehrere Kerne.

Hiermit sind die allgemeinen Eigenschaften des Myceliums erschöpft; was jedoch die Verästelung und die Anwesenheit der Scheidewände anbetrifft, so unterscheidet sich das Mycelium in dieser Hinsicht je nachdem, ob es sich im Innern des Calothrixfadens oder aufserhalb desselben befindet. Deswegen mufs man das intramatricale Mycelium (das innerliche) vom extramatricalen (dem äufserlichen) unterscheiden.

Das intramatricale Mycelium, welches im Innern des Calothrixfadens nistet, schlängelt sich unter der Scheide der Alge, indem es sich zwischen der Scheide und den äufseren Zellwänden eine Bahn bricht.

Indem das Mycel einerseits somit die Innenfläche der Algenscheide, anderseits die Aufsenfläche der Calothrixzellen berührt (Fig. 7, 8, 10 Taf. VI), bildet es stellenweise entweder Anschwellungen, welche die Zellen zusammendrücken, oder dünne Ästchen, die ins Innere des Fadens eindringen. Soweit ich es beobachten konnte, dringen diese Äste fast immer senkrecht zu der Wand der Algenscheide zwischen die Zellen ein, die dadurch auseinander gerückt werden. Somit steht fest, dafs das Mycel streng intercellular ist.

Mit der fortschreitenden Entwicklung des intramatricalen Mycels und seiner Zweige werden die einen Zellen der Alge so stark zusammengedrückt, die anderen so weit auseinander gerückt, dafs der Faden des Calothrix deformiert wird, sich verschiedenartig windet und die ganze Zellenreihe innerhalb der Scheide sich spiralförmig zusammenkrümmt.

Bei weiterem Wachstum des Parasiten verlieren die Algenzellen allmählich ihr Pigment und sterben ab.

Die Stelle zwischen der Heterocyste der Alge und der ihr folgenden Zelle scheint ein Lieblingsort zu sein, wo das Pilzmycel durch die Scheide ins Innere des Algenfadens hineindringt [Fig. 7, 8 Taf. VI und Fig. 13 (*i* an *b*) Taf. VII]. Dies kann aller Wahrscheinlichkeit nach nur dadurch erklärt werden, dafs die Algenscheide hier nicht eine solche Dicke erreicht als an anderen Stellen des Fadens und darum eine Stelle der minderen Resistenz — locum minoris resistentiae — darstellt.

Ein oder mehrere Fortsätze des intramatricalen Mycels durchbohren dann gröfstenteils irgendwo die Wand der Algenscheide und wachsen hinaus (Fig. 7 und 13 *e*), indem sie ein stark verästeltes System bilden, dessen Endzweige dann neue Calothrixfäden infizieren können (Fig. 8).

Das extramatricale, aufserhalb des Calothrixfadens befindliche Mycel erreicht zuweilen eine bedeutende Gröfse und Länge (Fig. 8, 9, 11, 16); es ist stark verzweigt (Fig. 9, 11) und mit den recht deutlich sichtbaren Scheidewänden versehen.

Die Verzweigungen sind oft sehr unregelmäfsig (Fig. 9); die Hyphen bilden hie und da Anschwellungen, welche dann wieder in ein nach allen Richtungen gekrümmtes, verästeltes Mycel übergehen (Fig. 9).

Das äufsere Mycel unterscheidet sich in dieser Hinsicht bedeutend vom inneren resp. intramatricalen; es ist stärker verzweigt und enthält nur wenig Knoten, indem es mit relativ seltenen Ausnahmen die oben erwähnten Anschwellungen nur da bildet, wo das Mycel den Calothrixfaden berührt.

Eine andere Besonderheit des extramatricalen Mycels besteht darin, dafs sich nur auf ihm die Reproduktionsorgane, die Zoosporangien, bilden können.

Die Zoosporangien bilden sich anfangs in Form kleiner Ausstülpungen an beliebigen Stellen der Hyphen oder als Anschwellungen der Hyphenspitzen des extramatricalen Mycels, vergröfsern sich all-

nählich und nehmen eine birnenförmige Gestalt an. Vor allem bilden ich die Zoosporangien niemals interkalar sondern stets terminal, wo-ei sich der Zoosporangienträger mehr oder weniger verlängert, so lafs die Zoosporangien immer auf den Enden der Hyphen sitzen, die edoch sehr kurz sein können (Fig. 10). Die Anschwellungen sind rsprünglich mit farblosem, vacuolenreichem Protoplasma angefüllt. Mit fortschreitender Entwicklung verschwinden allmählich die Vacuolen nd der Inhalt des zukünftigen Sporangiums wird gelb, weil sehr inzige orangegelbe Tröpfchen und Körnchen im Protoplasma auftreten.

Die Zahl dieser Tröpfchen vermehrt sich bedeutend mit der ergröfserung des Zoosporangiums. Zugleich entsteht eine Scheide-and, welche das Zoosporangium von der es tragenden Mycelhyphe ab-renzt (Fig. 7, 7 *a*).

Die Zoosporangien sind in diesem Entwicklungszustande dank hrer orangegelben Färbung und ihrer enormen Gröfse im Vergleich nit den sie tragenden Mycelhyphen sehr leicht zu bemerken. Mit smiumsäuredämpfen fixiert und mit Safranin gefärbt zeigen sie eine rofse Menge kleiner Zellkerne.

Der untere, mehr oder minder verjüngte Teil des Zoosporan-iums, welcher die Fortsetzung der Mycelhyphe darstellt und in seiner asis fast von demselben Durchmesser wie jene ist, erweitert sich lann plötzlich oder allmählich, indem er auf diese Weise einen Zoo-porangiumträger bildet, der sich gegen die Hyphe abgrenzt, so dafs las Zoosporangium auf demselben wie auf einem Stiele sitzt.

Verhältnismäfsig spät, wenn der Zoosporangiumkörper schon ine bedeutende Gröfse erreicht hat, die den Durchmesser der ihn ragenden Mycelhyphe um das Zwölffache übertrifft, entsteht erst eine arblose Papille, welche allmählich wächst und den Hals oder den Entleerungskanal des Zoosporangiums bildet.

Der Zoosporangiumhals befindet sich nur in seltenen Fällen ge-ade gegenüber der Zoosporangiumbasis, sodafs deren Längsaxen usammenfallen. Meistens aber steht der Hals etwas seitwärts und ildet mit der Längsaxe des Trägers einen Winkel von 30—90°. Im eifen Zustand erinnert solch ein Zoosporangium sehr an einen Vogel-opf mit einem sehr langen Schnabel, z. B. an einen Waldschnepfkopf Fig. 14). Der Hals, welcher in unserer Vergleichung die Rolle des chnabels spielt, erreicht eine Länge, welche fünf- oder siebenmal len Durchmesser des Zoosporangiums übertrifft (Fig. 14,15), indem er 10—150 μ lang wird, während die Mycelhyphen nicht dicker als ,5—2 μ zu sein pflegen.

Die Entleerungshälse unseres Pilzes sind immer der Richtung der Calothrixfäden parallel, sodafs die Enden der Entleerungskanäle aus dem Nemalionskörper hervorragen. Dieselben sind selten geradlinig, vielmehr pflegen sie etwa wellenartig umgebogen zu sein, indem sie an Haare und Borsten einiger Chaetophoraceae erinnern.[1])

Als ich im Sommer 1899 mit dem Hartnack'schen Mikroskope arbeitete, konnte ich, wie schon oben erwähnt, weder die Gestalt noch die Bewegungsart der Zoosporen genauer erkennen, da diese allzu winzig und beweglich sind. Nur dank einem glücklichen Zufall gelang es die Form und Bewegung der lebenden Zoosporen im Herbste 1900 eingehender zu beobachten. Nachdem nämlich einige Zoosporen aus dem Zoosporangium ausgetreten waren, hatte sich der Entleerungshals an seinem Ende umgebogen, sodafs der Austritt den übrigen Zoosporen vollständig verhindert war. Auf diese Weise waren sie im Zoosporangium[2]) eingeschlossen und fingen an, unruhig sich hin und her zu bewegen.

Bei diesen ausnahmsweise günstigen Verhältnissen, welche sich darboten, um lebende Zoosporen zu beobachten, konnte ich die stärksten Vergröfserungen benutzen, ohne das Verschwinden der Zoosporen aus dem Gesichtsfelde zu befürchten. So gelang es mir dann mit Hilfe des Zeifs'schen Apochromaten 2 mm Ok. 8 die Zoosporen deutlich zu sehen und ihre Gestalt, Farbe und Bewegungsart festzustellen.

Sie sind birnförmig, das stumpfe Ende ist nach vorn gerichtet, das Hinterende ist mehr oder weniger zugespitzt und verlängert sich zu einer langen Cilie (Fig. 1, 2). Diese Cilien oder Wimpern sind bei diesen Schwärmsporen fast immer geradlinig, selten nur biegen sie sich bogenartig, um dann sogleich wieder die frühere Richtung einzunehmen. Bei der Bewegung ist das stumpfe Ende immer nach vorn gerichtet, wodurch die Zoosporen überhaupt nach der Bewegungsweise sehr an die Spermatozoen erinnern.

Ich habe schon darauf hingewiesen, dafs der Zoosporangiuminhalt orangegelb oder goldgelb ist, weil die Schwärmsporen in ihrer Gesamtmenge auch so gefärbt erscheinen. In der Tat aber ist das Protoplasma derselben farblos und enthält mehr oder minder zahl-

---

1) Huber, J., Contributions à la connaissance des Chaetophorées épiphytes et endophytes (Annales des sc. nat. 7ème série, Botanique t. XVI 1892 pag. 264), nämlich „les soies ondulées", wie sie Huber z. B. bei Phaeophila Floridearum nennt.

2) So wie es die aus freier Hand entworfene Skizze (Fig. 5) darstellt.

reiche Einschlüsse, die als orangefarbige oder goldgelbe Tröpfchen und Körnchen erscheinen und in der vorderen verdickten Hälfte der Schwärmspore angehäuft sind, während der übrige Körperteil sowie die Cilie vollkommen farblos sind.

Eine unmittelbare Infizierung der Calothrixfäden durch die Schwärmsporen habe ich niemals beobachtet, sondern nachdem die Zoosporen das Zoosporangium verlassen und sich eine Zeit lang bewegt haben, dringen sie in die Gallerte des Nemalions ein, beruhigen sich hier und verlieren ihre Cilie. Hierauf sondern sie eine Membran ab, nehmen an Gröfse zu und verlieren allmählich ihr goldgelbes Pigment.

Im Protoplasma treten zuerst eine oder zwei, dann mehrere Vacuolen auf; die bereits entfärbte Pilzzelle nimmt eine ellipsoidale Form an und bildet an einem oder an beiden Polen Ausstülpungen, die sich in Hyphen verwandeln; diese verzweigen sich zu einem Mycel, und ein oder mehrere seiner Äste gelangen durch die Nemaliongallerte zu den Calothrixfäden; das Mycelzweiglein schmiegt sich nun an den Faden, kriecht an ihm entlang, stellenweise Anschwellungen bildend.

Erreicht nun eine Mycelhyphe die Heterocyste der Alge, so schmiegt sie sich sogleich an diese und bildet eine Anschwellung zwischen der Heterocyste und der ersten Zelle des Calothrixfadens. Von dieser Anschwellung dringt eine Mycelhyphe ins Innere des Algenfadens ein und auf diese Weise entsteht das oben erwähnte intramatricale Mycel.

Hieraus folgt ohne Zweifel, dafs die Schwärmsporen zu ihrer Keimung der Anwesenheit des Calothrix nicht bedürfen. Aus der sich häutenden Schwärmspore entsteht sozusagen eine Spore, welche dann ein Mycel bildet, und nur letzteres infiziert die Calothrixfäden. Auf diese Weise werden hier und da einzelne Calothrixfäden infiziert; diese Infektion kann als eine primäre bezeichnet werden.

Aus den infizierten Fäden treten dann Mycelhyphen heraus, gelangen bis zu den benachbarten noch unberührten Calothrixfäden, dringen in dieselben ein und infizieren auf diese Weise eine andere Serie von Calothrixfäden. Diese infizieren wieder neue Fäden u. s. w., so dafs die Infektion mehr und mehr verbreitet wird. Im Vergleich zu der vermittelst der Zoosporen stattfindenden Infektion erscheint die letztere als eine sekundäre.

Infolge solcher succedanen Infektionsart werden einzelne Fäden des Calothrixbündels — Calothrix parasitica pflegt immer

gruppenweise oder in Büscheln gruppiert auf Nemalion zu sitzen — dicht miteinander oder mit Mycelhyphen zusammengenäht, welche von einem Faden zum anderen, von diesem zu einem dritten u. s. w. gehen (Fig. 8). Auf diese Weise werden alle in demselben Bündel befindlichen Calothrixfäden nacheinander infiziert (Fig. 8 stellt sechs solcher Fäden dar).

Aufserdem gehen die Mycelhyphen von einem Bündel zu einem anderen über, sodafs nicht nur die Calothrixfäden jedes einzelnen Bündels sondern sogar mehrere Bündel dicht mit den Mycelhyphen umsponnen und wie „zusammengenäht“ erscheinen.

Merkwürdig ist die folgende biologische Eigenschaft unseres Pilzes. Er sucht immer sorgfältig die Nemalionzellen zu vermeiden, was ihn aber nicht hindert, sich in allen Richtungen in der die Nemalionzellen umgebenden Gallerte zu verzweigen. Nur ein einziges Mal beobachtete ich das Bild, welches Fig. 6 darstellt, wo das Mycel in die Nemalionzelle eindringt und sich hier verbreitet. Doch erwies sich diese wie auch die umliegenden Nemalionzellen als bereits abgestorben. Es ist aber natürlich schwer zu sagen, ob der Pilz dabei in die lebende Zelle oder in eine schon abgestorbene eingedrungen war. Im letzteren Falle wäre die abgestorbene Zelle nur eine Erweiterung jener Gallertmasse, wo er sich eine Bahn bricht, und dann ist ein solches rein zufälliges Eindringen der Mycelhyphe in die Nemalionzelle leicht begreiflich. Somit kann man sagen, dafs der die blaugrünen Algen der Calothrixspezies angreifende Pilz für die Rotalge Nemalion vollkommen harmlos ist oder sich vielmehr als ein verhältnismäfsig unschuldiger Raumparasit erweist, ähnlich den verschiedenen Streblonemeae, Ectocarpeae und schliefslich der Calothrix selbst.

Unser Pilz kommt, wie schon oben erwähnt, aufser an Calothrix parasitica noch auf einer anderen Spezies — C. confervicola — vor. Auch hier offenbart er dieselbe Empfindlichkeit gegen die Nährpflanze, indem er die Zellen der Rotalge Laurencia, welcher die von ihm umsponnenen Calothrixbündel anhaften, sorgfältig vermeidet.

Das Verhältnis der Hyphen unseres Pilzes zu den Calothrixfäden ähnelt in vieler Hinsicht der Lage der Hyphen bei den Gonidien der Flechten insofern, als unser Pilz durch die Scheide der Calothrix eindringt und sich in unmittelbarer Berührung mit den Zellen der Alge verzweigt, ganz ebenso wie dies bei vielen Flechten der Fall ist, wo die Hyphen durch die Scheide der blaugrünen Algen treten und in eine ebenso innige Berührung mit den Zellen kommen.

In der Tat liegen die Hyphen unseres Pilzes, wie wir schon bemerkt haben, unter der Scheide der Alge, ohne jedoch allem Anschein nach in das Innere der Zellen einzudringen.[1]) Nur zuweilen liegen die Fortsätze der Hyphen hier und da zwischen den sich berührenden Wänden der Zellen, aus denen sich der Calothrix-Faden zusammensetzt.

Genau ebenso verhält sich der Pilz zu der Alge bei jenen Flechten, in deren Bestand sich die mit einer Scheide versehenen blaugrünen Algen aus den Gattungen Scytonema und Stigonema finden. Bei einigen dieser Formen umklammern die Hyphen die Scheide, über deren Oberfläche sie sich verbreiten[2]), bei den anderen Formen — und hierher gehört die weitaus gröfsere Zahl solcher Flechten — dringen die Hyphen ebenso durch die Scheide ohne ins Innere der Zelle einzudringen. Nach Bornet[3]) ist dieses der Fall bei Physma Chalazanum, Dictyonema sericeum, Lichenosphaeria Lenormandi und bei einigen Pannaria und Arnoldia-Arten.

Bei Micarea denigrata durchbohren, wie Hedlund nachgewiesen hat, die Hyphenenden des Pilzes, die hier die Rolle der Haustorien spielen, die Zellenhaut der Alge, dringen jedoch nicht in das Protoplasma, welches sich an der Stelle, wo die Hyphen durch die Membran in die Zelle dringen, einstülpt und eine trichterförmige Vertiefung bildet.[4]) Somit erweist es sich, dafs bei den Flechten die Fälle sehr selten sind, wo die Hyphen einen Fortsatz bilden, der in das Zellinnere eindringt[5]), sondern dafs sie sich in der grofsen Mehrzahl der Fälle unter der Scheide an die Zellenoberfläche schmiegen.

Die Ähnlichkeit der mit den Hyphen unseres Pilzes umsponnenen Calothrixbüscheln, wie es auf Taf. VI Fig. 8 abgebildet ist, mit den Flechten geht nicht über das gleiche Verhältnis der Hyphen zu der Alge hinaus. Tatsächlich kann hier in keiner Weise die Rede

---

1) Jedenfalls habe ich niemals ein solches Eindringen der Hyphen in die Zellen beobachtet.

2) E. Bornet, Recherches sur les gonidies des lichens (Annales des sciences naturelles, 5e série Botan. 1873 pag. 77 pl. 11 fig. 3), welche den Querschnitt durch Stereocaulon ramulosum mit Scytonemagonidien darstellt; siehe gleichfalls J. Reinke, Lehrbuch der Botanik Taf. I Fig. 2, wo die Hyphen die Scheide von aufsen umschlingen.

3) E. Bornet, l. c. pag. 81.

4) Hedlund, Om bålbildning genom pycnoconidier hos Catillaria denigrata (Fr.) och C. prasina (Fr.). Botaniska Notiser 1891 pag. 207.

5) Zwei solche Fälle sind bei Bornet für Physma (l. c. pl. 12 fig. 1) und Arnoldia (l. c. pl. 15 fig. 5) abgebildet.

von einer solchen Kombination von Pilz und Alge sein, die eine morphologisch bestimmte Form annimmt, sich der Assimilation anpafst, und auf die der von J. Reinke ausgearbeitete Begriff von einer Flechte als einem Konsortium anwendbar wäre.[1])

Von selbst drängt sich einem hier sozusagen der Vergleich mit Lichina confinis auf. Dieses ist eine Form, die auf Felsen im Meere wächst — also unter ähnlichen Bedingungen wie unser Pilz — und zu deren Bestand aufserdem eine unserer Calothrix nahestehende Form, C. scopulorum oder C. pulvinata (nach Bornet), gehört; dessenungeachtet stellt sie ein typisches Consortium im Sinne Reinkes dar.[2])

Übrigens gibt es auch, freilich ziemlich selten, Fälle, bei denen der Consortiumbegriff fast gar nicht anwendbar ist, wenn nämlich die Form der Flechte durch die Form der Alge, die zu ihrem Bestande gehört, bestimmt wird, z. B. Sirosiphon resp. Stigonema in Ephebe pubescens, Trentepohlia in der südamerikanischen Coenogonium Linkii[3]), Nostoc in Collemaceae. Der Pilz verändert in diesen Fällen gar nicht oder fast gar nicht den Habitus der Alge, sodafs es z. B. schwer ist nach der äufseren Form Collemaceae von Nostoc zu unterscheiden. Ein noch schärferes Beispiel bieten die brasilianischen Calothricopsis insignis und Thermutis velutina, von denen ersterer sowohl nach dem ganzen Habitus als auch nach der äufseren Form einer Kolonie der Rivularia, der zweite einer Kolonie von Scytonema vollkommen ähneln, nur mit dem Unterschiede, dafs bei genannten Flechten die gallertartige Scheide der Algen von den Hyphen des Pilzes durchzogen ist.[4])

Von der erstgenannten Flechte sagt J. Reinke: „Durch die Einfachheit des morphologischen Aufbaues mufs uns Calothricopsis als eine jener Flechtenformen erscheinen, die unmittelbar aus dem Zusammentritt eines Pilzes mit einer Alge entstanden sind, oder die einem solchen Urtypus wenigstens phylogenetisch noch sehr nahe stehen“, und von der Thermutis folgendes: „Bei dieser Flechte liegen die Verhältnisse so, dafs man wohl vom Parasitismus eines Pilzes auf einer Alge sprechen könnte.

---

1) J. Reinke, Abhandlungen über Flechten (Pringsheims Jahrbücher für wiss. Botan. 1895 Bd. 28 pag. 507) sowie sein Lehrbuch der Botanik 1880 pag. 154, 158 (§ 41 Parasitismus und Consortium).

2) l. c. pag. 417—418.

3) Reinke, l. c. pag. 99—100.

4) l. c. pag. 416 und 419.

Ich finde aber auch kein Bedenken, den für die ungeheure Mehrheit der Flechten notwendigen Begriff des Konsortiums auf diese Form auszudehnen"; etwas weiter fügt er hinzu: „die Gestalt des Thalus von Thermutis wird völlig durch die zugehörige Alge, ein Scytonema, bedingt."

Eigentlich stellen die eben angeführten Formen vielleicht mit Ausnahme von Coenogonium kaum eine Flechte im vollen Sinne des Wortes dar, und da sie dem Begriff einer Flechte als einem Konsortium nicht entsprechen, bilden sie eher einen allmählichen Übergang von so einem Konsortium zu den Fällen des Parasitismus eines Pilzes auf einer Alge. In den sozusagen neutralen Fällen haben wir ein Beispiel des sogenannten Raumparasitismus, wo sich der Pilz in der gallertartigen Scheide der Alge einnistet, ohne von ihrer Seite irgend welche Reaktion hervorzurufen und ohne ihr auch selbst zu schaden, sodafs die Zellen der Alge vollkommen unverändert bleiben.[1])

Bei den Flechten hingegen, die ein richtiges Konsortium bilden, sind die Zellen der als Gonidien dienenden Algen, im Vergleich zu den normalen Algen, immer etwas hypertrophiert, wie dieses mit den Zellen und Zellkernen in den Fällen der mutualistischen Symbiose im Sinne de Barys bei den höheren Pflanzen, z. B. bei den Mycodomatien, geschieht.[2])

Währenddessen finden wir bei der Kombination unseres Pilzes mit der Calothrix weder jenen unveränderten Zustand der Algenzellen, der dem Raumparasitismus entspricht, noch eine Hypertrophie, die das Konsortium der Mehrzahl der Flechten charakterisiert, sondern wir haben ein allmähliches Absterben der Zellen der Alge, wir haben hier einen Fall der echten Nekrobiose.[3])

Zur Zeit der Reife der Zoosporangien tritt die zerstörende Tätigkeit unseres Pilzes auf der Alge besonders hervor. Die Zellen der Calothrix verunstalten sich, werden bleich und zuletzt ganz farblos. Man findet ganze Calothrixgruppen, bei denen die Fäden vollständig

---

1) Ein solches Beispiel stellt die Flechte Thermutis dar: „Bemerkenswert ist noch, dafs das Scytonema durch den Pilz keinerlei Deformation zu erleiden scheint" sagt Reinke l. c. pag. 419.

2) Siehe Werner Magnus, Studien an der endotrophen Mycorrhiza von Neottia Nidus Avis. Jahrbücher für wiss. Bot. 1900 Bd. XXXV Heft 2.

3) Zurzeit fafst man nach dem Vorgang von Virchow und Klebs — neben dem Begriff der Nekrose, bei welcher ein verhältnismäfsig plötzlicher Tod der Zelle eintritt — als Nekrobiose jene langsameren Absterbevorgänge zusammen, während deren sich noch gewisse, zum Teil als Lebensvorgänge aufzufassende Veränderungen resp. degenerative Zustände einstellen.

zusammengekrümmt und durch und durch von den Hyphen des Pilzes durchzogen sind, während die Zellen der Calothrixkolonie zusammengedrückt und zur Seite geschoben werden und gänzlich oder teilweise ihr Pigment verlieren. Diese Veränderungen der Calothrix fallen meist mit der vollen Reife und dem Entleerungsprozess der Zoosporangien zusammen, sodafs man auf solchen entfärbten und verunstalteten Algenfäden immer eine Menge entleerter Zoosporangien finden kann. Nachdem der Pilz die ganze Nahrung erschöpft hat, verwendet er sie gänzlich zur Bildung der Fortpflanzungsorgane.

Ein solches Verhältnis des Pilzes zu der Alge gibt uns hinreichende Veranlassung darauf zu schliefsen, dafs wir es hier mit einem Fall der antagonistischen Symbiose im Sinne de Barys, also mit einem Falle des wirklichen Parasitismus zu tun haben.

Es sind nur sehr wenige Pilze bekannt, die auf blaugrünen Algen parasitieren; sie gehören zu den Gattungen: Rhizophidium, Rhizophlyctis und Resticularia, also zu jenen Chytridineen, welche die allereinfachste Organisation besitzen. Im Vergleich mit diesen anderen Pilzparasiten der blaugrünen Algen zeichnet sich die von uns beschriebene Form durch den komplizierten Bau ihres vegetativen Körpers aus, der eine solche Vollkommenheit des Baues erreicht, wie sie nur die höheren Pilze von den Phycomyceten unterscheidet. Das Vorhandensein eines septierten, d. h. mit deutlichen Scheidewänden versehenen, und gut entwickelten Mycels nähert den beschriebenen Organismus den höheren Pilzen (Eumycetes Fischers oder Mycomycetes und Mesomycetes Brefelds)[1]), während das Vorhandensein von Zoosporangien, die Zoosporen mit einer hinteren Cilie, ihre Entwicklung, die Art und Weise der sekundären Infektion, die Anwesenheit von zuweilen mehreren Entleerungskanälen — während alles dieses in seiner Gesamtheit einige verwandte Züge mit einigen Vertretern der Gruppe der Chytridineen zeigt; doch kann man diese Ähnlichkeit wohl kaum auf den Parallelismus der Formen allein erklären, eher scheint es mir, dafs die obenerwähnten Merkmale auf eine Verwandtschaft mit den Chytridineen, nämlich den Monociliaten, hinweisen.

Jedoch läfst die Abwesenheit eines septierten Mycels bei den Chytridineen, ihre strenge Einzelligkeit, sogar die vollkommene Re-

---

1) Tavel, Vergleichende Morphologie der Pilze, 1892, pag. 196; auch Schröter in Engler und Prantl, Die natürl. Pflanzenfamilien I. T. 1. Abt. Fungi (Schröter) pag. 60—61.

duktion ihres Mycels in den meisten Fällen, nicht zu, diesen Pilz den Chytridineen zuzuzählen, und veranlassen mich, ihn in eine gesonderte Abteilung auszuscheiden, welche sich so von den Phycomyceten wie von den Eumyceten unterscheidet:

Coenomycetes [1]) mihi.

Fungi filamentis mycelicis septatis; fructificatione zoosporifera.

Gen. Coenomyces Deck.[2])

Zoosporangiis piriformibus, protoplasmate luteo-aurantiaco farctis, basi apiculatis 15—22 μ diam., apice filamentorum myceliorum sitis, in collum cylindraceum usque ad 120—150 μ longum attenuatis extramatricalibus. Zoosporis ellipsoideis vel piriformibus, postice cilio unico recto praeditis, 1,5 μ luteo-aureis; filamentis mycelicis septatis alteris extramatricalibus in muco Nemalionis immersis ramosissimis, alteris intramatricalibus inter cellulas et vaginam Calothrichum repentibus irregularibus 1,5—2 μ crassis.

Coenomyces consuens n. sp. Deck.

Species characteribus generis praedita.

Habitat: ad filamenta Cyanophycearum viventium (Calothrix parasitica et C. confervicola) parasitans; ad littus Ponti Euxini prope Balaclavam, mense augusto.

Aufser Coenomyces wird man dieser Gruppe noch Aphanistis, die einzige bekannte Gattung der Chytridinae mit septiertem Mycel, zuzählen und sie aus der Familie der Chytridiaceen ausscheiden müssen, wenn sich in Bezug auf dieselbe die Zweifel besiegen lassen, die von verschiedenen Autoren erhoben worden sind.

Diese von N. W. Storokin beschriebene Gattung hat nach unserer Meinung ihren Merkmalen nach ebensowenig mit den Chytridineen gemein wie auch Coenomyces; sie wird von A. Fischer in der Bearbeitung der Phycomyceten bei den Chytridineen, aber unter der Rubrik „zweifelhafte Gattungen“, angeführt.[3])

---

1) Am nächsten zu dieser Gruppe stehen die Protomycetaceae, die sich durch unbewegliche Fortpflanzungselemente unterscheiden.

2) Von den Wörtern κοινὸς nnd μυκῆς, was in lateinischer Transkription Coenomyces gibt.

3) A. Fischer., Phycomycetes pag. 146 (Dr. Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland, Bd. I Pilze, IV. Abt.

Die Abhandlung mit der Beschreibung von Aphanistis findet sich in einer ziemlich seltenen und deshalb wenig zugänglichen Ausgabe, so dafs ich es für nicht überflüssig halte, hier die Stelle anzuführen, die die Beschreibung der Gattung Aphanistis und die Charakteristik von Aph. Oedogoniarum als der ausführlicher erforschten Art enthält.[1])

„Le genre Aphanistis est caracterisé par des sporanges sphériques, sans col, ou dont le col n'est représenté que par une très petite éminence, exceptionnellement par deux. Ses spores mobiles ont une tête sphérique et un cil postérieur; elles ne diffèrent en rien des spores mobiles des Chytridiacées; elles se meuvent par saccades. Son mycélium consiste en un filament large cloisonné transversalement, qui parcourt toutes les cellules de l'Oedogonium nourrice et ne se renfle en sporange que dans les organes. Un filament mycélien peut être simple ou rameux, il ne forme qu'un seul sporange. Le parasite détruit complètement les spores de la plante nourrice.

Aphanistis Oedogoniarium Sorok. (Planche IV, fig. 79—83, 85.) A Tachkend. Le jeune sporange d'Aphanistis Oedogoniarum est ovoïde, pointu à l'une de ses extrémités et plein de gouttes d'huile; plus tard, il prend une forme sphérique, plus pointue vers l'embouchure de l'oogone, s'ouvre et laisse sortir ses corps reproducteurs.“

Ich führe hier zum Vergleich auch die Diagnose aus dem Werke Saccardos an.[2]) Aus dieser Beschreibung geht hervor, dafs sich sowohl das Mycel als auch die Zoosporangien von Aphanistis innerhalb der Oedogoniumzellen entwickeln; es bildet sich ein Zoosporangium und zudem terminal innerhalb des Oogoniums der Alge. Aphanistis unterscheidet sich von Coenomyces durch seine endophytische Lebensweise seine monocarpische Fruktifikation und durch die Abwesenheit von Entleerungskanälen bei den Zoosporangien, während sonst die für die Gruppe Coenomycetes aufgestellten Merkmale die gleichen bleiben.

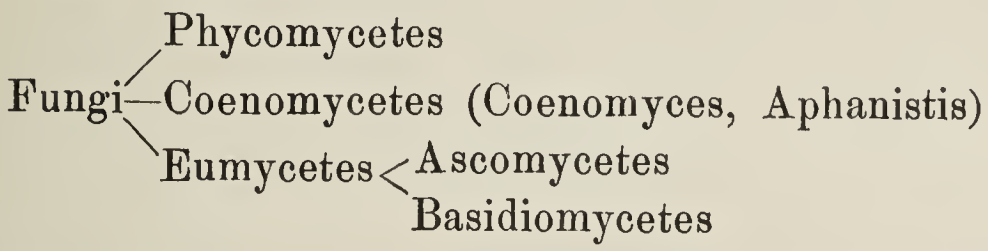
Unabhängig von der Frage über die systematische Stellung von Aphanistis, deren Lösung der Zukunft gehört, und über die Berech-

1) Revue mycologique XI, 1889, pag. 137 Tab. LXXIX fig. 79—83 et 85. Der Liebenswürdigkeit des Akademikers M. S. Woronin verdanke ich die Möglichkeit, diese Zeitschrift zu benutzen.

2) Saccardo (Sylloge fungorum v. IX pag. 312) sagt vom Genus Aphanistis folgendes: „Zoosporangia sphaeroïdea, collo destituta, v. collo vix papilliformi, raro duplici instructa; zoosporae uniciliatae, sphaeroideae. Mycelium e filamento simplici vel ramoso, crasso, septato, cellulas omnes Oedogoniorum percurrente et tantum in oogoniis in zoosporangia inflato, efformatum.“

tigung auf Selbständigkeit dieser Gattung, die von einigen Autoren bestritten wird, ist es unerläfslich zu untersuchen, in welchem Verhältnis die Gruppe Coenomycetes einerseits zu den Phycomyceten und anderseits zu den höheren Pilzen steht. Erweist sich vielleicht nicht, dafs die Gruppe Coenomycetes, die in sich die Merkmale jener beiden Unterteilungen vereint, ein Bindeglied oder eine Übergangsform von den Phycomyceten — nämlich den Chytridineen — zu den Eumyceten ist?

Ich bin jedoch geneigt zu glauben, dafs die Anwort auf die Frage nur eine negative sein kann und dafs diese Abteilung eine ganz andere, gesonderte Stellung im System einnimmt, wie im folgenden Schema angedeutet ist:



Da ich mit J. Reinke[1]) unter einem natürlichen System ein phylogenetisches verstehe und ein jedes System nur insoweit für ein natürliches auffasse als es die Phylogenie ausdrückt, kann ich nicht umhin näher auf die Frage über die Stellung des Coenomyces im System der Pilze einzugehen, da die Erörterung dieser Frage zu ganz anderen Erwägungen über ihre Phylogenese führt als diejenigen, welche bis jetzt erörtert worden sind.

Brefeld teilt in seinem natürlichen System der Pilze diese in zwei Gruppen ein: die niederen Pilze — Phycomycetes —, welche seiner Ansicht nach den Algen am meisten ähneln, und die höheren Pilze, zu denen Mesomycetes und Mycomycetes gehören.

Das unterscheidende Merkmal der Phycomyceten ist ihre Einzelligkeit und die geschlechtliche Fortpflanzung, während die Mycomyceten einen äufserst zergliederten, vielzelligen Körper besitzen, dem aber die geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane fehlen.

Seiner Ansicht nach sind die höheren Pilze mit einer der Gruppen der Phycomyceten — Zygomycetes — durch Übergangsformen verbunden, wobei von ihm die Ascomyceten mit der Familie Choanephoreae durch die Ascoideae und Exoasceae, die Basidiomyceten aber unmittelbar mit den konidientragenden Formen von Zygomycetes (Piptocephalideae) verbunden werden.

---

1) J. Reinke, Abhandlungen über Flechten l. c. pag. 41, 42—57.

Die Klasse der Oomyceten ist dagegen im Systeme Brefelds auf keine Weise mit den höheren Pilzen verbunden, sodafs die Chytridiaceen vollständig gesondert dastehen. Das Brefeld'sche System ist trotz seiner Anwartschaft auf Natürlichkeit ein gekünsteltes, d. h. es stellt nicht einen Ausdruck der phylogenetischen Verwandtschaft dar, und von diesem Gesichtspunkte aus sind gegen dasselbe ernstliche Einwände laut geworden,[1]) die übrigens aber keineswegs hindern können, dafs das System die Reputation einer wissenschaftlichen Grundlage und einer praktischen Übersichtlichkeit geniefst.

Der von uns beschriebene Pilz vereint in sich die Grundmerkmale zweier vom Standpunkte des Brefeld'schen Systems gänzlich verschiedener und weit voneinander stehender Gruppen. Einerseits hat er Zoosporangien [eine Art der Vermehrung, die nur den allerniedersten (primitivsten) Pilzen, die A. Fischer in eine besondere Gruppe — Archimycetes[2]) — ausscheidet, eigentümlich ist], anderseits aber besitzt dieser Pilz einen äufserst differenzierten und zergliederten Körper, wobei das Mycel so stark entwickelt ist wie bei jedem beliebigen Vertreter der Mycomyceten Brefelds. Man kann ihn nicht zu den Phycomyceten zählen, weil es auch nicht einen der Phycomyceten gibt, der ein septiertes und entwickeltes Mycel hätte[3]), ebensowenig kann man ihn zu den Mycomyceten im Sinne der Autoren rechnen, da die Fortpflanzungsorgane in Form von Zoosporangien bei keinem höheren Pilz bekannt sind.

Somit vereint Coenomyces die Grundzüge zweier vollkommen verschiedenen Gruppen: das Vorhandensein eines gut entwickelten, septierten Mycels und die Fortpflanzung vermittelst Zoosporen.

Jedes von diesen Merkmalen geht wie ein roter Faden durch die beiden grofsen Gruppen der Pilze — Phycomyceten und Eumyceten — und zu gleicher Zeit findet sich in keiner dieser beiden Gruppen eine Vereinigung der beiden obenerwähnten Merkmale.

Man könnte wohl diesen Organismus den höheren Chytridinae

---

1) Zopf, Kritische Bemerkungen zu Brefelds Pilzsystem. Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, hrsg. v. Dr. W. Zopf 3. Heft 1893 pag. 1. — Siehe auch Oltmanns, Über die Sexualität der Pilze. Biolog. Centralbl. 1901 pag. 14.

2) Dr. Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland, 2. Aufl. 1892, 1. Bd. Pilze, 4. Abt. Phycomycetes, bearbeitet von A. Fischer.

3) Eine Ausnahme stellt übrigens obenerwähnter von N. W. Storokin beschriebener Aphanistis dar (Revue mycologique 1889 t. XI pag. 137); aber ich wiederhole, mir erscheint es äufserst zweifelhaft, dafs dieser Pilz zu den Chytridineen gehört, zu denen er gewöhnlich gerechnet wird.

anknüpfen, wenn die geringste Möglichkeit einer Annäherung zu irgend einer Familie der Chytridineen vorhanden wäre. Von diesem Standpunkte aus müfste man zulassen, dafs das Mycel der Chytridineen, welches bei vielen Formen gänzlich fehlt, erst bei Rhizidium aufzutreten beginnt und die höchste Differenzierung bei Cladochytrium erreicht.

Jedoch welche Versuche wir auch machen würden, um die Evolution des Mycels der Chytridineengruppe nachzuweisen, indem wir die Chytridinae als eine progressierende Gruppe betrachten, so finden wir jedoch dort nirgends den geringsten Hinweis auf ein septiertes Mycel.[1])

Die ganze Gruppe behält streng ihren einzelligen Typus, und auch das Auftreten von Scheidewänden bei Septocarpus Zopfs (Podocarpus Pfitzers) stört nicht im geringsten jene Beständigkeit des einzelligen Typus, weil hier durch die Scheidewände eigentlich nur das Zoosporangium abgegrenzt wird, was bei allen Phycomyceten gewöhnlich der Fall ist. Was aber eine Form wie Aphanistis anbetrifft, so ist ihre Zugehörigkeit zu den Chytridiaceen noch keineswegs erwiesen.

Somit zwingt uns das Vorhandensein eines septierten Mycels bei Coenomyces, Bindeglieder zwischen unserem Pilze und den Chytridiaceen zu suchen; in Wirklichkeit sind solche aber nicht vorhanden, und man müfste annehmen, dafs solche Übergangsformen mit rudimentärem, aber septierten Mycel entweder existiert haben, aber ausgestorben sind oder noch gefunden werden müssen; dann natürlich würde sich die von uns beschriebene Form als der höchste Vertreter der Chytridiaceae erweisen und durch Protomyces einen unmittelbaren Anschlufs an die höheren Pilze bilden. Wenn wir aber die Willkürlichkeit obiger Voraussetzung und infolgedessen das Nichtvorhandensein der Übergangsformen in Betracht ziehen, so mufs man die Verwandtschaft unseres Pilzes mit den Chytridiaceen als äufserst fragwürdig hinstellen.

Das einzige wichtige Merkmal bleiben die Zoosporen mit einer hinteren Cilie, was aber auf eine Verwandtschaft mit der ganzen Gruppe der Chytridiaceae und vielleicht auch mit den Monoblepharidaeae, d. h. überhaupt mit den Monociliaten[2]) deutet, wobei es jedoch

1) Rhizidiomyces, bei welchem nach Zopf die Zweizelligkeit sich vermuten liefs, ist zeitlebens einzellig, wie es unlängst von Prof. Chr. Gobi nachgewiesen ist. (Siehe Gobi, Über einen neuen parasitischen Pilz, Rhicidiomyces Ichneumon etc., 1900, pag. 260, 267.)

2) Unter dem Namen Monociliaten fasse ich mit dem Prof. Chr. Gobi folgende Gattungen auf: Sphaerita, Reessia, Ectrogella, Olpidium, Pleolpidium, Pleotrachelus und Monoblepharideae.

unmöglich ist, auf irgend eine verwandte Gattung der Chytridiaceae hinzuweisen. Alles dieses läfst auf eine gesonderte Stellung des Coenomyces im System schliefsen, welche nur schwer mit den allgemein anerkannten Systemen der Pilze zu vereinen ist.

In der Tat lassen die bestehenden Systeme der Pilze von De Bary, Brefeld, Zopf, Gobi, Haeckel und Schröter entweder die Herkunft der Chytridiaceae von den Phycomyceten (Brefelds) zu, indem sie erstere als reduzierte Formen auffassen (De Bary und Brefeld)[1]) oder sie stellen die Chytridineae an die Basis des ganzen Systems der Pilze [Gobi[2]) und A. Fischer[3])], indem diese von den Amoeboideen (Gobi) oder den Algen Characieae (Haeckel)[4]) abgeleitet werden; sowohl die einen als auch die anderen Autoren suchen darauf einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen den Phycomycetes De Barys und den Mycomycetes oder Eumycetes im Sinne Brefelds, indem sie die Ascomycetes und Basidiomycetes von den Phycomycetes ableiten.[5]) Coenomyces gehört weder zu den Phycomyceten noch zu den Eumyceten im Sinne der Autoren, sondern bildet einen Sammeltypus, der die Merkmale zweier verschiedener Klassen: Zoosporangien und ein septiertes Mycel vereint.

1) De Bary, Grundlagen eines natürlichen Systems der Pilze (Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze, 4. Reihe 1881 pag. 124—125) hält die Chytridiaceae für regressive Peronosporaceae. O. Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze (4. Heft 1881 pag. 162, 8. Heft 1889 pag. 270 und 10. Heft 1891 pag. 354) sieht sie für Reproduktionsprodukte der Saprolegniaceae und Peronosporaceae an.

2) C. J. Gobi verknüpft die höheren Pilze unmittelbar mit den Phycomycetes (siehe Über die Gruppe der Amoeboideae in den Arbeiten der St. Petersburger Naturforschergesellschaft 1884 pag. 30; auch Bot. Centralbl. Bd. XXI pag. 35).

3) A. Fischer, Phycomyceten l. c.

4) Ernst Haeckel, Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen, I. Teil, Berlin 1884, pag. 148 und 257 (wo die Myceten von den Fungilli abgeleitet werden).

5) Es scheint diese Auffassung bis auf die letzte Zeit verblieben, weil F. Rosen in seinen interessanten Studien über das natürliche System der Pflanzen (Beiträge z. Biol. d. Pfl., hrsg. v. Brefeld 1901 Bd. VIII pag. 129) die Pilze von den Siphonales herableiten will, was jedoch dem Verf. selbst als nicht vollkommen berechtigt erscheint, indem er hinzufügt: „. . . Zahlreiche Einzelheiten im Bau und in der Fortpflanzung der algenähnlichen Pilze weisen auf ihren Ursprung von den Siphonales hin, doch bleibt zu prüfen, ob diese spezielle Ableitung wohl für alle die sehr differenten Familien wahrscheinlich ist, die man heute zu den Pilzen zählt“ (l. c. pag. 143). Dessenungeachtet gibt er ein Schema, wo die ganze Gesamtheit der Pilze an die Siphonales angeknüpft ist (l. c. pag. 145).

Die phylogenetische Bedeutung solcher Typen besteht darin, dafs sie auf eine unabhängige Herkunft aus der gemeinsamen Wurzel, auf eine Coordination, wenn man so sagen kann, jener beiden Klassen hinweist, deren Merkmale sie vereinen.

Diese Coordination zweier Gruppen schliefst die Möglichkeit aus, diese beiden Gruppen als eine der anderen untergeordnet zu betrachten, das heifst, dafs die Existenz der von uns beschriebenen Form auf eine gemeinsame Herkunft der Phycomyceten und Eumyceten aus einer gemeinsamen Wurzel hinweist, und dieses besagt gleichzeitig, dafs man sie nicht als eine der anderen untergeordnete (subordinierte) Gruppen betrachten und nicht die eine von der anderen herleiten darf; mit anderen Worten: man kann nicht die Eumyceten von den Phycomyceten und Chytridineen ableiten, wie das bei allen gegenwärtigen Pilzsystemen der Fall ist, sondern man kann im Gegenteil behaupten, dafs sie zusammen mit den Coenomyceten sich als divergierende Äste des gemeinsamen Stammes erweisen.

Hierbei mufs man in Betracht ziehen, dafs sich das septierte Mycel ebenso scharf von dem unseptierten unterscheidet, wie in der Gruppe der Algen der Körper der Siphoneen von dem Körper irgend einer vielzelligen Alge.

Wenn in der Gruppe der Phycomyceten Scheidewände auftreten, so grenzen sie ganz wie bei den Siphoneen nur den reproduktiven von dem vegetativen Teil der Zelle ab. Zwischen den Phycomyceten und den Eumyceten oder auch den Mesomyceten liegt ein tiefer Abgrund — ein Sprung vom unseptierten zum septierten Mycel. Das septierte Mycel tritt plötzlich und unerwartet bei den Mesomyceten auf, wobei sein Ursprung vollständig im Dunkeln bleibt. Anderseits geht sowohl die vegetative als auch die reproduktive Differenzierung der Phycomyceten immer weiter und weiter, ohne jedoch ihren einzelligen Typus zu verändern, ganz wie dasselbe bei der Algengruppe der Siphoneen der Fall ist. Beim Versuch, ein phylogenetisches System der Algen zu entwerfen, würde sich aber wohl niemand entschliefsen, die Siphoneen an die erste Stelle zu setzen und von ihnen die Gruppen der vielzelligen Algen abzuleiten — einfach aus dem Grunde, weil die Siphoneen einzellig sind; aber gerade dieses geschieht im System der Pilze, indem die vielzelligen Pilze (Eumycetes) von den einzelligen (Phycomycetes)[1]) abgeleitet werden, ungeachtet

1) Die Ähnlichkeit der Phycomyceten und Siphoneen ist so grofs, dafs sie seinerzeit Sachs in eine Gruppe vereinigte, während Ssorokin für die Phy-

dessen, dafs der Bau der Formen in diesen beiden Gruppen einen gänzlich verschiedenen Typus aufweist.

Wie wir aber auch versuchen würden, uns der Lösung dieser Frage zu nähern, auf dem Boden der vergleichenden Morphologie stehend, wird es sich immer ohne Zweifel erweisen, dafs weder die rein morphologischen Merkmale allein, noch auch die ontogenetischen Tatsachen uns an und für sich eine genügende Handhabe zur Lösung der Streitfragen der Phylogenie der Pilze bieten, und dafs für die Systematik der niederen Pflanzen die Erforschung des Zellenbaues eine immer gröfsere Bedeutung erlangt.

Aus diesem Grunde leisten uns die cytologischen Beobachtungen, die Beobachtungen über den Bau der Zelle und die mit ihm verknüpften Prozesse, unschätzbare Dienste bei der Prüfung der morphologischen Beweise.

Was aber ergibt sich, wenn wir die Systematik der Pilze im Lichte der cytologischen Errungenschaften betrachten? Die Arbeiten des letzten Jahrzehnts über die Basidiomyceten, die Untersuchungen von Dangeard[1]) Sappin-Trouffy[2]), Poirault et Raciborski[3]) haben gezeigt, dafs das Basidium ursprünglich immer zwei Kerne enthält, und dafs der Bildung der Basidiosporen bei den Basidiomyceten immer eine eigenartige Vereinigung dieser beiden Kerne vorhergeht, wobei das Verschmelzungsprodukt sich von neuem teilt und auf diese Weise die Basidiosporenkerne bildet.

Auffallend ist, dafs Dangeard eine völlig identische Erscheinung in der askogenen Zelle der Ascomyceten[4]) fand. Juel[5]) hat

---

comyceten die für diesen Standpunkt besser passende Bezeichnung Siphomycetes vorschlug. (Ssorokin, Bot. Ztg. 1874 p. 314.) Vielleicht aus diesem Grunde will auch F. Rosen (l. c. pag. 143) die Pilze von den Siphonales herausleiten.

1) Dangeard, Recherches sur la reproduction sexuelle des champignons. Le Botaniste 3 sér. 1894. — Dangeard, La reproduction sexuelle chez les Basidiomycètes. Le Botaniste 1895.

2) Sappin-Trouffy, La pseudo-fécondation chez les Urédinées et les phenomènes qui s'y rattachent. Comptes rendus 1893. — Sappin-Trouffy, Recherches mycologiques. Le Botaniste 5 sér. 1896. — Recherches histologiques sur les Urédinées. Ibidem.

3) Poirault et Raciborski, Sur les noyaux des Urédinées. Journ. de bot. tom. IX 1895.

4) Dangeard, La reproduction sexuelle chez les Ascomycètes. Le Botaniste 3 sér. 1894.

5) Juel, Die Kernteilungen in den Basidien und die Phylogenie der Basidiomyceten. Pringsheims Jahrbücher für wiss. Bot. Bd. 32, 1898, pag. 361. —

in der letzten Zeit nicht nur die Angaben der französischen Gelehrten bestätigt, sondern auch auf Grund der Untersuchungen der Eigentümlichkeiten der karyokinetischen Teilung in den Basidien, die der Bildung der Basidiosporen vorhergeht, ein Schema der Verwandtschaft zwischen den verschiedenen Vertretern der Basidiomyceten festgestellt (Chiastobasidiae und Stichobasidiae).

Somit kann man zweifellos diese Tatsachen als sicher festgestellt betrachten [1]), obgleich sie von den Autoren gänzlich verschieden gedeutet werden.

Dangeard und Sappin-Trouffy halten die von ihnen entdeckte Erscheinung für einen geschlechtlichen Prozess, was hingegen von anderen unbedingt bestritten wird.

Uns erscheint am wahrscheinlichsten die Vermutung, die gleichzeitig von Giesenhagen [2]) und Poirault et Raciborski ausgesprochen wurde, nämlich dafs die Kernverschmelzung nichts weiter als ein stimulus zur vegetativen Vermehrung ist, analog der Kernverschmelzung im Embryonalsack der Angiospermen, welche zur Bildung des sekundären Embryosackkerns führt.

Es ist übrigens gleichgiltig, ob wir diese Erscheinungen als einen Sexualprozess ansehen oder nicht, jedenfalls müssen wir zu dem

---

Siehe auch Juel, Stilbum vulgare Tode, ein bisher verkannter Basidiomycet. Bihang till k. svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. 24, Afd. III, 1888; cf. besonders pag. 7.

1) Siehe Ruhland, W., Zur Kenntnis der intracellularen Karyogamie bei den Basidiomyceten. Mit 1 Taf. Bot. Zeitg. 1901 1. Abt. Originalabh. Heft X pag. 187—205. „Es ist klargestellt", sagt er, „dafs auch in den Fällen, wo man bisher daran zweifelte, ganz allgemein nur zwei Kerne zur Fusion kommen, und dafs derartige Fusionen in vegetativen Hyphen nirgends begegnen (l. c. pag. 202).

2) Giesenhagen, Die Entwicklungsreihe der parasitischen Exoasceen. Flora 1895 Bd. 81 pag. 302. Die Bemerkung Giesenhagens betreffs der Bedeutung der Kernverschmelzung in den Basidien und askogenen Zellen lautet: „Dangeard fafst diese Kernverschmelzung als einen Sexualakt auf; ich möchte den Vorgang, den der genannte Autor noch bei vielen anderen Pilzen beobachtet hat, eher mit der Kernverschmelzung vergleichen, welche im Embryosack der Angiospermen zur Bildung des sekundären Embryosackkernes führt. Dort wie hier bildet die Verschmelzung den Anstofs zu vegetativer Zellvermehrung." — Fast dasselbe sagen Poirault et Raciborski: „Si nous voulons considérer la fusion des noyaux de la probaside comme un acte sexuel, nous devons donner le même nom à la fusion des deux noyaux polaires du sac embryonnaire chez les Phanérogomes" (l. c. pag. 21) — Poirault-Raciborski, Sur les noyaux des Urédinées. Journ. de Bot. t. IX, 1895, tiré à part, pag. 31. — Siehe auch Tischler, G., Untersuchungen über die Entwicklung des Endosperms von Corydalis cava. Heidelberg 1900.

Schlufs kommen, dafs sie in direktem Widerspruch zur Ansicht der Brefeld'schen Schule und ihrem System stehen.

A. Möller[1]) beweist, dafs der Sexualprozefs bei den Zygomyceten nicht den Erscheinungeu homolog ist, die Dangeard bei den Hemibasidien, Basidiomyceten und Ascomyceten für einen Sexualprozefs ansieht, und versucht gleichzeitig die Entdeckung Dangeards zugunsten Brefelds zu deuten. Ebenso geistreich und schwerwiegend die Beweise sind, die von ihm zur Begründung des ersten Teiles seines Satzes vorgebracht werden (der gegen die Annahme einer geschlechtlichen Vermehrung überhaupt bei den höheren Pilzen wie im Sinne Dangeards so auch im Sinne De Barys gerichtet ist), ebenso ist der zweite Teil, der eine feine petitio principii enthält, wenig überzeugend.[2])

In der Tat kann man nur von einem Vorurteil beherrscht den merkwürdigen Umstand ignorieren, dafs jene sonderbaren Kernveränderungen sowohl den Basidien als auch den Ascen — und zwar nur allein ihnen — eigentümlich sind und niemals bei der Bildung der Sporangien und Konidien auftreten, wo die Genesis der Kerne eine gänzlich andere ist.

So tritt, wie unlängst Cavara[3]) nachgewiesen, bei der Konidienbildung der Entomophtoreen nichts dem ähnliches auf, was Dangeard bei den höheren Pilzen entdeckt hat: wie auch die Konidien

1) A. Möller, Phycomyceten und Ascomyceten, Untersuchungen aus Brasilien 1901. Botanische Mitteil. aus den Tropeu, hrsg. von A. Schimper, Heft 9 pag. 37—61.

2) „Dangeard", sagt er, „hat eine höchst bemerkenswerte weitere Erläuterung geliefert zu dem Ausdrucke Brefelds: der Conidienträger, das Sporangium werden nach Form und Sporenzahl bestimmt; er hat gezeigt, dafs dieses Bestimmtwerden mit besonderen Vorgängen der Kernschmelzung und Kernteilung zusammenfällt. Aber die Idee der Geschlechtlichkeit ist allen diesen Vorgängen, von einer vorgefafsten Meinung ausgehend, aufgezwungen". Möller, l. c. pag. 59. Es ist aber hier anstatt „die Basidie" — „der Konidienträger" gesetzt und statt „Ascus" — „das Sporangium", und auf solche Weise wird dasjenige, was streng genommen nur von der Basidie und vom Ascus gesagt werden kann, auf die Konidien und Sporangien übertragen. Währenddessen findet sich der Übergang von einer unbestimmten Sporenzahl zu einer bestimmten gerade in der Reihe der Basidiomyceten nnd Ascomyceten. Bei den niederen Pilzen, bei deren Erforschung der Begriff von Konidien und Sporangien ausgearbeitet worden ist, ist eine solche Differenzierung nicht vorhanden. Die Zahl der Sporen bleibt hier immer unbestimmt, so dafs eine Behauptung, die in der Tat nnr auf die Fruktifikationsform der höheren Pilze anwendbar ist, auf die niederen Pilze übertragen wird.

3) Cavara, I nuclei delle Eutomophthoreae in ordine alla filogenesi di queste piante. Bolletino della Società botanica italiana, 1899, pag. 55—56.

sein mögen — ein- oder zweizellig —, immer gehen ein oder mehrere Kerne der Hyphen in die neu gebildete Konidie über.

Von dem Standpunkt der Phylogenie hat diese Tatsache eine sehr grofse Bedeutung.

In der Tat unterscheiden sich die Ascen und Basidiosporen nicht nur durch die Beständigkeit der Form und der Zahl der Teile, wie es Brefeld behauptete, sondern auch durch die Konstanz der regelmäfsigen Umlagerung der Kerne von solchen Fruktifikationsformen wie Sporangium und Konidie.

Das Vorhandensein identischer Kernumlagerungen gerade in den Ascen und Basidien vor der Sporenbildung weist meiner Meinung nach auf eine sehr nahe phylogenetische Verwandtschaft der beiden Gruppen der Ascomyceten und Basidiomyceten hin, während die Abwesenheit einer solchen Umgruppierung im Sporangium die tiefe Kluft kennzeichnet, die jene von den Phycomyceten trennt.

Aufserdem erweist es sich dank den letzten äufserst umständlichen Untersuchungen Harpers[1]), dafs auch die Zellteilung beim Sporangium und Ascus auf gänzlich verschiedene Weise erfolgt.

Er hat nachgewiesen, dafs sich bei der Sporenbildung im Sporangium das ganze Plasma teilt, während bekanntlich im Ascus der eine Teil des Plasmas zur Sporenbildung verwendet wird, das übrige Plasma aber unbenützt als sogenanntes Epiplasma zurückbleibt.

Hierdurch unterscheiden sich nach Harpers Meinung die Zygomyceten von den Ascomyceten ziemlich scharf[2]), und gleichfalls bildet dieser Umstand noch ein wichtiges Argument dafür, dafs die Ansicht Brefelds, nach der die Ascomyceten und überhaupt die höheren Pilze die oberste Entwicklungsstufe der Phycomyceten darstellen, wohl kaum annehmbar ist.

Somit ergibt sich die Notwendigkeit, sowohl auf Grund der vergleichenden Morphologie als auch auf Grund der cytologischen Tatsachen die Basidiomyceten und Ascomyceten ganz von den Phycomyceten gesondert und unabhängig abzuleiten.

Für die Ascomyceten ergibt sich diese Möglichkeit von selbst. Hierzu genügt, die Hefen an den Anfang des Systems zu setzen, anstatt sie als reduzierte Abkömmlinge der Ascomyceten zu betrach-

1) Harper, Cell division in sporangia and asci. Annals of Botany v. XIII, 1899, pag. 467.

2) Diese Ansicht entwickelt er in seiner anderen Arbeit, wo es heifst: „For the present we must be content to allow the Ascomycetes to stand alone ...“ Harper, Sexual reproduction in Pyronema confluens and the Morphology of the Ascocarp. Annals of Botany, V. XIV pag. 387.

ten und mit ihnen die Reihe der Ascomyceten durch den Schizosaccharomyces und die Hemiasci zu verbinden.

In der Tat finden sich keinerlei Beweise dafür, dafs die Bildung des rudimentären Mycels bei den Hefepilzen wirklich eine regressive Erscheinung ist; es ist im Gegenteil gerade ebenso wahrscheinlich, dafs wir es mit einem undifferenzierten, aber sich progressiv entwickelnden Mycel zu tun haben, das nur bei den Hefen allein auf dieser Stufe stehen geblieben ist, bei anderen Ascomyceten aber seine Vollkommenheit erreicht hat.

Von diesem Standpunkt läfst sich auch das Auftreten von hefeähnlichen und sprossenden Formen im Entwicklungscyclus vieler höherer Pilze erklären: es ist dieses nichts anderes als ein Fall von Atavismus, der eine Wiederkehr zur Form der Vorfahren darstellt, ganz analog dem Hervortreten der gefiederten ersten Blätter bei Keimlingen von Acacia Lophantha oder dem Vorkommen deformierter Blattformen bei der Eiche — Erscheinungen, welche sich durch Atavismus erklären lassen, was auch durch die paläontologischen Funde bestätigt wird.[1])

Schon bei den Hefen fängt ein septiertes Mycel (Schizosaccharomyces) an sich zu zeigen; ebenso wurden die Beobachtungen Schiönnings betreffs der Sporenbildung bei Schizosaccharomyces octosporus jüngst von Hoffmeister[2]) bestätigt. Als er die Kernteilung bei der Sporenbildung an Schizosaccharomyces untersuchte, fand er, dafs die Prozesse, die sich hierbei abspielen, vollkommen denen ähneln, die der Bildung der Ascosporen der echten Ascomyceten vorhergehen.

Somit unterliegt die Zugehörigkeit des Schizosaccharomyces zu den Ascomyceten keinem Zweifel, und gleichzeitig treffen wir hier alle Übergänge von einer einfachen Zellenkolonie, die jeden Augenblick auseinander zu fallen bereit ist, zu einem Faden, der aus einer Reihe von Zellen besteht, die miteinander mehr oder weniger beständig verbunden sind, wobei sich diese Zellenreihen in Haupt- und Nebenaxen differenzieren, sodafs wir nicht nur einen septierten Mycelfaden sondern auch seine Verzweigungen erhalten.[3])

1) Constantin von Ettingshausen und Fr. Krašan, Untersuchungen über Deformationen im Pflanzenreiche. Denkschriften d. K. Akademie d. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Bd. 58 1891 pag. 611.

2) Hoffmeister, Camill, Zum Nachweise des Zellkerns bei Saccharomyces. Sitzungsber. d. deutschen naturwiss.-medizin. Vereins für Böhmen „Lotos“, Bd. XX 1900 Nr. 5 pag. 257—263. Mit 1 Taf. Ref. Bot. Centralbl. 1900 Nr. 30 pag. 130.

3) Dies ist besonders leicht zu sehen bei Saccharomyces anomalus

Unter den beiden Arten der Fortpflanzung der Hefen — der Ascosporenbildung und der Sprossung — verdient die letztere unsere besondere Beachtung. Die Sprossung ist ohne Zweifel der Konidienbildung homolog und ontogenetisch ein der Konidienbildung gleichwertiger Prozefs.

Sowohl hier als auch dort bildet sich ein Auswuchs, der sich vergröfsert, lange Zeit im Zusammenhang mit dem vegetativen Körper bleibt und endlich abfällt.

In beiden Fällen ist die Konidie resp. der Hefesprofs imstande, durch Wachstum sich in einen Organismus zu verwandeln, der an Form und Dimension demjenigen gleicht, von dem er abstammt.

Sowohl die Fortpflanzungsart durch Endosporen im Ascus als auch durch Konidien treten in der ganzen Gruppe der Ascomyceten auf, während sich bei den Basidiomyceten nur die letztere vorfindet, wobei die Zahl der Konidien auf ein und demselben Konidienträger allmählich eine bestimmte wird. Deshalb scheint es uns möglich, die Basidiomyceten als den Ascomyceten verwandte Formen zu betrachten, die einen gemeinsamen Ursprung haben.[1]) Natürlich ist der Übergang von den Saccharomyceten zu den Basidialpilzen problematischer als zu den Ascomyceten, wodurch aber die Möglichkeit einer gemeinsamen Genesis beider Gruppen keineswegs ausgeschlossen wird.[2])

Jedenfalls ist es wohl in Anbetracht obenerwähnter cytologi-

Hansen. Siehe Barker, A fragrant Mycoderma yeast Sacch. anomalus (Hansen). Annals of Botany 1900 pag. 240--241 pl. XIII. In dieser interessanten Arbeit sind auch faktische Beweise angeführt für die Annahme einer nächsten Verwandtschaft zwischen Saccharomyces, Endomyces decipiens und Ascoidea rubescens, also zwischen den Saccharomyceten einesteils und den sogenannten Hemiasci (Brefelds) anderseits.

1) Siehe auch Massee, On the origin of Basidiomycetes (Journal of the Linnean Soc. XXXIV 1900 pag. 438—448), wo einige interessante Erörterungen zugunsten der Ableitung der Basidiomyceten von Ascomyceten angeführt sind. — Wir haben gesehen, dafs die Annahme einer phyletischen Beziehung zwischen den Conidienformen der Ascomyceten und den niederen Basidiomyceten durch Juels Mitteilung (Juel, Stilbum vulgare Tode etc. l. c.) schon angebahnt ist.

2) So sagt A. Möller (l. c. pag. 57) von Dangeard, „er behauptet, soweit ich sehen kann, nirgends eine genetische Ableitung der Basidie aus dem Ascus"; währenddessen unterscheidet sich nach Dangeards Meinung die Basidie mit ihren Sporen nur durch ihre exogene Sporenbildung vom Ascus, und dieses ist fast mit der Annahme einer genetischen Verwandtschaft gleichbedeutend. In seiner letzten umständlichen Arbeit kommt René Maire auf dem Grunde der sorgfältigsten Untersuchungen zu demselben Schlusse, dafs die Basidiomyceten nur einen Ast der grofsen Ascomycetengruppe darstellen. (René Maire, Recherches cytologiques et taxionomiques sur les Basidiomycètes. Paris 1902.)

schen Tatsachen kaum zulässig, die Basidialpilze als eine von den Ascomyceten vollständig unabhängige Gruppe zu betrachten.

Ob sich nun die nächsten hier angeführten Erörterungen als richtig erweisen oder nicht, kann nur die Zukunft lehren; in jedem Falle aber steht es aufserhalb allem Zweifel, dafs alle Versuche eines monophyletischen Aufbaues des Pilzsystemes grundsätzlich verfehlt sind, und dafs die vorhandenen Tatsachen darauf schliefsen lassen, dafs die polyphyletische Abstammung der chlorophyllosen Sporenpflanzen bedeutend wahrscheinlicher ist.[1])

Zur Entscheidung der Streitfragen über die Phylogenie der Pilze ist aber die Erforschung der terrestrischen Formen allein nicht genügend, wir sehen, dafs unter den uns bekannten Arten sich gerade die Wasserpilze (Archimycetes A. Fischers) am meisten durch den primitiven Charakter ihrer Organisation auszeichnen; deshalb können wir auch hoffen, dafs die Mykologen jene unter anderen Verhältnissen nicht existierenden oder längst ausgestorbenen Formen der Pilze vielleicht noch in der Wiege des organischen Lebens der Erde — im Meere — erhalten finden werden.[2])

1) Einige Pilze könnten aus den Algen vermittelst einer physiologischen Reduktion durch Apochlorose entstanden sein. So z. B. kann man nicht umhin mit Prof. Chr. J. Gobi (Über die Herkunft der Hyphomycetenpilze von der Gruppe der Amoeboideen, Arbeiten der Petersburger Naturforschergesellschaft 1894 pag. 22 Anmerkung) anzunehmen, dafs die Synchitrieae reduzierte Chlorochytriaceae darstellen, ähnlich den jüngsterforschten farblosen Diatomeen (Benecke, Provazek, Karsten), farblosen Algen Krügers und anderen Erscheinungen der Apochlorose.

2) Indem ich die Aufmerksamkeit der Mykologen auf die Meerpilze richte, mufs ich bemerken, dafs aus der kolossalen Zahl der gegenwärtig bekannten Pilzarten (nach Saccardo etwa 43000) keine 20, zudem nur wenig erforschte auf die Meeresformen entfallen. Es sind dies: Olpidium Bryopsidis De Bruyne, O. aggregatum Dangeard, O. sphacellarum (Kny) Fisch., O. tumaefaciens (Magnus) Fisch., O. entosphaericum Cohn., O. Plumulae (Cohn) Fisch., Rhizophidium Dicksonii Wright, Chytridium Polysiphoniae Cohn, Olpidium Dicksonii (Wright) Wille, v. Striariae W., Pharcidia marina Ch. Bommer, Astreptonema Hauptfl., Lithopythium gangliforme Bornet et Flah., Nephromyces Molgularum Giard, N. Sorokini Giard, N. Roskovitanus Giard, Ostracoblabe implexa Bornet et Flah., Monospora bicuspidata Metschn., Metschnikowia (Monospora) Artemiae Kamienski, Amphisphaeria Posidoniae, Dothidella Laminariae Rostr. und Pyrrhosorus marinus Juel. Im Jahre 1900 fand ich in Balaclawa noch eine interessante Lagenidium sp., die in den Zellen von Chaetomorpha aerea parasitierte; sie zeichnete sich von allen bekannten Arten dieser Gattung — die nebenbei bemerkt alle Süfswasserformen sind — durch ihre bedeutende Gröfse aus. Leider verhinderte mich eine schwere Krankheit diesen Organismus näher zu untersuchen.

Obige Auffassungen kann man in folgende Thesen zusammenfassen:

Die niederen Pilze (Phycomycetes) sind alle einzellig, die höheren (Eumycetes) vielzellig; Übergänge von den Formen mit einzelligem Mycel zu den Formen mit septiertem Mycel sind nicht vorhanden, und diese bilden zwei ebenso grundverschiedene Typen unter den Pilzen wie die Siphoneae und die vielzelligen Algen resp. Confervales unter den Algen.[1])

Bei den Phycomyceten wird durch die Scheidewände nur das reproduktive Plasma vom vegetativen abgetrennt; die Zwischenwände dienen zu Fortpflanzungszwecken und sind nur als Anpassungsvorrichtung zu Fortpflanzungszwecken ausgebildet; bei den höheren Pilzen dagegen haben sich die Scheidewände bei dem Übergang von einer Kolonie zu einem differenzierten Körper als Folge der Anpassung zu den vegetativen Bedürfnissen des Organismus ausgearbeitet. Mit anderen Worten könnte man sagen, dafs die Zwischenwände bei den niederen Pilzen einen reproduktiven, bei den höheren Pilzen einen vegetativen Charakter haben.

Die cytologischen Tatsachen deuten gleichfalls auf den grofsen Unterschied zwischen den niederen und höheren Pilzen, der nicht die Möglichkeit eines unmittelbaren Zusammenhangs zwischen diesen zuläfst.

Wir finden bei den Phycomycetes nichts, was jenen eigenartigen Kernumlagerungen bei der Bildung der Basidiosporen und der Sporenbildung in den Ascen vorhergeht, ähnlich wäre.

Die Plasmateilungsprozesse bei der Sporenbildung im Ascus der Ascomyceten und im Sporangium der Mucorini (Phycomycetes) unterscheiden sich von einander in ihren Grundzügen und gestatten nicht, die Sporangien und Ascen als homologe Bildungen zu betrachten. Keineswegs ist deshalb der Ascus also ein Sporangium von bestimmter Form und bestimmter Sporenzahl, sondern der Unterschied zwischen ihnen ist ein viel tiefer gehender als es Brefeld behauptete.

---

1) Ich möchte vorschlagen, den einzelligen Mycelkörper mit dem Ausdruck mycelidium zu bezeichnen, indem ich diesen Termin in etwas verändertem Sinne E. Haeckel entlehne, und den Termin mycelium nur bei den höheren Pilzen anzuwenden.

Die Existenz einer solchen Form wie Coenomyces spricht auch zugunsten dieser Ausführungen.

Seine Morphologie und Entwicklungsgeschichte tun dar, dafs dieser Pilz die Merkmale der höheren und niederen Pilze vereint.

Indem Coenomyces einen Sammeltypus darstellt, erweist es sich, dafs man jene beiden Gruppen nicht einander unterordnen darf, sondern ihren gemeinsamen Ursprung zusammen mit Coenomyces von einer gemeinsamen Wurzel anerkennen mufs.

Die Eumyceten resp. Ascomyceten und Basidiomyceten stammen nicht von den Phycomyceten, sondern zusammen mit diesen und unabhängig von diesen von einer gemeinsamen Wurzel, als einer deren Sprosse sich auch die von uns beschriebene Form erweist.

Literatur.

Bornet, E., Recherches sur les gonidies des lichens. Annales des sciences natur., 5ème s. Botanique, 1873.

Brefeld, O., Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mycologie. Heft IX. Basidiomyceten.

Cavara, F., I nuclei delle Entomophthoreae in ordine alle filogenesi di queste piante. Bolletino della Società botanica italiana 1899 pag. 55.

Dangeard, Recherches sur la reproduction sexuelle des champignons. Botaniste 1894.

— La reproduction sexuelle chez les Basidiomycètes. Botaniste 1895.

— La reproduction sexuelle chez les Ascomycètes. Botaniste 1894.

De Bary, Grundlagen eines natürlichen Systems der Pilze. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze, IV. Reihe, 1881.

Ettingshausen und Krašan, Untersuchungen über Deformationen im Pflanzenreiche. Denkschriften der K. Akad. d. Wiss., math.-naturwiss. Klasse, Bd. 58, 1891.

Fischer, A., Phycomycetes. Dr. Rabenhorsts Kryptogamenflora v. Deutschland, Bd. I. Pilze, IV. Abt.

Giesenhagen, Die Entwicklungsreihen der parasitischen Exoasceen. Flora 1895, Bd. 81.

Gobi, Chr., Über die Gruppe der Amoeboideae. Arbeiten d. St. Petersb. Naturforschergesellschaft 1884 S. 30. Bot. Centralbl. Bd. XXI pag. 35.

— Über einen neuen parasitischen Pilz, Rhizidiomyces Ichneumon nov. sp. und seinen Nährorganismus Chloromonas globulosa (Perty).. Scripta botanica Horti Univ. Imper. Petropolitanae Fasc. XV 1899—1900 pag. 251.

Haeckel, E., Systematische Phylogenie der Protisteen und Pflanzen, I. Teil. Berlin 1894.

Harper, Cell division in sporangia and asci. Annals of Botany v. XIII 1898.
— Sexualreproduction in Pyroneum confluens and the Morphology of the Ascocarp. Annals of Botany v. XIV pag. 307.
Hedlund, Om bålbildning genom pycnoconidier hos Catillaria denigrata och C. prasina (Fr.). Botaniska Notiser 1891 pag. 207.
Huber, J., Contributions à la connaisance des Chaetòphorées epiphytes et endophytes. Annales des sc. nat., 7ème série, Botanique t. XVI, 1892.
Hoffmeister, Camille, Zum Nachweise des Zellkerns bei Saccharomyces. Sitzungsberichte des Deutsch. naturwiss.-medizin. Vereins für Böhmen „Lotos" Bd. XX 1900 Nr. 5.
Juel, Die Kernteilungen in den Basidien und die Phylogenie der Basidiomyceten. Pringsheims Jahrbücher für wiss. Bot. Bd. 32 1898.
— Stilbum vulgare Tode, ein bisher verkannter Basidiomyeet. Bihang till K. svenska Vet. Akad. Handlingar Bd. XXIV Afd. III 1898.
Maire, René, Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes. Bulletin de la Soc. Mycolog. de France, t. XVIII, Livr. du 31 Déc. 1902.
Magnus, Werner, Studien an der endotrophen Mycorrhiza von Neottia Nidus Avis. Jahrb. für wiss. Bot. 1900 Bd. XXXV Heft 2.
Massee, On the origin of Basidiomycetes. Journal of the Linnean Society v. XXXIV 1900 pag. 438—448.
Möller, A., Phycomyceten und Ascomyceten, Untersuchungen aus Brasilien 1901. Bot. Mitteil. aus den Tropen, hrsg. v. A. Schimper, Heft 9.
Oltmanns, F., Über die Sexualität der Pilze. Biologisches Centralblatt 1901 p. 432 Nr. 14.
Poirault et Raciborski, Sur les noyaux des Urédinées. Journal de Botanique t. IX 1895.
Reinke, J., Abhandlungen über Flechten. Pringsheims Jahrb. für wiss. Bot. 1895 Bd. 28.
— — Lehrbuch der Botanik 1880.
Rosen, F., Studien über das natürliche System der Pflanzen I. Beiträge zur Biologie der Pflanzen, begr. v. Cohn, hrsg. v. Osk. Brefeld, 1901 II. Heft.
Ruhland, W., Zur Kenntnis der intracellularen Karyogamie bei den Basidiomyceten. Mit 1 Taf. Bot. Ztg. 1901 1. Abt. Originalabh. H. X.
Saccardo, Sylloge Fungorum v. IX.
Sappin-Trouffy, La pseudofécondation chez les Urédinées et les phénomènes qui s'y attachent. Comptes rendus 1893.
— — Recherches mycologiques. Le Botaniste, sér. 5. 1896.
Schröter in Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien I. T. 1. Abt.
Sorokine, Revue mycologique 1889 t. XI pag. 137.
Tavel, Vergleichende Morphologie der Pilze. 1892.
Tischler, G., Untersuchungen über die Entwicklung des Endosperms von Corydalis cava. Heidelberg 1900.
Zopf, W., Kritische Bemerkungen zu Brefelds Pilzsystem. Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, hrsg. v. Zopf, 3. Heft 1893 pag. 1.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Bilder aufser den letzten drei Figuren sind nach den lebenden Objekten mittels des Zeichenapparates Zeifs' nach Abbe gezeichnet. Die beigegebenen Ziffern bezeichnen die Vergröfserung des Mikroskopes.

Tafel VI.

Fig. 1. Mehrere Zoosporen in verschiedener Lage ohne Zeichenapparat nach lebenden Exemplaren aus freier Hand entworfen, so wie sie unter dem Zeifs'schen Apochromat 2 mm Comp. Ok. 12 aussehen.

Fig. 2. Eine dieser Zoosporen zu 3 : 1 der ursprünglichen Gröfse vergröfsert, um zu zeigen, dafs das Zellplasma farblos ist und goldgelbe oder orangenfarbige kugel- und mikrosomenähnliche Einschlüsse enthält. Bei derselben Vergröfserung gezeichnet wie Fig. 1.

Fig. 3. Eine keimende Zoospore von beiden Enden zwei Mycelfäden treibend. (Zeifs' Apochromat 2 mm Comp. Ok. 12. 1500.)

Fig. 4. Eine ausgekeimte Zoospore mit einem Keimtrieb und dem Beginn der seitlichen Verzweigung. (Zeifs' Apochromat 2 mm Comp. Ok. 12. 1500.)

Fig. 5. Ein Bild aus freier Hand entworfen, die Lage des Zoosporangiums darstellend, bei welchem es mir gelang lebende Zoosporen und ihre Form und Bewegungen zu beobachten. Das Zoosporangium wurde mit dem Deckgläschen etwas gedrückt. Die Wände sind zusammengesunken und haben eine Falte gebildet, ein Teil der Zoosporen ist herausgetreten; dann aber hat sich der Zoosporangiumhals umgebogen und auf diese Weise das Austreten der übrigen Zoosporen verhindert, sodafs die letzteren anfingen sich darin zu bewegen, ohne die Möglichkeit zu haben heraustreten zu können.

Fig. 6. Zellen der Alge Nemalion lubricum Duby. Ein Mycelzweig ist in eine Zelle dieser Alge eingedrungen und hat darin eine Anschwellung (*m*) gebildet; der Zellinhalt von allen abgebildeten Nemalionzellen ist abgestorben; in der Zelle (*a*) neben der Mycelanschwellung (*m*) sieht man den zusammengeschrumpften Zellinhalt. (Zeifs' Apochromat 4 mm Comp. Ok. 6. Vergröfs. 372.)

Fig. 7. Calothrixfaden durch den Pilz infiziert; ein Teil (*ab*) des Myceliums bildet im Innern des Calothrixfadens das intramatricale Mycel *i*; der übrige Teil aufserhalb des Fadens bildet den extramatricalen Mycelteil. *a* die Eintrittsstelle, *b* die Austrittsstelle des Myceliums nach aufsen. (Zeifs' Apochromat 4 mm Comp. Ok. 6. 372.)

Fig. 8. Sechs Exemplare von Calothrix parasitica durch Mycelfäden zusammen verbunden. Zeifs' Apochromat 4 mm Comp. Ok. 6. 372.)

Fig. 9. Ein Teil des extramatricalen Myceliums vereinzelt dargestellt; man sieht das vacuolenreiche Plasma der Anschwellungen mit dunklen Körnchen; auch sind hier die Scheidewände und die Verzweigungsart gut sichtbar. (Zeifs' Apochromat 4 mm Comp. Ok. 6. 372.)

Fig. 10. Ein Calothrixfaden; *i* das intramatricale Mycelium bildet eine Anschwellung *m*, die Hyphe tritt an einer Stelle des Fadens aus, indem ein Zoosporangium (*zsp*) sich bildet, es sitzt unmittelbar auf dem Calothrixfaden; *s* das Appressorium; man sieht das gleiche Appressorium auch da, wo die Hyphe die Scheide der Calothrix unter dem Zoosporangium durchbohrt; *q* Zellen der Calothrix teils durch die Pilzhyphen voneinander getrennt, teils aus ihrer Lage verschoben; *e* das extramatricale Mycelium. (Hartnack Ok. 4, Obj. 7. 480.)

Tafel VII.

Fig. 11. Stark entwickeltes extramatricales Mycelium mit dem an dem Seitenzweige sitzenden noch unreifen Zoosporangium. (Zeifs' Apochromat 4 mm Comp. Ok. 6. 372.)

Fig. 12. Ein Faden von Calothrix parasitica mit dem Mycelium unseres Pilzes und einem unentwickelten Zoosporangium, welches noch nicht durch eine Scheidewand von der es tragenden Hyphe abgesondert ist und keinen Entleerungshals besitzt. (Zeifs' Appochromat 4mm Ok. 6.)

Fig. 13. Zwei Calothrixfäden von dem Pilze infiziert. Das intramatricale Mycelium nistet in dem gröfseren von diesen Fäden (*a*), indem es mehrere Anschwellungen und nach aufsen gehende Ausstülpungen bildet. Auf einem solchen Zweige des extramatricalen Myceliums (*e*) sitzt das Zoosporangium, welches schon durch die Scheidewand von der es tragenden Hyphe abgesondert ist. Der zweite kleinere Calothrixfaden (*b*) wird neben der Heterocyste durch einen Zweig des Myceliums, welches in dem anderen gröfseren Faden (*a*) von Calothrix wächst, infiziert. (Zeifs' Apochromat 4 mm Comp. Ok. 6. 372.)

Fig. 14. Reifes Zoosporangium von typischer birnartiger Form mit einem langen schnabelförmigen Entleerungshals. Die Axen des Zoosporangiums und des Entleerungshalses bilden miteinander einen Winkel. *t* Scheidewand, welche das Zoosporangium von der Hyphe abgrenzt; *ab* ein Pfröpfchen. Dimensionen:

Diameter der Öffnung des Entleerungshalses . . .	$q =$	1,875 µ
Durchmesser des Zoosporangiums in seinem breitesten Teile	$mn =$	22,5 µ
Länge des Zoosporangiumkörpers nach seiner Längsaxe .	$op =$	24,75 µ
Länge des Entleerungshalses	$pq =$	120,2 µ
Durchmesser des Entleerungshalses in seinem breitesten Teile	$pr =$	6 µ

Alle Messungen sind vermittelst des Zeifs'schen Okularschraubenmikrometers vorgenommen.

Fig. 15. Ein Beispiel des Zoosporangiums mit äufserst langem Halse. (Hartnack, Ok. 3 Obj. 7.) Dimensionen:

Durchmesser des Entleerungshalses	$b =$	2 µ
Durchmesser des Zoosporangiums an der breitesten Stelle .	$mn =$	15 µ
Länge des Zoosporangiumkörpers nach der Längsaxe . .	$ac =$	21 µ
Länge des Entleerungshalses	$cb =$	153 µ
Länge des ganzen Zoosporangiums	$ab =$	174 µ

Fig. 16, 17, 18. Reife Zoosporangien, nach den Präparaten gezeichnet, stellen seltenere atypische Fälle dar. Alle drei Figuren sind bei der Vergröfserung Hartnack Ok. 3 Obj. 7 gezeichnet. 330.

Fig. 16. Ein Zoosporangium sitzt an einem Seitenzweige des extramatricalen Myceliums, es ist durch mehrere Myceliumzellen von dem Calothrixfaden getrennt. Nach einem Glycerinpräparate gezeichnet; der Zellinhalt ist plasmolysiert.

Fig. 17. Ein Zoosporangium mit zusammenfallenden Axen des Zoosporangiums und des Entleerungshalses.

Fig. 18. Zoosporangium mit zwei Entleerungshälsen *hh*, die Hälse sind sehr kurz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: 92

Autor(en)/Author(s): Deckenbach Const. v.

Artikel/Article: Coenomyces consuens nov. gen. nov. spec. Ein Beitrag zur Phylogenie der Pilze. 253-288