

Das System der Pilze im Lichte der neuesten Forschungen.

Von

Dr. F. v. Tavel.

(Vortrag, gehalten in der Sitzung
der zürcherischen Naturforschenden Gesellschaft vom 23. Nov. 1891.)

Im Laufe des vergangenen Sommers ist das IX. und X. Heft des bekannten Werkes Brefeld's: «Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie» erschienen. Die genannten Hefte sind das Resultat einer vierjährigen, angestrengten Arbeit, welche Herr Prof. Brefeld in Münster i. W. und meine Wenigkeit gemeinsam und mit theilweiser Unterstützung des Herrn Dr. Lindau über die Klasse der Ascomyceten, der Schlauchpilze, ausgeführt haben. Wir haben deren mehr wie vierhundert in lange unterhaltenen Objectträgerculturen entwicklungsgeschichtlich untersucht, um, gestützt auf ein so reiches Beobachtungsmaterial, eine morphologische Werthschätzung der Ascomyceten von allgemeiner Bedeutung vornehmen zu können. Diese breite Grundlage, auf welcher die vorliegenden Untersuchungen aufgebaut sind, hat denn auch zu Resultaten geführt, welche nicht nur die Ansichten über die Ascomyceten nach verschiedenen Richtungen hin geklärt haben, sondern weit über diese Pilzklasse hinaus auch auf die anderen ein neues Licht werfen und zur Erkenntniss des natürlichen Systems der Pilze geführt haben. Zwar wurden die Grundzüge des letzteren schon in den Jahren 1888 und 1889 von Brefeld in seinen Untersuchungen über die Basidiomyceten auseinanderge-

setzt; allein die vorliegende Abhandlung über die Ascomyceten hat noch manche Ergänzung und Erläuterung gebracht. Sie bildet gleichsam den Schlussstein zu dem Gebäude, welches Brefeld in Jahrzehnte langer, überaus mühsamer Arbeit und mit bewunderungswürdiger Ausdauer aufgeführt, das nun aber in seltener Vollendung dasteht. Es ist daher angezeigt, in kurzen Zügen, so gut als es in so knapp bemessener Zeit möglich ist, die Resultate dieser Untersuchungen, soweit sie allgemeine sind, hier wiederzugeben.

Ein System der Pilze, welches bisher als das natürliche und richtige betrachtet wurde, ist von de Bary in den sechziger Jahren aufgestellt worden. Es entstand unter dem Eindrucke der Arbeiten, welche für die Kryptogamen die Geschlechtlichkeit nachwiesen. De Bary untersuchte auch die Pilze nach dieser Richtung hin und stellte bei einzelnen Formen die Geschlechtlichkeit wirklich fest, bei anderen glaubte er sie gefunden zu haben und bei dritten, wo sie thatsächlich fehlt, ihren Verlust erklärt zu haben. Da nun bekanntlich bei den Pilzen neben den geschlechtlichen Fruchtformen auch ungeschlechtliche vorkommen, glaubte de Bary diese Thatsache durch Annahme eines Generationswechsels, wie er bei den höheren Kryptogamen existirt, erläutern zu können. Die angeblich geschlechtlichen Fruchtformen gaben den Vergleichspunkt für die verschiedenen Pilzklassen und ermöglichten ihre Anordnung in eine Reihe, in ein Sexualsystem. Die ungeschlechtlichen Fruchtformen hingegen wurden als nebensächlich nicht weiter unterschieden und mit dem einen Namen «Conidien» zusammengefasst. Damit war aber eine Erklärung der Vielgestaltigkeit, der Pleomorphie der Fruchtformen der Pilze nicht gegeben.

Von ganz anderen Gesichtspunkten ist Brefeld ausgegangen. Ihm ist der Nachweis gelungen und namentlich in den vorliegenden Untersuchungen über die Ascomyceten in unanfechtbarer Weise erbracht, dass eine Sexualität nur bei wenigen niederen Pilzen zu finden ist und den höheren durchaus fehlt, und nicht nur das, sondern auch der Nachweis, warum sie fehlt. Dadurch erwuchs die Aufgabe, alle Fruchtformen gleichmässig in der morphologischen Beurtheilung zu berücksichtigen und sie auf gemeinsame Ausgangspunkte zurückzuführen, um so eine Erklärung für ihre Vielgestaltigkeit zu gewinnen. Durch die vergleichende Morphologie, welche also Brefeld auf die Pilze anwandte, ist diese Erklärung voll und ganz gegeben worden, wie nunmehr in kurzen Worten zu zeigen ist.

Die Pilze schliessen sich in ihren einfachsten und niedersten Formen sowohl in den vegetativen als den fructificativen Theilen eng an gewisse Algen an und finden in ihnen ihre Erklärung, wiewohl sie durch den gänzlichen Mangel an Chlorophyll von ihnen abweichen. Das verbreitetste und einfachste Fortpflanzungsorgan der Algen ist die Schwärmspore. Sie entsteht überall im Innern einer Zelle, in einem Sporangium, und ist bei den niedersten Algen die alleinige, also ganz ungeschlechtliche Fortpflanzungsform. Bei höheren Algen ist häufig die Schwärmspore für sich allein nicht entwicklungsfähig, sie copulirt erst mit einer anderen, gleichartigen; hier finden wir den Anfang einer Sexualität. Bei andern Algen sind die copulirenden Schwärmer verschiedenartig ausgebildet, es gibt männliche und weibliche, und diese Differenzen nehmen bei den höchsten Algen immer mehr zu, sie übertragen sich auch auf die Sporangien, die nun

selbst zu Sexualorganen werden: Oogonien mit Eizellen als weibliche Organe oder Sporangien und Antheriden mit Spermatozoiden als männliche Sporangien. Neben diesen hoch differenzirten bestehen aber die ursprünglichen, geschlechtslosen Sporangien, von denen sich die sexuellen abgespalten haben, noch fort. So erklärt es sich, wieso die höchsten Algen geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane haben.

Diese Dimorphie trifft nun auch für eine Reihe von Pilzen, die sog. niederen oder Algen-ähnlichen Pilze, zu, die *Phycomyceten*. Es giebt einzelne unter ihnen, die *Monoblepharis*-Arten, die man geradezu als chlorophylllose Algen aus der Klasse der *Oophyceen* bezeichnen könnte. Allein bei diesen niederen Pilzen machen sich doch neben dem Chlorophyllmangel noch weitere Unterschiede geltend, welche offenbar zu einer Anpassung an eine terrestrische Lebensweise in Beziehung stehen und in einer Rückbildung der Sporangien, sowohl der geschlechtlichen als der ungeschlechtlichen, sich äussern. Diese besteht darin, dass die Sporangien sämmtlich oder nur theilweise mit ihrer Entwicklung schon vor der Sporenbildung in ihrem Inneren aufhören.

In einer ersten Gruppe der niederen Pilze, bei den *Oomyceten*, welche den Ei-bildenden Algen nahe stehen, betrifft diese Reduction vorzugsweise das männliche Sporangium; die Folge davon ist, dass sein Inhalt in amorpher Form die Befruchtung der Eizelle übernimmt. Es wiederholt sich also der gleiche Wechsel wie zwischen den höheren Kryptogamen mit Spermatozoiden und den Phanerogamen mit Pollenschläuchen. Dazu kommt nun aber noch der Umstand, dass die Befruchtung nur bei wenigen Formen wirklich eintritt. Bei den meisten *Oomy-*

ceten sind zwar die männlichen Sporangien, die Antheridien da, aber durchaus functionslos; die Eizelle entwickelt sich ohne Befruchtung: die Sexualität ist mit einem Wort erloschen.

In der zweiten Gruppe der Algen-ähnlichen Pilze, bei den Zygomyceten, ist auch das weibliche Sporangium als solches nicht mehr erkennbar, weil in ihm die Sporenbildung erloschen ist. Hier besteht die Befruchtung nur noch in der Conjugation durchaus gleichartiger Myceläste, welche als reducirte Sporangien, als Sporangienanlagen, zu betrachten sind. Allein auch hier nimmt die Sexualität mehr und mehr ab. Die geschlechtlichen Fruchtformen sind selten, und vielfach entwickeln sich die Sporangienanlagen ohne Befruchtung zur Spore.

Nicht nur die geschlechtlichen, auch die ungeschlechtlichen Fruchtformen erfahren bei den Oomyceten und Zygomyceten häufig eine gleiche Reduction, indem die Sporenbildung in ihnen unterbleibt und sie selbst zur Spore werden, die man als Conidie bezeichnet. Dieser Vorgang ist sowohl bei *Peronospora* unter den Oomyceten als bei *Thamnidium* und *Chaetocladium* unter den Zygomyceten Schritt für Schritt zu verfolgen und bis zu einem gewissen Grade experimentell hervorzurufen. Er erweist sich wieder als eine Folge terrestrischer Anpassung.

Das erwähnte Beispiel unter den Zygomyceten bietet besonderes Interesse und mag daher etwas näher berührt werden. In *Thamnidium elegans* liegt ein zierlicher Zygomycet vor, dessen Sporangienträger verzweigt sind; sie treiben in Quirlen dichotom verzweigte Seitenäste aus. Die Hauptaxe trägt am Ende ein grosses, vielsporiges Sporangium, die Seitenäste hingegen viel kleinere und wenigsporige. In geeigneten Culturen gelingt es leicht,

Uebersicht über das natürliche System der Pilze.

A. PHYCOMYCETEN.

Zygomyceten		Oomyceten
Sporangien tragende	—————	Conidien tragende Chaetocladium
exosporangische	—————	
Mucor	carposporangische Rhizopus Mortierella	

B. MESOMYCETEN (Zwischenformen).

Hemiasci		Hemibasidii	
Sporangien	Ascus-ähnlich	Conidienträger	Basidien-ähnlich
exosporangische	carposporangische	Conidientr. getheilt	Conidientr. ungetheilt
Ascoidea	Thelebolus	Ustilagineen	Tilletieen

C. MYCOMYCETEN.

Ascomyceten		Basidiomyceten	
Sporangien best.:	Ascen	Conidientr. bestimmt:	Basidien
Exoasci	Carpoasci	Basidien getheilt:	Basidien ungetheilt:
		Protobasidiomyceten	Autobasidiomyceten

alle Uebergangsformen zwischen beiden zu züchten, welche zeigen, dass es sich hier bloss um eine Spaltung der ursprünglichen Sporangienform in zwei handelt. Es gelingt aber auch, namentlich in Reihenculturen, die beiden Sporangienformen auf besondere Träger zu isoliren und so gleichsam zwei, scheinbar ganz verschiedene Pilze aus dem einen zu machen. Eine verwandte Form ist *Thamnidium chaetocladoides*; ihre Seitenäste sind wirtelig verzweigt. Sie tragen die kleinen Sporangien an der Seite und endigen gewöhnlich steril. Auf der Hauptaxe sitzt wieder ein grosses Sporangium. Auch hier lassen sich Culturvarietäten ziehen, deren primäre Seitenäste nun oft mit grossen Sporangien endigen. Zwischen diesen und den kleinen finden sich wieder alle Uebergänge und wieder lassen sie sich auf besondere Träger beschränken. Nicht selten sinkt die Sporenzahl der kleinen Sporangien dabei auf eins herunter. Wie ein *Thamnidium chaetocladoides* ohne grosse Sporangien, das sich also künstlich hervorrufen lässt, sieht nun ein anderer Pilz aus, *Chaetocladium Fresenianum*. Ihm fehlen aber die grossen Sporangien gänzlich und die kleinen sind immer einsporig. Bei der Keimung streifen ihre Sporen die Sporangienmembran ab; der Character des Sporangiums ist also noch deutlich zu erkennen. Nicht so bei dem ähnlichen *Chaetocladium Jonesii*; hier verwachsen Spore und Sporangienmembran. Das kleine Sporangium ist selbst zur Spore geworden, es stellt ein Schliesssporangium dar, nach Analogie der Schliessfrucht unter den Phanerogamen. Eben dieses Schliesssporangium ist es, das man Conidie nennt.

Es giebt nun unter den Zygomyceten Formen, welche neben den Sexualorganen nur Sporangien tragen, und andere, welche nur Conidien besitzen; es giebt aber

auch solche, die gleichzeitig Sporangien und Conidien ausbilden, z. B. *Choanephora*, vergleichbar einem *Thamnidium*, dessen kleine Sporangien schon zur Spore geworden wären.

Unter den Sporangien-tragenden Zygomyceten müssen wir wieder solche unterscheiden mit freien Sporangien-trägern, exosporangische, wie der allbekannte *Mucor Mucedo*, und solche mit Sporangienfrüchten, welche wieder von einfachen Schritt für Schritt sich ableiten lassen; es sind dies die carposporangischen Formen. Während nämlich bei *Mucor* die Sporangienträger an beliebigen Mycelästen entstehen, entspringen sie bei *Rhizopus nigricans* an besonderen Fruchträgeranlagen, die nach unten einige sterile Fäden, die sog. Rhizoiden, hervorsprossen lassen, nach oben aber fertile, eben die Sporangienträger. Bei *Mortierella Rostafinskii* ist dasselbe der Fall, bei ihr vereinigen sich aber die sterilen Fäden zu einer dichten Hülle, welche die Basis der Sporangienträger kapselartig umgiebt, so dass man hier wirklich von Sporangienfrüchten reden kann.

Endlich ist noch eine accessorische Fruchtform der niederen Pilze zu erwähnen, die *Chlamydospore*. Sie ist, wie *Chlamydomucor racemosus* zeigt, eine Fruchträgeranlage in Sporenform. Wird dort ein Sporangienträger an seiner Entwicklung verhindert, so wird die Zelle des Mycelfadens, aus welcher er normaler Weise hervorgehen sollte, zur Spore. Sind bei reicher Ernährung des Pilzes diese Zellen kurz und dick, so runden sie sich ab und lösen sich los; der Faden zerfällt in seine Glieder oder sog. Oidien. Bei schlechter Ernährung hingegen sind die Mycelabschnitte, die zur Fruchträgerbildung bestimmt sind, lang und dünn; dann concentrirt sich ihr Inhalt, wenn *Chlamydosporen* erzeugt werden, auf die Mitte,

rundet sich hier ab, umgibt sich mit einer Membran und wird zur sog. eigentlichen Chlamydospore, welche von den benachbarten nun durch inhaltsleere Fadenstücke getrennt ist. In günstigere Verhältnisse gebracht, wachsen die Chlamydosporen endlich zu Fruchträgern aus, deren Bildung so lange unterbrochen war.

Es existiren also bei den Zygomyceten neben den Sexualorganen noch dreierlei Fruchtformen, die Sporangien, die Conidien und die Chlamydosporen; die beiden letztern lassen sich aber auf das Sporangium zurückführen. Diese gleichen ungeschlechtlichen Fruchtformen finden sich nun bei den höheren Pilzen, den Mycomyceten, wieder; sie bestehen aber allein fort; die Sexualorgane, die bei den Phycomyceten schon so sehr zurücktreten, fehlen ihnen gänzlich. Die höheren Pilze sind auch in der terrestrischen Anpassung noch weiter fortgeschritten. Sie schliessen sich an die Zygomyceten in zwei Reihen an. Die Sporangien-tragenden Formen der letzteren setzen sich in ebenfalls Sporangien-tragenden Pilzen zu einer Reihe fort, welche in den Ascomyceten endigt, und die nur Conidien-tragenden zu einer zweiten Reihe von Conidien-tragenden Formen, welche mit den Basidiomyceten abschliesst.

Die Entwicklung dieser beiden Reihen ist von bestimmten Gesetzen geleitet. Es lässt sich in ihrem Verlauf beobachten, wie die Fruchtformen zu einer eigenartigen Regelmässigkeit und Bestimmtheit fortschreiten. Das Sporangium der Zygomyceten ist nach Form, Grösse und Sporenzahl unbestimmt und veränderlich und darin von der Art der Ernährung abhängig; das der Ascomyceten dagegen ist nach diesen Richtungen hin unter allen Umständen völlig bestimmt, es wird Ascus genannt. Die

Ascomyceten, eben durch den Besitz von Ascen characterisirt, sind aber mit den Zygomyceten verbunden durch Zwischenglieder oder Mesomyceten, die sog. Hemiasci, deren Sporangien zwar noch unbestimmt, aber Ascen-ähnlich sind. Und wie wir bei den Zygomyceten Formen mit freien Sporangien und solche mit Sporangienfrüchten unterscheiden konnten, können wir es auch unter den übrigen Sporangien-tragenden Formen. Die grosse Klasse der Ascomyceten hat also einen doppelten Ursprung; die Fruchtkörper-losen Formen, die Exoasci, gehen durch die Hemiasci mit freien Sporangienträgern, die Gattung *Ascoidea*, auf die exosporangischen Zygomyceten zurück und die Mehrzahl der Ascomyceten, die mit Fruchtkörpern versehenen Carpoasci, durch entsprechende Formen der Hemiasci, gegeben in *Thelebolus*, auf die carposporangischen Zygomyceten. Für die acarpischen Pilze ist das Gesagte ohne Weiteres verständlich; was die anderen betrifft, so haben wir gesehen, wie *Mortierella* durch *Rhizopus* von dem exosporangischen *Mucor* sich ableiten lässt. Man braucht sich nun bloss bei *Mortierella* die Hülle stärker entwickelt zu denken und den Sporangienträger so verkürzt, dass auch das Sporangium von ihr bedeckt wird, so erhält man eine Form, welche dem *Thelebolus* völlig entspricht. Und denkt man sich bei letzterem die Sporenzahl bestimmt, bzw. das Sporangium zum Ascus geworden, so ergiebt sich eine Ascusfrucht mit einem einzigen Schlauch, wie sie thatsächlich in *Podosphaera* vorliegt. Wären bei *Mortierella* die Sporangienträger verzweigt, so würde die entsprechende *Thelebolus*form mehrere Sporangien enthalten — sie ist nicht bekannt — und die entsprechende Ascusfrucht mehrere Ascen, was bei der Mehrzahl der Carpoasci der Fall ist.

Dass nun sowohl bei den Hemiasci wie bei den Ascomyceten noch Conidien und Chlamyosporen als sog. Nebenfruchtformen fortbestehen, kann nicht verwundern, da ja bei gewissen Zygomyceten (Choanephora) das Gleiche vorkommt.

Die Conidien-tragende Reihe der höheren Pilze schliesst sich hingegen an die ausschliesslich Conidien-tragenden Zygomyceten an und erfährt ähnliche Differenzierungen. Zwar kann die Conidie selbst als einzelne Zelle keine wesentlichen Veränderungen mehr erleiden, wohl aber der Conidienträger. Er ist bei den Zygomyceten ebenfalls nach Form, Grösse und Sporenzahl unbestimmt, bei den Basidiomyceten hingegen, dem Endpunkt dieser Reihe, bestimmt oder zur Basidie geworden. Auch die Basidiomyceten sind durch Zwischenformen (Mesomyceten) mit Basidien-ähnlichen Conidienträgern, die Hemibasidii, mit den Zygomyceten verbunden. Es sind die sog. Brandpilze, die Ustilagineen und die Tilletien. Bei den ersteren sind die Conidienträger, welche hier stets aus Chlamyosporen hervorsprossen, durch Querwände getheilt und die Conidien seitlich inserirt; sollen sie zur Basidie werden, so muss die Zahl ihrer Querwände und der Conidiensporen eine bestimmte werden. Es resultirt also eine mehrzellige Basidie, welche in der That bei einer Gruppe von Basidiomyceten, den sog. Protobasidiomyceten, vorhanden ist, z. B. bei den Rostpilzen. Die Tilletien hingegen haben ungetheilte Conidienträger, welche die Conidien an der Spitze tragen; wenn deren Zahl constant wird, so liegt wieder eine Basidie vor, und zwar eine einzellige, wie sie für die Autobasidiomyceten, die Hutschwämme z. B., charakteristisch ist. Neben den Basidien oder Basidien-ähn-

lichen Conidienträgern kommen nun auch in dieser Reihe noch andere, unbestimmt gebliebene, als Nebenfruchtformen vor und in besonders reicher Entwicklung auch Chlamydosporen, welche in den Aecidien der Uredineen sogar zu Fruchtkörpern gesteigert sind. Es sind dies becherförmige Gebilde, die eine Palissadenschicht von Hyphen enthalten, welche in gleicher Weise wie bei Chlamydomucor in Chlamydosporen und dazwischen liegende sterile Zwischenzellen sich zergliedern.

Beide Pilzreihen, die Sporangien-tragende und die Conidien-tragende, entwickeln sich also nach demselben Gesetz, beide erstreben gleichsam eine Bestimmtheit in ihren Fruchtformen. Sie gehen beide von den Zygomyceten aus, verlaufen dann aber in gewissem Sinne parallel. Diese Uebereinstimmung geht soweit, dass selbst in ihren höchsten Formen sie äusserlich kaum zu unterscheiden sind. Manche Ascomyceten, z. B. die Pezizen, sehen manchen Protobasidiomyceten (Tremellinen) zum Verwechseln ähnlich, die Trüffel den Hymenogastreen, die Mitrula-Arten den Clavarien, die Morcheln der Dacryomitra u. s. w.; nur durch das Mikroskop lässt sich entscheiden, ob sie Basidien oder Ascen tragen, bezw. welcher Reihe sie angehören. Ja es giebt Ascomyceten bei denen man sich den Ascus bloss durch die Basidie ersetzt zu denken braucht, um einen wirklich existirenden Basidiomyceten zu erhalten, so sehr decken sich auch ihr Entwicklungsgang und ihre Nebenfruchtformen.

Im Vorhergehenden sind nun immer die Pilze mit den ähnlichsten Fruchtformen neben einander und in zwei Reihen gestellt worden, welche das heutige System der Pilze ausmachen. Ist nun diese Verwandtschaft eine natürliche? Entspricht dieses Aneinanderreihen der Formen

auch ihrer phylogenetischen Entwicklung oder die vorstehende Uebersicht ihrem Stammbaum? Auch diese Frage muss bejaht werden, jedoch mit einer Einschränkung, nämlich der, dass man für die jetzt lebenden Formen andere, hypothetische mit den gleichen Fruchtformen einsetzt. Man wird z. B. kaum sagen dürfen, die *Carpoasci* stammen von *Thelebolus* ab, dieser von *Mortierella* und diese durch *Rhizopus* von *Mucor*, sondern die *Carpoasci* leiten sich von Formen her mit Sporangienfrüchten und Ascen-ähnlichen Sporangien, wie sie z. B. in *Thelebolus* vorliegen, und solche Formen wieder von carposporangischen niederen Pilzen, wie sie in *Mortierella* und *Rhizopus* gegeben sind, und die carposporangischen niederen Pilze von exosporangischen. Dass die verschiedenen Reihen von den Algen nach den Phycomyceten und von diesen nach den höheren Pilzen lückenlose sind, kann nicht bestritten werden. Es könnte sich bloss noch darum handeln, ob nicht die Entwicklung mit geschlechtslosen Formen angefangen hat und die geschlechtlichen als ihr Endpunkt anzusehen sind. Das ist unmöglich; denn einmal sind die Ascomyceten und Basidiomyceten viel höher differenziert als die Algen ähnlichen Formen. Sodann giebt es für die höchsten Pilze nirgends einen Anschluss an andere Organismen, aus denen sie hervorgegangen sein könnten; derjenige der Phycomyceten an die Algen ist aber so enge, dass man dann annehmen müsste, die letzteren stammten indirect von den höheren Pilzen ab; für sie ist aber eine andere Ableitung ausser Zweifel. Endlich lässt sich ja bei den niederen Pilzen der Geschlechtsverlust von Stufe zu Stufe verfolgen.

Wenn nun aber das besprochene System der Pilze das natürliche, auf phylogenetischer Basis beruhende ist; so ergeben sich daraus höchst bemerkenswerthe That-

sachen, von denen hier drei besonders betont werden sollen. Die zunächst liegende ist die Entwicklung der höheren Pilze ohne Sexualität und somit auch ohne geschlechtliche Zuchtwahl. Nur wenige, niedrigere Formen sind ja sexuell; gerade die höheren sind es nicht und doch haben sie sich, ich möchte fast sagen zielbewusst, nach zwei Richtungen fortlaufend entwickelt. Sie sind gegliedert in eine Unzahl scharf umgrenzter Arten, Gattungen und Familien, welche alle ohne Selection durch blosse Variation zu Stande gekommen sein müssen. Dadurch stellen sich die Pilze in einen scharfen Gegensatz zu den grünen Pflanzen und den Thieren; nirgends ist dort etwas Aehnliches zu finden.

Der zweite Punkt ist das Princip, nach welchem sich die Pilze entwickelt haben. Es ist einmal Anpassung an terrestrische Lebensweise, dann aber jene eigenartige Bestimmtheit und Regelmässigkeit in den Fruchtformen. Das Sporangium wird zum Ascus, der Conidienträger zur Basidie; dadurch wird die parallele Entwicklung der beiden Hauptreihen bedingt. Dass nun diese vollkommenern Fruchtformen etwa zweckmässiger wären als die unbestimmten, ist nicht einzusehen. Nach den jetzigen Kenntnissen ist vielmehr das Umgekehrte der Fall, denn die sog. Nebenfruchtformen sind viel ergiebiger und befördern die Verbreitung der Pilze viel energischer. Es scheinen also bei den Pilzen andere Gesetze vorzuliegen, als wir sie bei den grünen Pflanzen und den Thieren anzuwenden gewohnt sind. Etwas Aehnliches dürfte vielleicht bei den Phanerogamen zu finden sein, wo bei den Angiospermen im Gegensatz zu den Gymnospermen das Blüthendiagramm ebenfalls eine merkwürdige Regelmässigkeit und Bestimmtheit erkennen lässt.

Die dritte Thatsache von allgemeiner Bedeutung ist die Klarheit, in welcher die polyphyletische Abstammung der Pilze im vorliegenden System zur Anschauung kommt. Die höheren Pilze stellen zwei parallele Reihen dar, jede von ihnen setzt sich wieder aus mindestens zwei solchen zusammen, und wenn es die Zeit erlauben würde, auf Einzelheiten näher einzutreten, so wäre es mir ein Leichtes zu zeigen, wie eine jede dieser Reihen nach oben immer wieder in andere sich spaltet. Diese Thatsache gewinnt noch dadurch an Werth, dass wir diese Reihen nach unten zurückverfolgen können bis zum Punkt, wo sie zusammentreffen. Dort in den Zygomyceten, speciell den Thamnidiiden, können wir sehen, wie durch Differenzirung die verschiedenen Fruchtförmigkeiten entstehen und wie sie durch Spaltung selbstständig werden, um für sich allein sich weiter zu entwickeln. Diese Differenzirung und diese Spaltung unterliegen aber in den genannten Formen bis zu einem gewissen Grade dem Experiment; die Kultur jener Pilze ergiebt Resultate, welche aufs deutlichste für die Richtigkeit der hier vorgetragenen Anschauungen sprechen.

Diese neuen, wichtigen Gesichtspunkte für die Entwicklung der organischen Wesen gefunden zu haben, ist, wie schon Eingangs betont, das Verdienst Brefelds. Er ist dazu gekommen durch die Einführung der vergleichenden Morphologie in die Mykologie und durch ihre Anwendung auf breitester Basis. Es ist anzunehmen, dass bei gleicher Untersuchungsmethode auch für die grünen Pflanzen sich entsprechende Resultate einstellen werden. In diesem Sinne jene Gesetze nun auch auf ihre Anwendbarkeit auf die Nichtpilze zu untersuchen, ist ohne Zweifel eine ebenso lohnende als dringliche Aufgabe.
