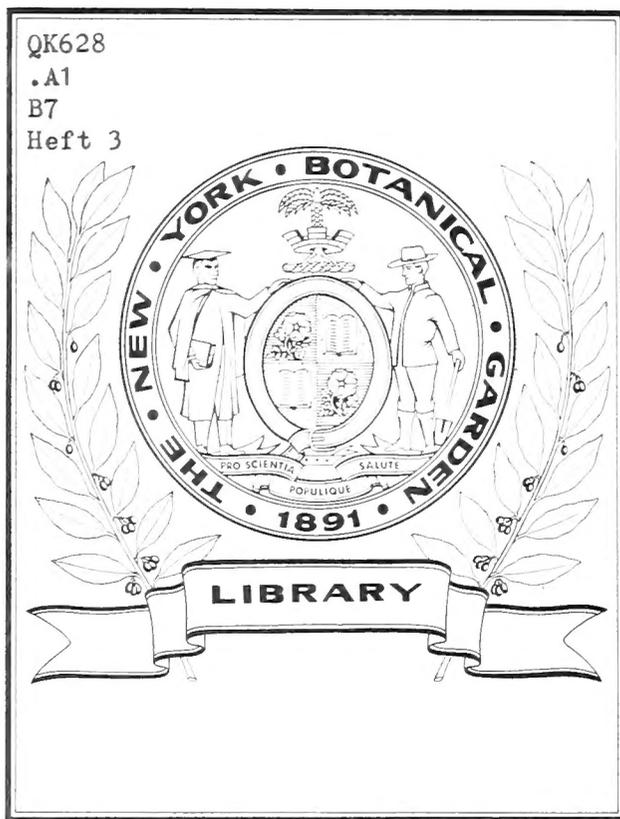


QK628

.A1

B7

Heft 3



BOTANISCHE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER
SCHIMMELPILZE

VON
DR. OSCAR BREFELD.

III. Heft:

Basidiomyceten I.

Mit 11 lithographirten Tafeln.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

LEIPZIG
VERLAG VON ARTHUR FELIX
1877.

QR628

A1

B7

Heft 3

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Vorrede.

Es lag ursprünglich in meiner Absicht, in dem vorliegenden III. Hefte der Schimmelpilze eine Monographie der Zygomyceten als Fortsetzung des ersten mitzutheilen. Die inzwischen gewonnene Einsicht, dass es unmöglich ist, in so kurzer Frist die umfassenden Untersuchungen zum Abschluss zu bringen, welche für eine Aufgabe dieser Art nothwendig sind, hat mich bestimmt, deren Publication für spätere Hefte zu verschieben.

Indem ich mit dem III. Hefte die Reihe der entwicklungsge- schichtlichen Untersuchungen „der Basidiomyceten“ eröffne, der grössten Pilzformen, welche es gibt, die eben wegen ihrer Grösse eingehenden und exacten Beobachtungen bislang unzugänglich geblieben sind, deute ich zugleich meine Absicht an, über die Schimmelpilze im engeren Sinne in den ferneren Publicationen an dieser Stelle hinauszugehen und sie über die gesammte Mycologie auszudehnen.

Bereits im Jahre 1870 habe ich die hier als erste Serie zusammen- gestellten Untersuchungen über die Basidiomyceten begonnen; sie wurden aber in den folgenden Jahren wegen zu grosser Schwierigkeiten in der Beobachtung wiederholt für längere Zeit verlassen, seit mehr als zwei Jahren indess ohne Unterbrechung fortgesetzt.

APR 2 1912

Die Zeichnungen für die letzte Hälfte der Tafeln sind grösstentheils vom Herrn Stud. *W. Zopf* ausgeführt, dem ich für seine Mitwirkung meinen besten Dank ausspreche.

Für ein IV. Heft der Schimmelpilze sind die Arbeiten bereits abgeschlossen, es wird dem dritten bald nachfolgen.

Berlin, im Februar 1877.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite
Einleitung und Literatur	1
I. Coprinus stercorarius	13
1. Die Entwicklungsgeschichte des Pilzes	14
2. Experimentelle Versuche	67
II. Coprinus lagopus	98
III. - ephemerus	109
IV. - ephemeroides	117
V. Amanita muscaria	123
VI. Agaricus melleus	136
VII. Gasteromyceten	174
VIII. Clavarien und Tremellinen	181
Schlussbetrachtung	191
Erklärung der Abbildungen	206

Wenn wir den gegenwärtig erreichten Standpunkt der mykologischen Forschung zu überblicken versuchen, wenn wir namentlich die Summe der bis jetzt geförderten thatsächlichen Kenntnisse den Erfahrungen gegenüberstellen, welche drei Decennien vorher gewonnen waren, so bekommen wir den Eindruck eines grossen Fortschrittes. Kaum auf einem andern Gebiete der Botanik dürfte die wissenschaftliche Thätigkeit in der gleichen Zeitfrist eine regere gewesen sein und noch sein, als dies für die Pilzkunde zutrifft.

So erfreulich indess das Bild der Entwicklung in dem Rahmen der Vergangenheit hervortritt, so glänzend auf ihm eine Fülle von blendendem Detail an den einzelnen Stellen, in nächster Nähe besehen, sich abhebt, so anders gestaltet sich der Eindruck, wenn wir einen weiteren Abstand nehmen, um es in seiner Gesamtheit mit den grösseren Anforderungen innerer harmonischer Verbindung der Einzelheiten zu betrachten. Sogleich erscheint das Einzelne, wenn auch vorher scheinbar vollendet für sich, doch unverbunden mit der Umgebung und darum unvollendet und mangelhaft; andere Stellen sind verschwommen und unklar, und nicht eben klein sind die Strecken, auf welchen sich die ersten schwachen Contouren der Gestaltung zur Unkenntlichkeit verlieren. Das Ganze macht den Eindruck des Unvollendeten nicht minder wie den des Unverbundenen; trotz alles Fortschrittes, trotz aller Thätigkeit steht unsere Erkenntniss in der Mykologie kaum auf der Höhe der übrigen botanischen Disciplinen.

Freilich liegen auch hier die Verhältnisse anders. Die Untersuchung selbst hat äussere Hindernisse ganz ungewöhnlicher Art zu überwinden; die Beobachtung hat an allen Ecken mit Schwierigkeiten zu kämpfen, die gar oft der Grenze der Möglichkeit sich zuzuneigen scheinen; Gefahren der Täuschung, des Irrthums begleiten sie fort und fort; in der Möglichkeit einer Verwechslung ist eine neue, auf anderen Gebieten der Forschung unbekanntes Klippe gegeben,

an welcher der wissenschaftliche Werth gar vieler Ergebnisse — wie die Literatur noch neuen Datums warnend ausweist — Schiffbruch litt, und jäh in den Abgrund der Vergessenheit hinabzusinken gar früh bestimmt war. Es liegt darum in der Natur der Sache, dass unter solchen Umständen der methodische Fortschritt nicht anders als langsam und allmählich erfolgen kann, wenn es auch nicht dem leisesten Zweifel unterliegen dürfte, dass er bei genügender Zähigkeit und planmässigem Vorgehen mit der Zeit ein durchschlagender sein wird.

Vorzugsweise an zwei Stellen machen sich gegenwärtig die erwähnten Schwierigkeiten geltend: einmal dort, wo die Formen zu sehr an Grösse abnehmen und schliesslich zu Gebilden von solcher Kleinheit herabsinken, dass sie schon an und für sich unsern optischen Hilfsmitteln schwieriger zugänglich werden; das andere Mal nach der entgegengesetzten Seite, allwo die Formen so gross werden, dass sie durch ihre Grösse die andere Schwierigkeit herbeiführen, nämlich die der übersichtlichen continuirlichen Beobachtung.

Der letzte Fall trifft vorzugsweise bei den höchst organisirten und morphologisch am reichsten gegliederten Pilzformen, bei den Basidiomyceten zu, welche die mannichfach gestalteten Formen der grösseren Hutpilze und Schwämme etc. in sich fassen. Wie sie auf der einen Seite die Gruppe der grössten, auffälligsten und schönsten Formen in der Pilzflora darbieten, so repräsentiren sie auf der anderen Seite in der Pilzkunde den Abschnitt unserer greifbarsten und grössten Unwissenheit, und wenn sie auch durch ihre Grösse und auffällige äussere Form der Systematik am frühesten zugänglich wurden, so sind sie gleichwohl in ihren biologischen Verhältnissen der Wissenschaft am längsten unbekannt geblieben.

Literatur.

Die ältesten mykologischen Werke enthalten zahlreiche, später von bildlichen Darstellungen begleitete Beschreibungen der Pilze; die Pilziconographien, z. B. die prachtvollen Abbildungen von *Krombholz*¹⁾ sind zu $\frac{3}{4}$ mit Basidiomyceten ausgefüllt. Die Beschreibungen gehen nur wenig über habituelle Eigen-

¹⁾ *Krombholz*, Abbildungen und Beschreibungen der essbaren, schädlichen und verdächtigen Pilze. Prag 1831—1846.

thümlichkeiten fertiger Zustände hinaus. Darauf folgen Untersuchungen von fertigen Fruchtkörpern, die von vielen Autoren z. B. *Vittadini*, *Schmitz*, *Corda*, *Bonorden*, *Nees von Esenbeck*, *Hoffmann* etc. und ganz vozugsweise von *Tulasne*¹⁾ über fast sämtliche Formen ausgedehnt wurden. Erst in den Arbeiten der neuesten Zeit ist die Differenzirung der Fruchtkörper aus jüngeren Bildungsstadien in einzelnen Fällen verfolgt. So hat beispielsweise *Sachs*²⁾ in der angedeuteten Richtung *Crucibulum*, *de Bary*³⁾ *Phallus*, *Amanita rubescens*, *Agaricus campestris*, *Collybia* etc., *Hartig*⁴⁾ den *Agaricus melleus* und *Trametes Pini* untersucht. — Ueber die vegetativen Theile dieser Pilze liegen von älteren Autoren nur dürftige Angaben vor, welche auch in neuester Zeit nicht gar wesentlich vervollständigt wurden. Eben weil sie im festen Substrat leben, entziehen sie sich für die meisten Fälle der unmittelbaren Beobachtung. Nur vereinzelte Mycelfäden hat man gesehen und bemerkt, dass sie verzweigt sind, von Scheidewänden durchsetzt und an diesen Scheidewänden mitunter eigenthümliche Oesen besitzen, die man Schnallenzellen genannt hat. Höher entwickelte vegetative Zustände in Form von Strängen, Rhizomorphen etc. sind auffälligere Erscheinungen, sie sind darum vielfach im fertigen Zustande beschrieben, die Rhizomorphen namentlich oft untersucht worden. Und dass mit den Strängen Fruchtkörper oft in unmittelbarer Verbindung stehen, musste jede beliebige oberflächliche Untersuchung mit Nothwendigkeit ergeben.⁵⁾ Bei *Crucibulum*, *Phallus* und *Agaricus campestris* wurden jugendliche Fruchtkörper in genetischer Verbindung mit den Strängen beobachtet und in der Differenzirung verfolgt. Besonders klar und schön wurde namentlich die Auskeimung des *Agaricus melleus* aus den Rhizomorphen in allen Stadien der Entwicklung von *Hartig*⁶⁾ ermittelt. Bei verschiedenen Agaricinen, Clavarien etc., z. B. *Coprinus*, *Typhula* sind Sclerotien bekannt geworden, deren Structur von *de Bary*⁷⁾ beschrieben ist. Die Fruchtkörper keimen un-

1) Betreffs dieser älteren Literaturangaben verweise ich auf *de Bary's* Morphologie der Pilze. Leipzig 1866, wo sie vollständig zusammengestellt sind, eine abermalige Anführung halte ich für überflüssig.

2) *Sachs*, Morphologie des *Crucibulum vulgare*, botanische Zeitung 1855.

3) *de Bary*, Morphologie der Pilze. Leipzig bei W. Engelmann 1866.

4) *Hartig*, Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin bei J. Springer 1874.

5) Man vergleiche die Literaturangaben in *de Bary's* Morphologie.

6) *Hartig*, *Agaricus melleus* in den wichtigen Krankheiten der Waldbäume.

7) *de Bary*, Morphologie der Pilze. Leipzig 1866.

mittelbar aus den Sclerotien und für *Coprinus* gibt *de Bary* namentlich an, dass die Fruchtkörper aus der Oberfläche hervorstechen. Die Sclerotien sind Producte aus den Mycelien; die Entwicklung des reifen Zustandes aus jugendlicheren Stadien beschreibt *de Bary* in seiner Morphologie der Pilze. — Ueber diese Thatsachen hinaus ist es wahrscheinlich, dass Stränge und Rhizomorphen von den Mycelien entstehen, wie dies Sclerotien thun, und das vereinzelte Vorkommen dieser Bildungen lässt schliessen, dass sie nur bei wenigen Formen auftreten, bei den meisten hingegen die Fruchtkörper direct auf den fädigen Mycelien erzeugt werden, deren Spuren sich im Boden verlieren.

Ueber die Entwicklung der vegetativen Zustände der Mycelien aus den Sporen, über die biologischen Verhältnisse der Mycelien, ihre morphologische Gliederung, ihre Ausdehnung, ihre Lebensdauer, ob sie mit der Erzeugung und Ausbildung eines oder mehrerer Fruchtkörper abschliessen, ob diese nach einander oder viele zugleich erzeugt werden, ob die Mycelien fortleben, nachdem sie gebildet sind, ob ausser den Fruchtkörpern noch andere Fructificationen auftreten und in welcher Reihenfolge dies geschieht, über die Entstehung der Stränge, Sclerotien und Rhizomorphen, über die erste Entstehung der Fruchtkörper, über ihre Differenzirung aus den ersten Elementen, über den hiermit im engsten Zusammenhange stehenden kritischen Punkt, ob sie aus einem Sexualacte hervorgehen, ob sie also Producte einer Sexualität oder ungeschlechtliche Bildungen sind, ob vielleicht bei der Bildung der Stränge, Sclerotien und Rhizomorphen oder sonst an irgend einem Wendepunkte der Entwicklung eine Sexualität verborgen liegt, ob in den Fruchtkörpern der natürliche Höhepunkt und der Abschluss der Entwicklung gegeben, oder ob über sie hinaus ein weiterer genetischer Zusammenhang besteht, — über alle diese Fragen von entschiedener Bedeutung liegen in der Literatur nur dürftige Notizen vor, und so lange sie nicht entschieden sind, müssen als natürliche Consequenz die weiteren Fragepunkte nach der systematischen Stellung, nach der natürlichen Verwandtschaft der Basidiomyceten mit den anderen Pilzclassen unentschieden bleiben, müssen weiterhin alle Versuche einer speciellen systema-

tischen Behandlung der Classe, weil sie der vergleichend morphologischen Grundlage entbehren, zu dem Werthe willkürlicher Anordnungen herabsinken.

Doch so dürftig die Angaben sind, welche uns in der Literatur vorliegen, sie zeigen genugsam, dass die angeführten Fragen zum Theil wenigstens verschiedentlich von verschiedenen Autoren und zu verschiedenen Zeiten aufgestellt worden sind, dass sie zu Untersuchungen mancherlei Art Veranlassung gegeben, dass aber die Bestrebungen nach dieser Richtung bei dem Mangel genügender methodischer Hilfsmittel schnell erlahmten und die Untersuchungen fast resultatlos verlassen wurden.

Vorzugsweise eine Frage, die auf die Entstehung der Fruchtkörper hinausläuft, gewann durch Forschungen auf anderen Gebieten der Botanik wiederholt eine neue Anregung und ein erhöhtes Interesse. Dies war der Fall, als die Untersuchungen auf Sexualität, nachdem diese bei den phanerogamischen Pflanzen zuerst erwiesen, auf die niederen Pflanzen ausgedehnt wurden. Man suchte nun bei den verschiedenen Pflanzentypen nach männlichen und weiblichen Geschlechtsorganen. Bei den Schwämmen fiel die Vermuthung zuerst auf den Hut, und nicht selten vorkommende aussergewöhnlich grosse Zellen der Lamellen, die weit über sie hinausragen (Cystiden), galten eine Zeit lang als männliche Organe, welche der Vorstellung nach den befruchtenden Stoff über Lamellen und Sporen ergiessen sollten. Diese Vorstellung, die jeden Beweises baar blieb, mochte zum Theil der ersten und ältesten Auffassung entlehnt sein, die dahin ging, dass der Hut der Pilze ein Blütenstand sei.¹⁾ Als es dann später nach den *Hofmeister'schen* Untersuchungen zweifellos wurde, dass bei Gefässkryptogamen und Moosen die Sexualität an ganz anderer vorher nicht geahnter Stelle der Entwicklung auftritt, dass die grossen Farnpflanzen und die Moosfrüchte Producte der Sexualität sind, (und als bald darauf durch *Thuret*²⁾ der erste Fall der Sexualität bei den Algen in vollendeter mustergültiger Untersuchung, die allen späteren Arbeiten als Vorbild diente, dargelegt wurde), waren hierin für die Pilze neue Anregung und neue Gesichtspunkte gegeben,

¹⁾ Weitere Details über diese älteren Auffassungen hat *de Bary* in seiner *Morphologie der Pilze* p. 170—173 ausgeführt, ebendort findet sich auch die Literatur, auf die ich verweise, vollständig zusammengestellt.

²⁾ *Thuret*, Ann. des scienc. natur. 1854. II, p. 197.

die Untersuchungen wieder aufzunehmen. Nach den für die Gefässkryptogamen gewonnenen Thatsachen hatte der Gedanke, dass im Hut der Pilze eine Sexualität stecke, alle Wahrscheinlichkeit verloren: um so grösser waren aber die Hoffnungen geworden, sie an anderer Stelle zu finden. Was konnte nun wahrscheinlicher sein, als die Vorstellung, dass analog den Gefässkryptogamen und Moosen die ganzen Fruchtkörper Producte einer Sexualität seien, die also am Ausgange der vegetativen Zustände bei der Bildung der Fruchtkörper zu finden sein musste! Die Entdeckung *Tulasne's*¹⁾ von nicht keimenden sehr kleinen Fortpflanzungsorganen bei verschiedenen Ascomyceten und den Tremellinen der Basidiomyceten, gab der Vorstellung neue Nahrung, *Tulasne* selbst neigte der Ansicht zu, dass sie männliche Geschlechtszellen seien, er nannte sie Spermastien, die Behälter, in denen sie gebildet werden, Spermogonien. Doch keine andere Thatsache, als dass die Spermastien nicht keimen, wurde von *Tulasne* für seine Deutung beigebracht, er hat gewiss vergeblich danach, vergeblich namentlich nach den correspondirenden weiblichen Geschlechtszellen gesucht.

Im Anfange der 60er Jahre nahm nun *Karsten*²⁾ die Frage auf, er theilte als Resultat seiner Beobachtungen mit, dass die Fruchtkörper aus eiförmigen weiblichen Zellen ihren Ursprung nähmen, nachdem diese von fadenförmigen Schläuchen der Mycelien befruchtet seien. Seine ersten Beobachtungen an *Agaricus campestris* ergänzte *Karsten*³⁾ bald nachher durch weitere an *Agaricus vaginatus*, in denen er durch Abbildungen erläutert den Nachweis bringt, dass nach der Befruchtung an der Basis des männlichen und weiblichen Zweiges durch die Befruchtung angeregt eine lebhaft Fadenaussprossung entsteht, welche die Sexualzellen einhüllt. Weiter reichen die Beobachtungen nicht, und über die Differenzirung der Frucht aus diesen zwei verschiedenen Elementen, die allein für die Deutung beweiskräftig sein würde, erfahren wir nichts. Das Ende des Anfanges ist der Abschluss der Untersuchung. — Nach *Karsten* und noch mit ihm gleichzeitig machte *Oerstedt*⁴⁾ Versuche. Er liess anfänglich die Sporen

¹⁾ *Tulasne*, Note sur l'appareil reproduct. d. l. Lichens et les champignons. Compt. rend. Tome XXXII, p. 470 und Ann. d. scienc. natur. III. Serie, Tom. XV, p. 370, 1851; weiteres über den Gegenstand in den späteren Arbeiten *Tulasne's*.

²⁾ *Karsten*, Das Geschlechtsleben der Pflanzen. Berlin 1860, p. 50.

³⁾ *Karsten*, Bot. Untersuchungen aus dem physiolog. Laboratorium. Bd. I, p. 160. Berlin 1867.

⁴⁾ *Oerstedt*, Oversigt over det kyl. danske Vidensk. Selsk. Forhandl. 1865, p. 11—23 (nebst 2 Tafeln).

keimen, als er aber über die Beobachtung von frühen Todesfällen der Keimlinge nicht hinauskam, suchte er anders zum Ziele zu kommen, nämlich in der Art, dass er aus einem vom Mycelium durchwachsenen Nährboden die Mycelenden aus dem Substrat als Luftmycel über Glasplatten wachsen liess. An diesem hat er nun Conidien und Sexualorgane gesehen und beschrieben, Eizellen in nierenförmiger Gestalt, männliche Zellen als gewöhnliche Hyphen. Hier schliesst die Untersuchung, die also nicht einmal bis zur embryonalen Entwicklung gekommen ist. Die Versuche sind an und für sich wissenschaftlich werthlos, weil es von vorn herein an jeder Sicherheit fehlt, ob denn die aus dem Substrat gewachsenen Mycelfäden wirklich sammt den beobachteten Conidien und den zweifelhaften Sexualzellen überhaupt dem *Agaricus* angehören.

Nach *Karsten* und *Oerstedt* sind die Untersuchungen der Basidiomyceten gewiss vielseitig aufgenommen worden, Angaben in der Literatur liegen darüber nicht vor und dies lässt vermuthen, dass die früh scheiternden Versuche ein Resultat auch nur mit einer Nothreife für die Publikation nicht herbeigeführt haben. Beobachtungen wie die erwähnten sind gänzlich aussichtslos, sie gleichen den Anstrengungen, durch eine berusste Scheibe die Schönheiten einer Landschaft zu besehen.

Durch die Einführung meiner Culturmethoden in die Mykologie waren zum ersten Male neue und sichere Angriffsmittel gegeben. Die Darstellung und Verwendung klarer, durchsichtiger, pilzfreier Nährlösungen ermöglichte eine Cultur der Pilze in durchsichtigen Medien, und wenn diese von einer Spore, deren Aussaat mit Ausschluss jeglicher anderer Keime bei einigem Geschick leicht auszuführen ist, gemacht wurde, gestatteten die klaren Nährflüssigkeiten eine sichere; lückenlose und fehlerfreie Beobachtung der Entwicklung. Nur allein von der Qualität der Nährlösung hängt es ab, den ausgesäeten Pilzkeim bis zur Neuerzeugung der Fructification zu fördern. — Schon zu Anfang des Jahres 1871 gelang es mir in dieser Weise bei *Coprinus fimetarius* den Lauf der Entwicklung bis zu diesem Punkte zu führen, nachdem ich in den Jahren 1868—1870 in den Untersuchungen des *Dictyostelium*¹⁾ und der Zygomyceten²⁾ die neuen Methoden begründet hatte.

¹⁾ *Brefeld*, *Dictyostelium mucoroides*, ein neuer Organismus aus der Verwandtschaft der Myxomyceten 1869, Frankfurt a/M. bei Winter. Abh. der Senckenberg'schen naturf. Gesellschaft.) Bd. VII.

²⁾ *Brefeld*, Erstes Heft dieser Schimmelpilze. Leipzig 1872.

Im Jahre 1870 sind die Methoden durch *de Bary* an *Woronin*, der sie erfrug, mitgetheilt und 2 Jahre später für die Cultur von Basidiomyceten angewendet. *Woronin*¹⁾ theilt mit, dass er reife sporentragende Fruchtkörper von *Coprinus ephemerus* auf dem Objectträger gezogen habe. Zu einer erspriesslichen Erkenntniss der Bildung der Fruchtkörper ist er schwerlich gelangt, denn er hat nichts hierüber verlauten lassen.

Bald nachher hat sich *Reess*²⁾ mit der Untersuchung der Basidiomyceten auf dem Wege der Cultur beschäftigt, und als Versuchsobject, die Bildung der Fruchtkörper zu ermitteln, den *Coprinus stercorarius* gewählt. *Reess* cultivirte nach meiner Methode die Sporen des *Coprinus* in Mistdecoct. Er beobachtete das Auftreten kleiner stäbchenförmiger Bildungen an den Mycelien, Bildungen, die mir seit dem Jahre 1870 und, wie *Reess* der Wahrheit gemäss angeibt, seit dieser Zeit im Halle'schen Laboratorium bekannt waren. Sie wurden in grossen Mengen von den Mycelien abgegliedert und erwiesen sich in den ursprünglichen wie in neuen Culturen in frischem Pferdemitstdecoct als nicht keimfähig. Diese Thatsache leitete den Autor auf die Idee, dass die Stäbchen männliche Geschlechtszellen sein könnten. Für eine solche Auffassung war das erste Bedürfniss den natürlichen Bestimmungsort dieser Geschlechtszellen zu finden, die weiblichen Zellen. *Reess* machte sie ausfindig in besonders geformten Seitenzweigen der Mycelien, die einer knorrigen Leberwurst schlagend ähnlich sehen. In seiner nächsten Abbildung³⁾ zeigt der Autor ein Stäbchen mit der Befruchtung des weiblichen Gegenstandes beschäftigt, die in der folgenden Figur seiner Haltung nach bereits von ihm vollzogen zu sein scheint. Kurze Aussackungen an der weiblichen Zelle waren die Folgen der Befruchtung, soweit sie *Reess* beobachtete, ihr endliches Ergebniss nach seiner Vermuthung der Fruchtkörper des *Coprinus* resp. der Basidiomyceten. Der Autor deutete hiernach mit hoher Wahrscheinlichkeit die Stäbchen von *Coprinus* als Spermatien, ihre Träger als Antheridien, ihre Function: die Befruchtung des Carpogons. In Folge der Befruchtung wächst das Carpogon zum Fruchtkörper aus.

1) *Woronin*, Sitzungsberichte der botanischen Section der Naturforscher-Gesellschaft zu St. Petersburg. Februar 1872.

2) *Reess*, Ueber den Befruchtungsvorgang bei den Basidiomyceten. Erlangen 1875.

3) Die dem Texte eingefügten Holzschnitte in der eben citirten Abhandlung.

Diese Untersuchungen von *Reess* fanden unmittelbar nach ihrer Publication in Frankreich ein Echo, welches sie gänzlich übertönte. Der Herr *Philipp van Tieghem* veröffentlichte sogleich, als er von der *Reess'schen* Arbeit Kenntniss erhielt, in den *Comptes rendus*¹⁾ der französischen Academie der Wissenschaften, dem ersten wissenschaftlichen Organe Frankreichs, eine Untersuchung über den gleichen Gegenstand, welche nicht bloss die Arbeit von *Reess*, sondern mit dieser zugleich Alles in den tiefsten Schatten stellte, was jemals in der Mykologie geleistet ist. Der Autor benutzt seit 1872 meine Culturmethoden²⁾ und hat, wie wir sehen werden, staunenswerthe Dinge bei den Basidiomyceten damit zu Wege gebracht. Mit *Reess* sieht er die Stäbchen als Spermastien an. Aber wie anders functioniren sie in Frankreich unter seinen Augen als in den Culturen von *Reess* in Erlangen! Freilich sind aber auch die Carpogone *van Tieghem's* ein anziehenderes und empfänglicheres Gebilde. Sie haben nicht die wenig verlockende Wurstgestalt³⁾, sondern eine zierliche Form und vor Allem ein besonderes Empfängnissorgan extra für die Spermastien. Hier setzen sie sich mit Vorliebe, häufig in der Mehrzahl, an. Doch nie mehr als eine copulirt mit dem Trichogyn und entleert ihren Inhalt in dieses, die übrigen müssen am Ziele angelangt, grausam vergehen. Gleich nach der Copulation theilt sich das Carpogon in drei Zellen, die oberste mit dem Trichogyn bleibt unverändert, die zwei unteren bilden Sprosse, aus denen der Fruchtkörper entsteht. Doch weit über diese Thatsachen hinaus gehen die unerreichten Forschungen des Autors, an der erwiesenen Sexualität auch jeden Schatten von Zweifel, jede Möglichkeit des Einwandes zu beseitigen. Er belehrt uns durch beobachtete Thatsachen, dass unbefruchtete Carpogone sich niemals theilen, dass die eben erwähnten ganz bestimmten Theilungen nur durch den Act der Befruchtung eingeleitet werden. In überzeugender Weise ergaben Culturen von einzelnen Sporen dies Resultat, die nur Carpogone von der erwähnten Gestalt erzeugten. Eine hierin angedeutete, schon in den Sporen

1) *Van Tieghem*, *Comptes rendus*. Februar 1875. Sur la fécondation des Basidiomycètes.

2) *Van Tieghem*, *Recherches sur les Mucorinées*, *Ann. d. scienc. natur.* 1872.

3) *Van Tieghem* sagt, dass *Reess* die wahren einzelligen Carpogone gar nicht gesehen habe. Ob sich nun bei ihm die Spermastien verirrt haben und an ein falsches Ziel gekommen sind, oder ob die Carpogone sich erst nach dem Act der Befruchtung die Wurstform angeeignet haben, ist aus den Beobachtungen nicht zu entnehmen.

vorhandene sexuelle Differenzirung wurde durch die ergänzende Thatsache bestätigt gefunden, dass andere Sporen nur Antheridien erzeugen, sie wurde endlich über jeden Zweifel hinaus erwiesen durch den genialen Versuch der Uebertragung der Spermastien aus den Culturen männlicher Sporen in die carpogonreichen der weiblichen. Sogleich setzten sich die Spermastien an die Trichogyne, die vorher ungetheilten Carpogone theilten sich nach der Copulation wieder in der bestimmten Weise und nun erst wurden Fruchtkörper gebildet, während die Culturen sonst steril blieben. Da andere Coprinusarten ein gleiches Verhalten zeigten, so realisirte der ideenreiche Experimentator den schönen Gedanken, eine Kreuzung von zwei Arten, von Coprinus ephemeroïdes und Coprinus radiatus, zu erzielen. Die Spermastien von dem einen Coprinus wurden in carpogontragende Culturen von dem andern übertragen. Das Resultat war ihre Copulation am Trichogyn, Theilung des Carpogons in bestimmter Weise, und Aussprossung der zwei unteren Zellen zum Fruchtkörper. — Bedurfte es nach solchen Beobachtungen noch der Versicherung des Autors, dass er sie nicht eher der Oeffentlichkeit übergeben, als bis er sie in wiederholten Versuchen mit stets gleichem Ergebnisse immer genau — »pleinement« — bestätigt gefunden? — als ob die Summe dieser übereinstimmenden Beobachtungen für sich nicht ausreichend und beweisend wäre! Und wer wollte es zu Ungunsten der Bescheidenheit des Herrn *van Tieghem* deuten, wenn er zum Schlusse darauf hinweist, dass er der eigentliche Entdecker der Sexualität der Basidiomyceten sei, welche *Reess* nur wahrscheinlich gemacht habe; denn der kleine Umstand, dass die Fruchtkörper nicht ganz vollständig reif wurden, ist von gar keiner Bedeutung, weil die sehr jugendlichen Bildungsstadien ihre hutförmige Gestalt bereits erkennen lassen, wie ich demnächst zeigen werde. — Ich kann aus eigener Erfahrung bezeugen, dass diese Arbeit des Herrn *van Tieghem* allgemeine Anerkennung fand, dass die kritischsten Forscher mit Eifer für sie eintraten, behauptend, dass es ja gänzlich unmöglich sei, hier noch den leisesten Zweifel zu hegen. In allen wissenschaftlichen Vereinen wurde die Entdeckung mitgetheilt und durch Zeitschriften verbreitet, *Reess*¹⁾ selbst beeilte sich sie anzuerkennen: er hatte sie in neuen Versuchen bestätigt gefunden.

¹⁾ *Reess*, Pringsheim's Jahrbücher 1875, p. 198.

Die in allen Stücken vollendete Arbeit hat nur einen einzigen Fehler — es fehlt ihr die Wahrheit; die Vorgänge finden in der Wirklichkeit gar nicht statt. Das ist es, was ich den allseitigen Verehrern der Arbeit sogleich nach ihrem Erscheinen entgegenhielt, was ich öffentlich in meinen Vorlesungen aussprach und hier wie gegen viele Botaniker, die mich besuchten, in meinen Präparaten offen darlegte. Am 15. November 1875¹⁾ habe ich in der hiesigen Gesellschaft naturforschender Freunde aus meinen damals bereits abgeschlossenen Untersuchungen kurz hervorgehoben, dass die Spermastien keine sexuelle Bedeutung hätten, dass die Fruchtkörper ohne sie entständen. Die ausführliche Darlegung der Resultate habe ich bald darauf an die botanische Zeitung geschickt, wo sie im Anfang des Jahres²⁾ 1876 mitgetheilt ist.

An dem vorerwähnten Tage am 15. November 1875 setzte Herr *van Tieghem*³⁾ die botanische Welt mit einer neuen Publication in Erstaunen. Er widerrief seine berühmten Beobachtungen, nicht etwa eine, sondern die ganze Summe, mit Stumpf und Stiel. Die Spermastien keimten, sie sind Conidien und die Fruchtkörper entstehen ohne sie. Da er früher bei dem Auswachsen seiner Carpagone (ausser der Copulation der Spermastie), keine Copulation von Fäden gesehen, welche als Act einer Befruchtung sich deuten liesse, so schliesst er mit den Worten: »il parait bien que le fruit se forme sans fécondation.« Wie die Frucht sich bildet, über den wahren Verlauf ihrer Bildung und ihrer weiteren Entwicklung — darüber erfahren wir nichts. — Gleich einer Seifenblase ist der glänzende Beweis der Sexualität der Basidiomyceten, welche nach ihrer weit vorgeschrittenen sexuellen Differenzirung mit einem Ruck auf die Höhe der heterosporischen Farne gehoben waren, erschienen und wieder verschwunden, mit ihm sind die schönen Carpagone und die strebsamen Spermastien jäh verblichen, und die Mykologen sind genau so klug, als wie sie vorher waren.

In Anknüpfung an meine Publication in der botanischen Zeitung, worin ich die Entwicklungsgeschichte der Basidiomyceten darlegte, hat bald nachher Herr *van Tieghem*⁴⁾ eine Bestätigung meiner Beobachtungen gebracht, sie schliesst

1) *Brefeld*, Neue Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze, Sitzungsbericht der Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin. 15. November 1875.

2) *Brefeld*, Botanische Zeitung 1876, Nr. 4, die Entwicklungsgeschichte der Basidiomyceten.

3) *Van Tieghem*, Compt. rend. der französischen Akademie in Paris. Jahrgang 1875.

4) *Van Tieghem*, Botanische Zeitung, 1876, Nr. 11, Neue Beobachtungen über die Fruchtentwicklung und die vermeintliche Sexualität der Basidiomyceten und Ascomyceten.

nicht, ohne auf Grund seiner eben angeführten kurzen Bemerkung vom 15. November neue Prioritätsansprüche¹⁾ zu erheben, nicht auf die Sexualität sondern diesmal auf die Asexualität der Basidiomyceten. Da betreffs dieses Punktes nur zwei Fälle möglich sind, dass nämlich die Fruchtkörper dieser Pilze entweder sexuell oder asexuell entstehen, so haben wir hier das interessante Factum vor uns, dass ein und derselbe Autor beide sich widerstreitende Entdeckungen in wenigen Monaten²⁾ gemacht hat und nun für beide die Priorität in Anspruch nimmt. Die Ansprüche für die erste stützen sich auf Thatsachen, welche von A—Z nicht wahr sind, die Ansprüche für die zweite hingegen stützen sich auf das Datum einer Publication ohne Thatsachen.³⁾

Ich beginne nunmehr meine ausführlichen Mittheilungen mit den Agaricinen und unter diesen zuerst mit einigen Vertretern der Gattung *Coprinus*.

¹⁾ Für seine Prioritätsansprüche hat Herr *van Tieghem* eine Publication über Ascomyceten angezogen, welche am 6. December 1875 in der pariser Akademie publicirt ist. Es ist von vornherein klar, dass sie nichts mit den hier in Frage kommenden Basidiomyceten zu thun hat.

²⁾ Die erste Publication des Herrn *van Tieghem* »sur la fécondation des Basidiomycètes, Compt. rend. Februar 1875« enthält schon im embryonalen Zustande beide Entdeckungen, der Sexualität und der Asexualität der Basidiomyceten. Sobald nämlich die Stäbchen gekeimt hatten, ging die erste Entdeckung verloren, und es blieb die zweite allein übrig, auf welche der Autor nun zurückgeht hervorhebend, dass er keine andere Copulation ausser der mit den Stäbchen gesehen habe, die sich als Sexualact deuten liesse, daher: »il parait bien que le fruit se forme sans fécondation.« In Wirklichkeit aber hat *van Tieghem* die wahren Fruchtanlagen gar nicht gesehen.

³⁾ Ich bemerke zum Schluss, dass auch *Reess*, nach meiner Publication seine Bestätigung der *van Tieghem*'schen Beobachtungen widerrufen hat, er sagt: »Den Experimenten *van Tieghem*'s habe ich geglaubt, ohne sie nachzumachen. Meine allzu kurz auf den Correcturbogen geschriebene Bestätigung bezog sich wesentlich nur auf die Einzelligkeit jüngster stäbchentragender Fruchtanlagen.« (Botanische Zeitung, März 1876, Nr. 11, *Reess*, Rechtfertigung).

Coprinus stercorarius.

Unter den mistbewohnenden Coprinen gehört der *Coprinus stercorarius* zu den selteneren Erscheinungen. Nur erst wenige Male hatte ich das Glück ihn zu finden. Seit dies zum letzten Male geschah, habe ich den Pilz in Cultur behalten. Er gedeiht hier leicht und sicher, und seine Formen sind schöner und voller, als sie am Standorte vorzukommen pflegen. In kurz gedrungener Gestalt, Hut und Stiel ganz verhüllt, erhebt er sich aus dem Substrate. Ein fast weiss zu nennendes Velum universale überdeckt die junge Fruchtanlage. Am Hute, welcher zunächst in der Entwicklung gefördert ist, wird es mit wachsender Zunahme mehr und mehr zerklüftet (Taf. II, Fig. 8 *a* und *b*), es nimmt das Ansehen zahlreicher kleiner thurmartiger Häufchen an, die sich namentlich nach dem Scheitel hin in zunehmender Mächtigkeit erheben. Mit der Streckung des Stieles und der Aufspannung des Hutes bricht das Velum an der Grenze von beiden auf, und glatt, ohne ein Velum partiale zu hinterlassen, trennt sich der Hut vom Stiele ab (Taf. III, Fig. 1). Noch ehe die Streckung des letzteren beginnt, haben sich Bündel von Hyphen oder auch einzelne Fäden, in dichtem Kranze gestellt, an seinem Fusse gebildet und sind als Rhizoiden weithin in die Umgebung und das angrenzende Substrat gewachsen (Taf. III, sämtliche Figuren). Sie gehen allmählich in eine kurze haarförmige Bekleidung des Stieles über, welche ihn überall auch nach seiner Streckung als feiner zarter Flaum überzieht (die grösseren Figuren von Taf. III). Die Ausbreitung des Hutes, dem Aufspannen eines Schirmes vergleichbar, fällt genau mit der Reife der Sporen zusammen. Ihre dunkle Farbe ist es, welche das grauweisse Ansehen des Hutes verändert und ihm ein dunkles gesättigt graues Aussehen

verleiht. Er hängt, nur oben am 3—5 zölligen Stiele befestigt, lose wie ein Nähhut auf diesem, wenn seine Aufspannung erfolgt (Taf. III, Fig 1). Sie beginnt am Rande und die noch glatte Huthaut bekommt Längsrisse, indem die Ränder sich nach Aussen biegen (Taf. III, Fig. 2 *d*). Die Risse werden tiefer, je weiter die Aufspannung fortschreitet. Erst wenn nahezu die horizontale Stellung erreicht ist, beginnt das Abwerfen der Sporen auf einmal und dauert nur ganz kurze Zeit. Darauf rollen sich die Ränder um und ein (Taf. III, Fig. 2 *c*₃), und hiermit hat die Herrlichkeit ein Ende. Die Reste des Hutes zerfliessen zu einem Tröpfchen Flüssigkeit von anklebenden Sporen dunkel gefärbt; basipetal fortschreitend zerfliessen auch die Elemente des Stieles und wenige Tropfen dieser schmutzigen Jauche durchtränken die Stätte seiner schnellen Entwicklung.¹⁾

I. Die Entwicklungsgeschichte des Pilzes.

Nimmt man den Zeitpunkt richtig wahr, wo die Sporen geworfen werden, so ist es eine leichte Mühe sie in vollkommener Reinheit aufzufangen, wie sie für die Cultur des Pilzes allein geeignet sind. Die Sporen haben eine dunkelbraune Farbe (Taf. IV, Fig. 12 und 16), länglich ovale Gestalt, und eine Grösse von 0,015 Mm. Länge und 0,0055 Mm. Breite. Die Farbe der Membran beschattet den Inhalt und gibt den Sporen ein gleichförmiges Ansehen. Sie keimen sofort, wenn ein Tropfen Nährlösung — Mistdecoct — sie umgibt; auch

¹⁾ Die hier vorausgeschickte Beschreibung des Pilzes stimmt nicht überein mit der Diagnose, die *Fries* in seinen »Hymenomyces europaei«, Upsala 1874 gegeben hat. Ich habe eine Partie Sclerotien an Herrn Prof. *Fries* geschickt, der mir nach erfolgter Keimung mittheilte, dass er den Pilz für *Copr. stercorarius* halte, jedoch für eine besondere Form, die aus Sclerotien keimt. Ist dies der Fall, so schlage ich für ihn den Namen *noctiflorus* vor, gleichviel ob man ihn für eine blosse Varietät des *stercorarius* als für eine eigene Art gelten lassen will. Ich wähle den Namen *noctiflorus*, weil der Pilz erst spät am Nachmittag seinen Hut aufspannt und den Stiel streckt, seine Sporen aber niemals anders als während der Nacht abwirft. — Der von *Reess* (Befruchtungsvorgang bei den Basidiomyceten) untersuchte Pilz ist nicht *Copr. stercorarius*, denn dieser besitzt gar keine Stäbchenfructification, sondern nach der Beschreibung von *Reess* und nach der Form der Stäbchenfructification der zweite von mir untersuchte *Coprinus*, der *Copr. lagopus*.

wenn die Sporen länger als ein Jahr trocken aufbewahrt sind, werden nach wenigen Stunden schon die Anzeichen der Keimung deutlich. Keinerlei Anschwellungen der Sporen noch auch ein Aufsprengen der braunen Membran leiten den Process der Keimung ein, wie es vielfach sonst geschieht. Die Spore bleibt unverändert, nur an einer Spitze zeigt sich ein helles lichtbrechendes Bläschen. Es wird grösser und grösser und übertrifft als kugelige Anschwellung gar bald die Ausdehnung der Spore (Taf. I, Fig. 1 *a*). Und so fremdartig hebt sich die Keimblase an der unveränderten Spore ab, dass man glauben möchte, sie hänge nur äusserlich an. Die allgemeine Erscheinung der Keimblase an den keimenden Sporen hebt jeden Zweifel, dass sie aus dem Innern kommt, auch bedarf es nur der Aufrichtung einer keimenden Spore, um an der Spitze mit starken Linsen einen feinen Keimporus (Taf. IV, Fig. 16) zu sehen, aus welchem die Keimblase hervorwächst. Dieser Keimporus, den man an dieser Art auch schon an der ungekeimten Spore, wenn auch schwach erkennt, ist nur an einer Seite der Sporen vorhanden und zwar an derjenigen, welche der Insertion am Sterigma entgegengesetzt ist. Der directen Beobachtung entsprechend sah ich auch niemals eine Spore an zwei Seiten keimen, sondern in tausenden von Fällen nur an der einen (Taf. I, Fig. 1), die den feinen Porus hat.

Die Keimblase hört früh auf an ihrem ganzen Umfange zuzunehmen, ein (Taf. I, Fig. 1 *b*) oder mehrere (Fig. 1 *c*) begrenzte Stellen sind allein bevorzugt dies zu thun; diese erheben sich als Vegetationspunkte, aus welchen sich durch fortdauerndes Spitzenwachsthum fadenförmige Keimschläuche entwickeln. Wenn sie üppig und früh in der Einzahl auftreten, können sie fast so massig werden wie die Keimblase, die dann nicht mehr deutlich zu sehen ist (Taf. I, Fig. 1 *b*). Wo sie in der Mehrzahl erscheinen, gehen sie nach verschiedenen Richtungen, und sehen aus, als wenn sie gleichzeitig direct aus der Spore entsprungen wären (Taf. I, Fig. 1 *c*). Die Schläuche führen einen sehr dichten lichtbrechenden Inhalt und nehmen mit fortdauerndem Längenwachsthum in unregelmässigen weiten Wellen einen schlangenartigen Verlauf an. Mit ihrer Ausdehnung treten neue Vegetationspunkte auf an beliebiger Stelle und darum in wechselnder Zahl, oft nahe an der Spitze, oft weiter rückwärts. In vielen Fällen bleiben diese bereits mehrfach verzweigten Keimschläuche einzellig, in anderen treten schon sehr früh Scheidewände auf, welche, sobald sie erschienen sind, die Fäden in End- und Gliederzellen theilen (Taf. I,

Fig. 2. Dass nur die Endzelle wächst, die Gliederzellen nicht mehr oder sehr wenig wachsen, kann man durch directe Beobachtung sogleich sicherstellen. Die Scheidewände treten mit fortdauerndem Längenwachsthum der Endzelle nicht ganz regelmässig auf, es können darum die Gliederzellen nicht alle die gleiche Länge haben. Wiewohl sie nachträglich nicht nachweislich in die Länge wachsen, so betheiligen sie sich durch Bildung von Seitenzweigen nicht minder lebhaft an der Verzweigung des jungen Myceliums als die Endzelle, und der obern Scheidewand zugelegene Stellen sind der Regel nach für die Seitenzweigbildung besonders begünstigt (Fig. 2). Der Reichthum an Seitenzweigen und die Verzweigung des Myceliums hängt wesentlich von der Ernährung ab, hiernach ist auch der Inhalt der Fäden ein reicherer und dichter und dann nur von kleinen Vacuolen durchsetzt. Je näher an der Spitze der Fäden neue Vegetationspunkte auftreten, je mehr sie in der Entwicklung gefördert werden, um so mehr rivalisiren sie mit den Hauptfäden in Stellung und Länge, und darum hat es nicht selten den Anschein, als ob der Vegetationspunkt der Endzelle sich in eine Di- oder gar Trichotomie auflöse. Alle Seitenzweige, mögen sie von der End- oder Gliederzelle gebildet sein, nehmen im weitem Verlaufe durch Gliederung und weitere Verzweigung den Charakter der Hauptfäden an. Eine fast vollkommene Gleichmässigkeit in der Dicke der Fäden an den Enden und ältern Theilen und an Haupt- und Seitenzweigen ist überall an den jungen Mycelien zu constatiren, sie übersteigt nicht 0,015 Mm.

Uebersaus häufig treten schon in der ersten Jugend Verschmelzungen an den Fäden der Mycelien ein. Ich habe sie beobachtet an jungen Keimschläuchen (Taf. I, Fig. 3 a), deren erste Verzweigungen mit einander verschmelzen, wenn sie in der gleichen Richtung wuchsen. Ich habe sie ferner häufig gesehen an kleinen Mycelien, ehe die Scheidewände deutlich wurden, wo mitunter vielfache Anastomosen die Fäden gleichsam zu einem Netze verbanden (Taf. I, Fig. 3 a₂ und 3); bald waren es hier Seitenzweige, die mit ihrer Spitze gegen einen andern Faden wuchsen und ihre Carrière für weiteres Längenwachsthum in einer Verschmelzung einbüssten, bald waren es deutliche Anastomosen, welche parallel verlaufende Fäden in ihrem ganzen Verlaufe vielfach verbanden. Ich habe sie endlich als ausnahmslose Regel an älteren Mycelien angetroffen mit reicher Verzweigung und Gliederung der Fäden. Je mehr ich diese beobachtete, um so mehr überzeugte ich mich von der Allgemeinheit der

Erscheinung; es war keine Zelle zu finden, die nicht mit einer anderen verschmolzen war, und die ganzen Mycelien stellten gleichsam ein Netz von Anastomosen dar. Die vielfachen Formen der Verschmelzung, die nicht durch blosser Begegnung der Fäden entstanden sein können, machen es schwer in diesen Erscheinungen das Spiel eines Zufalls allein zu sehen, und was ganz besonders zu Gunsten der Auffassung spricht, dass zu dem Verschmelzen der einzelnen Zellen mit einander ein inneres Bedürfniss den Anstoss gibt, ist die eigenthümlich abgeänderte Art der Verschmelzung einzelner Zellen, welche mit zunehmendem Alter und zunehmender Ausdehnung der Mycelien Platz zu greifen pflegt.

Sobald die Mycelien sich weiter in die Peripherie ausdehnen, entfernen sich die Fäden dementsprechend auch seitlich mehr und mehr von einander; zwar werden die grösseren Zwischenräume durch seitliche Verzweigungen bewachsen, sie treten aber bei weitem nicht zahlreich genug auf, um die immer grösser werdenden Lücken zu decken, und schon ein Blick überzeugt uns, dass die Mycelien nach dem Umfange (Taf. I, Fig. 4) loser und fadenärmer sind. Dieser Umstand also, der mit dem Alter und der Grösse natürlich zunehmenden seitlichen Entfernung der Fäden von einander, tritt der Verschmelzung der Fäden zuwachsend erschwerend entgegen, und von nun an gleicht sich das Bedürfniss in anderer Form aus. Die benachbarten Zellen verschmelzen mit einander. Dies geschieht so, dass die obere zweier benachbarter Zellen unmittelbar über der trennenden Scheidewand eine Ausstülpung treibt von der Dicke eines Seitenzweiges, welcher sich sogleich hakenförmig umbiegt und der untern Zellen gerade unter der Scheidewand, also auf dem kürzesten Wege der Verbindung, mit seiner Spitze fest anschmiegt (Taf. I, Fig. 3 *b*₁). Gleich darauf erfolgt die Verschmelzung, in der Form derjenigen gleich (Fig. 3 *b*₃), wie sie einzeln an den angrenzenden Zellen eines Spirogyrenfadens vorkommt, wenn die Verbindung mit einem anderen Faden nicht erreicht ist. Der Inhalt beider Zellen geht in dem kurzen Fusions Schlauche direct in einander über wie bei einer gewöhnlichen Verschmelzung, die directe Beobachtung schon bei 400facher Vergrösserung lässt hierüber nicht den leisesten Zweifel bestehen. Aber die offene Verbindung beider Zellen bleibt nicht lange erhalten. In der Oese selbst tritt eine Scheidewand auf, welche nun die verbundenen Zellen wiederum für sich abgrenzt (Fig. 3 *b*₄₋₇). Die Einzelheiten der Erscheinung: das Herabwachsen

des Fusionsschlauches stets von der oberen Zelle nach der untern, die wirklich stattfindende Verschmelzung der Zellen und ihre spätere Abgrenzung durch neue auftretende Scheidewand sind an üppig wachsenden Mycelenden vom 5ten Tage der Sporenkeimung an mühelos zu verfolgen. Ein einziger Faden, wenn er in schnellem Wachsthum begriffen ist, bietet alle Entwicklungsstadien der Reihe nach dar: die obere Scheidewand ohne Fusionsschlauch, die 2te mit einem solchen, der 3te in offner Verbindung mit der benachbarten Zelle und weiterhin nur Scheidewände in den Fusionsösen (Taf. IV, Fig. 1 a—c). Sieht man nur fertige Zustände, kann man die frühere offene Communication nach dem Auftreten der secundären Wand in der Oese nicht mehr sehen, sieht man junge Stadien, denen die Scheidewand fehlt, so kann man nur in der Profilansicht das getreue Bild von der Verschmelzung der Zellen erhalten. Klar also, dass man nur entwicklungsgeschichtlich den wahren Hergang der Sache zu verfolgen im Stande ist, und dass üppig gedeihende und wachsende Mycelien fünftägigen Alters hierfür die erste Voraussetzung sind. Da man sie früher nicht hatte, nur fertige oder unfertige Zustände besass, kann es nicht Wunder nehmen, dass diese Oesenfusionen, den Basidiomyceten vielfach an den Mycelien eigen, öfter gesehen und beschrieben, niemals aber ausführlich gesehen und darum richtig beschrieben sind. Man hat sie »Schnallenzellen« genannt und schon hiermit die Vorstellung angedeutet, als ob sie besondere Zellen wären, was nicht zutreffend ist. In diesem Sinne hat sie auch *de Bary* Seite 15 seiner *Morphologie der Pilze* zwar weitläufig aber unrichtig beschrieben, wenn auch zum Theil richtig abgebildet. Die obere der drei Figuren links steht mit seiner eigenen Beschreibung im Widerspruch, nach welcher die Schnalle eine Zelle sein soll. Die offene Communication beider Zellen in der Fusionsöse hat er nicht gesehen, nach ihm schmiegt sich der Fusionsschlauch der unteren Zelle fest an, dann trennt eine Scheidewand den Schlauch vom Mutterfaden und die Schnalle ist fertig. Wie soll aber nach dieser Beschreibung, also nach seiner Vorstellung ein Bild zu Stande kommen, wie er es selbst gesehen und gezeichnet hat? — Ich habe mich vielfach nach Ausnahmefällen umgesehen und nur einen bemerkenswerthen gefunden. Er bestand darin, dass sich zwei Scheidewände in der Oese nach der Fusion bildeten, zwei Scheidewände, die unten fast zusammentrafen und aus der Oese ein Stück ausschnitten, welche einer zweischneidigen Scheitelzelle nahezu entsprach.

Wenn wir uns nun das Bild eines älteren Myceliums vorzustellen suchen, so würden wir im Centrum eine allgemeine Verschmelzung der Fäden haben, nach der Peripherie die Abnahme der Verschmelzungen und die Zunahme der Oesenfusionen. Eben weil nun hier beide Vorgänge stattfinden, konnte die Frage: ob die Oesenfusion den Ersatz der Verschmelzung abgibt, dahin entschieden werden, ob die Vorgänge sich ausschliessen oder nicht. Ich habe daraufhin viele Mycelien untersucht und gefunden, dass Oesenfusionen dort niemals vorkommen, wo eine Verschmelzung der Zellen zweier Fäden eingetreten ist; aber der umgekehrte Fall war keine Seltenheit. Fäden mit Oesenfusionen benachbarter Zellen zeigten noch nachträglich Fusionen mit anderen Fäden. Man könnte, dies zu erklären, sich vorstellen, dass in der Fusion eine Differenz der Zellen zum Ausgleiche kommt, dass dieser Ausgleich ein vollständiger ist, wenn Zellen verschiedener Fäden verschmelzen, ein wenig vollkommener, wenn zwei benachbarte Zellen verschmelzen, doch dies ist nur eine Vorstellung. — Nicht ganz ohne Interesse schienen mir Versuche zu sein, wie sich zwei verschiedene Mycelien zu einander verhalten möchten. Der häufige Fall einer festen Verknäuelung zusammengefallener Sporen und die Cultur eines solchen Sporenknäuels schien mir für diesen Punkt besonders günstig zu sein. Sie keimten in Nährlösung zu 50 an einer Stelle, die sämmtlichen Keimschläuche und spätern Mycelien bildeten ein Netz von Anastomosen nicht wesentlich anders, als ob die Fäden Verzweigungen einer Spore wären, und späterhin traten mit dem 5ten Tage Fusionsösen an den einzelnen Fäden auf.

Die Regelmässigkeit in dem Auftreten der Fusionsösen an Mycelien bestimmten Alters macht es möglich, junge und ältere Mycelien und Myceltheile nach ihnen zu erkennen. Ihre Unterscheidung wird aber noch durch einen anderen Umstand erleichtert. Sobald nämlich die Oesen eingetreten sind, wird der fernere Aufbau der Mycelien in der Lage der Scheidewände und der Bildung von Seitenzweigen weit ausgeprägter und bestimmter, als es vorher der Fall war. Die Wände treten in der fortwachsenden Endzelle in nahezu gleichen Abständen ein und die verhältnissmässig seltneren Seitenzweigbildungen der Endzelle, die meist im spitzen Winkel (Taf. IV, Fig. 1 *a* und *b*) von ihr abstehen, werden weitaus überboten durch eine reichere Zweigbildung der Gliederzellen. Sie hebt sogleich nach dem Erscheinen der Scheidewände an, und unmittelbar unter diesen kommen die neuen Vegetationspunkte zum Vorschein (Taf. I, Fig.

3 b und Taf. IV, Fig. 1 a und b). Bei üppigen Mycelien stehen sie in der Dreizahl Taf. IV, 1 a und b) nahe zusammen, und erst, wenn die Ernährung mangelhaft wird, sinken sie auf zwei und schliesslich auf einen (Taf. I, Fig. 3b) zurück. Eben weil sie fast niemals auszubleiben (Fig. 3 b und Fig. 1 c, Taf. IV und I) pflegen, trägt also ein Mycelfaden in regelmässigen Abständen wirtelförmig gestellte Seitenzweige, die sich fast ausnehmen wie Wirtelzweige einer Kiefer, und mehr im rechten Winkel (Taf. IV, Fig. 1 a und b₂₋₄) vom Hauptfaden abstehen, als ein Zweig der Endzelle. Die Seitenzweige entwickeln sich entweder alle zu neuen Haupttaxen, indem eine Gliederung und Verzweigung an ihnen eintritt wie in den Haupttaxen, oder nur einzelne oder gar einer von ihnen geniesst diesen Vorzug allein. Dann bleiben die anderen kurz und gleichsam rudimentär, sie beschliessen früh ihre Entwicklung mit zahlreichen unregelmässigen Seitenausstülpungen, die sich mehrfach wiederholen und an den Spitzen verjüngen gleich den Enden eines Hirschgeweihes (Taf. IV, Fig. 1 d), nur dass sie zahlreicher sind und wirr und sparrig durcheinander stehen. Auf diese Seitenzweige mache ich besonders aufmerksam, weil bei andern Coprinus-Arten, zu denen ich später übergehe, gerade an ihnen die Conidien resp. die Stäbchenfructificationen auftreten, die hier völlig fehlen, wenigstens in hunderten von Culturen niemals aufgetreten sind.

Ich erwähnte, dass die Oesenfusionen, wenn nicht schon an der ersten, sicher an der zweiten Scheidewand eines wachsenden Mycelfadens zu finden sind, und führte aus, wie mit dem Auftreten der Oesen die Verzweigung der Mycelien namentlich an den Gliederzellen in Zahl und Stellung eine auffallend regelmässige wird, — sollte nun am Ende zwischen beiden Erscheinungen ein innerer Zusammenhang bestehen? sollte vielleicht die Bildung der Seitenzweige gerade unterhalb oder an der Verschmelzungsstelle der Fusionsöse durch die Verschmelzung der Zellen hervorgerufen werden?¹⁾ Die Beobachtung musste hier innerhalb bescheidener Grenzen ein Urtheil anbahnen können, sobald sie

¹⁾ Diese Zustände haben durch ihren bestimmten morphologischen Charakter etwas so eigenenthümliches in der Erscheinung, dass man unwillkürlich an die von *Tulasne* beobachteten Zustände der *Peziza confluens* und die Copulation der Kranzkörperchen von *Tilletia* erinnert wird. Jedenfalls geben sie zu der Erwägung Veranlassung, ob es gerechtfertigt ist, Verschmelzungen von Zellen bestimmter und immer wiederkehrender Form mit Rücksicht auf diese Form für einen Sexualact anzusehen.

auf die Frage gerichtet wurde zu entscheiden, ob die Oese früher oder die Seitenzweige früher entstehen. Das erste war zwar sehr häufig der Fall, und in den allermeisten Fällen kommen die Zweigausstülpungen erst nach der Verschmelzung zum Vorschein, aber keineswegs ausnahmslos, und als nicht ganz seltene Ausnahme beobachtet man leicht, wie die Vegetationspunkte für die Seitenzweige eher angelegt sind, als die Spitze der Oese die untere Zelle noch erreicht hat. — Die Fäden der Mycelien erheben sich fast nicht, nur hier und da, mit kurzen Spitzen in die Luft, selbst über den Culturtropfen hinaus auf den Objectträger verbreiteten sie sich nur wenig, ein Luftmycelium dürfte hiernach dem Pilze kaum eigen sein, und ich will schon an dieser Stelle bemerken, dass ich auf Massenculturen in festem Substrat auch nicht eine Spur davon gesehen habe.

Mit der allmählichen Abnahme der Nährstoffe in dem Culturtropfen des Objectträgers neigt sich die vegetative Entwicklung der Mycelien langsam dem Ende d. h. dem Stillstande zu. Nur wenig nehmen hiermit die Hauptfäden an Dicke ab, sie sehen an den Enden schmaler und einfacher aus, weil die Verzweigungen abnehmen und schliesslich aufhören. Jede erneute Zufuhr an Nährstoffen leitet ein erneutes Wachstum der Fäden ein, und ich glaube, dass es unbegrenzt an den Enden fort dauert, wenn die Ernährung darnach eingerichtet wird, wofür namentlich auch die Beobachtungen an Massenculturen auf's entschiedenste sprechen.

Erst nach Ablauf von 9—12 Tagen beginnt an den ältern Mycelfäden die Fructification, die Anlage von Fruchtkörpern. In kleinen, wenig ernährten Culturen entstehen die Fruchtkörper unmittelbar an einzelnen Mycelfäden (Taf. I, Fig. 4), in üppigeren Culturen werden gewöhnlich erst Sclerotien gebildet, aus denen die Fruchtkörper direct keimen, und vielfach finden sich beide Fälle in ein und derselben Cultur vereinigt, es entstehen Sclerotien und Fruchtkörper nebeneinander. Wir wollen die Bildung der Sclerotien zuerst verfolgen.

Die Sclerotien bilden sich an jedem beliebigen Mycelfaden, welcher der Oberfläche der Culturlösung nahe gelegen ist. An ihm beginnt eine adventive Zweigbildung, die in die Luft führt (Taf. II, Fig. 5 *a*). Entweder bilden mehrere nahe zusammenstehende Fadensprosse den Anfang, oder ein einziger Spross, der sich schnell verzweigt, leitet den Vorgang ein. Die Sprosse können an den Zellen der Haupt- oder Seitenzweige höhern Grades entstehen nahe an den Scheidewänden oder auch in der Mitte der Zelle. Der einzelne Spross mit seinen frühen

Verzweigungen wie die Mehrzahl der Sprosse sind in allen Theilen durchaus übereinstimmend, sie sind einfache Fäden, die eine ausgeprägte Neigung zur Verzweigung besitzen (Taf. II, Fig. 5 *a*₂). Durch eben diese Verzweigung der Fäden wird aus den einzelnen noch unterscheidbaren Hyphen schon früh ein kleiner Knäuel von dicht verflochtenen Zweigfäden (Fig. 5 *b*₂). Die reich und zahlreich entstehenden Zweige drängen sich in alle freien Räume ein, sie auszufüllen und dehnen sich vorwiegend nach der Peripherie hin aus. Der Inhalt der umgebenden Mycelfäden wird offenbar nach diesem Verbrauchsorte vorzugsweise hingeführt, denn die Fäden des Knäuels nehmen trotz der Neubildungen nicht an Inhalt ab, sie strotzen von dichtem feinem Protoplasma vorzugsweise an den Enden der Peripherie, die neue und immer zahlreichere Verzweigungen bilden. Durch sie werden die mit der peripherischen Ausdehnung wachsenden Rauminterstitien gedeckt, so dass die Masse der Hyphen mit zunehmender Grösse keine grösseren Lücken bekommt. Wir erhalten so einen Knäuel aus dicht verflochtenen Hyphen, der an seiner Peripherie an Umfang zunimmt und schon früh in der besondern Vertheilung des Längenwachsthums und der Verzweigung der peripherisch gelegenen Hyphen der Kugelgestalt zustrebt (Fig. 5 *c*). Die einmal angenommene Form wird mit dem fortschreitenden Dickenwachsthum beibehalten oder nur unbedeutend modificirt. Macht man Schnitte durch diese Knäuel, so sieht man nichts wie ein Gewirr dicht verflochtener gleichmässiger Hyphen, deren Zwischenräume von Luft ausgefüllt sind. Führt man die Schnitte radial und genau axil (Taf. II, Fig. 6), so führen die Hyphen convergirend nach der gemeinsamen Ursprungsstelle am Mycelfaden: die ganze Peripherie ist mit kurzen Hyphenenden bedeckt, die sich reich verzweigen und mit ihren dichten kurzen Verzweigungen gleichmässig verlängern (Fig. 6₂). Wenn die Culturen gut geleitet sind, kommen in einer einzigen eine ganze Anzahl von jungen Anlagen vor, die ebenso viele einzelne Stadien der Entwicklung repräsentiren. Ueberall sind nur vegetative Aussprossungen von Fäden gleicher Art als Anfangspunkte zu finden, die an einem Punkte entstehen und sich durch Verzweigung verknäueln. Doch stimmen sie zunächst niemals in der Form überein, und wie im ersten Beginn der Bildung variiren die jungen Anlagen der Sclerotien auch in den nächsten Stadien gar mannichfach: erst wenn sie grösser werden, wenn sie an Umfang wesentlich zunehmen, tritt immer die gleiche Gestalt hervor, und dieselben reich verzweigten Hyphenenden führen

die weitere Grössenzunahme herbei. Sie ist nach der Verhältnissen der Ernährung eine weit verschiedene und wechselt im ausgewachsenen Zustande von der Grösse eines Mohnsamenkorns bis zu den Dimensionen einer grossen Haselnuss (Taf. III, 1 in den sämtlichen Figuren). Diese letzteren Bildungen wachsen natürlich nicht auf dem Objectträger, sie entstehen allein auf festem Substrate in Massenculturen auf ausgekochtem Pferdemist. Die Objectträgerculturen sind nothwendig, um die ersten Stadien der Bildung zu beobachten, ist man aber über sie klar geworden, so geben allein die Massenculturen das nothwendige Material für weitere Studien ab. Wie früher treten auch hier nach Ablauf von 10 Tagen die Anfänge der Sclerotien auf. Sie bilden sich mit Vorliebe im Innern des Mistes in kleinen luftefüllten Zwischenräumen. Hier ist ihre Beobachtung unbequem, und es ist besser sie an die Oberfläche zu locken. Hat man nur den Mist festgestampft, dass keine Lufträume im Innern sind, dann bilden sie sich allein an der Oberfläche. Hier hat man noch den Vortheil, dass sie in grosser Zahl heerdenweise neben einander entstehen, dass ihre Bildung wochenlang fort dauert, und dass sie in allen Grössen, in allen Stadien der Bildung der Untersuchung zugänglich sind, die wir noch in ihrem letzten Abschnitte weiter zu verfolgen haben. Bevor wir hierzu übergehen, will ich kurz erwähnen, dass es bei dem massenhaften Auftreten der Sclerotien nahe an einer Stelle unausbleiblich ist, dass sie nicht auch seitlich mit einander in enge Berührung kommen. Dies gibt zu Verwachsungen Veranlassung, die, wenn sie zahlreich stattfinden, monströse kuchenartige Massen (Taf. VIII, Fig. 13 und 15) erzeugen. Seit dem ersten Erscheinen der Sclerotiananfänge auf festem Substrat verlaufen nur wenige Tage, bis die Grössenzunahme aufhört, und die Reihe der Veränderungen vor sich geht, die den Dauerzustand eines fertigen Sclerotiums herbeiführen. Von der ersten dichten Verknäuelung der Hyphen an bis zum ausgewachsenen Zustande behält ein Sclerotium im Innern die gleiche Structur aus dichten vegetativen Hyphenverzweigungen, deren Zwischenräume mit Luft ausgefüllt sind. Sie sehen weiss aus, um so blendender, je mehr Luftinterstitien vorhanden sind, um so matter, je mehr sie verschwinden. Die Verzweigungen am Umfange stehen auf ganz verschiedener Grösse der Sclerotien still, um sogleich einem andern Vorgange das Feld zu räumen. Es dauert mit dem Stillstande der Verzweigung und der Grössenzunahme die Zufuhr an Nährstoffen ungestört fort, diese werden nur von nun an anders verwendet.

Sie werden in den Elementen der Fäden, in ihren Zellen, die kürzer sind als an mycelialen Hyphen, angehäuft. Mit dieser Zufuhr an Nährstoffen dehnen sich die Zellen der Hyphen aus, um sie aufzunehmen. Diese Ausdehnung der Hyphenzellen ist nur durch Verengung der interstitiellen Lufträume überhaupt möglich. Von ihrer Grösse allein hängt es ab, in welchem Grade und in welcher Form sich die Zellen dehnen. Bald schwellen sie an einzelnen Stellen tonnenförmig an, die mit engen Stricturen abwechseln, bald nehmen sie, in ganzer Ausdehnung angeschwollen, die Form eines kurzen oder langen Cylinders an, bald sind nur hie und da kurze seitliche Aussackungen eingetreten (Taf. II, Fig. 7), — kurz alle erdenklichen Formen regelmässiger und unregelmässiger Art sind in den Zellen anzutreffen. Die Luft verschwindet mit der Ausdehnung der Zellen bis auf geringe Reste, die eingeschlossen bleiben und wohl nicht entweichen konnten. Der Zufluss an flüssigen Nährstoffen ist grösser als der Raum in den Zellen; um ihn zu fassen muss in anderer Weise Platz geschafft werden, dies geschieht in äusserst zweckmässiger Weise durch Ausscheidung von Wasser, also durch Concentration des Inhaltes. Während vom Mycelium Nährstoffe zufließen, fliesst nach aussen Wasser ab. Es quillt an grösseren Sclerotien in dicken Tropfen hervor (Taf. VIII, Fig. 12 und 13, 5 und 6), die gleichsam ausgepresst zu werden scheinen. Die Tropfen vereinigen sich, wenn sie grösser werden und fliessen ab, oder sie verdunsten auf dem reifenden Sclerotium. Wenn die Zufuhr neuer Nährstoffe aufhört, steht auch die Wasserabscheidung still. Dieser Punkt der Entwicklung wird äusserlich in einer Verfärbung der Sclerotien angedeutet. Ihre vorher weisse Farbe bekommt erst einen grauen Ton, der in allen möglichen Farbennüancen schnell ins tiefste Schwarz übergeht. Damit hat das Sclerotium seine volle Reife erlangt, ist allseitig nach Aussen glatt abgeschlossen und auch vom Tragfaden abgetrennt.

An einem fertigen Sclerotium lassen sich Spitze und Basis, die eng begrenzte Insertionsstelle am Mycelium, aufs deutlichste unterscheiden. Auf dem Durchschnitte fallen das farblose Mark und die schwarze Rinde (Taf. II, Fig. 7, 1—3) sofort in die Augen. Das Mark besteht aus einem Scheingewebe der oben erwähnten mannichfach gestalteten Zellen (Fig. 7₃). Sie berühren sich an einzellen Stellen so innig, dass jede Luft zwischen ihnen verschwunden ist. Diese Stellen heben sich als glasig durchscheinende in der übrigen Masse ab, die von kleinen Luftinterstitien heller und lichtglänzender erscheint. Mitunter

ist diese Abwechslung so, dass der Schnitt ein marmorirtes Ansehen hat. Auf dünnen Schnitten kann man natürlich die Gestalt der Zellen nicht erkennen, weil sie aus einem dichten Hyphengeflechte entstanden in jedem Augenblick die Richtung ändern, wie Fig. 7₃ ausweist, aber man sieht deutlich, dass keinerlei Membranverdickungen erfolgen, dass die Wände der Zellen äusserst zart sind, dafür aber der Inhalt dicht und reich ist, dass ein gleichmässiges körnchenfreies lichtglänzendes Protoplasma sie alle gleich erfüllt. Nach der Peripherie ist das Gewebe nicht allmählich verändert, das farblose Mark stösst jäh an die Rinde (Fig. 7₂ und 7₃). Diese hat eine Mächtigkeit von 6—8 Zelllagen; die nicht in der Farbe, aber in der Grösse in verschiedenen Zonen wechseln. In den äussersten 2—3 Zelllagen (Fig. 7₃) sind die Zellen gross, meist länger als breit, und erscheinen mitunter pallisadenartig geordnet, dann werden die Zellen kleiner und haben eine mehr rundliche isodiametrische Gestalt (Fig. 7₂). Die Zellen der schwarzen Rinde sind zu einem festen dichten Gewebe aufs engste verbunden. Ihre Membranen sind schwarz und cuticularisirt, jedoch nicht verdickt. Ohne Zweifel führen die schwarzen Zellen der Rinde Inhalt wie die weissen des Markes, ihr Unterschied besteht allein in der Cuticularisirung der Membran. Die Rinde ist nichts als ein peripherischer Theil der Markmasse, der sich den Bedürfnissen des Dauerzustandes und des äusseren Widerstands gemäss als Rinde modificirt hat. Jede beliebige Zone des Markes kann sich dem entsprechend sogleich in Rinde umwandeln, wenn sie durch einen Schnitt nach Aussen blossgelegt wird. In 2—3 Tagen ist die weisse Farbe verschwunden und die Rinde fertig. Einige Theilungen in den inneren Partien, sowie die engste Verbindung der getheilten Zellen zu dem kleinen Gewebe der Rinde und eine Ausdehnung der äusseren Zelllagen zu den grossen Zellen der Rinde sind die Vorgänge, die nothwendig stattfinden müssen, um aus dem Marke die Rinde zu bilden. Um zu zeigen, dass das Mark in seiner ganzen Masse sich in dieser Beziehung gleich verhält, habe ich Sclerotien wie Kartoffeln mit dem Luftblasenmesser abgeschält, und nach drei Tagen eine Neubildung der entfernten Rinde um das ganze Sclerotium beobachtet. An grösseren Sclerotien habe ich diesen Process in einem Monat 10 mal wiederholt so lange, als ich sie in den Fingern halten konnte und 10 mal eine Neubildung der Rinde erzielt; die Reste des Sclerotium bestanden endlich nur aus Rinde, die aber, wie wir später sehen werden, ganz normal keimte. — Die Rinde der Sclerotien ist äusserlich glatt und glänzend, sie

bekommt erst Runzeln und verliert den Glanz, wenn die Sclerotien eintrocknen. Sie nehmen hierdurch bedeutend an Substanz und Gewicht ab und schrumpfen endlich zu unkenntlichen hornartigen Warzen ein. In diesem trocknen Zustande können sie lange ausdauern, ohne an Lebenskraft und Keimkraft zu verlieren. Ich habe ein Jahr trocken aufbewahrte Sclerotien in Wasser gelegt, in welchem sie wieder aufquollen zu früherem Volumen und Aussehen und dann später keimten. Nicht mehr keimfähige Sclerotien sind leichter wie Wasser, keimfähige sind schwerer und sinken unter. — Das Absterben einzelner Zellen oder auch Zellencomplexe färbt zuweilen das helle Mark gelb oder braun; aber so lange noch lebende Zellen vorhanden sind, ist die Keimkraft nicht erloschen. Das einzige Erforderniss für die Keimung ist genügende Feuchtigkeit und bis zu einem gewissen Grade, wie ich zeigen werde, auch das Licht. Eben gebildete Sclerotien keimen schon am nächsten Tage, wenn man sie auf nassen Sand legt.

Die Keimung der Sclerotien wird in ihren ersten Anfängen als ein äusserst feines weisses Flöckchen auf der schwarzen Rinde bemerkbar. Mit der Lupe sieht man es deutlich, und wenn man stärkere Vergrösserungen anwendet, sieht man, dass es aus einzelnen feinen Hyphen besteht, welche einer schwarzen Rindenzelle¹⁾ der Oberfläche entsprossen. Die Fäden gleichen den kurzen adventiven Aesten, welche an den Gliederzellen des Myceliums entstehen und haben eine äusserst grosse Neigung zur reichsten Verzweigung. Die Verzweigungen treten schon in dem ersten Flöckchen, wenn es sichtbar wird in nahe Verbindung. Indem sie zunehmen, wächst auch das Flöckchen zu einem grösseren Hyphenknäuel, dessen Elemente im Innern am dichtesten verbunden sind und sich nach aussen in einzelne reich verzweigte Hyphen auflösen. Jede beliebige Oberflächenzelle kann eine solche Hyphensprossung bilden und thut es mitunter. So kommt es denn vor, dass die ganze Oberfläche eines Sclerotium mit Hunderten von Fruchtanlagen auf einmal bedeckt wird (Taf. VII, Fig. 9 u 10). Die beleuchtete Seite ist besonders bevorzugt und immer reicher an Aussprossungen als die andere, die weniger Licht empfängt. Die Verbindung der jungen Fruchtanlage mit dem Sclerotium ist in den ersten Stadien eine ausserordentlich

¹⁾ Es müssen diese Rindenzellen durch die Schwärzung ihrer Membranen die leitende Verbindung mit dem Marke doch wohl nicht verlieren, denn wenn dies geschähe, würde eine weitere Entwicklung der Fruchtanlagen aus den Zellen der Oberfläche, die eine weitere Zufuhr an Nährstoffen nur aus den inneren Zellen erhalten, überhaupt nicht eintreten können.

lose, man kann sie mit einem starken Hauche wegblasen und die leiseste Berührung mit einer Nadel löst die Verbindung ab. Ist sie gelöst, so kann man die Stelle am Sclerotium nicht, auch nicht mit starken Vergrößerungen, sehen, wo die Fruchtanlage gesessen hat, und wenn man hunderte, die ihre Oberfläche auf einmal bedecken, abwischt, sieht das Sclerotium genau aus wie vorher, als es noch nicht gekeimt hatte. Diese Versuche bestätigen und ergänzen die directe Beobachtung, wonach die Sprossungen den peripherischen Rindenzellen entsprossen und eine directe sichtbare Verbindung derselben mit dem weissen Mark nicht besteht. Die Fädensprossungen sind rein vegetativer Natur, sie sind im Anfange mit Sicherheit auf eine Zelle des Sclerotium zurückzuführen; ob später, wenn der Hyphenknäuel grösser wird, auch benachbarte und untere Zellen durch Aussprossung theilnehmen, ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln, weil die Hyphen des Knäuels (Taf. II, Fig. 9 und 10) die nächste Umgebung überdecken und sich hier fest anschmiegen.

Die Entwicklung der jungen Fruchtanlage ist eine äusserst rapide und eine vorzugsweise massenhafte. Diese Umstände verhindern es, an dieser Stelle die einzelnen Momente der Entwicklung und der Differenzirung der Fruchtanlage mit genügender Klarheit zu fixiren. Hierfür sind Objectträgerculturen geeigneter, in welchen die Bildung die gleiche, aber eine ungleich langsamere ist, und die Fruchtkörper so kleine Verhältnisse annehmen, als sie der Beobachtung irgend erwünscht sein können. Ich will darum auf diese kritischen Punkte dort zurückkommen, wo die Entwicklung der Fruchtkörper unmittelbar auf den Mycelien ohne Sclerotienbildung vor sich geht und den weiteren Verlauf der Keimung der Sclerotien allein hier anschliessen.

Lässt man dem natürlichen Gange der Keimung eines Sclerotiums freien Lauf, so entwickelt sich die Masse der Fruchtanlagen, die an dem Sclerotium auftreten, ihrer Anciennität nach fort (Taf. VII, Fig. IX und X). Dann aber ändert sich allmählich die Sache, nur einzelne und bei kleineren Sclerotien nur eine einzige gewinnt einen Vorsprung und entwickelt sich allein, während die übrigen verkümmern und in den verschiedenen Entwicklungsstadien, welche sie erreicht haben, rudimentär bleiben (sämmtliche Figuren der Tafel III). Man hat es in seiner Gewalt, jede beliebige Fruchtanlage zur geförderten zu machen dadurch, dass man die übrigen wegwischt, und mit Leichtigkeit kann man zeigen, dass beispielsweise die jüngst angelegte und mindest geförderte zur Entwicklung

kommt, wenn man alle anderen daran hindert. Aber was geschieht, wenn man sie alle hindert? Ich eruirte diese naheliegende Frage in einer langen Reihe von Fällen. Ich liess die Sclerotien in wenig Tagen auskeimen, bis sie ganz von mehreren hunderten junger Fruchtanlagen bedeckt waren. Dann warf ich sie in Wasser und wusch alle Fruchtanlagen sorgfältig ab, bis nicht eine Spur mehr davon zu finden war, die Sclerotien aussahen wie frische ungekeimte. Für jede Versuchsreihe, dies will ich nebenbei anführen, dienten Culturen von wenigstens 100 Sclerotien, welche ich als grosse schöne Exemplare besonders ausgewählt hatte. Schon nach 2—3 Tagen bedeckten sich die Sclerotien abermals mit neuen Fruchtanlagen nicht minder zahlreich und üppig, als wie es die ersten waren. Ich wusch sie abermals ab und wiederholte denselben Process, sobald in wenig Tagen die Keimungen erneut waren, 6 Wochen hindurch so oft, dass ich gewiss keine Ueberschätzung begehe, wenn ich annehme, dass ich in dieser Frist von den grossen Sclerotien mehrere Tausend junger Fruchtanlagen, die sich in dieser Zeit bildeten, abgewaschen habe. Noch nach der letzten Wäsche sahen sie aus wie ungekeimte und hatten in einzelnen Fällen nicht mehr als $\frac{1}{3}$ am Gewichte und den Verhältnissen entsprechend auch an Volumen abgenommen. Ich hätte dasselbe Spiel gewiss noch die gleiche Zeit mit gleichem Resultate fortführen können, wenn es überhaupt noch einen Zweck gehabt hätte dies zu thun. Dagegen verfolgte ich die Versuche nach einer anderen Richtung.

Beweist die erste Reihe zur Genüge, dass jede Rindenzelle zum Fruchtkörper auszukeimen vermag, so erübrigt es noch festzustellen, wie sich die Markzellen verhalten. Ich führte schon an, dass sich das Mark eines Sclerotiums sofort in Rinde umwandelt, wenn man die Rinde wegnimmt und es nach aussen blosslegt. Diese erste Veränderung vollzog sich zunächst, als ich geschälte Sclerotien auslegte; als sie beendet, die Rinde neugebildet war, kamen aus der eben neugebildeten Rinde des Markes die Sprosse zahlreich und üppig. Die Keimungen waren dieselben an jeder Schnittfläche des Markes. Wenn ich das Mark in hunderte von kleinen Stückchen zerschnitt, keimten aus jedem Stückchen nach seiner Grösse ein oder mehrere Fruchtkörper (Taf. III, Fig. 14, a—c). Und dass es wirklich nur Rindenzellen sind, die auskeimen, das kann man sogar experimentell nachweisen. Man hat nur nöthig so dünne Schnitte durch das Mark zu machen, dass sie sich ganz in schwarze Rinde umwandeln,

die keine weissen Markzellen mehr zwischen sich haben; alsdann keimen die Schnitte aus wie normale Sclerotien-Oberflächen. Die Fruchtkörper erlangen einen Punkt der Differenzirung, dass man eben den Hut erkennen kann, dann stehen sie still, weil die Nahrung fehlt.

Aus den sämtlichen Versuchen bekommen wir das Resultat, dass jede Rindenzelle eines Sclerotiums zur Fruchtanlage auskeimt, dass jede Markzelle zur Rindenzelle werden kann, um wie diese auszukeimen, sobald man sie durch einen Schnitt an die Oberfläche bringt. Diese Keimungserscheinungen bestätigen die Daten, welche wir früher für die Entwicklung der Sclerotien aus directer Beobachtung gefunden haben. Zeigte ihre Entwicklung, dass sie Producte einer vegetativen Sprossung an einem beliebigen Mycelfaden sind, zeigte ihre Structur eine Verbindung aus dem gleichen Elemente der Sprossung, so zeigt nun ihre Keimung, dass diese morphologisch gleichartigen Elemente sich functionell gleich verhalten, dass jede Zelle die gleiche Befähigung in sich trägt, den Gang der weiteren morphologischen Differenzirung aus sich einzuleiten, wie er dem Pilze eigen ist.

Von einer Sexualität bei der Bildung der Sclerotien war nichts zu sehen, auch die erste Anlage der Fruchtkörper ging aus vegetativen Sprossungen hervor, die aus den Zellen des vegetativ erzeugten Sclerotiums keimten. Und die Tausende von Fruchtanlagen, die auf einem Sclerotium sich entwickelten, sollten sie etwa geeignet sein ein günstiges Zeugniß dafür abzulegen, dass ein Sexualact im Innern der Hyphensprosse verborgen vor sich geht, den wir bis jetzt nicht gesehen, dem aber gleichwohl der Fruchtkörper seinen Ursprung verdankte? — Der Gedanke wäre gewiss schön, 5—10,000 Sexualacte an Einem Sclerotium, an Einem Individuum in wenig Monaten!

Die weiteren Schicksale der keimenden Sclerotien sind nun einfach und natürlich. Die geförderten Fruchtanlagen in der Ein- oder Mehrzahl ziehen alle Nahrung des Sclerotiums an sich, die sämtlichen Zellen des Markes bleiben unthätig. Der Inhalt der Zellen wandert in dem Maasse, als er im Fruchtkörper Verwendung findet, nach den Verbrauchsstellen. Die Zellen werden ärmer an Inhalt, sie erscheinen auf Durchschnitten matt und glasig und die ganze Gewebsmasse des Markes wird weich und durchscheinend (Taf. III, Fig. 18). Die peripherischen Theile sind, soweit man nach diesen Anzeichen schliessen kann, die zuerst wenigstens bis zu einem gewissen Grade entleerten, von da

schreitet der Process nach dem Innern fort. Die Zellen werden schliesslich völlig entleert bis auf das Gerüst der Membranen. Auch deren Contouren werden matter und, wenn sie verschwunden sind, dann ist das ganze Mark verschwunden. Die Rinde allein bleibt zurück, ihre Membranen werden nicht gelöst, sie bilden ein welkes Gerüst, welches einsinkt und bei der geringsten Berührung in Trümmer zerfällt; an dem entleerten Rindenmantel sind die Fruchtkörper inzwischen zur Reife gelangt (Taf. III, sämmtliche Figuren): der ganze Process der Keimung an der Fruchtanlage bis zur Reife hat nicht länger als 7—10 Tage gedauert.

Bei vollem Tageslicht bleibt der Stiel der Fruchtanlage anfangs sehr kurz, der Hut erhält zuerst seine volle Entwicklung (Taf. II, Fig. 8). Schon eine Zeitlang vorher, ehe sie beendet, etwa mit dem 4ten Tage kommen die Rhizoiden (Fig. 8₃) zum Vorschein. Sie wachsen aus dem Basaltheile des Stieles aus, dort wo er am Sclerotium inserirt ist. Es sind Hyphen und Hyphenstränge in reicher Zahl und verschiedener Mächtigkeit. Sie gehen theilweise unzweifelhaft aus dem Stiele hervor aus den Zellen der Oberfläche oder auch aus mehr nach Innen gelegenen Partien; zu einem anderen Theile werden sie so hart auf der Grenze von Stiel und Sclerotium gebildet, dass man zweifelhaft werden kann, ob sie aus dem Stiel allein oder vielleicht zum Theil aus den Zellen des Sclerotiums entspringen, welche unter dem Stiele liegen oder diesem angrenzen (Taf. II, Fig. 9 und 10). Die Hyphensprosse und Stränge gestalten sich hier zu einem Wall, der die Basis des Fruchtkörpers fest und innig an das Sclerotium befestigt. Die Insertionsstelle des Fruchtkörpers wird hierdurch scheinbar vergrössert, indem seine Basis die nächst umliegenden Stellen des Sclerotiums überwallt. Auf einem Längsschnitte, wie ich ihn in Taf. II, Fig. 10 (u. Fig. 9) abgebildet, sieht man die Einzelheiten dieser Vorgänge und der Verbindung des Fruchtkörpers mit dem Sclerotium. Die Aussprossungen ganz am Basaltheile bestehen zumeist aus einfachen Hyphen, welche Fruchtkörper und Sclerotium fest verbinden. Sie entstehen zuerst, höher hinauf keimen die eigentlichen Rhizoiden, mächtige Stränge aus parallel verlaufenden Hyphen, welche an der Basis aus 10—20 Lagen lang gestreckter Zellen bestehen, nach oben dünner werden, oft in mehrere Stränge sich spalten oder allein in feine Spitzen auslaufen. Mit dem Alter nehmen die Basaltheile eine dunkelbraune Färbung an, die Membranen der Hyphen cuticularisiren und gewinnen eine grössere Festigkeit.

Die Zahl der Rhizoiden ist bei den einzelnen Sclerotien verschieden (sämmtliche Figuren der Tafel III), und ebenso abweichend ist die Länge, welche sie erreichen. Beides hängt allein, wie ich bald erkannte, von zufälligen Umständen ab, und man hat es in seiner Gewalt, sowohl die quantitative Erzeugung wie die qualitative Ausbildung zu hemmen oder zu fördern. Je weniger ein Sclerotium den feuchten Boden berührt, je weiter die Fruchtanlage von dem feuchten Sande entfernt ist, um so massenhafter treten die Rhizoiden auf und um so länger werden sie auch (Taf. III, Fig. 1). Sie gehen dann ziemlich hoch am Stiele hinauf, aus dem sie im ganzen Umkreise entspringen und bis zur Länge eines halben Zolles herabwachsen und in den Boden eindringen. Weitere Versuche ergaben, dass der Stiel in dem Acte der Bildung der Rhizoiden gleichsam plastisch ist. An jeder Berührungsstelle mit einem beliebigen festen Gegenstande oder mit dem Substrat treten sie auf, nur nicht so mächtig wie am Fusse. Sobald ich den Stiel in das Substrat bog (um dies auszuführen verzögerte ich die Ausbildung des Hutes durch Verfinsterung, die zugleich die Verlängerung des Stieles fördert), wuchsen an diesen Stellen die Rhizoiden aus, oft auf weite Strecken in einer Ausdehnung von mehreren Zollen (Taf. III, Fig. IV). Legte ich ein Stäbchen oder einen anderen Gegenstand, ein anderes Sclerotium (ungekeimt) oder einen anderen Träger an den Stiel, sogleich wuchsen feine Hyphenbündel hervor, welche beide Fruchtkörper verschweissten, das Sclerotium oder das Stäbchen umwurzelten. Das natürliche Ziel dieser Rhizoiden ist offenbar das feste und feuchte Substrat. In dem Substrate verbreiten sie sich zu langen Fäden als ihre letzten Endigungen. Die Fäden wachsen auch zu neuen Mycelien aus, wenn man es zu Wege bringt, dass sie in geeignete Nährlösungen hineinwachsen.

Ob die Rhizoiden allein der Befestigung dienen oder zugleich auch Functionen der Wasseraufnahme erfüllen, will ich dahingestellt sein lassen. Nöthig ist beides nicht für die Entwicklung des Fruchträgers, sie geht nur schneller und üppiger von Statten. Die Fruchtkörper gelangen auch zur Reife aus den Wassermitteln, welche ein keimendes Sclerotium in sich fasst, und wenn man alle Rhizoiden mit der Scheere abschneidet, so dass keiner den Boden erreicht, kommt der Fruchtkörper doch zur Reife. Er bleibt nur kleiner als sonst, und die Nährstoffe des Sclerotium sind nicht gänzlich erschöpft, nur zum Theil,

aber soweit angegriffen, dass an solchen halbentleerten Sclerotien (Taf. III, Fig. 18*b*) weitere Keimungen nicht mehr erfolgen.

Nach dem Auftreten der Rhizoiden ist die Ausbildung des Hutes vollendet, er wird durch die Streckung des Stiels zur mehr wie 10fachen Länge hochgehoben und entleert dann seine Sporen. Höchst auffällig ist es, dass diese Streckung des Stieles erst gegen Abend nach 6 Uhr und die Sporenentleerung nach 10 Uhr, also in der Nacht, in der Finsterniss stattfinden. Diese Abhängigkeit von der Tageszeit kehrte in den Tausenden von Keimungen mit voller Regelmässigkeit wieder, wenn auch der Eintritt der Keimung noch so unregelmässig gewesen war. Diese Beobachtungen führen der Erklärung näher, warum keine der vorhandenen Beschreibungen von *Coprinusspecies* mit der unserigen genau stimmt, ich möchte fast glauben, dass man sie noch gar nicht gefunden, eben weil der Pilz unter normalen Verhältnissen nicht am Tage aufblüht, sondern erst in der Nacht, wo die Systematiker bisher keine Pilze und *Coprinusarten* gesucht haben.

Die Entwicklung der Fruchtkörper auf dem mittelbaren Wege mit einem Durchgangsstadium als Sclerotium ist die bei weitem häufigere. Sie tritt immer ein bei üppiger Ernährung der Culturen, in welchen, solange sie vorhält, ausschliesslich Sclerotien gebildet werden, aus denen die Fruchtkörper wie eben beschrieben durch Keimung entstehen. Der Gang der morphologischen Differenzirung kann aber auch ein anderer und einfacherer sein. Es kann die Bildung der Sclerotien so zu sagen übersprungen werden, und, wo dies geschieht, nehmen die Fruchtkörper unmittelbar auf den Mycelien ihren Anfang. Vergleichende Untersuchungen in grosser Anzahl überzeugten mich, dass die Bildung der Sclerotien auf festem Substrat (auf ausgekochtem Pferdemit) eine ausnahmslose Regel ist und dass erst zu Ende der Cultur, wenn die Nährstoffe der Erschöpfung zuneigen, neben kleinen vereinzelt Sclerotien die Fruchtkörper direct ohne Sclerotien entstehen. In voller Uebereinstimmung mit diesen Befunden steht die andere Erfahrung, dass Sclerotien in den Objectträgerculturen verhältnissmässig selten vorkommen, hingegen die unmittelbare

¹⁾ Ich komme auf den Einfluss des Lichtes auf die Entwicklung des *Coprinus* in einem spätern besondern Abschnitt zurück und begnüge mich hier mit der blossen Anführung der Thatsache selbst.

Erzeugung der Fruchtkörper auf den Mycelfäden der häufigere Fall ist. Wir wollen sie darum hier in Betracht ziehen, um damit zugleich dem Gange der Differenzirung der Fruchtkörper von den ersten Anfängen bis zum Abschlusse der Reife zu folgen.

In eben derselben Zeit, in welcher in früheren Fällen die Bildung der Sclerotien in den Culturen bemerkt wurde, in eben dieser erfolgt auch die unmittelbare Anlage der Fruchtkörper auf den Mycelien. Die Zeit schwankt nach den Einflüssen der Jahreszeit resp. der Temperatur vom 8—11. Tage. Die ersten Anfänge der Fruchtkörper treten, denen der Sclerotien gleich, an einzelnen Mycelfäden auf als adventive Sprossungen (Taf. I, Fig. 5 und 6). Es sind ältere Mycelfäden, an denen man die Sprosse, die in die Luft wachsen und dadurch deutlich werden, zuerst gewahrt. Sie nehmen die Mitte der Zelle oder das Ende nahe der Scheidewand ein. Die Zahl der Fruchtanlagen an einem Mycelium, welches selbstverständlich aus einer Spore gezogen wurde, ist für diese Species von *Coprinus* eine beschränkte. Mehr als 20 Anlagen habe ich in den üppigsten Culturen nicht zu Wege bringen können und mehr als 2 bis 4, an den verschiedenen Seiten gelegen, sind unter diesen nicht zur Reife gekommen, weil damit die Nährstoffe der Mycelien schon erschöpft waren. Wenn man aber die zuerst entstehenden Anlagen in geschickter Weise stört, ohne den Mycelien zu schaden, dann entstehen an demselben oder auch an einem beliebigen anderen Faden neue, und in dieser Weise wird es möglich, künstlich die Zahl der Anlagen bedeutend zu steigern. Ein unter dem Präparirmikroskop schnell geführter mechanischer Eingriff mit einer spitzen Nadel und gleichzeitiges Untertauchen genügt, die Entwicklung zu hindern. Indem so fort und fort neue Anlagen entstehen, bei denen man es ganz in der Gewalt hat, jede beliebige zur Entwicklung gelangen zu lassen, wird es leicht und sicher möglich zu erkennen, dass alle Hyphenaussprossungen zu den Fruchtanlagen rein vegetativer Natur sind, und dass diese ersten Anfänge weder in der Zahl, noch in der Form, noch auch in der Stellung irgend welche Uebereinstimmung zeigen (Taf. I, Fig. 5 und 6*a*). Bald entstanden mehrere Sprosse ganz nahe zusammen, bald mehr über oder nebeneinander an einer Fadenzelle; in andern Fällen waren es 3 oder 2, sogar nur einer, welche aber schnell weitere Verzweigungen bildeten. Ich habe es schliesslich dahin gebracht, dass ein Mycelfaden in seiner ganzen Länge Fruchtanlagen (Fig. 6*b*) trieb, von denen keine in den

ersten Sprossen mit den andern übereinstimmte, aber jede beliebige durch Hemmung der übrigen zur Entwicklung gelangte.

Ich liess an dieser Stelle die Frage nicht unentschieden, ob die Mycelien mit dem Beginn der Fructification den Endpunkt vegetativer Entwicklung erreicht haben, oder ob diese, wenn im bestimmten Alter die Fructification beginnt, an den Enden fort dauert und später fort und fort neue Fruchtanlagen entstehen. Die Versuche, in denen ich die Ernährung über diese Zeit hinaus fort dauern liess, entschieden, wie von vorn herein wahrscheinlich, zu Gunsten des letzten Falles.

Es ist charakteristisch für die Hyphensprosse der jungen Fruchtanlage, dass sie eine überaus grosse Neigung zur Zweigbildung besitzen. Der lebhaftere Zudrang von Protoplasma aus dem umgebenden Mycelium nach diesen wachsenden Hyphensprossen ermöglicht diese reiche Zweigbildung, ihre Spitzen bleiben immer aufs reichste und dichteste mit Inhalt gefüllt. Die Verzweigungen bilden dann einen kleinen Fadenknäuel, welcher in etwas geförderten Bildungsstadien immer das gleiche Ansehen annimmt (Taf. I, Fig. 5 und 6, *b* und *c*). Macht man den Knäuel durch Austreiben der Luft durchsichtig, entwirrt man ihn mit der Nadel oder durch den Deckglasdruck bei Gegenwart von viel Flüssigkeit, so lösen sich die Fäden auseinander und sehen sämtlich gleich aus, sie sind nichts als vegetativ entstehende Sprosse, welche sich durch Zweigbildung verknäueln. Diese an einem Mycelfaden entstehenden jungen Fruchtanlagen stimmen wieder genau überein mit denen, welche aus der Oberfläche eines Sclerotium nach unserer früheren Beobachtung hervorsprossen, und wir dürfen nach der Uebereinstimmung und der sichern Erkenntniss, wie die Anlage am Mycelfaden entsteht, annehmen, dass der einzige Unterschied zwischen den Fruchtanlagen, welche an einem Sclerotium und denen, welche direct an einem Mycelium entstehen, darin besteht, dass in einem Falle die Sprosse an einer Zelle des Sclerotium, im anderen Falle an einer Zelle des Mycelfadens entstehen; dass jede Zelle sie zu erzeugen vermag, ist sattsam in beiden Fällen erwirt. Demnach dürfen die Sclerotien nicht als fructificative Bildungen angesehen werden, welche an einem bestimmten Punkte der Entwicklung den Ruhezustand annehmen und mit dessen Abschluss die sistirte Entwicklung weiterführen, wie es für *Penicillium*¹⁾

¹⁾ *Brefeld*, Schimmelpilze, 2tes Heft, Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*.

der Fall ist; sie haben nur den morphologischen Werth vegetativer Zustände, sie sind Mycelien, welche unter Umständen nach bestimmtem Bildungsgange in die morphologisch klar und scharf ausgeprägte und höher differenzirte Form des Dauerzustandes¹⁾ überzugehen vermögen, die Bildung der Fruchtkörper beginnt auf ihnen vom Anfange wie am Mycelfaden.

Die Hyphenverbindung der jungen Fruchtanlage²⁾ vergrössert sich schnell, die Vergrösserung wird ausschliesslich herbeigeführt durch fortdauernde Neubildung von Hyphen, welche als Verzweigungen an den ersten entstehen. Diese ist im Innern stärker als in der Peripherie und muss naturgemäss sehr bald zu einer seitlichen Berührung der Hyphen führen. Ein Umstand, der diese Verbindung der Hyphen im Innern fördert, besteht darin, dass sich die Zellen eines Theiles und zwar des innersten und untersten seitlich dehnen und dabei zugleich in die Länge strecken (Taf. II, Fig. 1₂). Sie schliessen hier zu einem Gewebe zusammen, welches also in seinen Anfängen aus länglichen Zellen besteht, die nach oben in gewöhnliche Hyphen übergehen und auch seitlich in diese auslaufen, die also ganz von Hyphen umhüllt sind. In diesem Stadium der Entwicklung sieht die Fruchtanlage äusserlich wie ein Hyphenknäuel (Taf. I, Fig. 5c) aus, der Knäuel besteht im Innern aus einem Kern von falschem Gewebe, von der Hülle aus Hyphen umgeben: beide gehen unmittelbar in einander über. In dem Gewebekern, der sich nach unten verjüngt, weil hier die Elemente selbst an Menge abnehmen, findet in der mittleren und unteren Partie die weitere Dehnung und Streckung der Zellen zuerst statt. Hierdurch wird seine Form zunächst bestimmt. Er erscheint in der Mitte bauchig aufgetrieben, läuft nach unten schmaler aus und ebenso nach oben³⁾, wo er in Hyphen übergeht. Dieser Gewebekern bildet die erste Anlage des Stieles, seine basalen Partien gehen auch später nach beendigter Streckung

¹⁾ Bezüglich weiterer Einzelheiten über morphologische Beurtheilung der Sclerotien verweise ich auf die späteren Abschnitte dieses Heftes über *Agaricus melleus* und die Rhizomorphen.

²⁾ Die Fruchtkörper in ihrer weiteren Differenzirung sind wieder zum wesentlichen Theile an den Keimungen der Sclerotien verfolgt, wo die Bildungen reicher und massenhafter sind. Die Objectträgerculturen dienen zur sichern Beobachtung der ersten Entwicklungsstadien, darüber hinaus sind die Keimungen auf den Sclerotien ein ungleich günstigeres Material für die weitere Untersuchung.

³⁾ Später gleichen sich durch secundäre Bildungen diese Verhältnisse fast vollkommen aus, namentlich an der Basis.

der Zellen zuerst in den Dauerzustand über; die Anlage und Ausbildung beginnt also an der Basis, um von da nach oben fortzuschreiten.

An der Grenze, wo die Stielanlage nach oben in Hyphen ausgeht, findet nun eine äusserst intensive Neubildung von Hyphen (Taf. II, Fig. 2₄) statt, aus welchen der Hut hervorgeht. Von dieser Neubildung bleiben die peripherischen Hyphen überhaupt ausgeschlossen, oder vielmehr die peripherischen Hyphenenden, sie geht nur im Innern vor sich und zwar nur auf dem inneren mittleren Theile der Stielanlage. Die Hyphen entstehen in dichter Masse durch Auszweigungen der vorhandenen. Sie wachsen dicht zusammen und breiten sich in die Umgebung aus. Diese Ausbreitung geschieht dadurch, dass die seitlichen Neubildungen an ihnen vorzugsweise reiche sind, diejenigen hingegen, welche in die Verlängerung des Stieles fallen, nur bis zu einem bestimmten Punkte im Gipfel kuppelförmig eng zusammen schliessen, darüber hinaus in lose Hyphen auseinander gehen, welche zwischen die vorhandenen hineinwachsen. Diese seitlichen Neubildungen werden immer reicher, je mehr die Peripherie zunimmt. Sie haben die Eigenthümlichkeit vorzugsweise dicht und reich zu sein an der inneren und unteren Seite, während die nach aussen gewendeten über eine schärfer geschlossene Zone hinaus, welche die des Gipfels nach unten fortsetzt, ebenfalls in lose Hyphen auslaufen. Durch die Verlegung der Vermehrungs- und Wachstumszone nach der innern untern Seite wird die Form des Ganzen, je mehr sie zunimmt, um so ausgeprägter kuppelförmig (Taf. II, Fig. 3_{4 u. 5}). Die Förderung der Innenseite dauert fort, bis die Vegetationszone ganz nach unten gewendet ist. Schon ehe dies völlig erreicht ist, erkennt man, wie die immerfort einseitig nach unten und innen geförderten reichen Hyphenverzweigungen sich mehr und mehr parallel neben einander ordnen und schliesslich in Form dicht geschlossener Hyphenenden die Spitze des Randes einnehmen, als eine Marginalwachstumszone (Taf. II, Fig. 4₄), welche eine Verlängerung senkrecht abwärts über den Stiel hinab vermittelt.

Diese hier besprochenen Vorgänge an der Spitze der jungen Stielanlage führen zur Bildung des Hutes. Schon in frühen Stadien schliessen sich in der Gesamtanlage die Elemente in einer bestimmten Zone eng zusammen. Sie grenzt ziemlich scharf umschrieben einen innern Kern aus der Masse des Ganzen ab, der die Form des Hutes (Fig. 3 und 4) hat. Alle Hyphenelemente, welche loser verbunden nun ausserhalb dieser Begrenzung des Hutes liegen, nehmen

an seiner Bildung keinen Antheil. Sie sind gleichen Ursprunges wie der Hut, und gehen unmittelbar in ihn über, oder entspringen, wenn man den fertigen Zustand besieht, aus seiner Oberfläche.

Diese Begrenzung des Hutes theilt folglich die Hutanlage in 2 Theile, in einen inneren ziemlich scharf umschriebenen, welcher vorläufig aus dicht verbundenen Hyphen besteht und nach unten abwärts in die Marginalzone übergeht, die sich durch Spitzen- resp. Randwachsthum verlängert, und in einen äusseren, aus lose verflochtenen Hyphen bestehend, die um so loser werden, je weiter sie nach aussen liegen (Fig. 3 und 4₄₋₆). Durch diese Differenzirung im Innern, welche zunächst wohl zu einer sichtbaren scharfen Abgrenzung beider Theile, aber noch nicht zu einer Trennung geführt hat, entstehen der Hut im engern und seine Umhüllung die Volva. Die Volva setzt sich unmittelbar in diejenigen Hyphenelemente fort, welche bei der Bildung des Stieles keine unmittelbare Verwendung fanden und ihn umhüllen, so dass hierdurch die Hülle den ganzen Fruchtkörper als Velum universale umschliesst (Fig. 2, 3 und 4).

*De Bary*¹⁾ fasst diese Hülle nicht als Velum universale auf, als eine Volva, wie sie z. B. *Amanita* besitzt, vielmehr als einen blossen Ueberzug von Haaren, welcher oft Velum genannt wird; nach ihm sind »die mit einem Schleier versehenen Agaricinen dadurch unterschieden, dass sich ihr Fruchtkörper nicht durch einfach centrifugales Wachsthum eines Hyphenbündels aufbaut, sondern zuerst einen aus gleichförmigem Bildungsgewebe bestehenden Körper vorstellt, in dessen Innerem die einzelnen Theile durch Differenzirung angelegt, gleichsam aus der homogenen Grundmasse herausmodellirt werden.« Diese Deutung ist nicht zutreffend. Die Beobachtung junger Zustände von *Coprinus stercorarius* zeigt, dass von vorn herein ein Velum universale vorhanden ist, eine Hülle von Hyphen, aus deren inneren basalen Theilen die Differenzirung des Fruchtkörpers allein vor sich geht, während die peripherischen hiervon keinen Antheil nehmen und die Hülle bilden. Lediglich von dem Umstande, ob die Differenzirung der Huthaut schon früh eine scharfe ist, oder ob die Abgrenzung des Hutes erst später erfolgt und die Hülle in Continuität mit dem Hute zugleich mit diesem Vergrösserung und Massenzunahme erfährt, hängt es ab, welche Dimensionen das Velum annimmt und in welchen genetischen Beziehungen es noch in

¹⁾ *De Bary*, Morphologie und Physiologie der Pilze. Seite 72—73.

reiferen Stadien mit dem Hute selbst steht. Bei *Amanita* ist die Differenzirung im Princip keine andere wie hier.¹⁾ Die primären Hyphenelemente, in welchen die Differenzirung erfolgt, sind etwas massenhafter und dichter; dann bildet sich ziemlich früh eine dichte Huthaut aus, welche alle peripherischen Elemente ausser Betrieb setzt und eine so scharfe Abgrenzung beider Theile herbeiführt, dass der Hut wie ein besonderes Gebilde aus einer besonderen Umhüllung hervortritt; während man sich im jugendlichen Zustande mit Leichtigkeit von dem inneren Zusammenhange beider, ihrer gemeinschaftlichen Fortbildung und Vergrösserung und der späteren scharfen Abgrenzung nach der besonderen Differenzirung der Huthaut mit Leichtigkeit überzeugen kann. Durch die etwas dichtere Verbindung der primären Fruchtkörper-elemente, ihre grössere Massen-anlage und ihre spätere stärkere, wenn auch nur kurze Zeit bis zum Auftreten der Huthaut währende Fortbildung, erscheint die Volva als compacteres, im Gegensatz zu dem scharf abgegrenzten Fruchtkörper-mehr einheitliches Gebilde, als dies dann möglich sein kann, wenn es nur aus loserer Hyphen besteht, welche noch dazu durch spätere Veränderungen, wie wir bald sehen werden, ganz zerfallen. Diese Unterschiede sind keine principiellen, sondern nur graduelle. Auf's klarste zeigt dies ein Vergleich von *Coprinus stercorarius* mit *Amanita*, und die Beschreibung anderer *Coprinus*-arten wird es weiterhin darthun. Wir werden bei diesen Fälle treffen, wo das Velum universale unbedeutender, wo es durch Huthautbildung früher abgegrenzt und schliesslich nur mehr rudimentär vorhanden ist, eine Reihe von Erscheinungen, die nach moderner Deutung zu der Auffassung führen würden, dass die Volva der Agaricinen eine im Rückschreiten begriffene morphologische Bildung ist, die sich vorläufig zwar in allen Abstufungen erhalten hat, aber zum Theil bei den gymnocarpen Formen bereits ganz verloren gegangen ist.

Gehen wir nach diesem kurzen Excurse zum *Coprinus* zurück, so zeigen die Fruchtkörper schon in sehr frühen Stadien der Entwicklung die erste fundamentale Differenzirung in Stiel, Hut und Volva (Taf. II, Fig. 2, 3 und 4). Sie ist schon nach 1—2 Tagen²⁾ erreicht und lässt in diesem

¹⁾ Man vergleiche die spätere Abhandlung über *Amanita*.

²⁾ Wenn darum Herr *van Tieghem* in seiner ersten Mittheilung in der Pariser Akademie »sur la fécondation des Basidiomycetes« sagt, dass die von ihm beobachteten, durch den allein von ihm bis jetzt gesehenen Sexualact entstandenen Fruchtkörper nicht ganz völlig reif geworden sind, so

Stadium die Form des zukünftigen Fruchtkörpers deutlich erkennen. Alle drei Hauptelemente aus dieser ersten Differenzirung sind gleichen Ursprungs, es ist das gleiche vegetativ entstehende Hyphenelement, aus welchem sie hervorgehen. Nicht im ersten Anfange, nicht bei der ersten Differenzirung — den überhaupt möglichen Stellen — ist von Sexualität eine Spur zu erkennen, noch auch ein Vorgang wahrzunehmen, der auf die Mitwirkung eines sexuellen Einflusses von Ferne schliessen liesse. Ich unterlasse nicht dies besonders zu betonen und anzuführen, dass ich diese Beobachtungen als das Resultat von hunderten übereinstimmender Einzelfälle verzeichnen kann, und dass ich glaube, diese Thatsachen an Sicherheit den klarsten gleichstellen zu können, welche in unserer Wissenschaft seither Anerkennung gefunden haben.

Ich zog bei der Ausführung der Beobachtungen von einem Umstande Vorthail, den ich ganz zufällig bemerkte, auf den ich in einem besonderen Abschnitte zurückkommen werde. Die Entwicklung dieses Pilzes steht in ganz merkwürdigen Beziehungen zum Licht. Wenn es entzogen wird, so tritt eine mehr oder minder vollständige Vergeilung ein, der Stiel (Taf. III, Fig. 5 und Taf. VII, Fig. 9 und 10) erreicht eine enorme Länge, und der Hut entwickelt sich nicht oder äusserst langsam. Die Vergeilung ist begleitet von andern Momenten untergeordneter Art. Es wird die Massenentwicklung gehindert, die Fruchtanlagen bleiben äusserst klein und schwächig. Unterstützt man schliesslich noch die Wirkungen der Finsterniss durch Abkühlung, so bekommt man schliesslich Zwerggebilde von der minutiösesten Art (Taf. VIII, Fig. 7—11), die für die Beobachtung wie geschaffen sind. Die Anlage des Hutes ist in den feinsten Abstufungen auf den langen Stielen zu finden und so bis ins Detail zu übersehen, als es nur gedacht werden kann. Die Vergeilungen des Stieles beginnen, wenn die Hutanlage als solche kaum erst zu erkennen ist. In Taf. IV, Fig. 2 habe ich einen Längsschnitt dargestellt, an welchem man den directen Uebergang der Elemente des Stieles in die des Hutes und der des Hutes in die Volva deutlich sieht. Der Stiel hatte eine Länge von mehreren Zoll (das Stadium der Fig. 7 auf Tafel VIII), während die Hutanlage in diesem rudimentären Zustande ver-

ist dies von gar keiner Bedeutung, weil man schon an den jugendlichsten Fruchtkörpern gleich nach ihrer Bildung, wenn sie noch um 8 Tage von der Reife entfernt sind, die Identität des Fruchtkörpers in seiner bereits scharf ausgeprägten charakteristischen Form mit vollster Sicherheit entscheiden kann, und darum eine Verwechslung ganz unmöglich ist.

blieb. Denken wir uns den vergeilten Stiel auf ein Minimum verkürzt, denn seine Verlängerung ist die einzige Veränderung, welche in der Fruchtanlage eingetreten ist, so haben wir das spiegelklare Bild von einem jungen Fruchtkörper in seiner ersten Differenzirung.¹⁾ Wie sich dann die Hutanlage weiter entwickelt, das habe ich in einem 2ten Schnitte (Taf. IV, Fig. 3, der Schnitt entspricht dem Entwicklungsstadium der Fig. 10 auf Taf. VIII) zur Anschauung gebracht von einem ähnlich vergeilten Fruchtkörper, an welchem der Hut etwas weiter vorgeschritten ist. — Ein günstigeres Object dürfte für diese Beobachtungen kaum zu finden sein, hier wird das Hinderniss der zu grossen Massenentwicklung, die eine klare Einsicht verdeckt und oft unmöglich macht, leicht und sicher überwunden.

Nach der ersten Differenzirung des Fruchtkörpers in Stiel, Hut und Volva wird es nothwendig, jeden Theil für sich und in Beziehung zum Ganzen zu verfolgen.

Der zuerst angelegte Stiel erfährt, nachdem sein Gipfel zum Hut veranlagt ist, naturgemäss keine Verlängerung mehr an dieser Stelle. Sie wird fernerhin durch intercalare Theilungen (Taf. IV, Fig. 2 und 3₁) bewirkt, welche in den zuerst angelegten Stielelementen unmittelbar unter der Hutanlage neu eintreten. Die solcher Art neugebildeten Zellen beginnen sich in dem unteren Theile des Stieles zu strecken, während sie nach oben fortfahren sich zu theilen. Weil die Theilungen an derselben Stelle in den Zellen fort dauern, wo sie zuerst aufgetreten sind, müssen sie nothwendig einem Reihengewebe Ursprung geben, woraus der Stiel thatsächlich besteht. Ob sie in einer Zellzone anfangen und späterhin in dieser fort dauern, oder zugleich in mehreren über einander, lässt sich mit Sicherheit nicht sagen, dem Ansehen nach sind immer mehrere in Theilung begriffen: es scheinen die Theilungen im ganzen obern Theile des Stieles zu erfolgen und von den durch Theilung neugebildeten Zellen strecken sich die unteren ganz allmählich in die Länge. Von oben nach unten verfolgt, haben wir also eine Theilungszone aus kurzen, fast tafelförmigen Zellen, welche nach unten eine längere Form annehmen und cylindrisch werden.

¹⁾ Natürlich sind die ursprünglichen Hyphen der Volva, soweit sie dem Stiele angehören, durch die grosse Streckung des Stieles auseinandergelrennt. Oben auf der Hutanlage sind die Hyphen der Volva bereits zu kugeligen Blasen zerfallen und fahren fort sich an den Enden in diese umzuwandeln; ich komme auf diese Veränderungen der Volva sogleich zu sprechen.

In der Ausbildung der Elemente zeigt der Stiel von innen nach aussen, also in centripetaler Richtung eine grosse Verschiedenheit, die für seine spätere Structur entscheidend ist. Schon in der ursprünglichen Stielanlage ist die Verbindung der Hyphen im Centrum eine weit lockerere als in den mittleren Partien (Taf. IV, Fig. 4 und 5). Sie ist hier eine vorzugsweise innige, um sich nahe dem Umfange wiederum zu lockern (Fig. 5₁ u. 2). Die Vermehrung der Stielelemente durch Neubildung von Hyphen dauert noch deutlich in der Peripherie (Fig. 5₃ fort, wenn sie im Innern erloschen scheint, und sich hier die Zellen, dem zunehmenden Umfange des Ganzen durch Neubildung in der Peripherie folgend, seitlich auszudehnen anfangen. Es zeigt sich nun, dass nur die mittleren Lagen (Fig. 5₂) sich ausdehnen, und dass diese in eine centrale Partie übergehen, welche sich nicht ausdehnt, vielmehr den ursprünglichen Hyphendurchmesser (Fig. 5₁) beibehält. Wenn dann später die Vermehrung der Elemente in der Peripherie nachlässt und nun auch hier eine Ausdehnung der Zellen in radialer und tangentialer Richtung erfolgt, schreitet hiermit die Ausdehnung in der mittlern Zone weiter fort, die centrale Partie aber wird langsam in ihrem Zusammenhange gelockert und endlich, weil sie sich gänzlich passiv verhält, auseinander gerissen: es entsteht ein Markraum (Fig. 4₂).

Die Zunahme des Stielumfanges von oben nach unten durch fortdauernde Neuanlage in der Peripherie und durch Ausbildung der Elemente vergrössert auch gleichmässig den Markraum, seine Innenfläche wird immer loser bekleidet von den einst und oben noch verbundenen centralen Hyphen. Wir können uns auf successiven Querschnitten über diese Vorgänge bis in's Einzelne vergewissern. Ein Schnitt durch die oberste Spitze zeigt eine dichte Verbindung von Zellen nicht viel von einander verschiedenen Lumens, etwas tiefer werden die mittleren Zellen merklich grösser, sie gehen nach dem Centrum und nach der Peripherie in die kleinen über. Dann wird mit dem Wachsen der mittleren Zellen die centrale Partie gewaltsam getrennt und der Markraum sichtbar. Er wird grösser, je mehr die Dehnung der Zellen nach dem Umfange hin zunimmt und die mittleren dieser Dehnung durch Vergrösserung nachkommen. Am äusseren Umfange bleibt schliesslich eine Zone von Hyphen von der festen seitlichen Verbindung ausgeschlossen, sie bildet als dicke lufthaltige Hyphenbekleidung des Stieles, zugleich eine Grenzscheide zwischen der Innenseite des Hutes und dem Stiele, wenn er vom Hute überwachsen wird.

Diese ausgeprägt centrifugale Ausbildung der Elemente des Stieles macht es sehr wahrscheinlich, dass die cambialen Reihentheilungen für seine spätere Verlängerung zuerst in den mittleren durch Dehnung bereits vergrößerten Zellen anheben, und dass sie von hier nach dem Umfange fortgehen, wenn die Vermehrung durch Neubildung aufhört und die seitliche Dehnung der Zellen anfängt. Was ich auf vielen Längsschnitten sehen konnte, steht hiermit im Einklange eine ganz sichere Entscheidung kann die Beobachtung nicht geben. Die Querschnitte machen in ihrem Zellnetze den Eindruck eines echten Gewebes. Die Zellen haben polyedrische Gestalt und sind ohne Intercellularräume fest verbunden. Einzelne Gruppen von kleinen Zellen, die man in ihnen bemerkt, sahen bei oberflächlicher Ansicht so aus, als ob sie durch Theilungen der Zellen nach allen Richtungen des Raumes, also durch echte Gewebebildung, entstanden wären. Ich habe aber auf den vielen Schnitten, die ich genau besah, keinen Fall gefunden, der für das Vorkommen von Theilungen der Zellen beweisend sein könnte, auch nur dafür spräche, dass eine der grösseren Zellen durch Theilung die kleinern bildete; dies müsste nach der Gestalt der Tochterzellen und der Lage der Wände gewiss zu sehen sein, wenn es in Wirklichkeit der Fall wäre. Auch auf Längsschnitten in grosser Auswahl und genügender Feinheit habe ich eine Spaltung der Reihen durch Längswände niemals mit Sicherheit gesehen. Wahrscheinlich scheint es mir indess, dass die Zellen des Stieles seitlich aussprossen und dass diese Sprosse sich zwischen die vorhandenen Stiel-elemente eindrängen, dass diese Form der Vermehrung der Elemente vorzugsweise in der Peripherie des Stieles fort dauert, und so seine Verdickung und den grossen Markraum in ihm natürlich herbeiführt. In mehreren Fällen habe ich die kleinen Zellen, die sich in der Umgebung der grösseren befinden, durch Präparation von Längsschnitten als Seitensprosse der grösseren sicher erkannt. In ihrer Structur weichen die kleinen schwächtigen Stiele von denen grosser mächtiger Fruchtkörper erheblich ab. Diese kleinen Fruchtkörper haben gar keine Markhyphen, es haben sich alle Elemente zu einer einheitlichen Gewebemasse zusammengeschlossen. Die Fig. 2 und 3 sind Fälle solcher Art, dagegen fehlten bei grossen Fruchttägern die Markhyphen niemals.¹⁾

¹⁾ Weitere Abbildungen über die Structur älterer Stiele habe ich nicht gegeben, weil man sich die geschilderten Einzelheiten und weiteren Veränderungen nach den Figuren 4 und 5 ohne Schwierigkeit vorstellen kann.

Die Hutanlage ist bei genügender Beleuchtung in der Entwicklung mehr und schneller gefördert als der Stiel, wiewohl dieser zuerst angelegt wird (Taf. II, Fig. 8 und 9). Der Stiel bleibt kurz und wird von dem Hut, welcher sich in seiner nach unten gewendeten Randzone durch Spitzenwachsthum verlängert, ungefähr in dem Grade überwachsen, als er an Länge zunimmt (Taf. VIII, Fig. 7—11 und Taf. IV, Fig 3). Der Hut wächst aber nicht bloss in die Länge an der Randzone, er nimmt auch an Durchmesser zu mit seiner Länge. Die Innenfläche des Hutes ist die Stätte weiterer Neubildungen, die schon zu einer Zeit anfangen, wo die abwärts wachsende Randzone eben ausgebildet ist.

Anfangs eben und gleichmässig erheben sich in kleinen aber gleichen Abständen von einander Vorsprünge, welche nach Innen, also concentrisch, auf den Stiel zuwachsen. Ob sie in der Randzone angelegt werden, oder ob sie auf älteren Theilen der Hutinnenseite anheben und nach dem Rande sich verlängern und mit ihm fortwachsen, das dürfte kaum festzustellen sein, weil der Hut noch zu klein und die Bildung eine zu schnell fortschreitende ist, um dies sicher zu entscheiden. An durchsichtig gemachten jungen Hutanlagen (Taf. VIII, Fig. 11) sah ich immer schön in der Flächenansicht mehr oder minder lange parallele Streifen, die von oben nach unten in den Hutrand ausliefen; aber der Umstand, dass sie bis in den Hutrand auslaufen, lässt mit einiger Wahrscheinlichkeit schliessen, dass sie auch ursprünglich in ihm entstehen. Ueber ihre Structur gibt ein dünner Querschnitt (Taf. IV, Fig. 4, 5 und 6) die beste Auskunft. Sie bestehen aus einzelnen Bündeln eng und luftfrei verbundener Hyphen, welche als neue Vegetationsherde alle gleichzeitig¹⁾ und so nahe neben einander auf der Innenfläche des Hutes entspringen, dass ihre Elemente an der Basis der Insertion sich berühren (Fig. 4—6) und auch später, wenn die Bündel länger sind, nur enge luftgefüllte Zwischenräume zwischen diesen bestehen lassen, welche

¹⁾ Die Figuren 4—6 geben nicht die ersten Stadien der Lamellenbildung im Querschnitt wieder, wo nur primäre gleichzeitig entstehende Lamellen, die alle die gleiche Länge haben, vorhanden sind; sondern sie entsprechen älteren Stadien, wo bereits secundäre Lamellen zwischen den primären intercalär angelegt sind. Es ist aber leicht, sich den ersten Zustand aus der Fig. 5 zu construiren, dadurch, dass man die Hutwand nach innen an die Spitze der längsten secundären Lamelle verlegt, alsdann bekommt man ein Bild mit sehr kurzen aber gleich langen Lamellen, die alle bis zum Stiele reichen. Mit Rücksicht auf diesen Umstand habe ich die angefertigten Abbildungen der ersten Stadien der Lamellenbildung nicht mit in Figuren der Tafeln gegeben.

von der Fläche gesehen als parallele Streifen erscheinen. Jedes Bündel wächst für sich durch Spitzenwachsthum. Es besitzt oben einen Vegetationspunkt, von welchem aus die Neubildungen in eigenthümlicher und bestimmter Art angelegt werden. Im ersten Ursprunge beträgt die Zahl der Hyphen eines jeden Bündels in der Profilansicht (Taf. IV, Fig. 6₄₋₆), also in der Breite, etwa 7—9. Die Hyphen (in entsprechenden Abständen wie alle Hyphen dieser Pilze von Scheidewänden durchsetzt) laufen nebeneinander geordnet in die Spitze aus, endigen hier aber nicht auf gleicher Höhe und in der gleichen Zahl der Hyphen; die Enden (Fig. 6₅) sind zahlreicher und müssen weiterhin schon durch Verzweigung entstanden sein. Die mittleren Enden sind die längsten, sie fallen in die Verlängerung der Axe, die anderen sind kürzer und biegen in der Richtung seitlich ab. Die Richtung nähert sich um so mehr einem rechten Winkel zur gedachten Axe des Bündels, je weiter rückwärts sie enden. Diese orthogonal-trajectorische Anordnung der Hyphen kommt so zu Stande, dass in der äussersten Spitze eine Neuanlage von Hyphen durch Auszweigung der vorhandenen erfolgt. Alle Enden nämlich, welche jeweils die Spitze bilden, wachsen nicht weiter, sie schwellen keulenförmig an, dafür treten immer neue Seitensprosse an der Spitze auf, die sie zur Seite schieben und über sie hinaus wachsen. Diese steten Neubildungen an der Spitze können unmöglich anders als wie als Seitensprosse der vorhandenen Hyphen der Bündel auftreten, weil sonst mit Nothwendigkeit die Bündel an der Basis dicker werden müssten, was nicht der Fall ist. Nach der Thatsache, dass die Bündel, sich durch Spitzenwachsthum verlängernd, die gleiche Breite behalten, ihre Hyphen nicht zahlreicher werden, ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sich hier an der Spitze ein Vorgang nach Art einer sympodialen Verzweigung abspielt (die man natürlich mit Sicherheit nicht sehen kann), bei welchem immer die Spitzen d. h. die äussersten Enden durch weitere Zweigbildung in der Spitze zur Seite geschoben werden, sobald sie zu wachsen aufhören und keulenförmig anschwellen. Diese Zweigbildungen müssen aber regelmässig nach rechts und links auf der entgegengesetzten Seite erfolgen, auf der rechten Seite links und auf der linken rechts. Geschieht dies nicht, so würde die regelmässige Anordnung nicht wohl möglich sein, wie wir sie an den rückwärts gelegenen Partien der Lamellen wahrnehmen. Die zur Seite geschobenen einst an der Spitze gelegenen Hyphenenden ordnen sich pallasadenartig. Sie sind von einer länglich keulenförmigen Gestalt, und durch ihre obere

Anschwellung; welche später vom Tragfaden an seinem Uebergange in die mittleren Hyphen der Lamelle durch eine Scheidewand abgegrenzt wird, wird es zugleich ermöglicht, dass sie den grösseren seitlichen Raum ausfüllen und mit einander in die engste Verbindung treten (Fig. 6₃). Im Anfange endigen sie alle auf gleicher Höhe und bilden darum nach beiden Seiten eine glatte Oberfläche.

Alle auf der Hutinnenseite nebeneinander entstehenden Vegetationsheerde wachsen in der eben beschriebenen Weise centripetal fort, die Neubildungen, welche nicht an Breite zunehmen, gleichen leistenartigen Vorsprüngen der Hutwand mit concentrischer Entwicklung. Weil sie schon früh oben in dem jugendlichen Hute angelegt werden und in ihrer Entwicklung fortschreiten mit dem Längenwachsthum des Hutes in der Randzone, so werden sie hierdurch von oben nach unten länger, sie erstrecken sich als Längsleisten von dem oberen Theile des Hutes bis zu seinem unteren fortwachsenden Rande. Ueberall ist ihre Structur die gleiche, man mag den Schnitt führen, wo man will. Ihre Neubildung dauert mit der wachsenden Randzone des Hutes an dem unteren Rande fort und während die Leisten von oben nach unten in verticaler Richtung mit dem Hute selbst verlängert werden, nehmen sie gleichzeitig durch centripetales Wachsthum in horizontaler Richtung an Ausdehnung zu. Die besprochenen Bildungen sind die Lamellen des Hutes, sie bedecken, wie die Zähne eines Rades nebeneinander geordnet, die Innenfläche des Hutes basifugal vom Gipfel des Hutes und centripetal von seiner Innenfläche aus an Länge und Breite zunehmend. Ihrem Längenwachsthum setzt erst spät das Erlöschen der Randzone des Hutes ein Ziel, für ihre Ausdehnung in radialer Richtung würde der Stiel, den die Hutanlage nach unten wachsend überdeckt, sehr früh die Grenze des Vordringens bilden, wenn nicht secundäre Bildungen hinzukämen.

Der Raum zwischen Hut und Stiel, der nach dem Ueberwachsen des Hutes zwischen beiden bleibt, ist für das radiale Wachsthum der Lamellen disponibel. Aber die Lamellen würden sehr kurz bleiben, sie würden aufhören müssen zu wachsen, sobald ihre Spitzen bis in die peripherischen Hyphenelemente des Stieles vordringen, wenn nicht neuer Raum geschaffen würde, wenn nicht der Hutumfang erweitert, dadurch der Zwischenraum zwischen Hutwand und Stiel vergrössert und somit ein Wachsthum der Lamellen in radialer Richtung ermöglicht würde.

Beliebige Querschnitte von jugendlichen Fruchtkörpern, in welchen die Lamellen noch sehr kurz sind, zeigen uns, dass sie bereits mit ihrer Spitze den Stiel erreicht haben.¹⁾ Wie gelangen sie nun zu ihrer vollen Ausdehnung durch weitere Neubildung? wie sollen die Lamellen in centripetaler Richtung weiter wachsen, nachdem sie den vorhandenen geringen Zwischenraum zwischen Hut und Stiel schon zu einer Zeit ausgefüllt haben, wo sie nur etwa den 5—6ten Theil ihrer wirklichen Ausdehnung erreicht haben, ehe die Streckung, die später der Neubildung folgt, in ihnen beginnt? Die Frage ist von der grössten Bedeutung, wenn man überhaupt über die Morphologie des Hutes in's Klare kommen will, und doch ist sie nirgends in klarer Form gestellt und richtig beantwortet worden. Es liegt nahe anzunehmen, dass die Lamellen intercalär wachsen und dass ebenso die Hutwand intercalär wächst, dass durch dieses intercaläre Wachsthum die Vergrösserung herbeigeführt wird. So stellt *de Bary*²⁾ in seinem Buche die Sache dar. Die erste nothwendige Consequenz dieser Auffassung müsste aber sein, dass die Lamellen, durch die intercaläre Vermehrung in der Hutwand, am Fusse (an der Insertionsstelle) breiter wären und sich nach der Schneide verjüngten, und dass sie immer breiter würden, eine immer mehr keilförmige Gestalt annähmen, je mehr sie sich in centripetaler Richtung ausdehnen. Da dies nicht der Fall ist (Fig. 4—6), die Lamellen vielmehr, so lang sie auch werden, an der Basis stets dieselbe Dicke behalten, welche sie im Ursprunge besaßen, so ist es ganz unmöglich, dass eine solche einfache intercaläre Vermehrung der Elemente überhaupt besteht. In der Wirklichkeit ist die Sache folgender Art.

Bald nach der Anlage der ersten Lamellen treten zwischen diesen neue Vegetationspunkte auf, es werden neue Lamellen von der Hutinnenseite zwischen die ersten eingeschaltet. Indem dies geschieht, wird der Umfang des Hutes hierdurch erweitert, die Folge dieser Erweiterung ist, wenn eine gleichzeitige Verdickung der Wand selbst ausgeschlossen ist, dass der Abstand zwischen Hut und Stiel sich vergrössert, dass Raum geschaffen wird, in welchen die Lamellen durch weiteres Spitzenwachsthum vordringen können. Durch successive Quer-

1) Man vergleiche hier das aus Fig. 5 durch Verrückung der Hutwand auf die Spitze der kürzeren Lamellen leicht zu construierende Bild, auf welches ich in der Anmerkung Seite 43 hingewiesen habe.

2) *de Bary*, Morphologie der Pilze, 1866.

schnitte eines jungen Hutes im geeigneten Entwicklungsstadium können wir uns mit voller Sicherheit von diesen Vorgängen und ihren natürlichen Consequenzen überzeugen. Wir treffen zwischen den ersten, den primären Lamellen (Fig. 4 und 5₁), die alle die gleiche Länge haben und bis zum Stiele reichen, kürzere secundär eingeschobene Neubildungen an, die weder bis zum Stiele (Fig. 4 und 5₂) gehen, noch bis in den Gipfel des Hutes reichen. Diese Neubildungen secundärer Lamellen finden nicht auf einmal sondern allmählich statt, und allmählich nimmt durch sie der Umfang des Hutes zu; sie gehen so lange fort, als das Marginalwachsthum am Hutrande fortdauert. Diese fort und fort eingeschobenen, am ganzen Hutumfang gleichmässig vertheilten secundären Lamellen sind in der Richtung von oben nach unten, vom Gipfel nach dem Rande des Hutes, um so kürzer, je später sie eingeschoben werden und enden dementsprechend auch im Querschnitt auf kürzeren Abschnitten des Radius der primären Lamellen (Fig. 4 und 5_{4 u. 5}). Durch diese Neubildungen der secundären Lamellen wird das fortdauernde Wachsthum der Lamellen an der Spitze, ihre Verlängerung in radialer Richtung allein möglich, durch sie allein erreicht der Hut den Umfang und die Lamellen die Ausdehnung, welche sie bis zur späteren Streckung besitzen (trotzdem die primären Lamellen immer mit ihrer Spitze dem Stiele so nahe bleiben, dass es scheint, als ob sie nicht durch Spitzenwachsthum wüchsen), durch sie endlich wird es allein ermöglicht, dass die Lamellen, so lang sie in radialer Richtung werden, an ihrer Basis (an der Hutwand) immerfort dieselbe Breite behalten.

Von entschiedener Wichtigkeit ist nun die Frage, ob die secundären Lamellen in der Randzone angelegt werden oder nicht. Würden sie thatsächlich in ihrem ersten Ursprunge in der Randzone des Hutes angelegt, so müssten alle Lamellen vom Punkte ihrer Anlage im Hute an in centripetaler Richtung die gleiche Länge haben, sie müssten alle bis zum Stiele reichen. Dies trifft z. B. für *Amanita* zu, wie wir später sehen werden, aber nicht hier. Es ist darum nicht möglich, dass ihre erste Anlage in der Randzone erfolgt, sie müssen intercalar in den oberen Theilen des Hutes zuerst auftreten und sich von da nach unten ausdehnen. Mit der Zunahme des Hutumfanges, mit der Zunahme des inneren Raumes der hierdurch geschaffen wird, gehen sie dann nach unten in die Randzone aus, und sobald sie diese erreicht haben, reichen sie in radialer Richtung bis zum Stiel und haben von nun an die Ausdehnung der in der Randzone

fortgebildeten primären Lamellen. Es folgt hieraus, dass alle secundären Lamellen allmählich nach unten, nach dem Hutrande in die Ausdehnung der primären übergehen, und dass im äussersten Rande nur Lamellen fortgebildet werden, die alle an Ausdehnung einander gleich sind. Der Unterschied primärer und secundärer Lamellen besteht demnach vorzugsweise in der verschiedenen Ausdehnung der Lamellen vom Gipfel des Hutes bis nach seinem Rande, die primären reichen bis in den Gipfel, und gehen ihrer ganzen Länge nach bis zum Stiel, die secundären sind kürzer als die primären, sie endigen in verschiedener Höhe auf der Hutwand, sie reichen nach unten bis zum Stiel, verkürzen sich aber nach oben in radialer Richtung immer mehr, bis sie sich zwischen den primären Lamellen in der Hutwand verlieren (Fig. 4 und 5_s), in deren Fläche verlaufen. Diese Thatsache sieht man am besten und am klarsten an einem im Aufspannen begriffenen Hute, an ihm kann man mit Sicherheit die primären Lamellen bis in den Gipfel verfolgen, das allmähliche Kürzerwerden der secundären von unten nach oben beobachten bis zu den Verschwindungspunkten, die in den verschiedenen Höhen des Hutes liegen. — Die Gesamtzahl der Lamellen des Hutes ist für die einzelnen Fruchtkörper ihrer Grösse nach sehr verschieden. Bei sehr grossen Fruchtkörpern, deren Hut nach der Streckung einen Zoll lang war, fand ich bis 300 Lamellen, ihre Zahl sank an kleinen bis auf 30—50 herab. Bei kleinen Fruchtkörpern bildet die Hälfte dieser Zahlen die primären Lamellen, die secundären alterniren mit diesen, bei grossen hingegen sind höchstens $\frac{1}{3}$ primäre Lamellen, $\frac{2}{3}$ werden nachher als secundäre eingeschoben.

Das Spitzenwachsthum der Lamellen wird durch die interessante Thatsache gestützt, dass sich die Lamellen mitunter dichotom verzweigen, dass aus einem Vegetationspunkte zwei Arme hervorgehen. Ob eine intercalare Anlage der Elemente der Pallisadenzonen neben dem Spitzenwachsthum besteht, wie *de Bary* es ausschliesslich annimmt, dafür habe ich durch Beobachtung keine sicheren Anhaltspunkte finden können. Die feste Verbindung der Elemente der Pallisadenzone gleich unter der Vegetationsspitze spricht nicht gerade sehr zu Gunsten weiterer Einschiebungen, diese dürften, wenn sie neben dem Spitzenwachsthum stattfinden sollten, wohl nicht sehr bedeutend sein.

Von ganz besonderem Interesse ist dagegen die sicher beobachtete Thatsache, dass sämtliche Lamellen eines Hutes, so lange der Hut im Längen-

wachsthum begriffen ist, so lange also die Lamellen nach unten in die Länge und nach dem Centrum in die Breite wachsen, an allen Stellen, die doch ihrer Entstehung nach von verschiedenem Alter sind, auf derselben Höhe der Entwicklung verbleiben d. h. dass sie sich gar nicht differenziren, so lange das Längenwachsthum fort dauert (Fig. 4—6). Ohne Frage werden wohl, vom rein physiologischen Gesichtspunkte aus erwogen, alle zufließenden Nährstoffe für die Neubildung, für die Neuanlage der Elemente verbraucht, um erst, wenn sie aufhört, eine andere Verwendung für die Differenzirung und Ausbildung der erfolgten Anlagen zu finden. Dass dies hier geschieht, ist aber auch nach rein biologischen Momenten nothwendig, es steht mit dem weiteren Gange der Entwicklung des Pilzes im engsten Zusammenhange, wie wir bald sehen werden. —

Die Lamellen bestehen in diesem Zustande aus beiderseitig an der Oberfläche regelmässig angeordneten länglich keulenförmigen pallisadenähnlichen Hyphenenden, welche zu den mittleren radial verlaufenden Hyphen senkrecht stehen, von denen sie als Zweigenden ursprünglich an der Spitze entspringen und dann durch weiteres Spitzenwachsthum zur Seite geschoben sind. Die Pallisadenzonen (Fig. 6₅) und mittleren Hyphen, welche man Trama (Fig. 6₄) genannt hat, sind die sofort mit der Neubildung eintretenden Differenzirungen der Lamellen. Beide sind genetisch gleichen Ursprungs: die Pallisaden sind die Enden der Trama der Lamellen, die Lamellen selbst bestehen aus Bündeln gleicher Hyphen, welche von der Fläche des Hutes entspringen, der Hut ist nun, wie wir wissen, aus einem Hyphenelemente gleicher Art und gleichen Ursprunges aufgebaut, an der Spitze der Stielanlage entstanden, welche ihrerseits wiederum als erstes Differenzirungsproduct aus den an einem Mycelfaden vegetativ in gleicher Art und gleicher Form entspringenden Hyphensprossen hervorging.

Wir haben mit dem Stillstande der Neubildungen im Hute den Abschluss des ersten Abschnittes der Entwicklung des Pilzes erreicht und müssen, ehe wir uns der speciellen Betrachtung des zweiten, der Ausbildung und Streckung der angelegten Elemente, zuwenden, zunächst vorher die Schicksale der Volva verfolgen, des dritten Elementes der ersten fundamentalen Differenzirung.

Die Volva entstand dadurch, dass nur der innere und untere Theil der ersten für den Aufbau des Fruchtkörpers am Mycelium entspringenden Hyphen

zum Stiel und zur Hutanlage verwendet wurde (Taf. II, Fig. 1—4); die peripherischen Hyphen resp. Hyphenenden bildeten eine Hülle um Stiel und Hut: die Volva (Fig. 1—4₃). — Schon mit dem ersten Ursprunge der Volva, mit der ersten Differenzirung der Stiel- und Hutanlage sind die Hyphen auf dem Gipfel der Hutanlage zahlreicher und dichter, als weiter nach unten, wo sie allmählich lockerer und ärmer werden. Die Volva setzt nun mit der Entwicklung des Hutes gleichzeitig ihr Wachsthum fort. Eine scharfe Grenze zwischen Hut und Volva, eine sie trennende Huthaut, wird vorerst nicht ausgebildet, und darum ist es ganz natürlich, da Hut und Volva gleichen Ursprunges sind, dass beide in einander übergehen, dass die Hyphen der Volva von der Oberfläche des Hutes entspringen (Taf. II, Fig. 1—4 und Taf. IV, Fig. 2 und 3). Es sind dies, wie ich schon andeutete, Verhältnisse, die im fertigen Zustande beschen, missverstanden werden können und von *de Bary*¹⁾ in soweit missverstanden sind, als er dem *Coprinus* eine echte Volva nicht zuerkennt, wie sie *Amanita* besitzt, deren Volva ihrem Ursprunge nach völlig mit *Coprinus* übereinstimmt, worauf ich demnächst bei *Amanita* zurückkommen werde.

Das Wachsthum der Volva beginnt schon ausserordentlich früh an zwei Stellen und an beiden in ganz verschiedener Art. Die Fäden hören an den Enden auf in die Länge zu wachsen und schwellen hier zu grossen Blasen (Taf. II, Fig. 2—4_b und Taf. IV, Fig. 2 und 3₃) an, und gleichzeitig entstehen weiter nach Innen neue Auszweigungen der Volvafäden, die zuerst in die Länge wachsen, um dann ebenso anzuschwellen wie die früheren. Die Anschwellungen sind eigenthümlicher Art. Von oben nach unten fortschreitend, also in centripetaler Richtung, bekommen die Fäden rosenkranzförmige Auftreibungen. Diese entstehen so nahe nebeneinander in einzelnen von Scheidewänden²⁾ begrenzten Abschnitten, dass sie sich mit zunehmender Wölbung wie Kugeln berühren und an den Scheidewänden von einander lösen. Die an den Enden zu Kugeln zerfallenden Fäden werden von unten fortwährend durch neue Sprosse ersetzt. Die neuen zerfallen abermals an den Enden zu Kugeln, um wiederum von unten Ersatz zu finden, und so geht die Sache fort. Die äussersten Partien der Volva bestehen demnach aus losen kugeligen Zellen, die inhaltsleer sind d. h. nur

¹⁾ *de Bary*, l. c. der Morphologie der Pilze.

²⁾ Mitunter treten die Scheidewände zwischen den kugeligen Anschwellungen der Volvafäden erst später auf; durch sie wird dann das Zerfallen der Fäden zu Kugeln ermöglicht.

wässrige Flüssigkeit enthalten und aussen kleine zierliche Membranvorsprünge besitzen.¹⁾ Der äussersten aus freien Kugeln bestehenden Hülle folgen nach innen noch lose verbundene kugelige Zellen, hieran schliessen sich Fäden mit rosenkranzförmigen Auftreibungen, welche kleiner werdend ganz nach innen in normale Hyphen, die sich in die Oberfläche des Hutes fortsetzen, übergehen (Taf. II, Fig. 2—3₆ und 10₉, Taf. IV, Fig. 2 und 3₃ und Taf. VIII, Fig. 7—11).

Von diesen Vorgängen der steten Neubildung²⁾ von innen, und der Zerklüftung von aussen nach innen fortschreitend kann man sich praktisch leicht überzeugen. Man braucht nur die zerfallenen Hyphenenden abzuwischen, um dann zu sehen wie sie wiederkommen, also neugebildet werden. Die Fortdauer des Vorganges hat die massenhafte Anhäufung der Volva namentlich am Gipfel zur Folge, wo sie dann in einzelne thurmartige Häufchen zerfällt (Taf. II, Fig. 8 und 9 und sämtliche Figuren der Tafel III). Das Zerfallen der Hyphenenden der Volva beginnt schon mit der ersten Anlage des Hutes und zwar an der Spitze (am Gipfel) zuerst, von da aus basifugal weiter fortschreitend. Dieser Vorgang geht aber nicht über die Grenzen des Hutes (Taf. II, Fig. 2, 3, 4 und 10) hinaus, er greift nicht in die Volvahyphen des Stieles über. Diese wachsen fort ohne zu zerfallen, sie wachsen von unten nach oben über den Hutrand und zwischen die Kugeln der Hutvolva (Taf. II, Fig. 4₃ und 10₁₀) hinein; dafür aber, dass sie an den Enden nicht zerfallen, ist auch ihre Neubildung von innen eine nur schwache, die Masse der Hyphen eine losere und lockerere.

Die Differenzirung und Streckung der angelegten Hutelemente ohne weitere Neubildungen, als die der Basidien und Sporen, bildet den zweiten Abschnitt der Entwicklung des Fruchtkörpers.

In dem Zustande, in welchem der Fruchtkörper das Ende der Neubildungen im Hute erreicht hat, und nun die Differenzirung und Streckung der vorhandenen Elemente anhebt, hat er nur erst einen Bruchtheil der Dimensionen gewonnen, zu welchen er nach Beendigung dieser Vorgänge gelangt. Sie sind

¹⁾ Ich habe mit diesen kugeligen Blasen der Volva alle möglichen Keimungsversuche in Nährlösungen angestellt, aber sie keimten in keinem Falle aus. An und für sich wäre es ja nicht undenkbar, dass diese Volvaelemente gemmenartige Bildungen seien, die oben am Fruchtkörper vor sich gehen.

²⁾ Diese Neubildungen sind nichts wie Seitenaussprossungen der vorhandenen Volvafäden, sie treten an den tieferen Stellen auf, während immer die oberen Theile zerfallen.

noch so bescheiden und klein, dass man nicht einmal im Stande ist, äussere Merkzeichen, feine Tuschestriche, in gleichen Abständen anzubringen, um an ihrer Verrückung das Längenwachsthum und die Art, wie es stattfindet, zu erweisen. Directe Beobachtungen lassen indess keinen Zweifel darüber bestehen, dass der Hut am unteren Rande durch Spitzenwachsthum sich verlängert, in dem Grade, wie er nach innen, durch Spitzenwachsthum der Lamellen, in die Dicke wächst. Mit dem ersten Beginn der Differenzirung durch Streckung steht sowohl das Spitzenwachsthum der Lamellen wie das Längenwachsthum des Hutrandes still. Beide Vorgänge folgen einander, in ihrem Uebergange ist darum ein Hauptwendepunkt in der Entwicklung gegeben.

Es mag etwa 4—5 Tage dauern, bis die Neubildungen beendet sind, und die gleiche Zeit nimmt die Differenzirung der Lamellen, die Bildung des Hymeniums und der Sporen, in Anspruch. An allen Stellen, an den zuerst gebildeten und an den eben erst durch Spitzenwachsthum neu entstandenen Theilen, steht der Hut auf dem gleichen Punkt der Entwicklung. Die Wand des Hutes besteht aus dicht und luftfrei verbundenen Hyphen, die nicht viel dicker sind als gewöhnliche Hyphen, sie hat eine Mächtigkeit von über 12—15 Hyphenlagen (Taf. IV, Fig. 6₂), nimmt aber nach dem unteren Rande hin allmählich ab. Auf dem Längsschnitte sieht man die Hyphennatur der Elemente deutlich, auf dem Querschnitte sieht die Wand aus, wie ein jugendliches Gewebe aus kleinen zarten, eng verbundenen polyedrischen Zellen. Nach dem Gipfel zu wird die Wand stärker, nach unten ist sie dünner, ihre unteren Enden laufen am Rande in lose Hyphen aus, die sich mit der Volva vereinigen, eigentlich ganz zur Volva werden, weil eine Differenzirung von Huts substanz in ihnen nicht mehr erfolgt. Im Gipfel selbst ist der Verlauf der Hyphen ein weniger regelmässiger. Die Hyphen kreuzen sich wie in einem Wirbel (Taf. IV, Fig. 3), ehe sie in das Gewebe des Stieles übergehen. Der Stiel ist noch so kurz, dass man ihn bei genügender Beleuchtung im Gegensatz zum Hute kaum sehen kann (Taf. II, Fig. 8 und Taf. III, Fig. 4_{2n}).¹⁾

¹⁾ Auch in diesen Figuren hat der Stiel noch eine grössere Länge, als er dann haben würde, wenn in den langen Tagen des Sommers das Licht länger und intensiver eingewirkt hätte; die Bilder sind nach Präparaten gezeichnet, welche in den noch kurzen Tagen vom März auf April gewonnen wurden.

Die Differenzirung des Hutes erfasst nun alle Theile zugleich. Die Hyphen der Hutwand vergrössern sich durch Streckung in ihren Zellen nach allen Richtungen. Die Zellen werden im Lumen grösser und nehmen an Länge zu. Die Wand des Hutes wird dicker und länger, also der ganze Hut umfangreicher und länger. Wenn man jetzt Tuschestriche in gleichen Abständen anbringt, so kann man deutlich erkennen, dass sie oben und unten den gleichen Abstand beibehalten, so sehr die Zwischenräume zwischen den einzelnen Strichen auch zunehmen mögen. Ich mache hierauf ganz besonders aufmerksam, weil man, wenn man das Wachsthum durch Messung bestimmen will, in der gebräuchlichen Manier durch Strichtheilung nur zu dem Resultate kommen kann, dass der Hut an allen Stellen gleich wächst. Wollte man aber hieraus den Schluss ziehen, dass der Hut nicht durch Spitzenwachsthum wächst, so würde dieser Schluss falsch sein, denn diese Art der Messungen kommen nur für die Streckung zur Geltung, das Spitzenwachsthum liegt vorher und kann nach dieser Methode nicht gemessen werden.

Mit der Streckung der Elemente der Hutwand müssen die Lamellen, die von ihr entspringen gleichen Schritt halten. Sie wachsen aber nicht bloss durch Streckung wie die Hutwand, ihre Elemente bilden sich zum Hymenium aus, sie erfahren neben der Streckung Neubildungen, es kommen die Basidien mit den Sporen auf ihnen zur Ausbildung. Die Neubildungen beschränken sich allein auf die beiderseitigen Pallisadenzonen, die Streckung geht in der Trama und in den Pallisaden zugleich vor sich.

Die Pallisaden haben nach ihrer Anlage, wie wir wissen, sämmtlich keulenförmige Gestalt und sind durch Anschwellung dicker, wie die Hyphen der Trama, von denen sie entspringen (Taf. IV, Fig. 6_{4 u. 5}). Ihre seitliche Verbindung ist eine völlig lückenlose, hiervon kann man sich überzeugen, wenn man eine Lamelle von der Fläche besieht. Die erste Differenzirung macht sich darin bemerkbar, dass ein Theil dieser Pallisaden in die Länge wächst und hierdurch über die Fläche hervortritt, während die übrigen auf dem früheren Niveau bleiben, nur an Dicke durch Ausdehnung zunehmen (Fig. 7 und 8_{2 u. 3}). Weil dies letztere die auswachsenden Pallisaden nicht oder nur höchst unbedeutend thun, so müssen die nicht auswachsenden, der allgemeinen Streckung nachzukommen, sich um so stärker seitlich ausdehnen, wenn, wie es geschieht, die engste seitliche Verbindung bestehen bleiben soll. Diese doppelte Verschieden-

heit im Verhalten lässt den Unterschied in diesen Elementen früh hervortreten. Die hervorwachsenden Pallisaden schwellen gleich mit ihrem Heraustreten aus der vorher ebenen Pallisadenfläche der Lamellen an den auswachsenden Spitzen kugelförmig (Fig. 7 u. 8_{3 u. 4}) an. Bei den meisten ist diese Anschwellung die gleiche, nur wenige von ihnen machen eine Ausnahme. Sie wachsen viel stärker¹⁾ als die übrigen, und die Anschwellung hat in der gleichen Zeit die doppelten Dimensionen gewonnen und keine ganz runde, sondern eine der Ballongestalt sich zuneigende Form angenommen (Fig. 7 und 8₄). Sobald die Anschwellungen in den Pallisadenzellen im Profil genügend hervortreten, um die einzelnen Elemente von einander zu unterscheiden, gelingt es auch in der Flächenansicht ihre Anordnung zu einander zu erkennen. Diese zeigt, dass die Pallisadenzellen alternierend eine um die andere ausgewachsen sind (Fig. 10_{1 u. 2}); nur hie und da stossen die kurzen weitlumigen Pallisaden in den Ecken zusammen (Fig. 10₃), sonst sind alle Ecken von den englumigen hervorwachsenden Zellen eingenommen. Die Anordnung ist eine vollkommen regelmässige und auf allen Lamellen die gleiche; nur in der erwähnten stark bevorzugten Entwicklung einzelner dieser auswachsenden Pallisaden herrscht unter diesen in Zahl und Stellung auf den Lamellen keine Gesetzmässigkeit, sie sind hie und da und ohne Regel über die Lamellen vertheilt. Die nicht auswachsenden Pallisaden (Fig. 7 und 8₂), die sich bloss seitlich dehnen, bleiben steril, man hat sie wohl Paraphysen genannt, die auswachsenden werden zu Basidien (Fig. 7 und 8₃), nur die wenigen unter ihnen, die sich durch starkes Wachstum auszeichnen, bleiben ebenfalls steril und bilden sich zu Cystiden²⁾ aus (Fig. 7 und 8₄). Alle sind gleichmässig mit dichtem körnigen Plasma gefüllt ohne Vacuolen.

¹⁾ Eben diese wenigen, stärker auswachsenden Zellen der Hymenialfläche sah ich mitunter schon zu einer Zeit über diese hervortreten, wo die Lamellen noch an den Spitzen in fortdauernder Neubildung begriffen waren.

²⁾ Als Ausnahmefälle habe ich Cystiden Sterigmen mit Sporenanlagen tragen sehen; ob die Sporen zur Reife kommen, weiss ich nicht, denn reife Sporen habe ich an ihnen nicht getroffen, und die halbreifen gelangten an den Schnitten, wo ich sie sah, natürlich nicht zu weiterer Entwicklung. Ich sehe aber keinen Grund, weshalb sie nicht auch reif werden sollten. Die Thatsache selbst, dass die Cystiden unter Umständen zu fertilen Basidien werden, spricht dafür, dass die Cystiden ursprünglich Basidien gewesen sind, welche sich durch weitere Differenzirung zu Cystiden ausgebildet haben. Ihre Stellung, die den Basidien entspricht, denn sie alterniren wie diese mit den Paraphysen, unterstützt diese Auffassung.

In den nächsten Stadien der Entwicklung haben die Basidien durch Spitzenwachstum die Kugelgestalt des freien Theiles verloren und die Form eines Kegels (Fig. 9₃) angenommen, sie treten um so viel weiter über die Hymenialfläche hervor. Die Cystiden sind schon 5—6 Mal grösser als die Basidien, sie wachsen ebenfalls an der Spitze länger aus, die sterilen Pallisaden (Paraphysen) haben sich nur seitlich ausgedehnt und Tonnenform angenommen (Fig. 9₂). In allen Elementen der Pallisadenzone werden nun Vacuolen im Inhalte sichtbar. Sie sind am grössten in den Cystiden, nehmen auch in den Paraphysen den grössern Raum ein, das körnige Plasma bildet einen dicken Wandbeleg, in den Basidien ist nur eine kleine Vacuole sichtbar. Indem der zuletzt angewachsene, kugelförmig verjüngte, obere Abschnitt der Basidie am Gipfel zu den Dimensionen des unteren Theiles anschwillt, hat die Basidie ihre definitive Gestalt erhalten. Sie ist in dem freien Theile entweder vollkommen cylindrisch, oder in der Mitte macht sich eine zierliche feine Verengerung als Taille bemerkbar (Fig. 11 und 12₃). Innerhalb der Pallisade hat die Basidie ihre ursprüngliche Gestalt beibehalten, der hier eingeschlossene untere Theil, der den Fäden der Trama aufsitzt, hat nur wenig mehr als die Dicke eines Fadens, und wird um so dünner, je mehr er der Scheidewand sich nähert (Fig. 9—12₃). Inzwischen haben sich die sterilen Pallisaden um das 2—3fache seitlich gedehnt, und nun ist der Unterschied in dem unteren Theile der Basidien und in den Paraphysen in Beziehung auf Dimension (Fig. 9 und 11_{2 u. 3}) so gross, dass man versucht sein kann zu glauben, die Pallisaden bildeten ein besonderes Element, und die Basidien seien erst später durch sie hindurch gewachsen. Wiederum ist *de Bary* diesem Glauben zum Opfer gefallen. Er sagt in seiner Morphologie der Pilze Seite 112. »Bei *Coprinus* (Fig. 43) sind die Paraphysen kurze unregelmässig prismatische, wasserhelle Zellen, welche wie Pflastersteine den grössten Theil der Hymenialfläche bedecken, und zwischen welchen sich, in ziemlich weiten Abständen von einander, die Basidien nach aussen drängen.« *De Bary* hat diese seine Auffassung offenbar aus der alleinigen Beobachtung älterer Zustände hergeleitet, die für sie nicht beweisend sein können. Auf junge Stadien ist er nicht zurückgegangen. Diese lehren nun aber auf den ersten Blick, dass sich die Basidien nicht zwischen den Paraphysen nach aussen drängen, dass sie vielmehr zur selben Zeit mit ihnen draussen sind, weil beide gleichzeitig als Pallisadenzone angelegt werden. Auch bleibt es mir unerfindlich, durch welche

Oeffnung sie sich drängen sollten, da nicht einmal ein Intercellularraum zwischen den Pallisaden vorhanden ist. In seinem Bilde (Morphologie der Pilze, Fig. 43b) hat *de Bary* einen Intercellularraum gezeichnet, dieser kann aber im wirklichen Objecte natürlich nicht wohl vorhanden gewesen sein, und wenn er da war, so ist eine Basidie an dieser Stelle ausgefallen, was nach ihrer unten verjüngten Form mitunter geschieht. Ich verweise in dieser Beziehung auf meine Abbildung (Fig. 10 und 14₃), wo bei *a* eine sterile Stelle ist, aber ohne Intercellularraum; die inhaltreichen höheren Basidien heben sich in der Fläche als runde dunkle Punkte auf den Pallisaden ab.

Nach der Formausbildung der Basidien treten gleichzeitig auf dem Scheitel einer jeden, möglichst von einander entfernt, also nach der Peripherie gestellt, die Sterigmen (Fig. 11₅) auf, vier neue Vegetationspunkte, welche äusserst bescheidene Dimensionen haben. Sie wachsen zu geringer Höhe heran und werden mit zunehmender Länge zu feinen nadelförmigen Spitzen. Plötzlich schwillt die Spitze eines jeden zur kleinen Kugel an. Diese wird grösser und grösser und dehnt sich endlich zur Eiform aus. Dies ist die Gestalt der zukünftigen Spore. Zu ihrer vollen Ausbildung erschöpft die Basidie ihren körnigen Inhalt, der in die Spore übertritt. Ist dies geschehen, so trennt eine, wegen der Feinheit des Sterigmas nicht sichtbare, Scheidewand die Spore von diesem ab. Die Lage dieser Scheidewand muss unmittelbar auf der Grenze von beiden sein, denn sonst müsste bei der späteren Abtrennung die Spore ein Spitzchen haben, oder das Sterigma müsste kürzer geworden sein, was beides nicht der Fall ist.

Hat nach früherer Darlegung die Differenzirung des Hutes gleichzeitig an allen Stellen begonnen, so können wir, diese Angabe bestätigend und erweiternd, uns durch successive Querschnitte eines Hutes davon überzeugen, dass auch die weiteren Stadien der Entwicklung an allen Stellen gleichzeitig eingehalten werden. Die Ausbildung der Basidien erfolgt gleichzeitig im ganzen Hute in allen Lamellen, die Sporen werden gleichzeitig auf dem Sterigma angelegt, und am Ende etwa des 3ten Tages vom Beginn der Differenzirung der Lamelle an trägt die Basidie Sporen, die der Form nach ausgebildet sind.

Inzwischen ist die Streckung in allen Theilen des Hutes beträchtlich fortgeschritten. Wir haben vielleicht in der Grössenzunahme der sterilen Pallisaden das beste Maass für die Grösse der Streckung. Der ganze Hut hat wenigstens

um das 5—9fache an Länge und das mehrfache an Breite zugenommen. Die Wand des Hutes hat durch die Streckung der Elemente in die Länge und Breite die frühere Hyphenstructur verloren. Die Zellen sind gross geworden wie parenchymatische Gewebszellen, dabei in engster Verbindung geblieben. Der Hut besteht an den meisten Stellen aus einem falschen Gewebe von mehr oder minder grossen Zellen; nur nach dem Gipfel, wo die Elemente am reichsten vorhanden, die Streckung hingegen am unbedeutendsten ist, bleibt noch das Hyphengeflecht hie und da erhalten. Mit der Streckung sind die Zellen inhaltsarm geworden, da der Inhalt für die Streckung verbraucht wurde; das ganze Gewebe ist heller und durchsichtiger.

Vorzugsweise an der Oberfläche des Hutes gehen in den Gewebszellen Veränderungen eigenthümlicher Art vor sich. Hier verdicken die Zellen ihre Membranen, die etwas dunkler werden. Es sind 2—3 Zelllagen, die sich verdicken; auf dem Querschnitt (Fig. 15₂) sieht man dies deutlich. Erst mit dieser Verdickung der Zellen der Oberfläche zur Huthaut ist die Volva ausser Betrieb gesetzt, ausser Verbindung mit den Oberflächenzellen des Hutes (bei *Amanita* und anderen *Coprinus*arten geschieht die Ausbildung der Huthaut viel früher). Auch ihre basalen Partien zerfallen schliesslich zu Kugeln (Fig. 15₁). Die Masse der Volva ist noch mit der Streckung gewachsen, aber durch die grössere Flächenausdehnung des Hutes, durch die Streckung selbst sind ihre Massen mehr und mehr zerklüftet. Ihre Häufchen verlieren mit dem basipetal fortschreitenden Zerfallen der Hyphen zu Kugeln die Stütze und zerfallen mehr und mehr zu einem weisslichen Mehl, welches die leiseste Berührung abstreift. ein kräftiger Hauch bis auf die Huthaut verweht.

Nun erfolgt in der Lamelle in Einem Tage die Ausbildung der in voller Grösse angelegten Sporen zur Reife. Ihre Membran wird gelb und schliesslich dunkelbraun (Fig. 12₅). Damit sind die Basidien leer, die Pallisaden haben die Gestalt von Pflastersteinen, die Cystiden sind zu grossen Schläuchen geworden, die gegen die benachbarte Lamelle wachsen und sich oft in diese hineindrücken (Fig. 12_{2, 3 u. 4}). Man möchte fast glauben, als ob sie dazu dienten, die Lamellen in gemessener Entfernung von einander zu halten, damit sie mit der Streckung, während welcher die Sporenbildung vor sich geht, sich nicht stören und gegenseitig bedrücken. Auch die Enden der Lamellen, welche bis zum Stiele vorgedrungen sind, schliessen mit Cystiden ab, welche zweireihig

Fig. 12_{II} von oben nach unten an der Spitze der Lamellen angeordnet sind. Sie sind kleiner wie gewöhnliche Cystiden der Seitenfläche, ein Mittelding zwischen diesen und den Pallisaden; sie machen es besonders klar, wie die Lamellen gegen den Stiel frei enden, wie mit dem Aufhören ihres Spitzenwachstums die letzten Enden zu falschen Cystiden wurden, die nicht mehr rechtwinklig stehen, sondern schräg in natürlicher Stellung geblieben sind, wie sie entstanden.

Mit diesen Cystiden schliesst also die beiderseitige Pallisadenzone der Lamellen ab. Die mittleren axilen Fäden der Lamellenspitze bilden sich nicht mehr zu hymenialen Elementen aus, sie schwellen kugelig (Fig. 12₆) an, füllen den Raum zwischen den Grenzcystiden aus und bleiben steril. Die Grenzcystiden benachbarter Lamellen wachsen der Regel nach mit ihren Spitzen, welche in Folge ihrer seitlichen Richtung früh auf einandertreffen, fest zusammen, eine Verbindung, welche erst mit dem Aufspannen des Hutes wieder gelöst wird, wobei die Lamellen durch Zerrung an der Schneidenseite vorher aufreissen. Der Gedanke, dass die Cystiden seitliche Schutzpfosten sind, deren Gestalt sie nachahmen, könnte vielleicht noch darin eine Stütze finden, dass die kürzeren Lamellen an ihrer Spitze keine Cystiden ausbilden wie die grossen, die bis zum Stiel reichen. — Dass diese harmlosen Cystiden einst in dem Verdachte eines geschlechtlichen Verhältnisses zu den Lamellen gestanden haben, habe ich in der Einleitung angedeutet.

Das Dickenwachsthum des Hutes durch Streckung und seine gleichzeitige Längenzunahme hat mit Nothwendigkeit auch in der Trama der Lamellen Veränderungen herbeigeführt. Die Lamellen sind nunmehr ¹⁾ mit wachsender Grösse des Umfangs auch breiter geworden, dies um so mehr, je näher sie dem Umfange stehen. Die Hyphen der Trama haben sich demgemäss seitlich und dem Längenwachsthum zu genügen in verticaler Richtung gedehnt. Die seitliche Streckung der Tramahyphen ist nach dem äusseren Umfange des Hutes zuerst am grössten. Hier geht die Hyphennatur allmählich verloren, es treten grosse Zellen durch Streckung auf; später schreitet dieser Process nach innen fort. Es

¹⁾ Vor dem Beginn der Streckung war dies nicht der Fall, die Lamellen waren gerade dadurch ausgezeichnet, dass sie an der Basis und an den Schneiden dieselbe Breite hatten. Ich hebe dies hier hervor, weil es offenbar nur von dem Stadium der Entwicklung abhängt, den Befund bald so bald anders zu treffen.

wird hierdurch der Unterschied zwischen den früheren Pallisaden und der Trama verwischt, die grossen sterilen Pallisaden und die gestreckten Zellen der Trama werden mehr und mehr einander ähnlich. Untersucht man die Lamellen in diesem Zustande der Streckung, so findet man Trama und Pallisaden nicht mehr wie früher, und man hat diese durch Streckung veränderte Trama nun sub-hymeniales Gewebe genannt, ein Ausdruck der, da man sich nicht auf die Entwicklungsgeschichte stützte, nur dazu dienen konnte, die Vorstellung über die Structur des Hutes und das Verständniss über die Natur seiner Elemente zu erschweren.

Die Ausbildung der Huthaut durch Verdickung der Membranen in den peripherischen Zelllagen des Hutes und die Reife der Sporen in den Lamellen sind die Vorgänge, welche die Differenzirung der Elemente des Hutes überhaupt abschliessen. Der Hut hat hierdurch sein früheres Aussehen verloren, die Volva ist in Trümmer zerfallen und weit auseinander getrieben, sogar theilweise abgefallen. Der Hut sieht nicht mehr weisslich aus wie vordem, sondern fahl und durchsichtig, und es sind besonders die gereiften braunen Sporen im Innern des Hutes, welche durchleuchtend einen dunklen Farbenton hervorbringen, der zum geringeren Theile auch auf die dunkelgelb gefärbte Huthaut zurückzuführen sein dürfte.

Der vollendeten Ausbildung des Hutes unmittelbar folgend hebt nun die letzte Katastrophe an: die Aufspannung des Hutes und seine Sporenentleerung. Erst zu diesem Schlussacte kommt der Stiel des Fruchtkörpers, bis dahin klein und oft kaum sichtbar, zu rapidester Entwicklung. Sie ist in Harmonie mit dem Gange der Differenzirung verzögert oder vielmehr hinausgeschoben, genau bis zu dem Punkte, wo der Hut in allen Theilen vollendet die volle Sporenreife erlangt hat. Inzwischen haben sich die Reihentheilungen oben im Stiele vollzogen und dauern noch fort, wenn in den unteren, den ersten dieser neugebildeten Zellen, die rapide Streckung Platz greift und von da nach oben fortschreitend in der kurzen Frist eines Tages den Hut zur Höhe von 4—7 Zoll (Taf. II, Fig. 8 und Taf. III, Fig. 1—4) emporhebt. Die Neubildungen der Stielzellen durch Reihentheilungen in den vorhandenen finden nur an der Spitze statt. Die Streckung beginnt sogleich mit dem Nachlassen weiterer Theilungen in den Zellen und schreitet von oben nach unten zunehmend fort. Noch innerhalb des Hutes erreichen die

Zellen die volle Länge, sie strecken sich an den Stellen, welche aus dem Hute gleichsam hervorgeschoben werden, nicht mehr. Alle ausserhalb des Hutes mit Tuschestrichen angebrachten Merkzeichen bleiben unverschoben in denselben Abständen von einander, in denen man sie aufgetragen hat. Die Zellen des Stieles, die anfangs nach der Theilung flach tafelförmig sind, erreichen eine ganz enorme Länge, bis die Streckung beendigt ist, sie wachsen bis zu einer Länge von 2—3 Mm. durch Streckung. Von dem Punkte, wo die Streckung aufhört, bis zur Theilungszone, gehen die Formen der Zellen von den langen cylindrischen Röhren schrittweise an Länge verlierend in die kurzen tafelförmigen ungestreckten Neubildungen (Taf. IV, Fig. 2 und 3₁) über. Man kann die wahre Länge nur durch Präparation messen, dadurch, dass man die einzelnen Zellen des gestreckten Stieles freipräparirt. Auf Längsschnitten sehen sie unverhältnissmässig kürzer aus, weil man in dem durchsichtigen Gewebe immer mehrere Lagen zugleich übersieht und die Scheidewände in diesen in eine Ebene überträgt, zumal wenn der Schnitt, wie es fast immer der Fall, nicht auf weiten Strecken in einer Ebene geblieben ist. Ich führe dies an, weil ich diesen Ansichten entsprechend in der Figur 9 Tafel V bei schwächerer Vergrösserung mehr Scheidewände angebracht, als sie in einer Ebene den Längen der Zellen nach vorkommen. — Mit der Längsstreckung der Zellen des Stieles ist noch eine beträchtliche Ausdehnung in tangentialer und radialer Richtung verbunden, welche den schon früh entstandenen Markraum des Stieles so beträchtlich erweitert, dass er schliesslich einer hohlen Röhre gleicht. Diese seitliche Dehnung nimmt späterhin mit der Länge des Stieles nach oben wieder ab, es wird der Stiel von unten nach oben dünner, meist ist er in den mittleren Regionen am umfangreichsten und merklich dicker als unten.¹⁾ — Das Wachstum des Stieles ist so rapide, dass man es mit blossen Auge sehen kann, wenn man nur unter dem Hut einen Punkt anbringt und 10 Minuten seinen

¹⁾ Die zunehmende und wieder abnehmende Dicke eines Stieles von ein und demselben Fruchtkörper ist nicht allein auf wachsende und wieder sinkende Streckung resp. seitliche Dehnung der Stielzellen zurückzuführen, hängt vielmehr wesentlich mit von den Neubildungen ab, welche in der Peripherie des Stieles durch secundäre Aussprossungen fortdauern. Werden diese Neubildungen intensiver, so nimmt der Stiel an Umfang zu, er verjüngt sich wieder, wenn sie nachzulassen beginnen. Man kann sich durch Zählen der Zellen auf Querschnitten aus verschiedenen Höhen leicht davon überzeugen, dass die Zahl derselben mit der Dicke zu und mit der Verjüngung wieder abnimmt.

Abstand vom Hute fixirt. Bei warmem Wetter wächst der Stiel in der letzten Hälfte der Streckung bei sehr grossen Fruchtkörpern stündlich über einen halben Zoll.

Schon die erste Wirkung der Streckung, die erste Verlängerung des Stieles durch Streckung muss mit Nothwendigkeit seine Verbindung zum Hute ablösen, weil der Stiel im Gipfel wächst, also aus dem Hute hervorwächst. In welcher Art erfolgt nun aber diese Ablösung des Hutes vom Stiele? Wir werden sie am leichtesten verstehen können, wenn wir uns die vorher bestehende Verbindung beider vergegenwärtigen.

Die Lamellen des Hutes sind frei geblieben, sie schlossen an ihrer Schneidenseite gegen den Stiel mit Cystiden »mit Trennungszellen« (Taf. IV, Fig. 12_{4u.6}) ab, und diese machten ihre Verbindung mit den reichen Hyphensprossungen der Stieloberfläche, welche eine natürliche Grenzscheide zwischen Stiel und Lamellen (Fig. 4 und 5₃) bildeten, unmöglich. Da hier keine Verbindung besteht, so trennen sich Lamellen und Stiel bei dem Eintritt der Streckung ohne alle Schwierigkeiten glatt und leicht von einander. Weiterhin verbanden die Hyphen der Volva oder umschlossen vielmehr als gemeinschaftliche Hülle Hut und Stiel (Taf. II, Fig. 2—4). Diese Verbindung beider durch die Volva würde gewaltsam in Folge der Streckung des Stieles gelöst werden, wenn sie nicht vorher schon friedlich vorbereitet wäre durch die Veränderungen, welche inzwischen die Volva des Hutes erfahren hat. Die Hyphen zerfielen wie wir sahen, soweit der Hut (Fig. 4_{3u.6}) reichte, zu kugeligen Zellen. Dieser Process war beendet, bis zur Peripherie des Hutes vorgeschritten, als die Huthaut ihre Ausbildung erfahren hatte. Hierdurch ist die Trennung der Volva an dem unteren Rande des Hutes von der des Stieles, die ihre Hyphennatur beibehält, von selbst gegeben. Der Hut kann sich demnach mit der Streckung des Stieles mühelos und unverschleiert, ohne Annulus oder Manchette beim Abschiede dem Stiele zu belassen, von ihm ablösen. Sobald es geschehen, hängt der Hut wie eine Glocke, nur im Gipfel am Stiele angeheftet, lose auf seinem Träger (Taf. III, Fig. 1), bei der geringsten Erschütterung zitternd und wackelnd, dass man fürchten sollte, er falle zur Ebene hinab.

Die eben erwähnten oberflächlichen Hyphenaussprossungen im Gipfel des Stieles (an den vorher vom Hute bedeckten Stellen) werden, mit der Streckung der Zellen des Stieles auseinander gezogen, zu einem zarten haarartigen Anfluge. Von diesem dünnen Flaume behaucht kommt der Stiel bei seinem Längenwachs-

thum aus dem Hute zum Vorschein: an seinen basalen Partien waren schon vor der Streckung, den Standpunkt zu befestigen, die mächtigen Rhizoidenstränge angelegt, welche weit in das Substrat hineinwachsen (Taf. III, sämtliche Figuren).

Die Streckung des Stieles ist begleitet von der allmählich fortschreitenden Aufspannung des Hutes. Die mechanischen Hilfsmittel, die hierfür notwendig werden, sind so einfach als möglich in der Structur des Hutes gegeben. Was ist mehr erforderlich als eine Action durch fortdauernde Streckung auf der einen, und ein Widerstand, in etwa passiv durch Elasticität nachgebend, auf der anderen Seite? Der Widerstand der elastischen Gewebe muss nothwendig nach aussen liegen, wenn die Aufspannung von innen nach aussen eintreten soll, das active Element muss nach innen gelegen sein. Das erste ist die verdickte Huthaut (Taf. IV, Fig. 15₂), das letztere sind die sich weiter streckenden Lamellen (Fig. 12 und 13). Sobald die Huthaut durch Verdickung der Zellwände sich ausgebildet hat, ist die weitere active Streckung dieser Zellen unmöglich. Die Streckung hört in der Peripherie des Hutes auf, aber auch nur hier, in den Lamellen dauert sie erst recht fort. Die Lamellen, welche durch Streckung sich verlängern und die Huthaut, die mit dieser in seitlicher Verbindung nicht über ihre Elasticitätsgrenze hinaus länger werden kann und darum der Streckung an der Innenseite Widerstand leistet, sind die beiden antagonistischen Elemente, welche die Aufspannung bewirken. Sie erfolgt langsam, die Spannung in der Huthaut wächst zunehmend mit der Streckung der Lamellen. Die im Hut bestehende Gewebespannung trägt die Schuld, dass die Fruchtkörper so gebrechlich sind, dass sie bei der geringsten Verletzung weite Spalten bekommen und sogar auseinander brechen. (Mehr noch als bei diesen kleinen Coprinen ist dies bei grösseren Pilzen der Fall, ich komme darauf bei Amanita noch einmal zurück). Mit der Streckung auf der Innenseite und dem elastischen Widerstande auf der Aussenseite schreitet die Aufspannung, die seitliche Ausbreitung des Hutes fort, ganz so, wie wenn man einen Regenschirm aufspannt.

Was ist aber die weitere Folge dieser Aufspannung für die Huthaut? Sie wurde angelegt als der Hut wie ein ungespannter Schirm den Stiel umschloss. Findet nun bei der Länge des Hutes eine Aufspannung statt, so muss der Hut und folglich auch die Huthaut nach unten in seitlicher Richtung den mehrfachen Raum ausfüllen. Nach der Verdickung der Zellmembranen der

Huthaut kann dies nurmehr durch Spannung der Zellen, durch Dehnung geschehen. Eine seitliche Dehnung auf den weit mehr als doppelten Raumumfang ist aber eine Unmöglichkeit; somit kann die seitliche Verbindung, die Continuität der Huthaut mit der Aufspannung des Hutes nicht bestehen bleiben, sie muss aufhören, sobald die Elasticitätsgrenze überschritten ist, es müssen Längsrisse auftreten. Die Aufspannung beginnt von unten nach oben, die Längsrisse müssen darum unten zuerst kommen, dann von unten nach oben fortlaufen, wenn mit der Aufspannung die Raumauffüllung in der Peripherie zunimmt. Das Aufreißen der Huthaut, die Längsrisse im Hut erfolgen an ganz bestimmten Stellen, nämlich immer nur genau über der Mitte einer Lamelle. Es wird erst die Hutwand bis zur Lamelle gespalten, dann geht die Spaltung weiter in die Lamellen selbst. Sie werden in zwei Hälften gespalten, die Elemente der Trama reißen in der Mitte auseinander; die Pallisaden und die Basiden bleiben als Hymenium in fester Verbindung. Es mag erwähnt sein, dass sich die Zellen der Tramahyphen vor der Spaltung, so weit es nach ihrem Inhalt und ihrer Elasticität möglich war, seitlich gedehnt haben, sie sind fast ganz zu einem grossmaschigen Gewebe geworden, bevor die Spaltung sie trennt und in dem Masse, als sie weiter fortschreitet. Das Gewebe der Hutwand unterhalb der Huthaut ist schon vorher collabirt und zusammengedrückt worden, es leistet bei der Spaltung keinen Widerstand.¹⁾

Die Stellung der Lamellen und des Hymeniums werden durch diese Vorgänge zweimal verändert. Anfangs waren die Lamellen ihrer Länge nach vertical von oben nach unten, die Schneiden nach innen gerichtet. Mit dem Aufspannen werden sie erst horizontal mit der Schneide nach unten gestellt, darauf zerreißen sie in der Mitte und mit dem Aufreißen werden die Hälften wiederum im rechten Winkel gewendet. Die Lamellen spalten sich in zwei Häute, in zwei hymeniale Flächen; welche, aus der verticalen in die horizontale Lage übergeführt, schliesslich die Zwischenflächen des Hutes überdecken; die Tramaseite ist zur Oberfläche des Schirmes, die hymeniale Seite zu seiner Innenbekleidung geworden.

¹⁾ Auf der Innenseite des Hutes sind die Schneiden der Lamellen durch Verwachsen der Grenzcytiden benachbarter Lamellen im Anfange zu einem Ganzen verbunden, diese Verwachsung löst sich beim Aufspannen des Hutes wieder ab, und es reißen hierbei gewöhnlich die Lamellen von der Schneide nach innen eine Strecke weit auf.

Nach der Längsspaltung der Huthaut bleibt diese nur in Form von strangförmigen Verbindungen (als antagonistisches Element zur Aufspannung des Hutes) bestehen, welche im Gipfel zusammenlaufen. Sie haben die Gestalt eines Sternes, dessen Arme vom Centrum ausstrahlen und nach dem Rande auslaufen. Die Zellen dieser Arme sind schon in der Anlage mit stärkerer Membranverdickung bedacht, während die Zwischenpartien für das spätere Zerreißen durch geringere Membranverdickung vorbereitet wurden.¹⁾ Wollte ich das Ganze durch ein triviales aber völlig zutreffendes Bild veranschaulichen, so könnte ich sagen, die Verbindungsleisten der Huthaut gleichen den Stangen eines Regenschirmes, die Lamellen gleichen der Seide, welche zwischen diesen eingefaltet liegt. Sobald die Aufspannung beginnt, reißen die Lamellen, gleichsam aus zwei gleichen Hälften zusammengelegt, auseinander und füllen, wie die eingefaltete Seide eines Schirmes zwischen den Stangen, die immer grösser werdenden Zwischenräume aus.

Nachdem die Huthaut gespalten, die Lamellen aufgerissen sind, bleiben nur zwei Elemente übrig, welche die letzten Acte der Aufspannung vollziehen: die antagonistischen Verbindungsstränge und die activen Pallisaden des Hymeniums; Hutwand und Trama sind verschwunden, den ersten Vorgängen des Aufspannens zum Opfer gefallen. Welches ist nun die Bedeutung dieser Pallisaden, dieser Paraphysen? Kann sie sich klarer entwickeln, als es hier geschieht? — Sie haben die Function mechanischer Zellen, welche durch ihre enorme Streckung die Aufspannung des Hutes bewirken. Können diese Elemente entbehrt werden? — Unmöglich, so lange die Art der Sporenentleerung bestehen bleibt. Kann ihre Anordnung im Hymenium (Taf. IV, Fig. 14) auch nur anders und besser gedacht werden, als sie sich vorfindet? — So weit meine mechanischen Kenntnisse reichen, nicht; sie mussten alternirend angelegt sein, um noch in einheitlicher Verbindung zu bestehen, bei welcher die Basidien durch die gewaltige Streckung der Pallisaden umschlossen, schliesslich in den Ecken der Zellen zu stehen kommen (Taf. IV, Fig. 7—14). Die ganze Differenzirung des Hutes, der Bau und die Structur der Lamellen sind ein Muster

¹⁾ Die Zellen der Huthaut sind nach dem Hutrande hin 2—3 mal so lang als breit; auf dem Gipfel des Hutes, dort wo die Längsspalten vom Aufspannen aufhören und die Continuität der Huthaut in Form einer undeutlichen Scheibe erhalten bleibt, werden die Zellen kürzer und zugleich ihre Membranen dicker.

vollkommener mechanischer Einrichtungen, die für den letzten Zweck, für die Sporenentleerung bestimmt sind.

Die Pallisaden, die ihrer Entwicklung nach nicht mehr als Paraphysen gelten können, wenn man diese Bezeichnung für die Ascomyceten beibehalten will, führen von allen Zellen des Hutes am längsten Inhalt, in ihnen dauert darum die Streckung, die ja nur eine besondere Art der Neubildung ist, ein intercalares Wachsthum der ganzen Zellhaut, um längsten fort. Sie erreichen eine ganz bedeutende Grösse und nehmen, da sie sich vorzugsweise seitlich dehnen, eine tafelförmige Gestalt an, bis sie endlich ihre Functionen erfüllt haben (Fig. 7—14).

Ich habe in der früheren Darlegung besonders betont, wie die Ausbildung der Lamellen, so verschieden sie der Zeit nach angelegt werden, gleichzeitig an allen Stellen des Hutes beginnt, wie sie 5 Tage bis zur Reife der Sporen in Anspruch nimmt, und wie sie an allen Stellen gleichzeitig abschliesst. Mit dieser gleichzeitigen Anlage, der gleichzeitigen Ausbildung, steht die gleichzeitige Entleerung, der einmalige Act des Sporenwerfens, im engsten Zusammenhange. Er beginnt an allen Lamellen zugleich, sobald der Hut horizontal gespannt ist und die aufgerissenen Lamellen als Zwischenbekleidung (als Seide des Schirmes) in horizontaler Lage den Hut bedecken, ihre Basidien frei nach unten gerichtet sind. Wenn sie anhebt, hört die Streckung des Stieles auf, der Hut ist zur höchsten Höhe, die der Stiel erreichen kann, emporgehoben. Die Sporen fallen von den Spitzen der Sterigmen, die an ihrer Spitze aufplatzen, wie ein dichter Regen, in dunklen Wölkchen sichtbar, zur Erde hinab.²⁾ Es genügt eine Minute Zeit während dieses Actes, um auf einem untergelegten Glase den Abdruck des Hutes in Sporen zu bekommen.

1) Bei einigen Ascomyceten, z. B. *Ascobolus* ist die Differenzirung der ascentragenden Hyphen und der sterilen Paraphysen eine ausserordentlich frühe, beide bilden differente Hyphen-systeme, deren verschiedener Ursprung auf die ersten Stadien des Fruchtkörpers zurückgeführt werden kann. Bei sehr vielen Ascomyceten ist diese frühe Differenzirung nicht zu beobachten, sie tritt z. B. bei *Peziza Sclerotiorum* und verwandten Formen (man vergleiche Sitzungsbericht der bot. Section der Naturf.-Versammlung in Hamburg, 1876, Brefeld über *Peziza Sclerotiorum*) erst sehr spät ein.

2) Die Sporen werden durch Aufplatzen der Sterigmen abgeschleudert. Es tritt nach dem Abwerfen der Sporen, welches bei allen 4 Sporen einer Basidie stets gleichzeitig erfolgt, aus den Sterigmen ein kleines Tröpfchen hervor, welches anzeigt, dass sie offen sind. Die Basidien sind vor dem Abwerfen der Sporen elastisch gespannt, ebendarum erfolgt ein plötzlicher Ruck, wenn

Die bereits entleerten Theile rollen sich am Rande nach aussen um; dadurch werden auch die basalen innersten Theile der Lamellen aufgespalten, horizontal gespannt und entleert. Die Lamellen haben gleichsam zuviel Seide für die horizontale Aufspannung, sie werden nicht gleich bis zum Ende (zur Spitze) gespalten, es geschieht erst mit dem Umrollen des Hutrandes (Taf. III, Fig. 2*d*).¹⁾ Dies ist die letzte heroische Leistung der Pallisaden, dann welken sie und zergehen. Das Umrollen des Hutes geht, mit der Sporenentleerung Schritt haltend, langsam fort; endlich ist der Hut zu einem zierlichen Knäuelchen (Fig. 2*c*₃) zusammengerollt und damit die Sporenentleerung beendet. Der ganze Act dauert 2—3 Stunden, dichte Sporenmassen bedecken den Boden rings um den Stiel. Die Reste des Hutes, das eingerollte Knäuelchen, aus den Huthauttrümmern und den Resten der Basidien und Pallisaden bestehend, zerfließt durch schnelle Auflösung dieser Elemente zu einem kleinen Tröpfchen, welches meist von anhängenden Sporen dunkel gefärbt ist, darauf zerfließt auch der Stiel von oben nach unten, und schon nach einem Tage ist er fast bis zum Fusse verjaucht; einige Tropfen Jauche bezeichnen die Stätte des früh dahingeflossenen Lebens.

Nach der hier in voller Ausführlichkeit erfolgten Darlegung bleibt vom morphologischen Gesichtspunkte aus in der Entwicklungsgeschichte des Coprinus kein dunkler Punkt der ferneren Aufklärung vorbehalten. Wir haben den Gang der Entwicklung von der ebengebildeten Spore, welche sofort keimfähig ist und diese Kraft weit über das Jahr²⁾ hinaus bewahrt, Zug um Zug lücken-

die Sporen abgeworfen werden, die Sterigmen aufplatzen und die Basidien durch Contraction ihrer elastisch gespannten Membran nach Maassgabe dieser Spannung von ihrem Inhalt entleeren. Die abgeworfenen Sporen führen stets von dem ejaculirten Inhalte der Basidien mit sich. Sobald man sie in zweckmässiger Weise an einem reinen Deckglase auffängt und gleichzeitig den Process der Sporenentleerung unter dem Mikroskope continuirlich verfolgt, sieht man, wie sie mit dem Inhalte ankommen, wie dieser aber, weil er nicht bedeutend ist, schnell verdunstet, also entweder gar nicht oder nur kurze Zeit gesehen werden kann.

¹⁾ Sobald die Aufspannung eines Hutes durch irgend einen Umstand nicht an allen Stellen gleichmässig, sondern an der einen Seite schneller erfolgt als an der andern, treten sofort Längsrisse im Hute auf, die Aufspannung wird überhaupt unvollständig und die Sporenentleerung eine mangelhafte.

²⁾ Einen sehr interessanten Fall von langer Keimfähigkeit von Pilzsporen habe ich vor einiger Zeit an dem *Aspergillus flavus* constatirt; die Sporen des Pilzes keimten nach 6 Jahren noch. Anfangs glaubte ich, die Keimkraft sei erloschen, weil innerhalb 8 Tagen keine Keimung zu beobachten war. Die Cultur blieb durch Zufall länger stehen, und in weiteren 8 Tagen keimte

los verfolgt. Der Bildung der Mycelien folgt am 8—10. Tage die Anlage der Fruchtkörper oder der Sclerotien, aus denen mittelbar die Fruchtkörper keimten. Sclerotien und Fruchtkörper, sind Producte vegetativer Sprossungen gleicher Art, aus denen sich Stiel, Hut und Volva, aus dem Hute Lamellen mit Hymenium differenziren. Von einer Sexualität, aus welcher der Fruchtkörper entstehen könnte, ist auch nicht die leiseste Andeutung, nicht an den Mycelien, nicht am Ursprunge der Fruchtkörper, noch an irgend einem Wendepunkt ihrer Entwicklung wahrzunehmen. Sämmtliche Elemente der Lamellen: Trama, Pallisaden, Cystiden und Basidien mit Sporen sind Differenzirungsproducte gleicher Hyphen. Fragen darüber, ob die Lamellen besondere Elemente sind im Gegensatze zum Hut und Stiel, ob die Basidien als fructificative Elemente des Hymeniums anderen Ursprungs sind als die sterilen Pallisaden, weitere Fragen, ob die Basidien etwa durch die Pallisaden wachsend von der Trama fort und fort neu angelegt werden, nachdem die früheren ihre Sporen abgeworfen haben, — alle diese und ähnliche Fragen sind auf Grund dieser Untersuchung müssige geworden, sie haben jede wissenschaftliche Berechtigung verloren.¹⁾

II. Experimentelle Versuche.

Wiewohl der geschlossene Gang der Entwicklungsgeschichte, klar und durchsichtig vom Anfange bis zum Schlusse, eine Einwendung zu Gunsten einer bestehenden Sexualität nicht zulässt, so hat doch die zeitherige Auffassung, wonach man in den Mycelien die Geschlechtsgeneration, in den Fruchtkörpern die

ein grosser Theil der Sporen aus, aus denen veritabler *Aspergillus flavus* in vollendeter Reinheit hervorging. Ich glaube nach dieser Beobachtung annehmen zu dürfen, dass die Keimzeit mit zunehmendem Alter der Sporen wächst, dass aber die Keimfähigkeit der Sporen von ungleich längerer Dauer ist, als wir jetzt annehmen, weil wir eben diesen Umstand der verlängerten Keimzeit bei seitherigen Versuchen ausser Acht gelassen haben.

¹⁾ Mit der Untersuchung dieses *Coprinus stercorarius* habe ich mich 2 Jahre beschäftigt und fort und fort Culturen in allen Variationen von dem Pilze unterhalten. Ich habe bei diesen Culturen namentlich auch die Frage in's Auge gefasst, ob denn mit der Hutfrucht der Endpunkt der Entwicklung des Pilzes erreicht ist. Auf der ganzen Summe der Culturen indessen, von denen einige länger als ein Jahr gestanden haben, konnte ich niemals etwas anderes als Sclerotien und Hutfrüchte erreichen; ich habe hiernach die Ueberzeugung gewonnen, dass in den letzteren thatsächlich der Höhe- und jetzige Endpunkt der morphologischen Differenzirung des Pilzes erreicht ist.

geschlechtlich erzeugte Generation annehmen zu müssen vermeinte, in der Analogie mit anderen Pflanzenklassen, bei welchen die Fruchtkörper erwiesenermassen Producte der Sexualität sind, zu viel Wahrscheinlichkeit für sich, als dass es räthlich erscheinen könnte, die Sache ohne weitere Prüfungen als abgethan anzusehen. Diese Verhältnisse erwägend, sann ich darüber nach, ob und in wie weit es möglich sein könnte, in experimentellen Versuchen neue Thatsachen zu gewinnen, welche unabhängig von der Beobachtung der Entwicklungsgeschichte, geeignet sein würden, ihre Ergebnisse zu stützen oder zu widerlegen. Ich bin in diesem Gedankengange zu Untersuchungen über Sexualität gekommen, welche einen morphologisch-physiologischen Charakter tragen, deren leitende Ideen in unserer Wissenschaft neu sind, die darum über die mykologischen Grenzen hinaus ein allgemein botanisches Interesse darbieten. Dies ist der Grund, wesshalb ich die Resultate, zu welchen sie geführt haben, getrennt für sich dem ersten speciellen entwicklungsgeschichtlichen Abschnitte hier anschliesse.

Schon in diesem ersten Abschnitte habe ich eine Versuchsreihe dieser Art eingeflochten, wenn auch ihre Ausführung erst an dieser Stelle die volle Berechtigung haben dürfte. Ich zeigte gelegentlich der Keimung der Sclerotien, wie es durch Störung der normalen Keimung gelingt, den Beweis zu führen, dass die Sclerotien, sichtbar durch vegetative Sprossung an den Mycelien entstanden, aus einem und demselben dichten Geflechte gewebeartig verbundener Hyphen zusammengesetzt sind, welche gleichwerthig in ihrem Ursprunge in jeder Zelle hyphenartig auszusprossen und aus diesen ebenfalls gleichwerthigen Hyphensprossen je einen Fruchtkörper zu bilden vermögen, welcher in allen Vorgängen der Bildung durchaus demjenigen gleich ist, der an einem gewöhnlichen Faden des Myceliums entsteht. Indem hiermit weiter der Beweis gegeben wurde, dass sich jede Zelle eines Sclerotiums wie eine Zelle eines Mycelfadens verhielt, war es nicht wohl möglich, in den Sclerotien etwas anderes zu sehen als dicht verknäulte Mycelfäden, welche in diesem Zustande eine Dauerperiode zu überwinden vermögen.

Diese an den Sclerotien mit so entscheidendem Erfolge ausgeführten Versuche, durch welche ich schliesslich Tausende von Fruchtanlagen an einem Sclerotium erzeugen konnte, habe ich darauf, wie ich ebenfalls bereits Seite 33 angedeutet, an den Mycelien wiederholt. Auch hier konnten durch Unter-

drückung der ersten Fruchtanlagen beliebig neue an den Fäden der Mycelien hervorgerufen werden.

Da nun alle Fruchtanlagen an den Zellen des Sclerotiums in gleicher Weise, wie an den Fäden der Mycelien, durch vegetative Sprossung entstanden sind, und alle späteren Elemente der Fruchtkörper, welche im fertigen Zustande unterschieden werden können, Stiel, Volva, Hut, Lamellen und Rhizoiden aus dem gleichen vegetativ aussprossenden Hyphenelemente differenzirt werden, so setzte ich die an den Sclerotien und Mycelien begonnenen störenden Eingriffe bei den Fruchtkörpern selbst fort. Das Material war für solche Versuche wie geschaffen, die Sclerotien leicht in unbegrenzter Menge zu gewinnen und in jedem Augenblicke keimbereit, die Fruchtanlagen selbst durch die schnellste Entwicklung gefördert. Gleichsam wie ein Same an dem auskeimenden Embryo einer Pflanze, hängt das Sclerotium mit nur langsam versiegender Fülle von Nährstoffen an dem Fruchtkörper, und dieser ist in jedem Stadium seiner Entwicklung beliebigen mechanischen Eingriffen zugänglich.

Die erste Störung, die ich ihm anthat, bestand darin, dass ich mit einer Scheere den Hut in schnellem Schnitte vom Stiele trennte. Die Hinrichtung wurde natürlich bei mehreren Hunderten von keimenden Sclerotien zugleich vorgenommen, und der Sand, auf welchem die Sclerotien zur Keimung ausgelegt waren, nach der Enthauptung reichlich benetzt, damit die Stielstümpfe im dunstgesättigten Raume nicht eintrockneten. In den ersten Tagen waren äusserlich erkennbare Veränderungen an ihnen nicht zu finden; etwa neu aus der Oberfläche des Sclerotien auskeimende Fruchtanlagen wurden sogleich durch Abwischen unterdrückt. Am 3ten Tage konnten auf der Schnittfläche des abgeschnittenen Stieles neue Hyphenaussprossungen wahrgenommen werden, die leicht auf eine oder mehrere Enden der Stielzellen ursprünglich zurückzuführen waren. Diese Aussprossungen, rein vegetativer Natur, waren ganz und gar identisch mit denjenigen, welche wir früher an den Zellen der Mycelfäden oder der Sclerotien als erste Elemente der jungen Fruchtanlagen entstehen sahen. Diesen gleich vermehrten sie sich zu einem Hyphenknäuel, und machten in diesem die einzelnen Stadien der Entwicklung durch, wie sie uns bekannt sind. Zuerst erkannte man Stiel und Volva, dann Stiel, Hut und Volva, welche darauf je für sich die Reihe der Differenzirungen erfuhren, wie normale Fruchtkörper. Sobald die Fruchtanlage an Masse zunahm, wurde die Verbindung des neuen Spröss-

lings mit dem Stielstumpfe auf breiterer Basis vermittelt, als sie anfangs entstanden war. Es breiteten sich neue Hyphensprossungen am Fusse des neuen Stieles aus und verbanden ihn fester auf der breiten Fläche des Stielstumpfes¹⁾ (Taf. III, Fig. 6). Nach 7—9 Tagen gelangte der neue Fruchtkörper, das Sclerotium erschöpfend, zur vollen Reife. Aber merkwürdig genug wurden erst vorher an seiner Basalstelle Rhizoiden erzeugt²⁾, welche über den Stumpf hinabwachsen, und wenn sie früher an dem Stumpf, also an der Basis des Sclerotiums, bei der Hinrichtung noch nicht gebildet waren, so wurden sie auch hier mit der Reife des Sprösslings hervorgerufen (Fig. 6 *b* und *c* 5., 5.).

Das Endresultat des Versuches lautet demnach dahin, dass, wenn man einer jungen Fruchtanlage den Hut abschneidet, aus der Schnittfläche des Stieles und zwar aus beliebigen Oberflächenzellen durch vegetative Sprossung eine neue Fruchtanlage entsteht, welche später mit dem alten Stummel an der Insertionsstelle, an der Stielbasis continuirlich verschmilzt, und auf ihm zur vollen Entwicklung kommt. Der Stiel in seiner Gesamtheit besteht aus zwei consecutiven Generationen von Fruchtkörpern, das untere Ende entspricht der ersten, der obere Theil der zweiten, deren Hut zur Reife gelangte.

Diesen ersten einfachen Versuchen reiht sich eine 2te Serie an mit gleichem Endresultate. Sie wurden dahin modificirt, dass ich die Schnittfläche verklebte, so dass sie nicht auswachsen konnte, oder dass ich die hier entstehende neue Fruchtanlage im ersten Keime störte. Nun wuchsen beliebige Zellen der Stieloberfläche aus. Die vegetativen Hyphensprosse normalen Ansehens verbanden sich zu jungen Fruchtanlagen, differenzirten Hut, Stiel und Volva aus sich, und nach 7—9 Tagen stand der seitlich entsprossene Fruchtkörper in voller Reife (Taf. III, Fig. 8 *a—d*). Wir können also sagen, dass Oberflächenzellen der Schnitt- und Seitenfläche eines Stieles neue Fruchtkörper ohne Mycelbildung vegetativ hervorzubringen im Stande sind; und dass es jede beliebige Zelle kann, lehrt erstens die Thatsache, dass die Fruchtanlagen an verschiedenen Stellen entstehen, zweitens die weitere Thatsache, dass viele Fruchtanlagen zugleich, oft mehrere auf der Schnittfläche und viele auf den Seitenflächen auftreten,

¹⁾ Diese spätere Verbindung auf breiterer Basis ist derjenigen gleich, welche wir bei der Auskeimung der Fruchtkörper aus den Sclerotien kennen lernten (Taf. II, Fig. 10).

²⁾ In den regelmässig an den Basaltheilen neu entstehenden Rhizoiden der Sprossfrucht kommt, wie ich glaube, deren Charakter als neue geschlossene Individualität zum Ausdruck.

endlich der Versuch, dass man auch hier durch Abwischen der Fruchtanlagen schliesslich jede Zelle zum Austreiben bringen kann. In den Fig. 9 *a—d* habe ich zahlreiche Fälle dieser Art dargestellt, in einem (*c*) befinden sich 5 Fruchtanlagen auf einer Schnittfläche, von denen bereits eine in der Grösse den gegen die übrigen gewonnenen Vorsprung anzeigt.

Es schien mir nach diesen Resultaten nicht unwahrscheinlich, dass es gelingen könnte, diese Sprossgenerationen weiter zu treiben, dass nach abermaligen und wiederholten Verstümmelungen Sprossgenerationen höheren Grades zu erreichen sein würden. Was sie in der Entwicklung hindern konnte, war voraussichtlich nur eine zu frühe Erschöpfung der Sclerotien. Um nun diese für die weiteren Versuche zu vermeiden, wählte ich vorzugsweise dicke Sclerotien aus und schnitt den Hut der Fruchtanlagen in jüngeren Stadien ab als früher.¹⁾ Sobald die erste Sprossgeneration aus dem abgeschnittenen Stumpf genügend vorgeschritten war, nahm ich ihr den Hut weg. Es erfolgte nach mehreren Tagen an den Schnitt- und Seitenflächen des Stieles die Bildung neuer Fruchtanlagen, die später zur Sporenreife gelangten (Fig. 11 *a* und *b*). An besonders dicken Sclerotien gehörte es nicht zu den Seltenheiten, dass die Stielstümpfe der ursprünglichen und der ersten Sprossgeneration zugleich trieben, und dass mehrere Fruchtkörper zur Reife gelangten, die dann natürlich weniger gross ausfielen. Der Stiel setzte sich nunmehr aus drei Generationen zusammen, aus der ursprünglichen und aus zwei Sprossgenerationen, deren letzte den Hut trug. Hier entstanden Rhizoiden an allen Verbindungsstellen und auch an der Basis.

Ich verstümmelte hierauf die 2te Sprossgeneration und nach wenigen Tagen erschien die 3te durch neue Sprossung aus der 2ten (Fig. 12 *a* und *b*). Einen Theil von diesen Versuchsobjecten liess ich reifen, den andern verstümmelte ich wiederum. Abermals erschien die 4te Sprossgeneration, von welcher ich einen Fall in verhältnissmässiger Ueppigkeit, der Sporenreife nahe, in der Fig. 13 abgebildet habe.

Ich hätte diese Versuche unbegrenzt weiter führen können, wenn nicht die Entleerung der Sclerotien sie natürlich begrenzt hätte, die Auswahl mächtiger

¹⁾ Auch hier ist es zweckmässig, von einem bestimmten Punkte an das Licht nur mangelhaft auf die Culturen einwirken zu lassen, um durch stärkere Streckung des Stieles und gleichzeitige Hemmung der Hutausbildung einmal eine frühe Abtrennung des Hutes zu ermöglichen, dann auch der zu schnellen Erschöpfung der Sclerotien durch die Hutausbildung vorzubeugen.

Gebilde wie z. B. der Fig. 15, Taf. VIII würde diesem Umstande vorgebeugt haben, doch ich sah den Zweck nicht ein, die zeitraubenden Versuche aufs äusserste zu treiben, da aus dem mitgetheilten genugsam erhellt, dass die natürliche Grenze dieser consecutiven Sprossgenerationen einzig und allein in der Erschöpfung der Sclerotien natürlich gegeben ist. — Ich brauche kaum noch anzuführen, dass auch diese Ergebnisse stets aus der Fülle¹⁾ des Materials geschöpft wurden, dass für die einzelnen Versuchsreihen jedesmal ganze Culturen von Sclerotien in Verwendung kamen, die immer theilweise zum völligen Verblühen stehen gelassen wurden, während der andere Theil in jugendlichen Stadien den Versuchen zur weiteren Aussprossung durch Verstümmelung diente.

Besehen wir das letzte Product 4maliger Verstümmelung (Taf. III, Fig. 13), so finden wir eine Combination von fünf Fruchtkörpergenerationen, deren Stielstümpfe über einander zu einem Stiele verwachsen sind, die Narbenstellen und die einzelnen Verwachsungen sind deutlich zu erkennen, der Stiel der 5ten Generation ist noch nicht zur vollen Entwicklung gelangt und trägt den fast sporenen Hut an seiner Spitze, der ihm gelassen wurde.

Ich suchte nun diese Versuche nach einer anderen sehr naheliegenden Seite zu ergänzen. Warum sollte an dem Hute nicht das Gleiche zu erreichen sein, wie am Stiele, da ja Hut und Stiel gleichen genetischen Ursprungs sind, der Hut der obere, der Stiel der untere Theil der verbundenen Hyphensprosse ist? Allerdings lagen die natürlichen Verhältnisse für die Versuche in sofern ungünstig, als der Hut abgetrennt werden musste und hierdurch die Verbindung zur Nahrungsquelle, zum Sclerotium, verlor. Es konnten folglich Neubildungen durch Sprossung nur auf Kosten der im Hute selbst vorhandenen Nährstoffe entstehen, und diese reichen für kräftigen Entwicklungen nicht aus. Aber was bedarf es derer? Wir wissen ja, dass die Fruchtanlage auch von grösster Kleinheit in zwei Tagen die erste charakteristische Differenzirung in Stiel, Hut und Volva vollzieht, die vollkommen ausreicht, sie als solche zu identificiren. Ein weiteres Hinderniss für diese Versuche war darin gegeben, dass die abgeschnittenen Hüte, trotzdem sie abgeschnitten waren, ihre weitere Entwicklung vollzogen, ja dass sie sie vollzogen, auch wenn ich sie in mehrere Hälften gespalten hatte; es

¹⁾ Ganz dieselben Sprossungen erreichte ich später allein schon durch die Entziehung des Lichtes nach erfolgter Keimung der Sclerotien. Die Finsterniss wirkt ähnlich wie eine Verstümmelung; ich komme demnächst speciell auf diese Versuche zurück.

streckte sich Stiel und Hut, der Hut wurde aufgespannt und entleerte seine Sporen. Diese fortlaufende Entwicklung musste verhindert werden, wenn eine Aussprossung am Hute erfolgen sollte, sie musste gehemmt werden, ohne dass seine Elemente abstarben.

Im Anfange misslangen alle Versuche; immer erfolgte die Streckung und Entwicklung des abgeschnittenen Hutes. Es war der Zeitpunkt nicht richtig getroffen, es waren die Hüte zu spät abgeschnitten, wenn schon die Streckung begonnen hatte, die einmal eingeleitet unablenkbar fortging. Späterhin wählte ich dicke Fruchtanlagen aus und schnitt sie vor der Streckung ab, jedoch nicht zu früh, zu einer Zeit, in welcher die Lamellen der Vollendung nahe waren. Ich legte die Hüte zusammen auf feuchten Sand und cultivirte sie, wie sonst Sclerotien. Nun unterblieb die Entfaltung des Hutes, ebenso wenig ging er durch Eintrocknen unter. Nach wenigen Tagen begannen die Aussprossungen, aber leider immer nur am Stiele. An der Schnittfläche entstanden wie an den correspondirenden Stümpfen Hyphensprosse, welche sich (wie die an den Fäden der Mycelien, an der Oberfläche der Sclerotien und an den Fruchtsielen, die den Sclerotien nach dem Abschneiden des Hutes verblieben), zu neuen Fruchtkörpern differenzirten, die Stiel und Hut und in diesem die Lamellen deutlich angelegt hatten (Taf. V, Fig. 5a). Nur in einem Falle, an einem besonders üppigen Hute, den ich von einem Riesensclerotium abgeschnitten, erlangte eine Fruchtanlage an der Schnittfläche des Stieles, zwar klein und schwächig im Vergleich zu dem Mutterhut, der ihn nach Kräften ernährte, die Sporenreife. Das ganze Gebilde war übrigens an sich äusserst komisch. Es bestand aus einem Stiele, welcher an jedem Ende einen Hut trug und entsprach der Combination von zwei Fruchtkörpern, die an ihren Stielen mit einander verwachsen sind, der eine abgeschnittene Fruchtkörper war gross, seines Inhaltes entleert und in der Entwicklung verkümmert, der andere hingegen, das Sprossproduct des ersten war nur klein, hatte aber keck seinen Stiel gestreckt und trug in seinem Hütchen reife Sporen. Der Stielstummel des ersten bildete die unmittelbare Fortsetzung des Stielchens der kleinen Sprossgeneration, eine plötzliche Verjüngung (Fig. 5a) in den Dimensionen zeigte deutlich ihre Verbindungs- und Ursprungsstelle an. — Durch die Aussprossung der Stielbasis wurden in den meisten Fällen die Sprossbildungen am Hute verhindert: ich verklebte sie zuerst, um den Hut selbst zum Treiben zu bringen. Nunmehr ent-

standen die Sprossungen am Rande des Hutes, am Ausgange der Lamellen. Sie entstanden zahlreich, oft bis 70 am innern Hutrande, und jede von ihnen kam so weit in der Entwicklung, dass man Hut, Stiel und Volva deutlich erkennen konnte (Fig. 5*b*). Bei den Operationen indess, die Ursprungsstellen deutlich zu sehen, zerfiel der alte Hut in Trümmer, er war jeder Präparation unzugänglich. Diese Schwierigkeiten mussten umgangen werden, und nichts war leichter als dies. Die sämtlichen Versuche hatten genugsam gezeigt, dass vorzugsweise die Schnittflächen auswachsen; ich schnitt darum bald vom Gipfel ein Stück ab und stellte hier eine Schnittfläche her, bald theilte ich den Hut der Länge nach in zwei Hälften und zwar in zwei ungleiche, so dass ich den Stiel dabei nicht anschnitt, um vorzugsweise die Lamelle und den Hutrand zu begünstigen. Beide trieben nun an der ganzen Schnittfläche aus und aus den Sprossen bildeten sich bis gegen 10 junge Fruchtanlagen (Taf. II, Fig. 6), die mitunter so dicht neben einander standen, dass sie sich gegenseitig berührten. Einige bescheidene Fälle, in denen die Stellen der Aussprossung deutlich zu sehen waren, habe ich in den Figuren 7 und 8 abgebildet; in der letzten sind mehrere Lamellen durch Präparation abgetrennt, welche drei Fruchtanlagen, sämtlich differenzirt, theils an der Schneide, theils mehr nach innen ausgetrieben haben. Die Basalstelle dieser Anlagen ist klein und eng begrenzt; es können nur die hymenialen Flächen, die Pallisaden und Basidien gewesen sein, welche durch Hyphenaussprossung das Material für die Neuanlage der Fruchtkörper hergaben.

Hiermit sind die Versuche nach dieser Richtung erschöpft; es ist unmöglich sie weiter zu ergänzen, sie in ihren Resultaten klarer und fester zu gestalten, als sie uns vorliegen. Und wenn uns früher die Beobachtungen über die erste Bildung der Fruchtkörper überzeugend darthaten, dass sie als einfache Hyphensprossungen an beliebiger Stelle und in beliebiger Zahl an den Mycelien entstehen, wenn ferner die Beobachtung und das Experiment lehrten, dass dieselben (genau die gleichen) Hyphensprossungen aus beliebigen Zellen der Sclerotien für die Fruchtanlage entstehen, dass Tausende von Fruchtanlagen aus jeder Zelle der Oberfläche und des Innern eines Sclerotiums entstehen, so zeigen uns jetzt, nicht minder klar, die langen Reihen experimenteller Versuche, dass auch jede Zelle des vegetativ entstandenen Fruchtkörpers, jede Zelle des Stieles (Taf. V, Fig. 9), jede Hyphe des Hutes, der Lamellen des Hymeniums (Fig. 5—8) an fast jedem Punkte der Ent-

wicklung dieselben Hyphensprossungen zu bilden vermag, dieselbe Fruchtanlage aus ihnen zu erzeugen befähigt ist, wie sie an den Zellen des Myceliums, wie sie am Sclerotium entstehen. Jede Zelle eines Fruchtkörpers verhält sich hiernach vegetativ, wie die Fäden des ursprünglichen vegetativen Myceliums. Wie steht es nun mit der Sexualität? Wie sieht es aus mit der Vorstellung, nach welcher der Fruchtkörper das Product einer Sexualität, die Mycelien und Fruchtkörper die Wechselgenerationen einer Pflanze bilden, die einander folgen und sich erzeugen? Wo soll die Sexualität verborgen liegen (man könnte dies noch annehmen, trotzdem man sie nicht sehen kann)? Kann sie anderswo gelegen sein, als in den Hyphensprossungen, welche die Bildung des Fruchtkörpers einleiten? — Nehmen wir an, sie läge dort verborgen, es ginge in den Sprossungen, welche an einem Mycelfaden entstehen, ein Sexualact, nicht sichtbar, vor sich, dessen Product der Fruchtkörper ist, nehmen wir also an, die Mycelien wären die Geschlechtsgeneration und die Fruchtkörper die geschlechtlich erzeugten Früchte, und wir wollen sehen, zu welchen interessanten Consequenzen wir kommen.

Wir sind gezwungen, sobald wir dies annehmen, zugleich zuzugestehen, dass auch in den Aussprossungen eines Sclerotiums zum Fruchtkörper ein Sexualact vor sich geht, weil diese Aussprossungen, aus jeder Oberflächenzelle eines Sclerotiums, genau so vor sich gehen, wie die an einem Mycelfaden, und weil sich in beiden Fällen in der gleichen Weise der gleiche Fruchtkörper aus ihnen bildet. Machen wir dies nothwendige Zugeständniss, so würde hieraus folgen, dass je nach Umständen die Sexualität im Entwicklungsgange einer Pflanze an zwei verschiedenen Stellen auftreten könne, dass sie einmal an den Mycelfäden vorkomme, um ein anderes Mal nach einer ganz anderen Stelle nach der Keimung der Sclerotien verlegt zu werden, Vorkommnisse, die vorläufig im Pflanzenreiche ohne Analogie dastehen würden. Wir müssten weiterhin annehmen, dass bei jeder Aussprossung einer Oberflächenzelle eines Sclerotiums ein Sexualact vor sich ginge, der sich dann nach unseren früheren Versuchen, Tausende von Malen an einem Sclerotium wiederholen müsste, was freilich nicht unmöglich, aber zum mindesten nicht sehr wahrscheinlich ist. Nun wächst aber jede Zelle eines Fruchtkörpers, jede Zelle eines Stieles des Hutes oder der Lamellen zu denselben Hyphen aus, aus welchen am Mycelium und am Sclerotium der Fruchtkörper entsteht, aus welchen er auch hier und zwar genau in derselben

Weise sich aufbaut. Auch hier müssen wir darum, wenn in diesen Aussprossungen die Sexualität verborgen liegen soll, einen Sexualact annehmen. Dies kann nur so gedacht werden, dass ein Product der Sexualität selbst sexuell wird, dass es unmittelbar aus beliebigen Zellen und zu beliebiger Zeit, genau wie eine Geschlechtsgeneration, Sexualzellen erzeugt, welche nach der Befruchtung einen Fruchtkörper bilden. Nun sprosst dieser zweite Fruchtkörper, der aus dem ersten ohne eine eigentliche Geschlechtsgeneration (die doch zur Erzeugung der Fruchtkörper da ist) hervorgewachsen ist, wiederum in jeder Zelle aus, und abermals würde die Geschlechtsgeneration übersprungen gedacht werden müssen. Das zweite Product der Sexualität, aus dem ersten geschlechtlich entsprungen und mit ihm verwachsen, erzeugt in derselben Weise den dritten Fruchtkörper, dieser wird nochmals direct sexuell, und durch den dritten Sexualact entsteht der vierte Fruchtkörper, aus diesem der fünfte, und so fort. Wir kämen so zu einem Bauwerk der merkwürdigsten Art: Auf der Basis einer Geschlechtsgeneration entstehen fünf ihrem morphologischen Werthe nach ungeschlechtliche Generationen, die immer auseinander hervorgehen in der Art, dass der Reihe nach 4mal die Geschlechtsgeneration übersprungen wird, und 4mal nach einander die zunächst ungeschlechtliche Generation selbst sexuell wird und unmittelbar aus jeder beliebigen Zelle Sexualzellen treibt, welche die nächste Generation erzeugen. Existirt ein Generationswechsel gleicher Art im Pflanzenreiche? — In der genetischen Reihe der Pflanzentypen, von unten nach oben verfolgt, finden wir bei den Thallophyten mit Sexualität nirgends eine Folge von Generationen, wie sie uns hier bekannt geworden ist.¹⁾ Freilich sind nirgendwo Versuche dieser Art gemacht worden, aber wo sie gemacht werden konnten, sind sie (bei mir vorläufig) resultatlos verlaufen. Bei den Moosen ist die zweite Generation die hoch differenzirte Capsel: Sprossgenerationen zu neuen Capseln sind unbekannt, ich habe bereits Versuche eingeleitet sie künstlich hervorzurufen und werde darüber später berichten. Bei den Farnen sind Sprossungen der zweiten Generation häufig, bei den Phanerogamen sind sie fast allgemein und die mächtigsten Gebilde der Pflanzenwelt entstehen aus consecutiven Sprossgenerationen, die sich gleichsam zu einem Individuum verbinden. Aber

¹⁾ Bei Florideen z. B. *Calosiphonia*, *Halymenia* hat *Bornet* ein erneutes Aussprossen der carpogenen Zellen nach der Reife der ersten Sporen beobachtet. *Notes algologiques par Bornet et Thuret. Paris 1876.*

welcher Art sind diese Sprossgenerationen? Sie entstehen überall, wo sie bekannt sind, durch vegetative Aussprossung, sie entstehen als eine vegetative Vermehrung der zweiten Generation, die hier vollkommene Individualität erlangt hat. Die Bildung dieser Sprossgenerationen ist eine vegetative, und darum ist sie dem ersten Ursprunge nach eine wesentlich andere, wie die der geschlechtlich erzeugten Stammgeneration, welche sie hervorbringt. Sie entstehen nicht aus dem befruchteten Keimbläschen oder aus der befruchteten Bauchzelle eines Archegoniums, und erfahren nicht die Reihe bestimmter morphologischer Differenzirungen, wie ein Embryo nach der Befruchtung. Hierin liegt der grosse Unterschied dieser äusserlich ähnlichen Vorkommnisse mit denjenigen, welche wir vorhin bei den Fruchtkörpern der Pilze in Betracht gezogen haben. Bei ihnen ist die Bildung des ersten Fruchtkörpers auf den Mycelien, der also die Stammgeneration sein würde, genau übereinstimmend mit den späteren Bildungen neuer Fruchtkörper auf dieser Stammgeneration. Nehmen wir in der ersten Bildung eine verborgene Sexualität an, so müssen wir sie für die späteren ihrer vollkommen gleichen Entstehung nach ebenfalls annehmen. Thun wir dies, so geht uns die Berechtigung aus, sie als Sprossgenerationen aus der ersten und als ungeschlechtliche Bildungen zu betrachten im Gegensatze zu dieser ersten, die geschlechtlich erzeugt sein würde, denn (um einen anderen Ausdruck zugebrauchen) alle späteren Sprossgenerationen entstehen als embryonale in der gleichen Weise wie diese, sie bilden sich ganz ebenso aus den Zellen des Fruchtkörpers, wie sie aus den Zellen des Myceliums entstehen. — Ein Vergleich¹⁾ der Sprossbildungen bei höheren Pflanzen mit diesen an den Fruchtkörpern der Basidiomyceten neu festgestellten ist folgerichtig nicht zutreffend.

¹⁾ Träfe der Vergleich zu, bestände wirklich eine Sexualität bei der ersten Bildung der Fruchtkörper auf den Mycelien oder auf den Sclerotien, und wären die weiteren Sprossbildungen an den Fruchtkörpern ungeschlechtlich, so würde die Entdeckung der vegetativen Fortpflanzung der Früchte durch Sprossung, als die erste bei den Thallophyten, gleichwohl ihre Bedeutung haben. Es würden die Basidiomyceten nach diesen Sprossbildungen auf die morphologische Höhe der Gefässkryptogamen und der Phanerogamen gehoben werden. Zweifel darüber, dass eine wirkliche Vermehrung durch die Sprossung, eine Erzeugung von mehreren Fruchtkörpern aus einem stattfindet, werde ich demnächst beseitigen, wenn ich zum Einflusse des Lichtes auf die Entwicklung dieses Pilzes komme, durch dessen Entziehung eine ganz enorme Sprossung der Fruchtkörper eingeleitet wird und eine Fruchtreife von mehreren Sprossbildungen aus einem Fruchtkörper sogar in verschiedenen Sprossgenerationen mit Leichtigkeit erreicht werden kann

Aus der Reihe dieser Erwägungen und Vergleiche geht hervor, dass wir durch die Annahme einer Sexualität, die man weil sie in den ersten Hyphen-sprossungen beim Aufbau des Fruchtkörpers verborgen liegt nicht sehen kann, zu Deutungen der dargelegten neuen Thatsachen geführt werden, von denen gewiss schwerlich behauptet werden wird, dass sie wahrscheinliche und natürliche sind. Deutungen, für welche eine Analogie im Pflanzenreiche nicht zu finden ist. — Drehen wir aber nur den obigen Ausdruck für die Thatsache, dass Sprossgenerationen und embryonale Generation einander gleich entstanden sind, dahin um, dass die embryonale mit den Sprossgenerationen ihrer Bildung nach übereinstimmt, so haben wir die einfache Wahrheit. Sie ist selbst nur eine Sprossbildung und kein Product der Sexualität, keine zweite Generation, sondern ein zur Fructification differenzirter Abschnitt der ersten, welcher als einfaches Sprossungsproduct überall aus jeder Zelle entstehen und durch äussere Beeinflussung und Störung in jedem Stadium der Entwicklung, an jeder beliebigen Stelle neu entstehen kann. Die Beobachtungen sind so natürlich gedeutet, alle Thatsachen erscheinen einfach und klar, die Unwahrscheinlichkeit ist verschwunden und eine Auffassung zur Seite geschoben, welche alle Thatsachen gegen sich hat.

Dieser ersten Hauptserie von experimentellen Versuchen werde ich jetzt eine zweite gegenüberstellen, in der Ausführung nicht weniger umfangreich, in ihren Resultaten nicht minder bestimmt, als es die erste war. Ein Gedanke führte mich auf diesen Weg der Untersuchung, den ich an keiner Stelle der Literatur angedeutet finde, so nahe er auch liegt. Das Wesen der Sexualität offenbart sich darin, dass die Pflanze Zellen erzeugt, welche für sich nicht entwicklungsfähig sind, die es erst dadurch werden, dass sie sich gegenseitig verbinden. Durch dies Zusammenwirken der Sexualzellen wird bei den Pflanzen der ursprüngliche Gang nicht ohne weiteres wiederholt und von vorn begonnen, sondern ein neues Stück der Entwicklung eingeleitet, wesentlich von dem verschieden, wie es vorher bestand. Das Product der Sexualität ist im einfachsten Falle bei den niederen Pflanzen, den Algen und den Pilzen, eine Zygo- oder Oospore (bei Fucus nur transitorisch vorhanden), beides Bildungen neuer Art und von wesentlich anderer Form als Mycelium und Thallus, auf welchen sie entstanden sind. Höher hinauf wird bei den Florideen und bei den Moosen eine Capsel gebildet mit Sporen, die ihrer Gestalt, ihrem morphologischen Aufbau nach wesentlich verschieden ist von der Moospflanze, welche sie erzeugte. Bei den Farnen ist

die grosse Farnpflanze das Product aus den verschmolzenen Sexualzellen; diese entstehen an kleinen thallösen Pflänzchen, den Prothallien, welche kaum Vergleichspunkte bieten mit den mächtigen Gebilden, die aus ihnen hervorgehen. Die höchsten Pflanzen endlich, die Phanerogamen, sind Producte der Sexualität und selbst. sexuell geworden. Der Pollenschlauch ist das einzige individualisirte Ueberbleibsel der ursprünglichen Pflanze; ein Vergleich beider mit einander lehrt den gewaltigen Unterschied, der zwischen ihnen besteht. Von unten nach oben verfolgt wird der Unterschied zwischen dem neu erzeugten Product der Sexualität und der ursprünglichen geschlechtlichen Pflanze stetig grösser. Aus einem kleinen einzelligen Anhängsel an der ursprünglichen Pflanze wird es zur reich differenzirten Capsel, gewinnt Individualität, und je weiter dieser geschlechtlich erzeugte individualisirte Abschnitt der Entwicklung fortschreitet, um so mehr geht der ursprüngliche zurück, er wird kleiner, schliesslich einzellig und zum Theil selbst Anhängsel seines riesigen Erzeugnisses. Das Product der Sexualität erreicht eine ungleich höhere Entwicklung als die ursprüngliche Pflanze, es ist darum nicht unberechtigt anzunehmen, dass in der Sexualität selbst, in der fortschreitenden sexuellen Differenzirung ein Impuls für diese höhere Entwicklung gegeben sein könnte.

Normaler Weise vollendet nun der durch die Sexualität neu eingeleitete Abschnitt des Pflanzenlebens oder die neu erzeugte Pflanzenindividualität den ihr eigenen Gang der morphologischen Differenzirung. Sie wird am Ende selbst ihrer ganzen Masse nach zur Spore, oder sie schliesst mit der Bildung von vielen Sporen ab, welche bestimmt sind, den ersten ursprünglichen Abschnitt aus sich wieder zu erzeugen. Normaler Weise ist demnach in den Sexualzellen einmal, in den Sporen das andere Mal der Wendepunkt in der Entwicklung des Pflanzenlebens gegeben. Der Gang der morphologischen Differenzirung erreicht zweimal seinen Höhepunkt und beginnt zweimal von vorn mit einer Zelle, hier in der Erzeugung der Sexualzellen und ihrem Zusammenwirken, dort in der Bildung der Sporen und ihrer Keimung; für beide Arten der Fortpflanzungsorgane ist es charakteristisch, dass sie nicht den Abschnitt reproduciren, auf welchem sie entstanden sind, sondern den andern ergänzenden der beiden Wechselgenerationen, aus welchen das Pflanzenleben sich ergänzt. Da nun die Wirkung der Sexualität die ist, dass durch sie ein neues Product mit anderem Entwicklungsgange entsteht, und dieser Entwicklungsgang sich bis zur Bildung

der Sporen vollendet, in diesen abschliesst, so trägt offenbar in diesem Verhalten ein Product der Sexualität die Wirkung der Sexualität an sich, und wird sie bei künstlichen Hemmungen naturgemäss geltend zu machen bestrebt sein. Bei Versuchen einer künstlichen Umlenkung zum Ursprunge über den Wendepunkt hinaus, ehe er erreicht ist, wird sich dieser Einfluss geltend machen müssen. Wir haben in diesen künstlichen Umlenkungen das Maass ihn zu prüfen, vergleichend zu messen, wie seine Wirkungen in der einen oder andern Form sich kundgeben; und in allen den Fällen wird sich keine Spur von ihm zeigen, wo keine Sexualität vorhanden ist, wo die Wendepunkte in Sporen und Sexualzellen nicht bestehen, wo der Gang der Entwicklung in den Grenzen einer Generation ein continuirlicher ist, eine zweite geschlechtlich erzeugte nicht besteht.

Wie wir wissen, wurde nach den bisherigen Vorstellungen bei den Basidiomyceten eine Sexualität bei dem Ursprunge der Fruchtkörper angenommen und dementsprechend die Mycelien, welche die Geschlechtszellen erzeugen, aus welchen die Fruchtkörper entstehen, als Geschlechtsgeneration angesehen, die Fruchtkörper als zweite ungeschlechtliche Generation aufgefasst, welche in Sporen abschliesst und aus diesen die erste, die Mycelien, wiedererzeugt. Ich versuchte nun nach dem eben ausgeführten Gedankengange die Wirkungen der hier angenommenen Sexualität an den Fruchtkörpern zu prüfen, ich versuchte die Umlenkung dieser Fruchtkörper, während ihrer Entwicklung, zu Mycelien herbeizuführen, also die Bildung der Mycelien aus ihnen ohne vorherige Sporenbildung, mit Ueberschlagung der Sporenbildung, zu erreichen und dabei näher festzustellen, in welchen Stadien der Entwicklung, aus welchen Elementen und in welcher Zeitdauer die Umlenkung möglich wird. — Versuche dieser Art sind offenbar denjenigen entgegengesetzt, welche auf die Bildung einer zweiten Generation ohne Sexualität bei sonst geschlechtlichen Pflanzen abzielen. Man hat die ungeschlechtliche Erzeugung eines sonst nur geschlechtlich entstehenden Abschnittes oder einer Pflanzenindividualität Parthenogenesis genannt, wenn sie aus unbefruchteten weiblichen Eizellen statt findet, der Kürze wegen könnte man die entgegengesetzten Versuche, die erste Generation aus der zweiten ohne Sporenbildung zu erreichen, als Versuche auf umgekehrte Parthenogenesis bezeichnen.

Ich leitete die Versuche ein mit eben beginnenden Fruchtanlagen. Diese lassen sich, wie sie auf der Oberfläche der Sclerotien entstehen, mit einer lanzettförmigen Nadel leicht ohne Verletzung abheben. Ich brachte sie in mässig verdünntes Mistdecoct, worin ich sie vorsichtig zum Theil benetzte. Schon am nächsten Tage wuchs jede Zelle der Fruchtanlage, die nicht beim Abheben zufällig mechanisch getödtet war, zu neuen Mycelfäden aus, welche ganz genau in der Verzweigung, in der Bildung der Fusionen, in dem Auftreten der Schnallenzellen etc. den Mycelien glichen, welche wir früher aus Sporen keimend kennen gelernt haben. Sie charakterisirten sich als normale Mycelien namentlich darin, dass sie nach 8—10 Tagen, also der gleichen Frist wie die Sporenmycelien, Fruchtanlagen auf den Fäden bildeten (Taf. V, Fig 1_{3 u. 4}). Diese, in gleicher Weise wie sonst an einzelnen Zellen der Fäden als vegetative Ausprossungen entstehend, erfuhren die Reihe der uns bekannten Differenzirungen und erlangten in 2 oder 3 Individuen auf jeder Objectträgercultur die volle Sporenreife. Es ist in einem Blick möglich, die Fruchtkörper am Mycelfaden zu der Fruchtanlage zurückzuverfolgen, von welcher die Mycelfäden ausstrahlen und ausgehen. In Fig. 1₁₋₄ habe ich ein Bild bei schwacher Vergrößerung gezeichnet, welches dies veranschaulicht. Auch hier sind, wie sonst in den Objectträgerculturen aus Sporen, mehr Fruchtanlagen (3 u. 4) angelegt, als zur Entwicklung kommen; sie gehen in verschiedenen Stadien der Differenzirung aus Nahrungsmangel unter.

Ich ging darauf zu Fruchtkörpern über, welche in der Entwicklung weiter vorgeschritten waren, welche schon Hut, Stiel und Volva deutlich unterscheiden liessen. Sie wurden mit einem scharfen Messer in mehrere keilförmige Längsstücke zerschnitten, im andern Falle der Quere nach getheilt, und diese Stücke je für sich, wie vorhin, in Mistdecoct cultivirt. Gleich nach der Aussaat zeigten sich aus jeder lebendig gebliebenen Zelle die mycelialen Ausprossungen, die wiederum nach 8 Tagen, wie normale Mycelien, Fruchtanlagen trieben, welche später zur Reife kamen. — Nun wählte ich Fruchtkörper zu Versuchsobjecten aus, deren Hut bereits Lamellen angelegt hatte. Ich zerschnitt Hut (Fig. 3₁) und Stiel (Fig. 4₁) für sich so vorsichtig als möglich, um wenig Zellen zu verletzen. Bei der Cultur in Mistdecoct fand ein allgemeines sofortiges Auswachsen der Zellen jedes Theilstückes statt, und die hervorsprossenden Mycelien fructificirten nach 8 Tagen und hatten nach weiteren 8 Tagen reife Fruchtkörper. Fig. 4₁

stellt ein Stück Fruchtsiel dar, welches in jeder Zelle aussprossete und schon Fruchträger 3 u. 4) an den Mycelien (2) in verschiedenen Stadien der Entwicklung trägt.

Schliesslich nahm ich Hüte von Fruchtkörpern in Cultur, die bereits völlig differenziert in der Ausbildung des Hymeniums begriffen waren. Mit Leichtigkeit konnte ich mich überzeugen, dass alle Elemente des Hymenium, Basidien und Pallisaden, sofort zu Hyphen auswuchsen, in derselben Zeit normale Mycelien bildeten wie die Sporen, und Fructificationen anlegten wie Sporenmycelien, die, wie Fig. 3 zeigte, in allen Stadien der Entwicklung in bestimmter Zeit anzutreffen sind.

Die Reihe dieser Versuche, die ich zu verschiedenen Malen und jedesmal in einer Zahl von wenigstens 20 einzelnen Culturen ausgeführt habe, ergibt mithin das gleiche Resultat, dass sich in dieser Weise auch nicht eine Spur von einer Sexualität, von einem sexuellen Einflusse nachweisen lässt; Mycelien und Fruchtkörper ergeben sich, den directen Beobachtungen und den experimentellen Versuchen nach, als Bildungen ein und derselben Generation; die Fruchtkörper sind in jedem Stadium der Entwicklung, in jeder Zelle zum Ursprunge umlenkbar, sie verlassen ohne Verzug die eingeschlagene Entwicklungsrichtung, ehe sie sich vollendet hat, um von neuem den Entwicklungsgang von vorn mit Mycelien zu beginnen.

Auch mit den Sclerotien, welche unter Umständen und zwar bei diesem Pilze der Regel nach im Entwicklungsgange auftreten, habe ich die gleichen Versuche, wie mit den Fruchtkörpern auszuführen nicht unterlassen. Aus jeder unverletzten Zelle eines Schnittes wuchsen sofort neue Mycelien aus, die nicht ermangelten nach entsprechender Zeit zu fructificiren (Taf. V, Fig. 2). Es gelingt mit sicherer Hand aus diesen Schnitten einzelne Zellen unverletzt frei zu präpariren, und aus jeder beliebigen dieser Zellen, wie aus einer Spore, Mycelien hervorgehen zu sehen.

Diese letzten Versuche der künstlichen vegetativen Aussprossung der Pilzfrüchte zu Mycelien ergänzen sich mit den ersten Versuchsreihen, durch welche, im Wege der Verstümmelung der Fruchtkörper vor ihrer Vollendung, neue Fruchtanlagen ohne Mycelien direct aus ihnen gewonnen wurden: gelang es dort, aus jeder Zelle eines verstümmelten Fruchtkörpers neue Fruchtanlagen gleich denen am Mycelium zu treiben, sie Generationen hindurch aus einander

ohne Mycelien sich fortsetzen zu sehen, so gelang es hier, dieselben Zellen der Fruchtkörper, die dort zu Fruchtanlagen unmittelbar auswachsen, ohne Verzug zu neuen vegetativen Aussprossungen umzulenken ohne die Sporen, die den natürlichen Abschluss der Entwicklung bilden.¹⁾ Ein Wendepunkt der Entwicklung, wie er normaler Weise bei Pflanzen mit Sexualität in den Sexualzellen und Spore gegeben ist, existirt in diesem künstlich herbeigeführten continüirlichen Entwicklungsgange nicht, und es weist auch nicht eine einzige Andeutung der einen oder der anderen Art bei diesen Versuchen künstlicher Umlenkung auf die Existenz dieser Wendepunkte im normalen Verlaufe der Entwicklung hin.

Wir sind hiernach nicht im Stande, mit den neu erdachten überhaupt denkbaren Hilfsmitteln auch nur den leisesten Anhaltspunkt dafür zu gewinnen, dass eine Sexualität bestehe, welche die Beobachtung nicht sehen kann; die Versuche bestätigen und stützen vielmehr die Beobachtungen, soweit sie überhaupt einer Stütze bedürfen können, dahin, dass dieser Vertreter der grossen Classe der Basidiomyceten, soweit wir ihn kennen, jeder Sexualität baar ist, dass die Mycelien ungeschlechtlich bleiben, und die Fruchtkörper ebenfalls ungeschlechtlich entstehen und ohne Sexualität bis zu Sporen reifen.

Die angeführten experimentellen Versuche über die Umkehrung der Pilzfrüchte²⁾ sind bald nachher von Herrn Dr. *Pringsheim*³⁾, dem ich sie schon Ende October und Anfang November 1875 vertraulich mittheilte⁴⁾, und vom Herrn

1) Der Vollständigkeit halber führe ich noch kurz an, dass ich mehrmals hintereinander die Sporenbildung in den Fruchtkörpern unterdrückt und consecutive Myceliengenerationen aus den je vor der Sporenbildung verstümmelten Fruchtkörpern durch vegetative Mycelaussprossungen, also ohne Sporenbildung erzogen habe. Auch hier hätte ich die Versuche noch beliebig weiter fortsetzen können.

2) Mit den Früchten der Ascomyceten habe ich gleichzeitig mit denen der Basidiomyceten und auch späterhin viele Versuche gemacht, aus welchen ich zur Ergänzung kurz anführen will, dass die Früchte derjenigen Ascomyceten, die (z. B. viele Pezizen, die ich untersuchte) kein Ascogon erkennen lassen, in jedem Momente der Entwicklung umlenkbar sind, andere aber, wie *Ascobolus*, *Penicillium*, *Eurotium* etc. ausnahmslos absterben. Es scheint aus diesen Versuchen hervorzugehen, dass die hier sichtbar bestehende, wahrscheinlich durch die Sexualität herbeigeführte Differenzirung bei denjenigen Pezizen, wo man sie nicht mehr sieht, verloren gegangen ist.

3) *Pringsheim*, vegetative Aussprossung der Moosfrüchte. Berlin, Bericht der Akademie. Juli 1876.

4) Ich will bemerken, dass ich gelegentlich meiner Mittheilung an Herrn Dr. *Pringsheim* über meine experimentellen Versuche mit den Pilzfrüchten im Anfange November 1875 ganz speciell

Dr. *Stahl*¹⁾, der sie erst einige Monate später aus meiner vorläufigen Mittheilung in der botanischen Zeitung erfuhr, bei den Moosfrüchten weiter ausgeführt worden. Diese Versuche, vom Herrn Dr. *Stahl* umfassender als vom Herrn Dr. *Pringsheim* ausgeführt, haben ergeben, dass eine Umlenkung der morphologischen Differenzirung der Moosseten nicht gelingt. Die jungen Embryonen und noch nicht differenzirten Kapseln sterben mit vollem Zellinhalte, wie *Stahl* angibt und ich bestätigen kann, ab. Bei solchen Kapseln hingegen, welche bereits differenzirt waren, gelang es hie und da aus einzelnen Zellen des Stieles und der Kapselwand nach dreimonatlichem Liegen auf feuchtem Sande Protomenen zu erziehen, während die in der Kapsel eingeleitete Sporenbildung zu Grunde ging. In diesen Thatsachen gibt sich der Einfluss der Sexualität, durch welche die Mooskapseln erzeugt werden, im Vergleich zu den von mir gewonnenen Resultaten bei den Pilzfrüchten klar zu erkennen. Die Differenzirung des geschlechtlich erzeugten Moosembryos vollzieht sich ohne Umlenkung; in Fällen, wo nach vollendeter Differenzirung die angelegten Sporen nicht zur Entwicklung kommen, übernehmen nach einer Zeitfrist von drei Monaten einige Zellen des Stieles oder der Kapselwand die Function der Sporen, ohne sich als solche wie normale Sporen morphologisch im Stiele zu differenziren.²⁾ — Die Verschiedenheit der eigentlichen Moospflanze und der Kapsel lehrt ihr verschiedenes Verhalten bei vergleichenden Versuchen zum Aussprossen. Die Moospflanzen wachsen sogleich in jedem Stadium der Entwicklung aus, die Kapseln hingegen sterben meistens ab, nur selten sprossen bei vereinzelt Moosen aus völlig differenzirten Seten einige Zellen des Setainnern nach Monaten aus. — Die Versuche mit den Mooskapseln bilden auch in soweit eine interessante

auf die Moosseten als geeignetes Material für weitere Versuche hingewiesen habe, die man nur auf feuchten Sand zu legen brauche, um eine Umlenkung nach Art meiner Versuche zu erreichen. Ich habe hierbei bemerkt, dass ich nicht glaubte, dass eine Aussprossung, wie ich sie bei den Pilzfrüchten beobachtet hatte, eintreten würde (wie sie ja auch thatsächlich nicht eingetreten ist), dass es aber auf den Versuch ankäme; ich sei leider in meinen engen finsternen Räumen; in der Fülle meiner Untersuchungen neben meiner Lehrthätigkeit, nicht sogleich im Stande diese jetzt so naheliegenden Versuche selbst auszuführen.

1) *Stahl*, Ueber künstlich hervorgerufene Protonemabildung an dem Sporogonium der Laubmoose. Botanische Zeitung, 1876, p. 689.

2) Versuche durch Abschneiden der noch nicht sporenen Kapsel auf der Moospflanze eine regelmässige Sporenbildung in der Seta zu erreichen oder eine Verzweigung der Kapsel zu bewirken, habe ich im Freien eingeleitet und werde darüber später berichten.

kleine Ergänzung zu meinen früheren mit den Pilzfrüchten, als sie dazu dienen können, den von mir gefundenen und zuerst eingeschlagenen Weg, morphologische Untersuchungen durch experimentelle Versuche zu stützen, als einen fruchtbaren zu kennzeichnen.¹⁾

In möglichster Kürze will ich an dieser Stelle einige Notizen anführen über Versuche bei höheren Pflanzen, welche ich in Anregung der *Farlow'schen* Publication »die vegetative Entwicklung der Farnpflanze aus dem Prothallium von *Pteris cretica*« bei höheren Pflanzen angestellt habe.

Gleich nachdem ich von *Farlow's* Beobachtungen²⁾ Kenntniss erhalten hatte, dachte ich mir, dass die vegetative Aussprossung bei den Farnen möglicher Weise in Folge unterbliebener Befruchtung der Archegonien veranlasst sein könnte, dass es mithin versucht werden müsste, die Fortentwicklung der Prothallien zu ermitteln in den Fällen, wo eine Befruchtung ausgeschlossen ist, um einmal zu erfahren, was unter diesen Umständen aus ihnen wird und zugleich die Frage zu prüfen, ob nicht gerade dann eine vegetative Aussprossung der Farnpflanzen hervorgerufen wird. Bei isosporischen Farnen ist es kaum möglich, die Befruchtung mit Sicherheit auszuschliessen, bei den heterosporischen hingegen ist sie durch eine Abtrennung der Micro- und Macrosporen von selbst unmöglich gemacht. Ich projectirte sogleich *Salvinia natans*, die in hiesigen Klimaten mehrfach vorkommt, als Versuchsobject zu verwenden, und habe schon im Sommer 1874 diesen meinen Gedanken an Dr. *Müller* und Dr. *Prantl* in Würzburg mitgetheilt. Erst im Herbst 1875 gelangte ich durch die Freundlichkeit des Herrn *F. Kurtz* (eines meiner Zuhörer, der mich im October an den Berliner Standort führte), in den Besitz von sporenreifem Material. Im Frühjahr 1876 habe ich mit diesem Materiale viele Versuche ausgeführt. Die isolirten Macrosporen bildeten Prothallien von grosser Ausdehnung; die ersten 3 Archegonien starben ab, und das Prothallium erzeugte fortwachsende neue Archegonien je zu dreien, die unbefruchtet untergingen. Nach langer Cultur, in welcher die sehr ausgedehnten Prothallien schliesslich nicht mehr weiter kamen, starben sie alle ab. In Controlversuchen bei Gegenwart von Microsporen trat ausnahmslos die junge Farnpflanze

¹⁾ *Brefeld*, Ueber copulirende Pilze, Sitzungsbericht der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin Juli 1875, ferner Entwicklungsgeschichte der Basidiomyceten, Bot. Zeitung 28. Januar 1875.

²⁾ *Farlow*, Ueber ungeschlechtliche Erzeugung von Keimpflänzchen an Farn-Prothallien. Botanische Zeitung 1874, Nr. 12.

durch Befruchtung eines Archegoniums auf; eines der 3 ersten Archegonien (die übrigens der Regel nach alle 3 befruchtet wurden), gelangte zur Entwicklung. Da mir aber auch die jungen Farnpflanzen nach mehrmonatlicher Cultur abstarben, so weiss ich nicht, ob nicht vielleicht das schlechte Licht meines Laboratoriums, welches ich nicht besser zu geben vermochte, als das gegenüberstehende 3stöckige Haus es gestattete, die Schuld an dem frühen Untergange trägt. Ich habe darum, die Versuche fortzusetzen, im letzten Herbst ein Vereinbarn mit dem Herrn *Lauche*, Inspector der Gärtnerlehranstalt in Potsdam, getroffen, der alljährlich grosse Salviniapflanzen aus Sporen zieht und durch Erfahrung weiss, wie die Culturen zu halten sind, wenn ihre Entwicklung ungestört fortgehen soll. Ueber die Resultate werden Herr *Lauche* und ich später berichten. — Ich habe diese vorläufigen freilich nur negativen Ergebnisse (1 Jahr nachdem ich sie gewonnen) hier eingefügt, weil Herr Dr. *Pringsheim*, dem ich meinen Gedanken vor dieser Zeit mehrfach mittheilte, ihn besonders hervorgehoben hat¹⁾ 1/2 Jahr später, als ich meine ersten Versuche ausgeführt, und weil Herr Dr. *Stahl*²⁾ die Geneigtheit besessen hervorzuheben, dass ich die Beobachtungen *Farlow's* (die dieser mir im Separatabdruck sogar zweimal überschickt hat) ignorirt habe, deshalb, weil er sie in einer kurzen vorläufigen Mittheilung nicht citirt fand.

Bei phanerogamischen Pflanzen habe ich den Pollen, also die Microsporen, schon während mehrerer Sommer künstlich cultivirt. Die Pollenkörner keimten in besonders hergerichteten und entsprechend verdünnten Nährlösungen gleich nach der Aussaat leicht und sicher und wuchsen zu Schläuchen von enormer Länge aus. Vergleichende Versuche in blossem Wasser oder in Zuckerlösung zeigten den günstigen Einfluss der Nährlösungen. Die grosse Länge der Schläuche, die mehrere Tage hindurch fortwuchsen, lässt es kaum zweifelhaft erscheinen, dass eine Ernährung durch die Nährlösung stattfand und längere Zeit fort dauerte. So lang aber auch die Schläuche wurden, sie blieben einfache Schläuche, niemals trat eine Verzweigung ein, und in keinem Falle war eine Scheidewand, also eine Gliederung, zu bemerken. Nach Verlauf von 8 Tagen

¹⁾ *Pringsheim*, vegetative Aussprossung der Moosfrüchte, Berlin, Bericht der Akademie, Juli 1874.

²⁾ *Stahl*, Ueber künstlich hervorgerufene Protonemabildung an dem Sporogonium der Laubmoose. Bot. Zeitung 1876 S. 689.

³⁾ *Brefeld*, Entwicklungsgeschichte der Basidiomyceten, Bot. Zeitung 28. Januar 1876.

gingen die Schläuche unter, die Nahrung war erschöpft, und neuer Zusatz wirkte, wie auch meist bei Pilzmycelien, tödtlich ein. Das Verhalten der Pollenschläuche war aber nach anderer Richtung nicht ganz ohne Werth. Bekanntlich ist man noch im Unklaren oder vielmehr nicht völlig sicher darüber, ob der Pollenschlauch, am Embryosack angekommen, sich an seiner Spitze öffnet, oder den befruchtenden Stoff durch die Membran hindurch auf das Keimbläschen überträgt. Ich denke, wenn es Regel ist, dass der Pollenschlauch sich wirklich öffnet, so müsste er sich hier auch öffnen am Ende seines Wachsthum, und sein Verhalten unabhängig vom Embryosack wäre nicht gerade ungeeignet, sein Benehmen zu ihm zu verrathen; die Pollenschläuche in den Culturen öffneten sich nun normaler Weise nicht, sie verdickten die Membran an der Spitze, wenn sie aufhörten zu wachsen, und ihre Spitze sah dann genau so aus, wie die eines Pollenschlauches, der bis zum Embryosack vorgedrungen ist.

Wirkungen des Lichtes auf den Coprinus. Die Beobachtungen über die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung des Coprinus, welche ich dem experimentellen Theile meiner Untersuchungen hier beifüge, habe ich merkwürdig genug der Ungunst meiner äussern Verhältnisse allein zu danken. Gleichsam ein Hohn für die Feinheit dieser mycologischen Untersuchungen, denen sich ohnehin Schwierigkeiten unsäglicher Art entgegenstellen, wurde ich genöthigt sie in einem engen Raume auszuführen, der 4 Mal in der Woche zu Unterrichtszwecken, denen er zugleich dient, völlig ausgeräumt werden musste. Die Noth zwang mich, meine Culturen in verschliessbaren zufällig dunklen Schränken vor Unbillen zu schützen. In diesem finstern Aufenthalte gewährte ich sehr bald an dem Coprinus eine bedeutend veränderte Form. Die Stiele der im Dunklen gewachsenen Fruchtkörper hatten eine sehr beträchtliche Länge erreicht, dahingegen war der Hut klein und schwächig geblieben; es hatte den Anschein, als ob die Finsterniss das Wachsthum des Stiels begünstige, und das des Hutes dafür in gleichem Grade zurückbliebe.

Um dies genau zu prüfen und daran anschliessend weitergehende Beobachtungen zu machen, ging ich sogleich zu vergleichenden und exacten Versuchen über, bei welchen in einem Falle das Licht zur vollen Wirkung kam, im anderen hingegen seine Mitwirkung völlig ausgeschlossen war. Von den gleichen Sclerotienculturen (im Ganzen werde ich einige Pfunde Sclerotien für die gesammte Untersuchung des Pilzes durch Cultur hergestellt und verwendet

haben) wurde ein Theil ins helle Tageslicht gestellt, ein anderer in den Schränken aufbewahrt und hier noch, um das Licht mit Sicherheit abzuhalten, in zwei völlig übereinander greifende schwarze Pappdeckel gestellt.

Im Eingange dieser Beobachtungen stellte ich Sporenculturen auf ausgekochtem Pferdemist im dunklen Schrank und im Lichte auf. Eine Differenz in der vegetativen Entwicklung der Mycelien, in dem Auftreten der Sclerotien und ihrer Ausbildung stellte sich hierbei nicht heraus. Das Licht ist einflusslos für Mycelien und Sclerotien, seine Wirkung beschränkt sich allein auf die Fruchtkörper. Bei ihnen macht sie sich aber nicht bloss in ihrer Ausbildung bemerkbar, sondern schon für die Anlage selbst erkennbar geltend. Bei hellem Tageslicht waren die Keimungen auf den Sclerotien, die Bildung der Fruchtanlagen aus den Oberflächenzellen der Sclerotien überaus zahlreich, sie verdeckten in dichter Zahl ihre ganze schwarze Oberfläche; hunderte waren auf einmal zu sehen, die sich nach jedem Abwaschen erneuten, von denen aber später nur 1 oder höchstens 2 zugleich die Oberhand gewannen und das Sclerotium entleerten. An den verdunkelten waren die Keimungen nur spärlich und vereinzelt, und wiewohl die wenigen angelegten Fruchtkörper vergeilten, und die Sclerotien fest und inhaltsreich blieben, stand doch sehr bald die Bildung neuer Anlagen still, und der Stillstand dauerte fort, so lange die Finsterniss währte. In der Länge der Zeit starben im Innern der Sclerotien viele Zellen ab; sie wurden hier schwarz oder braun, und nach einem Jahre ununterbrochener Cultur im Finstern waren alle Zellen braun und todt. Um ganz sicher zu sein, dass sich hierin die Wirkung der Finsterniss, des Lichtmangels geltend mache, habe ich die inactiv gewordenen Sclerotien, ehe sie abgestorben waren, dem Lichte ausgesetzt. Sie kamen dann in der Länge der Zeit alle wieder zum Aussprossen; aber die Zeit, bis dies eintrat, währte um so länger, je länger vorher die Verdunkelung ausgelehnt war, und so reiche Sprossungen, wie sie aus einem unverdunkelten normalen Sclerotium hervorkamen, traten niemals mehr auf, meist nur eine, seltener schon 2 oder 3 zugleich.

Diese erste Erfahrung, dass das Austreiben der Sclerotien vom Lichte wesentlich gefördert wird, machte ich mir für die weiteren Beobachtungen zu Nutzen. Ich liess die Keimung bei genügender Beleuchtung eintreten, und schloss erst dann, wenn die Sclerotien über und über mit jungen Fruchtanlagen bedeckt waren, das Licht aus. Während nun im Lichte unter

den vielen Fruchtanlagen sonst nur eine oder zwei zur vollen Entwicklung gelangten, die übrigen verkümmerten, kamen hier alle zu verhältnissmässiger Entwicklung. Die Fig. 9 u. 10, Taf. VII zeigen, wie die Sclerotien ganz mit Fruchtkörpern bedeckt sind, deren Stiele hier schon eine bedeutende Länge erreicht haben; es kommen hundert und mehr Fruchtkörper auf einem Sclerotium je nach seiner Grösse zum Austreiben. Diese massenhafte gleichzeitige Entwicklung der Fruchtkörper hat darin ihren Grund, dass sie in der Finsterniss bedeutend verzögert wird, und in Folge dessen eine Ungleichheit in der Förderung der einzelnen nicht in dem Grade Platz greifen kann wie sonst, ein Ueberholen einzelner und ein Verkümmern anderer zu Gunsten dieser einzelnen vermieden wird. Sie erreichen zu einem Theil innerhalb entsprechender Zeit eine fast gleiche Entwicklungshöhe, nur der Stiel ist bei dem einen länger als bei dem anderen, und später in's Licht übertragen, reifen die meisten zu kleinen, aber normalen Fruchtkörpern heran.

Diese Verzögerung der Entwicklung der Fruchtkörper bei Ausschluss des Lichtes ist eine sehr bedeutende. Wo es einwirkt, beträgt die Dauer der Entwicklung von der ersten Anlage bis zum Verjauchen des Hutes 8—9 Tage; im Finstern hingegen ist die Anlage des Hutes noch nicht einmal beendigt in der gleichen Zeit, es vergehen Tage und Wochen, und ein Fortschritt ist kaum bemerkbar. Die Verzögerung betrifft vorzugsweise den Hut, und im Gegensatz hierzu ist der Stiel in der Finsterniss sogar entschieden gefördert. Daher kommt es, dass die dunkel gehaltenen Fruchtkörper sehr bald ein fremdartiges Ansehen annehmen, so abweichend von den normalen im Lichte entwickelten, dass Niemand glauben würde, der beide zusammensieht, dass sie Formen ein und desselben Pilzes sind.

Im Lichte ist der Hut, zwar später angelegt als der Stiel, doch zuerst mächtig gefördert, der Stiel bleibt kurz bis zur Vollendung der Sporenreife im Hute, um diesen dann durch schnelle Streckung für den Act des Sporenwerfens emporzuheben (Fig. 8 u. 9, Taf. II, und Fig. 1, Taf. III). Im Finstern hingegen findet das Umgekehrte statt, jetzt bleibt der Hut zurück und der Stiel wächst aus ohne Beziehung zur Entwicklung des Hutes, die er sonst gehorsam abwartet, seinem Dienste unterordnet (Taf. VII, Fig. 9 u. 10 und Taf. III, Fig. 2, 4 u. 5). Dies Wachstum des Stieles im Finstern geschieht durch fortdauernde Zelltheilung im Gipfel des

Stieles und durch Streckung der neugebildeten Zellen unterhalb der Theilungszone. Die Theilungen dauern immer nur in den oberen der durch Theilung gebildeten Tochterzellen fort, während gleichzeitig die unteren sich zur Länge der ausgewachsenen Stielzellen strecken (Taf. IV, Fig. 2 u. 3). Es sind dies die Vorgänge, welche das Wachstum des Stieles überhaupt vermitteln, Vorgänge, die hier im Finstern sogleich energisch eintreten und unbegrenzt fort dauern, so lange als das Licht ausgeschlossen bleibt, während sie im Lichte bis zur Sporenreife im Hute verschoben werden.

Die Vergeilungen der Fruchtkörper erreichen im Laufe von Wochen und Monaten eine bedeutende Länge (Taf. III, Fig. 5 und Taf. VII, Fig. 9 u. 10); Stiele über mehr als 2 Fuss Ausdehnung sind keine Seltenheit. Sie bleiben dünn und schwächlich, nehmen nur allmählich nach oben etwas grösseren Umfang an, der aber immerhin hinter der Dicke normaler Stiele zurückbleibt. Auf Längsschnitten erkennt man mit völliger Klarheit im Gipfel des vergeilten Stieles die cambiale Theilungszone und wenig Merkzeichen mit Tusche genügen, auch äusserlich zu bestimmen, dass die Neubildungen und die Streckung der neugebildeten Elemente nur im oberen Theile des Stieles stattfinden. Die Länge des Stieles scheint über einen gewissen Punkt, 2—3 Fuss, nicht hinauszugehen; es dürfte die gesteigerte Entfernung der wachsenden Spitze von der Nahrungsquelle, vom Sclerotium, also Schwierigkeiten der Ernährung, die natürliche Grenze für den endlichen Stillstand der mit zunehmender Länge immer schwächer werdenden Entwicklung an der Spitze bilden.

Während aber im Gipfel die Thätigkeit langsam erlischt, beginnen an andern tieferen Stellen Neubildungen am Stiele. Die peripherischen Stielzellen sprossen an beliebigen Stellen hyphenartig aus, und diese Hyphensprosse bilden neue Fruchtanlagen, denen gleich, die durch äussere Eingriffe, nach dem Abschneiden des Hutes auf der Schnittfläche, entstehen. Sie beginnen vom ersten Anfange wie Fruchtanlagen am Mycelium aus vegetativen Hyphensprossen, der Unterschied ist nur der, dass statt der Mycelzelle hier eine Stielzelle des Fruchtkörpers die Aussprossungen bildet. Die Zahl dieser secundären Fruchtanlagen ist verschieden. Sie entstehen bald vereinzelt in einiger Entfernung von einander (Taf. III, Fig. 3 u. 4 und Taf. VII, Fig. 10_s), bald in grosser Zahl dicht zusammen. Auch sie wachsen zu verschiedener Länge heran, indem ihr Stiel abermals vergeilt, sie sind noch weniger üppig als die

primären Fruchstiele, welche sie tragen, und nehmen meist eine rechtwinkelige Stellung zu diesen ein. Sobald mit zunehmender Länge auch hier das Wachstum an der Spitze aufhört, beginnt der Träger wiederum auszuwachsen und sich mit neuen Fruchtanlagen zu bedecken (Taf. III, Fig. 4). Diese vergeilen abermals und sprossen dann weiter aus. So geht die Sache fort bis zu 6 consecutiven Generationen von Fruchtkörpern, die auseinander hervorsprossen und Systeme der wunderbarsten Art darstellen. Von den secundären Sprossungen ist in der Länge der Zeit häufig diejenige am meisten gefördert, die der Nahrungsquelle am nächsten ist, die also am tiefsten steht, wenn auch anfangs vielleicht früher und höher angelegte überwiegen; dass dies aber nicht immer zutrifft, beweist die Figur 4.

Ich habe die Stiele gemessen, die aus einem Sclerotium in allen Sprossgenerationen gewachsen waren, und es kam die bemerkenswerthe Länge von mehr als 4 Fuss heraus. Diese monströsen Bildungen spotten der Wiedergabe in dem engen Rahmen der bildlichen Darstellung, für die ich nur die erwähnten Figuren in kleinen bescheidenen Verhältnissen ausgewählt habe. Die Sprossgenerationen höherer Ordnung werden immer schwächtiger und dünner, sie werden endlich so fein, wie ein Faden. Ihre Elemente selbst sind auf die möglichst bescheidene Zahl zurückgegangen, und so wenige, dass sich der Aufbau des Fruchtkörpers aus ihnen leicht und sicher übersehen lässt; dabei entwickeln sich diese wenigen Elemente so langsam, dass man die feinsten Uebergänge zu Gesicht bekommt, dass alle Stadien der Hutentwicklung auf den feinen langgestreckten Stielen der klarsten Beobachtung offen liegen (Taf. IV, Fig. 2 u. 3 und Taf. VIII, Fig. 7—11). Bereits früher habe ich dieses günstigen Umstandes gedacht und für die Darlegung der Entwicklungsgeschichte auf die aus diesen Untersuchungen gewonnenen Fig. 2 u. 3 der Taf. IV hingewiesen:

Was vordem im Wege gewaltsamer künstlicher Eingriffe möglich gemacht wurde, die vegetative Aussprossung der Fruchtkörper, und was in dieser Weise für 5 Generationen in consecutiver Folge fortgesetzt werden konnte (Taf. III, Fig. 4—12), — ebendies bewirkt die Entziehung des Lichtes mühelos von selbst in idealer Schönheit. In diesem Sinne wirkt der Lichtmangel wie ein mechanischer Eingriff; durch den mechanischen Eingriff wurde früher der Hut, der erste Hauptbildungsheerd des Pilzes, entfernt, ohne Licht kommt er von selbst nicht zur Entwicklung. Wir haben also in beiden Fällen dasselbe nur in anderer Form,

und darum sind in beiden Fällen die secundären Wirkungen dieselben: es werden für den abgeschnittenen oder im dunklen verkrüppelten Hut neue Fruchtanlagen an beliebigen Stellen gebildet. Mehrmals gelang es mir auch hier durch sorgfältige Entfernung der Fruchtanlagen am Stiel den Hut selbst zum Aussprossen zu bringen, ein Dutzend Fruchtanlagen aus ihm hervorwachsen zu sehen, die von den eben angelegten Lamellen entsprungen und bei der erneuten Einwirkung des Lichtes auch zur Fructification kamen.

Der Stiel vergeilt durch die Entziehung des Lichtes und das beschleunigte und geförderte Wachstum des Stieles nimmt die Nährstoffe für sich in Anspruch, die sonst der Hutanlage zufließen; es ist, als ob sie unterwegs aufgehalten würden, ehe sie zum Hute gelangen. Und was dem Stiele zu Gute kommt, das geht dem Hut verloren, er verkümmert, während der Stiel sich verlängert in dem Maasse, als dies geschieht. Die Anlage des Hutes gelangt bis zu verschiedenen Stadien der Entwicklung, die ich in den citirten Figuren dargestellt habe. Es werden die Lamellen angelegt und bis zu verschiedener Länge am Hutrande fortgebildet; sie hören auf zu wachsen, wenn keine Nahrung mehr bis in den Gipfel des Stieles gelangt, oder wenn der Stiel Alles für sich in Anspruch nimmt.

An den vergeilten Fruchtkörpern, an ihren langen Stielen, an der mangelhaften Hutausbildung und der verzögerten Entwicklung im Allgemeinen haben wir den Einfluss der Finsterniss; ein Vergleich dieser abnormen Bildungen mit normalen Fruchtkörpern ergibt die Wirkungen des Lichtes von selbst. Um aber die Beobachtungen fehlerfrei zu machen, ist es nothwendig diese Wirkungen des Lichtes an den vergeilten Objecten selbst zur Geltung zu bringen. Ich suchte hierfür die allerverschiedensten Entwicklungszustände aus, sowohl von primären vergeilten Fruchtkörpern in verschiedenen Längen, als von solchen, die weitere Sprossgenerationen von abweichender Länge getrieben hatten, und exponirte sie dem Lichte¹⁾. Die Wirkung war eine unmittelbare und in allen Fällen dieselbe. Während im Finstern Wochen und Monate hindurch die Fruchtanlagen vergeilend dahinsiechten, begann unter dem Einflusse des Lichtes, vom Momente seiner Einwirkung an, die Entwicklung eine normale

¹⁾ Mehrmals ist es mir auch hier, wie bei den Sprossgenerationen durch Abschneiden des Hutes gelungen, 2—4 Fruchtkörper verschiedener Sprossgenerationen an einem aus dem Sclerotium keimenden primären Fruchtkörper zur vollen Entwicklung zu bringen.

zu werden. Der Stiel hörte auf sich zu verlängern, und der Hut fing an sich zu dehnen; die Neuanlagen im Hute wurden beendet, und dann begann seine Streckung. Nach 4—5 Tagen hatte der Hut die Sporenreife erlangt, es streckte sich der Stiel und die Sporementleerung erfolgte normal. Die beschleunigte Wirkung der sämtlichen Wachsthumsvorgänge erhellte schon am nächsten Tage aus der Zunahme des Hutes und namentlich auch aus dem Dickenwachsthum des Stieles. Sie war natürlich dort am auffälligsten, wo durch die Finsterniss die Hutanlage am kleinsten geblieben, der Stiel sich zu dem möglichsten Grade der Feinheit verjüngt hatte. Der letztere hatte mitunter die 5—10fache Dicke erreicht, und hob sich als eine monströse Anschwellung von dem dünnen Theile so jäh als möglich ab (Taf. III, Fig. 4).

Da die Wirkung des Lichtes eine so schnelle und unmittelbare war, schien es mir nicht ohne Interesse, die Zeitdauer seiner Einwirkung näher zu begrenzen, die nothwendig ist, die Entwicklung herbeizuführen. Ich exponirte darum vergeilte Fruchtkörper in Differenzen von 2 zu 2 Stunden dem Lichte und fand so, dass eine eintägige Einwirkung von 12—16 Stunden Licht genügt, um dann auch im Finstern die weitere Entwicklung zu ermöglichen. In den Figuren 4a u. b habe ich die unmittelbare Wirkung des Lichtes dargestellt; in keiner von beiden ist im Lichte die ursprüngliche Fruchtanlage der ersten Axe vollendet, sondern eine Seitenaxe zweiten Grades ausgebildet worden, während die ersten und zweiten Fruchtanlagen nicht mehr zur Ausbildung kamen. Die übrigen Figuren der Tafel stellen die möglichen Verschiedenheiten in den Stiellängen dar, die, je nach der Beleuchtung, schon während der Hutausbildung ganz abweichend ausfallen. Im Sommer bei den langen hellen Tagen ist der Stiel so kurz, dass man ihn unter dem ausgebildeten Hute vor der Streckung nicht sehen kann, im Winter unter dem Einflusse der dunklen kurzen Tage werden die Stiele erheblich länger, und darnach ist das Aussehen des Fruchtkörpers ein mehr oder minder abweichendes.

Ganz zufällig hatte ich vor meiner Abreise in die Herbstferien im August grosse Culturen zur Gewinnung von Sclerotien angesetzt, die nach meiner Rückkehr für etwaige ergänzende Versuche dienen sollten. Diese Culturen blieben im finsternen verschlossenen Schranke bis zum Februar des nächsten Jahres unverändert stehen. Als ich sie dann besah, hatten die im Innern des Mistes gebildeten Sclerotien Fruchtanlagen ausgetrieben, die in ganz enormer Länge den

leeren Raum der Krystallisirschalen zwischen Mist und Glasdeckel erfüllten. Es hatten sich Sprossgenerationen an allen Stellen gebildet, die ich mehrfach aus dem Gewirr bis zur 6. Generation mit Sicherheit verfolgt habe: nicht ein Hut war zur Entwicklung gekommen, die meisten waren welk und hinfällig geworden. In der letzten Zeit waren keine neuen Fruchtanlagen (dies konnte aus ihrer Farbe und ihrem Aussehen mit Sicherheit geschlossen werden, mehr angelegt worden, dafür aber wuchsen aus den Stielen der vergeilten Fruchtkörper nunmehr statt Fruchtanlagen Sclerotien aus. Sie entstanden an den Stellen, wo früher die Fruchtanlagen gebildet wurden, und bauten sich aus vegetativen Sprossungen auf, welche aus den Oberflächenzellen des Stieles entsprangen (Taf. VIII, Fig. 12—14). Oefter bedeckte eine ganze Reihe junger Anlagen den Fruchtkörper, aus denen bereits eine durch Grösse hervorragte. Sobald sie weiter entwickelt war, vertrockneten die übrigen, und, dem Reifezustande nahe, war nur mehr die Hauptanlage zu erkennen, als ob sie die einzige gewesen wäre, welche angelegt wurde. Die Sclerotien erreichten zum Theil eine beträchtliche Dicke und unterschieden sich in nichts von den Bildungen, die auf den Mycelien entstehen. Hauptaxen und Sprossgenerationen verschiedenen Grades waren der Ort ihrer Bildung; am dicksten waren diejenigen, die aus Fruchtsielen wuchsen, welche mit sehr grossen Muttersclerotien zusammenhingen. Diese waren leer und hohl und hatten ihre Nährstoffe durch die Generationen von verkrüppelten Fruchtkörpern hindurch in eine unmittelbar aus diesen erzeugte Sclerotiengeneration entleert. In einer Cultur waren die Bildungen allgemein, fast an jedem vergeilten Fruchtkörper zu finden. Die Sclerotien waren gleichsam aus dem Innern des Mistes durch die Fruchtkörper an die Oberfläche gewandert; hier waren sie frisch und kräftig, im Miste sämmtlich erschöpft und hohl. Die neuen, aus Fruchtkörpern gewachsenen Sclerotien keimten sofort, als Licht und Feuchtigkeit die Keimung begünstigten, sie keimten am alten Fruchtkörper zu neuen aus (Taf. VIII, Fig. 14), bedeckten sich ganz mit Fruchtanlagen und erneuten sie nach jedem Abwischen. Ich liess einzelne von ihnen vergeilen und erzeugte durch Köpfen wiederum 3 consecutive Fruchtkörpergenerationen durch Sprossung¹⁾.

¹⁾ An diesen alten Culturen kamen schliesslich die letzten Generationen von Fruchtanlagen und auch von Sclerotien nicht mehr aus den Oberflächenzellen des Stieles, sondern aus den mehr nach innen gelegenen Zellen des Stielgewebes; die peripherischen Zellen des Stieles waren einge-

Der Entwicklungsgang des Coprinus, von der Finsterniss erleuchtet, verlief demnach im speciellen Falle folgender Art: Auf den Mycelien bildeten sich Sclerotien, aus den Sclerotien viele consecutive Generationen von Fruchtkörpern ohne Mycelium, dann aus den Fruchtkörpern wieder ohne Mycelien Sclerotien, und aus dieser zweiten (erst nach vielen Fruchtkörpergenerationen mycelienlos erzeugten) Sclerotiengeneration wiederum 3 consecutive aus einander entstehende Fruchtkörpergenerationen ohne Mycelium. Ich denke hiernach könnte es auch dem treuesten Anhänger der Sexualität der Basidiomyceten wohl etwas ungeschlechtlich zu Muthe werden.

Nach dem Ausgange sämtlicher Versuche, welche ich hier angeführt habe, sind wir völlig berechtigt, dem Lichte nicht bloss eine grosse Bedeutung für die Entwicklung des Coprinus stercorarius zuzuschreiben, sondern seine Mitwirkung als nothwendig anzunehmen. Und doch würde es übereilt und unrichtig sein, einen solchen Schluss auch aus der Summe übereinstimmender Resultate zu ziehen.

Es spielt bei den Versuchen noch ein anderer Factor eine Rolle, nämlich die Wärme, und wir kommen zu falschen Deutungen, so lange wir ihn nicht mit in Rechnung ziehen. Ich selbst hatte bereits die feste Ansicht gewonnen, dass der Coprinus ohne Licht völlig vergeilt und sein Hut nicht zur Sporenreife gelangt, als weitere Versuche in der wärmeren Zeit des Sommers mich eines anderen belehrten. In der kälteren Jahreszeit, so lange die Temperatur unter 15° blieb und während der langen Nächte tiefer unter diese Zahl herabsank, vergeilten alle Fruchtkörper, und der rudimentär gebliebene Hut starb auf den enorm langen Stielen nach monatelangem kläglichen Dahinsiechen ohne Ausnahme ab. Mit dem Eintritt der wärmeren Jahreszeit änderte sich die Sache. Die Entwicklung wurde durch die Wärme beschleunigt; der Stiel vergeilte, wuchs nur viel schneller als früher, der Hut indessen blieb zwar an seinem Wachsthum sehr bedeutend gegen beleuchtete Fruchtkörper zurück, kam aber trotz langsamer Entwicklung schliesslich zur Sporenreife und zur vollen Entfaltung. Die Zeit währte bis zum Verblühen 20—25 Tage, mehr als doppelt, fast 3mal so lange, wie bei beleuchteten Fruchtkörpern. Die Sporen des Pilzes

trocknet und wurden von den Sprossungen durchbrochen, die aus dem innern Gewebe angelegt wurden.

waren keimfähig; nur sein enorm langer Stiel unterschied ihn vor der normalen beleuchteten Form. Die Wärme muss aber gleich bei der Keimung schon mitwirken, so dass die Vergeilung des Stiels und die Retardirung des Hutes nicht zu weit hinausgeschoben werden, wenn diese Versuche im Finstern gelingen sollen. Ist einmal die Vergeilung zu weit gefördert, der Stiel zu lang geworden und der Hut zu klein geblieben, so nützt auch die Wärme nichts mehr, die Theilungszone des Stiels verzehrt alle aus dem Sclerotium zufließenden Nährstoffe, und der Hut bekommt nichts oder unendlich wenig mit.

Die Wärme vermag also die Functionen des Lichtes bis zu einem gewissen Grade zu ersetzen, wenn dieses ausgeschlossen wird; es kann sogar durch mässige Steigerung der Temperatur, durch ihre gleichmässige Einwirkung die eben angeführte Dauer der Entwicklung im Finstern noch etwas weiter verkürzt werden. Bei der Verfinsterung wird immer zuerst der Hut nachtheilig betroffen, und je mehr er zurücktritt, der Stiel gefördert; bei einer Temperatur über 15° kommt der Hut im Finstern zur Ausbildung auf stark vergeiltem Stiele. Durch Herabstimmen der Temperatur vergeilt der Stiel im Finstern um so stärker, je mehr der Hut in der Entwicklung zurückbleibt. Dies führt zu einem Punkte, wo nur mehr der Stiel wächst, und der Hut in den ersten Rudimenten, in kaum erkennbarer Anlage verbleibt; schliesslich hört auch der immer schwächer werdende Stiel zu wachsen auf.

Zur Ergänzung will ich noch kurz bemerken, dass die vergeilenden Stiele gegen die schwächste Lichtquelle empfindlich sind und sich dieser zuneigen, die Stiele sind positiv heliotropisch. Bei stark beleuchteten Fruchtkörpern bleibt der Stiel ganz vom Hute verdeckt, so dass die Wirkung des Lichtes verhindert wird und darum nicht in die Erscheinung tritt, sie ist nur an vergeilten Fruchtkörpern zu beobachten, bei denen die verkümmerte Hutanlage nicht die Wachstumszone des Stieles, die allein lichtempfindlich ist, verdeckt. Der Hut selbst wächst allseitig gleichmässig im Finstern wie im Lichte.

Welche Lichtstrahlen sind nun für die Entwicklung des *Coprinus* die wirksamen? Nach allen seitherigen Erfahrungen, welche über den Einfluss des Lichtes auf die Wachsthumsvorgänge bei anderen Pflanzen vorliegen, konnte es von vornherein kaum zweifelhaft sein, dass auch hier die stark brechbaren violetten Strahlen die wirksamen sind. Es bedurfte aber des directen Versuches dies zu erweisen.

Es wurden zu diesem Zwecke mehrmals hintereinander 3 Versuche gleichzeitig mit demselben Materiale und an derselben Stelle ausgeführt. Einmal wurden die Sclerotien in schwarze Pappdeckel gestellt und ganz vom Lichte abgeschlossen, das andere Mal mit doppelwandigen Glocken allseitig überdeckt, deren Zwischenräume hier mit Lösungen von doppeltchromsaurem Kali, dort mit Kupferoxydammoniak gefüllt waren und entweder nur violettes oder nur gelbes Licht, wie ich mich spectroskopisch überzeigte, durchliessen. — Die Wirkungen machten sich sofort geltend. Die Sclerotien im gelben Lichte zeigten, wie die im Finstern gehaltenen, Vergeilungen aller auskeimenden Fruchtanlagen; im violetten Lichte dagegen waren diese normal, wie diejenigen, welche in Parallelversuchen im Tageslichte wuchsen. Demnach stehen die normalen Wachstumsvorgänge des Coprinus unter dem Einflusse der violetten Lichtstrahlen.



Coprinus lagopus.

Als zweite Form der Gattung *Coprinus* habe ich den *Coprinus lagopus*¹⁾ für die Untersuchung gewählt. Dieser *Coprinus* ist eine sehr häufige Erscheinung auf Pferdemist; kaum jemals habe ich ihn an diesem Standorte vergeblich gesucht. In seiner äussern Erscheinung variirt der Pilz mannichfach. Die grössere oder geringere Ueppigkeit der Entwicklung gibt ihm ein anderes Gepräge, und erschwert das Wiedererkennen desselben in grossen und kleinen Fruchtkörpern (Taf. VI, Fig. 1*a—f*). In jugendlichen Stadien mit noch ungestrecktem kurzen Stiele ist der Pilz vollkommen weiss, der Hut etwas heller wie der Stiel, welcher durchsichtig erscheint. Hut und Stiel sind mit einer Volva versehen. Sie ist dicht, aus büschelig gestellten Haaren bestehend, vom Gipfel des Hutes nach unten wird sie dünner, und geht am Stiel in eine fadige Bekleidung über (Fig. 1*a*). Durch die Ausbildung der Huthaut, die sehr früh eintritt, wird die Volva abgestossen und durch die Streckung im Hute in einzelne, an den Spitzen meist rückwärts gekrümmte Hyphenbüschel zerrissen, die später abfallen (Fig. 1*c—f*). Wenn die Sporen gereift sind, hat der Hut Glockenform angenommen und löst sich mit der Aufspannung ohne Velum vom Stiele. Er sieht fast schwarz aus von den durchscheinenden sehr dunklen Sporen. Durch die Streckung des Stiels, der innen hohl ist, erreicht der Pilz eine Höhe bis zu 7 Zoll; kleine Exemplare haben nur 1 bis 2 zöllige Stiele und dementsprechend winzige Hütchen (Fig. 1*d, g, f*). In Culturen bei üppigster Ernährung

¹⁾ Dies ist derselbe *Coprinus*, den *Reess* untersucht hat, an welchem er die Sexualität der Basidiomyceten entdeckt zu haben glaubte.

wird der ungespannte Hut bis zu einem Zoll lang; dahingegen bleibt der Stiel kürzer, und nimmt durch Vermehrung der Elemente an der Basis ein knollenförmiges oder scheibenförmiges Ansehen an, so lange er die hierdurch beeinträchtigte ungleich geringere Streckung noch nicht vollzogen hat (Fig. 1c, b). Bei mangelhaftem Lichte werden die positiv heliotropischen Stiele durch Vergeilung erheblich länger und erhalten eine sehr reiche Haarbekleidung; hierdurch entsteht eine gewisse Aehnlichkeit mit einem Hasenfuss.

Die verhältnissmässig grossen fast schwarzen Sporen (von 0,017 Mm. Länge und 0,01 Mm. Breite) keimen in Mistdecoct sogleich mit nie fehlender Sicherheit aus. Die Austrittsstelle des Keimschlauchs ist einseitig apical, der wahrscheinlich vorhandene Keimporus aber wegen zu starker Membranfärbung nicht deutlich sichtbar. Durch frühe Verzweigung werden aus dem Keimschlauche kleine, an dichtem Inhalte reiche Mycelien gebildet. Sie sind zunächst einzellig¹⁾ und ohne Scheidewände und lassen darum irgend eine Regelmässigkeit in der Zweigbildung nicht erkennen. Sobald die Mycelien grösser werden, kommen Scheidewände zum Vorschein und von nun an wird eine Verzweigung der an der Spitze wachsenden Endzelle und eine Seitenzweigbildung aus den Gliederzellen unterscheidbar. Die Mycelien sind denen des *Coprinus stercorarius* ähnlich, nur in den Fäden zarter und im Inhalte heller. Verschmelzungen der Fäden durch Fusion habe ich an jungen Mycelien nicht wahrgenommen, sie gehören, wenn sie vorkommen, zu den Ausnahmen.

Nach Ablauf von 4 bis 5 Tagen werden einzelne Mycelfäden durch reiche Seitenzweigbildung, die unregelmässig adventiv erfolgt, besonders auffällig, dies um so mehr, als diese Seitenzweige früh in die Länge zu wachsen aufhören, an den Spitzen keulig anschwellen und einen dichten reichen Inhalt führen. Ich habe diese Veränderungen an den Mycelien mitunter ihrer ganzen Ausdehnung nach sowohl an den Hauptenden wie an den Seitenzweigen wahrgenommen, während sie der Regel nach mehr vereinzelt und nur an Seitenzweigen, oft sogar nur an einzelnen Stellen der Mycelien auftreten (Taf. VI, Fig. 2). An den einzellig keuligen Fadenenden werden, sobald sie apical zu wachsen aufhören,

¹⁾ Sollte vielleicht in den anfangs in den jungen Mycelien mangelnden Scheidewänden und ihrem späteren Auftreten eine Andeutung dafür gegeben sein, dass sich diese Pilze aus Formen entwickelt haben, deren Mycelien einzellig (niedere Pilze) waren?

neue Wachstumsvorgänge sichtbar. Es erheben sich an der Spitze und an den Seiten, in gemessenen Abständen von einander, feine Ausstülpungen. Sie stehen an den einzelnen Stellen dicht in Büscheln zusammen, und wachsen zu kleinen cylindrischen Stäbchen (Fig. 4a₃) heran. Fast in gleicher Höhe stehen sie still und werden durch Scheidewände vom Tragfaden abgeschieden. Dieser hat seinen Inhalt in die Stäbchen entleert, und ist nur noch mit wässrigem schaumigen Plasma erfüllt. Scheidewände, die erst später entstehen, theilen ihn in einzelne Etagen ein, die je einen Büschel von Stäbchen tragen (Fig. 4a₂). Darauf zergliedern sich die Stäbchen und ihre Gliedertheile fallen ab (Fig. 4c u. d). Die Tragfäden der Stäbchen sind der Regel nach unverzweigt, es kommen aber auch verzweigte Formen vor. Sie welken nach dem Abfallen der Stäbchen häufig ab und gehen unter (Fig. b). Die Zahl der Stäbchen, welche sie erzeugen, ist sehr verschieden. Wenn sie in grosser Menge zusammenstehen, bildet der Tragfaden an dieser Stelle eine consolenartige Ausbuchtung, die später noch die Insertionsnarben an sich trägt. Die Tragfäden der Stäbchen, die Fruchtträgern ähnlich sehen, werden bald unter Flüssigkeit gebildet und reifen die Stäbchen in dieser, bald erheben sie sich über die Nährlösung. Sie werden hier kenntlich durch Thautröpfchen, welche die zerfallenen Stäbchen zu Scheinsporangien verschmelzen und später mit ihnen abfliessen.

Die zergliederten Stäbchen haben ihrer Bildung nach den Werth von Fortpflanzungszellen und der Umstand, dass ihre Träger nach der Ausbildung der Stäbchen häufig abwelken, gibt uns einige Berechtigung, diese Träger als Fruchtträger aufzufassen, welche von einem bestimmten Zeitabschnitte an zum Zwecke der Erzeugung der Stäbchen von den Mycelien angelegt werden. Durch ihre ziemlich bestimmt ausgeprägte Form und durch ihren Umfang sind sie von den dünneren Mycelfäden (Fig. 4a u. b_{1 u. 2}) der Regel nach leicht zu unterscheiden, zumal wenn die Mycelien besonders fruchtbar an Fruchtträgern sind. Dies ist mehr bei kleinen wenig ernährten Mycelien zutreffend, als bei ausserordentlich üppigen. Es hat den Anschein, als ob hier die Bildung der Fruchtträger zurückträte, sowohl in der Masse wie in der Form. Die Stäbchen entstehen dann auf ausserordentlich kurzen Ausstülpungen der Mycelfäden und hier nur auf den Spitzen; eine Unterscheidung von Fruchtträgern an den Mycelien ist also nicht möglich, sie wird auch in anderen Fällen erschwert, wo die Mycelfäden so stark sind, dass die Fruchtträger nicht gegen sie auffallen. Wir würden

dann sagen können, die Stäbchen entstehen direct an den Fäden der Mycelien (Fig. 3₁ u. 2).

Die Masse der Stäbchen, welche an reichlich fructificirenden Mycelien gebildet werden, ist ganz enorm, sie machen den Culturetropfen trübe und verdecken die Mycelfäden, welche in ihm verlaufen¹⁾. Ihre Bildung dauert nach dem ersten Auftreten noch 3—4 Tage fort, dann hört sie allmählich auf. Die Fruchträger werden an den fortwachsenden Mycelenden neu erzeugt, oder wenn die Spitze selbst zum Fruchträger wird, so entstehen neue adventive Axen, welche die weitere Ausbreitung der Mycelien übernehmen.

Die gegliederten Stäbchen haben eine verschiedene Länge, von 0,006—0,009 Mm. und eine Breite von 0,009 Mm., sind also äusserst klein, nicht gar viel grösser als grosse Bacterien. Sie besitzen eine glatte farblose Membran und einen körnigen Inhalt, der sich an beiden Enden häufig etwas aufhellt und dann hier ein oder mehrere grössere Körnchen erkennen lässt (Fig. 4c u. d). Die Masse der abgefallenen Stäbchenzellen liegt unthätig ohne zu keimen am Boden des Culturetropfens zu einer Zeit, wo die Mycelien noch im lebhaften Wachs- thum begriffen, wo alle Nährstoffe zur Keimung in genügender Menge im Culture- tropfen vorhanden sind. Die Keimung gelingt ebensowenig, wenn man die Stäb- chen gleich nach ihrer Bildung oder auch später in neue Nährlösung aussäet, mag diese concentrirt oder in jeglicher Variation verdünnt sein. Führt man aber diese Versuche so aus, dass man die Muttermycelien entfernt und die Stäbchen von ihnen in einem Tropfen neuer Nährlösung abschüttelt, dann trennen sich immer einzelne Theile der Fruchträger ab und gelangen mit in die Cultur. Diese Theile der Fruchträger nun wachsen sofort zu neuen Mycelien aus und tragen an den Stellen, wo sie neu auskeimen, noch theilweise die Stäbchen, welche sie vordem erzeugten, auf ihrem Rücken. Unterlässt man es, die Cul- turen genau zu prüfen, so kann man aufs leichteste zu einem groben Be- obachtungsfehler kommen und die Erscheinungen so auffassen, als ob die Stäb- chen gekeimt hätten. Ich habe aus dem vorzüglichsten Materiale in einer An-

¹⁾ Nach der massenhaften Bildung der Stäbchen sollte man mit Bestimmtheit vermuthen, dass die Pflanze sie nicht zwecklos erzeugte, dass sie entweder der Vermehrung dienen müssten, oder dass sie eine sexuelle Bedeutung hätten, als männliche Organe mit der Bildung der Fruchtkörper im Zusammenhange ständen. Aber weder das eine noch das andere ist hier der Fall, wie die weiteren Beobachtungen lehren werden.

zahl von Versuchen niemals eine Mycelbildung aus den Stäbchen beobachtet. Nur wenn die Culturen 8—14 Tage gestanden hatten, in welcher Zeit die Stäbchen äusserlich unverändert blieben, zeigten unter Tausenden ganz vereinzelt eine geringe, bald einseitige gerade bald beiderseitige schiefe Verlängerung. Ueber die in Fig. 4e gezeichnete Ausdehnung ist diese nie, auch später nie hinaus gekommen; ich möchte wohl glauben, dass dies Keimungserscheinungen sind. Verschmelzungen von zwei Stäbchen durch Anastomosen und Verschmelzungen der Stäbchen mit Mycelfäden habe ich nicht beobachten können.

Die Stäbchen sind meiner Auffassung nach rudimentäre Organe, nicht mehr keimfähige Conidien. Sie sind beim *Coprinus stercorarius* aus dem Entwicklungsgange bereits verschwunden; es kam in den Tausenden von Culturen, welche ich gemacht habe, nicht eine Spur von ihnen zum Vorschein. Auch beim *Coprinus lagopus* treten sie mitunter gar nicht, dann spärlich und je nach Umständen massenhaft an wohl ausgebildeten Fruchtkörpern auf. Bei anderen *Coprinus*-arten, die wir demnächst kennen lernen werden, sind sie seltene Bildungen, ebenso bei verschiedenen *Agaricinen* und andern *Basidiomycetentypen*. Sie keimen auch hier niemals, nur bei *Tremellinen* (Taf. VIII, Fig. 6) keimen sie leicht und sicher, hier besitzen sie noch den Werth von Conidien, den sie anderswo eingebüsst zu haben scheinen, ehe sie, wie bei vielen *Basidiomyceten*, aus dem Entwicklungsgange verschwunden sind.

Ich führe den späteren Mittheilungen vorgreifend; diese Einzelheiten bereits hier an, um die Bedeutung dieser Organe klar zu legen. Sie sind neuerdings von *Reess* und *van Tieghem* als männliche Geschlechtszellen gedeutet; namentlich der letzte Autor hat sie in langen Versuchsreihen immer übereinstimmend als solche functioniren sehen, wie ich früher einleitend (p. 9 u. 10) erwähnte. Ich bin am 15. November 1875 diesen Beobachtungen entgegengetreten, nachdem ich sie lange vorher öffentlich bekämpft hatte, und habe angeführt, dass die Stäbchen bei einigen *Coprinen* gar nicht vorkommen, und, wo sie vorhanden sind, keine directen Beziehungen zur Entstehung der Fruchtkörper haben. An eben diesem Tage belehrte Herr *van Tieghem*, seine früheren Beobachtungen in toto widerrufend, die Mycologen mit der Nachricht, dass die Organe keimen, dass sie aber nur gleich nach ihrer Bildung keimen¹⁾, später nicht mehr,

¹⁾ Herr *van Tieghem* hat seine Keimungsversuche der Stäbchen auch mit diesem *Coprinus* gemacht, er hält ihn mit *Reess* für *Coprinus stercorarius*, welcher gar keine Stäbchen besitzt. Von

dass sie also Conidien sind. Die Zuverlässigkeit dieser Angaben ergibt sich aus meinen Ausführungen von selbst (wonach anhängende Stückchen von Mycelien oder Fruchträgern in einzelnen Fällen auskeimten, und als Keimungen der Stäbchen bei oberflächlicher Beobachtung erschienen, Keimungsandeutungen (?) dagegen niemals sogleich, sondern immer erst nach längerer Zeit sich zeigten).

Erst zu der Zeit, wo die Fruchtkörper mit den Conidien von den Mycelien erzeugt werden, finden die früher beim *Coprinus stercorarius* erwähnten Verschmelzungen der Mycelfäden statt. Die Erscheinung ist bald eine ganz allgemeine, und wo sie schliesslich mit der peripherischen Erweiterung der Mycelien unterbleibt, geben Schallenbildungen benachbarter Zellen den Ersatz für sie. Von nun an wird der weitere Aufbau der Mycelien ein ganz normaler; neben seltener Verzweigung der Endzelle ist die wirtelige Seitenzweigbildung an den Gliederzellen unterhalb der Schnalle ausnahmslose Regel.

Es ist den Mycelfäden des *Coprinus lagopus* eigen, weit über den Culturetropfen auf den Objectträger hinauszuwachsen und sich in die Luft zu erheben. Ein mehr oder minder grosses Flöckchen Luftmycel überragt auch stets den Culturetropfen älterer Culturen. Die Fäden dieses Luftmycels entspringen vorzugsweise in der Mitte der Cultur, sie werden nach den Rändern weniger häufig. Dafür erreichen sie hier eine ganz bedeutende Länge und rollen sich am Ende zu unregelmässigen Spiralen ein. In guten Präparaten kann man in 5 Minuten die Ueberzeugung gewinnen, dass diese eingerollten Fäden des Luftmycels, welche *Reess*¹⁾ bei seinen Untersuchungen über die Entstehung der Fruchtkörper, eigener Aussage nach, monatelang hinhielten, mit der Bildung der Fruchtkörper gar nichts zu thun haben.

Die Fruchtanlagen werden nach 8—10 Tagen am Mycelium sichtbar, sie

seinen Beobachtungen über schnelle Vergänglichkeit und frühen Keimverlust der Stäbchen, über ihre normale Keimung zu Mycelien bei Aussaat weniger Stäbchen, ihre Hförmigen Verschmelzungen, wenn viele zusammenliegen, ihre Copulation mit vegetativen Mycelfäden, welche dann in Folge der Copulation schneller wachsen, kann ich keine einzige bestätigen. Diese Beobachtungen können darum als die einzig mögliche Erklärung der ersten Beobachtungen des Autors über die Befruchtung der Basidiomyceten für mich nicht bloss nicht dienen, sie machen sie im Gegentheile noch unerklärlicher. (Man vergleiche die früher citirten Aufsätze des Herrn *van Tieghem* in dem Jahrgange 1875 der pariser Akademie.)

¹⁾ *Reess*, Befruchtungsvorgang bei den Basidiomyceten, Erlangen 1874, und *Botanische Zeitung* 1876, Nr. 11, Rechtfertigung von *Reess*.

treten so reichlich und massenhaft auf, dass man in einem einzigen Präparate alle Stadien der Bildung vorfindet und ohne Hinderniss bis in alle Einzelheiten des Aufbaues vordringen kann (Taf. VI, Fig. 5). Ich bewahre Objectträgerculturen, in welchen mehr als hundert Fruchtkörper von den ersten Anlagen an bis zur Sporenreife zu übersehen sind. Mit Sicherheit kann ich aussagen, dass die nicht keimenden Stäbchen mit der Bildung der Fruchtkörper nicht in unmittelbaren Beziehungen stehen. In keiner der Culturen, die ich zu Hunderten aus Einer Spore (je von verschiedenen Hüten) gemacht habe, ist die Bildung der Fruchtkörper ausgeblieben. Sie erschienen regelmässig nach Ablauf von 8 Tagen, mochten neue Fruchttträger mit Conidien vorher aufgetreten sein oder nicht, mochten sie aufgehört haben sich zu bilden oder noch spärlich gleichzeitig mit den Fruchtkörpern nachgebildet werden, wie es mitunter geschah. Ein einzelner Mycelfaden und an diesem eine Zelle ist, genau wie beim *Coprinus stercorarius*, der Ort des ersten Entstehens. Diejenigen Fäden sind besonders bevorzugt in der Anlage der Fruchtkörper, welche der Oberfläche oder dem Rande des Culturetropfens nahe sind, von welchen die Fruchtanlagen sogleich, wie es ihnen Bedürfniss ist, in die Luft wachsen können (Taf. VI, Fig. 5). Ebendarum sind die Fruchtanlagen auch an dem Luftmycel eine häufige Erscheinung, ich habe bis 50 an einer Cultur darin gefunden und reife Fruchtkörper dort gesehen, wenn die Culturen stets im feuchten Raume blieben, und die Fäden nicht durch Eintrocknen litten.

Die vegetativ entstehenden Fäden der Fruchtanlage bilden einen kleinen Hyphenknäuel, dessen innerer Theil durch reiche Verzweigung und Dehnung der Zellen zum Stiel zusammenschliesst. Die peripherischen Hyphen und Hyphenenden nehmen an der Bildung des Stieles keinen Antheil und umhüllen die Stielanlage als Volva. Diese Elemente der Volva sind nur spärlich vorhanden, die einzelnen nach oben in Form von fädigen Haaren endenden Hyphen convergiren über der Stielanlage, deren Spitze sie verdecken (Taf. VII, Fig. 1).

Wie früher wird nun von dem zuerst angelegten Stiele der Hut an dessen Spitze gebildet. Die Bildung erfolgt durch reiche Aussprossungen von Hyphen, welche durch dieselbe charakteristische und intensive Art der Verzweigung ausgezeichnet sind, die wir bereits beim *Coprinus stercorarius* kennen lernten (Fig. 2). Die nach oben und aussen führenden Enden wachsen immer zu Haaren aus (Fig. 2 u. 3₁) und die nach unten und innen gebildeten Seitenzweige sind

so lange die vorzugsweise geförderten, bis die Wachstumszone, die am Rande gelegen ist, sich im Bogen umgewendet hat und nun nach unten sieht (Fig. 3 a_4 u. 5). Die Neubildung nimmt die Gestalt eines Hutes an, der im Innern aus einer geschlossenen Hyphenmasse besteht, nach aussen aber in lose, haarartige Hyphen übergeht (Fig. 3 a und b). Hiermit hat sich die Differenzirung der Hutanlage in Hut und Volva, vom ersten Momente der Bildung an durch bestimmte Wachstumsvorgänge eingeleitet, soweit vollzogen, dass wir den inneren dichten luftfreien Kern als Hut von den äusseren lockeren luftführenden Hyphen, der Volva, unterscheiden können, wenn auch eine scharfe Abgrenzung beider nicht besteht. Die Hyphen der Hutvolva, wiewohl anderen Ursprungs, sind von denen der ursprünglichen Volva, welche den Stiel allein vor der Hutbildung umgab, nicht wesentlich in der Gestalt verschieden. Sie treten erst allmählich aus ihnen hervor durch die Zunahme der Hutanlage und sind dann daran kenntlich, dass sie divergirend wie die Haare auf dem Kopfe des Menschen erst nach aussen und dann mit den Spitzen nach abwärts wachsen, sobald der Hut die Wendung nach unten vollzogen hat, während die Stielvolva nach oben wächst, und sich in ihrer Richtung mit den Haaren der Hutvolva kreuzt (Fig. 3 a_3 , 4 u. 6).

Der Hut wächst durch Spitzenwachsthum am Rande. Mit der Zunahme seines Umfanges nach unten werden secundäre Lamellen zwischen den schon sehr früh am Hut entstehenden primären angelegt, und gleichzeitig nehmen die Lamellen centripetal durch Spitzenwachsthum an der ganzen Längsschneide an Ausdehnung zu. Der Stillstand des Längen- und Spitzenwachsthums an Hut und Lamellen, also der Neuanlage von Elementen, und der Beginn der Streckung, der Ausbildung der angelegten Elemente ohne Neubildung, sind auch hier sich ablösende und darum gegenseitig sich ausschliessende Vorgänge der Entwicklung. Sie nehmen, namentlich die Ausbildung des Hymeniums in den Lamellen, die gleiche Zeit in Anspruch, wie beim *Coprinus stercorarius*. Alternirend werden die Zellen der beiderseitigen Pallisadenzone an den Lamellen zu sterilen Pallisaden und zu Basidien. Einzelne von ihnen werden in entsprechenden Abständen zu Schutzpallisaden, zu Cystiden, welche in kleinerer Form auch die Schneiden der Lamellen begrenzen. Die Anlage und die Ausbildung der hymenialen Elemente ist eine gleichzeitige, nur Unterschiede in der Form der gebildeten Sporen und ihrer Färbung, die etwa der Dauer der Sporenentleerung entsprechen mögen, also Unterschiede von wenigen Stunden kommen einzeln vor.

Nach der gleichzeitig erfolgenden Reife der Sporen hebt die Streckung des Stieles und damit die Aufspannung des Hutes an. Die Lamellen sind nicht mit dem Stiele verwachsen, sie lösen sich leicht von ihm ab, und friedlich ohne gewaltsamen Act erfolgt auch die Trennung der durcheinander gewachsenen Hyphen der Hut- und Stielvolva. Der sich streckende, aus dem Hute hervorstwachsende Stiel hat kaum einen haarigen Anflug, nur an seinen unteren Theilen finden sich die Haare von der ersten Stielanlage vor, welche der Regel nach durch weitere Haarbildungen an der Basis des Stieles verstärkt werden, die sich mitunter zu dünnen Strängen ausbilden, und (wie beim *Coprinus stercorarius*) zur Befestigung des Fruchtkörpers dienen (Taf. VI, Fig. 1 *c, d, f* und *g*).

Ganz besonders charakteristisch ist die Ausbildung der Huthaut und die hierdurch eingeleitete scharfe Abgrenzung von Hut und Volva. Sie begleitet die letzte Reife der Sporen und bildet den Abschluss der Streckung in den Elementen der Hutwand. Die Hyphen in dieser haben sich zu einem grossmaschigen parenchymatischen Gewebe ausgedehnt, welches nach aussen englumiger wird und dann mit einer Randzone aus flachen mehr tafelförmigen Zellen abschliesst. Diese peripherische Zellzone verdickt ihre Membranen beträchtlich, und auch die nächstuntere Zone nimmt, wenngleich schwächer, an dieser Verdickung Antheil (Taf. VI, Fig. 6); sie bilden zusammen die scharf umschriebene glatte Huthaut, durch welche die Volva schon vor der Streckung des Stieles abgestossen wird. Diese haftet in einzelnen Fäden oder Schuppen (Verbindungen von Fäden) nur mehr lose an der klebrigen Huthaut an und fällt bei der geringsten Berührung ab (Taf. VII, Fig. 4₃ und Taf. VI, Fig. 1, *e*). Die Fäden haben noch fast die Gestalt, welche sie gleich nach ihrer Bildung angenommen hatten, sie sind nur wenig länger, namentlich aber nach oben in den mittleren Zellen dicker geworden. Die Zahl ihrer Zellen beträgt meist 6—10; die unteren sind klein und englumig, die mittleren gross und weit, dann verschmälern sie sich und die obere läuft in eine feinere Spitze aus; durch eine leise convexe Umkrümmung gewinnt der einzelne Volvafaden die Form eines Hornes (Taf. VII, Fig. 4 *b*). Die Figuren 1—3 zeigen die Entstehung der von *de Bary*¹⁾ als haarförmigen Ueberzug bezeichneten Volvahyphen mit dem ersten Ursprunge der Hutanlage, und lassen nicht den leisesten Zweifel darüber bestehen, dass sie die zuerst entstehen-

¹⁾ *De Bary*, Morphologie der Pilze, Seite 73.

den peripherischen Theile des Hutes sind, welche erst später durch die Ausbildung der Huthaut von diesem scharf unterscheidbar sind und als Volva abgestossen werden, genau wie bei *Amanita*, und bei weitem klarer wie beim *Coprinus stercorarius*. Die beliebige Ansicht eines jungen Fruchtkörpers, der nach meinen Culturmethoden leicht zu gewinnen ist, beweist aufs klarste, dass der Hut, um einen andern Ausdruck zu gebrauchen, aus den basalen Theilen der Volva-Hyphen besteht, deren zuerst entstehende Enden später für den Hut keine Verwendung finden und als Volva durch die Huthaut abgetrennt werden. Der fertige Zustand kann bei oberflächlicher Beobachtung freilich zu der Auffassung führen, dass die zufällig haarförmigen Hyphen der Volva als Haare dem Hute entsprungen sind; aber der Umstand, dass diese Haare so früh abgestossen werden, dass nicht einzusehen ist, warum ein Hut sich den Luxus erlauben sollte, Haare zu bilden, von denen er nichts wie die Schwierigkeit hat, sie wieder los zu werden, lässt schon mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass sie nicht als Haare entstehen: die Entwicklungsgeschichte beweist es direct. Die richtige Deutung ist von entschiedenem morphologischem Werthe, weil ein und dasselbe Gebilde — die Volva — in den verschiedensten Abstufungen der Ausbildung und in den verschiedensten Formen bei den Agaricinen wiederkehrt und sich bis zum gänzlichen Verschwinden verfolgen lässt.

Durch das Aufspannen des Hutes bekommt die ausgebildete Huthaut die unvermeidlichen Längsrisse. Die Lamellen reissen in der Mitte auseinander, wo die Hyphen der Trama inzwischen zum subhymenialen Gewebe gestreckt sind. Auch an der Innenseite, an den innern Enden reissen die Lamellen eine Strecke weit auf, bis sich die seitlich verwachsenen Grenzpalisaden benachbarter Lamellen wieder abgelöst haben. Die Spaltung der Lamellen ist schliesslich eine vollständige und mit ihr ist die nur einige Stunden währende Sporenentleerung abgeschlossen. Die Lamellen rollen sich rückwärts zum Knäulchen ein und zerfliessen sammt dem Stiele in kürzester Zeit.

In Massenculturen auf ausgekochtem Pferdemist gedeiht der Pilz ganz vorzüglich. Nach 8—9 Tagen erscheinen die ersten Fruchtkörper, und ihre Bildung hält in ein und derselben Cultur monatelang an. Dies würde nicht möglich sein können, wenn nicht dieselben Mycelien, welche die ersten Fruchtkörper erzeugt haben, fortwüchsen und fort und fort an den neu gebildeten Myceltheilen neue Fruchtkörper anlegten. Die Anzahl der Fruchtkörper einer

Cultur, die ursprünglich mit einigen wenigen Sporen angestellt wurde, ging weit über tausend hinaus. Die ersten Anlagen waren nur klein, darauf wurden sie grösser und so colossal, wie sie in der Natur gar nicht vorkommen (Taf. VI, Fig. 1 *c*), dann nahmen sie an Grösse ab, und die Culturen endeten nach mehr als 4 Monaten mit Gebilden von zwergartiger Kleinheit (Fig. 1 *f* und *g*).

Verzweigungen von Fruchtkörpern sind durch äussere Einflüsse leicht zu erreichen, sie bilden sich zu Hunderten, an allen Stellen des Stieles, aus jeder beliebigen Zelle. Diese Fruchtanlagen sind vom ersten Anfange der Bildung an gar nicht von denen zu unterscheiden, die an einem Mycelfaden ursprünglich entstehen. Jede Zelle eines Fruchtkörpers erzeugt durch vegetative Aussprossungen neue Fruchtkörper, wie es ursprünglich eine Zelle des Myceliums thut. — Auch die weiteren früher erwähnten Versuche der vegetativen Aussprossungen der Fruchtkörper zu Mycelien habe ich zu wiederholen nicht unterlassen. Die Umlenkung war eine sofortige und in Beziehung auf die einzelnen Elemente des Fruchtkörpers ganz allgemeine. Jede Zelle eines Fruchtkörpers wuchs in jedem Stadium seiner Entwicklung momentan zu neuen Mycelien aus, die in normaler Weise nach 9 Tagen neue Fruchtanlagen erzeugten.

Das Licht hat auf die Entwicklung des *Coprinus* keinen so grossen Einfluss wie beim *Coprinus stercorarius*. Sie wird um mehrere Tage verzögert, auch die Stiele werden länger, bevor ihre eigentliche Streckung mit der Sporenreife im Hute beginnt, aber die Hutbildung unterbleibt nicht im Finstern; die verlängerten Stiele sind ausserordentlich positiv heliotropisch.

Coprinus ephemerus.

Kaum minder allgemein verbreitet als der *Coprinus lagopus* kommt *Coprinus ephemerus* auf beliebigem Miste vor. Er ist durch seine gelblich braune Farbe, die nach dem Gipfel des Hutes vorzugsweise dunkel wird, auf den ersten Blick von den früheren Formen leicht zu unterscheiden. Hut und Stiel sind fast glatt, eine Volva ist am Hute in ganz rudimentärer Form noch vorhanden, der Stiel hat keinen Haaranflug, nur an der Basis secundär auftretende mitunter sehr mächtige Rhizoiden aus dicht verbundenen Hyphensträngen (Taf. VI, Fig. 7*b—e*). Durch die reifenden Sporen wird der Hut nachträglich dunkler, der Stiel mit der Streckung heller. Unter gewöhnlichen Verhältnissen trifft man die Fruchtkörper meist einzeln an, nicht heerdenweise. Es hat dies seinen Grund darin, dass die Nährstoffe des Mistes bereits von anderen Pilzen zu sehr erschöpft sind, ehe der langsam wachsende *Coprinus* zur Entwicklung kommen kann. Sät man aber die Sporen des Pilzes mit Ausschluss jeglicher anderen auf ausgekochten Mist aus, so ist seine Entwicklung eine überaus üppige, und die Fruchtkörper stehen in grosser Zahl dicht zusammen (Fig. 7*a*).

Die Sporen des Pilzes sind in der Form nicht immer gleich. Sie sind grösser bei üppigen Fruchtkörpern und messen 0,012 Mm. in der Länge und 0,007 Mm. in der Breite, kleiner dagegen bei winzigeren Bildungen. Ihr Verhalten bei der Keimung ist ebenso verschieden. Sie keimen in zehn Fällen gar nicht, um im elften ausnahmslos auszusplassen. In der Länge der Zeit keimen aber auch die anfangs trägen Sporen aus, nachdem sie 8 bis 14 Tage im Mistdecoct verweilt haben. Kleine Sporen von kleinen Fruchtkörpern keimen immer schlecht und häufig gar nicht; es ist rätlich das Aussaatmaterial nur

von grössern aufzufangen. Bei der Keimung quillt gleichsam aus der einen Spitze der Sporen eine grosse Blase hervor. Aus dieser ersten Keimblase sprossen eine Reihe weiterer kugelige Sprosse aus, die sich nicht selten zu Colonien von einem Dutzend solcher Blasen steigern (Taf. VI, Fig. 8). Erst dann hört die Anschwellung der neuen Sprosse auf, und sie wachsen zu gewöhnlichen Schläuchen aus. Die Mycelschläuche, sich schnell verzweigend, sind von besonderer Mächtigkeit und laufen nach dem Centrum in eine oder in eine Kette von Keimblasen aus, deren erste die Sporen an sich trägt. Im Vergleich zu den früheren Mycelien sind die des *Coprinus ephemerus* anfangs arm an Verzweigungen, die dicken Fäden gehen weit und sparrig auseinander. Regellos wie die Verzweigungen treten auch die Scheidewände in den Fäden auf, oft schon zwischen den ersten Keimblasen, oft später nach mehrfachen Verzweigungen. In weiteren Stadien werden die Verzweigungen etwas zahlreicher und in Beziehung auf sie werden in der Gesamtheit der Mycelien Unterschiede dahin auffällig, dass ein Theil der Fäden normal in die Länge wächst, und sich wenig verzweigt, während ein anderer kurz bleibt und dafür sehr zahlreiche und ebenso kurze Verzweigungen bildet, welche ein knorrig keuliges Ansehen tragen (Taf. VI, Fig. 9). Dieser Unterschied in den Fäden bleibt entweder erhalten, oder er ist vorübergehend und geht dadurch verloren, dass die kurzen verzögerten Fäden nachträglich auswachsen zu normalen langen Fäden. Späterhin werden dann auch die kurzen Sprosse nicht mehr gebildet, alle Fäden wachsen lang aus und zwar mit grosser Schnelligkeit. Schon nach 5 Tagen ist der Culturetropfen durchwachsen und die Fadenenden wachsen weithin über die Glasfläche des Objectträgers aus. Verschmelzungen von Fäden sind an den Mycelien auch späterhin nur vereinzelt Erscheinungen, Schnallenfusionen kommen niemals vor; dagegen besitzen die Fäden älterer Mycelien die Neigung sich seitlich zusammenzulegen zu primitiven Strängen. Dies wird veranlasst durch Anlegen eines seitlich entstehenden Astes; durch mehrfache Wiederholung des Vorganges an einem Faden wird aus dem Faden eine Verbindung von Fäden. Diese Strangbildung bleibt aber immer nur rudimentär, und spätere Seitenäste wachsen wieder im Winkel zu einzelnen Fäden aus; an den rudimentären Strängen ist die Verschmelzung der Fäden weit häufiger als an freien Fäden.

In den beschriebenen Fällen sind die Mycelien gänzlich steril an Stäbchen geblieben. Dies geschieht häufig, aber eben so häufig fructificiren sie vor dem

Auftreten der grossen Fruchtkörper durch die Bildung der Stäbchen. Es sind der Regel nach knorrig kurze Mycelfäden, aus welchen sie hervorstossen, und wir haben allen Grund anzunehmen, dass die vorerwähnten kurzen Myceläste (Fig. 9) zur Erzeugung von Stäbchen ursprünglich bestimmt sind, dass ihre Bildung aber unterblieben ist. Sie entspringen als feine Fäden an den angeschwollenen Stellen der kurzen Aeste auf diesen oft dicht zusammen und bilden, indem sie sich nach verschiedenen Richtungen wenden, mehr oder minder grosse Büschel, die in kleinen Abständen auf einander folgen (Fig. 10—12). Der Regel nach bleiben sie einfach, es kommen aber auch Verzweigungen ersten Grades vor (Fig. 11₆). Sobald das Spitzenwachsthum aufhört, zerfallen sie durch Zergliederung in kurze oder lange, gerade oder umgebogene Stäbchen, die einen körnigen Inhalt und, wie beim *Coprinus lagopus*, zu beiden Seiten ein grösseres Körnchen führen (Fig. 10 u. 11 *d* und *b*). Die Gebilde sind äusserst zart und zerfallen bald nach ihrer Bildung durch Auflösung in dem Culturetropfen. Sie keimen niemals, sondern verschwinden nach einiger Zeit, auch in frischer Nährlösung, durch Auflösung, wenn sie sofort nach ihrer Bildung ausgesät werden. Die Fäden, an welchen die Stäbchen entstehen, entleeren nur einen Theil ihres Inhalts in diese und wachsen später an beliebigen Stellen weiter aus zu gewöhnlichen Mycelfäden; oder es wiederholt sich nach einer kurzen Zeit die Bildung der Stäbchen an den neuen Aussprossungen, ehe sie in gewöhnliche Mycelfäden übergehen. Die Stäbchen entspringen meistens in Büscheln an den kurzen Anschwellungen der Fäden, die ich als rudimentäre Fruchträger (Fig. 10 und 11) deuten möchte, wenn ich sie mit denen des *Coprinus lagopus* vergleiche (Fig. 4). Die Anschwellungen sind oft so unbedeutend, dass man sie kaum sehen kann; die Stäbchen entspringen dann scheinbar oder wirklich direct aus den Fäden, stehen hier einzeln oder zu mehreren, aber nicht in Büscheln zusammen. Dies ist die Form, womit die Bildung der Stäbchen an den Mycelien endet, wenn die Fäden vegetativ auswachsen (Fig. 12). Die Stäbchen kommen oft nur an einem oder dem andern Faden eines Myceliums vor, oft an allen kurzen Zweigen 1 bis 2 Tage lang, um dann zu verschwinden; massenhaft wie beim *Coprinus lagopus* ist ihre Bildung nie.

In dem zeitlichen Auftreten der Stäbchen herrscht eine grosse Variabilität. Der Regel nach erscheinen sie, wenn sie überhaupt gebildet werden, bald nach der Keimung, ja oft auf der Keimblase selbst. In Fig. 10 ist diese ganz mit

Stäbchen bedeckt, Fig. 11 ist die Abbildung eines kleinen Myceliums, welches an allen Stellen Stäbchen trägt, es ist 2 Tage alt und steht im Begriff vegetativ auszuwachsen, ohne weiterhin Stäbchen zu bilden. Wenn man viele Sporen zugleich aussäet, so hat man mehr Aussicht die Stäbchen zu bekommen, als wenn man nur eine zur Aussaat verwendete; doch ist dies auch nicht ohne Ausnahme, und trifft oft bei den Sporen eines Hutes an einem Tage zu, und nach 8 Tagen nicht mehr.

Ich wüsste kaum, wie diese Stäbchen hier anders, denn als rudimentäre Bildungen zu deuten wären, die bald gar nicht erscheinen, bald nur vereinzelt, bald an rudimentären Trägern vorkommen, bald direct an den Fäden, die hier sofort mit der Keimung auftreten, dort erst an etwas älteren Mycelien, um aber auch hier nach kurzer Zeit wieder zu verschwinden — Bildungen, die aber in keinem Falle keimfähig sind. Eine solche Deutung findet namentlich eine Stütze in den früheren Beobachtungen beim *Coprinus stercorarius* und *lagopus*. Bei dem ersteren waren die Stäbchen bis auf eine rudimentäre Andeutung der Träger verschwunden, bei dem andern hingegen wurden sie noch fast regelmässig, häufig in grossen Massen und an wohl ausgebildeten Trägern, erzeugt.

Nach längstens 8 Tagen sind die Stäbchen immer verschwunden; die Bildung der Fruchtkörper hingegen hebt erst nach 3—4 Wochen an den Mycelien an. Wie sollte es nun wohl möglich sein, dass jene directe geschlechtliche Beziehungen zu dem Ursprunge der Fruchtanlagen haben, da sie ja schon vor deren Auftreten verschwunden sind, und da sie auch ebenso oft gar nicht auftreten?

Jede keimfähige Spore von jedem Hute bildet Fruchtkörper, aber niemals vor Ablauf von 3 Wochen. Auf Objectträgern gelingen die Culturen vortrefflich, wenn man nur die Bacterien in der Länge der Zeit von ihnen ausschliesst, was mir nach meinen jetzigen Methoden mit Sicherheit gelingt. Der Ursprung der Fruchtkörper an einem Mycelfaden durch vegetative Aussprossung von Hyphen ist derselbe, wie in den beiden früheren Fällen. Aus dem Hyphenknäuel bildet sich dann zuerst die Stielanlage und an deren Spitze der Hut. Die Elemente des Hutes wie die des Stieles schliessen hier bis auf vereinzelte Spitzen nach aussen glatt zusammen (Taf. VII, Fig. 5). Hierdurch geschieht es, dass keine Volva nach Art der letzten Coprini zu Stande kommt. Der Fruchtkörper von *Coprinus ephemerus* hat keine Volva; nur die sofort an der Hutanlage er-

kennbaren haarförmigen Spitzen sind als das Rudiment einer Volva aufzufassen (Fig. 5—7).

Nahe an der Basis des Stieles werden vor seiner Streckung, während die Ausbildung des Hutes vor sich geht, mächtige Rhizoiden angelegt. Auf Objectträgerculturen bei sehr kleinen Fruchtkörpern sind sie freilich auf einzelne oder wenige eng verbundene Hyphen reducirt, in Massenculturen auf festem Substrate hingegen bestehen sie aus dicken Hyphensträngen, die über weite Strecken hinwachsen und eine ganz enorme Ausdehnung gewinnen. Man kann dies besonders schön verfolgen in den Fällen, wo das Mycelium im Culturegefässe von dem Substrat aus über die freie Glaswand hingewachsen ist, und nun hier in einiger, oft sogar zollweiter Entfernung vom Substrat die Bildung der Fruchtkörper stattfindet. Ob die Stränge hier bloss zur Befestigung der Fruchtkörper dienen, oder ob sie auch zugleich den Fruchtkörper ernähren, weiss ich nicht. Wäre das letztere der Fall, so würde der Fruchtkörper hierdurch wenigstens theilweise vom Mycelium, welches ihn anfangs ausschliesslich ernährt, individualisirt werden. Ich zweifle aber nicht, dass die Strangbildungen, welche an grossen Agaricinen und anderen Basidiomyceten-Fruchtkörpern vorkommen, grösstentheils als secundäre Sprossungen, als nachträglich gebildete Rhizoiden, zu deuten sind und nicht als Stränge, an welchen die Fruchtkörper ursprünglich entstehen, wie man es im fertigen Zustande anzunehmen geneigt sein kann. Dies kommt nur vereinzelt vor.

Die Differenzirung des Hutes, des Hymeniums auf den Lamellen, die Aufspannung des Hutes mit gleichzeitiger Streckung des Stieles, endlich das Verjauchen beider nach dem Abfallen der Sporen sind Vorgänge den früher beschriebenen so völlig analog, dass sie keiner weiteren Erläuterung bedürfen. Als abweichend will ich anführen, dass die Cystiden selten sind, meist nicht vorkommen, dass die Zahl der Lamellen überhaupt beschränkt ist und an kleinen Fruchtkörpern sogar auf 10—12 zurücksinken kann. Die Huthaut ist besonders schön ausgebildet, ihre Zellen sind regelmässig und nach aussen stark verdickt (Taf. VI, Fig. 13). Sie haben vor dem Abschluss der Streckung und der Membranverdickung noch eine längliche Gestalt und sind im Gipfel des Hutes fast pallisadenartig geordnet (Taf. VII, Fig. 7). Diese Form geht mit der Streckung verloren, die Zellen werden breiter und namentlich nach dem Hutrande hin länger und flacher. Aus den rudimentären Volvahaaren werden später kugelige Blasen,

welche in diesem Zustande einen sichtbaren zarten Volvaanflug bilden. Die Längsrisse im Hute über den Lamellen treten früh auf, und früher als sonst geht die Trama in subhymeniales Gewebe über. Die Aufspannung ist, wohl im Zusammenhange mit der starken Huthaut, besonders energisch; das Zerfliessen des verblühten Fruchtkörpers geht hingegen nur langsam vor sich im Vergleich zum *Coprinus lagopus*.

Sprossgenerationen von Fruchtkörpern aus Fruchtkörpern ohne Mycelium sind durch mechanische Eingriffe ebenso leicht zu erreichen, wie eine Umlenkung der Fruchtkörper zu Mycelien ohne Sporen. Die Fruchtkörper sprossen vor ihrer Sporenreife je nach Umständen zu neuen Fruchtkörpern oder zu Mycelien aus und zwar sogleich in jeder Zelle und in jedem Stadium der Entwicklung.

Das Licht ist für die Entwicklung des Pilzes von grosser Bedeutung. Wenn man es ausschliesst, erreichen die Fruchtkörper in Stiel und Hut nur etwa die halbe Grösse, dann werden die Stiele welk und schlapp, und die halb entwickelten Hüte sinken ohne Aufspannung um. Dem ganzen Fruchtkörper fehlt der Turgor und in Folge mangelhafter Streckung ist die Form des Hutes oft unregelmässig, bald oben aufgebläht und unten zusammengezogen, bald einseitig verlängert; die normale Form des länglichen Ovals ist zu einer napfförmigen Gestalt verändert (Taf. VII, Fig. 8a-d₂). — Jeder Einfluss des Lichtes macht sich sofort an diesen welken im Finstern gewachsenen Fruchtkörpern geltend. Der Stiel wird wieder prall und richtet sich auf, auch der Hut wird voller und grösser und nimmt nun seine normale Gestalt an. Nach etwa 2 Tagen beginnt die Aufspannung des Hutes, die so regelmässig verläuft, als es nach den schädlichen Wirkungen der Finsterniss noch möglich ist. Häufig nämlich brechen hierbei die Fruchtkörper auseinander, weil die nachträgliche Streckung nicht gleichzeitig an allen Stellen erfolgt. — Eben dadurch, dass ich die Wirkung des Lichtes an denselben Objecten zur Geltung brachte, welche vorher unter dem schädlichen Einflusse der Finsterniss krankten, ist jeder Einwand in die Richtigkeit der Beobachtungen, jede Möglichkeit, dass andere Ursachen die Erscheinung herbeiführten, beseitigt. Ich füge noch hinzu, dass die Versuche in zahlreichen Wiederholungen immer in der gleichen Art und mit dem gleichen Ausgang verliefen. Selbst auf Culturen, die über einen Monat ge-

standen hatten, in welchem die Fruchtkörper ganz welk und verschrumpft aussahen, wirkte das Licht noch wieder belebend ein.

Die Untersuchung der im Finstern verwelkten Fruchtkörper ergab das interessante Resultat, dass die Bildung der Lamellen völlig normal erfolgt war. Im Einklange hiermit hatte auch der Hut eine verhältnissmässige Grösse erlangt. Erst mit dem Beginn der Streckung und der Differenzirung der hymenialen Elemente der Lamellen hatte dann die Sache eine andere Wendung genommen. Die Streckung der sterilen Pallisadenzellen, welche mit den Basidien alterniren, war unterblieben, die Zellen hatten die Grösse nahezu behalten, in welcher sie ursprünglich angelegt sind; die Basidien waren zwar ausgewachsen, aber nur mangelhaft, und ebenso mangelhaft war die Sporenbildung auf ihnen eingetreten; die Sporen waren klein und nicht keimfähig. Fast in dem gleichen Stadium der Entwicklung waren alle Hüte der Fruchtkörper stehen geblieben, sie hatten die halbe Grösse der normalen bei welchem Aussehen und gingen ohne Licht ausnahmslos unter, indem auch der Stiel welkte und ohne Streckung zusammensank. Weiter war an diesen verwelkten Fruchtkörpern bemerkenswerth, dass die rudimentäre Volva, welche dem Pilze eigenthümlich ist, reichlicher auftrat und schon mit blossem Auge zu erkennen war. — Höhere Temperaturgrade erwiesen sich für die Entwicklung im Finstern gehaltener Fruchtkörper einflusslos, bei 17° welkten sie in gleicher Weise ab, wie früher.

Aus den Stielen der im Finstern gewachsenen Fruchtkörper, die in der Entwicklung zurückgeblieben waren und die letzten Acte der Streckung nicht zu vollziehen vermochten, sprosssten nach einigen Wochen neue Fruchtkörper aus, in oft unzähliger Menge den ganzen Stiel seiner Länge nach bedeckend. Ich habe Taf. VII, Fig. 8 a—d einige bescheidene Fälle dieser Art abge-

1) Im Vergleich zum *Coprinus stercorarius* bieten die Wirkungen der Lichtentziehung beim *Coprinus ephemerus* interessante Variationen dar, sie machen sich hier in ganz anderer Weise geltend als dort. — Ich bin mit umfassenden Untersuchungen über die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung der Pilze beschäftigt, welche nach mehrfacher Richtung bemerkenswerthe Details ergeben haben und namentlich zeigen, dass das Licht einen grösseren Einfluss auf die Pilze ausübt, als wir bis jetzt annehmen. Dies gilt nicht bloss für höhere Pilze, sondern auch für niedere. So bildet z. B. der *Pilobolus microsporus* niemals Sporangien aus, wenn das Licht nicht einwirkt. Die so häufig vorkommenden massenhaften Pilzbildungen in finsternen Räumen, welche man »Byssus« genannt hat, sind wahrscheinlich nur sterile vegetative Zustände von höheren Pilzen, welche durch den Mangel an Licht keine Fruchtkörper ausbilden.

bildet, an welchen sich die Sprossgenerationen in den verschiedensten Stadien der Entwicklung vorfinden. Diese kamen in vielen Fällen bis zur Grösse des primären Fruchtkörpers, dessen oberer Theil dadurch stärker welkte, und gelangten zur normalen Entfaltung, sobald das Licht einwirkte. Alle entstanden, genau wie die Fruchtkörper am Mycelium, durch vegetative Aussprossung beliebiger Stielzellen.



Coprinus ephemeroides.

Nur hie und da kommt der *Coprinus ephemeroides* auf den verschiedenen Mistsorten zur Entwicklung. Er erscheint in Folge seines langsamen Wachstums von allen *Coprinus*arten am spätesten, erst nach 4 bis 5 Wochen, und auch dann nur, wenn der Mist an andern Pilzen, die vorher wachsen, weniger ergiebig war und keine totale Erschöpfung an Nährstoffen durch sie erlitten hat. Im ungespannten Zustande des Hutes hat der zierliche Pilz eine weisse etwas gelbe Farbe, der Hut die Form eines Ovale (Taf. VIII, Fig. 16 *a* und *b*), eine dicke weisse Volva, oft zu kleinen Häufchen zertrümmert, bedeckt den Hut und den obern Theil des Stieles. Der untere Theil ist knollenförmig wie eine Zwiebel angeschwollen, und von den basalen Theilen dieser Zwiebel gehen mehr oder minder zarte Rhizoiden in das Substrat. Durch die Streckung des Stieles und die Aufspannung des Hutes wird ein Velum partiale, ein Annulus inferus abgetrennt, dem wir hier zum ersten Male begegnen. Er bleibt in Form eines losen, leicht verschiebbaren Ringes meist auf $\frac{3}{4}$ Höhe des Stieles hängen, gleitet aber oft weiter bis zur Basis des Stieles hinab (Fig. 16 *a—e*). Der Pilz wird nie über 2—3 Zoll gross; sein Hut rollt sich mit dem Aufspannen nur wenig nach rückwärts, fällt vielmehr schirmförmig ausgebreitet (Fig. 16 *e*) durch Welken und Zerfliessen des Stieles zu Boden.

Die ausserordentlich kleinen Sporen von 0,008—0,01 Mm. Länge und 0,005 Mm. Breite keimen leicht und sicher zu einem anfangs sehr dicken Keimschlauche aus, an welchem die weiteren Verzweigungen schnell dünner werden und im weiteren Verlaufe ein Mycel aus sehr zarten Fäden bilden. Das Mycelium wächst wie das von *Coprinus ephemerus*. Es bleiben aber alle Fäden gleich, und eine Verschiedenheit in der Form, wie bei den Mycelien des *Coprinus ephemerus*, kommt nicht vor. Nach 8 bis 10 Tagen sind die Mycelien über den Culturettropfen hinausgewachsen, kommen aber erst nach etwa 4 Wochen

zur Bildung von Fruchtkörpern. Bis zu dieser Zeit erfahren die Mycelien keine Veränderungen. Sie zeigen sehr vereinzelt Fadenverschmelzungen, ebenso selten auch eine Schnallenfusion, und hier und da werden primitive Strangbildungen bemerkbar. Nur an wenigen Fäden, die etwas kürzer geblieben sind, erfolgt eine ganz schwache Stäbchenbildung, die auch ebensooft ganz unterbleibt. Die Stäbchen werden auf kaum hervortretenden Seitenzweigen in dichten Büscheln (Fig. 17) angelegt, sie sind einem Krystallbündel täuschend ähnlich und nur durch Reaction und Verbrennung von diesem zu unterscheiden. Ich habe die Stäbchen niemals völlig abfallen sehen, auch die Zergliederungen unterblieben öfters; eine Keimung konnte nie erreicht werden.

Die erste Entstehung der sehr früh auftretenden Fruchtkörper ist genau dieselbe wie beim *Coprinus stercorarius*. Der Stiel wird zuerst im Innern des Hyphenknäuels angelegt und an seiner Spitze geht dann die Hutbildung vor sich. Sie ist dadurch ausgezeichnet, dass eine Differenzirung des Hutes in den Hut im engeren Sinne und eine Volva eigentlich niemals eintritt (Taf. IX, Fig. 1 u. 2). Es unterbleibt die beide abgrenzende Anlage einer Huthaut vollkommen. Die Volva ist der peripherische Theil der Hyphenelemente, welche den Hut bilden. Diese werden nach innen dichter (Fig. 2b) und schliessen völlig zusammen zur Masse des Hutes, welcher später auf der Innenseite die Lamellen hervorbringt. Der Uebergang beider ist ein so allmählicher, dass es eine Grenze zwischen Hut und Volva gar nicht giebt. Man könnte sie etwa dahin verlegen, wo die Luft zwischen den Hyphen auftritt und alles Volva nennen (Fig. 1₄ und Fig. 2 a₆), was Luft zwischen den Hyphen führt, dagegen Hut, was luftfrei ist (Fig. 1₃ und Fig. 2 a₅). Die Masse der Volvaelemente ist eine so grosse, wie wir sie bisher nicht kennen gelernt haben. Sie wird zuerst, vor dem Hute angelegt, der sich aus ihren inneren Theilen gleichsam bildet. Wenn darum die jungen Stadien

¹⁾ Bei diesem *Coprinus* (wie auch bei allen früheren *Coprinus*-Arten) sind die Sporen häufig sehr unregelmässig in der Form. Zwischen solchen, die mehr wie 2 mal so lang als breit sind, kommen in denselben Hüten andere vor, die erheblich kürzer, oft einseitig aufgetrieben »spindel-förmig« erscheinen und wieder andere, die fast rund sind. Viele andere Basidiomyceten zeigen ähnliche Schwankungen in der Formausbildung der Sporen. Sie stimmen hierin mit gewöhnlichen Sporenbildungen an ungeschlechtlichen Fruchtkörpern überein, während andererseits die unmittelbar geschlechtlich erzeugten Sporen wie die mittelbar an der geschlechtlich erzeugten sporentragenden Generation auftretenden Sporenbildungen z. B. Algen-, Moos-, Farn- und Phanerogamen-Sporen eine nur wenig schwankende, reichere und weit bestimmtere Ausbildung der Form besitzen.

des Hutes bereits ganz von dicken Volvamassen umgeben sind (Fig. 1), so können wir von den jüngsten fast sagen, dass sie im Wesentlichen aus Volva bestehen; von dem Fehlen einer Volva, von einem haarförmigen Ueberzuge des Hutes im Sinne *de Bary's* kann hier so wenig wie in früheren Fällen die Rede sein.

Die Form der Volvaelemente weicht nicht unwesentlich von den uns bis jetzt bekannt gewordenen Bildungen der gleichen Art ab, sie bilden ein Mittelding zwischen dem *Coprinus stercorarius* und dem *Coprinus lagopus*. Die Zellen der Hyphen schwellen an den Enden bedeutend an wie beim *Copr. sterc.*, aber sie erreichen die volle Kugelform kaum (Fig. 2 b_2) und bleiben mit einander in Verbindung, wie es beim *Copr. lagopus* geschieht. Die Fäden sind also aus länglich kugelförmigen Zellen zusammengesetzt, welche nach innen kleiner und kleiner werden und beim Uebergange in die Fadenform sich im Hut verlieren (Fig. 2 b_1). Nach aussen werden die Luftinterstitien grösser mit der Grösse der Zellen, nach innen nehmen sie allmählich ab und hören endlich im dichten Verbande der Hutmasse ganz auf (Fig. 1_{3 u. 4} und Fig. 2 a_5 u. 6). Mit Nothwendigkeit müssen die Volvaelemente durch die Wachstums- und Streckungsvorgänge des Hutes, denen sie nicht, wenigstens in der Peripherie nicht mehr, nachkommen, zerklüftet werden (Fig. 2 a_6); dies geschieht von aussen nach innen fortschreitend. Anfangs bietet die Volva den Anblick einer Gebirgslandschaft dar, in welcher die Risse die Thäler, die von einander gerissenen Theile die Gebirgsmasse bilden, später wird auch ihr Boden erschüttert und sie sinken in kleinen Trümmern in die grösseren Zwischenräume hinab (Taf. VIII, Fig. 16). Ein Unterschied in der Anlage der Volvaelemente vom Gipfel des Hutes nach seinem Rande ist weniger bemerkbar wie früher; am äussersten Rande selbst ist sie vorzugsweise beträchtlich.

An der Wachstumszone des Hutrandes dauert die fernere Anlage von Elementen des Hutes fort in der Weise, wie sie in den ersten Stadien begonnen hat. Es differenziren sich aus den am Rande gleichförmigen Hyphenmassen fort und fort nach aussen die peripherische Volva, nach innen der Hutkern, bis schliesslich das Wachstum, die Neubildung der Hyphen, stille steht. Sobald dies eintritt, hört auch die der Neubildung folgende Differenzirung der Hyphen auf, und es zeigt sich, dass sie nicht bis zur Spitze des Hutrandes fortschreitet, sondern schon eine Strecke weit über diesem erlischt. Indem so ein Theil der Hyphen und zwar der äusserste von der Differenzirung ausgeschlossen bleibt,

erhält der Hut eine besondere Randzone von undifferenzierten Hyphen, welche sich unmittelbar dem unteren Ende der Lamellen anschliessen. Man könnte sie als den untern Theil der Hutvolva auffassen; doch da diese ein Differenzirungsproduct ist aus den Hutelementen, hier aber gar keine Differenzirung eintritt, ist eine solche Deutung nicht völlig gerechtfertigt, und wir dürfen nur die Grenze als solche bezeichnen, die unmittelbar an die Lamellen stösst. Das besondere Verhalten dieses nicht differenzierten Hutrandes im Vergleich zur Hutvolva unterstützt diese Auffassung. Die Spitzen nämlich bilden keine Erweiterungen in den Zellen und keine Rosenkranzketten wie die Volva, sie bleiben Hyphen wie im Anfange. Als solche verwachsen sie mit den Hyphenelementen der Stielvolva zu einem geschlossenen Ganzen, welches generaliter als Volva bezeichnet wird und Hut und Stiel in seinem Innern birgt, wie wenn der Fruchtkörper sich von Innen heraus modellirt hätte.

Diese Verbindung muss nothwendig zerreißen, sobald die Streckung des Stieles, die nur in der Spitze erfolgt, beginnt. Dies geschieht ziemlich friedlich. Die Hyphenelemente trennen sich, so wie sie früher verwachsen sind, und der nicht differenzierte, den Stiel eng und rund umgebende Hutrand wandert durch die Streckung des Stieles mit dem Hute nach oben (Taf. VIII, Fig. 16 *a* u. *b*). Der seitliche Verband der Hyphen des Hutrandes ist ein ziemlich enger und fester, und dieser Umstand allein entscheidet bei der Aufspannung des Hutes über seine Endschicksale, für die nur zwei Möglichkeiten offen bleiben. Es kann entweder durch die Aufspannung der geschlossene Hutrand zerreißen und in einzelnen Trümmern den aufgespannten Hut am Rande verzieren, oder er muss am Rande des Hutes sich ablösen, und wenn dies geschieht bleibt er, ein morphologisches Gebilde für sich, als Ring am Stiele sitzen, als loser verschiebbarer Ring (Fig. 16 *c*, *d* u. *e*), da ja die untere Ablösung vom Stiele schon früher erfolgte, und die Trennung vom Hute die Verbindung mit dem Fruchtkörper überhaupt löste. Wie erwähnt ist nun die untere seitliche Verbindung des Hutrandes eine ziemlich feste und innige (Taf. IX, Fig. 3 *a'* und *b*₁), sie überwiegt die zweite Verbindung am Hutrande; hier erfolgt darum die Ablösung (Fig. 3 *a* u. *b*₂) und durch sie die Erhaltung des Hutrandes als Ring.

Gesetzt den Fall, die Ablösung wäre eine weniger glückliche und der Hutrand würde zerrissen, so wäre dem Endresultate nach kein Ring vorhanden; aber entwicklungsgeschichtlich bestände er hier so gut wie dort. Ich hebe diesen

Punkt besonders hervor, weil wir, das Vorhandensein eines Gebildes wie der Ring nur nach dem Ausgange, nach dem fertigen Zustande allein beurtheilend, zu naheliegenden Fehlern kommen würden, zu Auffassungen von Unterschieden, welche systematisch allerdings verwerthbar sind, deren Werth aber, durch die Entwicklungsgeschichte geprüft, nur ein beschränkter sein kann, wenigstens für die Systematik, welche sich nicht mit der Unterscheidung der Formen allein begnügt, sondern zugleich auch aus der Erkenntniss gradueller Uebereinstimmungen den natürlichen Zusammenhang derselben zu erschliessen bestrebt ist.

Die Ablösung des Hutrandes vom Hute wird durch den Umstand gleichsam vorbereitet, dass mit fortdauernder Streckung auch die basalen, der Hutgrenze anliegenden Volvaelemente sich zu kugeligen Zellen erweitern, die im losesten Verbande stehen, sich also leicht von einander ablösen. In Fig. 3a habe ich den ausgebreiteten Annulus inferus gezeichnet, in Fig. 3b nur eine kleine Parthie von ihm stärker vergrössert wiedergegeben, der obere Theil mit den grösseren Zellen (Fig. 3b₂) begrenzte den abgetrennten Hutrand, der untere aus Hyphen bestehend bildete den Rand des Hutes (Fig. 3b₁) und liegt lose um den Stiel.

Nur durch das Zerfallen der Volvaelemente in Folge der Streckung der Zellen, welche bis zur compacteren Masse des Hutes nach innen allmählich fortschreitet, wird die Grenze zwischen Hut und Volva schärfer als früher bezeichnet (Fig. 2a u. b). Alles was zerfällt ist Volva und das Uebrige Hut. Eine Huthaut, aus stärker verdickten Zellen einer besonderen Zone gebildet, wird, soweit die Beobachtung auf Längs- und Querschnitten reicht, nicht angelegt. Die Aufspannung des Hutes erfolgt darum mit milderer Energie, als in früheren Fällen, nur durch stärkere Streckung der hymenialen Elemente im Vergleich zur Hutwand, welche hierbei soweit Widerstand leistet, als es zur Aufspannung nothwendig ist; ein Einrollen des Hutes zum Knäuelchen findet nicht statt.

Ueber das hinaus, was ich hier mitgetheilt habe, herrscht eine so völlige Uebereinstimmung des *Coprinus ephemeroideus* mit den früheren, dass ich nur wiederholen könnte, was ich dort gesagt habe. — Das Licht verzögert die Entwicklung des Fruchtkörpers, ohne sie jedoch ganz zu hemmen.

Das Gleiche gilt von einer Anzahl anderer *Coprinus*-Arten, die ich untersucht habe. Die Unterschiede, welche ich auffand, drehten sich darum, ob eine Volva vorhanden ist oder nicht, und welche Form deren Elemente annehmen,

ob ein Annulus vorkommt oder fehlt, ob eine Huthaut gebildet wird, ob die Mycelien Stäbchen erzeugen, ob diese direct an den Fäden oder gleichsam an Fruchträgern entstehen, ob häufige oder seltene Fusionen der Mycelfäden, ob Schnallenfusionen und Strangbildungen eintreten, ob Sclerotien als Uebergangsstadium vom Mycelium zum Fruchtkörper in den Entwicklungsgang eingeschlossen sind oder nicht, etc. Alle diese Variationen sind in den vier Formen vom morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus sattsam erörtert, ihre unmittelbare Verwendung für die specielle Systematik geht über den Vorwurf der vorliegenden Arbeit hinaus. Ich habe die Wahl unter den von mir untersuchten Coprinusarten so getroffen, dass in ihrer speciellen Darlegung alle die morphologisch wichtigen und hervortretenden Momente eine Berücksichtigung fanden, welche mir unter der Zahl der untersuchten Formen begegnet sind.

Bei den Agaricinen im Allgemeinen (bei gymnocarpen und angiocarpen Formen) habe ich die Haupttypen von Coprinus, soweit ich bis jetzt untersuchte, wiedergefunden; ich unterlasse es, näher auf sie einzugehen und bemerke nur, dass hie und da vorkommende Stäbchen, von denen *Eidam*¹⁾ einige beschrieben, niemals keimten, ihre Bildung eher aufhörte, als die ersten Anlagen von Fruchtkörpern gebildet wurden.

Nur 3 Hauptpunkte bedürfen noch einer eingehenden Besprechung: der Annulus superus, der oben im Stiel angewachsen ist und die bekannten Manchetten bildet, der Annulus intermedius, der dem Stiel angewachsen etwas tiefer etwa auf $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$ seiner Höhe vorkommt und endlich die gewaltigen Strangbildungen, welche in Form von Rhizomorphen dem Entwicklungsgange der Agaricinen angehören.

Alle drei Punkte können in der Untersuchung von 2 Pilzen, einer Amanita und einem Agaricus ihre Erledigung finden. Der Annulus superus findet sich bei Amanita vor, der Annulus intermedius und die Rhizomorphen sind, die letzteren vorzugsweise, dem Agaricus melleus eigen.

Ich beginne mit der Amanita muscaria.

¹⁾ *Eidam*, zur Kenntniss der Befruchtung bei den Agaricinen-Arten. Botanische Zeitung 1875; ferner *Eidam*, Ueber die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei den Hymenomyceten Naturf. Versammlung in Graz 1875.

Amanita muscaria.

Die jüngsten Stadien der Fruchtkörper von *Amanita* finden sich an den Standorten des Pilzes in der Erde vor. Sie haben eine mehr oder weniger runde Form und sitzen als kleine Knöllchen (Taf. IX, Fig. 4) dem Mycelium auf. Dieses lebt in der Erde und besteht wie alle Mycelien dieser Pilze aus den bekannten Hyphenelementen. Combinationen dieser Hyphen zu Strängen habe ich an den Mycelien nicht finden können, und, wo sie sich zeigten, konnten sie als secundäre Bildungen, aus dem Basaltheile der Fruchtkörper entsprungen, nachgewiesen werden. Ich möchte darum glauben, dass Strangbildungen dem Mycelium nicht eigen sind und die Fruchtkörper an einzelnen Fäden entstehen, wie bei *Coprinus*. Leider machen es die zu grosse Mächtigkeit des Pilzes und seine Fructification in bestimmter Jahreszeit schwierig, diese Frage im Wege der Cultur sicher zu entscheiden.

Die jüngsten Fruchtanlagen in Form kleiner Knöllchen bestehen aus einer dichten Verbindung von Hyphen, in welcher die Ausdehnung der Hyphenelemente zum Primordium des Stieles eben begonnen hat (Fig. 4). Sie erfolgt nicht in allen Fäden gleichzeitig, sondern hebt in einzelnen unter diesen an. Als natürliche Folge dieses vereinzelt Auftretens erscheint das Primordium des Stieles aus zwei heterogenen Elementen zusammengesetzt, nämlich aus Hyphen mit grossen Gewebszellen untermischt, welche letztere aus den einzelnen Hyphen durch Dehnung und Streckung natürlich hervorgegangen sind. Bereits bei sehr jugendlichen Anlagen macht sich an der Spitze die Bildung des Hutes bemerkbar als eine locale eng begrenzte, äusserst lebhafte Entwicklung neuer feiner Hyphenelemente, die dem Primordium des Stieles entsprossen und etwas unter der Oberfläche am dichtesten erscheinen (Fig. 4₂).

In den nächsten Stadien sind beide Theile gewachsen, die Anlage des Hutes und das Primordium des Stieles. Nur auf Längsschnitten erkennt man die schwache kuppelförmige Wölbung der Hutanlage (Fig. 5₂), während im Stiel mehr und mehr grosse Gewebszellen aus den Hyphen durch Streckung erzeugt werden, die nun die Grundmasse zu bilden scheinen, zwischen welcher sich die Hyphen in bogenförmigem Verlaufe erstrecken¹⁾. Von beiden Anlagen, dem Stiel und dem Hut, ist zunächst der erste ganz vorzugsweise gefördert, zwar so, dass die Hutanlage förmlich umwallt wird, und selbst in Stadien des Fruchtkörpers von der Grösse einer kleinen Wallnuss nur im Centrum des Scheitels äusserlich als schwache Wölbung sichtbar ist. An Längsschnitten aber werden alle Einzelheiten so deutlich als möglich. Auf dem mächtigen breiten, fast flachen primordialen Stielknollen sitzt in der Mitte die Hutanlage. In ihrer Masse sind Hut im engeren und eine peripherische Volva in aussergewöhnlicher Mächtigkeit unterscheidbar (Fig. 6₁ u. 2). Beide bilden im Anfange die Grundmasse der Hutanlage, aus welcher erst später durch secundäre Differenzirung aus der gleichförmigen und gleichentstehenden Hyphenmasse der Hut als innerer Kern im Gegensatze zur Volva als peripherische Umhüllung hervorgeht. Die Elemente beider, gleichen Ursprungs, gehen auch unmittelbar in einander über, die Grenze zwischen ihnen wird nur dadurch schon früh sichtbar, dass die Vermehrung der Volva von aussen nach innen fortschreitend bereits nachlässt, während sie gerade im Hute am energischsten fort dauert. Die Hyphen der Volva, die an der Peripherie zuerst zu wachsen aufhören, dehnen sich, den innern Wachsthumsvorgängen und der damit verbundenen Vergrösserung des Ganzen zu folgen, in ihren Zellen zu grossen Blasen aus, die aber nicht zerfallen, sondern im losen Verbande mit einander bleibend ein Scheinparenchym bilden, welches ganz identisch ist mit dem des *Coprinus ephemeroides* (Fig. 1 u. 2a und b₂ u. 6). Durch die Fortdauer dieser Veränderungen der Volva in centripetaler Richtung einerseits, durch fort dauerndes Wachstum des Hutes selbst andererseits, wird die natürliche Verbindung beider Theile, der Volva und

¹⁾ In den Figuren 4 und 5 ist die Structur des Stielprimordiums aus grossen blasenförmigen Zellen, zwischen welchen die noch unveränderten Hyphen verlaufen, nur schematisch angedeutet. Ich habe eine besondere Figur mit ausführlichen Details beizugeben unterlassen, weil sie zu grossen Raum beanspruchte, und weil es aufs leichteste möglich ist, sich aus der Beschreibung eine natürliche Vorstellung von dem wirklichen Sachverhalte zu bilden.

des Hutes, naturgemäss von selbst gelockert. Eine weitere substantielle Veränderung in den äussern Hyphen des Hutes trägt dazu bei, sie vollends zu lösen. Die Hyphen der eigentlichen inneren Hutoberfläche bekommen in einer beträchtlichen Zone dicke und quellungsfähige Membranen. Diese Zone erscheint darauf, durch Verdrängung der Luftinterstitien zwischen sich, durchscheinend und geschlossen und macht die Abgrenzung von Hut und Volva dem blossen Auge zugänglich (Fig. 6 u. 7). Von nun an ist die Verbindung beider eine so lockere, dass sie durch die weitere Ausdehnung des Hutes von selbst gelöst werden muss. Die Volva vergrössert sich durch elastische Déhnung nur wenig, sie zerreisst in einzelne Theile, welche dann als Warzen der freien gelatinösen und darum scheinbar glatten Huthaut als die bekannte Volva ankleben.

In eben dieser Zeit, in welcher sich die Begrenzung von Volva und Hut in der Hutanlage an der Peripherie vorbereitet, vollzieht sich im Innern die Bildung der Lamellen und des Hymeniums auf diesen. Anders als in den bisher betrachteten Fällen verlaufen hier bei *Amanita* die ersten Vorgänge der Lamellenbildung, und sie tragen auch noch am Ende gleichsam das Erinnerungszeichen eines anderen aber höchst charakteristischen Ursprunges.

Für die Formen des *Coprinus* war es typisch, dass die Lamellen auf der freien Innenseite des Hutes sich ausbildeten, und dass sie nach innen centripetal sich verbreiternd zugleich nach dem Hutrande mit diesem eine Verlängerung erfuhren. Bei *Amanita* hingegen wird eine Innenseite des Hutes niemals frei, sie existirt gar nicht zu der Zeit, wo die Lamellen sich bilden. Die Hutanlage sucht sich vergebens als compacte Masse zu erheben, sie bleibt seitlich eingeschlossen von dem enorm wachsenden Primordium des Stieles, auf welchem sie entsteht. In ihren ersten Stadien bestand die Anlage aus fast gleichförmigen Hyphen (Fig. 4 u. 5), darauf zeigte sich in der schwachen äusseren Kuppel die Abgrenzung von Hut und Volva (Fig. 6) angedeutet: mit dieser beginnt nun auch im Innern die weitere Differenzirung.

Der in der Mitte axial verlaufende Theil wird zur Fortsetzung des Stielprimordiums, des Kolbens, und wächst später zum eigentlichen Stiele heran. In der Hyphenmasse, die nicht zum Stiel und auch nicht zur Hutwand wird, die auf der Grenze von beiden liegt und beide verbindet, wird das Hymenium, die Lamellen, angelegt. Die Lage des Hutes ist im Anfange eine so flache, dass die Hyphen, welche von den Seiten des centralen Stieles zum Hut ver-

laufen, nur einen schwachen Bogen machen. An der Stelle, wo sie umbiegen, erzeugen sie aus sich das Hymenium des Pilzes und markiren erst hierdurch die innere Grenze der Hutwand im Gegensatze zu den Lamellen. An einzelnen Partien dieser Hyphen, welche also dem Stiel und dem Hute, so lange beide im Innern nicht differenzirt sind, angehören, beiden gemeinschaftlich sind, erfolgt eine lebhafte Verzweigung, und aus der regelmässigen Verzweigung bildet sich die Basis der einzelnen Lamellen aus. Die einzelnen Partien der Hyphen treten regelmässig und unmittelbar neben einander auf, die ganze Masse der Hyphen erscheint in einzelne radienartig gestellte Bündel gesondert, die sich unmittelbar begrenzen, ohne Hyphen zwischen sich zu lassen, welche theilnahmlös bleiben.

Diese Vorgänge der Bildung heben in einer im Hute kreisförmig tangential gelegenen Zone an und schreiten von hieraus centripetal fort. Die Verzweigungen, welche an den einzelnen Hyphenbündeln erfolgen, durch welche sie gleichsam gegeneinander abgegrenzt werden, sind genau dieselben, wie wir sie früher an den frei entstehenden Hyphenbündeln der Lamellen von *Coprinus* kennen lernten. Die Verzweigungen können nicht apical entstehen, weil die Spitze nicht frei ist, sie entstehen im Verlaufe der nicht freien Hyphen und ordnen sich seitlich, als ob sie an der Spitze lägen. Die Lamellen haben gleichsam eine Haube, welche die Spitze einnimmt, ihre Bildungsstätte liegt unter dieser. Ist die erste Anlage einmal erfolgt, so schreitet die Verlängerung in centripetaler Richtung fort (Fig. 8) und die weitere Ausbildung, resp. das weitere Wachstum der Lamellen, ist dasselbe wie beim *Coprinus*. *De Bary*¹⁾ hat auf tangentialen Längsschnitten bei *Amanita rubescens* und *muscaria* beobachtet, dass nach der ersten Anlage der Lamellen die Zwischenräume zwischen diesen von Gewebsplatten ausgefüllt werden, welche gleichfalls messerförmig mit der Schneide nach oben gekehrt und etwas schmaler sind als die Lamellen selbst; die Grenze zwischen den letzteren und den interstitiellen Platten wird durch eine sehr dünne lufthaltige Schicht bezeichnet. Diese Gewebsplatten habe ich bei *Amanita muscaria* nicht finden können, weder im Beginn der Lamellenbildung, wo sie als Schneiden gleich den Lamellen eine auffällige Erscheinung (der Beschreibung des Autors nach) sein müssten, noch in späteren Stadien von denen *de Bary* sagt: »die inter-

¹⁾ Morphologie der Pilze Seite 71.

stitiellen Platten sind nicht mitgewachsen; an ihrer Stelle liegt zwischen den Lamellen theils ein vielfach durchbrochener, lockerer feinfadiger Filz, der bald völlig verschwindet, theils dürften ihre Reste in den feinen leistenförmigen Hervorragungen zu suchen sein, welche sich von der Stieloberfläche aus zwischen die Lamellenschneiden einschieben und späterhin auf jener wie feine Faltungen erscheinen.« Dieser letzte Passus ist mir nach meinen Beobachtungen an *Amanita muscaria* unverständlich geblieben.

Der wesentlichste Unterschied in der Lamellen-Anlage von *Amanita* und *Coprinus* besteht demnach darin, dass die Lamellen bei *Coprinus* auf der inneren freien Hutfläche entstehen als neue freie Vegetationspunkte, welche durch Spitzenwachsthum fortwachsen; dass bei *Amanita* hingegen die Anlage der Lamellen nicht auf der freien Innenfläche des Hutes stattfindet, weil diese zur Zeit der Anlage gar nicht da ist, dass sie vielmehr in einem neutralen Hyphenelemente vor sich geht, welches Stiel und Hut gemeinschaftlich (Fig. 8₂) ist, welches keinem von beiden angehört, weil beide noch nicht differenzirt sind, sondern erst durch diese Vorgänge der Lamellenbildung differenzirt werden. Weil die Bildung der Lamellen ursprünglich keine freie ist, sondern im Verlaufe von Hyphenbündeln erfolgt, die sich zu dem Zwecke der Lamellenbildung von einander sondern, so ist es natürlich, dass auch nachträglich die Lamellen an der Spitze nicht frei sind, sondern in die neutrale Hyphenmasse auslaufen, aus welcher sie hervorgingen (Fig. 8_{2 u. 3}). Und der Umstand, dass in der äusseren Zone dieser Hyphen die erste Anlage der Lamellen erfolgte, dass sie von dort centripetal fortschreitet, vermittelt es einfach, dass die neutrale Masse am Stiel verbleibt (Fig. 8_{1 u. 2}), und dass diese um so weiter vom Hute entfernt wird, je mehr die Lamellen durch centripetales Wachsthum fortschreiten sich zu verlängern, je breiter sie sich zwischen Hut und Stiel gleichsam einschieben (Fig. 8₁₋₅).

Die Anlage der Lamellen ist eine ausserordentlich frühe, und der Hut erfährt, nach dem ersten Auftreten der Lamellen im Gipfel des Hutes, nicht bloss nach unten Neubildungen, es findet auch in seiner ganzen Masse ein bedeutendes intercalares Wachsthum statt. Das letztere ist nothwendig um im Innern Raum zu schaffen für die Entwicklung, die Verlängerung der Lamellen in centripetaler Richtung. Je mehr der Umfang des Hutes zunimmt, um so grösser wird

der Abstand der innern Hutwand vom Stiel, der diesem Wachstum nicht folgt. Nur so allein wird es den Lamellen möglich gemacht, centripetal zu wachsen, wozu ihnen sonst der Raum fehlen würde¹⁾.

Aber was ist die Folge dieses centripetalen Wachstums der Lamellen mit fortschreitender Ausdehnung des Hutes? — Es muss eine nachträgliche, nach den älteren Theilen allmählich zunehmende Verbreiterung der Lamellen eintreten, falls nicht ein Einschieben kurzer secundärer Lamellen zwischen die vorhandenen erfolgt. Diese kurzen Lamellen, welche wir vom *Coprinus* (Taf. IV, Fig. 4 u. 5) kennen, fehlen hier thatsächlich, und dementsprechend zeigen die Lamellen eine keilförmige Gestalt, sie verschmälern sich nach dem Stiele zu in centripetaler Richtung ganz erheblich (Taf. IX, Fig. 8).

Die Hymenialelemente der Lamellen werden am innen gelegenen Vegetationsherde angelegt und bedecken in geschlossener Pallisadenzone beide Flächen der Lamellen. Ihre weitere Entwicklung findet nicht oder nur unbedeutend statt, so lange die Lamellen noch an ihrem inneren Vegetationspunkte wachsen. Ob nun, während dies geschieht, noch nachträglich in den bereits angelegten Lamellentheilen neue Pallisadenelemente zwischen die vorhandenen eingeschoben werden, ob also eine intercalare Vermehrung der Hymenialtheile unabhängig vom Vegetationsherde eintritt, hierüber ist im Wege der Beobachtung so wenig, wie früher beim *Coprinus*, eine sichere Entscheidung zu treffen; man kann das Einschieben nicht sehen, und Messungen sind nicht möglich ohne Eingriffe, die den Pilz tödten, die also das Wachstum, welches man messen will, von vorn herein sistiren. Wir sind darum auf Wahrscheinlichkeitsschlüsse angewiesen, welche etwa aus anderen Beobachtungen sich herleiten lassen. Nach diesen nun wird eine Lamelle an ihrem Vegetationspunkte mit geschlossener Pallisadenzone so vollständig angelegt, dass ein nachträgliches Einschieben von der Trama aus seine Schwierigkeiten haben würde; wir können desshalb wohl mit einigem Grunde annehmen, dass dies, wenn überhaupt, in nicht sehr bedeutenden Verhältnissen geschehen kann.

In der bisherigen Vorstellung wurde das centripetale Wachstum der

¹⁾ Der centri- und basipetale Aufbau der Lamellen ist bei *Amanita muscaria* deutlich zu erkennen; er scheint aber bisher nicht beachtet zu sein, wenigstens habe ich an keiner Stelle der Literatur hierüber eine Andeutung gefunden.

Lamellen allein in Betracht gezogen, wir müssen uns jetzt noch ihrer gleichzeitigen Verlängerung vom Gipfel nach dem Rande des Hutes zuwenden.

Ich führte bereits an, dass die Anlage der Lamellen oben im Gipfel der Hutanlage anhebt, und von da nach unten, also nach dem Rande des Hutes, fortschreitet. Durch successive Querschnitte können wir uns hiervon leicht überzeugen und die Einsicht gewinnen, dass die Hutanlage selbst noch am Rande in der Fortbildung begriffen ist, wenn bereits oben die Lamellen angelegt und zu beträchtlicher Länge herangewachsen sind. Diese Fortbildung des Hutes in centripetaler Richtung, also die Verlängerung des Hutes, hat auch eine Verlängerung der Lamellen zur Folge, die sich vom Gipfel des Hutes nach dem Rande erstrecken. Die unteren Partien ein und derselben Lamelle müssten nun aber in dem Maasse von den oberen Theilen, die zuerst angelegt sind, verschieden ausfallen, als der Umfang des Hutes nach unten ein ungleich bedeutenderer wird, also auch ein und dieselben Lamellen auf eine grössere Raumfläche vertheilt werden; die Lamellen müssten nach unten ungleich breiter werden, wenn nicht dieser grösseren Raumzunahme conform immer neue Lamellen zwischen den vorhandenen angelegt würden. Die Anlage dieser secundären Lamellen erfolgt in der neutralen noch undifferenzirten Hyphenzone, in welcher die Lamellen nach unten fortgebildet werden, sie erfolgt nicht zwischen den älteren schon vorhandenen primären Lamellen, sondern mit diesen zugleich an der Stelle, wo sie differenzirt werden, also in dem unteren Vegetationsrande resp. der Differenzirungszone des Hutes. Diese Art ihrer Bildung ist für ihre Lage und ihre Gestalt massgebend. Die secundären Lamellen erstrecken sich in centripetaler Richtung, genau wie die primären, bis zum Stiel, sie sind in dieser Beziehung ihnen gleich, sind also auch dem Stiele angewachsen, und daraus folgt, dass wir auf Querschnitten die Lamellen als primäre und secundäre nicht unterscheiden können, weil sie hier alle die gleiche Länge haben. Es gibt also keine kürzeren und längeren Lamellen, wie sie ein Querschnitt vom Hute des Coprinus (man vgl. Taf. IV, Fig. 4 u. 5 mit Taf. IX, Fig. 8) auf den ersten Blick zeigt, und wenn wir das Modell der Lamellen nach dem Coprinus nehmen wollten, so würden wir schliessen müssen, es fehlten die secundären Lamellen. Dieser Schluss aber würde ein durchaus irriger sein, weil sie in jeder beliebigen anderen Ansicht sichtbar sind.

Der wesentliche Unterschied der secundären Lamellen von den primären besteht in ihrer geringeren Längenausdehnung vom Gipfel des Hutes nach seinem Rande. Sie gehen nicht bis in den Gipfel, sondern endigen plötzlich in verticaler Richtung in einer horizontalen Fläche. Diese secundären Lamellen decken nach unten die grösseren Raumverhältnisse, die mit der Längenzunahme des Hutes in seinem peripherischen Wachsthum geschaffen werden. In ihrer Structur stimmen sie mit den primären völlig überein; jede von ihnen endigt aber in verschiedener Höhe nach dem Hutgipfel, sie haben also alle eine ungleiche Länge.

Die weitere Entwicklung des Fruchtkörpers nach der Anlage seiner sämtlichen Elemente ist nicht wesentlich abweichend von Coprinus. Die Lamellen hören centripetal und centrifugal auf sich zu verbreitern und zu verlängern; inzwischen beginnen die weitere Ausbildung des Hymeniums und die Vorgänge der Streckung.

Beim Wachsthumstillstande der Lamellen bleibt eine nicht unbeträchtliche Partie derjenigen neutralen Hyphenelemente, in welchen die Lamellen ursprünglich entstanden sind, unverwendet übrig, sie gehen nicht ihrer ganzen Masse nach in die Bildung der Lamellen auf. Sie befinden sich in der Zeit, wo die Lamellen zu wachsen aufhören, nach innen zu an der Stelle, wo sie ursprünglich waren und haben in ihrer Hyphennatur noch fast die gleiche Beschaffenheit, welche sie im Anfange hatten (Taf. IX, Fig. 8₂). Auch auf dem Querschnitte hat ihre Mächtigkeit sich kaum verändert. Sie umgeben den Stiel, gehen nach der einen Seite in seine Oberfläche über, nach der anderen in die Trama der Lamellen; die ganze Länge der eingeschobenen Lamellen trennt sie von der inneren Hutwand, der sie vordem ebenso wie dem Stiele unmittelbar angewachsen waren (Fig. 8).

Mit der Streckung des centralen Stieles, die im Gipfel wie bei Coprinus vor sich geht, und mit der Streckung und Aufspannung des Hutes naht die Entscheidung über die weiteren Schicksale dieses neutralen Hyphenrestes, der ursprünglich nicht Stiel noch Hut war und schliesslich versäumte Lamelle zu werden.

Die eigentlichen centralen Elemente des Stieles, mit welchen der in Rede stehende Hyphenrest an der Oberfläche in Verbindung steht, lockern durch Dehnung und Streckung ihrer Zellen diese Verbindung, weil die Hyphen weder

wachsen noch sich strecken, also nur eine ihrer Elasticität entsprechende passive Dehnung erfahren können. Durch die Aufspannung des Hutes, die eine Entfernung der Lamellen vom Stiel zur Folge hat, werden sie zugleich in anderer Weise in Mitleidenschaft gezogen. Sie sind der Stieloberfläche und den Lamellen angewachsen; die Trennung der Lamellen vom Stiele versetzt sie darum in radiale Spannung. Bei den durch die Aufspannung wachsenden Distanzen zwischen Lamellen und Stiel kann es sich nach Ueberschreitung ihrer Elasticitätsgrenze nur mehr darum handeln, wo ein Abreißen erfolgt. Es muss an der schwächeren Stelle geschehen, und als solche erweist sich die Verbindung mit dem Stiel. Von unten nach oben löst sich mit der Aufspannung die Hyphenmasse vom Stiele ab, nur im höchsten Gipfel des Stieles bleibt die Verbindung erhalten, an einer Stelle des Ueberganges vom Stiele in den Hut, die sich nicht streckt. In diesem Zustande überzieht die Hyphenmasse wie ein Schleier die Innenfläche der Lamellen. Aber auch der Schleier ist unhaltbar. Der Hut streckt sich zugleich in radialer Richtung vom Gipfel nach dem Rande, und wie sein Radius wächst, muss sich die unglückliche Haut von Neuem und diesmal in tangentialer Richtung dehnen. Sobald auch hier die Elasticitätsgrenze überwunden ist, müsste sie in Stücke zerreißen, wenn sie an allen Stellen gleich befestigt wäre. Dies ist sie nicht. Ihre stärkste Verbindung ist im Gipfel des Hutes, ihre losere auf den Lamellen; hier löst sie sich ab und schnellt wie ein gezogener Kautschukfaden zusammen in den Gipfel des Hutes. Die Lamellen sind fortan frei, wie die von anderen Agaricinen, die neutrale Hyphenmasse hängt als eine schwammige Haut aus dem Gipfel des Stieles über diesen hinab, der Lamellenschleier ist zur Manchette geworden, zum *Annulus superus*.

Der Hut von *Amanita* bekömmt mit dem Aufspannen keine Längsrisse, wie sie für die beschriebenen *Coprinus*-Arten charakteristisch sind, die grosse Quellungsfähigkeit und Elasticität der überaus mächtigen Huthaut, die sehr bedeutende Dimensionen (Taf. IX, Fig. 7) besitzt und aus dem dichtesten Geflecht von Hyphen mit gallertig gequollenen Membranen besteht, bewahrt sie vor einem solchen Schicksale. Eben weil nun aber die Huthaut des gespannten Hutes intact bleibt, können auch die Lamellen nicht aufgespalten werden, und in weiterer Folge kann die Entleerung der Sporen nicht durch einfachen Abfall von den gespaltenen und horizontal ausgebreiteten Hymenialflächen, wie beim *Coprinus* geschehen. Die Lamellen bleiben geschlossen, nur die Zwischenräume

wachsen zwischen ihnen mit der Aufspannung. In diese werden die Sporen durch schwache Ejaculation geworfen und fallen dann zu Boden.

An dem fertigen Fruchtkörper sitzt unten am Stiel der primordiale Stielknollen, der Bulbus, auf welchem der Fruchtkörper, der secundäre durch Streckung gebildete Theil des Stieles mit dem gehobenen Hute, gleichsam wie auf einem Postamente ruht. — Die Spannung im Hute zwischen der dicken Huthaut, die sich nicht streckt, und den sich streckenden übrigen Elementen ist eine beträchtliche, es reicht die geringste Verletzung aus, den Zusammenhang zu lockern, den Pilz in Trümmer zu zerbrechen¹⁾.

Wenn wir Amanita den unbeschleierten, den sogenannten gymnocarpen Agaricinen gegenüberstellen, so ist der Unterschied zwischen ihnen ein bedeutender. Für Amanita trifft daher die von *de Bary* hervorgehobene Unterscheidung der beschleierten Agaricinen von gymnocarpen Formen völlig zu: »dass sich ihr Fruchtkörper nicht durch einfach centrifugales Wachsthum eines Hyphenbündels aufbaut, sondern zuerst einen aus gleichförmigem Bildungsgewebe bestehenden Körper darstellt, in dessen Innerem die einzelnen Theile durch Differenzirung angelegt, gleichsam aus der homogenen Grundmasse heraus modellirt werden«²⁾; für die übrigen mit Schleier versehenen Formen trifft sie aber nicht in gleichem Grade zu. Durch sie wird der Unterschied zwischen beschleierten und gymnocarpen Formen im Allgemeinen zu sehr hervorgehoben und die Abweichung der Amanita von den übrigen beschleierten Agaricinen nicht betont. Nach *de Bary* weicht Amanita vorzugsweise in der Volva von diesen ab, während sie gerade hierin eine graduelle Uebereinstimmung zeigen; dagegen bleibt die abweichende Art der Lamellenbildung unberücksichtigt, worin meiner Meinung nach das Hauptmoment der Verschiedenheit gegeben ist³⁾. Wohl zum Theil

¹⁾ Die Zerbrechlichkeit der Schwämme, deren Hüte durch Aufspannung ausgebreitet werden, ist lediglich die Folge der Gewebespannung, die mit der Reife der Fruchtkörper durch ungleiche Dehnung und Streckung der Elemente zum Zwecke des Aufspannens an den verschiedenen Stellen Platz greift; sie ist darum weniger gross oder gar nicht vorhanden bei solchen Pilzen, die ihre Hüte nicht durch Gewebespannung entfalten, sondern von vorn herein durch natürliche Wachsthumsvorgänge schirmartig ausbreiten.

²⁾ *de Bary*, Morphologie der Pilze p. 72.

³⁾ In wie weit unter den beschleierten Agaricinen in der Bildung der Lamellen vereinzelte Annäherungen an Amanita vorkommen, werde ich später in einer umfassenden Untersuchung darlegen, die noch nicht völlig zum Abschluss gekommen ist. Es ist bei dieser Untersuchung nöth-

hierdurch mag es gekommen sein, dass wir über die Natur der Volva, über die Abweichungen in der Ausbildung der Lamellen nicht ausreichend belehrt wurden, und dass namentlich die morphologischen Unterschiede der verschiedenen Schleier nicht mit genügender Schärfe präcisirt worden sind.

Nach meiner Ueberzeugung liegt aber in der richtigen Erkenntniss der erwähnten morphologischen Einzelheiten, in der graduellen Abweichung wie sie die verschiedenen Formen darbieten, und zugleich in der Uebereinstimmung in diesen wichtigen Charakteren, nicht bloss der Schlüssel für eine specielle Systematik dieser Pilze, wir gewinnen durch sie die überhaupt mögliche Einsicht in den genetischen Zusammenhang der Agaricinen mit den Hymenomyceten und beider mit der Gesamtmasse der Basidiomyceten.

Ueber beide Punkte, überhaupt über die natürliche Systematik der Basidiomyceten, wissen wir zur Zeit so gut wie nichts, man wusste bisher nicht einmal, wie man die Sache angreifen sollte, um diese Aufgabe von grosser Bedeutung der Lösung näher zu führen. Ich beschränke mich hier auf einige Notizen, bezüglich des weiteren auf den Schluss dieser Arbeit verweisend.

In der *Amanita* erkenne ich nach der Differenzirung des Fruchtkörpers, des Hutes und nach der Bildung des Hymeniums in diesem ein Zwischenglied zwischen den Agaricinen mit freiem Hymenium auf der unteren Seite und den typischen Gasteromyceten mit angiocarpen Fruchtkörpern. Offenbar sind nur in wenigen Formen die unzweifel-

wendig, auf junge Stadien von Fruchtkörpern zurückzugehen, die oft schwer zu beschaffen sind. Es braucht z. B. nur die neutrale Hyphenzone, worin die Lamellen entstehen, schliesslich ganz in die Bildung der Lamellen aufzugehen, so ist im fertigen Fruchtkörper kein Annulus superus vorhanden, und es macht den Eindruck, als ob das Hymenium auf der freien Innenseite des Hutes entstanden wäre. Eine Deutung in diesem Sinne würde aber unrichtig sein, wenn die Entwicklungsgeschichte lehrte, dass die Lamellen nicht frei entstehen. Bei *Amanita vaginata* (wo die Volva im Gipfel des Hutes aufreisst und als einheitliches Gebilde am Fusse des Stieles sitzen bleibt) ist z. B. keine Manchette vorhanden; ob aber hier die Lamellen, abweichend von *Amanita muscaria*, frei entstehen, kann aus dem Mangel der Manchette allein nicht erschlossen werden. Hierfür ist die Untersuchung des in der Entwicklung begriffenen Fruchtkörpers entscheidend. Im speciellen Falle bei *Amanita vaginata* habe ich bis jetzt noch keine geeigneten Bildungsstadien auftreiben können. Falls aber in Wirklichkeit die Lamellen frei entstehen, würde *Amanita vaginata* von der Gattung *Amanita* abzutrennen sein, denn gerade darin, dass die Lamellen bei dieser nicht frei entstehen, liegt meiner Auffassung nach der wesentlichste natürliche Charakter der *Amanita* gegenüber anderen beschleierte Formen ausgesprochen, in weit geringerem Grade dagegen in der starken Ausbildung der Volva.

haften Andeutungen des angiocarpen Ursprunges der Agaricinen erhalten geblieben, und zu diesen gehört *Amanita*. Schon in der Differenzirung der äusseren Theile des Hutes in 3 Schichten, in eine äussere: Volva, eine mittlere (aus gallertig verdickten Hyphen): die Huthaut und eine innere: die Masse der Hutwand, treten deutliche Anklänge an die Peridien der Gasteromyceten hervor. Von diesen Differenzirungen verliert sich die äussere, die Volva, in langsamen Abstufungen, wie wir sie z. B. bei den Arten von *Coprinus* kennen lernten; bei den beiden andern erlischt oft die scharfe Scheidung der Schichten. Die Bildung des Hymeniums im Innern des Fruchtkörpers ist ganz analog den Vorgängen bei den Gasteromyceten. *Amanita* ist gleichsam ein Gasteromycet, dessen Fruchtkörper sich von unten öffnet, dessen Oeffnung einmal vorbereitet wird durch die Reste des neutralen Hyphenelementes, worin die Lamellen entstehen, welche aber namentlich mit der Streckung des centralen Stieles unausbleiblich ist, dessen jetzige Differenzirung jüngeren Ursprunges sein dürfte als die des Hutes, wenn sie auch zur Zeit früher und auffälliger auftritt. Ist demnach in den angeführten Thatsachen die nahe Beziehung der *Amanita* zu den Gasteromyceten dargethan, so kann weiterhin die Ableitung der Agaricinen von *Amanita*-ähnlichen Formen nicht zweifelhaft sein. Die Volva und das *Velum superum*, die Manchette, sind die Rudimente angiocarper Herkunft, sie gehen verloren, das Hymenium wird frei und entspringt auf der Innenseite des Hutes, die mit der Aufspannung zu seiner Unterseite wird. Die sogenannten gymnocarpen Agaricinen sind aus den noch zum Theil angiocarpen Formen hervorgegangen, welche die Brücke zu den Gasteromyceten bilden, und ohne Zweifel die jüngeren und höchst differenzirten Formen der Familie der Agaricinen. Und eben weil sie aus angiocarpen Fruchtkörpern durch Oeffnung von unten entstanden sind, eben desshalb tragen sie das Hymenium auf der unteren Seite: ein Umstand von grosser morphologischer Bedeutung, auf den man auch schon früh einen systematischen Werth gelegt hat.

Ob auch die Thelephoreen¹⁾ Agaricinen sind, bei welchen die bestimmte Form des Hymeniums erloschen ist, das will ich dahin gestellt sein lassen, es

¹⁾ Es ist auch möglich, dass die Thelephoreen niedrigere Formen sind als die Agaricinen, welche unabhängig von diesen aus den Gasteromyceten entstanden sind und zwar aus Formen, in welchen eine weitere Differenzirung des Hymeniums überhaupt noch nicht eingetreten war.

scheint mir wahrscheinlich; jedenfalls aber entsprechen den Agaricinen als gleichwerthige Zweige, welche unabhängig von diesen von den Gasteromyceten ausgehen, die Hydneen und die Polyporeen, die nur durch eine andere Form des Hymeniums in Röhren oder Stacheln von den Agaricinen verschieden sind. Der Höhepunkt dieser beiden Familien ist zur Zeit in den Formen gegeben, bei welchen die Marginalzone des Hutes fortbildungsfähig bleibt. Auf diesem Wege entstehen die Riesen der Pilzwelt, die zugleich in ihrer wunderbaren Architectur als Endpunkte der Entwicklung und als Höhenpunkte der bis jetzt bei den Pilzen erreichten morphologischen Differenzirung gelten müssen.

Wenn es nun richtig ist, dass die verschiedenen Reihen der Typen mit dem Hymenium auf der Unterseite von den angiocarpen Gasteromyceten abstammen (aber wohl schwerlich von den jetzt lebenden, sondern von früheren ausgestorbenen Formen), wenn es weiter richtig ist, dass wesentlich mit in dem Umstande, dass sie das Hymenium auf der Unterseite tragen, dieser angiocarpe Ursprunge angedeutet ist, so kann es unmöglich correct sein, diese abgeleiteten Typen als gymnocarpe zu bezeichnen, es kann um so weniger zutreffend sein, als diese Bezeichnung schon für die rein gymnocarpen Formen der Tremellinen und Clavarieen, die das Hymenium oberflächlich an der Oberseite tragen, verwendet ist. Um hier in einem kurzen Ausdruck den Unterschied zu betonen, der zwischen diesen und jenen besteht, nenne ich die erwähnten abgeleiteten Typen semiangiocarpe Hymenomyceten. Die systematische Beziehung dieser zu den rein gymnocarpen Tremellinen und Clavarieen werde ich erst in einem späteren Abschnitt an die Tremellinen anschliessend besprechen können.

Agaricus melleus.

Den bereits mitgetheilten Untersuchungen über Agaricinen schliesse ich an dieser Stelle nur noch den *Agaricus melleus* an. Der Pilz ist durch den *Annulus intermedius* am Fruchtkörperausgezeichnet und vornehmlich noch durch seine hoch differenzirten vegetativen Zustände — durch die Rhizomorphen — von dem grössten morphologischen Interesse. Diese zwei Punkte ergänzen die bei den Agaricinen überhaupt wesentlichen morphologischen Momente zu einem geschlossenen Ganzen.

Die Fruchtkörper sowohl, wie die Rhizomorphen des *Agaricus melleus* sind in der neuesten Zeit von *R. Hartig*¹⁾ in vortrefflicher Weise untersucht und dasjenige, was ich hier mittheile, bildet nur eine Ergänzung der Beobachtungen *Hartig's* nach einer Richtung, die *Hartig* unzugänglich war, die erst durch meine Culturmethoden erschlossen worden ist.

Die Rhizomorphen, welche bis auf *Hartig* für Pilzbildungen unbekanntem Ursprunges und unbekannter Fructification galten, sind wegen ihrer auffälligen Erscheinung und grossen Verbreitung überaus häufig Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Bald war die Erforschung ihrer anatomischen Structur, ihres morphologischen Aufbaues, bald die weitere Entwicklung zur Fructification das Ziel, welches die Beobachter anstrebten. Die ältere Literatur ist in der Morphologie der Pilze von *de Bary* angegeben, ich begnüge mich mit einem Hinweise auf sie. Von *de Bary* selbst haben wir über den Bau der Rhizomorphen eine Untersuchung, welche bis zur Erörterung der Frage nach einem eventuellen

¹⁾ *R. Hartig*. Wichtige Krankheiten der Waldbäume, *Agaricus melleus* p. 12—36. Berlin 1874 bei Julius Springer.

Zusammenhange mit einem fructificirenden Pilze gelangt ist, und sie dahin entscheidet, dass wir den Pilz der Rhizomorphen in seiner Frucht zur Zeit nicht kennen¹⁾. Später glaubte *Fuckel*²⁾ einen Ascomyceten, den er in Peritheccien an den Rhizomorphen fand, in diesen Früchten als Fruchtform der Rhizomorpha, diese selbst als seine vegetativen Zustände ansprechen zu sollen, als bald darauf *R. Hartig*³⁾ den wahren Zusammenhang in anderer Form mit untrüglicher Klarheit nachwies. Die günstigen äusseren Verhältnisse, in denen sich *Hartig* in Neustadt-Eberswalde für Beobachtungen solcher Art im Freien befindet, führten ihn, sobald er anfang sie consequent zu verfolgen, sehr bald zur Auffindung der Rhizomorphenfrüchte.

Die Rhizomorphen rufen die Krankheit des Harzstickens hervor, sie tödten die von ihnen befallenen Kiefern, und sind als Erzeuger einer ansteckenden gefährlichen Krankheit unter den Waldbäumen forstwirthschaftlich von grosser Bedeutung. Zunächst mit den Studien über diese Krankheit und ihren Zusammenhang mit der Rhizomorpha beschäftigt, den *Hartig* zuerst sicher erwiesen hat, fand er im Laufe der Untersuchung die fructificirenden Rhizomorphen. Ganz zu Endé der Jahreszeit, im Spätherbst, beginnen die Rhizomorphen zu fructificiren. Sie erzeugen nach dem Aufbrechen der schwarzen Rinde aus ihrem Innern die längst bekannten Fruchtkörper des *Agaricus melleus*. Eine Reihe vortrefflicher Abbildungen zeigt die Vorgänge der Keimung aus den Rhizomorphen in ihren Anfängen und die weitere Entwicklung der Fruchtkörper⁴⁾. Ich kann diese Beobachtungen *Hartig's* nach eigener Anschauung in allen Punkten bestätigen und zugleich bemerken, dass die Keimung der Fruchtkörper ein rein vegetativer Vorgang ist und so erfolgt, wie die Keimung des *Coprinus* aus den Sclerotien, nur mit dem Unterschiede, dass die Keimung aus dem Innern der Rhizomorpha und nicht aus oberflächlichen Zellen vor sich geht. Zuerst wird aus den aussprossenden Hyphen ein dicker Stiel gebildet, an dessen Spitze durch Aussprossungen, welche denen von *Coprinus* gleich sind, der Hut in wesentlich gleicher Weise wie dort angelegt wird.

Schon *Hartig* legte an den jugendlichen Stadien in überzeugender Weise

1) *de Bary*, Morphologie der Pilze S. 22—29.

2) *Fuckel*, Botanische Zeitung, 1870, Nr. 7.

3) *R. Hartig*, l. c. wichtige Krankheiten der Waldbäume.

4) *Hartig*, l. c. Taf. II.

dar, wie die untere Seite der jungen Hutanlage ursprünglich frei ist¹⁾ und erst in etwas späteren Stadien nicht mehr frei erscheint, weil die Hyphenspitzen, welche den fortwachsenden Rand des Hutes einnehmen, mit ähnlichen Hyphenaussprossungen in Berührung kommen, welche vom Stiele ausgehen und vorzugsweise reichlich sind an der Stelle, wo der nach unten umgebogene, sogar an der äussersten Peripherie etwas eingebogene Rand des Hutes dem Stiele sich nähert. Seine Beobachtungen betreffs dieses Punktes stellt *Hartig* denen von *de Bary* gegenüber, die dieser an anderen, dem *Agaricus melleus* nahestehenden Formen beschleierter Agaricinen ausgeführt hat. Nach *de Bary*²⁾ tritt die Hymenialfläche im Innern der jungen Fruchtanlage auf, sie wird hier gebildet durch fortschreitende Differenzirung der ursprünglich geschlossenen Hyphenmasse des Fruchtkörpers. Dieser Auffassung *de Bary's* entsprechen nun, wie *Hartig* zeigt, die Beobachtungen an älteren vorgeschrittenen Entwicklungsstadien der Fruchtkörper von *Agaricus melleus*³⁾, nicht aber die Befunde der jüngsten Anlagen.

Hartig hatte für diese Beobachtungen in dem *Agaricus melleus* insoweit ein günstiges Object gefunden, als der Stiel bereits vor der Anlage des Hutes zu einer beträchtlichen Länge heranwächst, und beide Vorgänge, die Bildung des Stieles und des Hutes auf diesem, eben hierdurch so weit auseinander geschoben werden, dass sie unabhängig für sich leicht erkannt werden können. Bei den meisten verwandten Formen ist dies aber nicht der Fall. Hier tritt auf ausserordentlich kurzem Stiele die Hutbildung ein, der kurze Stiel ist von peripherischen Hyphen umgeben, in welchen die Vegetationsspitze, worauf der Hut entsteht, eingebettet liegt. Ebendarum kann man den frei entstehenden Hut auf Längsschnitten nicht sehen, er gelangt auch kaum zu einer sichtbaren Freiheit, weil die Randspitzen des jungen Hutes sogleich mit den Hyphen des Stieles in Verbindung treten. *De Bary* hat gewiss die jugendlichen Zustände auch richtig gesehen, seine Beobachtungen sind richtig, nur seine Deutung ist eine andere, aber nach den untersuchten Objecten berechnigte.

Es bestehen hier offenbar stufenweise Abweichungen in der Ausbildung der Fruchtkörper, und gerade diese Variationen sind, als die natürlichen Uebergänge von der Gasteromyceten ähnlichen *Amanita* zu den semiangiocarpen Agari-

¹⁾ *Hartig*, l. c. Taf. II, Fig. 16.

²⁾ *de Bary*, Morphologie der Pilze, p. 69.

³⁾ *Hartig*, l. c. Taf. II, Fig. 19.

cus-Formen, ebenso natürlich als wichtig. Aber eben weil sie bestehen, ist es nicht wohl möglich an dieser Stelle Abgrenzungen in grosse Abtheilungen mit ausgesprochenem Charakter vorzunehmen, wie sie *de Bary* zwischen seinen gymnocarpen und angiocarpen Agaricinen¹⁾ hat eintreten lassen; denn es gibt Mittelformen, für welche weder der Charakter der einen noch der der anderen Abtheilung völlig zutrifft. Dies ist auch hier der Fall, und darin liegt der Grund der Controverse trotz richtiger Beobachtungen beider Autoren²⁾.

Durch die erwähnte Eigenthümlichkeit der frühen Ausbildung des langen Stieles beim *Agaricus melleus*, im Verein mit der hervorgehobenen Verbindung des Hutrandes mit dem Stiele durch die hier local auftretenden Hyphenausprossungen, kommt nun ein besonderes Gebilde zu Stande, der *Annulus intermedius*, welches im anderen Falle bei anderer Art der Stielausbildung fast ebenso entsteht, nur nicht erhalten, wenigstens in der gleichen Form erhalten wird, wie beim *Agaricus melleus*, weil der Stiel weitere Veränderungen erfährt, welche den *Annulus* in Mitleidenschaft ziehen.

Beim *Coprinus* und auch bei anderen Agaricinen ist die Verbindung des Hutrandes mit den peripherisch dem Stiele entsprossenden Hyphen eine ähnliche wie beim *Agaricus melleus*. Sie tritt schon früh ein, wenn der Stiel noch sehr kurz ist, weil erst der Hut ausgebildet und darauf der Stiel durch Streckung verlängert wird. Diese Streckung erfolgt im Gipfel des Stieles zu einer Zeit, wo der Stiel so kurz ist, dass der zuerst gebildete Hut ihn fast bis zur Basis bedeckt. Die Verbindung des Stieles mit dem Hutrande durch Verwachsung der peripherischen Hyphen bleibt zunächst erhalten an der Stelle, wo sie ursprünglich eingetreten ist, denn wie der Hut über den Stiel wächst, ebenso wächst auch der Stiel langsam mit ihm, sie bleibt erhalten so lange, bis die letzte Streckung im Stiele anhebt. Nun fragt es sich, wo und wie die Ablösung der verbundenen in einander gewachsenen Hyphen erfolgt.

Bei *Coprinus stercorarius* und *lagopus* erfolgte die Ablösung ungefähr so, wie früher die Verwachsung entstanden war. Die Hyphen des Hutrandes zer-

¹⁾ *de Bary*, l. c. p. 60—73.

²⁾ Es ist übrigens zu bemerken, dass *de Bary* selbst, p. 73 seiner *Morphologie*, bereits auf das Bedürfniss einer gründlichen Durcharbeitung der Agaricinen hingewiesen hat, um über die Natur aller als Schleier beschriebenen Ueberzüge eine klare Uebersicht zu bekommen, womit er seinen Darstellungen zugleich nur den Werth provisorischer, im Interesse des Buches ausgeführter Mittheilungen gibt.

fielen mit der Ausbildung der Huthaut zu Volvazellen. Aber schon beim *Coprinus ephemeroideus*, wo die Hyphen reicher auftraten, ihre Verwachsung zwischen Stiel und Hutrand eine innigere, die Ausbildung der Huthaut aber eine weit schwächere war, blieb die Verbindung am Hutrande vorerst bestehen. Die Ablösung begann mit der Streckung des Stieles an dessen Basis, die verwachsene Hyphenmasse blieb am Hutrande sitzen und wurde an dem sich streckenden Stiele nach oben gezogen. Erst mit der Aufspannung des Hutes erfolgte dann auch ihre Ablösung vom Rande, und als Endresultat hatten wir den *Annulus mobilis*.

Uebertragen wir die Verhältnisse, wie sie beim *Coprinus ephemeroideus* bestehen, auf den *Agaricus melleus* mit der Veränderung, dass sich hier der Stiel nicht in gleicher Weise wie dort im Gipfel streckt, dass er schon vor der Anlage des Hutes eine bedeutende Länge besitzt und mit dieser gleichzeitig auch an den übrigen Stellen wächst, so ist es ganz natürlich, dass die Verbindung des Hutrandes mit dem Stiele an der Stelle erhalten bleibt, wo sie entstanden ist, dass kein Abreissen vom Stiele erfolgt, weil keine Streckung in seiner Spitze dies veranlasst, dass vielmehr später mit der Aufspannung des Hutes eine Ablösung eintritt. Indem sie am Hutrande vor sich geht, am Stiel hingegen die Verbindung erhalten bleibt, entsteht der *Annulus intermedius*, welcher dem Stiel in seinem oberen Theile angewachsen ist im Gegensatze zum *Annulus mobilis*, welcher ihn in Form eines verschiebbaren Ringes lose umgibt. Dies ist der Ursprung des *Annulus intermedius*; er steht in der ersten Entwicklung dem *Annulus mobilis* nahe; das verschiedene Verhalten des Stieles bedingt später die grössere Ungleichheit in ihrer Erscheinung.

Vergleichen wir die verschiedenen Formen der beschleierte *Agaricinen*, so macht sich bei ihnen zuerst ein Zurücktreten der Schleier vom Gipfel des Hutes nach dem Rande bemerkbar; an diesem verschwinden sie zuletzt, und damit ist der Uebergang in die unbeschleierten Formen vollzogen.

Nach diesem kurzen Vergleiche des *Annulus intermedius* mit dem *Annulus mobilis inferus*, (deren beider Unterschied vom *Annulus superus*, der *Manchette*, keiner weiteren Erläuterung bedarf), wende ich mich der Entstehung der *Rhizomorphen* zu.

In den Sporen der nunmehr sicher erkannten *Fructification* der *Rhizomorphen*, in den Sporen des *Agaricus melleus*, war der natürliche Ausgangspunkt

gegeben, die Morphologie dieser interessanten Pflanze in ihren noch vorhandenen Lücken zu ergänzen, die Frage zu lösen nach der Bildung der Rhizomorphen, nach ihrer weiteren Differenzirung bis zur Fructification mit besonderer Berücksichtigung der Lebensweise, der Ernährung des Pilzes und seines parasitischen Lebens, welches eines experimentellen directen Beweises noch bedürftig geblieben ist.

Mit unendlich geringem Vertrauen in ein Gelingen der Versuche unternahm ich die Cultur des Pilzes. Es handelte sich um die Ausführung des Experimentes, einen der grössten Repräsentanten der Pilzwelt der exacten Culturmethode zugänglich zu machen, ein Experiment, welches eben in den gewaltigen Formen des Pilzes die grössten Schwierigkeiten findet, welches bisher niemals versucht ist, ja vor der Einführung meiner Culturmethoden¹⁾ nicht einmal versucht werden konnte.

Gegen Ende October 1875 sandte mir *Hartig* einen frischen stattlichen Fruchtkörper des *Agaricus melleus*, welcher eben seine Sporen abzuwerfen begann. Ich fing sie auf in einem reinen Uhrglase, welches ich eine Viertelstunde unter den Fruchtkörper stellte; darauf benetzte ich sie mit einem Tropfen verdünnten Pflaumendecoctes und vertheilte sie einzeln auf zahlreiche Objectträgerculturen. Schon am dritten Tage verschwand aus der ovalen an beiden Enden etwas zugespitzten Spore der Oeltropfen, den die reife Spore führt. Die Spore schwoh an und sehr bald kam ein Keimschlauch hervor. Er bildete durch Verzweigung Fäden von grosser Feinheit, in denen eben wegen ihrer Feinheit Scheidewände mit Sicherheit nicht unterscheidbar waren. Durch weitere Verzweigungen wurde nach etwa zwei Tagen aus dem Keimschlauche ein kleines äusserst zartes Mycelflöckchen gebildet. Weder Fusionen von Mycelfäden noch Schnallenfusionen, noch auch Stäbchenfructification nach Art des *Coprinus lagopus* und *ephemerus* wurden in den nächsten Tagen an den Mycelien sichtbar, die noch fortfuhren sich räumlich auszudehnen; nur traten jetzt in den Fäden deutlich Scheidewände hervor, wie wir sie bei den *Coprinus*arten kennen lernten. Etwa 8 Tage vom Beginn der Keimung an dauerte die langsame Vegetation des immerhin nur äusserst kleinen Myceliums, dann nahm es nicht mehr

¹⁾ Man vergleiche *Brefeld*, neue Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze, Sitzungsbericht der naturf. Freunde in Berlin, November 1875.

zu und stand in seiner Ausbreitung völlig still (Taf. X, Fig. 1—5). Hie und da hatten die Fäden kleine Anläufe zur Strangbildung genommen; die Zweige eines Fadens hatten sich zu Strängen zusammengelegt oder benachbarte Fäden eine seitliche Verbindung zu primitiven Strängen geschlossen, welche aber blieben, was sie im Ursprunge waren, nämlich blosse Combinationen von Fäden¹⁾. Die Stränge und die Fäden hörten zu wachsen auf und, als sie stillstanden, bekamen sie häufig krystallinische Incrustationen, die mitunter die Stäbchenfructificationen von *Coprinus ephemerus* täuschend nachahmten, sich indess in der Feuerprobe als oxalsaurer Kalk erwiesen.

In eben dieser Zeit, wo das Wachsthum der Mycelien in der Peripherie nachliess, bemerkte ich eine starke Verdichtung an einer oder mehreren Stellen in der Mitte des Myceliums. Die verdichteten Stellen nahmen zu, wölbten sich nach oben und wurden dann so mächtig, dass sie sich über den Tropfen erhoben. Hier hörten sie auf zu wachsen. Die dichten Massen, so am Mycelium entstanden, hatten die Gestalt von dicken meist runden Knäueln. Sie färbten sich bald oben gelb und später dunkel. Hierdurch traten sie noch deutlicher im fadigen Mycelium, welches in früherer Grösse als zartes Flöckchen die dichten Knäuel umgab, als besondere Bildungen hervor (Taf. X, Fig. 1). Ich machte in einzelnen Fällen Durchschnitte und fand, dass die Knäuel aus Hyphen bestanden, deren Zellen durch seitliche Dehnung sich nach Art der Sclerotien zu einem Scheingewebe verbunden hatten (Taf. XI, Fig. 1). Wie bei normalen Sclerotien hatten auch die peripherischen Elemente bereits eine Veränderung und Bräunung wie für den Dauerzustand erlitten.

Der erste Ursprung dieser Knäuel, dieser Sclerotien, musste in neuen Culturen mit Sorgfalt verfolgt werden. Es zeigte sich, dass eine vegetative Sprossbildung an einzelnen Fäden oder auch an mehreren nebeneinander verlaufenden Mycelhyphen diese Bildungen einleiten, nicht wesentlich anders, als wie wir sie von *Coprinus stercorarius* in dem Auftreten der Sclerotien kennen lernten. Nur die Verzweigung der Hyphen war hier eine weniger lebhafte und weniger andauernde als beim *Coprinus*; darum blieb das Sclerotium klein, und früher als dort begann die Dehnung der Zellen und die Bildung des Gewebes. In wenigen Fällen nur stand die Entwicklung der Sclerotien still, sie wurden

¹⁾ Aus diesen primitiven Strangbildungen gehen niemals Rhizomorphen hervor.

hart und unterschieden sich, in eine braune Rinde und ein helleres Mark differenzirt, nur durch die geringe Grösse von den Bildungen des Coprinus (Taf. X, Fig. 1—3). Der Regel nach kam in jeder Cultur von den meist in der Mehrzahl angelegten Sclerotien eines oder auch mehrere zur weiteren Entwicklung. Diese ging so vor sich, dass das Sclerotium nicht völlig in den Dauerzustand überging, sondern an einer und oft an mehreren Stellen, durch weiter fortdauernde Verzweigung an eben diesen Stellen, fortbildungsfähig blieb (Fig. 2 u. 3). Es traten an den Sclerotien, die sich nur primitiv als solche ausbildeten, eng begrenzte Vegetationspunkte auf, welche zu weiteren Vergrößerungen an diesen Vegetationspunkten die Veranlassung gaben. Einmal gebildet fuhren die Vegetationsspitzen fort als solche zu functioniren.

In den Culturen geschah dies aber nur an den Stellen, die von der Nährlösung bedeckt waren, also nicht auf der oberen Seite der Sclerotien, welche die Nährlösung durchbrach (Fig. 2 u. 3).

So wuchsen horizontal über den Objectträger hinweg aus den zuerst angelegten Sclerotien strangartige Gebilde hervor, hier in der Einzahl dort in der Mehrzahl (Fig. 3 u. 4). Diese neuen Bildungen waren rund und mächtig, so dick fast wie das Sclerotium selbst. Während die Vegetationsspitze, an ihrer hellen weissen Farbe kenntlich, sich durch Neubildung verlängerte, traten an den bereits gebildeten unteren Theilen braune Färbungen auf, wie an der Oberfläche eines Sclerotiums. Durch diese Veränderungen wurde die völlige äussere Uebereinstimmung der neu entstandenen Stränge mit veritablen Rhizomorphen des Agaricus und zwar mit der Form am meisten hergestellt, welche man *Rhizomorpha subterranea* nennt, eine Gleichheit, welche die anatomische Untersuchung betreffs des inneren Baues vollkommen bestätigte. Das kleine Mycelflöckchen, auf welchem die Rhizomorphen entstanden waren, stand mit der Bildung der Rhizomorphen, an die gewissermassen das vegetative Wachsthum des Pilzes übertragen wurde, im Wachsthum nahezu still (Fig. 1—5); aber selbstverständlich hörten auch die Spitzen der Rhizomorphen zu wachsen auf, sobald die Nährstoffe des Culturtropfens erschöpft waren. Im günstigsten Falle hatten die gezüchteten Rhizomorphenstränge eine Länge von 1 Zoll erreicht (Fig. 4 u. 5), wenn nur ein Strang zur Entwicklung gekommen; in anderen Fällen, wo mehrere gebildet waren, blieben sie kleiner.

Ich führe zur Ergänzung an, dass in allen, sehr zahlreichen Culturen der

geschilderte Verlauf der Entwicklung der gleiche war. Niemals kamen die Mycelien über ein winziges Flöckchen hinaus, dessen Grösse nach dem ersten Auftreten der Sclerotien resp. der Rhizomorphen nur unbedeutend schwankte.

Diese frühe Bildung der Rhizomorphen ist eine constante. Der vegetative Zustand des Pilzes, der erst mit dem einfachen fadigen Mycelium beginnt, geht mit den Rhizomorphen in ein zweites morphologisch weit höher differenzirtes Bildungsstadium über, welches fortan beibehalten wird.

Als ich in dieser Weise unerwartet das Ziel meiner nächsten Wünsche im Wege der Cultur erreicht sah, als ich die erste Bildung der Rhizomorphen nach Art der Sclerotien beobachtet hatte, und über den morphologischen Werth der Rhizomorphen in's Klare gekommen war, als ich erkannte, dass sie als fortwachsende sclerotiale Bildungen, gleichsam als Sclerotien mit local sich fortbildenden Vegetationsheerden, als Sclerotien mit Vegetationsspitzen, unzweifelhaft zu deuten sind, war mit diesen Resultaten zugleich die wohl begründete Hoffnung gewonnen, nun auch noch ferner gelegene und schwierigere Fragepunkte zu lösen. Es musste vor Allem versucht werden, die auf den Objectträgern gezogenen Rhizomorphen fortzucultiviren, um über die weitere Differenzirung, die Art der Ernährung und Lebensweise, überhaupt über die Morphologie und Physiologie der verschiedenen vegetativen Zustände des *Agaricus melleus* eine tiefere Einsicht zu gewinnen.

Ich übertrug zuerst einen Sprössling, ehe er auf dem Objectträger ganz zu wachsen aufhörte, auf Brod, welches vorher, durch Erhitzen auf 120° während der Dauer eines Tages, pilzfrei gemacht und dann mit frisch ausgekochtem Pflaumendecoct befeuchtet war. Die Rhizomorphen wuchsen rapide fort zu grossen vielverzweigten Strangsystemen, die zunächst im Substrate weiss blieben und sich dann dunkel färbten, als sie zu wachsen aufhörten. Sie durchsetzten das Brod nach allen Richtungen im dichten Geflecht, wie wenn sie Mycelfäden wären, und verwandelten schliesslich, das ganze Brod bis auf geringe Reste verzehrend, ihren Nährboden so zu sagen in eine Rhizomorphenmasse. Das feste Substrat war hinderlich, das System der Verzweigungen zu verfolgen und namentlich die Vegetationsspitze in voller Reinheit einer genauen Untersuchung zu unterziehen.

Um diese Uebelstände zu vermeiden, liess ich in späteren Culturen das Brod weg und übertrug die jungen Pflanzen vom Objectträger in reines Pflaumen-

decoct, welches ich in Krystallisirschalen vorher ausgekocht hatte. Sofort begann die rapideste Entwicklung. Die Stränge nahmen in einem Tage bis zu einem Zoll an Länge zu. Sie blieben weiss und bildeten in ihrem ganzen Verlaufe zahlreiche Seitenzweige, die sich wiederum verzweigten. Dort, wo die Verzweigungen nahe an der Vegetationsspitze erfolgten, wurde der Schein einer Dicho- oder Trichotomie hervorgerufen; in anderen Fällen entstanden die Seitenzweige in Menge dicht neben einander, hier einseitig, dort in bilateraler Anordnung, in noch anderen Fällen multilateral um den Mutterspross gestellt, der sich mitunter an den Seiten und an der Spitze in die Fülle der gebildeten Seitenzweige aufzulösen schien (Taf. X, Fig. 6).

Sobald auch hier die Nährlösungen erschöpft waren, übertrug ich die Rhizomorphenstöcke in die grössten Krystallisirschalen, die ich kaufen konnte. Diese wurden sehr bald ganz mit Rhizomorphen angefüllt, die sich zum Theil über die Nährlösung hoben und auch noch den leeren Theil der Schale ausfüllten in Verhältnissen von 6 Zoll Höhe und 8—9 Zoll Breite.

Die Dimensionen der einzelnen Stränge waren sehr verschieden, und ebenso variabel waren die Dimensionen eines Stranges in verschiedenen Entfernungen vom Vegetationspunkte. Die Dicke der Stränge änderte sich fortwährend mit zunehmender Länge. Sie behielten nicht ihre Dimensionen bei, welche sie im Vegetationspunkte bekommen; nach rückwärts fand fortwährend, so lange die Ernährung ausgiebig war, eine Zunahme des Umfanges statt, welche von der Dicke einer Stricknadel bis zur Dimension eines dicken Strohhalmes und darüber hinaus sich steigerte. Nur erst dann, wenn die Nährstoffe der Culturlösung der Erschöpfung zuneigten, wurden die Stränge dünner und wuchsen zu langen fadendünnen Zweigen von gleichmässiger Dicke aus, die später mit dem Wachstumsstillstande an der Vegetationsspitze hier fast die gleiche Dicke zeigten, wie an ihrer Ursprungsstelle (Fig. 6₂ u. 3).

Bis zu den letzten Aussprossungen in Form der feinen fadenförmigen Stränge blieb die ganze Masse der Rhizomorphen weiss, so lange, als sie von der Nährlösung bedeckt war. Nur an all den Stellen, wo die Stränge sich über die Nährlösung erhoben, oder über sie einzeln eine kurze Strecke hinauswuchsen, trat eine Bräunung der Rindenpartie ein, wie wir sie von der *Rhizomorpha subterranea* kennen. Bevor sie aber eintrat, war ein lebhaftes Aussprossen in einzelne Hyphen an der ganzen Oberfläche des Stranges ausnahms-

lose Regel, so dass die Stränge von einem dichten Hyphenfilz mycelialer Fäden eingehüllt waren, wenn und ehe die Bräunung in der Rinde anhub. An den Stellen der Cultur, wo durch zu lebhaft Entwicklung im Innern der Nährlösung ein oberflächliches Herausschieben der oberen Massen bewirkt war, überzog sich diese ganze Masse mit dem Hyphenfilz, auf den ich wegen seiner merkwürdigen Eigenschaft im Finstern zu leuchten, (zu phosphoresciren) später zurückkommen werde. Auch innerhalb der Flüssigkeit begann an den Strängen, als sie aufhörten in die Länge zu wachsen, die gleiche Hyphenaussprossung wie an der freien Fläche (Fig. 7₁ u. 2). Die Hyphen, welche, wie ich auf Längsschnitten feststellte, weniger der Oberfläche als vorzugsweise den tiefer gelegenen Gewebepartien des Stranges entsprangen (Fig. 9₂ u. 3), waren hier besonders dicht und reich. Sie hatten die Dimensionen gewöhnlicher Fäden des ursprünglichen Myceliums, welches aus den Sporen keimt, sie theilten in der Gliederung und Verzweigung seine Eigenschaften und namentlich auch darin, dass sie sich mitunter strangartig vereinigten (Fig. 9₃), wie dies die Fäden des Myceliums thaten.

Eigenthümlich war diesen Fäden die Neigung ihre Membranen zu vergallerten. Die Gallerte wurde später so massenhaft und fest, dass die Hyphen in einer Grundmasse von Gallerte zu verlaufen schienen¹⁾.

Zu einem Theile erreichten die Hyphen die Oberfläche der Flüssigkeit und erfuhren hier eine eigenthümliche Metamorphose. Sie verflochten sich zu einer dichten Decke; dann begannen einzelne Gliedertheile sich in Rosenkranzform zu erweitern (Taf. XI, Fig. 2₃ u. 4). Die sich erweiternden Zellen traten mit einander in seitliche Berührung, sie bildeten ein Scheingewebe, welches nun weniger in den oberflächlichen, als in etwas tieferen Schichten sich zu bräunen begann (Fig. 2₂). Das Endresultat war eine aussen braune dicke Gewebendecke, welche die Hyphenmassen gleichsam als inneres Mark nach aussen abschloss und zugleich die ganze innere Rhizomorphenmasse ausser Beziehung zur Luftumgebung setzte. Nicht bloss die Enden der Hyphen hatten aber diese Fähigkeit der Gewebebildung, auch jede beliebige Stelle in ihrem Verlaufe, die durch Aufschneiden bloss gelegt war, erfuhr dieselbe Veränderung

¹⁾ Die Eigenschaft der Fäden zu vergallerten zeigt sich auch an den ursprünglichen Mycelien, wenn sie im Wachstum still stehen und in der ausgesogenen Nährlösung länger verweilen. Es dürfte dies eine Erscheinung der Degeneration der Membranen sein, welche mit mangelnder Ernährung und gleichzeitigem Verweilen der Fäden in Flüssigkeit natürlich herbeigeführt wird.

gar bald in wenigen Tagen, und durch stete Wiederholung des Experimentes war es möglich, die Einzelheiten der Bildung genau und sicher in zahlreichen Fällen zu beobachten. Ich schnitt mehrmals ganze Stücke aus der Rhizomorphenmasse heraus, welche sich dann mit dieser dicken Haut umgaben, und wie ein schwarz berindetes Sclerotium aussahen. Die Identität der Aussprossungen mit gewöhnlichen Mycelfäden war leicht dadurch zu erweisen, dass sie, vor der Gallertbildung in neue Nährlösung übergeführt, von Neuem auswachsen und Rhizomorphen bildeten wie vordem die Mycelien. Dieser Bildung gingen stets die beschriebenen Vorgänge der Gewebebildung wie früher voraus. Ich sehe in diesen Gewebebildungen als Haut nichts weiter wie die Sclerotienbildung selbst, nur dass neue Vegetationspunkte zu Rhizomorphen nicht auftreten resp. beim Uebergange in den Dauerzustand hier nicht erhalten bleiben, und also Rhizomorphen von diesen secundär gebildeten Sclerotien nicht ausstrahlen. Dies ist die natürliche Folge mangelnder Nährstoffe.

Wir können darum sagen, dass die Rhizomorphen unter Umständen in beliebigen Zellen zum ursprünglichen Mycelzustande zurückgehen, um von Neuem, als eine Art von vegetativer Vermehrung, Rhizomorphen zu bilden. — Dieselbe vegetative Vermehrung lässt sich auch ohne Schwierigkeit durch Zergliederung der Rhizomorphenstöcke erreichen, die dann in neue Nährlösungen übertragen je für sich zu neuen Stöcken auswachsen. Meist sind es aber nicht die schon angelegten Zweige, welche apical weiter wachsen, sondern es treten neue Seitenverzweigungen auf oder neue Rhizomorphenbildungen aus den oberflächlich aussprossenden mycelialen Hyphen. Ein Untertauchen tief unter die Nährlösung, etwa 2—3 Zoll, hindert häufig die Weiterentwicklung der abgeschnittenen Aeste, welche anfänglich aussprossen, dann aber in der Nährlösung untergehen und vergallerten.

Bevor wir uns der anatomischen Structur der Rhizomorphen zuwenden und ihrem morphologischen Aufbau, wird es nothwendig die weiteren Stadien der Culturen zu verfolgen, die nicht minder interessant sind als diejenigen, welche wir bisher betrachteten.

Alle bis jetzt erreichten Bildungen, mit alleiniger Ausnahme der ersten runden Stränge auf dem Objectträger, entsprechen der Rhizomorpha subcorticalis, derjenigen Form, welche parasitisch vorzugsweise in den Nadel-

hölzern z. B. in der Kiefer, saprophytisch auch in todtten Stämmen vieler Laubhölzer sehr verbreitet vorkommt. Ausser dieser Form gibt es eine zweite, die, in mehr regelmässigen runden Strängen auftretend, von den Bildungsheerden der *Rh. subcorticalis* ausgeht, sich dann, durch die Erde wachsend, über weite Strecken ausdehnt und hierdurch in beträchtlichem Grade zur Verbreitung des Pilzes beiträgt. An jeder beliebigen, von der Rhizomorpha getödteten Kiefer kann man die von ihr ausgehenden Stränge der *Rhizomorpha subterranea* finden, an welcher *Hartig* die Fructification zuerst entdeckt hat. Wohl mit Rücksicht auf diese Art der Verbreitung des Pilzes von dem Infectionsheerde durch die Erde in die Umgebung bis zu neuen Substraten, zu lebenden Kiefern, hat die längst bekannte Krankheit in Kiefernforsten, welche der Pilz erzeugt, den Namen »Erdkrebs« bekommen.

Diese zweite Form der *Rhizomorpha*, die *Rh. subterranea*, erschien nach mehrmonatlicher Ruhe vom December bis zum Mai auf allen Culturen gleichzeitig in grossen Massen. Die einzelnen Stränge der *Rh. subcorticalis*, nachdem sie von der oberflächlich gebildeten dicken Haut monatelang eingeschlossen waren, durchdrangen mit neugebildeter Vegetationsspitze diese Haut und wuchsen in's Freie (Taf. XI, Fig. 9 u. 10₁ u. 2). Jeder Strang hatte eine weisse Vegetationsspitze von gallertigem Ansehen, an welcher die Verlängerung durch Neubildung eingeleitet wurde. Die Spitze war fein und verbreiterte resp. verdickte sich im Umfange allmählich bis zu den Stellen unter der Spitze, die eine tief schwarze Bräunung besitzen, die aber natürlich in allen Farbennüancen langsam in die weisse Spitze übergehen (Fig. 3). Von den Stellen an, wo die Bräunung eine gleichmässige geworden ist, besitzt der Strang seine normale Dicke, die er beibehält.

Diese Stränge der *Rh. subterranea* erreichten eine sehr beträchtliche Länge, einzelne wurden bis zu einem Fuss lang. Weder die Spitzen noch die älteren Theile veränderten ihr Ansehen während der Dauer des Längenwachstums. Als dies endlich wohl nur durch die äusseren Verhältnisse, durch Mangel an Feuchtigkeit, vielleicht auch mangelnde Zufuhr an Nahrung still stand, gingen zugleich die Spitzen, indem sie sich verdickten, in den braunen Zustand älterer Stränge über. Verzweigungen waren an diesen Strängen selten, sie wurden nur in der Nähe der Spitzen, in den Grenzen der weissen Vegetationsspitzen angelegt, aber auch hier nur einzeln, oft an einem Strange keine einzige, oft eine, selten

zwei oder mehrere. Das Wachsthum der Stränge war im Vergleich zur *Rh. subcorticalis*, in der Nährflüssigkeit ein sehr langsames; in der Dauer einer Woche wuchsen nur einige Linien, bei sehr warmem Wetter ein halber Zoll an den einzelnen Strängen an. Eine oberflächliche Hyphenaussprossung kam bei ihnen nicht vor, ich habe nur Andeutungen davon gesehen. Die Stränge wurden ausschliesslich von den Vegetationsheerden unterhalten, von der Nahrung, die ihnen von der *Rh. subcorticalis*, welche in der Natur im Holz lebt, zuffloss. — Je nach den Umständen, ob dieser Zufluss reichlich stattfindet oder nicht, wird auch in der Natur das Längenwachsthum der Stränge, welche sich unter der Erde verbreiten, ein schnelles oder langsames und zugleich ein lang andauerndes oder früh begrenztes sein. In der Erde ernähren sich diese Stränge selbst nicht, sie sind nur Ausläufer, quasi Stolonen vom Mutterstock, sie werden von diesem ernährt, bis sie sich durch das Zusammenreffen mit einem Baume in diesem einen eigenen Vegetationssitz gründen. Bevor dies geschieht, können die Stränge der *Rhizomorpha subterranea* in der Natur eine enorme Länge erreichen; hierin stimmen die verschiedensten Beobachtungen überein; ich kann sie aus eigener Anschauung bestätigen.

War es bisher nicht möglich geworden über die Ernährung der *Rh. subterranea*, über die Lebensweise der Stränge in der Erde genügend ins Klare zu kommen, so lassen meine Culturen über diesen Punkt, über den auch *Hartig's*¹⁾ Untersuchungen eine sichere Entscheidung nicht gebracht haben, keinen Zweifel mehr bestehen, sie legen den wahren Sachverhalt einfach und natürlich dar, und lassen zugleich den Unterschied beider Formen so scharf als möglich hervortreten: die *Rhizomorpha subterranea* ist eine secundäre Bildung von der *Rh. subcorticalis*, sie wird von dieser, die in Bäumen lebt, unterhalten, bis sie selbst einen Baum erreicht und in diesem zur Selbständigkeit gelangt.

Wie dringt nun aber der Pilz in den Baum ein, den er auf seinem Wege erreicht? Mit dieser Frage tritt das parasitische Leben des Pilzes in den Vordergrund der Untersuchung. — Die sich widersprechenden Beobachtungen älterer Autoren die den Parasitismus der *Rhizomorpha* untersucht haben, sind durch die neuesten Untersuchungen von *Hartig* in den wesentlichsten Punkten

¹⁾ *Hartig*, l. c. wichtige Krankheiten der Waldbäume.

berichtigt worden. *Hartig* hat über die parasitische Lebensweise des Pilzes Thatsachen von der höchsten Wahrscheinlichkeit beigebracht, er hat sie durch eine Fülle von Einzelbeobachtungen allseitig gestützt; nur über einen Punkt von fundamentaler Wichtigkeit ist er nicht hinaus gekommen, den experimentellen Nachweis des Parasitismus ist er uns schuldig geblieben, die directe Beobachtung des Parasitismus, »des Eindringens der Rhizomorpha« hat er nicht gemacht. Es war unmöglich diesen Beweis zu führen, es fehlte das lebende Material, die Versuche einzuleiten. Dies ist nur in künstlicher Cultur gegeben, wo man über fortwachsende fort und fort ernährte Stränge der *Rh. subterranea* verfügt, die man unmittelbar mit dem Versuchsobjecte in Berührung bringen kann.

In dem Zeitabschnitte, wo meine Culturen am üppigsten waren, gegen Ende Juni, wo die ganze Cultur bedeckt erschien mit hunderten von Strängen der *Rh. subterranea*, die ihre Vegetationsspitzen frei nach aussen streckten, begann ich die Reihe experimenteller Versuche über das Eindringen des Pilzes in Nadelhölzer. Als Object wählte ich frische dicke Wurzeln von Kiefern, auf denen der Pilz am häufigsten parasitisch vorkommt. Ich grub sie aus und brachte sie unverletzt und frisch mit den Rhizomorphenspitzen in innige Berührung. Der Effect war in allen Fällen übereinstimmend. Die Rhizomorphen drangen sofort ein und schon nach 5—7 Tagen kam die eingedrungene *Rh. subterranea* als *subcorticalis* an der Schnittfläche wieder zum Vorschein (Taf. XI, Fig. 9—11). In Form eines Mantels quoll die Spitze am ganzen Umfange der Schnittfläche zwischen Rinde und Holz hervor (Fig. 9—11_{5 u. 6}). Die anfangs rein weisse Farbe verwandelte sich an der Luft bald in eine braune, und in diesem Zustande unterschied sich die Rhizomorpha nicht mehr von den in künstlicher Nährlösung cultivirten, wenn und wo diese an die Luft kamen. Von besonderem Interesse waren einige Fälle, in welchen die eben aus dem Holz hervorwachsende *Rh. subcorticalis* an ihrem Vegetationsrande sich zu einer Anzahl runder Stränge der *Rh. subterranea* wiederum auflöste (Fig. 11_{5 u. 6}). In diesen Fällen war der Uebergang beider Formen in einander in continuirlichem Zusammenhange ein doppelter. Die zuerst aus den Sporen des *Agaricus* in Pflaumendecoet cultivirte *Rh. subcorticalis* ging an der Oberfläche in *subterranea* über, diese drang in die Kieferwurzel ein, kam als *Rh. subcorticalis* zum Vorschein, um sich sogleich wieder in *Rh. subterranea* umzuwandeln (Fig. 11₁₋₆).

Der Act des Eindringens dauert etwa 1 bis 2 Tage, in den weiteren Tagen erfolgt das rapide Wachstum des eingedrungenen Stranges in der cambialen Region der Wurzel von dieser reichlich ernährt, so dass in der kurzen Frist von 6—8 Tagen eine Strecke von 5—6 Zoll von dem Pilze im lebenden Holze durchwachsen wird. Die verschiedenen Formen des Eindringens habe ich in den Fig. 9—11 dargestellt. In Fig. 11 dringt der Strang an der freien Schnittfläche zwischen Rinde und Holz ein, also an einer Wundstelle; in Fig. 9₃ bohrt sich die Spitze einer Rhizomorpha direct in die Rinde der intacten Wurzel ein; in Fig. 10_{2 u. 4} endlich hat sich der Strang, über die Wurzel hinwachsend, dieser mit der weichen Spitze angeschmiegt und ist im Halbkreise um sie gewachsen, hier sind an der ganzen Unterseite Seitenzweige gebildet, welche direct eindringen. In analogen Fällen der seitlichen Berührung des Pilzes mit der Wurzel zeigte immer seine Unterseite betreffs der Seitenzweigung zum Zwecke des Eindringens ein gleiches Verhalten; es gelang mir aber nicht, experimentell zu erweisen, dass auch unter anderen Umständen bei einseitiger Berührung der Rhizomorpha mit einem anderen festen Gegenstande die gleiche einseitige Anlage von Seitenzweigen hervorgerufen wird, dass sie also unter dem Einflusse der blossen Berührung steht.

Das ganz ausserordentlich schnelle Wachstum der Rh. subcorticalis, also der Stränge, welche in die Wurzel eingedrungen sind, erklärt zur Genüge die verheerenden Wirkungen des Pilzes in Kiefernbeständen, wie sie *Hartig*¹⁾ aus reicherer Anschauung schildert, als sie bisher mir, der ich nicht Forstmann bin, zu Gebote standen. Wir können annehmen, dass nach dem Eindringen längstens in wenigen Monaten das ganze Wurzelsystem von Rhizomorphen durchwachsen ist, und dass durch die Zerstörungen in den Wurzeln die Pflanze auch in den oberirdischen Theilen bald abwelken muss. Der Pilz dringt in diese von der Wurzel aus ein, und ehe er noch 1 bis 2 Fuss im Stamm in die Höhe gewachsen ist, trocknet der Stamm ab, und damit ist ein weiteres höheres Vordringen unmöglich geworden. Der eigentliche Sitz der Krankheit ist die Wurzel, und eben weil man die Wurzel einer genauen Untersuchung nicht unterzog, sind wohl die Angaben über die Ursache des Erdkrebses, über die Frage, ob dabei ein Pilz die wirkende Ursache

1) *Hartig* l. c. wichtige Krankheiten der Waldbäume.

sei, bei früheren Beobachtern nicht übereinstimmend gewesen. Sucht man die Krankheit im oberirdischen Stamme, so wird man nach oben von einem Pilze gar nichts finden, oder höchstens solche Pilze, die als secundäre Erscheinungen nachträglich auftreten und nichts mit der Krankheit zu thun haben. Auch tiefer unten im Stamm ist das Vorkommen der Rhizomorpha mit dem ersten Absterben des Baumes kein ausnahmsloses; es sterben viele Bäume ab, zu einer Zeit, wo der Pilz noch kaum in den Stamm vorgedrungen ist. Kein Wunder also, dass nach den Untersuchungen des Stammes die Beobachtungen so ganz verschieden ausfallen mussten, dass man bald nichts von einem Pilze fand, bald Pilze, die nichts mit der Krankheit zu thun haben, und dass man nur in den seltenen Fällen die Rhizomorphen antraf, welche dann als vereinzelte Befunde unmöglich als die Ursache der allgemeinen Erscheinung, also der Krankheit gelten konnten. Die Beobachtungen waren richtig, und trotz ihrer Richtigkeit waren die Deutungen falsch und die Schlüsse irrig, welche man aus diesen Beobachtungen zog. Man war eben — um einen bekannten bildlichen Ausdruck zu wählen, dessen Bild hier zur Thatsache wird — der Sache nicht auf den Grund gegangen. *Hartig* gebührt das Verdienst, die Summe widerstreitender Beobachtungen an der Wurzel zur Uebereinstimmung gebracht zu haben.

Es sei mir nach den durch meine Versuche ergänzend hinzugefügten Thatsachen über die Beziehungen der *Rh. subcorticalis* zu *Rh. subterranea* nur noch gestattet, besonders hervorzuheben, dass man gerade mit dem Ausroden der befallenen Wurzelstumpfe den Heerd der Entwicklung der Pilze entfernt, dass dadurch die Stolonen, die sich nicht selbst ernähren, also die *Rh. subterranea*, die von der *Rh. subcorticalis* unterhalten wird, trocken gelegt werden und hiermit, neben dem Vertilgen der Fruchtkörper, am wirksamsten der Verbreitung der Krankheit in Forsten Einhalt gethan werden kann. Wie aus meinen Beobachtungen und aus allen bekannten früheren Erfahrungen, welche eben durch meine Beobachtungen in ein helleres Licht gestellt werden, mit Sicherheit hervorgeht, ist die vegetative Verbreitung des Pilzes durch die Stolonen der *Rh. subterranea* vorzugsweise die Art der Verbreitung der Krankheit; der Name »Erdkrebs« deutet dies unzweifelhaft an. Die Verbreitung ist nur möglich von dem Entwicklungsheerde der *Rh. subcorticalis*, also von den bereits erlegenen Bäumen aus, deren Entfernung das erste und einfachste Mittel ist, die einmal ausgebrochene Krank-

heit in ihrer Verbreitung durch den Infectionsheerd zu hindern, wie dies auch *Hartig* nachdrücklich empfiehlt.

Geschieht die Verbreitung der Krankheit durch vegetative Vermehrung des Pilzes vom Infectionsheerde aus, so bleibt noch die Frage zu behandeln übrig, in welcher Art der Infectionsheerd selbst an den verschiedensten Stellen neu zu Stande kommt. Dies geschieht durch die Sporen des Pilzes. Die Krankheit *entsteht* an den verschiedenen Stellen durch die Sporen, sie *verbreitet* sich von den zuerst befallenen Stellen in die Umgebung durch die Stolonen der *Rh. subterranea*. Die Entstehung der Krankheit und ihre Verbreitung sind hier auseinander zu halten, sie sind nicht coincident, wie bei infectiösen Krankheiten mancher Art, die durch Pilze verursacht werden und nur durch die Sporen des Pilzes entstehen und neu verbreitet werden. Gerade hierdurch ist die Krankheit des Erdkrebses von dem tiefgreifendsten Interesse für unsere Kenntnisse von den infectiösen Krankheiten, die ein so enormes praktisches Interesse haben. Bei dem Erdkrebs besteht eine Complication der Verbreitung im Allgemeinen, eine Verbreitung zweifacher Art und grundverschiedener Art, wie sie mit gleicher Uebersichtlichkeit bis jetzt bei keinem parasitischen Pilze, bei keiner infectiösen Krankheit aufgedeckt ist. Die erste Art der Verbreitung fällt mit dem Auftreten des Pilzes, mit dem ersten Entstehen des Krankheitsheerdes zusammen, sie geschieht durch die Luft: die Sporen des Pilzes sind es, welche eine neue Colonisationsstätte gründen. Ueber dies erste Auftreten des Pilzes war man bisher gänzlich im Unklaren; man hatte nur rudimentäre Keimungen gesehen¹⁾, aber kein Mensch wusste, wie die Rhizomorpha aus diesen zu Stande kommt, kein Mensch wusste, wie die erst neu entstehende Rhizomorpha in die Kieferwurzel gelangt. Meine Untersuchungen legen es auf's Klarste dar. Wo an irgend einer Stelle eine keimfähige Spore des *Agaricus* auf eine nackte, durch den Regen angefeuchtete Kieferwurzel fällt (die oberflächlich vielfach über die Erde hinlaufenden Kieferwurzeln bieten hierfür in der Natur die Gelegenheit), da erfolgt eine Keimung, eine Mycelbildung, und der bald entstehende Strang der *Rh. subterranea* (Taf. X, Fig. 1—5) dringt parasitisch in die Wurzel ein zwischen Rinde und Holz weiter verlaufend (Taf. XI, Fig. 9—11). Der [Pilz kann saprophytisch leben und thut es unzweifelhaft in

¹⁾ *Hartig*, l. c. Krankheiten der Waldbäume. Nachtrag p. 125.

seinen ersten Anfängen, um dann erst später zu einem Parasiten zu werden, nachdem er eingedrungen ist¹⁾. Sobald dies geschehen, ist der Infectionsheerd geschaffen. Nun beginnt die zweite Art der Verbreitung, durch die Stolonen, die eigentliche Verbreitung ohne Neuentstehen des Pilzes vom einmal entstandenen Infectionsheerde aus (Taf. XI, Fig. 9—11₁₋₆). Diese Verbreitung war seither die allein gekannte, oder, um mich correct auszudrücken, aus einer Reihe von Thatsachen hergeleitete, mit höchster Wahrscheinlichkeit vermuthete; sie ist erst durch meine Untersuchungen zur unumstösslichen wissenschaftlichen Thatsache geworden.

Beide Arten der Verbreitung ergänzen und decken sich gegenseitig, sie sind von einander abhängig durch die Fructification, welche nur an den Rhizomorphen erfolgt. — Erst durch die künstliche Cultur konnte die Morphologie und Biologie des Pilzes, die Kenntniss der Krankheit des Erdkrebses zur vollen Aufklärung, zum durchsichtigen Abschlusse geführt werden.

Die Krankheit heisst auch mitunter »das Harzsticken der Kiefer.«

¹⁾ Es ist nicht ohne Interesse, dass in den Culturen des *Agaricus melleus* die vollkommene saprophytische Ernährung eines typischen Parasiten durchgeführt ist. Das Gleiche ist mir bei einer beträchtlichen Anzahl von Parasiten gelungen, wenigstens von solchen Pilzen, welche in der Natur als Parasiten auftreten z. B. von *Peziza tuberosa* und *Sclerotiorum*, die ganz besonders üppig gedeihen, ferner von *Cordiceps militaris*, aus deren Sporen ich stattliche *Isaria*-Fructification erzog, von *Pycniden*, die auf *Ascomyceten* parasitisch vorkommen, von *Cordiceps purpurea*, aus deren Sporen grosse Mycelien erzogen wurden, die allerdings bis jetzt noch nicht fructificirten, etc. Auch bei der *Peronospora infestans* ist eine saprophytische Ernährung bis zu einem gewissen Punkte möglich. Die Sporen keimen in den geeigneten Nährsubstraten fast ausnahmslos, während sie im Wasser zum grössten Theile absterben. Ich habe bereits Mycelien erzogen mit Fruchträgern, an welchen 4 Sporen gebildet wurden. Es scheint mir kaum zweifelhaft, dass es mit geeigneteren Nährlösungen, als ich sie bis jetzt anwandte, auch gelingen wird den Pilz weiter zu ernähren, ihn vielleicht zur Oosporenbildung zu bringen. Nach meiner jetzigen Auffassung scheint mir in der saprophytischen Lebensweise des Pilzes in der Natur die wahrscheinlichste Lösung des Räthsels zu liegen, dass der Pilz in jedem Jahre in bestimmter Jahreszeit allgemein auftritt, trotzdem man in den Kartoffelpflanzen niemals seine Dauerzustände findet, seine Conidiensporen in wenigen Tagen die Keimkraft verlieren, und aus kranken inficirten Kartoffeln gesunde Pflanzen hervorgehen, also der Pilz nicht in den Nährpflanzen in Dauerzuständen überwintert, die sein alljährlich erneutes Auftreten natürlich herbeiführen würden. — Weitere Einzelheiten über diese interessanten Thatsachen behalte ich mir vor, da ich noch mit weiteren umfassenden Untersuchungen beschäftigt bin. — Die saprophytische Ernährung parasitisch auftretender Pilze erscheint mir insofern ganz natürlich, als man doch annehmen muss, dass diese Pilze nicht ursprünglich Parasiten waren, sondern erst ganz allmählich zu dem parasitischen Lebenswandel übergegangen sind.

Diese Bezeichnung hängt mit einer äusseren Erscheinung zusammen, welche der Pilz an Kiefernstämmen hervorruft. Die Harzcanäle im Holze und der Rinde werden geöffnet, und durch das ausfliessende Harz wird Holz und Rinde kienig und selbst das umliegende Erdreich, wenn es hierein sich ergiesst, mit dem Stamme verklebt.

Der eigentliche Sitz der Entwicklung des Pilzes im Stamme ist das Cambium und die noch zarten unverdickten Gewebelemente von Phloëm und Xylem, welche aus ihm hervorgehen. Die Schnelligkeit der Entwicklung des Pilzes im Stamme steht mit seiner Ernährung in diesem in unzertrennlichem Zusammenhange, und die Ernährung wiederum in natürlicher Verbindung mit der Masse der cambialen Elemente, welche, durch Theilung im Cambium erzeugt, noch nicht in den Dauerzustand übergegangen sind. Aus eben diesem Grunde fällt die schnellste Entwicklung des Pilzes im Stamme oder der Wurzel mit der Entwicklungshöhe im Cambium zusammen. Im Sommer, wo ich die Versuche machte, ist sie rapide, im Frühjahr wird sie es ebenfalls sein, im Herbst hingegen, wenn die cambialen Neubildungen zurücktreten, wird sie verlangsamt werden und mit dem Winter das Spitzenwachsthum des Pilzes vielleicht völlig aufhören. Wenden wir diese Verschiedenheit in der Entwicklung des Pilzes in den Bäumen, die je nach der Jahreszeit bald rapide bald aber nur langsam erfolgt, auf die Krankheit, die der Pilz erzeugt, wiederum erklärend an, so kann die Krankheit nicht in jeder Jahreszeit denselben rapiden Verlauf nehmen, wie im Frühjahr und im Sommer. Im Herbst befallene Bäume werden vielleicht erst im nächsten Jahre, vielleicht erst im Frühjahr mit dem Wiederbeginn der Vegetation und dann um so plötzlicher absterben, sobald das Cambium im Frühjahr in lebhaftere Vermehrung übergeht. Auch diese ganz natürlichen Erwägungen erklären eine Reihe von Beobachtungen über plötzliches Absterben der Bäume im Frühjahr, die eben vorher noch völlig gesund erschienen.

Wie verhält sich nun der Pilz, wenn er nicht mehr an den Spitzen, also im Cambium wachsen kann? — Dann bräunt er seine Membranen, wo sie mit der Luft in directe Berührung kommen, und in anderen Fällen erfolgt ein massenhaftes Auswachsen von der Oberfläche der Stränge, wie wir es von der *Rh. subcorticalis* in künstlicher Cultur kennen lernten (Taf. X, Fig. 7 u. 9). Diese massenhaft aussprossenden mycelialen Hyphen haben die Fähigkeit weichere Holzzellen, namentlich die Markstrahlen, zu durchbohren und

sich so in Holz und Rinde zu verbreiten. Den geringsten Widerstand setzt ein Harzgang ihrer Ausbreitung entgegen, in welchen sie oft auf weite Strecken hineinwachsen, um später nach ihrem Eindringen durch die Zerstörung der Wände, namentlich der meist noch etwas zarteren Wände der Umgebung, den jugendlichen Harzgang zu erweitern und dem Harze selbst den Ausgang zu verschaffen. In der Rinde, wo die Elemente weicher sind, ist dies vorzugsweise der Fall; von hier ergiessen die angebohrten Harzgänge ihren Inhalt in die Umgebung und kleben so das Erdreich mit der Rinde zusammen. Diese Zerstörungen sind secundärer Art. Die Hyphenaussprossungen schliessen im Holz in den Harzgängen häufig mit jener secundären Sclerotienbildung ab, die ich als mächtige Haut früher bei meinen Culturen beschrieben habe (Taf. XI, Fig. 2). Die Meinung *Hartig's*¹⁾ dass diese secundären Hyphenaussprossungen des Pilzes das parasitäre Leben desselben vorzugsweise repräsentiren, vermag ich nicht völlig zu theilen. Meine Beobachtungen in künstlichen Culturen legen die Erscheinung als eine secundäre dar; auch durch die directen Infectionen, die ich ausführte, habe ich mich überzeugen können, dass die Fortentwicklung der *Rhizomorpha subcorticalis* zwischen Rinde und Holz auf Kosten des Cambiums auf's rapideste erfolgt ohne jede oberflächliche Hyphenaussprossung; diese kam erst nachträglich als secundäre Erscheinung hinzu. Der Strang ernährt sich vom Cambium und hierdurch wird der Baum an einer empfindlichen Stelle arg geschädigt; seine Erhaltung wird bedroht, sobald der Pilz sich mantelartig in Form von breiten Lappen, die sich mit ihren Rändern decken, über den ganzen Umfang des Holzes ausbreitet und so fortwächst. Bei meinen Infectionsversuchen in Fig. 10_{5 u. 6} war dies der Fall; nach vielfachen Untersuchungen habe ich auch alle hierauf bezüglichen Abbildungen *Hartig's* völlig bestätigt gefunden. Die secundären Aussprossungen, die den Harzfluss veranlassen, tragen zweifellos mit zum schnellen Absterben der Bäume bei, aber sie sind zunächst, wie ich glaube, nicht der hauptsächliche vegetative Sitz des Pilzes in den Bäumen und nicht die Hauptursache ihres Eingehens.

Wir können uns jetzt der Structur der *Rhizomorpha* und ihrem morphologischen Aufbau zuwenden, um schliesslich auch hier mit einigen physiologischen Beobachtungen den Abschnitt des *Agaricus melleus* zu beschliessen.

¹⁾ *Hartig*, l. c. Krankheiten der Waldbäume.

Die erste Bildung auf den Mycelien ist die einer Rhizomorpha subterranea (Taf. X, Fig. 1—5), welche eindringend in die sich selbst unmittelbar ernährende Rh. subcorticalis übergeht (Taf. XI, Fig. 9—11_{1 u. 2}) und erst später von Neuem die Stolonen der Rh. subterranea entsendet (Fig. 11_{5 u. 6}). Ich stelle darum die Rh. subterranea hier in den Vordergrund und schliesse an die Darstellung dieser ersten Bildung in Kürze die Abweichungen an, welche sie in der zweiten Form als Rh. subcorticalis besitzt.

Die Rhizomorpha subterranea wächst durch Spitzenwachstum. Das noch ungefärbte, apical sich stets verjüngende Ende eines meist runden Stranges ist die Vegetationsspitze, innerhalb welcher die Neubildung stattfindet (Taf. XI, Fig. 3). Weiter nach hinten gehen die neugebildeten Elemente durch fortschreitende Differenzirung allmählich in den Dauerzustand über; eine zunehmende braune Färbung in der Rinde des Stranges deutet den Beginn dieser Vorgänge an, der sich auch weiterhin in der nicht mehr zunehmenden Dicke des Stranges kund gibt. Auf einem axilen Längsschnitte bekommen wir eine Einsicht in die Art der Neubildungen und in den Gang der Differenzirung der an der Spitze neu entstandenen Elemente.

Ich habe in Fig. 8, Taf. X das Bild eines solchen Längsschnittes gegeben. Es stimmt nicht genau überein mit früheren Abbildungen z. B. von *Hartig*¹⁾ und *de Bary*²⁾. Die *Hartig'sche* Zeichnung stellt die Spitze einer Rhizomorpha subcorticalis dar, an welcher die oberflächliche vegetative Hyphenaussprossung bereits erfolgt ist, die mit dem Wachstumsstillstande der Spitze einzutreten pflegt, also den wohl nicht ganz normalen Zustand der wachsenden Spitze. Weiterhin möchte ich von dem *Hartig'schen* wie auch von dem *de Bary'schen* Bilde annehmen, dass die Längsschnitte, die hier gezeichnet sind, nicht genau axil waren. Alle tangentialen Schnitte, die ich anfertigte, entsprachen dem Bilde *de Bary's*, während die rein axilen in der Anordnung der Elemente, namentlich an der Spitze anders aussahen, wie ein Vergleich mit meiner Fig. 8 darthut. Ich muss hier besonders bemerken, dass die Herstellung rein axiler Schnitte ihre Schwierigkeiten hat, wenn sie genügend fein sein sollen. Es brechen nämlich diese Schnitte in der Spitze aufs leichteste auseinander. Sie sind, wie wir gleich

¹⁾ *Hartig*, l. c. Krankheiten der Waldbäume, Taf. I, Fig. 10.

²⁾ *de Bary*, Morphologie der Pilze, Fig. 9.

sehen werden. nur in der Spitze verbunden, nur im Vegetationspunkte, und diese an und für sich nicht feste Verbindung wird unfehlbar zerrissen durch die sich ausgleichende Gewebespannung, welche zwischen Rinde und Mark besteht, wenn man die Schnitte einfach in Wasser bringt, und keine besondere Hilfsmittel anwendet, den Ausgleich der Gewebespannung zu verhindern.

In meiner Abbildung ist die äusserste Spitze von losen oder kaum verbundenen Hyphen eingenommen, welche sich hie und da von dem inneren eng verbundenen Kern eine kurze Strecke erheben (Fig. S₁). Auf diese folgen dichter verbundene Hyphen, welche durch Gallertbildung in den Membranen die Spitze des Stranges auch im natürlichen Zustande gelatinös und glänzend erscheinen lassen (Fig. S₂). Die Masse dieser Hyphen nimmt nach unten etwas zu, sie bilden die eigentliche Oberfläche der Strangspitze und auch der älteren Theile, an welcher sie später zu einem glänzenden Ueberzuge eintrocknen (Taf. XI, Fig. 4, 5 und 7₁). Dieser gelatinösen lose verflochtenen Hyphenzone, welche aus dem inneren fest verbundenen Kern und zwar nahe an seiner Oberfläche entspringt, schliesst sich an der Spitze der eigentliche Vegetationspunkt an (Taf. X, Fig. 8₇). Dieser besteht aus lückenlos verbundenen, äusserst kleinen und in den Grenzen des Vegetationspunktes völlig gleichen Zellen. Die Zellen sehen in allen Formen des Längs- und Querschnittes gleich aus und entsprechen in ihrer Verbindung dem Aussehen nach einem echten Gewebe. Ob nun aber wirklich ein echtes Gewebe vorliegt, ob in Wirklichkeit in den Zellen dieses Gewebes Theilungen nach allen Richtungen des Raumes vor sich gehen, oder ob wir gleichwohl nur in der Spitze eine Combination eng verbundener Hyphen haben, die sich als Hyphen weiter verzweigen, soweit es geht und allein Theilungen nach einer Richtung des Raumes, nämlich senkrecht zu ihrem Längsverlauf und zum Strange bilden, darüber bin ich auch auf den idealsten Schnitten nicht ins Klare gekommen, darüber ist wegen der Kleinheit des Gewebes, in welchem eine regelmässige Zelltheilung nicht erkannt werden kann, überhaupt keine sichere Entscheidung durch Beobachtung möglich. Nach meiner subjectiven Ansicht, die ich durch die Regelmässigkeit im Aufbau älterer Strangtheile, wie sie aus den jungen hervorgehen, stützen kann, ist kein echtes Gewebe an der Spitze vorhanden, sondern nur eine Combination von Hyphen, die aufs dichteste mit einander verbunden und namentlich von auftretenden Seitenzweigen durchwachsen sind, die gemeinsam und langsam wachsen, aus deren engem Verbande nur ver-

einzelte Fäden frei hervortreten, andere dagegen in der Aussenzone länger auswachsen und dem Strange sich anlegend und weiterverzweigend die Hülle der Rhizomorpha am Gipfel bilden.

Gleich unter dem Bildungsheerde der jungen Elemente in der Spitze, gleich unter dem kleinzelligen gleichmässigen Gewebe beginnt eine höchst charakteristische Differenzirung der älteren Theile. Sie hebt auf dem Querschnitt nicht an allen Punkten zugleich an, sondern zuerst in der Mitte, und ist hier in ihrem Effecte am grössten. In der Mitte lässt zuerst die Neubildung nach, in der Peripherie dauert sie fort. Hier werden, wie in der Spitze, neue Elemente angelegt, welche die Masse der vorhandenen vermehren (Fig. 8₃₋₅). Nehmen wir eine echte Gewebbildung an, so geschieht dies durch Theilungen nach allen Raumrichtungen, nehmen wir sie nicht an, so finden Theilungen resp. Gliederung nur in der Längsrichtung und eine Vermehrung durch Verzweigung, durch Seitenzweigbildung statt, in der Art, dass sich die neugebildeten Seitenzweige zwischen die vorhandenen drängen. Mit der letzten Auffassung passen die Bilder der Längsschnitte am besten; die Zellen des peripherischen Gewebes werden unregelmässig und haben eine Form, als wenn zwischen die vorhandenen Elemente neue, durch seitliche Aussprossung an diesen entstanden, eingeschoben würden (Fig. 8₃₋₅). Der Effect dieser Vorgänge ist eine Zunahme der Elemente in der Peripherie, also eine Dickenzunahme von oben nach unten, im umgekehrten Ausdrucke eine Verjüngung des Stranges nach der Vegetationsspitze. Eben durch die fortdauernde Vermehrung der Elemente in der Peripherie wird nun der Raum für die centralen Partien vergrössert, und weil sich hier die Zellen durch Sprossbildung zunächst nicht vermehren, so können sie sich räumlich in radialer Richtung beträchtlich ausdehnen (Fig. 8₁). Dies geschieht, und von den Stellen an, wo es geschieht, haben wir eine peripherische Zone aus kleinem Gewebe und eine centrale Masse aus grossen Zellen, welche von jenen umgeben wird. Da nun die Ausdehnung der centralen Partien bedingt ist durch die weiteren Vorgänge in der Peripherie, da sie von diesen Vorgängen abhängig ist, so folgt hieraus, dass sie verschieden in ihren Endresultaten sein kann, je nachdem die Neubildungen in der Peripherie mächtiger oder unbedeutender sind, je nachdem sie längere oder kürzere Zeit anhalten, und daraus resultiren die abweichenden Verhältnisse in der Rhizomorphenstructur, die wir fast an jedem Strange anders finden. Der Regel nach ist die peripherische Neu-

bildung eine so intensive, dass die centralen Zellen nicht bloss zur möglichsten Ausdehnung gelangen, sondern dass ihr Ausdehnungsvermögen durch negative Spannung in Folge peripherischer Neubildung übertroffen wird, dass sie sich also von einander trennen und luftführende Hohlräume oder auch einen Hohlraum zwischen sich bilden (Fig. 8₆), einen Markraum, wie er bei den Stämmen phanerogamischer Pflanzen durch Zerreißen des Markes vorkommt. Dieser Markraum tritt dann sogleich unter dem Vegetationspunkte auf, wenn unter diesem die peripherische Neubildung, die Vermehrungsvorgänge in der Peripherie besonders intensive sind; in dem von mir abgebildeten Schnitte ist dies der Fall. Ebenso häufig wird er erst etwas tiefer gebildet und dann können wir in successiven Schnitten die allmähliche Ausdehnung der centralen Zellpartien verfolgen und schliesslich den Punkt erreichen, wo der Grenze der Ausdehnung der Zellen eine Lockerung des Zellverbandes, die Bildung von lufthaltigem Gewebe, von grösseren Markräumen oder einem centralen Markraume unmittelbar folgt. Ebenso aber, wie von der Schnelligkeit der peripherisch fort dauernden Neubildung der Elemente das frühere oder spätere Auftreten luftführenden Markgewebes oder eines Markraumes im Strange abhängt, ist die Grösse, welche diese erreichen, wiederum allein von der Intensität derselben Neubildung und von ihrer Fortdauer an der Strangspitze, von der Länge der Vegetationsspitze abhängig. Die Dickenzunahme des Stranges von seiner verjüngten Spitze bis zum gebräunten Dauerzustande drückt annähernd die Grösse des gebildeten Markes und Markraumes aus. In den Fig. 4—8 Taf. XI sind eine Summe von Querschnitten zusammengestellt, in welchen die Markräume (4), die ich nicht gefüllt zu denken bitte, erheblich abweichende Dimensionen haben. In den Strängen der Fig. 7 u. 8 nimmt der Markraum $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{6}$ des Radius ein, der Strang ist nur ein dünner Gewebemantel, welcher den Markraum umschliesst.

Auch *de Bary*¹⁾ bespricht in seiner Morphologie der Pilze das Mark der jungen Rhizomorpha und äussert sich über seinen Ursprung folgender Art: »die innersten braunen Rindenzellen und die äusseren Lagen des primären Markes dehnen sich schon vor Beginn der Braunfärbung beträchtlich in die Dicke und in die Breite aus. Die axilen Reihen des Primärmarkes zeigen diese Ausdehnung nach den bezeichneten Richtungen in geringerem Grade, sie strecken sich nur

¹⁾ *De Bary*, Morphologie der Pilze, p. 25.

stark (bis zum 20fachen des Durchmessers) in die Länge. Der Zweig nimmt daher an Umfang zu, die axilen Reihen werden aus einander gezerrt, die luftführenden Lücken zwischen ihnen bedeutend erweitert.« Nach dieser Auffassung wird das luftführende Markgewebe und der Markraum durch Ausdehnung der innersten Rindenzellen des Stranges herbeigeführt. Wenn aber diese inneren Zellen sich ausdehnen sollen, so müssten ihnen doch die äusseren erst Platz machen und sich zuerst ausdehnen; denn in einem geschlossenen Gewebe können sich mittlere Partien gewiss nicht so ohne weiteres ausdehnen, weil sie hierzu keinen Raum haben. Dehnten sich aber thatsächlich diese äusseren Partien des Stranges in ihren Zellen aus in dem Maasse, dass ausser einer beträchtlichen Dehnung der inneren Zellen ein grossmaschiges Mark mit luftführenden Räumen im Innern entstehen kann, so müssten die äusseren Zellen jedenfalls eine bemerkenswerthe Grösse haben. Dies ist nun an den Strängen, wie die Fig. 4—6, Taf. XI ausweisen, nicht nur nicht der Fall, sondern die Zellen haben im Gegentheile nahezu die Dimensionen, welche sie ursprünglich in der Spitze hatten. Eine blossе Ausdehnung der peripherischen Zellen des Stranges, die in der Wirklichkeit nur unbedeutend ist, kann demnach wohl kaum ausreichen, die sehr bedeutende Streckung der Zellen im Innern des Stranges zu ermöglichen; diese setzt noch andere und wirksamere Vorgänge voraus, welche in der Peripherie des Stranges stattfinden müssen. Sie sind schon nach den Dimensionen der peripherischen Zellen des Stranges kaum anders zu denken, als in der fortwährenden Neubildung von Elementen in der Peripherie, welche von den inneren Partien, die hieran zuerst keinen oder unbedeutenden Antheil nehmen, durch eine entsprechende Ausdehnung der Zellen naturgemäss begleitet wird.

Die erwähnten Vorgänge der Neubildung in der Peripherie der Rhizomorphenspitze, welche eine Vergrösserung der inneren Zellen des Stranges durch Ausdehnung gestatten, und darauf in den tiefer gelegenen Theilen ihre Trennung von einander und die Bildung mittlerer Markräume natürlich herbeiführen, dauern so lange fort, bis eine Bräunung in der Peripherie den Stillstand derselben ankündigt. Während ihrer Dauer nahm der Strang an Dicke zu, und die luftführenden Markräume wurden stetig grösser; mit dem Eintritt der Bräunung hört dies auf, der Strang verdickt sich nicht mehr, und das Mark mit seinen Lufträumen behält die gewonnene Dimension. Bleibt die Intensität peripherischer Neubildung an ein und demselben Strange, so lange er wächst,

immer dieselbe, so behält der Strang dieselben Dimensionen bei, seine Dicke wächst aber mit dieser Neubildung, und nimmt wieder ab, wenn sie nachlässt. Im Verlaufe eines Stranges können diese Veränderungen sich vollziehen, er kann dicker und wieder dünner werden, und wenn die Veränderungen schnell einander folgen, so folgen Verjüngungen auf Verdickungen auch in kürzeren Distanzen¹⁾.

Die Bräunung der Zellèn beginnt an der Stelle, wo der Verband der Elemente am dichtesten ist, und da dies nicht an der äusseren Peripherie der Fall sondern mehr nach innen, so fängt auch hier erst die Bräunung an. Es sind 3—5 Zelllagen, die sich bräunen und ihre Membrane etwas verdicken; nachher setzt sich die Bräunung in schwächeren Nüancen nach aussen und innen etwas fort (Taf. XI, Fig. 4—6₂). Die Folge der Bräunung ist ein Vertrocknen aller Elemente, die ausserhalb dieser Bräunung liegen. Sie bilden an dem ausgebildeten Rhizomorphenstrange die äussere Bekleidung. Diese besteht also aus eingetrockneten Hyphen, deren Lumen nicht mehr kenntlich ist, deren Membranen zusammenliegen wie die Blätter eines Buches (Fig. 6 u. 7₁). Die Mächtigkeit dieser nicht deutlich zelligen Hülle, die sich später nach dem Absterben ebenfalls bräunt, ist nach den einzelnen Strängen verschieden, oft beträchtlich, oft unbedeutend, nicht selten ist sie sogar ganz abgestossen und nicht mehr vorhanden (Fig. 8). Die wirkliche Rinde der Rhizomorphen bilden die mehrfachen Lagen gebräunter Zellen, die aber sämtlich ein sehr enges Lumen haben, nicht grösser sind, wie die Zellen des Vegetationspunktes oder die Zellen der Mycelhyphen; von einer Dehnung im Sinne *de Bary's*²⁾ kann bei ihnen nicht oder nur in kaum messbaren Verhältnissen die Rede sein (Fig. 4—8₂). Der gebräunten Rinde folgen nach innen farblose Zellen, die ganz allmählich zunehmend in die grossen Zellen des Markes übergehen, welche nach ihrer Trennung von einander den Markraum nach innen bekleiden (Fig. 6₃ u. 4). — Der Längsschnitt ergibt die Verhältnisse der Streckung, welche die aus dem Vegetationspunkte hervorgehenden

¹⁾ Wenn die Vegetationsspitze eines Stranges erlischt, finden häufig durch weitere Neubildungen in ihr knotenartige Verdickungen statt. Nach längerem oder kürzerem Stillstande der Spitze erfolgt dann ein erneutes Auswachsen; oft treten in solchen Fällen mehrere neue Vegetationspunkte auf. — Ich zweifle nicht, dass es in der Natur ebenso sein wird, dass die Spitzen der Rhizomorpha subterranea im Winter stillstehen, um im nächsten Frühjahr durch Erneuerung der Vegetationsspitze fortzuwachsen.

²⁾ *de Bary*, l. c. Morphologie der Pilze.

Elemente nach unten erleiden. Sie ist beträchtlich und wohl am stärksten in der Mitte, weil hier die Theilungen am frühesten erlischen (Taf. X, Fig. 8₉). Die kurzen Zellen werden durch Streckung zu langen Schläuchen, welche sich durch die grosse Streckung in Scheinreihen ordnen. Besieht man die Zellen, vorzugsweise die grossen axilen, genau, so bemerkt man zweierlei Wände, die einen stehen schräg, ich halte sie für die primären, die anderen stehen mehr horizontal, sie dürften secundären Ursprungs sein, also nachträgliche Theilungen, welche in den sich streckenden Zellen noch später erfolgen (Fig. 8₉).

Würde der Unterschied in den Mark- und den Rindenzellen, wie er sich etwas unter der Vegetationsspitze herausstellt, dauernd bleiben, würden also die Neubildungen ausschliesslich in der Peripherie erfolgen bis zur Bräunung der Aussenrinde, und würden die Markzellen nur durch Dehnung und Auseinanderweichen diesen Vorgängen folgen, so wäre das Endresultat in der Bildung eines Gewebemantels gegeben, dessen äussere Zellen gebräunt sind und nach innen allmählich grösser werdend einen mehr oder minder grossen Markraum umschliessen (Taf. XI, Fig. 4 und 5). Dies ist jedoch nicht der Fall. Der Unterschied ist nur in den ersten Anfängen so gross, nur in der Vegetationszone an der Spitze sind im Anfange die Neubildungen durch Verzweigung, durch Zweigbildung aus den vorhandenen Zellen in der Peripherie, so bedeutend und in den axilen Partien so unbedeutend, dass hier eine bedeutende Vergrösserung der Zellen und die Bildung eines Markraumes erfolgen kann (Taf. X, Fig. 8). Ist dies geschehen, so erlischt die Vermehrung der Elemente in der Peripherie mit der Ausbildung der braunen Rinde, um dafür jetzt an den inneren grossen Zellen, an den Markzellen, die den Markraum auskleiden, um so energischer zu beginnen. Die Markzellen sprossen seitlich aus zu dünnen mycelialen Fäden, wie vorher die Zellen der Peripherie. Die Hyphensprosse drängen sich aber nicht zwischen die vorhandenen verbundenen Elemente ein, deren Masse und damit den Umfang des Stranges zu vermehren, hie und da sogar in kurzem Wege aus dem Verbande an die freie Oberfläche zu treten; sie haben es bei weitem bequemer, sie finden den freien Markraum vorbereitet, in den sie ohne Zwang hineinwachsen. Die grossen Veränderungen, welche die Markzellen erlitten haben, die mächtige Grössenzunahme, welche sie zuvor erfahren, lässt den Unterschied der aussprossenden Hyphen zu ihren Mutterzellen so sehr hervortreten, dass diese Aussprossungen der Markzellen (man vergleiche die Abbildungen

Fig. 11 in der Morphologie der Pilze von *de Bary*) als ein besonderes neues Phänomen erscheinen¹⁾, während sie doch thatsächlich ganz den Aussprossungen gleichwerthig sind, welche in der Peripherie vorher erfolgt sind und darum nichts auffälliges hatten, weil die Tochttersprosse von den Mutterzellen an Umfang nicht verschieden waren.

In einem kurzen Ausdrücke können wir folglich sagen bezüglich der Morphologie des Stranges: dass an der Spitze die Elemente gleich sind, dass sie in der Mitte zuerst nachlassen sich zu vermehren, aber in der Peripherie fortfahren dies zu thun, dass hierdurch eine Ausdehnung der axilen Partien veranlasst wird, die schliesslich zu ihrer Trennung von einander und zur Bildung von grossen luftführenden Intercellularräumen resp. eines Markraumes führt, dass darauf durch die Ausbildung einer braunen Rinde die Vermehrung in der Peripherie abschliesst und nun die Neubildung durch Aussprossung auf die Innenseiten, an den Umfang des Markraumes rückt, wo die Markzellen, welche vorher scheinbar stillstehend nur wenig Aussprossungen bildeten, die Bildung neuer Aussprossungen allein übernehmen und hierdurch nach ihrer Lage und ihrer inneren Umgebung eine Ausfüllung der bislang leeren Markräume einleiten.

Bis auf diese meine Untersuchungen blieb die Bildung der Markhyphen, die Bildung »des secundären Markes« der Rhizomorpha, wie man es nennt, ein plötzliches morphologisch unvermitteltes Phänomen; sie ist aber in der Wirklichkeit nichts, als die Fortdauer einer einfachen Vermehrung der Elemente durch Auszweigung, welche die Bildung, den Aufbau eines Stranges überhaupt erst ermöglicht, welche bereits in der Vegetationsspitze beginnt, unter dieser zuerst in der Peripherie fort dauert und dann nach dem Marke verlegt wird.

Jeder Querschnitt musste dieses secundäre Mark zur Erscheinung bringen, jeder Längsschnitt musste den Ursprung dieses Markes aus den den Markraum auskleidenden Markzellen leicht erweisen; ebendarum ist auch dies secundäre Mark seinem Ursprunge nach längst bekannt. Die aussprossenden Hyphen wachsen in den Markraum oder in die Markzwischenräume hinein, wachsen hier durch

¹⁾ Ich habe es unterlassen, diese Aussprossung der Markzellen noch einmal in den Tafeln wiederzugeben, weil hierüber gute und richtige Beobachtungen und Abbildungen bereits von älteren Autoren vorliegen z. B. die Fig. 11 von *de Bary*.

weitere Verzweigungen zu mächtigen Hyphenmassen heran, welche nach unten mehr und mehr die freien Räume ausfüllen. Die Hyphensprosse entsprechen den gewöhnlichen Mycelfäden, von denen sie in nichts verschieden sind. Eine Verbindung zu einem Scheingewebe gehen die Hyphen des secundären Markes nicht ein, sie behalten ihre lose Hyphenstructur bei, und der fadige Strang besteht aus einem aussen gebräunten Gewebemantel, der eine dicht verflochtene Hyphenmasse umgibt. Auf successiven Querschnitten von oben nach unten folgt auf das gleichzellige Gewebe der Vegetationsspitze die in grossen Markzellen und kleineren Rindenzellen zum Ausdruck kommende erste Differenzirung der Elemente, dann kommen leere Markräume in die Erscheinung, die in tiefer geführten Querschnitten mehr und mehr durch Hyphengeflecht ausgefüllt werden. Ist die Vegetationsspitze kurz, so ist die Strecke des freien Markraumes ebenfalls kurz, oft sogar gar nicht vorhanden, weil die tiefer aussprossenden Hyphen nach oben wachsen und ihn schnell ausfüllen, was natürlich bei ausgewachsenen Strängen vollständig geschieht; an allen Strängen hingegen, wo die Spitze lang ist, und lebhaft wächst, ist eine Strecke ungefüllten Markraumes leicht zu finden, die unteren Hyphensprosse füllen ihn nicht so schnell aus, als er nach oben fortgebildet wird.

De Bary neigt in seiner Morphologie der Pilze¹⁾ der Ansicht zu, dass die ursprünglichen Markzellen von den aussprossenden Hyphen, also dem secundären Marke, zusammengedrückt resp. verdrängt werden, und dass eben durch die Verdrängung der Markzellen der von den Hyphen ausgefüllte Markraum geschaffen wird. Zu einem Theile geschieht dies unzweifelhaft, nämlich in so weit, als die Markzellen bei ihrer Trennung im Innern die natürliche Verbindung mit dem Strange verlieren und ihren Inhalt durch fortdauernde Streckung erschöpfen. Von den übrigen Markzellen indess, welche im organischen Verbande mit dem Ganzen bleiben, ist eine solche Annahme nicht zutreffend. Die grossen Markzellen sind es vorzugsweise, welche hyphenartig aussprossen, *de Bary* selbst hat dies in seiner Figur 11 dargestellt. Eben weil sie aber die Mutterzellen der aussprossenden Hyphen, des Secundärmarkes, sind, so würden durch ihre Verdrängung von den Hyphen diese ja selbst, die doch vom Strange ernährt werden, die natürliche Verbindung mit ihrer Nahrungsquelle verlieren, sie würden

¹⁾ *de Bary*, Morphologie der Pilze Seite 26.

als kleine Hyphensysteme im Strange (deren Grösse nach der Dauer ihrer Ernährung, also nach dem Zeitraume schwanken müsste, in welchem die Mutterzellen der Hyphen bis zu ihrer Verdrängung den organischen Zusammenhang mit dem Strange beibehalten) isolirt werden und wahrscheinlich absterben. Diese rein physiologischen Erwägungen gestützt durch die directe Beobachtung, dass vorzugsweise die grossen Markzellen aussprossen, sprechen dagegen, dass sich durch die Bildung des secundären Markes zugleich ein allgemeiner Verdrängungsprocess des primären vollzieht, dass die secundären Hyphen im Wege der Verdrängung schliesslich den Raum ausfüllen, den früher das primäre Mark einnahm. Die Hyphen des Secundärmarkes finden nach den früher geschilderten Vorgängen für ihre Ausdehnung genügenden Raum vor und erreichen in diesem, soviel ich gesehen habe, nicht eine solche Dichtigkeit, dass dadurch Markzellen am Erdrückungstode sterben und so verdrängt werden können. Die aussprossenden Zellen des Primärmarkes bleiben im organischen Zusammenhange mit dem Gewebesysteme des Stranges, aus welchem sie ernährt werden, aus welchem sie das Material beziehen, zu den grossen Hyphenmassen im Wege fortgesetzter Ernährung heranzuwachsen, welche die Markräume des Stranges ausfüllen. Der ganze Strang stellt ein organisches Ganze dar, in welchem die Markhyphen mit den Markzellen und diese mit dem Gesamtgewebe des Stranges in natürlicher Verbindung stehen und sicher so lange verbleiben, als die Entwicklung der Markhyphen durch Wachsthum und Vermehrung fort dauert.

Von dieser Darstellung der Morphologie der *Rhizomorpha subterranea* weicht die der *Rh. subcorticalis* nur in soweit ab, als die Bräunung der Rinde unterbleibt, und die Vermehrung der Elemente in der Peripherie beliebig fort dauern und hierdurch die *Rhizomorpha* eine bedeutende Dicke und jede beliebige Breite erlangen kann. Sie bleibt länger plastisch, sich in der Form an jeder Stelle beliebig verändernd, ganz dem parasitischen Leben adaptirt, wie es der Pilz in den Bäumen führt, die er bewohnt. Die Stränge sind bald dünn wie eine Nadel, bald von enormer Dicke, bald rund, bald flach (Taf. X, Fig. 6), bald sogar zu grossen bandartigen Flächen verbreitert, die wie ein Mantel das Holz eines Stammes umkleiden, nachdem die cambialen Gewebepartien verzehrt worden sind (Taf. XI, Fig. 10_{5 u. 6}). Oft habe ich in meiner Cultur gesehen, wie ein Strang mit feiner Vegetationsspitze nach unten pyramidal anwuchs zur 20fachen Dicke. Verzweigungen durch Bildung neuer Vegetationspunkte in

Folge intensiver Neubildung an einer Stelle erfolgen in Masse im ganzen Verlaufe des Stranges, bei *Rh. subterranea* hingegen, so lange die Vegetationsspitze wächst, nur in dieser und später, wenn sie erlischt, hie und da an einzelnen Stellen, wo durch innere lokal begrenzte Neubildung die Rinde aufbricht, um die neu erzeugte Spitze durchzulassen. Bereits *Hartig*¹⁾ hat diese Zweigbildung genau verfolgt, so dass mir nur übrig blieb, seine Beobachtungen zu bestätigen.

Die Markräume sind bei der *Rh. subcorticalis* von oft enormer Weite, sie bleiben mitunter auf weite Strecken hinter der Spitze leer, und werden erst dann mit secundären Markhyphen angefüllt, wenn die Seitenzweigbildung und die Vermehrung in der Peripherie aufhört; in anderen Fällen gehen jedoch die Markhyphen ziemlich weit hinauf. An den künstlich in meinen Culturen gezogenen Strängen wechselten diese Verhältnisse je nach der Schnelligkeit des Wachstums in mannichfacher Weise ab. Die am natürlichen Standorte, also in Bäumen vorkommende *Rh. subcorticalis* hat zumeist nur enge Markräume. Es fehlt den Strängen an Raum, in radialer Richtung erheblich zuzunehmen, sie breiten sich darum seitlich weiter aus. Die so entstehenden lappenartigen oder bandförmigen Bildungen sind oft auf weite Strecken hin nur wenig differenziert, fast solide. Das Primärmark besteht aus etwas grösseren Zellen wie die Rinde, beide sind aber nicht sehr verschieden und aus Mangel an Raum findet die Bildung eines Secundärmarkes gar nicht oder nur in unbedeutendem Grade statt.

Die Ausbildung einer braunen Rinde geht hier erst dann in der ganzen Länge des Stranges vor sich, wenn alles apicale und peripherische Wachstum still steht; der ihr vorangehenden Hyphenaussprossungen an der Oberfläche des Stranges habe ich oben bereits Erwähnung gethan. — Nach erfolgter Berindung sind nun beide Strangformen, *Rh. subterranea* und *subcorticalis*, einander gleich. Sie verdicken später die Membranen ihrer Zellen oft sehr bedeutend, auch die Markhyphen nehmen an der Verdickung Antheil.

Durch diese Vorgänge wird der Strang völlig in den Dauerzustand, in den Zustand eines Sclerotiums übergeführt. Die Rhizomorphen sind nichts weiter wie sclerotiale Bildungen, die an besonderen fortdauernden Vegetationspunkten in die Länge wachsen,

¹⁾ *Hartig*, l. c. die Krankheiten der Waldbäume.

sich etwas anders differenzieren, wie die Sclerotien sonst, und erst mit dem Erlöschen des Vegetationspunktes den Dauerzustand antreten, der bei den gewöhnlichen Sclerotien deshalb früher liegt, weil sie keine scharf begrenzten Vegetationspunkte ausbilden, sondern an allen Punkten zugleich zu wachsen aufhören. Ursprung und Entwicklung sind bei beiden gleich, der Unterschied betreffs letzterer ist nur ein gradueller und unbedeutender, so etwa, wie der Unterschied von Pilzen ohne Marginalwachsthum und mit Marginalwachsthum des Hutes.

Wir haben unter den Basidiomyceten Pilze, die keine Sclerotien besitzen, bei denen das vegetative Leben mit den Mycelien abschliesst; wir haben andere, bei denen die vegetativen Zustände der Mycelien den Anlauf zu einer höheren morphologischen Differenzierung nehmen, die aber früh in der Bildung der Sclerotien ihr Ende erreicht; wir haben in dem *Agaricus melleus* den Fall, wo diese morphologischen Neubildungen die Stelle des Myceliums vertreten, wo sie durch Ausbildung eines stets sich erneuernden Vegetationspunktes den zweiten höher differenzirten Abschnitt des vegetativen Lebens bilden¹⁾.

Haben nun aber alle naheverwandten Pilze solche Zustände besessen? Sind sie einmal früher ganz allgemein gewesen und später bei denen verloren gegangen, welche sie nicht besitzen? oder sind sie bei ihnen überhaupt nicht aufgetreten? Sind nur wenige bis zur Sclerotienbildung gekommen, und nur einzelne unter diesen zur Ausbildung der Rhizomorphen? oder sind Sclerotien Rückbildungen aus dem einst besessenen Rhizomorphenzustande? — Dies sind Fragen, deren Lösung auf der Grenze jeder sicheren Entscheidung liegt. Aber wie dem auch sei, vom morphologischen Gesichtspunkte aus sind die Sclerotien besitzenden Pilze höher differenzirt, als diejenigen, die über die fadigen Mycelien nicht hinauskamen, und die Rhizomorphen bildenden stehen noch über diesen.

Systematisch haben diese vegetativ bedeutenden Unterschiede nur einen beschränkten Werth, denn sie finden sich unzweifelhaft bei naheverwandten Pilzen vor z. B. bei den verschiedenen Arten von *Coprinus*, von denen wenige Sclerotien bilden, die übrigen hingegen nicht.

¹⁾ Von diesen primären Strangbildungen sind die an vielen Fruchtkörpern secundär auftretenden Rhizoiden wohl zu unterscheiden; in der Structur stimmen oft beide ziemlich überein, so dass man im fertigen Zustande nicht unterscheiden kann, ob die Fruchtkörper an den Strängen entstanden oder diese aus den Fruchtkörpern gebildet sind.

Das hier Gesagte gilt auch für die Ascomyceten¹⁾, bei welchen die Sclerotien in dem gleichen Verhältnisse zu den Mycelien stehen, wie bei den Basidiomyceten, und fortwachsende Stromata oder ein Thallus z. B. der Flechten den höheren Zustand der Sclerotien bezeichnen, analog den Rhizomorphen des *Agaricus melleus*. In meiner vorläufigen Mittheilung über die Entwicklung der Rhizomorphen des *Agaricus melleus* (Vortrag in der Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin, Sitzungsbericht vom Juni 1876) habe ich bereits auf die Analogie im Bau des Flechtenthallus und der Rhizomorphen nachdrücklich hingewiesen.

In voller Uebereinstimmung mit der weiteren Entwicklung, welche die Sclerotien erfahren, steht auch hier das Verhalten der Rhizomorphen. Sie entwickeln direct aus sich die Fruchtkörper des *Agaricus*, oder wenn dies nicht erfolgt, so erneuern sie nach der Ruhezeit ihren Vegetationspunkt, erzeugen auch an beliebigen Stellen neue Entwicklungsheerde, um das vegetative Leben fortzusetzen. Im ersten Ursprunge ist die Bildung eines neuen Sprosses und die Bildung eines Fruchtkörpers nicht wesentlich verschieden, beide bilden sich durch Aufbrechen der Rinde aus den inneren Markzellen und der medullaren Masse, in beiden Fällen ist der Ursprung nicht auf eine Zelle oder auf einen Faden zurückzuführen, sondern eine Summe von diesen leitet gleichzeitig die Bildungen ein, die hier wie dort aus nur vegetativ entstehenden Elementen sich aufbauen (man vergleiche Fig. 7—4. Taf. II von *Hartig's Krankheiten der Waldbäume*).

Hiermit sind wir zum Ausgangspunkte unserer morphologischen Betrachtung zurückgelangt; sie ist natürlich abgeschlossen und vollendet. — An meinen künstlich gezogenen Rhizomorphen ist im nächsten Herbst keine Fructification erfolgt, sie leben noch, werden aber unter den erschwerenden Umständen mehrjähriger Erhaltung wohl kaum den zweiten Herbst erreichen. Vielleicht fructificiren die Rhizomorphen überhaupt erst nach mehreren Jahren und nicht im

¹⁾ Die bei vielen Ascomyceten vorkommenden Dauerzustände, welche die Ascusfrüchte auf den verschiedensten Stadien ihrer Entwicklung annehmen können z. B. bei Erysipheen nach der Anlage der Ascen in den Peritheciën, (ähnlich bei *Rhytisma* und anderen verwandten Formen), ferner bei *Penicillium* vor der Bildung der Ascen an den bereits bedeutend ausgewachsenen ascogonen Hyphen etc., sind als morphologische Bildungen anderer Art, als sclerotienähnliche Zustände von Fruchtkörpern nicht mit den Sclerotien gleichzustellen. Man vgl. *Wolff*, *Erysiphe graminis* und *communis*, *Landw. Jahrbücher* IV., ferner *Brefeld*, *Schimmelpilze* II. Heft, *Penicillium*.

ersten, vielleicht sind aber auch die äusseren Verhältnisse für eine Auskeimung weniger günstig und nicht in gleicher Weise herzustellen, wie sie in der Natur obwalten.

Bei den Rhizomorphen ist die Phosphorescenz, die Fähigkeit der Stränge im Finstern zu leuchten, eine lange bekannte und vielfach beschriebene physiologische Eigenthümlichkeit; die ältere Literatur hierüber findet sich bei *de Bary*¹⁾ angegeben. Ich hatte Gelegenheit die Erscheinung an meinen Culturen in einem Glanze zu sehen, wie sie wohl kaum einmal früher beobachtet sein kann, weil gleich colossale Massen von Rhizomorphen erst durch meine Culturen hergestellt sind.

In dem Entwicklungsabschnitte, in welchem die Rhizomorphen in den Nährlösungen wachsen, also nicht unmittelbar mit der Luft in Berührung kommen, leuchten sie nicht. Ich habe aber bereits angegeben, wie bei meinen Culturen durch die enorme Massenentwicklung im Innern der Flüssigkeit ein mechanisches Aufstauen, ein Erheben über die Nährlösung, veranlasst wurde. Wenn dieses eingetreten war, wenn also die wachsenden Rhizomorphen mit der freien Luft in Berührung kamen, fingen sie an zu leuchten. Das Licht war anfangs nicht besonders intensiv, und hatte einen weissen etwas in's bläuliche spielenden Farbenton, es nahm aber bald an Intensität erheblich zu, als nämlich (wie erwähnt) eine allgemeine oberflächliche Hyphenausprossung den Strang umhüllte. Diese freien dem Strange entsprossenden mycelialen Hyphen besaßen die Fähigkeit der Phosphorescenz in einem hohen Grade. Die ganze Oberfläche der Culturmasse, die gleichmässig mit den Hyphen überwachsen war, erglänzte in wunderbarem Lichte. Als ich, einmal ganz zufällig den Abend über in meinem Laboratorium bleibend, die Wirkung dieser imposanten Erscheinung an mehr als 20 grossen Culturen bei dem Oeffnen des Schrankes, worin die Culturen standen, unerwartet empfand, wich ich unwillkürlich vor Erstaunen zurück. Ich erleuchtete die Räume, und die Erscheinung verschwand — bei abermaliger Finsterniss von Neuem wiederkehrend. Von dieser Zeit an habe ich sie jeden Abend beobachtet, so lange, bis durch die früher beschriebene mächtige Hautbildung, welche die ganzen Culturen nach aussen abschloss, oder durch Bräunung der Rinde die einzelnen Stränge in den Zustand der Ruhe übergegangen und die aussen hervor-

¹⁾ Morphologie der Pilze S. 228 und 229.

gesprossenen Hyphen abgestorben waren. In kalten Räumen von 1—2° verblasste die Erscheinung nicht merklich und steigerte sich in gewöhnlicher Zimmertemperatur so wenig, dass ich den Unterschied nicht sehen konnte. Es ist möglich, dass die zu grosse Intensität der Erscheinung den etwaigen Einfluss der Temperatur so weit ausglich, dass er nicht zu sehen war. Nur lebende Hyphen von Strängen, die frei mit der Luft in Berührung kommen und keine cuticularisirten Membranen besitzen, zeigen die Erscheinung; ob sie wachsen, d. h. an Dimensionen zunehmen, scheint mir unwesentlich zu sein, denn die Hyphen leuchteten wochenlang, während sie nicht irgend erkennbar länger wurden.

Die Spitzen der *Rh. subterranea*, soweit sie nicht gebräunt sind, leuchten spurenhafte, man sieht es nur in tiefer Finsterniss. Da die Bräunung der Rinde der Erscheinung ein Ende macht, diese Bräunung bei der *Rh. subterranea* gleich hinter der Spitze eintritt, so folgt hieraus begreiflicher Weise, dass diese Form der Rhizomorpha für die Beobachtung der Erscheinung kaum geeignet ist.

Eine andere physiologische Eigenschaft der Stränge wird von *Sachs*¹⁾ in der Geschichte der Botanik erwähnt. Die Stränge der *Rh.* und wahrscheinlich der *Rh. subterranea* sollen negativ heliotropisch sein. Ich hatte ausgiebige Gelegenheit etwaige Beziehungen der Rhizomorpha betreffs ihres Wachstums zum Lichte zu beobachten, aber ich habe nichts gesehen, was hierfür sprach. Die Rhizomorphen der *Rh. subterranea* wuchsen im Lichte nach allen Richtungen durcheinander, gerade so wie diejenigen, die im Finsternen standen, eine Beeinflussung der Wachstumsrichtung, eine Abneigung gegen die Lichtquelle, habe ich nicht beobachten können; von der *Rh. subcorticalis* erst gar nicht zu reden, denn die aus der Nährlösung hervorstehenden Stränge standen bald still, und zeigten weder in der Nährlösung noch ausser ihr die leiseste Beziehung zum Lichte.

Wider alles Erwarten ist die künstliche Cultur des *Agaricus melleus* gelungen. Einer unserer Pilzriesen ist von der einzelnen Spore ausgehend in dem Gange der morphologischen Differenzirung Zug um Zug verfolgt worden. Die mitgetheilten Thatsachen geben uns im Verein mit den hervorgehobenen biologischen und physiologischen Momenten, mit der Lebensweise des Pilzes, mit

¹⁾ *Sachs*, Geschichte der Botanik, p. 601.

seinem Parasitismus, der Art seiner Ernährung und seiner Verbreitung in der Natur, ein Gesamtbild von dem Leben des Pilzes in einer Klarheit und Durchsichtigkeit, wie es nur von irgend einer Pflanze bekannt ist.

Das letzte Hinderniss, welches die Grösse, die massigen Formen eines Pilzes seither der exacten Methode entgegengesetzten, ist nunmehr in einem ersten Falle, in dem *Agaricus melleus*, siegreich überwunden worden.

Ein kurzer Rückblick auf frühere Kenntnisse genügt, die Bedeutung der von mir in die Mycologie eingeführten und schrittweise vervollkommeneten Methoden der Cultur darzulegen. Weitere Fälle werden sich dem ersten vorhandenen bald anschliessen.

Nur anhangsweise will ich an dieser Stelle die Familien der Hydneen, Polyporeen und Thelephoreen kurz berühren. Sie bilden, wie ich früher bei *Amanita* schon ausführte, den Agaricinen zunächst verwandte Reihen, die unabhängig von diesen aus angiocarpen Gasteromyceten aller Wahrscheinlichkeit nach hervorgegangen sind. Sie unterscheiden sich von den Agaricinen, mit welchen sie die Ausbildung eines Hutes, der das Hymenium im reifen Zustande auf der Unterseite trägt, gemein haben, wesentlich durch die abweichende Structur des Hymeniums. Dieses tritt nicht in Blättern auf, in Lamellen, sondern in Form von Stacheln und Röhren. Bei den Thelephoreen fehlt sogar jede Formausbildung des Hymeniums. Es ist möglich, dass sie ursprünglich nicht vorhanden war, oder dass sie im Laufe der Zeit verloren gegangen ist; in letzterem Falle würden die Thelephoreen wohl nicht eigenen Ursprunges sein und von den Gasteromyceten abstammen, sondern wahrscheinlich als Rückbildungen in der Form auf die drei anderen Familien, vielleicht auf die Agaricinen, zurückzuführen sein.

Die Formen dieser Familien sind gross und stattlich, oft grösser noch als die grössten Agaricinen. Ihre Cultur wird im Laufe der Zeit unzweifelhaft gelingen, wie sie mir beim *Agaricus melleus* gelang, aber es war mir bis jetzt nicht möglich, sie neben meinen anderen Arbeiten in den beschränkten Räumen, über welche ich verfüge, auszuführen. Meine vorläufigen Beobachtungen ergaben, dass die Sporen der Pilze keimen und Mycelien bilden, wie die Agaricinen. Stäbchenbildungen habe ich an ihnen bis jetzt nicht gesehen. Es ist

sehr wahrscheinlich, dass die Mycelien lange leben, eine grosse Ausdehnung gewinnen und die Fruchtkörper nur in bestimmter Jahreszeit erzeugen.

Bei *Trametes Pini*, einer Polyporee, entstehen die Fruchtkörper wohl nicht an einem Faden, sondern auf reichen Mycelbildungen, welche sich an abgehauenen Aststumpfen als Astschwamm gleichsam ansammeln. Aus ihnen formen sich zuerst in der von *Hartig*¹⁾ beschriebenen Weise an der unteren Seite die hymenialen Elemente, welche sich mit dem wachsenden Hutrande vermehren und zugleich in den älteren Partien verlängern. Der Pilz erreicht ein hohes Alter, indem er jährlich durch Marginal- und Dickenwachsthum an Grösse zunimmt. Ob der Fruchtkörper mit dem ursprünglichen Mycelium, worauf er entstand, in Verbindung bleibt oder durch Erzeugung eines secundären Myceliums, durch Strangbildung, sich selbst ernährt und somit ganz selbständig wird, konnte vorläufig nach der natürlichen Lebensweise des Pilzes mit Sicherheit nicht festgestellt werden.

Alle bis jetzt mitgetheilten Untersuchungen betrafen ausschliesslich die verschiedenen Typen der Hymenomyceten. Diese wurden seither als eine natürliche Abtheilung den Gasteromyceten gegenüber gestellt, denjenigen Basidiomyceten, welche durch typisch angiocarpe Fruchtkörper ausgezeichnet sind. Ich habe diese mit durchaus richtigem Tacte getroffene Abtrennung der beiden Abtheilungen durch *Amanita* dahin überbrückt, dass ich darlegte, wie *Amanita*-ähnliche Formen den natürlichen Uebergang von den Hymenomyceten zu den Gasteromyceten bilden, wie die Hymenomyceten mit dem Hymenium auf der Unterseite des Hutes sich aus den rein angiocarpen Formen der Gasteromyceten entwickelt haben. Es erschien darum zweckmässig, sie als semiangiocarpe Formen, als abgeleitete Bildungen, von den rein angiocarpen Hymenomyceten zu unterscheiden, um in diesen Bezeichnungen zugleich ihren Unterschied von der dritten Abtheilung der Basidiomyceten, den rein gymnocarpen Formen mit dem Hymenium auf der Oberseite des Fruchtkörpers hervorzuheben.

Es bleibt uns daher noch übrig den Repräsentanten dieser beiden anderen Abtheilungen unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden, und zwar zunächst den Gasteromyceten.

¹⁾ *Hartig*, *Trametes Pini*, wichtige Krankheiten der Waldbäume.

Gasteromyceten.

Unter den Gasteromyceten habe ich viele bei uns vorkommende Formen untersucht. Die Sporen von verschiedenen Geaster- und Lycoperdon-Arten, ferner von *Gautiera*¹⁾ und anderen keimten mit allen bis jetzt angewandten Hilfsmitteln nicht. Es ist anzunehmen, dass hier besondere Keimungsbedingungen obwalten, denen sich nur in der Weise allmählich auf die Spur kommen lässt, dass man nach jedem vergeblichen Versuche die Frage schärfer stellt und sie schliesslich durch die immer enger gezogenen Parallelen vergeblicher Versuche auf die allein zugängliche Methode begrenzt. Ein endliches Gelingen dieser Versuche, die ich seit lange fortsetze, ist mir so wenig zweifelhaft, wie einst die Auffindung der Ascusfrüchte von *Penicillium*.

Auch die Sporen von dem grossen *Phallus*²⁾, den ich von den beiden bei uns vorkommenden *Phallus*-Arten in der Natur lebend bis jetzt allein gesehen habe, keimten nicht; es traten immer Bacterien in den Culturen auf, die sie früh vernichteten. Die Gewinnung reinen Sporenmaterials ist nur dann möglich, wenn

¹⁾ *Gautiera* besitzt unter den Gasteromyceten keine Peridien.

²⁾ *Phallus* zeigt in der Differenzirung des Fruchtkörpers, namentlich auch in der Ausbildung eines grossen centralen Stieles Anklänge an *Amanita*. Durch die spätere Streckung des Stieles werden hier sämtliche Hüllen (Peridien) bis auf das Hymenium aufgesprengt; der sich gleichmässig mehr aufblähende als streckende Stiel trägt dies frei an seiner Spitze. Bei *Amanita* wird nur die äussere Hülle, die *Volva* (äussere Peridie), aufgesprengt, die anderen bleiben bestehen und bilden die Masse des Hutes. Sie reissen mit der Streckung des Stieles unten auf, wobei sich das Hymenium vom Stiele abtrennt, der sich nur an der Spitze streckt. — Von den Formen mit centraler Stielanlage nach dem Typus von *Phallus* existiren gegenwärtig nur wenige; die anderen hingegen nach dem *Amanita*-Typus haben eine grosse Verbreitung gefunden.

man das Glück hat einen Fruchtkörper anzutreffen, von welchem die Gleba eben abtropft, und dies Glück habe ich nur einmal bei Regenwetter genossen, wo ich von ihm keinen Gebrauch machen konnte. Dagegen habe ich mich in vielen Fällen vergewissert, dass die Fruchtkörper, die in den jüngsten Zuständen leicht an den Mycelsträngen anzutreffen sind, nur durch reiche vegetative Sprossung gleicher Hyphen entstehen, wie wir es bei den Agaricinen kennen gelernt haben; die weitere Differenzirung hat *de Bary*¹⁾ bei *Phallus caninus* beschrieben, worauf ich verweise.

Bei den Nidularieen keimen die Sporen, von einer mässigen Temperatur (15—18°) unterstützt, leicht und sicher. Die Mycelien entsprechen denen des *Coprinus ephemerus*. Schallenbildungen kommen an den Hyphen vereinzelt vor, auch hie und da Hyphenfusionen. Die Mycelien werden sehr gross und zeigen, sobald sie älter werden, eine Neigung zur Strangbildung. Wenn sie Störungen erfahren durch Bacterien, oder wenn sie schlechte Ernährung finden, zerfallen mitunter ihre Fäden in Gliederzellen verschiedener Länge, die von Neuem keimen und wieder Mycelien bilden. Häufig ist das Zerfallen unvollständig, weil mit der Zergliederung der Inhalt in einzelne Zellen wandert, die gemmenartig von leeren unterbrochen werden, ähnlich wie beim *Mucor racemosus* (Taf. VIII, Fig. 4). Ob wir in diesen Bildungen, die *Eidam*²⁾ im Herbst 1876 beschrieben hat, rudimentäre Stäbchenbildungen anzunehmen haben, weiss ich nicht, ich halte diese Deutung nicht für unwahrscheinlich.

Die Fruchtkörper, welche ich bei *Crucibulum vulgare* genau untersucht habe, entstehen an den Fäden der Mycelien, öfter auch an strangförmig verbundenen Fäden durch reiche vegetative Verzweigungen. Aus diesen bildet sich zuerst ein Knäuel dicht verbundener gleichförmiger Hyphen, welcher aber schon in den nächsten umfangreicher gewordenen Stadien der Entwicklung von unten nach oben drei Schichten verschiedener Art unterscheiden lässt. Eine mittlere hellere Zone von Hyphen grenzt in concaver Wölbung eine untere Partie von einer oberen inneren ab. Nur im unteren Theile der Fruchtanlage sind die drei Zonen deutlich, sie gehen nach oben, auf der Grenze der mittleren, in einander über. Diese drei Theile der ersten Differenzirung nehmen je für sich an Aus-

1) *De Bary*, Beiträge zur Morphologie der Pilze I, Ueber *Phallus*.

2) *Eidam*, Beiträge zur Biologie II, und II. Heft die Keimung der Sporen und die Entstehung der Fruchtkörper bei den Nidularieen.

dehnung zu in dem Maasse, als die Fruchtanlage wächst und aus der kugeligen Gestalt in die becherförmige übergeht, sie erfahren damit zugleich weitere Differenzirungen.

Die äussere Schicht, rings die Fruchtanlage umgebend, wird zum Becher der Frucht und zeigt bald zwei secundäre Zonen, die sich nach der Farbe der Hyphen und der Dichtigkeit ihrer Verflechtung mehr oder weniger deutlich abheben, und in der Kuppel, auf der Grenze der inneren Schicht sich so verlieren, dass man weder diese noch die äusseren unterscheiden kann. Die äussere dieser secundären Zonen der Aussenschicht ist braun und dicht, geht aber nach aussen in lose Hyphen über, welche die haarförmige Umkleidung des Fruchtkörpers bilden, während die innere weniger gefärbt ist und vorzugsweise in ihren äusseren Partien heller erscheint. — Die Mittelschicht nimmt zunächst bedeutende Dimensionen an, sie erstreckt sich an den Seiten bis zur Kuppel und bildet in ihrer Form gleichsam einen Sack, welcher die Innenschicht umschliesst bis auf den oberen Theil in der Kuppel, wo letztere direct in die äussere Schicht übergeht. Die Hyphen der Mittelschicht erscheinen im Gegensatz zu denen der äusseren Schicht lichthell und durchscheinend. Es verschwinden nämlich die Luftinterstitien zwischen den Fäden, deren Membranen vergallerten; es geht die ganze Masse der Mittelschicht in ein Gallertgewebe über. Gerade hierdurch setzt sich die Mittelschicht scharf von der Innenschicht ab, deren dicht verflochtene Hyphen zunächst lufthaltig bleiben und darum dunkel aussehen. — Das Hyphengeflecht der Innenschicht verliert aber schon sehr früh seine Gleichmässigkeit dadurch, dass mit seiner Massenzunahme einzelne beschränkte Partien dichter werden, während die sie umgebende Grundmasse gradatim heller wird, indem mit eintretender Vergallertung der Membranen auch hier die Luftinterstitien verschwinden. Diese dichteren Partien heben sich nesterartig in der Umgebung ab, welche durch die Bildung von Gallertgewebe der Mittelschicht später mehr und mehr gleich wird und schliesslich nur mehr durch einen schmalen Grenzcontour dichter Hyphen unterschieden werden kann.

Die Nester sind die jungen Sporangien. Nachdem sie angelegt sind, wächst mit dem Wachsthum der ganzen Fruchtanlage vorzugsweise die Innenschicht; die Mittelschicht nimmt gegen sie gleichsam an Dicke ab und wird schliesslich zu einer schmalen Zone, einer inneren Bekleidung der Aussenschicht. In der Mitte der Sporangien gibt sich die erste weitere Differenzirung durch

einen lichthellen Längsstreifen zu erkennen. Er wird zu einer Höhlung, welche das Hymenium umkleidet. Ob diese Höhlung durch Auflösung centraler Hyphen zu Gallerte gebildet wird, kann man nicht sicher entscheiden, es ist aber wahrscheinlich, weil die Höhlung hell, also gefüllt erscheint, während sie sonst, nur von Luft gefüllt, dunkel aussehen müsste.

Nach der Bildung der Höhlung im Innern werden in der peripherischen Masse des Sporangiums drei Zonen unterscheidbar: eine mittlere sehr mächtige und dichte, welche in die innere helle des Hymeniums übergeht, und eine äussere losere, welche mit dem Wachsthum der Sporangien schmaler wird, weil sie hieran keinen weiteren Antheil durch Vermehrung zu nehmen scheint. Die Sporangien erhalten, grösser werdend, eine linsenförmige Gestalt. Sie nehmen eine schräge Stellung zur Wand des Bechers ein. Nach einer der Wand zugekehrten Seite gehen die beiden äusseren Zonen des Sporangiums in seiner Mitte, die etwas eingesenkt erscheint, in einander über. An eben dieser Stelle erscheint eine Partie der umgebenden Grundmasse besonders auffällig. Sie nimmt an der allgemeinen Vergallertung der Membranen der Hyphen keinen Antheil, sieht darum dunkel aus und hat die Form eines runden Ballens, welcher sich nach unten nur wenig verschmälert. Er wird erst recht deutlich, dichter und grösser, wenn die Sporangien sich der Reife nähern. Am innern Umfange der Höhlung in den Sporangien ordnen sich die Hyphen pallasadenartig. Ein Theil von ihnen schwillt an und wird zu den sporenabschnürenden Basidien, während andere steril zwischen diesen zu enden scheinen. Die Höhlung wird mit den abgeschnürten und abgefallenen Sporen ausgefüllt, und, wenn dies geschehen ist, geht die Masse der Mittelzone des Sporangiums, von welcher das Hymenium entsprang, durch Verdickung der Membranen in den Dauerzustand über. Die steril gebliebenen Fäden des Hymeniums gehen von ihm aus und verlaufen zwischen den Sporen. Am Umfange der Mittelzone bildet sich eine dunkle, später cuticularisirte Haut aus; damit zugleich werden die Hyphen der äusseren Zone dunkel, besonders in ihrer Peripherie, die sich auch hautartig ausbildet.

Die fertigen Sporangien, deren Zahl in einem Becher selten mehr als 12 beträgt, sind von zwei braunen Häuten umgeben, welche eine sclerotienähnliche Medullarmasse umschliessen, in deren Mitte die Sporen liegen. Die äussere dieser Häute ist sehr gebrechlich und geht meist verloren, so dass nur die innere übrig bleibt. Sobald die Sporangien reif sind, bricht der Becher in der Kuppel

auf, seine Ränder schlagen sich um, das Gallertgewebe der Mittel- und Innenschicht trocknet ein, und die Sporangien sinken allmählich mit dem Verschwinden des sie umgebenden Gallertgewebes in den Boden des Bechers zusammen. Sie liegen hier frei und offen da, sind an keiner Stelle mit der Wand des Bechers verbunden. Sie haben eine linsenförmige Gestalt und tragen an ihrer Aussen-
seite als weissen zapfenartigen Vorsprung, in der Mitte angeheftet, den vorher erwähnten Ballen von dichten Hyphen, welche nicht zu Gallertgewebe geworden sind.

Die Verbindung dieses Hyphenballens mit dem Sporangium liegt in der Einsenkung, welche mit dem Zusammenfliessen der beiden äusseren Zonen des Sporangiums gegeben ist. Der Hyphenballen hat keine natürliche Verbindung mit der Wand des Bechers. Er entsteht in der Innenschicht des Fruchtkörpers, und ist folglich durch die Masse der Mittelschicht, die zu Gallerte wird und sich auflöst, von dieser getrennt. Man hat diesen Hyphenballen unberechtigter Weise einen Nabelstrang genannt, wohl deshalb, weil man annahm, dass er die natürliche Verbindung der Sporangien mit der Becherwand bildet, die man in Form eines langen Stranges auch bildlich darstellte. Eine solche Verbindung existirt nicht; ebensowenig hat der Ballen in seiner natürlichen Beschaffenheit die Form eines langen Stranges, er ist vielmehr kurz und stumpf. Aber er entwickelt sich, wenn er in Wasser gebracht wird, zu einem langen Strange, zu einem Bündel von Hyphen, welches nach seiner Entwicklung die 10—20fache Länge (des Ballens in unentwickelter Gestalt) annimmt. Dass es aber nicht schon im Fruchtkörper diese Gestalt gehabt, dass der entwickelte Ballen nicht strangartig vom Sporangium zur Becherwand verläuft, das lehrt jede entwicklungs-
geschichtliche Beobachtung der Fruchtkörper. Wäre der Strang mit der Becherwand verbunden, so müssten die Sporangien festsitzen, er würde, sich vorher entwickelnd, die Verbreitung der Sporangien hindern, die er wahrscheinlich zu befördern bestimmt ist.

In dem kurzen unentwickelten Ballen liegen in dichten Schlangenwindungen die Hyphen wie in einem Knäuel Garn zusammengefaltet. Die Hyphen sind fein wie alle Fäden des Pilzes. Die Membranen der Hyphen sind stark verdickt, so dass man ein Lumen kaum sehen kann. An den Scheidewänden finden sich fast ausnahmslos Schnallenfusionen, die durch die starke Membranverdickung undeutlich erscheinen, sie sind schon von *Tulasne* erwähnt und von *de Bary* in

der Morphologie der Pilze abgebildet worden¹⁾. Die Fäden haben wenig Verzweigungen, aber nicht selten seitliche Anastomosen. Vielleicht ist die natürliche eingefaltete Lage der Hyphen in dem Ballen dadurch zu Stande gekommen, dass sich die fortwachsenden Enden in dem umgebenden Gallertgewebe nicht ausdehnen konnten und also, mit fortdauernder Verlängerung und verhinderter Ausdehnung von selbst zusammenlegen mussten. Sie entwickeln sich deshalb auch wie zusammengelegte Fäden ohne sich zu verknäueln. Aber desto leichter tritt die Verwicklung der Fäden mit einem beliebigen Hinderniss ein, dem sie sich dann mit grosser Festigkeit anhängen.

Da die Becher oft schon bald nach ihrer Oeffnung die Sporangien verloren haben und leer sind, so scheint es mir wahrscheinlich, dass sie von Thieren besucht werden, dass diese die Sporangien forttragen, entweder absichtlich oder nur zufällig, indem sie ihre Beine in dem sich auflösenden Hyphenknäuel verwickeln. Freilich habe ich nie Thiere in den Bechern angetroffen; es bleibt aber ohne die Beihülfe von Thieren kaum erklärlich, wie die Sporangien so schnell aus den Bechern herauskommen sollten. Es ist auch nicht unmöglich, dass die Sporangien, von den Thieren fortgetragen, später von diesen gefressen werden. Zwei Gründe sind es besonders, die dafür sprechen, dass dies geschieht, einmal die Thatsache, dass die Sporen nur bei erhöhter Temperatur und vorzugsweise leicht in Mist oder Mistdecoct keimen, dann der Umstand, dass die Sporangien sich nicht von selbst öffnen. Gerade hierüber habe ich viele Versuche gemacht, die Sporangien in den verschiedensten Formen cultivirt, ohne dass jemals eine natürliche Oeffnung eingetreten wäre, um die Sporen zu entlassen; das Endresultat der Cultur war immer eine Fäulniss der Sporangien. Es wird hierdurch von selbst nahegelegt, dass die Sporen in anderer Weise in Freiheit kommen müssen, und von den verschiedenen Möglichkeiten hat jedenfalls die, dass die Sporangien von Thieren gefressen werden, die grössere Wahrscheinlichkeit für sich. Die dicken Gewebmassen der reifen Sporangienwand, welche aus farblosem sclerotienartig verdicktem Hyphengeflechte bestehen und die Sporen

¹⁾ Die Schnallenfusionen kommen sowohl an Fruchtkörpern wie an Mycelien der verschiedensten Basidiomyceten vor. Ihr Auftreten an den Elementen der Fruchtkörper muss jeden Gedanken zurückdrängen, dass diese Verschmelzungen mit Rücksicht auf ihre regelmässige und bestimmte Form eine sexuelle Bedeutung haben, dass sie mit der Bildung der Fruchtkörper in einem ursächlichen Zusammenhange stehen.

einschliessen, werden wahrscheinlich den Thieren als Nahrung dienen, die Sporen werden dann im Leibe frei und keimen von der Wärme des Körpers unterstützt, um in den Faeces als geeignetem Substrat nach erfolgter Keimung sich weiter entwickeln.

Die Abweichungen meiner Beobachtungen namentlich von den Darstellungen von *Sachs*¹⁾ ergeben sich bei jedem Vergleiche von selbst. Die den Text erläuternden Abbildungen konnten in den beigefügten Tafeln keinen Platz finden, ich werde sie späteren Heften dieser Schimmelpilze anschliessen, wenn es mir möglich geworden ist, auch die übrigen Nidularieen, betreffs der Entwicklung der Fruchtkörper vergleichend hinzuzuziehen.

Ich wende mich jetzt den rein gymnocarpen Basidiomyceten zu, den Clavaricen und Tremellinen, welche ihr Hymenium an der Oberseite des Fruchtkörpers tragen, eine Erörterung der verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Formen zu den angiocarpen und semiangiocarpen Typen einer besonderen Schlussbetrachtung vorbehaltend.

¹⁾ *Sachs*, Botanische Zeitung 1855.

Clavarieen und Tremellinen.

Die Sporen der grossen Clavarieen keimen und bilden Mycelien von fast gleicher Art wie die der semiangiocarpen Agaricinen. An den Mycelien treten vereinzelt Stäbchenfructificationen auf, welche nicht keimen; Fruchtkörperbildung habe ich in meinen Culturen bis jetzt nicht erreicht.

Ein ungleich günstigeres Material für die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung ist in den kleinen Typhula-Arten gegeben, die häufig vorkommen, von denen ich *T. variabilis* und *complanata* genau untersucht habe. Die Sclerotien beider Pilze kommen namentlich im ersten Frühjahr vor. Sie keimen leicht nach kürzerer oder längerer Zeit, und mit den Sporen der Fruchtkörper (Taf. VIII, Fig. 1) habe ich künstliche Culturen gemacht. An den Mycelien treten zunächst Stäbchenbildungen (Fig. 2) in grosser Menge auf. Sie sind denen von *Coprinus* durchaus ähnlich und vergehen ohne jede Keimung. Lange Zeit nach diesen Stäbchenbildungen werden die Sclerotien erzeugt. Sie entstehen an einzelnen Fäden durch reiche Verzweigung und wachsen ähnlich wie die Sclerotien von *Coprinus stercorarius*. Wenn die Vermehrung der Elemente durch Verzweigung aufhört, beginnt die Einlagerung von Nährstoffen mit gleichzeitiger Wasserausscheidung in Tropfen, und darauf erfolgt der Uebergang in den Dauerzustand. Er wird äusserlich durch Färbung der Rinde angedeutet, die ein farbloses Mark umgibt. Bei *Typhula variabilis* besteht das Mark aus dicht verflochtenen Hyphen, die vielfach Luftinterstitien führen, und daher kaum die Structur eines Gewebes angenommen haben. Der Inhalt der wirr verflochtenen Fäden ist hell lichtglänzend und fast körnchenfrei, die Membranen sind nicht verdickt (Fig. 3a). Die oberflächliche Hyphenzone dagegen hat sich durch starke

seitliche Dehnung der Hyphenzellen lückenlos verbunden. Die Zellen sind durch die Ausdehnung in tangentialer Richtung wellenförmig buchtig in einander gewachsen wie die Epidermiszellen bei phanerogamischen dicotyledonen Pflanzen (Fig. 3*b*). Nach der engen Verbindung ist eine sehr bedeutende Verdickung der Membranen der Aussenseite eingetreten. Sie sieht einer mächtigen Cuticula ähnlich, mit verschiedenen gefärbten Zonen in der dicken Membran (Fig. 3*a*). Von der Fläche gesehen heben sich die Verbindungsstellen der einzelnen Zellen in dicken Vorsprüngen, die besonders dunkel gefärbt sind, auf's deutlichste ab. Nur eine einzige Zellzone bildet die Rinde, gleich unter ihr befindet sich das farblose Mark aus verflochtenen Hyphen. Die Sclerotien von *Typhula* (*Clavaria*) *complanata* weichen in soweit in ihrem Bau von denen der *T. variabilis* ab, als sie ein Mark aus Hyphen besitzen, deren Membranen stark verdickt erscheinen, und zwischen denen die Luftinterstitien meist verschwunden sind¹⁾.

Die Keimung der *Typhula variabilis* erfolgt aus einer beliebigen Oberflächenzelle des Sclerotiums, wahrscheinlich aus einer Hyphe, welche unter der cuticularisirten einzelligen Rinde resp. Epidermis liegt. Gleich auf der Rinde bildet sich durch Verzweigungen, die sich parallel zusammenlegen, aus dem Keimanfange ein Hyphenbündel. Eine Keimöffnung in der Rinde ist nicht sicher zu sehen, auch dann nicht, wenn man die Keimanlage wegwischt; sie ist jedenfalls, wenn vorhanden, äusserst enge. In späteren Stadien verbreitert sich die Fruchtanlage an der Basis ähnlich wie bei *Coprinus stercorarius*, und wenn man dann die Fruchtanlage abhebt, brechen gewöhnlich einige Epidermiszellen mit aus, wodurch ein deutlich sichtbares Loch entsteht. Das Hyphenbündel der Keimanlagen wächst durch Spitzenwachsthum zu beträchtlicher Länge, 2—4 Zoll, heran. Sein Durchmesser bleibt fast derselbe, nur eine geringere Verdickung nach oben, wohl durch gesteigerte Seitenzweigbildung der Hyphen herbeigeführt, ist wahrnehmbar.

Nach etwa 14 Tagen bildet sich an der Spitze das Hymenium aus, welches in keulenförmiger Verdickung das obere Ende des schlanken einfachen Fruchträgers einnimmt (Fig. 1₃). Dieser beschliesst seine Entwicklung damit, dass die Enden der Fäden zu Basidien anschwellen. Die Bildung der Basidien dauert

¹⁾ Eine Beschreibung der Sclerotien von Clavarien hat auch *de Bary* in seiner *Morphologie der Pilze* S. 33 und 34 gegeben.

eine Zeitlang fort; mehrere Tage hindurch werden Sporen abgeworfen und ohne Zweifel die verblühten Basidien durch neue ersetzt, die als Seitenzweige an den tieferen Theilen der verblühten entspringen.

Schon bald nach seinem Hervortreten aus dem Sclerotium treibt der Fruchträger an seiner Basis reichliche Rhizoiden aus, die später, während die unteren sich verlängern, auch höher am Stiele entspringen und wie ein Bart den Fuss des Fruchträgers umgeben (Fig. 1₄).

Die Keimung der *Typhula complanata* aus den Sclerotien erfolgt in etwas anderer Form. Hier treten aus dem Innern des Sclerotiums, dessen Rinde zu einer grossen Oeffnung weit auseinander getrieben wird, die Hyphenbündel der Keule hervor. Sie gehen unmittelbar in die Hyphen des Markes über, von denen sie entspringen. — In beiden Fällen aber, sowohl bei der *Typhula variabilis* wie der *T. complanata* ist die Bildung der Fruchtanlage aus den Hyphen des Sclerotium-Markes, sowie die Bildung des Sclerotiums selbst eine rein vegetative; hier wie dort ist die Fruchtkeule aus dem gleichen Hyphenelemente gebildet, welches vegetativ aus dem Sclerotium hervorgeht, ebenso wie dieses selbst vegetativ am Mycelium entspringt.

Die Fruchtkörper der Tremellinen sind in ihrer Structur weit ausführlicher, als es bis jetzt von mir geschehen konnte, von *Tulasne*¹⁾ untersucht. Es geht aus seinen Darstellungen und Abbildungen hervor, dass diese Pilze von allen Basidiomyceten am einfachsten gebaut sind. Die Fruchtkörper sind aus einem uniformen Hyphenelemente aufgebaut, dessen letzte oben endende Verzweigungen anschwellen und zu sporenabschnürenden Basidien werden. Die Sterigmen der Basidien sind oft enorm lang und ragen mit ihren Spitzen aus einer homogenen Gallertmasse hervor, in welcher bei manchen Formen die Hyphen des Fruchtkörpers eingebettet liegen. Meine Beobachtungen über den Bau der Fruchtkörper stimmen, soweit ich bis jetzt Tremellinen untersucht habe, mit denen *Tulasne's* überein. Ich habe in Taf. VIII, Fig. 5 eine Abbildung der *Tremella foliacea* gegeben, einen Durchschnitt durch das Hymenium. Die Basidien, die bei anderen der *T. foliacea* verwandten Formen getheilt sind, oft allerdings, wie auch *Tulasne* abbildet, nur in schwachen Andeutungen, liessen

¹⁾ *Tulasne*, Observations sur l'organisation des Tremellinées, Annal. d. scienc. nat. III. Série Tome XIX, 1853, ferner: Nouvelles notes sur les Fungi Tremellini et leurs Alliés Ann. d. sc. nat. V. Série T. XV.

hier keine transversalen Wände erkennen, sie entsprechen anderen Basidiomyceten abgesehen von der Länge der Sterigmen.

Die Sporen dieser Tremella z. B. konnten ohne Schwierigkeit völlig rein aufgefangen werden und keimten in Nährlösungen leicht und sicher, jedoch nur dann, wenn sie frisch abgeworfen waren. Bei der Keimung wurden bald nach einer, bald nach beiden Seiten der nierenförmigen Sporen Keimschläuche getrieben, welche, wie es die Keimschläuche des *Coprinus ephemerus* mitunter thun, sofort zur Bildung von Stäbchenfructification übergingen (Fig. 6). Oft löste sich die kaum aus den Sporen auftretende Spitze des Keimschlauches in einen dichten Büschel von Stäbchen auf, die in allen Punkten mit denen übereinstimmten, welche uns von den verschiedenen hier beschriebenen Basidiomyceten bekannt sind (Fig. 6*a* und *d*). Sie hatten die gleiche Form, die gleiche Art der Bildung, entsprangen unmittelbar aus dem Keimschlauche und trennten sich durch eine Scheidewand von diesem ab, um sich dann selbst durch eine Wand zu zergliedern. Diese letzte Wand wurde indess nicht immer ausgebildet, und daher kam es, dass die Stäbchen ganz verschiedene Länge besaßen (Fig. 6*d*). Bei allen Sporenkeimungen, die ich beobachtete, wurden sie ausnahmslos gebildet, bald sofort, bald etwas später. Längere Keimschläuche waren häufig ihrer ganzen Länge nach mit den Büscheln der Stäbchenfructification bedeckt (Fig. 6*c*). Diese fielen als solche von den Keimschläuchen ab, um sich dann erst später durch Zergliederung zu einzelnen Stäbchen aufzulösen.

Alle Stäbchen, welche wir bis jetzt kennen lernten, keimten nicht, abgesehen von den schwachen Andeutungen, welche beim *Coprinus lagopus* beobachtet wurden. Hier bei der Tremella war es anders. Die zerfallenen Stäbchen trieben sogleich dünne Keimschläuche aus, und diese wuchsen allmählich zu grösseren Mycelien (Fig. 6*e* und *f*) heran, ohne dass zunächst an diesen die Stäbchenbildung fort dauerte. Die Mycelien, so entstanden, kamen jedoch nicht zur Bildung von Fruchtkörpern. Diese scheint an bestimmte Jahreszeit gebunden und darum im Wege der künstlichen Cultur nicht leicht erreichbar zu sein. Aus diesem Grunde war es mir auch nicht möglich, die erste Bildung des Fruchtkörpers zu verfolgen. Es kann indess nach seinem Bau und der Analogie mit den anderen Basidiomyceten kaum einem Zweifel unterliegen, dass er vegetativ, wie alle übrigen, entsteht.

Die Stäbchen der Tremella sind in zweifacher Beziehung von besonderem

morphologischem Interesse. Ihr Vorkommen bei den Tremellinen überhaupt, dem der übrigen Basidiomyceten analog, weist auf verwandtschaftliche Beziehungen dieser Familie mit den übrigen hin, Beziehungen, die nach dem einfachen Bau und nach anderen Eigenthümlichkeiten; namentlich in der Sporenbildung zweifelhaft erscheinen konnten und mehrfach dahin führten, die Tremellinen als eine besondere Familie von den übrigen Basidiomyceten abzutrennen; (ich komme später auf diesen Punkt zurück). Neben ihrem Vorkommen überhaupt ist auf ihre Keimfähigkeit ein besonderes Gewicht zu legen. Durch sie wird dargethan, dass die Stäbchen hier Fortpflanzungsorgane sind, die der Vermehrung der Individuen dienen, die noch zu einer Zeit diese Zwecke erfüllen, wo die Basidiosporenfrucht, wie hier bei den Tremellinen, völlig differenzirt ist. Ist aber hiernach einerseits der Gedanke zur Seite geschoben, dass sie zur Erzeugung dieser Frucht im ursächlichen Zusammenhange stehen, dass sie eine sexuelle Bedeutung haben, so kann es andererseits nach dem gleichen Vorkommen bei den übrigen Typen der Basidiomyceten, wo sie nicht mehr keimen, kaum zweifelhaft sein, dass sie hier zu rudimentären Bildungen geworden sind, zu Bildungen, die schon nach ihrem vereinzelt Vorkommen bei ein und derselben Art, mehr aber noch durch ihr gänzlich Verschwinden aus dem Entwicklungsgange bei anderen Formen diese Auffassung nahelegen und rechtfertigen¹⁾.

Zu diesen interessanten morphologischen Details kommt nun noch eine weitere Thatsache hinzu, die eine grössere Bedeutung gewinnt, wie die früheren.

¹⁾ Bei der *Tremella mesenterica* und *Cerasi* bildet *Tulasne* (l. c. *Ann. d. scienc. nat.*) Conidienfructificationen verschiedener Art ab, welche er in den Fruchtkörpern theils zwischen den Basidien theils in besonderen Nestern an der Basis der Fruchtkörper beobachtet hat. Diese stimmen mit der Stäbchenfructification, welche an den Mycelien vorkommt, nicht überein; über ihren morphologischen Werth erlaube ich mir kein Urtheil, bis ich diese Bildungen gesehen und bis im Wege der Cultur ihre Zugehörigkeit zu den Tremellen erwiesen ist, wofür ein gemeinsames Vorkommen soviel wie nichts beweist.

Die Stäbchenfructificationen bei den Basidiomyceten sind, wo sie vorkommen, wohl nur vegetative Mycelabgliederungen und keine eigentliche Fructification. Sie entsprechen, wie ich glaube, den Abgliederungen, welche z. B. an den Mycelien der Entomophthoreen (*Brefeld*, Entwicklungsgeschichte von *Empusa Muscae* und *E. radicans*, *Abh. der naturf. Gesellschaft in Halle 1870*) auftreten. Nur in den Fällen, wo, wie beim *Coprinus lagopus*, die Stäbchen abgliedernden Fäden kurz bleiben und etwas anschwellen, gewinnt diese vegetative Vermehrung den Anschein einer Fructification. Die Stäbchenbildungen sind der Conidienfructification höherer Pilze nicht homolog, als deren höher differenzirte Formen vielmehr die Fruchtkörper selbst gelten müssen, wie ich demnächst ausführen werde.

Es ist die, dass sich die Bildung der typischen Basidien mit ihren sporentragenden Sterigmen als eine höhere morphologische Differenzirung aus einfacheren Fruchtformen in den Grenzen der noch jetzt lebenden Tremellinen vollzogen hat. Die Frage, wie ist die typische Basidie entstanden? kann bei den Tremellinen gelöst werden, und von ihrer Lösung, mit den sich hieran anschliessenden Consequenzen, ist mehr Aufklärung zu erwarten, wie von einer langen Reihe der mühsamsten Beobachtungen über die Entstehung der Basidiosporenfrucht.

Bekanntlich hat die eigenthümliche Art der Sporenbildung bei manchen Tremellinen die Veranlassung gegeben, sie von den übrigen Basidiomyceten in einiger Entfernung zu halten, wenn auch diese Trennung nach der einen Seite in solchen Formen, die typische Basidien tragen, von selbst wieder zu einer Annäherung nach der anderen Seite führen musste. Neben dieser Eigenartigkeit in der Sporenbildung hatte auch die Keimung mancher Sporen etwas ganz besonderes. Die Sporen z. B. von *Dacryomyces deliquescens*¹⁾ keimten mit Sporidienbildung nach bestimmter Theilung. Es kam weiter hinzu, dass die Fruchtkörper in ihrem Bau und die Basidien in ihrem abweichenden Verhalten gegenüber anderen Basidiomyceten ganz entschieden zu der Fruchtform der Teleutosporen bei manchen Aecidiomyceten (Uredineen) hinüberneigten. Diese Beziehungen sind schon früh aufgefallen und von *Tulasne* namentlich hervorgehoben worden, sie sind zu auffällig, um übersehen werden zu können.

Diese abweichende Art der Sporenbildung bei den Tremellinen gegenüber den übrigen Basidiomyceten ist nun von der Art, dass sich gerade in der Abweichung der Ursprung und der Entwicklungsgang der typischen Basidie ausspricht. Diese ist eine secundäre Bildung, die allmählich aus einfachen Conidienformen hervorgegangen ist. In dem Verhalten mancher Basidien z. B. von *Tremella mesenterica*, wie sie *Tulasne* in Fig. 16—18 Taf. 10 seiner Arbeit über Tremellinen²⁾ abbildet, erkennen wir deutlich, dass das lange Sterigma auch eine andere Gestalt wie gewöhnlich annehmen kann, dass es mitunter zu einem promyceliumartigen Schlauché wird, der sich gliedert und seitlich Conidien bildet. Figur 16 und 17 von *Tulasne* stellen vollstän-

1) *Tulasne*, l. c. der Ann. d. scienc. nat.

2) *Tulasne*, l. c. der Ann. d. scienc. nat.

dige Promycelien dar, an welchen die Conidien theilweise seitlich sitzen. Diese Bildungen der Conidien, die für sich besehen wie Missbildungen erscheinen, können gewiss nicht mehr als solche gelten, wenn wir sie mit den Promycelien der Aecidiomyceten¹⁾ vergleichen. Sie sind dann augenfällige Rückbildungen, welche den Gang der Differenzirung bis zum Sterigma verrathen. Sie belehren uns, dass das lange Sterigma der Tremellinen dem Promycelium der Aecidiomyceten homolog ist, dass in diesem, indem es schmaler wurde, die Scheidewände aufhörten, und hiermit die Mehrzahl der seitlichen Conidien auf eine apical gebildete herabsank. In dieser Weise ist das gegliederte Promycelium mit seitlichen Conidien zu einem pfriemförmigen Faden mit einer endständigen Conidie geworden. Die Basidien selbst, die Fadenschwellungen zur Bildung der Promycelien, sind bei den Tremellinen ursprünglich getheilt gewesen in 2—4 Theile (bei *Tremella* und *Exidia* durch transversale Wände). Mit dem Erlöschen dieser Theilungen, die wir in schwachen Andeutungen bei den Basidien verschiedener von *Tulasne* abgebildeten Formen noch erkennen können, ist die Basidie einzellig geworden, sie trägt 4 Sterigmen »pfriemförmige Promycelien« mit je einer Conidie an der Spitze, sie hat die typische Form der Basidiomyceten angenommen. Und fast scheint es, als ob die frühere Theilung des Sterigma und die Mehrzahl der an ihm gebildeten Conidien in einzelnen Fällen auf die zur Einzahl reducirte Conidie übergegangen wäre. Sie theilt sich z. B. bei *Dacryomyces deliquescens*²⁾ noch durch Querwände, wie früher das Promycelium, und jedes Theilproduct bildet eine Sporidie. Diese Sporidien sind aber wohl nicht den Sporidien der Promycelien homolog, weil inzwischen bei den Formen, wo sie vorkommen, der Bildungsgang verändert oder vielmehr verschoben worden ist. Ich halte sie für Secundärsporen ähnlich denen der Entomophthoreen³⁾, welche aber hier auf dem Etat des Erlöschens stehen und darum nur mehr vereinzelt vorkommen.

Somit finden in diesen Deutungen nicht bloss die merkwürdigen Sporenbildungen und Keimungserscheinungen mancher Tremellinen, wie sie *Tulasne*

¹⁾ *Tulasne*, Ann. d. scienc. nat. IV. S. T. II. und III. S. T. VII.

²⁾ *Tulasne*, l. c. der Ann. d. scienc. nat.

³⁾ Man vgl. *Brefeld*, die Entwicklungsgeschichte von *Empusa Muscae* und *E. radicans*, Abh. der naturf. Gesellschaft in Halle Jahrgang 1870.

abgebildet hat, ihre natürliche Erklärung, auch die hierbei entstehenden Conidien werden zu längst bekannten Bildungen.

In den Tremellinen hat sich die Bildung der typischen Basidie mit 2 und 4 Sporen vollzogen, in den scheinbaren Missbildungen, in den rudimentären Theilungsvorgängen der Basidien und in der Keimung der Sporen, ist die Art, wie sie stattfand, überzeugend ausgesprochen. — In einzelnen Formen unter ihnen, z. B. in *Hirneola auricola* und *Hypochnus purpureus*, bei welchen die Träger zur Sporenbildung nicht anschwellen und sich transversal theilen, sondern fadenförmig bleiben und sich durch Querwände gliedern, sind die Basidien ihrer typischen Gestalt nach auch zur Zeit noch nicht gebildet; die langen Sterigmen tragen aber bereits eine apicale Spore. Indem der Faden sich verkürzt, die Scheidewände in ihm erlöschen und zugleich die Sterigmen auf die Spitze des verkürzten Fadens zusammenrücken, wo sie dann neben einander entspringen, wird aus dem Conidienstande auch hier eine sporentragende Basidie entstehen. Dies dürfte bei den nächstverwandten Formen wie *Dacryomyces*, *Calocera* etc. bereits geschehen sein. Weil aber die Bildung der typischen Basidie bei *Hirneola* und *Hypochnus* noch nicht eingetreten ist, sind sie und andere hierin mit ihnen übereinstimmende Formen, wie ich glaube mit allem Grunde, als einfachster niedrigster Typus der Tremellinen anzusehen.

Nicht minder überzeugend, wie für die Bildung der typischen Basidie, führen nun weiterhin dieselben Beobachtungen und Betrachtungen auf die nahen Beziehungen hin, in welchen die Teleutosporenlager der *Aecidiomyceten* mit ihren *Promycelien* zu den Tremellinen stehen, auf welche schon *Tulasne*¹⁾ namentlich betreffs *Podisoma* hingewiesen hat.

Die Teleutospore ist als Spore nur eine adaptive Bildung; dies geht aus einem Vergleich von *Cronartium*, *Chrysomyxa*, *Coleosporium*, und *Podisoma* mit *Triphragmium*, *Phragmidium*, *Calyptospora*, *Uromyces*, *Puccinia*, etc. hervor. Zwischen diesen Formen z. B. zwischen *Cronartium*, *Podisoma* und *Calyptospora* kann die erste Anlage der Basidie und die Bildung der Dauerspore erfolgt sein. Die Anlage der Basidie wird durch eine Anschwellung der fructificirenden Fäden eingeleitet, die bei *Cronartium* noch fehlt, bei *Podisoma*

¹⁾ *Tulasne*, l. c. der *Ann. d. scienc. nat.*

schon deutlich eingetreten ist, sich aber hier wie bei *Calyptospora* etc. noch durch Scheidewände theilt. Die Bildung der Dauerspore finden wir von *Podisoma* nach *Calyptospora* eingeschaltet; sie entsteht offenbar dadurch, dass die Basidie nicht sofort ihre Sporen bildet, sondern dass sie vorher einen Ruhezustand antritt als Dauerspore, und erst bei ihrer Keimung die vorher versäumte also verschobene Sporenbildung nachholt. Diese Verschiebung der eigentlichen Fructification der Sporidien mit Einschaltung der Dauerspore hat sich bei den *Aecidiomyceten* zwischen *Podisoma* und den Teleutosporen führenden Formen der Classe vollzogen.

Die *Aecidiomyceten* mit ihrer Teleutosporenfructification, deren Keimung in Promycelien und Sporidien und die Tremellinen mit ihren ausgebildeten Basidien und den langen sporentragenden Sterigmen sind höchst wahrscheinlich aus naheverwandten Stammformen, vielleicht aus gemeinsamem Ursprunge hervorgegangen, nämlich aus einfachen Conidien tragenden Pilzformen, bei welchen die Bildung der typischen Basidie noch nirgends eingetreten war.

Bei den *Aecidiomyceten* ist der weitere Fortschritt zur Basidie nicht völlig erfolgt, vielleicht zu Gunsten weiterer Fructificationen, welche als *Aecidien* und *Spermogonien* dem Entwicklungsgange der *Aecidiomyceten* angehören. Diese sind bei einzelnen Formen, wie es scheint, in der Entwicklung besonders bevorzugt und zwar auf Kosten der eigentlichen Sporidienfructification, die in *Endophyllum* z. B. so weit verdrängt sein dürfte, dass sie nur noch in der Keimung der *Aecidiensporen*, welche keimend Promycelien mit Sporidien bilden, rudimentär zur Erscheinung kommt¹⁾.

Die Tremellinen erst sind zu typischen Basidiomyceten geworden, sie

¹⁾ Die eigenthümliche Art der Sporenkeimung mit Secundärsporen oder mit Promycelien und Sporidien, wie sie z. B. von den Entomophthoreen, Tremellinen, Ustilagineen und *Aecidiomyceten* bekannt ist, verdient eine ungleich grössere Beachtung, als ihr bisher zu Theil geworden ist. In ihr kommt in möglichst kurzer Form die Entwicklungsgeschichte der Pilze resp. ihrer Fructification zum Ausdruck. Bei den Entomophthoreen kann die Keimung nur als die blosser Wiederholung einer noch bestehenden Fructification gedeutet werden, bei den Tremellinen als die einer jetzt bereits veränderten Form, bei den *Aecidiomyceten* als eine durch das Einschleichen eines Dauerzustandes zeitlich verlegte Fructification, während bei den *Endophyllum*-Arten und bei den Ustilagineen allein noch mit in der Keimung der Sporen eine Fruchtförmigkeit auftritt, welche anderweit aus dem Entwicklungsgange verschwunden ist, nur in einem kurzen Keimungsacte zur Erscheinung kommt. Es sind dies Thatsachen, aus welchen erhellt, dass auf diese Sporenkeimungen vom morphologischen und phylogenetischen Standpunkte aus ein besonderer Werth zu legen ist.

bilden, wenigstens an einer Stelle, den Eingangspunkt in die Classe der Basidiomyceten. Ob die Tremellinen, wie die Accidiomyceten, auch noch weitere den Aecidien etc. homologe Fruchtformen besitzen, oder ob sie sie einst besessen haben, darüber ist an Thatsachen nichts bekannt; der Umstand indess, dass gerade bei ihnen die höhere Differenzirung der Fructification in der jetzt vorhandenen Basidienfrucht eingetreten ist, lässt im Vergleich zu den Accidiomyceten die letzteren Annahmen nicht gerade wahrscheinlich erscheinen¹.

Diese vergleichenden Betrachtungen beantworten uns die Frage nach dem Ursprunge der Basidie der Tremellinen und mit ihr zugleich die wichtigere Frage nach dem Ursprunge der Tremellinen selbst.

Die Basidie ist hervorgegangen aus einer einfachen Conidienfructification, sie ist nichts wie eine besondere morphologische Differenzirung dieser Fructification, sie ist eine secundäre Bildung aus einer Zusammenschiebung gleichsam von Conidien tragenden Fäden entstanden.

Die Tremellinen, bei welchen sich dieser Vorgang vollzogen hat, führen auf einfachere Pilzformen zurück, welche in gewöhnlicher Art ihre Conidien bilden, ähnlich den niederen Formen der höheren Pilze, ihr Fruchtkörper ist als eine höher differenzirte Conidienfrucht anzusehen. Nach den bei den Accidiomyceten bekannten Formen der Teleutosporenlager mit den auskeimenden Promycelien und Sporidien können wir uns in etwa eine Vorstellung von den Stammformen bilden, aus welchen die Tremellinen sich gebildet haben; in der äusseren Form zeigt Podisoma die meiste Aehnlichkeit.

Der Ursprung der Tremellinen von einfacheren Conidienformen und die Thatsache, dass bei den Accidiomyceten neben der den Fruchtkörpern der Tremellinen homologen Fructification noch die höchst wahrscheinlich mit der Sexualität im Zusammenhange stehenden Fruchtformen der Spermogonien und Aecidien vorkommen, sind meiner Auffassung nach weiterhin zwei Punkte von besonderer Wichtigkeit, welche für die ungeschlechtliche Bildung der Tremellinenfrucht sprechen, die der directen Beobachtung kaum zugänglich sein dürfte.

¹) Die Botanische Zeitung, Jahrgang 1876, Nr. 52 enthält eine Mittheilung von *Sautermeister* über *Exidia recisa*, an welcher der Autor Ascusfrüchte fand.

Schlussbetrachtung.

Schon bei einem kurzen Vergleiche der zuletzt betrachteten Tremellinen mit den vorher besprochenen Typen der Basidiomyceten können wir nicht zweifelhaft sein, dass sie diesen gegenüber die einfachsten Formen der Classe bilden. Aber wenn sie unzweifelhaft als solche gelten müssen, so ist von selbst die Frage nahegelegt, in welchen natürlichen verwandtschaftlichen Beziehungen die Masse der übrigen zu ihnen steht.

Bilden die Tremellinen die Wurzel der Basidiomyceten überhaupt? Sind alle die verschiedenen höher differenzirten Typen der Classe auf die Tremellinen als die einfachsten zurückzuführen? oder ist dies nicht der Fall? — so würden die hier näher zu erwägenden Fragen in kurzer Fassung lauten.

Mit diesen Fragen knüpfen wir von selbst wieder an alle früher offen gelassenen Fragepunkte an, die ich am Schlusse einzelner Abschnitte hervorhob.

Sie sollen jetzt in einer zusammenfassenden Schlussbetrachtung besprochen werden, welche wir, von den Tremellinen ausgehend, in erster Linie über sämtliche Basidiomyceten ausdehnen wollen.

Anschliessend an die Verwandtschaft der Formen der Basidiomyceten unter sich wird ihr eventueller Anschluss an die übrigen Classen der höheren Pilze nothwendig in zweiter Linie eine nähere Berücksichtigung erfahren müssen.

Indem wir dann von diesen vergleichenden Betrachtungen der höheren Pilze in ihrer Gesammtheit in einem kurzen Ueberblick auch zu den niederen Pilzen übergehen und die systematische Stel-

lung beider Abtheilungen zu einander in Betracht ziehen, gewinnen wir aus ihnen die erforderlichen Daten, die ganze Masse der Pilze in ihrem natürlichen systematischen Verbande uns anschaulich zu machen.

Die Tremellinen sind gymnocarpe Basidiomyceten. Ihnen dürften sich Formen wie *Cyphella*, *Corticium*, *Exobasidium* etc. zunächst anschliessen. Etwas höher differenzirt scheinen die Clavarien zu sein. Die hymeniumtragenden Theile des Fruchtkörpers sind hier oft ziemlich scharf, wie bei *Typhula*, von einem sterilen Stiele unterscheidbar (was nach einem Bilde von *Tulasne* übrigens auch unter den Tremellinen z. B. bei *Dacrymytra* vorkommt). Weiter reichen die Formen der Gymnocarpici nicht; sie bilden nur eine kleine Abtheilung unter den Basidiomyceten, und sogar die Stellung der Clavarien kann bei ihnen nicht als gesichert angesehen werden.

Die bei Weitem grössere und formenreichere Masse der Basidiomyceten gehört dem zweiten Typus, den angiocarpen Formen an; beide, die gymnocarpen und angiocarpen Formen constituiren die Classe der Basidiomyceten in ihren gegenwärtig lebenden Repräsentanten.

Diese zweite Abtheilung, die Angiocarpici, besteht aber nicht durchweg aus rein angiocarpen Formen; den grösseren Theil von ihnen machen die Semiangiocarpici aus. Es sind dies die Agaricinen, Polyporeen, Hydneen (und Thelephoreen), welche den angiocarpen Ursprung in der Bildung des Hymeniums, in den verschiedenen Formen der Schleier, namentlich aber darin erkennen lassen, dass sie das Hymenium auf der Innenseite resp. Unterseite des hutförmig verbreiterten Fruchtkörpers tragen. Die wenigen Formen, die hiervon eine Ausnahme machen, haben den angiocarpen Charakter ganz verloren¹⁾.

Wie nun bei den Gymnocarpicis die Tremellinen als die niederen Formen gelten können, denen sich die weiteren als mehr oder minder höher differenzirte anschliessen, in ganz ähnlicher Art bilden für die Angiocarpici die reinen Gasteromyceten-Formen den Ausgangspunkt, auf welchen die semiangiocarpen Agari-

¹⁾ Auch für die Clavarien scheint es mir nicht unmöglich, dass sie aus den semiangiocarpen Formen der Basidiomyceten hervorgegangen sind, dass sich bei ihnen der ursprüngliche angiocarpe Charakter ganz verloren hat. Ich bemerke dies, um damit anzudeuten, dass ich die Stellung der Clavarien bei den typischen Gymnocarpicis nicht für ganz gesichert halte.

einen, Polyporeen und Hydneen etc. als höher entwickelte Glieder der Abtheilung aller Wahrscheinlichkeit nach zurückzuführen sind.

Schon in dieser Zusammenstellung ist die Verwandtschaft beider Typen zu einander ausgedrückt. Sie kann gewiss nur zwischen den einfachsten Formen bestehen, die gleichsam als die Stammformen der übrigen gelten können; eine natürliche Verbindung wird darum allein bei diesen zu suchen sein.

Die Verschiedenheit zwischen den Stammformen der *Gymnocarpici* »den Tremellinen« einerseits und denen der *Angiocarpici* »den Gasteromyceten« andererseits ist nun aber so gross, dass eine genetische Beziehung auch in ihren einfachsten jetzt bestehenden Formen nicht wohl anzunehmen ist. Die Tremellinen gehen auf Formen zurück, in welchen sich die Basidienbildung noch nicht vollzogen hat, sie können darum von typischen Gasteromyceten wohl schwerlich abstammen. Und dass die Gasteromyceten von den Tremellinen abstammen, dass aus einer rein gymnocarpen Form mit einem Sprunge eine angiocarpe wird, ist ebenso unwahrscheinlich, um so mehr als von den typischen *Angiocarpicis* aus der angiocarpe Charakter in den abgeleiteten Formen ganz allmählich zurücktritt.

Wenn aber hiernach anzunehmen ist, dass zwischen beiden Typen der Basidiomyceten keine directen genetischen Beziehungen bestehen, so bleibt nur noch übrig, sie als unabhängige Reihen anzusehen, welche für sich entstanden sind.

Diese letzte Deutung gewinnt grössere Wahrscheinlichkeit, sobald wir versuchen, sie weiter zu verfolgen, um zu entscheiden, aus welchen Pilzformen beide Typen unabhängig für sich entstanden sein können.

Für die *Gymnocarpici* ist dies bereits früher geschehen. Wir haben gefunden, dass die einfachsten Formen unter ihnen, die Tremellinen, auf Conidien tragende Formen natürlich zurückzuführen sind, bei welchen sich die typische Basidie durch weitere Differenzirung gebildet hat. Es bleibt also nur noch die gleiche Aufgabe für die *Angiocarpici* zu lösen übrig.

Indem wir bei den Tremellinen die Entstehung der Basidie vornehmlich berücksichtigten, gelang es, die Spur ihrer Herkunft aus einfacheren Pilzformen

und hiermit ihre natürliche Verwandtschaft zu diesen aufzufinden. Schon der Analogie nach kann die Bildung der Basidie bei den Angiocarpicis kaum eine andere gewesen sein, wie sie sich bei den Gymnocarpicis, bei den Tremellinen, erwies; auch bei ihnen wird sie aller Wahrscheinlichkeit nach aus einfachen Conidienformen entstanden sein, und diejenigen Formen unter ihnen können betreffs der Bildung der Basidie allein in Frage kommen, welche als die niederen zu betrachten sind. Dies würden, wie früher ausgeführt wurde, die Gasteromyceten sein, welche wir als die Stammformen der übrigen, der Semiangiocarpici, ansehen können. Bei den einfachsten Formen unter diesen hätten wir also die möglichen Verbindungspunkte mit den Conidien tragenden Formen zu suchen.

Soweit meine Formenkenntniss reicht, möchte ich die von *Tulasne*¹⁾ abgebildeten Gasteromyceten, *Ptychogaster*, *Pilacre* und auch *Tulostoma*²⁾ für solche einfachen Formen ansehen. Bei den beiden ersten ist nach den Zeichnungen *Tulasne's* die Bildung der typischen Basidie noch nicht eingetreten. Die Sporen entstehen seitlich an den Fäden, die eine beträchtliche Länge haben; auch bei *Tulostoma* ist die Sporenbildung eine seitliche, aber hier hat der Tragfaden schon eine keulige basidienähnliche Gestalt. *Tulasne* selbst hebt bereits die Analogie der beiden Formen, *Ptychogaster* und *Pilacre*, in den sporentragenden Fäden mit *Hypochnus* unter den Tremellinen hervor (während er schon früher auf die nahen Beziehungen in der Form zwischen den Tremellinen und *Podisoma* unter den *Aecidiomyceten* hingewiesen hatte).

Von allen erwogenen Möglichkeiten scheint mir nun die am nächsten zu liegen, dass aus *Ptychogaster* und *Pilacre* ähnlichen Formen die typischen Gasteromyceten ihren Ursprung genommen haben, dass sich also bei diesen die Bildung der Basidie in ähnlicher Art vollzogen hat wie bei den Tremellinen, dass die anfangs an gegliederten Fäden seitlich entstehenden Conidien durch Verkürzung der Fäden und Verschwinden der Scheidewände allmählich nach der Spitze gerückt sind. Bei *Tulostoma* sind die Scheidewände verschwunden, aber die Conidien stehen noch seitlich.

1) *Tulasne*, l. c. Ann. des sciences naturelles V. S. XV. B. Taf. XII.

2) *Schroeter*, Ueber die Entwicklung und die systematische Stellung von *Tulostoma*. Beitr. zur Biologie von Cohn II. B. I. Heft.

3) Ich will nicht unterlassen an dieser Stelle nachdrücklich hervorzuheben, dass ich ebenso wenig, wie es mir in den Sinn kommt, die abgeleiteten Typen der Semiangiocarpici auf die jetzt

Nach diesen Darlegungen bei den gymnocarpen und angiocarpen Basidiomyceten sind die Fruchtkörper dieser Pilze als höher differenzirte Conidienfrüchte zu deuten, und es ist anzunehmen, dass sich die Bildung der typischen Basidie aus Conidien tragenden Fäden zweimal vollzogen hat, einmal in freien Conidienlagern, das zweite Mal in geschlossenen Conidienfrüchten¹⁾.

Die Zahl der Formen, in welchen die Bildung der Basidie noch jetzt erkannt werden kann, ist eine nur geringe. Dies kann dann nicht auffällig erscheinen, wenn wir erwägen, dass ein Erlöschen älterer Formen mit fortschreitender Differenzirung und im Verhältniss zu dieser natürlich ist.

Diese weniger differenzirten Stammformen der Basidiomyceten haben nun ihrerseits wieder den natürlichen Anschluss bei einfacheren Formen, deren Selbständigkeit aber schon zweifelhaft erscheinen muss.

Als Formen dieser Art fasse ich für die Gasteromyceten die Pycniden auf. Sie stellen geschlossene Conidienfrüchte dar, welche ihre Conidienlager im Innern der Früchte in Form eines Hymeniums oft in mehreren getrennten Kammern bilden. Die Sporen einer von mir aufgefundenen Form, (welche so auf den Sclerotien von *Peziza Sclerotiorum* vorkommt, wie *Tulasne's* Pycniden im Stroma der Ascomyceten, und einem parasitisch und saprophytisch zugleich lebenden Pilze angehört, der nichts mit der *Peziza* zu thun hat) werden im Innern der Conidienfrucht an einzelnen Zellen gebildet und zwar oft zu zweien an einer Zelle²⁾. Schon der ganze Pilz, abgesehen von der Sporen-

lebenden Gasteromyceten zurückzuführen, auch Formen wie *Ptychogaster*, *Pilacre* und *Tulostoma* für die wirklichen Stammformen der Gasteromyceten halte. Ich meine mit dem Ausdrucke »Stammformen« wo er in dieser Arbeit gebraucht ist, niemals die jetzt lebenden Pflanzenformen. Wenn er auf diese bezogen ist, sogar auf bestimmte einzelne Formen, so soll damit nichts weiter ausgedrückt sein, als dass sie unter den zur Zeit existirenden Formen diejenigen sind, welche den einstigen Gang der morphologischen Differenzirung, so weit dies überhaupt möglich ist, erkennen lassen, und als solche den muthmasslichen Stammformen am nächsten stehen.

¹⁾ Es scheint mir indess sehr wahrscheinlich, dass sich die Bildung der typischen Basidie noch ein drittes Mal, nämlich bei einfachen Conidienträgern vollzogen hat. Es sind zwar bis jetzt typische fadenförmige Basidienträger mit Sicherheit nicht bekannt; ich zweifle aber nicht, dass Formen dieser Art gefunden werden, die man vielleicht übersehen hat, weil sie selten sind, halte es sogar für möglich, dass in dem von *Woronin* (Berichte der naturf. Gesellschaft in Freiburg Bd. IV, 1867) beschriebenen *Exobasidium* bereits eine Form dieser Art vorliegt.

²⁾ Betreffs weiterer Einzelheiten über die Entwicklung dieser Pycniden verweise ich auf meine Mittheilungen auf der Naturforscherversammlung in Hamburg 1876. Sitzungsbericht der bot.

bildung, erinnert in seiner Entwicklung, der Differenzirung der Frucht, der Ausbildung einer Capsel, welche ihre Sporen aus einer apicalen Oeffnung entlässt, so sehr an gasteromycete Formen der Basidiomyceten, dass ich zuerst unwillkürlich daran dachte, er könne als ein kleiner Gasteromyces gelten, die Pycniden entsprächen den Früchten der Gasteromyceten, diese selbst seien vielleicht durch höhere Differenzirung aus ähnlichen einfachen Typen entstanden.

Die Formen der Pycniden, welche nach den Angaben und Zeichnungen *Tulasne's*¹⁾ in den Formenkreis der Ascomyceten gestellt sind, nehmen offenbar bei diesen dieselbe Stellung ein, wie die Teleuto-

Section, über die Pycniden der *Peziza Sclerotiorum*. Eine gleichzeitig erschienene Abhandlung von *Bauke*, (Beiträge zur Kenntniss der Pycniden, Nova Acta Bd. 35) stimmt in der ersten Entwicklung der Gewebepycniden mit meinen Beobachtungen überein.

¹⁾ In den Darstellungen von *Tulasne*, wie er sie namentlich in seiner *Carpologie* gegeben hat, ist ein Beweis für die Zugehörigkeit der Pycniden zu den verschiedenen Ascomyceten nicht gegeben. Dagegen ist sowohl in der Untersuchung des *Cicinnobolus Cesatii*, der auf Erysiphe als Pycnide parasitisch vorkommt (*de Bary*, Beiträge zur Morphologie der Pilze, III. Reihe wie in der Untersuchung der Pycniden, welche ich auf den Sclerotien der *Peziza* fand (*Brefeld*, l. c. Sitzungsbericht der bot. Section der Naturforscher-Versammlung in Hamburg 1876) ein zweifacher Beweis sicher gegeben, dass diese 2 Pycniden nichts mit den Ascomyceten zu thun haben, auf welchen sie vorkommen und zwar genau so vorkommen, wie alle übrigen Pycniden, welche *Tulasne* abbildet. Ich will hiermit keineswegs bestreiten, dass die Pycniden überhaupt den Ascomyceten angehören, ich will nur betonen, dass hierüber keine erwiesenen Thatsachen vorliegen. Diese sind erst dann gegeben, wenn in einem Bilde der Zusammenhang von einer keimenden Pycnidenspore mit einem Perithecium oder von einer Ascusspore mit einer Pycnidenfrucht so gezeigt wird, wie er beispielsweise in meinen Schimmelpilzen bei den Zygomyceten und *Penicillium* (I. und II. Heft), wiedergegeben ist, wo man die neuerzeugten Früchte durch die Mycelien hindurch zur Keimspore zurückverfolgen kann. In anderen Fällen sind Täuschungen nicht ausgeschlossen. Wie nahe sie liegen, auch für die ausgezeichnetsten Beobachter liegen, dafür haben *de Bary* und *Woronin* in ihren Untersuchungen über *Mucor Mucedo* (Beiträge II. Reihe) ein interessantes Beispiel statuirt. Sie haben im Wege der Cultur den Zusammenhang von *Mucor Mucedo*, *Thamnidium*, *Chaetocladium* und *Mucor racemosus* erwiesen. Es lässt sich gewiss annehmen, dass die Autoren ihre Beobachtungen nicht eher verkündeten, als bis diese durch wiederholte Versuche sicher gestellt waren. Dieselben Beobachtungen, von ihnen selbst zweifellos oft mit gleichem Resultate ausgeführt, sind dann noch öfter von zahlreichen Schülern *de Bary's* wiederum mit gleichem Resultate nachgemacht, andere Beobachter wie *van Tieghem*, die unabhängig von *de Bary* untersuchten, nicht weiter zu nennen. Niemand hegte einen Zweifel über diese Beobachtungen, sie waren ja Jahre hindurch mit gleichem Resultate von den verschiedensten Seiten fortgesetzt. Aber dennoch ergaben sie sich in ihrer Gesamtsumme als eine Kette von Beobachtungsfehlern; meine Untersuchungen und bildlichen Darstellungen erwiesen, dass an ihnen nichts richtig ist wie die Zeichnungen der Fruchträger.

sporenfrucht bei den Aecidiomyceten. Den Teleutosporenfrüchten stehen die höher differenzirten Tremellinen, wie früher ausgeführt wurde, nahe. Vielleicht in einem ähnlichen, wenn auch weniger nahen Verhältnisse dürften die niederen Gasteromyceten zu den Pycniden stehen. Demnach würden sich weiterhin die Gasteromyceten zu den Ascomyceten verhalten, wie die Tremellinen zu den Aecidiomyceten. Wir bekämen so zwei Hauptabtheilungen, die sich wiederum in je zwei Reihen spalten: zu den gymnocarpen Formen der Basidiomyceten bilden die Aecidiomyceten die zweite Reihe, zu den angiocarpen stehen die Ascomyceten in ähnlichem Verhältnisse.

Bei den Aecidiomyceten gehören neben den Teleutosporen mit den Sporidien die Aecidienfrüchte und Spermogonien dem Entwicklungsgange an, während bei den gymnocarpen Basidiomyceten die Teleutosporenfrüchte allein bestehen und zu den basidientragenden Fruchtkörpern der Tremellinen fortgeschritten sind, ohne Aecidien- (und Spermogonien-) Fructification. Die letzteren sind wahrscheinlich secundäre Fruchtformen, welche mit der geschlechtlichen Differenzirung bei diesen Pflanzen aufgetreten sind, die wenigstens zu den Teleutosporenfrüchten mit ihren Sporidien in dem Verhältnisse stehen, wie bei niederen Pilzen und Algen geschlechtliche und geschlechtlich erzeugte Früchte zu der ungeschlechtlichen Fructification.

Bei den Ascomyceten entsprechen die Ascusfrüchte den Aecidien, sie sind statt dieser neben den Conidienfrüchten vorhanden.

Die Ascomyceten und Aecidiomyceten würden hiernach auch als geschlechtliche Reihen gelten können gegenüber den beiden anderen, welche diese Früchte nicht besitzen. Bei diesen ist die Fortentwicklung der ursprünglich vorhandenen Fruchtform allein gefördert, sie ist über die sporidientragenden Teleutosporen und über die Pycniden hinaus zu den gymnocarpen und angiocarpen Basidiomyceten fortgeschritten; bei jenen hingegen ist sie gleichsam in der Teleutosporen- und Pycniden-Fructification stehen geblieben, vielleicht weil der Schwerpunkt der Entwicklung allmählich auf die geschlechtlich differenzirten Fruchtformen übergang.

Vergleichen wir die Reihen mit einander, so würden bei den zwei ersten in der Teleutosporen-Fructification, bei den beiden an-

deren in den Pycniden die Wendepunkte in der Differenzirung gegeben sein, in den geschlechtlichen Reihen würden die einfacheren Formen der ursprünglichen Fructification fortbestehen, welche in den ungeschlechtlichen Reihen eine höhere Differenzirung erfahren haben und naturgemäss eingegangen sind.

Ob sie aber völlig erloschen sind, oder ob gegenwärtig noch Teleutosporen und Pycnidenfrüchte erzeugende Pilze selbständig fortbestehen, ohne den Aecidiomyceten und Ascomyceten anzugehören, darüber ist kaum eine sichere Entscheidung möglich. Bei allen Formen, welche sich unseren Beobachtungen nach auch als selbständige ergeben, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie einen weiteren Zusammenhang mit Ascus- oder Aecidienfrüchten (und Spermogonien) besitzen, den wir nur, soweit unsere Untersuchungen reichen, nicht gefunden haben. Indess ist die Fortexistenz selbständiger Formen beider auf Grund dieser Darlegungen keineswegs unnatürlich, vielmehr in sofern wahrscheinlich, als wir annehmen dürfen, dass sie einmal in den ungeschlechtlichen Reihen allgemein waren, und ebensogut bis auf eine geringe Zahl als ganz erloschen sein können.

Ueber die Teleutosporen- und Pycniden-Fructification hinaus gelangen wir weiter rückwärts zu Conidien bildenden Fruchträgern als Grundformen, wie sie in ähnlicher Art bei den Ascomyceten bekannt sind.

Aber hier wird erst recht der kritische Punkt in Frage kommen, ob diese einfachen Grundformen nur noch bei den Ascomyceten, also in der geschlechtlichen Reihe, erhalten sind, oder ob noch jetzt Ueberbleibsel von den ungeschlechtlichen Reihen als selbständige Conidien tragende Pilze fortbestehen. Wir stossen darum auf dieselben Schwierigkeiten einer bestimmten Entscheidung, wie ich sie bei den Pycniden hervorhob; es wird durch keine Untersuchung die Selbständigkeit solcher Pilze erwiesen, noch die naheliegende Annahme der Zugehörigkeit zu den Ascomyceten erschüttert werden können. Es gibt indess sehr einfache Formen wie z. B. *Dematium pullulans*, *Chalara*, etc., von denen es mir nach langjähriger Cultur nicht unwahrscheinlich erscheint, dass sie den wohl nicht zahlreichen Ueberresten selbständiger Formen dieser Art angehören können.

Wahrscheinlich gehen diese wiederum auf die noch einfacheren Sprosspilze zurück. Aus letzteren haben sich möglicher Weise die höheren Fadenpilze entwickelt. Schon bei *Mycoderma*formen werden die Sprosse in

oft sehr auffälliger Weise ungleich, während zugleich die endogene Sporenbildung, von *Saccharomyces* in den Sprossen nicht mehr auftritt. Bei der *Chalara* hingegen wachsen schon einzelne Sprosse zu längeren oft gegliederten Fäden aus, an welchen die kurzen Sprosse in Form von Conidien entstehen¹⁾. Ich bin zur Zeit mit der Untersuchung dieser Formen beschäftigt und glaube, dass es möglich sein wird, durch sie die Lücke auszufüllen, welche zwischen den Sprosspilzen und den Fadenpilzen besteht, und dass vielleicht die Conidienbildungen der letzteren auf die Sprossungen der Sprosspilze mit verschiedener und höherer Differenzirung der Gliedersprosse zurückzuführen sind.

Nach dieser Deutung würden freilich auch die Conidien der höheren Pilze nur als abgeleitete und nicht als ursprüngliche Bildungen mehr gelten können, sie würden durch Eingehen der Sporangien, durch Reduction von Sporangien zu Conidien, entstanden sein.

Der eben ausgeführte Versuch, die typischen Basidiomyceten auf einfache Formen zurückzuführen, hat uns von selbst zu den übrigen Classen der höheren Pilze hinübergeleitet; wir haben hiermit zugleich den Anschluss der Basidiomyceten an die übrigen Pilze, den wir in dieser Schlussbetrachtung in zweiter Linie erwägen wollten, erreicht.

Von den gymnocarpen Formen, von den Tremellinen, sind wir zu der Teleutosporenfructification der Aecidiomyceten gekommen, und von den einfachsten angiocarpen Gasteromyceten ausgehend haben wir in den Pycniden den Anschluss an die Ascomyceten erreicht; als Stammformen aller konnten mit Wahrscheinlichkeit einfache Conidien tragende Pilze angenommen werden, deren gegenwärtig noch fortdauernde selbständige Existenz unentschieden bleiben musste, die aber wiederum als abgeleitete Bildungen auf Sporangienfructification, wie sie einzelne Sprosspilze, ferner *Taphrina*, *Exoascus* noch besitzen, zurückführen.

In den beiden wahrscheinlich sexuell gewordenen Reihen, den Aecidiomyceten und den Ascomyceten, haben die aller Analogie nach mit der Sexualität

¹⁾ *Cienkowski*, die Pilze der Kahmhaut, Bulletin de l'Academie impériale des sciences de St. Petersbourg, Tome VIII.

zusammenhängenden Früchte bereits einen hohen Grad der morphologischen Differenzirung erreicht. Schon hiernach werden wir zu dem Gedanken geführt, ob nicht neben diesen zwei Reihen noch weitere, betreffs der erwähnten Früchte einfachere Formen höherer Pilze bestehen, welche den Anschluss zu den ungeschlechtlichen Conidienformen natürlicher vermitteln, als es durch diese geschieht.

Wie ich in einem demnächstigen Vortrage in der Gesellschaft der naturf. Freunde in Berlin darlegen werde, sind mit der Auffindung der Dauersporen von Entomophthora-Arten in den Entomophthoreen und durch diese in den Ustilagineen die gesuchten einfacheren Typen wahrscheinlich gegeben.

Diese Pilze besitzen neben der Conidienfructification, welche sie mit denen der übrigen höheren Pilze verbindet, noch Dauersporen, deren Auftreten der Analogie nach mit der Sexualität dieser Pilze in Verbindung steht, wenn auch die Beobachtungen dies nicht sicher entscheiden können¹⁾. Die Dauersporen, in den meisten Fällen einzellig, zeigen schon bei den Ustilagineen in Urocystis (und wahrscheinlich in Sorisporium und Thecaphora) die ersten Anfänge der Differenzirung zur Frucht²⁾. Bei den Entomophthoreen bildet die Conidienfructification in einzelnen Fällen, z. B. bei der *Empusa radicans*³⁾, grosse Lager, welche den Fruchtkörpern gymnocarper Basidiomyceten ähnlich sind, nur dass die typische Basidie bei ihnen noch nicht zur Ausbildung gekommen ist. Bei den Ustilagineen ist dieselbe ungeschlechtliche Fructification dem Erlöschen nahe, sie ist, allem Anscheine nach, zu Gunsten reicherer Dauersporenbildung, bis auf kurze Vorgänge bei der Keimung dieser Dauersporen zurückgetreten; wenigstens ist es bisher nicht beobachtet worden⁴⁾, dass sie neben den Dauer-

¹⁾ Der Vortrag ist bereits gehalten: *Brefeld*, Ueber die Entomophthoreen und ihre Verwandten, Sitzungsbericht der Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin, März 1877 und später abgedruckt in der Botanischen Zeitung, Nr. 22 und 23, Jahrgang 1877 mit einer nachträglichen Bemerkung.

Inzwischen hat auch *Nowakowsky* die Dauersporen der Entomophthoreen gefunden, Botanische Zeitung, Jahrgang 1877, Nr. 14, Die Copulation bei einigen Entomophthoreen.

²⁾ *Wolff*, Der Brand des Getreides, Halle 1874 und *Winter*, Notizen über die Familie der Ustilagineen, Flora 1876, Nr. 10.

³⁾ *Brefeld*, die Entwicklungsgeschichte von *Empusa Muscae* und *E. radicans*, Abhandlungen der naturf. Gesellschaft in Halle, Jahrgang 1870.

⁴⁾ Es scheint mir aber nicht unwahrscheinlich, dass man die Conidienfructification der Ustilagineen auch einmal an den Mycelien mit den Dauersporen gleichzeitig antreffen wird. Darum

sporen oder diesen vorangehend an den Mycelien vorkommt, sie wird nur noch bei deren Keimung in rudimentärer Form gebildet.

Beide Classen, die Entomophthoreen und Ustilagineen stehen mit Rücksicht auf die einfachen, meist nur einzelligen Dauersporen wohl niedriger als die Ascomyceten und Aecidiomyceten mit ihren Früchten, sie dürften darum zwischen diesen und den vorerwähnten hypothetischen Stammformen ihre natürliche Stellung finden.

Fassen wir die sämmtlichen hier angeführten Einzelheiten für die natürliche Systematik der höheren Pilze kurz zusammen, so würden von Conidien tragenden Stammformen, welche ihrerseits auf solche zurückgehen, in welchen sich die Bildung der Conidien durch Differenzirung der Sprosse (Sprosspilze) und Erlöschen der Sporangien zu Conidien vollzogen hat, zwei verschiedene Richtungen ausgehen, die sich je wiederum in einzelne Reihen auflösen.

In der ersten Richtung ist die ursprüngliche Fructification allein fortentwickelt, sie ist zweimal von einfachen Conidien zur typischen Basidienbildung gelangt. Die Classe der Basidiomyceten nimmt an diesen Stellen ihren Ursprung, und wir unterscheiden in dieser zwei Typen: die gymnocarpen und die angiocarpen Basidiomyceten.

In der zweiten Richtung bestehen neben der ursprünglichen Fruchtform noch weitere Fructificationen, welche der Analogie nach und auf Grund verschiedener Beobachtungen mit dem Auftreten der Sexualität zusammenhängen dürften. Die erste jedenfalls ungeschlechtliche Fructification, bei den Basidiomyceten zu den bekannten hochdifferenzirten Fruchtkörpern entwickelt, ist hier neben diesen weiteren Fruchtformen nicht in gleichem Grade gefördert und in den Pycnidenfrüchten und der Teleutosporenfructification (z. B. den Fruchtkörpern von Podisoma) als höchst entwickelte Formen stehen geblieben.

Es sind in dieser letzten Abtheilung nach den vorerwähnten ent-

dürfte es von Interesse sein, bei ferneren Untersuchungen ganz besonders auf ihr Vorkommen zu achten; vielleicht sind sie bisher nur deshalb übersehen worden, weil man nicht auf sie achtete. Die meiste Aussicht auf Erfolg werden ohne Zweifel die vollkommeneren Formen wie Urocystis, Tilletia (vielleicht auch Sorisporium und Thecaphora) bieten, weil bei diesen in der Keimung die Fructification am vollständigsten erhalten ist.

weder geschlechtlichen oder geschlechtlich erzeugten Fruchtkörpern vier Classen unterscheidbar.

Die zwei einfachsten von diesen sind die Entomophthoraceen und Ustilagineen. Sie besitzen neben der ersten Fructification nur noch Dauersporen, die höchst wahrscheinlich (wenigstens ursprünglich) durch einen Sexualact erzeugt sind.

Die zwei höchsten Reihen sind die Ascomyceten und Aecidiomyceten, sie haben nicht einfache Dauersporen, sondern statt dieser hochdifferenzirte Früchte oft zweifacher Art, nämlich Ascus- oder Aecidienfrüchte mit Spermogonien.

Von den letzteren, den Spermogonien, die bei den Aecidiomyceten fast regelmässig, bei den Ascomyceten nur vereinzelt auftreten, wird neuerdings angegeben, dass sie männliche Früchte seien und dass ihre Sporen, die Spermogonien, mit der Erzeugung der Ascusfrüchte (und der Aecidien?) im ursächlichen Zusammenhange stehen¹⁾.

¹⁾ *Stahl*, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten, Leipzig bei Arthur Felix 1877. — Die Untersuchungen über die Sexualität bei diesen höheren Pilzclassen, namentlich bei den Ascomyceten, haben übereinstimmende Resultate bis jetzt nicht ergeben, wie die allbekanntesten Arbeiten darlegen. Die nach vereinzelt bestehenden Vorgängen gedeutete Sexualität würde zur Zeit, bei dem jetzigen Stande der Beobachtungen, nur unter der Annahme eine allgemeine Geltung gewinnen können, dass diese der Sexualität verdächtigen, schon unter sich weit abweichenden Vorgänge bei einem beträchtlichen Theile dieser Pilzclassen erloschen sind, und dass eine parthenogenetische Entwicklung der Sexualzellen, darüber hinaus sogar ein gänzlich Verschwinden dieser Sexualzellen und ein rein vegetativer Entwicklungsprocess eingetreten ist. Ohne mich an dieser Stelle in kritische Erörterungen über die bis jetzt angenommene Sexualität einzulassen, die ich mir für ein bereits vollendetes 4. Heft dieser Schimmelpilze an geeigneterem Orte vorbehalte, kann ich doch nicht unterlassen, eine kurze Bemerkung, weil sie zugleich die Basidiomyceten betrifft, schon hier beizufügen. — Ich glaube nämlich, dass das Vorkommen von Ascus- und Aecidienfrüchten mit Spermogonien neben der Conidienfructification nach allen Analogien mit anderen Pflanzen kaum einen Zweifel darüber zulässt, dass diese Fruchtkörper zur Sexualität in Beziehungen stehen. Ihre Existenz überhaupt kann darum als ein wichtiges Beweismittel für die Sexualität dieser beiden Pflanzenclassen gelten; und wenn es nicht mehr möglich ist, die Sexualität an der einen oder anderen Stelle nachzuweisen, so bleibt eben nichts übrig, als die Annahme, dass sie verloren gegangen resp. erloschen ist. — Eine mehrfach auffällige Aehnlichkeit in der Formausbildung der Fruchtkörper der Basidiomyceten mit den Ascusfrüchten einiger Ascomyceten, z. B. Pezizen etc., in deren Entwicklungsgänge (wie ich auf der Naturf.-Versammlung in Hamburg 1876 darlegte) keine der Sexualität verdächtigen Vorgänge beobachtet werden können, führt nun zu der naheliegenden Erwägung hin, ob denn nicht etwa auch bei den Basidiomyceten eine Sexualität bestanden habe, die hier vollständig verschwunden ist, und ob die Frucht der Basidiomyceten zur Sexualität in

Nachdem wir nun die verschiedenen Classen der höheren Pilze in ihrem natürlichen Zusammenhange näher untersucht haben, würde es zur Ergänzung noch erübrigen, die Stellung der höheren Pilze zu den niederen kurz zu berühren und hierbei namentlich die Frage zu berücksichtigen, ob und wo etwa zwischen den höheren und den niederen Pilzen eine natürliche Verbindung bestehen könne.

Ich fasse unter der Bezeichnung »niedere Pilze« die Classen der Zygomyceten und Oosporoen zusammen, welche in ihren vegetativen Zuständen einzellig sind. Beide Classen besitzen neben einer ungeschlechtlichen Fructification geschlechtlich erzeugte einzellige Dauersporen, welche nur in wenigen Formen, z. B. *Piptocephalis*¹⁾ unter den Zygomyceten, die erste Andeutung einer Diffe-

den gleichen Beziehungen stehe, wie die der Ascomyceten. Die Möglichkeit dieser Auffassung, die so natürlich ist, als irgend eine andere, kann nicht bestritten werden, sie soll darum hier noch eine Berücksichtigung finden. — Es ist einmal möglich, dass die Basidiomyceten eine zugehörige Ascus- und Aecidienfrucht mit Spermogonien noch besitzen, oder dass sie sie besessen haben. Im ersteren Falle würden wir annehmen müssen, dass wir sie nicht kennen, im zweiten, dass sie nicht mehr auftritt, und dass vielleicht eben mit ihrem Eingehen die weitere Ausbildung der Basidiomycetenfrucht erfolgt ist. — Es ist zweitens denkbar, dass die Basidiomycetenfrucht selbst sexuellen Ursprunges ist, und dass die Sexualität im Ursprunge der Frucht verloren gegangen ist. Nur umfassende Beobachtungen und die Analogie können über diesen fraglichen Punkt entscheiden. — Soweit nun die Beobachtungen reichen, ist bei den verschiedensten Basidiomyceten nicht eine Spur von einer Sexualität nachzuweisen, während bei den Ascomyceten die bekannten verdächtigen Fälle vorliegen, die sich zu Gunsten einer Sexualität deuten lassen. Die Analogien sind früher schon erwogen worden. Sie führten dahin, die Basidiomycetenfrucht als das Analogon der Conidienfructification bei den Asco- und Aecidiomyceten aufzufassen; die typische Basidie konnte zweimal auf solche Conidienfructificationen zurückgeführt werden, welche bei den Asco- und Aecidiomyceten neben den Ascus- und Aecidienfrüchten mit Spermogonien auftreten, während diese Fruchtformen, die gerade zur Sexualität in Beziehung stehen dürften, bei den Basidiomyceten nicht vorkommen. — Ein Erlöschen der Sexualität zugleich mit dem Eingehen der sexuell differenzirten Früchte würde demnach denkbar sein, eine Annahme hingegen, dass die Basidiomycetenfrucht directen geschlechtlichen Ursprunges ist, weder in den Beobachtungen eine Stütze, noch in den Analogien eine Wahrscheinlichkeit für sich finden. — Die Betrachtung führt zu dem Ausgangspunkte zurück, dass zwischen Basidien- und Ascusfrüchten vereinzelte Formähnlichkeiten bestehen; dass diese aber nichts für die Homologie dieser Früchte beweisen, geht vielleicht schlagender noch aus einem Vergleiche der Pycniden mit den Pyrenomycetenfrüchten hervor, die sich zum Verwechseln ähnlich sehen, und doch in keinem andern Verhältnisse zu einander stehen können, als ich es eben für die Früchte der Basidiomyceten und Ascomyceten hier darzulegen versuchte.

¹⁾ *Brefeld*, Schimmelpilze, I. Heft 1872.

renzirung, eine Theilung der Zyospore, zeigen, ferner in *Mortierella*¹⁾ die Bildung eines riesigen Carospors um die Zyospore. Die ungeschlechtliche Fructification besteht aus einem Sporangium mit Sporen, in welchem aber nachweislich an zwei Stellen die Sporenbildung erloschen, und das Sporangium, hier in ursprünglicher Form dort mit bedeutender Grössenreduction, zur einzelligen Conidie geworden ist. Der letzte Fall ist bei den Zygomyceten in *Chaetocladium*²⁾ gegeben, der erste liegt bei den Peronosporen in *Peronospora*³⁾ vor.

Wenn überhaupt, so könnte eine Verbindung der höheren Pilze mit den niederen nur in den beiden angeführten Conidien tragenden Formen hergestellt werden; unter den höheren Pilzen würden natürlich nur die einfachsten Formen für eine solche Verbindung in Betracht kommen. Dies sind die Entomophthoreen.

Ich begnüge mich mit dieser Zusammenstellung, indem ich auf die vorher ausgeführten Betrachtungen hinweise, in welchen ich den Ursprung der höheren Pilze unabhängig von den niederen aus einfachen Conidien tragenden Formen (Sprosspilze), die keine Sexualität besitzen, und bei welchen sich die Bil-

1) *Brefeld*, Ueber die Entwicklung von *Mortierella*, Sitz.-Ber. der Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin 20. Juni 1876.

2) *Brefeld*, Schimmelpilze I. Heft 1872. Auf dem Wege von *Mucor* nach *Thamnidium* zu *Chaetocladium* finden wir das Sporangium zur Conidie reducirt; die Sporangien zeigen zuerst eine bedeutende Grössenabnahme, darauf ist die Theilung in ihnen in *Chaetocladium* unterblieben (man vergl. den Fruchtstand der Sporangien von *Thamnidium* mit *Chaetocladium*).

3) *De Bary*, Recherches sur quelques champignons parasites, Ann. d. scienc. natur. Tome XX, 4. Serie. Die Sectionen der Gattung *Peronospora*, welche *de Bary* gebildet hat, sind auf ein Erlöschen der Zoosporenbildung resp. den Uebergang der Zoosporangien zu Conidien, wie sie in den Grenzen der Gattung hier eingetreten ist, gegründet worden. Die *Zoosporiparae* besitzen noch Zoosporen, welche aber, z. B. bei der *Peronospora infestans*, häufig und unter bestimmten Umständen regelmässig übersprungen werden. Die *Plasmatoparae* zeigen in dem Auftreten von lichten Stellen im Protoplasma die einstige Zoosporenbildung noch deutlich an, das Protoplasma tritt aber in seiner Gesamtmasse aus und zwar aus einer apicalen Papille, wo früher die Zoosporen austreten, umkleidet sich dann mit einer Membran und keimt mit einem Keimschlauche wie eine Conidie. Die *Acroblastae* haben die Zoosporenbildung auch in diesen Andeutungen verloren, nur die Keimung an der Spitze, das Austreten des Keimschlauches an der Stelle der früheren Papille ist das einzige Ueberbleibsel. Bei den *Pleuroblasten* ist auch dies verloren gegangen, die Conidien treiben die Keimschläuche an der Spitze und an den Seiten aus.

dung der Conidie aus Sporangien ohne Beziehung zu den niederen Pilzen¹⁾ vollzogen hat, herzuleiten versuchte.

Ob aber vielleicht die niederen Pilze, wie die höheren, für sich ebenfalls von diesen einfachen Formen abstammen, bleibt ungewiss; der einzig mögliche Anknüpfungspunkt wäre bei den Sprosspilzen in *Saccharomyces* gegeben, welcher noch eine Sporenbildung in Sporangien besitzt.

Mancherlei Beziehungen indess, sowohl in der ungeschlechtlichen Fortpflanzung der Sporangien, in den oft membranlosen, mit Bewegungsorganen für eine Verbreitung im Wasser ausgerüsteter Sporen (Zoosporen), wie in der sexuell erzeugten Frucht der Zygo- und Oosporen mit analogen Bildungen bei den niederen Algen, geben dem Gedanken, dass die niederen Pilze chlorophyllfreie Algen sind und aus diesen (den Siphoneen ähnlichen Formen) einst hervorgegangen, eine wissenschaftliche Berechtigung.

Vorläufig halte ich es für zweckmässig, die niederen Fadepilze von den höheren zu unterscheiden; ich schlage die Namen **Phycomyceten** (Algenpilze) und **Mycomyceten** (echte Pilze) für sie vor.

Den beiden Abtheilungen würden sich als dritte die **Myxomyceten** (Schleimpilze) anschliessen.

Alle drei haben zu der vierten Abtheilung, den **Schizomyceten** (Spaltpilzen) keine erweisbaren genetischen Beziehungen.

Dagegen ist es nicht unwahrscheinlich, dass die fünfte Abtheilung, die **Blastomyceten** (Sprosspilze), die Wurzel der höheren Pilze bilden und nicht als selbständige Abtheilung gelten können. — In *Saccharomyces* zeigen sie und zwar in der endogenen Sporenbildung in den Sprossen eine zweifelhafte Annäherung an die niederen Pilze.

Nachstehendes Schema würde die hier ausgesprochenen, aus den Untersuchungen entwickelten Auffassungen über die natürliche Systematik der Pilze in ihrer Gesamtheit veranschaulichen.

¹⁾ In *Saccharomyces* ist im Vergleich mit den verwandten Sprosspilzen der dritte bis jetzt sicher bekannte Fall gegeben, wo ein Sporangium durch Eingehen der Sporenbildung zur Conidie wird.



Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Sämtliche Figuren der Tafel sind vom *Coprinus stercorarius*.

- Fig. 1. $\frac{200}{1}$. Die Keimung der Sporen von *Copr. stercorarius*. *a* die Bildung der Keimblase an der einen Spitze der Spore, welche einen Keimporus hat, den man bei der Keimung nicht sehen kann (man vergl. Fig. 16 der Taf. IV, wo die Sporen aufgerichtet und der Keimporus von oben gesehen werden kann). *b* die Bildung eines Keimschlauches aus der Keimblase. *c* die Bildung zweier Vegetationspunkte an der Keimblase, aus welcher zwei Keimschläuche nach verschiedenen Richtungen hervorzunehmen.
- Fig. 2. $\frac{200}{1}$. Ein junges Mycelium des *Coprinus*. 1 die Spore, 2 die gegliederten Mycelfäden, welche aus der keimenden Spore hervorzunehmen sind. Unmittelbar unter der Keimspore befindet sich die Keimblase, aus welcher nach 3 verschiedenen Richtungen Keimschläuche herauszunehmen sind, die durch weitere Verzweigungen das Mycelium bilden. Die Keimblase als solche ist kaum mehr zu erkennen, weil die Keimschläuche die gleiche Dicke angenommen haben.
- Fig. 3. $\frac{400}{1}$. Verschmelzungen der Fäden eines Myceliums mit einander. *a* Fusionen gewöhnlicher Art, wie sie an einem jungen Mycelium vorkommen, 1 an den ersten Keimschläuchen des Mycelium, 2 an den secundären Verzweigungen, 3 an parallel verlaufenden Fäden durch Anastomosen. *b* Schnallenfusionen von einem älteren Mycelium, 1 gleichzeitiges Auftreten der Fusionsäste an der oberen und eines Seitenzweiges an der unteren der benachbarten Zellen eines Fadens, 2 und 3 das nächste Stadium der Entwicklung, in welchem die Verschmelzung beider Zellen durch die Fusionsäste eingetreten ist, 4 und 5 fertige Zustände von Schnallenfusionen, in der Oese ist eine secundäre Scheidewand aufgetreten. 6 eine Schnallenfusion in jugendlichem Stadium, bei welcher von den unteren Zellen 3 Seitenzweige, von denen nur zwei sichtbar sind, gebildet werden, 7 ein Fall einer Oesenfusion, bei welcher gar keine Seitenzweige von der unteren Zelle ausgegangen sind, dies kommt nur an den Enden ganz alter und sehr schlecht ernährter Mycelien vor.

- Fig. 4. $\frac{10}{1}$. Gesamtbild eines fructificirenden Myceliums des Coprinus aus einer Spore auf dem Objectträger in Mistdecoct gezogen. 1 die Keimspore, 2 die Hauptarme des Myceliums mit ihren weiteren Verzweigungen, 3 ein Fruchtkörper an einer Zelle eines Mycelfadens 2 gebildet bereits sporenreif vor der letzten Streckung, (der Stiel ist etwas vergeilt, weil die Culturen in einem Schranke aufbewahrt kein genügendes Licht für die normale Entwicklung der Fruchtkörper bekamen), 4 4 acht andere junge Fruchtkörper mit schon deutlich differenzirtem Hute, sie nehmen sämmtlich an einzelnen Mycelfäden ihren Anfang. Die Lage des Myceliums und der Fruchtkörper ist genau wiedergegeben, die Mycelfäden konnten indess bei der schwachen Vergrößerung nicht mit ihren sämmtlichen Verzweigungen gezeichnet werden, sie sind in Wirklichkeit etwas reicher und dichter als in der Zeichnung.
- Fig. 5. $\frac{350}{1}$ u. $\frac{200}{1}$. Die Bildung der Pilzfrucht an einem Mycelfaden in den consecutiven Zuständen in Luft gezeichnet. *a* das erste Stadium, *b* das zweite und *c* das dritte ein und derselben Fruchtanlage.
- Fig. 6. $\frac{350}{1}$ u. $\frac{200}{1}$. Junge Stadien der an einem Mycelfaden entstehenden Frucht, *a* an secundären Verzweigungen des Myceliums. 1 Mycelium, 2 Fruchtanlage. *b* zahlreiche Fruchtanlagen (2), an einem Mycelfaden (1). Die sämmtlichen jungen Anlagen stimmen nicht genau in ihren Hyphensprossen überein; die mittlere grösste kam später allein zur Fruchtbildung.

Tafel II.

Sämmtliche Figuren vom Coprinus stercorarius.

- Fig. 1. $\frac{300}{1}$. Eine junge Fruchtanlage durch Deckglasdruck bei viel Culturflüssigkeit präparirt. 1 der Mycelfaden an welchem die Fruchtanlage entstanden ist, 2 die centrale Masse der Hyphensprosse, welche sich schon ziemlich enge zur Stielanlage verbunden haben, 3 die Enden der Hyphensprosse, welche später zur Volva werden (Objectträgercultur, im Centrum sind ein Theil der hier entspringenden Hyphen weggelassen).
- Fig. 2. $\frac{120}{1}$. Eine junge Frucht in einem weiteren Stadium der Entwicklung. 1 die Insertionsstelle der Frucht am Mycelfaden, 2 der Stiel der Frucht, 3 peripherische Hyphen, die nicht zum Stiel geworden sind, die Stielvolva; 4—6 der junge Hut, welcher eben als secundäre Bildung auf dem Gipfel der Stielanlage gebildet ist, 4 die neuen eng verbundenen Hyphen der Hutanlage, 5 die peripherischen Theile dieser Hyphen, welche zur Volva werden; die Spitzen der Fäden schwellen bereits kugelig an zu den Blasen der Hutvolva. (Objectträgercultur).
- Fig. 3. $\frac{120}{1}$. Eine ähnliche Fruchtanlage wie in Fig. 2, in der Entwicklung weiter vorgeschritten. Bezeichnung der Theile wie in Fig. 2. Die Hutanlage wächst bereits in einer geschlossenen Randzone nach unten über den Stiel hinab. Die Gesamtmasse der Stielvolva birgt die in ihre wesentlichsten Theile: Stiel, Hut und Hutvolva deutlich differenzirte Frucht als Kern in sich. Der obere Theil der Volva, die Hutvolva, ist an den kugelig angeschwollenen Fadenenden bereits im Zerfallen begriffen. Durch diese Blaszellen der

- Hutvolva wird deren Grenze gegenüber der Stielvolva, die keine Blasen-
zellen bildet ziemlich scharf bezeichnet. (Objectträgercultur).
- Fig. 4. $\frac{50}{1}$. Eine grössere Fruchtanlage in der Profilsicht, in welcher sich die Einzel-
heiten der Figur 3 in voller Klarheit abheben; Bezeichnung der Figuren
wie dort. (Objectträgercultur).
- Fig. 5. $\frac{300}{1}$ u. $\frac{120}{1}$. *a—c* Bildung eines Sclerotiums an einem Mycelfaden. *a* die ersten vege-
tativen Sprosse, 1 der Tragfaden, 2 die Sprosse. *b* das zweite Stadium der-
selben Sclerotienanlage, 1 der Tragfaden, 2 der Knäuel vegetativer Sprosse,
welche sich durch reichste Verzweigung vermehren. *c* ein junges Sclerotium
aus dem Zustande in *b* durch weitere Entwicklung hervorgegangen; das
Sclerotium hat bereits eine runde Form, sämtliche peripherische Fäden sind
in lebhaftester Verzweigung begriffen. (Objectträgercultur).
- Fig. 6. $\frac{30}{1}$. Ein Längsschnitt durch ein in lebhafter Entwicklung resp. Vergrösserung
begriffenes junges Sclerotium. 1 die Ansatzstelle desselben am Mycelium,
2 die obere Spitze. (Der Fadenverlauf bei der schwachen Vergrösserung
halbschematisch).
- Fig. 7. $\frac{300}{1}$. Schnitt durch ein reifes Sclerotium. 1 die farblosen Hyphen des Markes
mit ausserordentlich kleinen Luftinterstitien, der Inhalt des Gewebes ist
weggelassen, um die Natur des Gewebes und die Beschaffenheit der Zell-
membranen deutlicher zu zeigen, 2 die innere Partie der schwarzen Rinde
aus kleinen dicht verbundenen Zellen bestehend, 3 die äussere Partie der
schwarzen Rinde aus sehr grossen Zellen gebildet. Diese grossen Zellen,
welche die äussere Oberfläche des Sclerotiums bilden, werden sehr leicht ab-
gestossen, sind darum an manchen Stellen oft gar nicht mehr vorhanden.
- Fig. 8. nat. Gr. Keimung von 2 Sclerotien *a* und *b* bei einer Lichteinwirkung entwickelt,
wie sie in den kurzen Tagen des Monat März möglich ist. *a* ein jüngeres
Stadium der Entwicklung des Fruchtkörpers, *b* ein weiter vorgerücktes
Stadium desselben; beide unterscheiden sich nicht durch die verschie-
dene Länge des Stieles, sondern ausschliesslich durch die verschiedenen
Dimensionen des Hutes, dessen Entwicklung ohne Verlängerung des Stieles
bis zur Sporenreife allein gefördert wird. Der Stiel kommt erst nach
der vollen Ausbildung des Hutes zur Streckung; die Länge, welche er vor
dieser Zeit erreicht, ist ausschliesslich und allein von der Einwirkung des
Lichtes abhängig. Wäre im speciellen Falle die Beleuchtung intensiver und
länger gewesen, so würde man von dem Stiele fast nichts sehen, er würde zu-
meist vom Hute überdeckt sein, wie es bei Keimungen während des Sommers
Regel ist. 1 die Sclerotien, aus welchen die Fruchtkörper keimten, 2 der
Stiel, 3 der Hut, 4 die Volvahäufchen auf dem Gipfel des Fruchtkörpers,
5 die mächtigen Rhizoidenbündel, welche an der Basis des Stieles ent-
springen.
- Fig. 9. nat. Gr. Längsschnitte durch keimende Sclerotien, welche die Fruchtkörper axil
getroffen haben. 1 die schwarze Rinde der Sclerotien, 2 das weisse Mark
der Sclerotien schon zum Theil durch die Bildung des Fruchtkörpers ent-
leert, 3 der Stiel des ausgekeimten Fruchtkörpers, 4 Gipfel des Hutes,
5 die Lamellen, 6 die Volva des Hutes, 7 die Volva des Stieles mit der

des Hutes den ganzen Fruchtkörper umschliessend, 8 die schon mehr oder minder ausgebildeten Rhizoiden; sämtliche Fruchtkörper befinden sich in dem zweiten Entwicklungsstadium, in der Streckung der Elemente des Hutes mit gleichzeitiger Ausbildung der Hymenialflächen.

- Fig. 10. $\frac{30}{1}$. Ein Längsschnitt durch ein keimendes Sclerotium bei schwacher Vergrößerung gezeichnet, um die Verbindung des Fruchtkörpers mit dem Sclerotium zu zeigen. Der Längsschnitt ist genau axial, aus der Reihe succedaner Längsschnitte ausgewählt. 1 das Mark des Sclerotiums, 2 die innere schwarze Rinde, 3 die äussere schwarze Rinde des Sclerotiums, 4 der Stiel des auskeimenden Fruchtkörpers, 5 der schon entstandene Markraum, 6 die Hutwand, 7 der Gipfel des jungen Hutes, 8 die angeschnittenen Lamellen, 9 die Hutvolva, 10 die Volva des Stieles, 11 die Rhizoiden am Fusse des Fruchtkörpers. Der Hut des Fruchtkörpers ist noch im lebhaften Wachsthum durch Neubildung also noch im ersten Stadium der Entwicklung begriffen (die Figur ist um ein Drittel nach der Originalzeichnung verkleinert wiedergegeben, dabei ist die obere Partie des Stieles zu schmal und in einigen Details undeutlich geworden).

Tafel III.

Sämmtliche Figuren vom *Coprinus stercorarius* in natürlicher Grösse gezeichnet.

- Fig. 1. Ein Fruchtkörper des *Coprinus* aus einem Sclerotium gekeimt, der in der letzten Streckung des Stieles und der Aufspannung des Hutes begriffen ist. 1 das Sclerotium, aus welchem der Fruchtkörper keimte, 2 der Stiel leicht behaart, 3 der Hut, 4 die zerfallene Volva, 5 die überaus mächtig entwickelten Rhizoiden vielfach verzweigt und an ihren basalen Theilen gebräunt, 6 ein nicht zur Entwicklung gelangter Fruchtkörper, von welchem ich den Hut abgeschnitten hatte; auf der Schnittfläche ist eine neue Fruchtanlage durch vegetative Aussprossung entstanden.
- Fig. 2. *a—d*. Fruchtkörper bei sehr schwacher Beleuchtung aus einem Sclerotium keimend. *a—c* die verschiedenen Stadien der Entwicklung eines und desselben Fruchtkörpers. *a* mit stark vergeiltem Stiele, der Hut im ersten Stadium der Entwicklung, 1 Sclerotium, 2 Stiel, 3 Hut, 4 Volva, 5 Rhizoiden des Fruchtkörpers. *b* mit stärker vergeiltem Stiele, der Hut im zweiten Stadium der Entwicklung, weitere Bezeichnungen wie in *a*. *c* mit gestrecktem Stiele und verblühtem Hute, *c3* das Knäulchen, durch Einrollen des Hutrandes nach rückwärts entstanden. *d* der obere Theil eines Fruchtkörpers, dessen Hut in der Sporentleerung, dessen Rand bereits im Einrollen begriffen ist.
- Fig. 3. *a u. b*. Schnitte von Sclerotien nach der Keimung. *a* ein völlig ausgesogenes Sclerotium, 1 die schwarze Rinde, 2 der Hohlraum, der früher mit Mark ausgefüllt war. *b* ein halb entleertes Sclerotium, das Mark ist in der Mitte noch ziemlich normal, nach den Rändern durchscheinend und schon mehr ausgesogen.
- Fig. 4. *a u. b*. Fruchtkörper aus Sclerotien keimend, die durch Entziehung des Lichtes vergeilt sind und zahlreiche secundäre und tertiäre Fruchtkörper durch vege-

tative Aussprossung aus den Zellen des Stieles gebildet haben; eine von diesen secundären Fruchtanlagen ist zur Entwicklung gekommen, sobald das Licht energisch einwirkte. Die Rhizoidenbildung tritt normal an den Ursprungsstellen der verwachsenen Stiele auf, sie ist künstlich auch im Verlaufe der Stiele dadurch hervorgerufen worden, dass die vergeilten Stiele mit dem feuchten Sande in Verbindung gesetzt wurden. 1 die Sclerotien, 2 der erste vergeilte Fruchtkörper, 3 dessen Hut, der nicht zur Entwicklung gekommen ist. 2, die secundären Fruchtanlagen an dem Stiele des ersten Fruchtkörpers, der aus dem Sclerotium keimte, 2_i diejenige von diesen Fruchtanlagen, welche zur weitesten Entwicklung gekommen ist. 2_{ii} tertiäre Aussprossungen an dieser Fruchtanlage, die ebenfalls vergeilt sind, ohne dass der Hut 3, zur Entwicklung kam. 2_{iii} die zur Entwicklung gelangte tertiäre Aussprossung einer Fruchtanlage, 3_{ii} der grosse Hut dieser Fruchtanlage, der die Einwirkung des Lichtes und seinen Einfluss schlagend darthut, 4 die Volva dieses Hutes, der am Abschlusse des zweiten Entwicklungsstadium vor der letzten Streckung des Stieles steht. 5, — 5_{iiii}, die Rhizoiden; 6 und 7 primäre Fruchtanlagen in den verschiedenen Stadien, die nicht zur Entwicklung gekommen sind. Bei *a* 2_{iii} wirkte das Licht auf eine Fruchtanlage ein, deren Stiel noch nicht vergeilt war, bei *b* 2_{iii} wirkte das Licht auf einen schon lang vergeilten Fruchtkörper, dessen Hut zur Entwicklung kam, so wie das Licht seine Wirkung geltend machte, auch der Stiel, vorher schwächlich fadenartig, nimmt unter dem Einflusse des Lichtes sofort die vielfache Dimension an. (Mit Rücksicht auf den Raum sind die ursprünglichen vergeilten Stiele namentlich in *a* 2 verkürzt wiedergegeben).

- Fig. 5. Vergeilte Fruchtkörper von bedeutender Länge, die der Wirkung des Lichtes nicht ausgesetzt sind. 1 das verwachsene Sclerotium, aus zwei nebeneinander entstehenden Sclerotien gebildet, 2 die geförderte Fruchtanlage, 3 deren Hut, der nicht zur Entwicklung gelangte, 2, secundäre Sprossungen in verschiedenen Stadien, 2, die längste dieser secundären Anlagen, welche in 2_{ii} eine tertiäre Fruchtanlage gebildet als ein Zeichen, dass der Hut 3, nicht zur Entwicklung kommt, 6 kleinere primäre Fruchtanlagen, 5 Rhizoiden.
- Fig. 6. *a* u. *b*. Fruchtkörper, denen der erste Hut abgeschnitten ist, welche aus der Schnittfläche durch vegetative Sprossung einen neuen Fruchtkörper gebildet haben, 1 Sclerotium, 2 Stiel des ersten Fruchtkörpers, primärer Stiel, 2, Stiel des zweiten Fruchtkörpers, secundärer Stiel, 3 secundärer Hut mit der Volva, 4, 5 und 5, die primären und secundären Rhizoiden.
- Fig. 7. *a* u. *b*. Aehnliche nur weiter entwickelte Zustände wie in Fig. 6 aus grösseren Sclerotien keimend. *a* mit zwei grösseren Fruchtanlagen auf dem Sclerotium, von denen eine nach der Enthauptung auf der Schnittfläche ausgewachsen ist, *b* mit vielen primären Fruchtanlagen (6), welche nach dem Abschneiden des Hutes neue Fruchtkörper (6_i) aus der Schnittfläche gebildet haben, welche rudimentär geblieben sind; nur eine (2, 3_i) ist zur Entwicklung gekommen.
- Fig. 8. *a—d*. Verstümmelte Fruchtkörper, welche aus der Seitenfläche des primären Stieles (2) neue Fruchtkörper durch Sprossung (2_i, 3_i) getrieben haben. Die secun-

dären Fruchtkörper in verschiedenen Stadien der Entwicklung aus Sclerotien verschiedener Grösse keimend.

- Fig. 9. *a—d*. Verstümmelte Fruchtkörper, welche aus der Schnittfläche und der Oberfläche des primären Stieles neue secundäre Fruchtkörper gebildet haben. Die Fruchtkörper in den verschiedenen Stadien der Entwicklung. Die Figur *d* gehört zu 11 und ist vom Lithographen irrthümlich an die verkehrte Stelle gebracht worden.
- Fig. 10. Aehnlicher Zustand wie in Fig. 9, aus der Schnittfläche sind in einem Falle 2 Fruchtanlagen entstanden. Weitere Bezeichnung wie in Fig. 6 und 7.
- Fig. 11. *a u. b*. 2 mal verstümmelte Fruchtkörper, welche aus der zweiten Schnittfläche einen tertiären Fruchtkörper gebildet haben. *a* mit nur einer Fruchtanlage am Sclerotium, *b* mit vielen primären Fruchtanlagen (6) welche aus der Seiten- und aus der Schnittfläche des Stieles secundäre Fruchtkörper 6, gebildet haben, welche aber rudimentär geblieben sind.
- Fig. 12. *a u. b*. 3 mal verstümmelte Fruchtkörper, welche an den verbundenen Stielstummeln die 4. Sprossgeneration, einen Fruchtkörper im 2. Stadium der Entwicklung tragen.
- Fig. 13. Ein 4 mal verstümmelter Fruchtkörper mit der 5. Sprossgeneration auf den Stielstummeln, Bezeichnung wie früher.

Um die Bezeichnung der Zahlen an allen Figuren gleich zu machen, habe ich die Stiele und Hüte und Rhizoiden der verschiedenen Fruchtkörpergenerationen durch Striche unterschieden.

- Fig. 14. *a—c*. Keimungen von Fruchtkörpern aus kleinen Stückchen zerschnittener Sclerotien. *a* mit vielen Fruchtanlagen an der Schnittfläche und der Peripherie, der Oberfläche des zerschnittenen Sclerotiums. *b* mit einer Fruchtanlage aus der Mitte der Schnittfläche, welche zur vollen Reife gelangt ist und eben an dem ausgespannten Hute die Sporen abwirft. *c* mit einer Fruchtanlage an der Peripherie, welche bereits verblüht und im Zerfliessen begriffen ist.

Tafel IV.

Sämmtliche Figuren vom *Coprinus stercorarius*.

- Fig. 1. $\frac{120}{1}$ u. $\frac{300}{1}$. *a—d*. Enden und Theile eines Myceliums mit Schnallenfusionen und den typischen Verzweigungen, welche nach dem Auftreten der Schnallen die Mycelfäden auszeichnen. *a* und *b* 1 die Endzelle des Fadens, 2—4 secundäre Zweigbildungen aus den Gliederzellen eines Fadens unter der Schnallenfusion. *c* ein Stückchen eines Myceliums (1) mit nur einem Seitenaste unter der Schnallenfusion (2); der Seitenast hat unten eine Schnallenfusion gebildet ohne Seitenast. *d* ein nicht geförderter Seitenzweig mit hirschgeweihtiger weiterer Verzweigung.
- Fig. 2. $\frac{305}{1}$. Längsschnitt durch einen vergeilten jungen Fruchtkörper mit noch ganz rudimentärer Hutanlage. 1 der vergeilte Stiel, 2 die rudimentäre Hutanlage aus dem Gipfel des Stieles sprossend, 3 die Enden der Sprosshyphen der Hutanlage, die an den Spitzen bereits zu leeren Volvablasen ange-

- geschwollen und zerfallen sind, 4 die Theilungszone in der oberen Region des Stieles etwas unter der Hutanlage, 5 die Hyphen der Stielvolva.
- Fig. 3. $\frac{300}{1}$. Längsschnitt durch einen grösseren vergeilten Fruchtkörper, an welchem der Hut etwas weiter entwickelt und bereits mit seiner wachsenden Randzone umgewendet ist. 1 der Stiel, 2 der Gipfel des Hutes, in welchem sich nun die hutbildenden Fäden wie in einem Wirbel kreuzen, 3 die Enden dieser Fäden, die zur Volva werden, 4 die Theilungszone im Stiele, 5 Hyphen der Stielvolva, 6 die wachsende Randzone des Hutes, welche schon ganz nach abwärts sieht und über den Stiel hinabwächst.
- Fig. 4. $\frac{15}{1}$. Querschnitt durch die Mitte eines Hutes, in welchem die Lamellen fast vollständig ausgebildet sind, die Streckung der Elemente und die Ausbildung der Hymenialflächen noch nicht eingetreten sind. 1 der Stiel des Fruchtkörpers mit einem kleinen Markraume (2), 3 die Peripherie des Stieles, an welcher die Lamellen endigen, 4 primäre Lamellen, deren Spitzen bis zum Stiele reichen, 5 secundäre kürzere Lamellen in den verschiedensten Längen in radialer Richtung, 6 die Wand des Hutes, 7 die Volva des Hutes.
- Fig. 5. $\frac{15}{1}$. Stück eines Querschnittes stärker vergrössert. Die Lamellen sind noch nicht so weit entwickelt wie in Fig. 4. 1 der centrale Theil des Stieles mit sechs englumigen Zellen gebildet, die weiter nach innen einen Markraum umschliessen, 2 die mittleren Partien des Stieles, die sich zuerst ausbilden; zwischen den grösseren Zellen befinden sich kleinlumige (Seitensprosse der Hyphen mit grösserem Lumen der Zellen); 3 die Peripherie des Stieles aus sehr englumigen Zellen gebildet, die Ausbildung dieser peripherischen Elemente schreitet centrifugal fort. Weitere Bezeichnungen wie in Fig. 4.
- Fig. 6. $\frac{200}{1}$. Kleines Stückchen eines Querschnittes wie in Fig. 5 stärker vergrössert, um die Structur der Lamellen und der Hutwand zu veranschaulichen. 1 die Volvablasen des Hutes, 2 die Hutwand, deren Zellen auf dem Querschnitte wie ein echtes Gewebe aussehen, 3 der innere Theil der Hutwand, an welchem die Lamellen entspringen, 4 die orthogonal-trajectorisch verlaufenden Hyphen der Trama, deren Enden die geschlossene Pallisadenzone 5 bilden, 6 die Interstitien zwischen den Lamellen, deren Basaltheile in einander übergehen. Ob ursprünglich vor der Anlage der Lamellen die freie Innenwand des Hutes ganz mit einer Pallisadenzone überzogen ist, von welcher sich an einzelnen Stellen die Lamellen als Vegetationspunkte erheben, oder ob die Lamellen zuerst entstehen und ihre Pallisadenzonen seitlich verbinden, kann durch Beobachtung nicht festgestellt werden. Die kürzeren secundären Lamellen haben eine geschlossene Vegetationsspitze.
- Fig. 7. $\frac{300}{1}$. Stückchen einer Lamelle im Querschnitt, Differenzirung der Pallisadenzone zum Hymenium. 1 die Trama der Lamelle, 2 sterile Zellen des Hymeniums, welche nicht auswachsen, 3 fertile Zellen, welche auswachsen und später zu den sporentragenden Basidien werden, 4 grössere der auswachsenden Zellen, welche sich zu den Cystiden ausbilden.
- Fig. 8. $\frac{300}{1}$. Stückchen einer älteren Lamelle, die Pallisadenzone weiter differenzirt. 1 Trama, 2 sterile Pallisadenzelle (Paraphysen), 3 fertile Pallisadenzellen (Basidien), 4 Cystiden.

- Fig. 9. $\frac{300}{1}$. Pallisadenzone mit einigen Tramahyphen (1), die sterilen Pallisaden (2) erweitert, die jungen Basidien verlängert.
- Fig. 10. $\frac{120}{1}$. Flächenansicht des jungen Hymeniums. 1 sterile Pallisaden, 2 junge Basidien. Die Stellung beider zu einander zeigte, dass sie alternieren, also die Hälfte der ursprünglichen Elemente der Pallisadenzone sich als Basidien erhebt, während die anderen nicht auswachsen und sich nur seitlich dehnen. Je mehr dies geschieht, um so weniger kann man auf dem Querschnitte die alternierende Anordnung erkennen, wie dies die früheren Figuren darthun. Bei 3 findet sich eine sterile Eckenverbindung der Pallisaden, dies kommt nur selten vor.
- Fig. 11. $\frac{300}{1}$. die Bildung der Sterigmen und Sporen auf den Basidien. 1 die Trama, 2 die sterilen Pallisaden, 3 die Basidien mit den Sterigmen, deren Spitzen (5) zu Sporen anzuschwellen beginnen; 4 die cylindrisch gewordenen Cystiden.
- Fig. 12. $\frac{300}{1}$. das Ende einer Lamelle nach beendeter Sporenbildung. 1 die Trama, 2 sterile Pallisaden, 3 Basidien mit vollkommen ausgebildeten Sporen (5), 4 Cystiden, 4, Grenzcystiden, 6 Endigungen der Tramahyphen zwischen den Grenzcystiden. Diese mittleren Tramaenden bleiben steril und schwellen später zu Blasen an, denen der Volva gleich, dies geschieht aber erst mit der letzten Streckung.
- Fig. 13. $\frac{300}{1}$. Stückchen einer Lamelle in der letzten Streckung von der unteren Partie nahe der Schneide entnommen. 1 die Tramahyphen, die sich bald nachher durch Dehnung zum subhymenialen Gewebe erweitern, in den oberen Partien der Lamellen ist dies bereits geschehen; 2 die sterilen Pallisaden, die sich zu grossen Quadern erweitert haben; 3 die Basidien mit den Sterigmen (4), von welchen die Sporen durch die mechanischen Eingriffe bereits abgeworfen sind.
- Fig. 14. $\frac{300}{1}$. Flächenansicht einer differenzirten in starker Streckung begriffenen Lamelle. 1 die sterilen Pallisaden, 2 die Basidien, welche in Folge der ungeheuren Erweiterung der sterilen Pallisaden von diesen umschlossen die Ecken einnehmen. Bei 3 sind in dieser Ansicht 3 sterile Ecken.
- Fig. 15. $\frac{60}{1}$. Querschnitt von der Hutwand. 1 Volvazellen, 2 die Huthaut aus den peripherischen Zellen der Hutwand gebildet durch Verdickung der Membranen, die sich dabei zugleich etwas färben; 3 innere Partien der Hutwand, die zartwandig bleiben, und später mit der Streckung und Aufspannung des Hutes untergehen.
- Fig. 16. $\frac{450}{1}$. 2 Sporen stark vergrössert, die eine von oben gesehen, welche eine lichte Stelle, den Keimporus zeigt, die anderen in der Fläche mit einem lichten Fleck an der einen Seite, welche der Insertionsstelle der Spore am Sterigma entgegengesetzt ist.

Tafel V.

Sämmtliche Figuren vom *Coprinus stercorarius*.

- Fig. 1. $\frac{5}{1}$. Vegetative Aussprossung einer jungen Fruchtanlage (1) von einem Sclerotium zu normalen Mycelien, die Fruchtanlagen in verschiedenen Stadien der Ent-

wicklung tragen. 1 die Lage der auskeimenden Fruchtanlage, 2 das Mycelium, welches aus den Keimzellen wie aus Sporen gewachsen ist, 3 die grösste fast reife Fruchtanlage an einem Mycelfaden entsprungen, 3 und 4 kleinere Fruchtanlagen, welche an einzelnen Mycelfäden gebildet sind.

Fig. 2. $\frac{3}{1}$. Schnitt eines Sclerotium allseitig aussprossend zu normal fructificirendem Mycelium (2), 3 und 4 die Fruchtanlage in verschiedenen Stadien der Entwicklung, welche an dem Mycelium aufgetreten sind.

Fig. 3. $\frac{5}{1}$. Stückchen einer in der Differenzirung begriffenen Lamelle (1), allseitig vegetativ aussprossend; 2 das Mycelium, 3 und 4 die Fruchtanlagen, welche an diesem Mycelium gebildet sind.

Fig. 4. $\frac{5}{1}$. Stückchen eines Stieles, welches durch vegetative Sprossung fructificirendes Mycelium erzeugt hat; die Mycelfäden gehen aus jeder lebend gebliebenen Zelle wie aus einer Spore hervor. Diese Cultur wurde im wenig beleuchteten Raume gehalten, trägt darum sehr kleine Fruchtanlagen.

Die Fig. 1—4 sind nach Objectträgerculturen gezeichnet. Die Theile eines Sclerotiums oder Fruchtkörpers wurden wie Sporen in Mistdecoct gebracht, wo jede lebend gebliebene Zelle sofort zu neuem Mycel aussprossete.

Fig. 5. *a* u. *b* nat. Gr. Bildung von secundären Fruchtkörpern durch vegetative Sprossung an abgeschnittenen jungen Hüten. *a* die Bildung eines Fruchtkörpers an der Schnittfläche des primären Stieles, *b* Auftreten vieler secundärer Fruchtkörper an der Schnittfläche und am Hutrande.

Fig. 6. nat. Gr. Halbirte abgeschrittene junge Hüte, welche am Stiel, am Hutrande und an den Lamellen secundäre Fruchtanlagen durch Aussprossung gebildet haben.

Fig. 7. $\frac{15}{1}$. Ein abgeschrittener Hut mit secundären Fruchtkörperaussprossungen bei schwacher Vergrösserung gezeichnet, um die Art des Aussprossens und die Stelle wo es geschieht deutlicher zu zeigen. 1 der Stiel, 2 der Hut, 3 die Volva des abgeschrittenen Fruchtkörpers; 4 ein Fruchtkörper aus den Zellen des Stieles an der Schnittfläche durch Aussprossung, gebildet; 5 ein junger Fruchtkörper dem Hutrande entsprosst; 6 und 7 junge Fruchtkörper auf den Schneiden der Lamellen entstanden.

Fig. 8. $\frac{25}{1}$. Stück eines Hutes mit 3 Aussprossungen zu secundären Fruchtkörpern in verschiedenen Stadien der Entwicklung. Das Stück ist die Oberfläche von einem abgeschrittenen und durchschnittenen Hute, durch Präparation abgetrennt. Die 3 Fruchtkörper 3, 4 und 5 stehen auf den Lamellenschneiden (1), welche aussen noch mit dicken Volvamassen (2) bedeckt sind.

Fig. 9. $\frac{80}{1}$. Stück eines angeschnittenen Stieles, der an der Schnittfläche und an der Peripherie je einen secundären Fruchtkörper gebildet hat bei schwacher Vergrösserung gezeichnet. Der Schnitt durch den Stiel (1) ist dick, um die Aussprossung der Hyphen, welche die secundären Fruchtkörper (2 und 3) bilden, aus den Zellen des Stieles sehen zu können, ohne zugleich diese Fruchtkörper zu verletzen. Die Zellen des Stieles sind länger, als sie in dem Bilde gezeichnet sind; ihre wirkliche Länge konnte hier nicht gesehen werden, weil man immer mehrere Lagen übereinander zugleich sieht.

Tafel VI.

Fig. 1—7. *Coprinus lagopus*.

- Fig. 1. *a—g.* Fruchtkörper von *Coprinus lagopus* in sehr verschiedenen Formen und verschiedenen Stadien der Entwicklung. *a* drei junge Fruchtkörper mit kolbig angeschwollener Stielbasis, die Volva noch in continuirlichem Verbande. *b* ein grösserer junger Fruchtkörper mit scheibenförmig erweiterter Stielbasis. *c* der mächtige Fruchtkörper, der sich aus dem Zustande *b* später entwickelt hat. Fruchtkörper gleicher Grösse kommen in der Natur nicht vor, sie sind nur durch Cultur zu gewinnen auf reichem Nährsubstrate, bei gänzlichem Ausschluss anderer Pilze; der Stiel hat die volle Länge erreicht, er bleibt bei diesen Riesenindividuen immer kürzer; der Hut ist mit den Trümmern der Volva lose bedeckt, mit kleinen Schüppchen lose verbundener Hyphenhaare, die mit der Ausbildung der Huthaut von dieser abgestossen werden. *d* ein grosser Fruchtkörper mit normal langem Stiele; der Stiel ist unten behaart, die Haare gehen an der Basis in dünne Rhizoidenstränge über; der Hut ist im Aufspannen begriffen, hat darum von unten nach oben eine etwas geschweifte Form. *e* Spitze eines ähnlichen Fruchtkörpers im Aufspannen begriffen; von dem Hute ist die Volva gänzlich abgestossen, der Gipfel des Hutes zeigt einen undeutlichen Discus, der Rand eine Längsstreifung, welche durch das Aufreissen der Huthaut über den Lamellen, die dadurch gespalten werden, herbeigeführt ist. *f* ein kleiner Fruchtkörper im Beginn der letzten Streckung des Stieles, *g* während der letzten Streckung des Stieles mit halb aufgespanntem Hute.
- Fig. 2. $\frac{120}{1}$. Spitze eines Mycelfadens, dessen Seitenzweige sich zu Trägern der Stäbchenfructification ausbilden. 1 Mycelfaden, 2 die keulig angeschwollenen Seitenzweige, 3 das ebenfalls keulig angeschwollene Ende des Fadens. Scheidewände waren in dem Faden nicht zu sehen.
- Fig. 3. $\frac{400}{1}$. Spitze eines Mycelfadens mit Stäbchenfructificationen; die Träger (2) der Stäbchen (3) weichen in der Dicke der Fäden nicht von dem eigentlichen Mycelfaden (1) ab; die Stäbchen stehen in Büscheln zusammen.
- Fig. 4. $\frac{400}{1}$ u. $\frac{600}{1}$. *a—e.* Mycelfäden mit Stäbchenträgern und zerfallenen Stäbchen. — *a* Ein Mycelfaden, der an seinem Ende in einen Stäbchenträger ausläuft und zwei Seitenzweige zu Stäbchenträgern ausgebildet hat. Die Träger sind durch ihre grösseren Dimensionen von dem gewöhnlichen Mycelfaden (1) sogleich zu unterscheiden; 2 die Stäbchenträger mit secundären Verzweigungen und zahlreichen Scheidewänden. Die Stäbchen (3) stehen in dichten Büscheln zusammen, die eben im Zerfallen begriffen sind. *b* abgeblühte Stäbchenträger (2) als Seitenzweige an einem Mycelfaden (1), bei 3 die Insertionsstellen der Stäbchen in undeutlichen kleinen Vorsprüngen. *c* Stäbchen einzeln zerfallen und noch zu zweien verbunden, *d* Stäbchen stärker vergrössert. *e* die Keimungserscheinungen (?), welche ich an den Stäbchen beobachtet habe.
- Fig. 5. $\frac{8}{1}$. Ein Mycelium mit zahlreichen Fruchtanlagen in allen Stadien der Entwicklung an den einzelnen Mycelfäden entspringend. Objectträgercultur aus

einer Spore, die in 1 gelegen ist, in Mistdecoct gezogen; 2 das Mycelium, an dessen Hauptfäden diese Unmasse von Fruchtkörpern entstehen; 3 und 4 die schon deutlich in Hut und Stiel differenzirten Fruchtkörper; 5 kleine junge Fruchtanlagen, an welchen bei der gezeichneten Vergrösserung eine Differenzirung nicht deutlich erkannt werden konnte, die ich darum schematisch angedeutet habe.

Fig. 6. $\frac{150}{1}$. Querschnitt durch die Hutwand eines entwickelten Fruchtkörpers; 2 die Zellen der Hutwand, welche ihre Membranen verdickt haben.

Fig. 7—13. *Coprinus ephemerus*.

Fig. 7: a — e Fruchtkörper in den verschiedenen Grössen und in verschiedenen Stadien der Entwicklung begriffen. a eine Gruppe junger Fruchtkörper. b ein grösserer Fruchtkörper, welcher bereits an der Basis Rhizoiden gebildet hat. c ein grosser Fruchtkörper im Beginn der Stielstreckung und der Aufspannung des Hutes. d ein grosser gestreckter Fruchtkörper mit halb aufgespanntem Hute, der wie der Hut in c von geringer Menge Volvablasen rauh erscheint. e ein anderer Fruchtkörper mit kleinem Hute ganz aufgespannt, die Lamellen aufgerissen, daher die radiale Streifung. (Fig. e doppelt vergrössert).

Fig. 8. $\frac{400}{1}$. die Keimung der Sporen mit mehreren hefeartig aus einandersprossenden Keimblasen, 1 Spore, 2 Keimblasen.

Fig. 9. $\frac{300}{1}$. Ein nicht geförderter Seitenast (2) eines Mycelfadens (1) mit hirschgeweihartigen Verzweigungen, an welchen später zumeist die Stäbchenfructificationen gebildet werden.

Fig. 10. $\frac{400}{1}$. a — d . Eine Keimung der Sporen, bei welcher an den Keimschläuchen und selbst an der Keimblase sofort die Stäbchen in grosser Zahl auftreten; sie sitzen meistens an kurzen Trägern, die aber oft so kurz sind, dass sie dem Faden direct zu entspringen scheinen. 1 die Keimsporen mit der schon von Stäbchen besetzten Keimblase, 2 die Keimschläuche, 3 die noch ungegliederten Stäbchen in 4 4 einfach verzweigt. a die ganze Keimung, b nur der centrale Theil Keimblase mit Stäbchen an der Keimspore, c $\frac{300}{1}$ Spitze eines Keimschlauches ganz mit Stäbchenzweigen besetzt, d Stäbchen, nachdem sie von den Keimschläuchen abgefallen sind, einzeln in verschiedener Länge und oft auch lose verbunden, trotzdem eine Zergliederung eingetreten ist.

Fig. 11. $\frac{300}{1}$. Ein junges Mycelium aus der Spore 1 gekeimt an allen Keimschläuchen (2) reich mit Stäbchenzweigen besetzt. 3 die angeschwollenen Enden der Keimschläuche, welche zahlreiche Stäbchenzweige (5) tragen; 4 nicht angeschwollene Enden, welche normal weiter wachsen; 6 einfach verzweigte Stäbchenzweige. Sämmtliche Stäbchenzweige sind noch ungegliedert und zerfallen erst später.

Fig. 12. $\frac{400}{1}$. a und b Stäbchen an einem langen dünnen Mycelfaden vereinzelt vorkommend. a ein Mycelfaden mit den Stäbchenzweigen (2). b die zerfallenen Stäbchenzweige, einzelne Stäbchen und zu zweien lose verbunden in verschiedenen Grössen.

Fig. 13. $\frac{150}{1}$. Partie der Huthaut von der Fläche gesehen, das Bild ist von einem Hute

nicht weit vom Scheitel, vom Discus entnommen; die Zellen der Huthaut sind flach oder mit stark verdickten Wänden versehen.

Tafel VII.

Fig. 1—5. *Coprinus lagopus*.

Fig. 1. $\frac{150}{1}$. Spitze eines jungen Fruchtkörpers von *Coprinus lagopus* vor der Hutbildung. Das Bild ist einer Objectträgercultur, die reichlichst Fruchtkörper erzeugt hatte, entnommen.

Fig. 2. $\frac{150}{1}$. Spitze eines jungen Fruchtkörpers von *Coprinus lagopus*, an welchem die Anlage des Hutes auf dem Gipfel des Stieles in den ersten Stadien der Bildung begriffen ist. 1 die untere Partie des Stieles, 2 die cambiale Zone desselben in lebhafter Theilung, 3 die junge Hutanlage, die auf der Spitze des Stieles entsteht, 4 die Hyphenenden der Hutanlage, welche zur Volva werden, 5 die peripherischen Hyphen des Stieles, die nicht mit in die Bildung des Stieles aufgegangen sind; sie bilden die Stielvolva, ihre Fäden convergiren nach dem Scheitel der Fruchtanlage, die sie vor der Entstehung des Hutes in Fig. 1 völlig verdeckten. Die Hyphen der Stielvolva und der Hutvolva sind durch convergirenden und divergirenden Hyphenverlauf auf den ersten Blick zu unterscheiden, sie verbinden sich später an der Grenzregion zu der Gesamtmasse der Volva.

Fig. 3. a u. b weiter entwickelte Stadien von Fruchtkörpern des *Coprinus lagopus* ebenfalls nach Objectträgerculturen gezeichnet. a $\frac{40}{1}$ Gesamtbild eines jungen Fruchtkörpers. 1 Insertionsstelle am Mycelfaden, 2 der Stiel des Fruchtkörpers, 3 der junge Hut, 4 die Hutvolva, 5 die Stielvolva an der Stelle, wo sie mit der Hutvolva zusammengewachsen ist. b $\frac{100}{1}$ die Spitze eines solchen Fruchtkörpers stärker vergrößert. 1 der Stiel, 2 die cambiale Zone des Stieles, 3 die obere Spitze des Hutes, sein Gipfel, 4 die Hyphen der Hutvolva, 5 die nach unten den Stiel überwachsene Partie des Hutes, 6 die Stielvolva mit dem unteren Theile der Hutvolva verbunden.

Fig. 4. a u. b Längsschnitt eines älteren Fruchtkörpers, von dem die Volva abgestossen wird. a $\frac{20}{1}$, Gesamtbild des Längsschnittes. 1 der Stiel schon mit einem Markraume, 2 die Lamellen des Hutes, 3 die Hutwand, an deren Oberfläche die Huthaut bereits ausgebildet ist, 4 die Hutvolva aus einzelnen Haaren bestehend, die seitlich lose verbunden sind, 5 eine durch die Huthautbildung abgestossene Partie der Volva; dieselbe ist hier in der Gesamtheit in loser Verbindung geblieben, häufiger wird sie zertrümmert durch die spätere Streckung und die Trümmer haften lose als einzelne Haare oder Schuppen von Haaren an dem Hut. b $\frac{150}{1}$ ein Haar der Volva für sich gezeichnet, um die Form des Volvaelementes zu veranschaulichen; die ganze Masse der Volva besteht aus diesen Haaren, die in losester seitlicher Verbindung mit einander stehen.

Figur 5—9. *Coprinus ephemerus*.

Fig. 5. $\frac{25}{1}$. Spitze eines differenzirten jungen Fruchtkörpers von *Coprinus ephemerus* nach einer Objectträgercultur gezeichnet. 1 der Stiel, 2 der Hut, die pa-

rallelen Längsstreifen bezeichnen die Grenzen der einzelnen Lamellen, die von Luft gefüllt sind und darum dunkel erscheinen, 3 die ausserordentlich geringe Behaarung des Pilzes an Stiel und Hut. Soweit man verfolgen kann, sind die Haare die rudimentäre Anlage der Volva, sie sind sofort mit der ersten Anlage des Hutes zu unterscheiden, bilden sich aber nur ausserordentlich langsam aus.

Fig. 6. $\frac{2.5}{1}$. Längsschnitt eines Fruchtkörpers von *Coprinus ephemerus*. 1 der Stiel, 2 der Hut, 3 die Huthaut mit den Haaren, 4 die Lamellen.

Fig. 7. $\frac{2.00}{1}$. Randzone des Hutes von demselben Längsschnitte stärker vergrössert. 1 Gewebe des Hutes, 2 die epidermalen Zone des Hutes, die Zellen dieser Zonen verdicken später ihre Membranen und werden zur Huthaut. 3 die rudimentären Volvahaare des Pilzes. Die Haare wachsen erst später länger aus, nehmen durch einander nahe gelegene Anschwellungen Rosenkranzform an und zerfallen später, wenn die Huthaut als solche ausgebildet ist, zu den Blasen zellen, wie sie beim *Coprinus stercorarius* vorkommen. Erst wenn dies geschehen wird die rudimentäre Volva als solche sichtbar, und ebendarum ist es gerechtfertigt, den Pilz, wie es *Fries* (*Hymenomycetes europaei*) gethan, zu den Volvaten zu stellen.

Fig. 8. $a-d$
nat. Gr. Fruchtkörper von *Coprinus ephemerus*, welche durch Entziehung des Lichtes in der Entwicklung gehemmt sind, an deren Stielen eine lebhaftere Neubildung von Fruchtkörpern ohne Mycelien eingetreten ist. *a* ein Fruchtkörper mit zahlreichen jungen Fruchtanlagen, 1 der Stiel seinem ganzen Verlaufe nach mit mehr als hundert jungen Fruchtanlagen bedeckt; 3 die Fruchtanlage, in ihren Anfängen durch Punkte angedeutet, aus oberflächlichen Zellen des Stieles durch vegetative Aussprossung entstanden genau wie an einem Mycelfaden; 4 die jungen so entstandenen Fruchtanlagen schon in Stiel und Hut differenzirt; 2 der ursprüngliche Hut des Fruchtkörpers, dessen Aufspannung ohne Licht nicht erfolgen konnte. *b* ein Fruchtkörper ähnlicher Art mit weiter vorgerückten secundären Fruchtkörpern, die in dichten Büscheln zusammenstehen. *c* und *d* Fruchtkörper mit fast völlig entwickelten, secundär am Stiele entstandenen neuen Fruchtkörpern, Bezeichnung der Einzelheiten wie in *a*.

Figur 9—10. *Coprinus stercorarius*.

Fig. 9. nat. Gr. Ein grosses Sclerotium von *Coprinus stercorarius* mit mehr als 100 Fruchtkörpern auf einmal keimend. Die aus den oberflächlichen Zellen des Sclerotiums keimenden Fruchtanlagen bedecken dicht das ganze Sclerotium. Die Fruchtanlagen sind nach der Auskeimung dem Lichte entzogen, und bei herabgestimmter Temperatur in der Finsterniss vergeilt, eben darum in allen Stadien der Entwicklung anzutreffen. 1 das Sclerotium, 2 die noch sehr kleinen Fruchtanlagen, 3 etwas grössere, 4 solche mit schon lang vergeilten Stielen, 5 und 6 die längsten Fruchtanlagen der Keimung, 5 deren vergeilte Stiele, 6 der rudimentäre Hut an der Spitze des Stieles von grossen Volvamassen eingehüllt.

Fig. 10. Ein anderes Sclerotium von *Coprinus stercorarius* mit massenhaften Auskeimungen in natürlicher Grösse, die Wirkungen der Lichtentziehung in

weiteren Stadien als Fig. 9 veranschaulichend. 1 das Sclerotium so mit Fruchtanlagen bedeckt, dass es nur hie und da durchschimmert, 2 die jüngsten Fruchtanlagen, 3 die grossen Fruchtanlagen, 4 mit schon langen Stielen, 5 mit 2 Zoll langen Stielen, 6 mit 5—6 zolligen Stielen, 7 die längsten Fruchtkörper der Keimung. Die Stiele haben eine sehr bedeutende Länge durch Vergeilung erreicht, ohne dass die ursprüngliche Hutanlage, (9) die mit einer mächtigen Volva umgeben ist, zur Entwicklung kam. Von nun an wachsen die Stiele nur mehr langsam fort, weil die Zufuhr an Nahrung aus dem sehr fern gelegenen Sclerotium immer mehr erschwert wird. Die ursprünglichen Hutanlagen kommen an demselben Präparat nicht zur Entwicklung, sie sterben mit weiterer Vergeilung der Stiele ab. Statt ihrer treten namentlich an den unteren Stellen neue Fruchtanlagen durch secundäre Sprossung aus den Oberflächenzellen des Stieles auf. Ich habe sie in 8 in ihren Anfängen gezeichnet, sie nehmen später ebenfalls durch weitere Vergeilung grosse Dimensionen an, die ich nicht mitgezeichnet habe, weil ich nur einen Zustand des Präparats wiedergeben wollte. Die Vergeilungen sind so gewaltig, die secundären Neubildungen in dem weiteren Verlaufe so massenhaft, dass es unmöglich ist, naturgetreue Bilder in dem Zustande der Vollendung der Erscheinungen wiederzugeben, sie würden zu viel Raum einnehmen; es scheint mir aber nicht schwierig, sich den wahren Verhalt der Sache auf Grund der Beschreibung durch die Vorstellung zu vergegenwärtigen. — Ich will noch bemerken, dass es unmöglich war, die sämtlichen Bilder des *Coprinus stercorarius* zusammenzustellen, ich habe einzelne von ihnen, wie die hier beschriebenen, auf die übrigen Tafeln vertheilen müssen, die Tafel VIII enthält die letzten Figuren des *Coprinus*.

Tafel VIII.

Figur 1—4. *Typhula variabilis*.

- Fig. 1. nat. Gr. Keimung des Fruchtkörpers aus dem Sclerotium. 1 Sclerotium, 2 der Stiel, 3 der apicale Kolben mit dem Hymenium. 4 Rhizoiden.
- Fig. 2. a u. b . $\frac{100}{1}$. Kleine Partien von einem Mycelium mit Stäbchenträgern durch Cultur der Sporen gewonnen. a 1 Mycelfaden, 2 Stäbchenträger, 3 die Stäbchen. b zerfallene Stäbchenzellen.
- Fig. 3. a u. b . $\frac{200}{1}$. Sclerotium im dünnen Schnitt und von der Fläche gesehen. a dünner Schnitt durch ein Sclerotium. 1 die Cuticula der epidermalen Zellzone (2), 3 das farblose dichte Hyphengeflecht des Markes, welches durch die dichte Verflechtung der Hyphen gewebeartig erscheint. b Flächenansicht eines Oberflächenschnittes, welche die dichte Verbindung der epidermalen Gewebzone aus grossen Zellen bestehend zeigt; diese gleicht der Epidermis höherer Pflanzen.
- Fig. 4. $\frac{300}{1}$. Zergliederungen der Mycelfäden von *Crucibulum vulgare* in verschiedenen Formen. Die Zergliederungen kommen an den Mycelien nur unter Umständen vor, sie sind dann vollständig, wenn alle Gliederzellen Inhalt führen, unvollständig gemmenartig, wenn dies mit Unterbrechungen der Fall ist,

wenn inhaltreiche Gliederzellen (2) mit leeren (1) alterniren. Es kann nicht wohl sehr unwahrscheinlich erscheinen, dass diese Zergliederungen den Bildungen der Stäbchenfructification bei Coprinus und Typhula etc. entsprechen.

Figur 5 und 6. *Tremella foliacea*.

- Fig. 5. $\frac{300}{1}$. dünner Schnitt durch den Fruchtkörper der *Tremella*; 1 die Hyphen, deren Enden (2) zu Basidien anschwellen und auf ihrem Gipfel 4 fadenförmige Sterigmen (3) bilden, deren Spitzen zu Sporen (4) anschwellen; 5 die gallertartige Grundmasse des Fruchtkörpers, in welcher die Fäden verlaufen. Der ganze Fruchtkörper besteht nur aus einerlei Hyphen, welche an den Enden zu sporentragenden Basidien werden. (Die Basidien sind bei der Verkleinerung der Originalzeichnung für die Tafel etwas zu schmal und die ganze Figur im Druck zu dunkel geworden).
- Fig. 6. $\frac{300}{1}$. *a-f*. Sporenkeimungen der *Tremella*. *a* Keimung der Sporen (1) mit Stäbchenbüscheln (2), *b* Bildung der Stäbchenfructification an etwas längeren Keimschläuchen, *c* lange Keimschläuche (2) aus der Keimspore (1) hervorgegangen reich mit Stäbchenbüscheln (3) besetzt, *d* abgefallene Stäbchen, *e* Stäbchen in den ersten Stadien der Keimung, *f* dieselben zu längeren Fäden und grösseren vielverzweigten Mycelien entwickelt. Die Mycelien erlangten grosse Dimensionen, ohne aber während der Dauer der Cultur Fruchtkörper zu bilden.

Figur 7—15. *Coprinus stercorarius* im Anschluss an Tafel IV und V, wo die Figuren keinen Platz mehr finden konnten. Figur 7—12 schwach vergrößert, 12—15 natürliche Grösse.

- Fig. 7. $\frac{30}{1}$. Spitze eines Fruchtkörpers im Finstern gewachsen mit vergeiltem Stiele und ganz rudimentärem Hute, 1 Stiel, 2 rudimentäre Hutanlage, deren Fadenden schon zu Volvablasen zerfallen sind (3). Der Schnitt von Fig. 2 auf Tafel IV entspricht einem ähnlichen Stadium eines vergeilten Fruchtkörpers.
- Fig. 8. $\frac{30}{1}$. Spitze eines ähnlichen Fruchtkörpers mit etwas weiter entwickeltem Hute wie in Fig. 7.
- Fig. 9. $\frac{30}{1}$. Spitze eines vergeilten Fruchtkörpers mit deutlich differenzirtem Hute und nach unten fortwachsendem Hutrande.
- Fig. 10. $\frac{30}{1}$. eine andere Spitze mit dem nächsten Stadium der Hutentwicklung.
- Fig. 11. $\frac{30}{1}$. Eine Spitze, deren Hut die an der Innenseite bereits eingetretene Lamellenbildung (4) in fast parallelen, nach dem Gipfel radial verlaufenden Längsstreifen auch in der Flächenansicht erkennen lässt.
- Fig. 12. Sclerotienbildung aus den Stielen langvergeilter Fruchtkörper, welche aus einem Sclerotium keimten und mehrere Monate im Finstern aufbewahrt wurden. 1 der Stiel des direct aus dem Sclerotium keimenden primären Fruchtkörpers, 2 dessen verkümmerter Hut, 3 und 4 Stiel und Hut eines secundären aus dem Stiele des primären gesprossenen Fruchtkörpers, 5 Sclerotien aus den Stielen der Fruchtkörper wachsend in dem Stadium der Wasserabscheidung begriffen und von dicken lichtbrechenden Wassertropfchen (6) bedeckt, 7 junge Sclerotien, die nicht mehr zur Entwicklung kommen.

- Fig. 13. *a* und *b*. Bildung von verwachsenen Sclerotien an den Stielen der Fruchtkörper, welche aus einem primären Sclerotium keimen. *a* drei verwachsene Sclerotien im Stadium der Wasserabscheidung, zwei von diesen an einem primären (1), eines an einem secundären Stiele (2). *b* ein Conglomerat von 5 nahe zusammen an einem Stiele entstehenden und mit den Rändern verwachsenen Sclerotien.
- Fig. 14. Secundäres Sclerotium an einem secundären Fruchtkörper gebildet, in Keimung begriffen mit mehreren kleinen und einem grossen Fruchtkörper. 1 der primäre Stiel des aus dem primären Sclerotium keimenden Fruchtkörpers, 2 und 3 Stiel und Hut des secundär aus dem ersten Stiele gesprossenen Fruchtkörpers, 4 das aus diesem Stiele gebildete secundäre Sclerotium, 5 ein Fruchtkörper, der aus diesem secundären Sclerotium keimt, 5 kleine Fruchtanlagen auf dem secundären Sclerotium, welche nicht zur Entwicklung kommen.
- Fig. 15. Ein Riesensclerotium aus der Verwachsung vieler Sclerotien entstanden.
- Figur 16 und 17 *Coprinus ephemeroide*s.
- Fig. 16. Fruchtkörper des *Coprinus* in den verschiedenen Stadien der Ausbildung in natürlicher Grösse. *a* ein Fruchtkörper mit dem Hut im zweiten Stadium der Entwicklung, der Stiel noch ungestreckt. Der Fruchtkörper ist ganz von einer Volva umgeben, an der Basis des Stieles sprossen bereits Rhizoiden aus. *b* ein Fruchtkörper, an welchem die Volva durch Streckung des Stieles zerrissen ist. *c* ein Fruchtkörper mit gestrecktem Stiele, der Hut im Aufspannen begriffen, wodurch der Annulus mobilis eben vom Hutrande abgelöst wurde. *d* ein ähnlicher Fruchtkörper. *e* ein solcher mit $\frac{2}{3}$ aufgespanntem Hute.
- Fig. 17. $\frac{300}{1}$. Stückchen eines Myceliums mit einzelnen dichten Stäbchengruppen besetzt.

Tafel IX.

Figur 1—5, *Coprinus ephemeroide*s.

- Fig. 1. $\frac{40}{1}$. Längsschnitt eines Fruchtkörpers von *Coprinus ephemeroide*s nach eben erfolgter Hutanlage. 1 die Basis des Fruchtkörpers und seine Ansatzstelle am Mycelium, 2 der Stiel unten knollig erweitert; 3 die junge Hutanlage, 4 die überaus mächtige Volva des Fruchtkörpers.
- Fig. 2. *a* u. *b*. *a* $\frac{40}{1}$. Längsschnitt eines ältern Fruchtkörpers von *Coprinus ephemeroide*s. 1 die Basis des Stieles, 2 die knollenartige untere Erweiterung des Stieles, 3 der schon im Stiel entstandene Markraum, 4 die cambiale Theilungszone des Stieles, 5 der Hut, 6 die grossen Volvamassen. *b* $\frac{100}{1}$ die Volva in etwas stärkerer Vergrösserung, bei 1 der Uebergang der Volva in die Elemente des Hutes, 2 die oberen Partien der Volva, die zu kugeligen Zellen auseinander fallen, immer grössere Luftinterstitien zwischen sich bekommen und daher die Masse der Volva dunkler erscheinen lassen, wenn wie in *a* und in Fig. 1 die Luft nicht ausgetrieben ist. Die Grenze von Hut und Volva, deren Elemente continuirlich in einander übergehen, ist nicht durch die Ausbildung einer Huthaut gegeben, beide bleiben mit einander in Ver-

bindung bis zur Reife des Fruchtkörpers, nur die Luftinterstitien bezeichnen einigermaassen die Stelle, wo die Elemente des Hutes zur Volva werden. Die Volva ist ausserordentlich massenhaft, die Elemente derselben bleiben in ziemlich festem Verbande und zerfallen nicht wie bei *Coprinus stercorearius* zu verstäubenden Blaszellen.

Fig. 3. *a* u. *b*. *a* $\frac{20}{1}$ der Annulus mobilis des *Coprinus ephemeroides* nach seiner Ablösung ausgebreitet bei schwacher Vergrösserung gezeichnet. 1 die frühere Verbindungsstelle an der Stielbasis, 2 die Abtrennungsstelle vom Hutrande. *b* $\frac{150}{1}$ ein Stückchen des Annulus stärker vergrössert. Die verbundenen Hyphen des Annulus laufen nach 1 in die Zacken aus, die durch die gewaltsame Abtrennung vom Stiele herbeigeführt wurden, sie werden nach oben in ihren Zellen weiter und kürzer; indem sich die Zellen mehr und mehr erweiterten, ging der Hyphencharakter allmählich verloren, es wurde der gegenseitige Verband locker und hierdurch die Abtrennung in 2 von dem sich aufspannenden Hutrande vorbereitet.

Figur 4—8. *Amanita muscaria*.

Fig. 4. $\frac{20}{1}$. jüngste Zustände eines Fruchtkörpers von *Amanita muscaria*, Längsschnitt. 1 die knollenförmige Stielanlage, 2 die Bildung des Hutes auf dieser. In der Stielanlage finden sich bereits grosse blasige Zellen zwischen der Hyphenmasse als erste Einleitung zur Gewebebildung vor; es sind nur vereinzelte Hyphen, welche zunächst in grosse Zellen übergehen. Ich habe die Gegenwart dieser Zellen in dem Stielknollen schematisch angedeutet, so gut es anging.

Fig. 5. $\frac{20}{1}$. Längsschnitt durch weiter entwickelte Zustände. Der Stielknollen (1) ist grösser und etwas länger geworden, die blasigen Zellen zur Gewebebildung haben sich sehr bedeutend vermehrt und etwas in die Länge gestreckt, sie sind so zahlreich geworden, dass sie die Hauptmasse des Stielknollens bilden und nur von wenig Hyphen getrennt sind, die zwischen ihnen verlaufen, die später ebenfalls in Gewebe übergehen. 2 die sehr vorgeschrittene Hutanlage, oben eine schwache Wölbung erkennen lassend; schon hier ist die Grenze von Hut und Volva in der Dichtigkeit der Hyphen angedeutet, ihre Elemente gehen aber bei stärkeren Vergrösserungen immer noch continuirlich in einander über. Die Zellen des Stielknollens sind schematisch angedeutet, die noch zwischen den Zellen verlaufenden Hyphen konnten bei der schwachen Vergrösserung natürlich nicht mit in das Bild hineingezeichnet werden.

Fig. 6. $\frac{20}{1}$. Längsschnitt durch die Spitze eines Fruchtkörpers von *Amanita muscaria*, der die Hutanlage axial getroffen hat. In der Entwicklung ist der durchschnittene Fruchtkörper etwa eben soweit gegen Fig. 5 vorgeschritten, als letztere gegen Fig. 4. 1 die mächtige Volva, 2 die schon scharf angedeutete Grenze des eigentlichen Hutes, 3 der Hut selbst, 4 der untere Theil des Hutes, der noch in der Differenzirung begriffen ist; die dunkel gehaltenen Linien bezeichnen die Anlage des Hymeniums im Hut. 5 der obere Theil des Stieles, der von dem Hute umschlossen ist, und später durch Auftreten einer cambialen Zone und durch Streckung der neugebildeten Zellen den

eigentlichen schlanken Stiel des Pilzes bildet, welcher den Hut an seiner Spitze trägt, 6 die blosse Andeutung von den bereits eingetretenen gewaltigen Dimensionen des Stielknollens, der die Hutanlage in diesem Stadium so überwallt, dass man sie kaum erkennen kann.

Fig. 7. $\frac{10}{1}$.

Stück eines Längsschnittes durch den Hut bei sehr schwacher Vergrößerung gezeichnet. In diesem Entwicklungsstadium der *Amanita* ist die dicke gelatinöse Huthaut bereits ausgebildet, die Volva zerklüftet, aber noch nicht abgestossen. 1 die Volva aus losem lufthaltigem Gewebe bestehend, genau wie bei Fig. 2, b des *Coprinus ephemeroideus* aussehend und continuirlich in die Hyphen des Gallertgeflechtes der Huthaut übergehend, 2 die Huthaut aus dichtem Hyphengeflecht gebildet, deren Membranen durch Vergallertung sehr mächtig werden; das Geflecht erscheint hell, weil die Luft fehlt und ist hierdurch sowohl von der Volva wie von der Masse des Hutes 3 leicht zu unterscheiden.

Fig. 8. $\frac{10}{1}$.

Querschnitt durch den Hut von *Amanita muscaria*, der Schnitt hat die Hymenialzone getroffen. 1 der Stiel, 2 das neutrale Element von Hyphen, welches Stiel und Hut früher verband, in welchem die Lamellen aufgetreten sind. Die Lamellen 3 gehen continuirlich in das neutrale Hyphengeflecht, welches nunmehr den Stiel umgiebt, über und verlängern sich an dessen Grenze durch Spitzenwachsthum; nach der Ausbildung der Lamellen wird das neutrale Hyphengeflecht durch die Streckung des Stiels von diesem getrennt, später löst es sich auch, wie ein Schleier die Lamellen verhüllend, vom Hutrande und den Schneiden der Lamellen ab und bleibt als *Annulus superus* im Gipfel des Stiels nach der Aufspannung des Hutes hängen. 4 die Wand des Hutes, der die Lamellen angewachsen sind, 5 die Huthaut, 6 die Reste der Volva auf der gelatinösen Huthaut, die nicht völlig abgeworfen sind.

Tafel X.

Sämmtliche Figuren von den Rhizomorphen des *Agaricus melleus*.

Figur 1—5, Objectträgerculturen aus einer Spore gezogen.

Fig. 1. $\frac{7}{1}$.

Mycelium (1) aus einer Spore von *Agaricus melleus* gezogen mit 6 jungen Rhizomorphenanlagen (2), die Anlagen der Rhizomorphen im ersten Stadium des sclerotialen Zustandes.

Fig. 2. $\frac{8}{1}$.

Mycelium mit 5 Anlagen, aus denen sich die Vegetationspunkte der Rhizomorpha subterranea erheben. 1 das Mycelium aus einer central gelegenen Spore gebildet, 2 die ersten sclerotialen Stadien, 3 die aus diesen hervorwachsenden Vegetationspunkte der Rhizomorpha.

Fig. 3. $\frac{8}{1}$.

Mycelium mit nur 1 Anlage, aus welcher sich nach entgegengesetzten Richtungen 2 Stränge entwickeln, Bezeichnung der Einzelheiten wie früher.

Fig. 4.

Mycelium mit zwei Anlagen, aus deren einer sich ein langer Rhizomorphenstrang entwickelt hat.

Fig. 5.

Ein anderes Mycelium mit einer Anlage, aus welcher ein Rhizomorphenstrang mit secundären Verzweigungen hervorgegangen ist. 1 Mycelium,

2 erste Anlage der Rhizomorpha, 3 der Hauptstrang, der von dieser Anlage ausgeht und zwei Seitenzweige gebildet hat. An der Oberfläche des Stranges hat eine lebhafte Hyphensprossung stattgefunden (4). Fig. 4 und 5 sind die grössten Stadien, welche ich auf dem Objectträger erzielen konnte, die Spitzen der Rhizomorphenstränge sind unthätig geworden und die Rhizomorpha geht in den Dauerzustand über. Durch die weitere Cultur dieser ersten auf dem Objectträger gezogenen Stadien sind die mächtigen Stücke von der Rhizomorpha subcorticalis gewonnen, die ich im Text beschrieben habe, welche später wieder Stolonen der Rhizomorpha subterranea ausstrichen, die das Material zu den künstlichen Infectionen, den Eindringungsversuchen in Kiefernwurzeln, abgaben.

Fig. 6. $a-c$ nat. Gr. Verzweigungen der in Nährlösungen gezogenen Rhizomorpha subcorticalis. Die Stränge sind weiss, oft mehr rund, oft flach oder bandförmig. a mit primären Seitenzweigen (2), b und c mit secundären Verzweigungen aus diesen (3). Ich habe die letzten Enden der Stränge gezeichnet, welche sich bei annähernder Erschöpfung der Nährlösungen gebildet haben, ebendarum sind die Stränge so fein und dünn; die centralen Hauptarme erreichen die 10—20 fachen Dimensionen.

Fig. 7. $\frac{300}{1}$. Natürliche Endigung der letzten feinsten Verzweigungen der Rhizomorpha subcorticalis. Der Markraum (3) geht bis in die äusserste Spitze des Stranges (1). Der Strang ist an seiner ganzen Oberfläche zu mycelialen Hyphen ausgewachsen, welche sich später durch Hautbildung an der Oberfläche gleichsam in ein grosses Sclerotium umwandeln; man vergleiche Fig. 2 der folgenden Tafel.

Fig. 8. $\frac{300}{1}$. Längsschnitt durch die Spitze eines wachsenden Rhizomorphastranges. 1 einzelne radial abstehende Hyphen der Peripherie, 2 lose verbundene Hyphen der Peripherie eng anliegend, 3 die Rindenzone des Stranges aus englumigen dicht verflochtenen Hyphen bestehend; in dieser Rindenzone dauert die Vermehrung der Elemente fort durch Sprosse, welche sich zwischen die vorhandenen drängen und hie und da einmal in deutlich radialer Richtung nach Aussen verlaufen, 4 die Grenze zwischen Rinden- und Markelementen; an dieser hört die Vermehrung der Elemente allmählich auf, die Zellen folgen durch Dehnung und Streckung den Vorgängen an der Peripherie, durch die Dehnung wird der Gewebeverband der Markzellen 5 ein deutlicher. Die Zellen des Markes (5) sind in der axilen Region am grössten, wo die Elemente des Markes zuerst aufhören sich zu vermehren und ihre Streckung beginnen, sie nehmen nach der Rinde zu allmählich an Grösse ab, so dass eine bestimmte Grenze zwischen Mark und Rinde nicht besteht. 6 der Markraum, welcher schon oben im Gipfel bald hinter dem Vegetationspunkte durch Auseinanderweichen der Markzellen bei 8 entsteht. 9 secundär horizontale Scheidewände in den Zellen des Markes, 7 der Vegetationspunkt, der den Eindruck eines echten Gewebes macht, aber wahrscheinlich kein echtes Gewebe ist, sondern nur eine sehr innige Verbindung eines Hyphencomplexes.

Fig. 9. $\frac{350}{1}$. Längsschnitt durch eine Rhizomorpha subcorticalis, an welcher die Aus-

sprossung zu Mycelfäden eine äusserst lebhaft ist. 1 die Markzellen, 2 die Rinde, deren Zellen sämtlich in radialer Richtung Mycelfäden (3) austreiben.

Tafel XI.

Sämmtliche Figuren von den Rhizomorphen des *Agaricus melleus*.

- Fig. 1. $\frac{130}{1}$. Schnitt durch das erste sclerotiale Stadium einer Rhizomorphenanlage; die hinteren Theile der Fadenenden (1) in der Bildung eines Scheingewebes (2) begriffen.
- Fig. 2. $\frac{130}{1}$. Schnitt durch die Gewebehaut, welche sich aus den mycelialen Aussprossungen der *Rhizomorpha subcorticalis* (Fig. 7 und 9 der Tafel X) an der Oberfläche der Nährlösung gebildet hat.
- Fig. 3. $\frac{40}{1}$. Spitze eines dünnen Stranges der *Rhizomorpha subterranea*, 1 peripherische, in Gallerte eingebettete Hyphen, 2 Rinde und Mark, 3 der Markraum in Form eines dunklen Schattens.
- Fig. 4. $\frac{30}{1}$. Querschnitt durch einen jungen ziemlich dicken Strang der *Rhizomorpha subcorticalis*, 1 peripherische Hyphen in Gallerte eingebettet, 2 die Rinde aus sehr kleinen Zellen gebildet, welche allmählich in die grösseren des Markes (3) übergehen, 4 der Markraum nicht mit secundärem Marke ausgefüllt.
- Fig. 5. $\frac{45}{1}$. Querschnitt durch einen jungen Strang der *Rhizomorpha subterranea*, 1 peripherische Hyphenzone in Gallerte eingebettet, 2 die kleinzellige Rinde, 3 das grosszellige Mark, 4 der Markraum.
- Fig. 6. $\frac{100}{1}$. Stück eines Querschnittes von einem dicken älteren Strange der *Rhizomorpha subterranea*, 1 die eingetrocknete Gallerte mit den peripherischen Hyphen, 2 die kleinzellige braune Rinde, 3 die inneren nicht gefärbten Theile der Rinde, welche allmählich in die grossen Zellen des Markes 4 übergehen.
- Fig. 7. $\frac{20}{1}$. Querschnitt eines dicken alten Stranges der *Rhizomorpha subterranea*. 1 die eingetrocknete Gallertzone mit den peripherischen Hyphen, 2 die braune kleinzellige Rinde, 3 die inneren Theile der Rinde mit den Markzellen, 4 secundäres Mark, aus Hyphen bestehend, welche den Markzellen (3) entspringen und den Markraum schliesslich ausfüllen.
- Fig. 8. $\frac{25}{1}$. Querschnitt von einem andern alten Strange, an welchem keine Gallertzone im eingetrockneten Zustande mehr zu erkennen ist. Bezeichnung der Einzelheiten wie in der vorigen Figur.
- Fig. 9. nat. Gr. Parasitismus der *Rhizomorpha*, die als *Rh. subcorticalis* in eine frische Kieferwurzel eindringt und an den Schnittflächen zwischen Holz und Rinde als *Rh. subcorticalis* wieder zum Vorschein kommt. 1 die mit einer Haut überzogenen Rhizomorphenmassen der *Rh. subcorticalis*, von welcher die Stränge 2 der *Rh. subterranea* entspringen, 3 die Kiefernwurzel, welche gleich nach dem Abtrennen vom Stamm an die Spitze der Rhizomorphenstränge gelegt wurde. 4 ein Strang, welcher an der Schnittfläche zwischen Holz und Rinde sich eindringt, 5 5 Stränge, deren Spitzen sich direct eingebohrt haben, 6 die breiten Bänder der zwischen Rinde und Holz schon nach

wenigen Tagen hervorwachsenden Rh. subcorticalis, welche von der eingedrungenen Rh. subterranea erzeugt worden ist.

Fig. 10. nat. Gr. Ein ähnliches Präparat wie Fig. 9, die Stränge der Rh. subterranea sind über die Wurzel gewachsen und haben an ihren unteren Seiten Auszweigungen »Senker« gebildet, welche eingedrungen sind und an den Schnittflächen als geschlossener Mantel von Rh. subcorticalis (5) wieder zum Vorschein kommen; Bezeichnung der Einzelheiten wie in der vorigen Figur.

Fig. 11. nat. Gr. Ein an der Schnittfläche der Wurzel (3) eingedrungener Strang (2) der Rh. subterranea, welche ihrerseits von der in 1 abgeschnittenen Rh. subcorticalis entspringt; der Strang kommt in 4 und 5 als Rh. subcorticalis in Form eines breiten Bandes aus der Wurzel wieder heraus, geht aber sogleich bei 6 wiederum in Rh. subterranea über.
Die Figuren 9, 10 und 11 sind mit Rücksicht auf den Raum um ein erhebliches Stück verkürzt wiedergegeben.

Berichtigungen.

Seite 14 Anmerk. 1 Zeile 6 lies oder für eine eigene Art statt als für eine

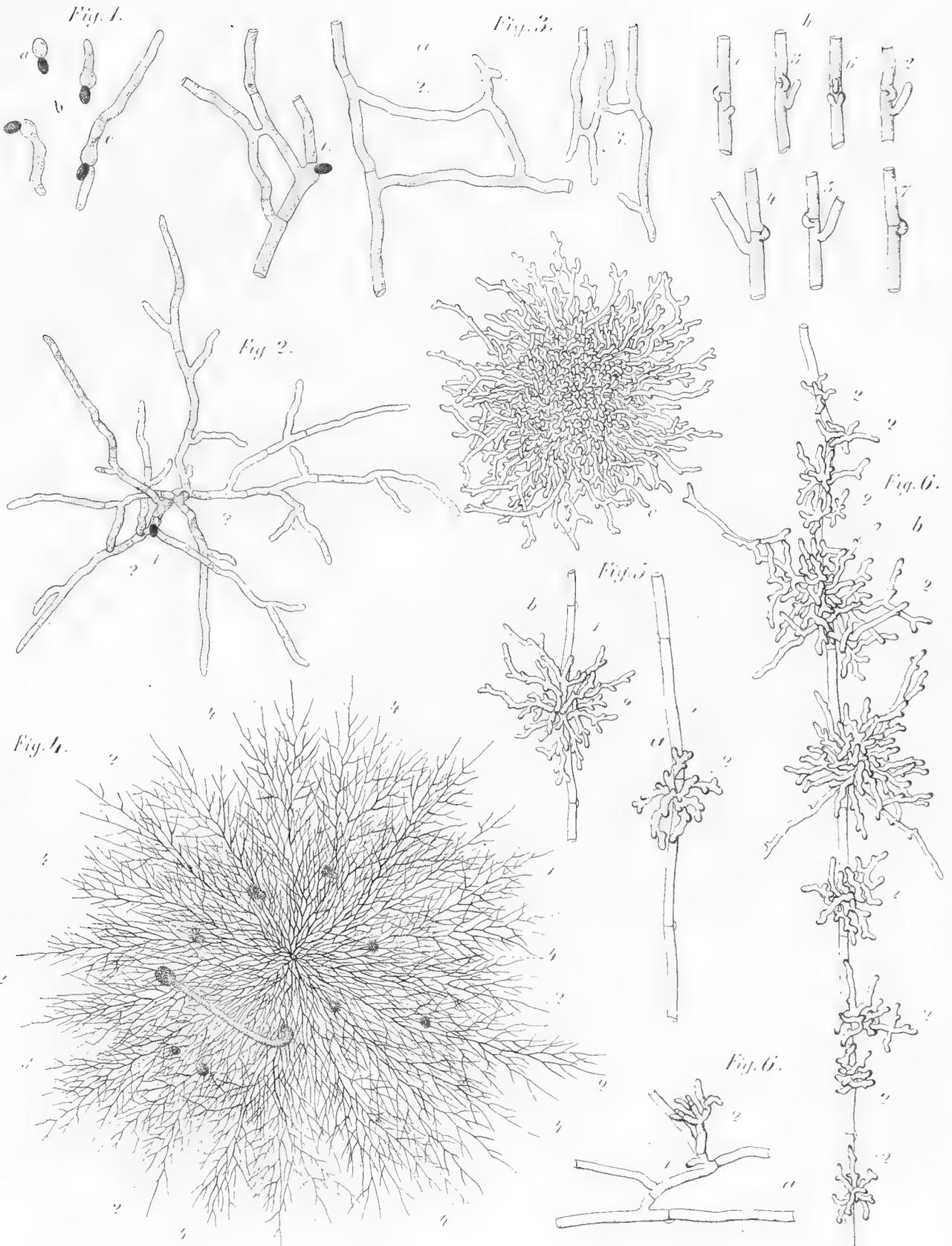
Seite 74 Zeile 2 lies oft bis 20 statt oft bis 70.

Seite 85 Zeile 4 von unten lies fortwachsend neue Archegonien statt fortwachsende neue Archegonien.

Seite 102 Zeile 14 lies Fruchtträger statt Fruchtkörper.

Seite 129 Zeile 10 lies centrifugal statt centripetal.





LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Fig. 1.

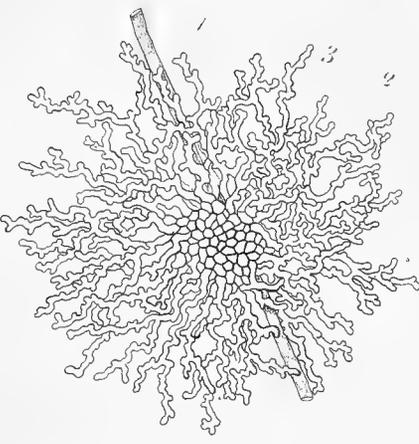


Fig. 2.

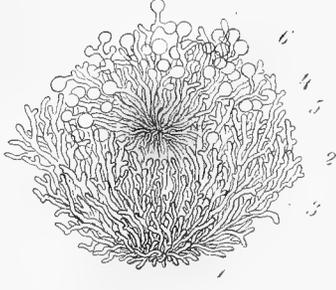


Fig. 3.

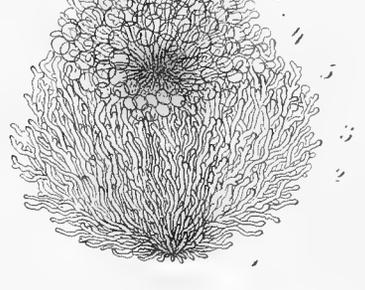


Fig. 4.

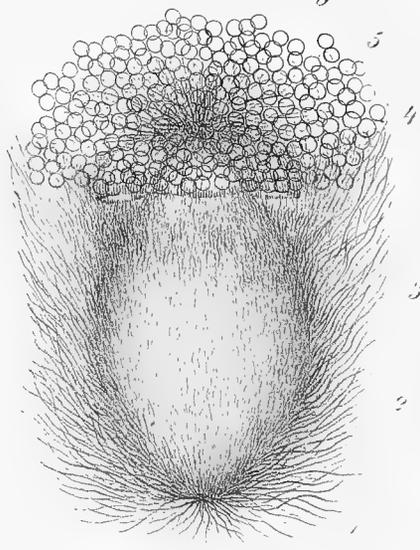


Fig. 7.

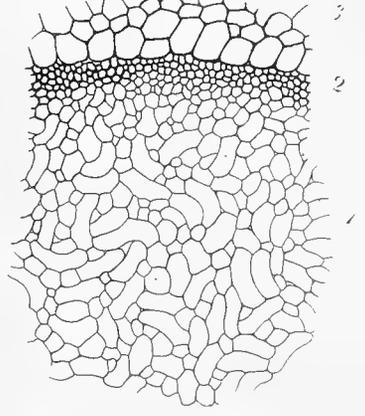


Fig. 5.

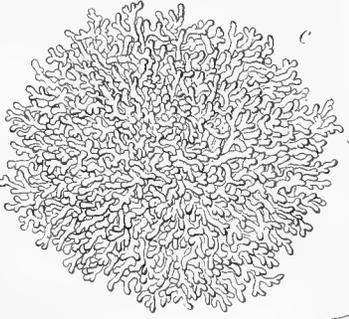
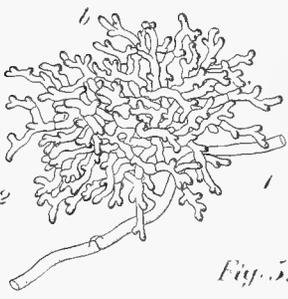


Fig. 6.

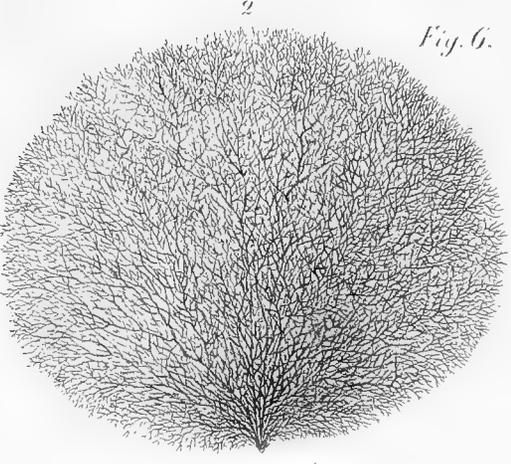


Fig. 8.



Fig. 9.

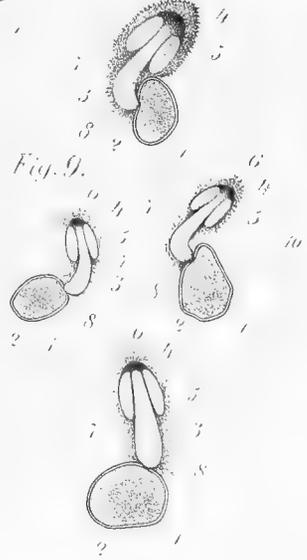
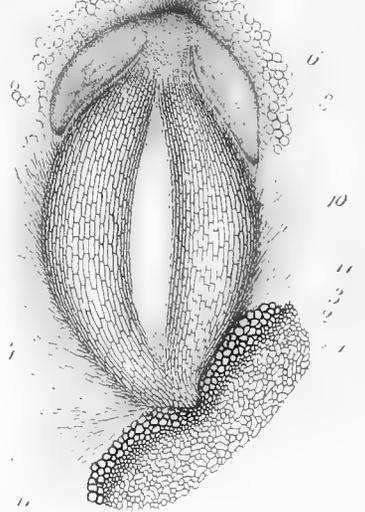
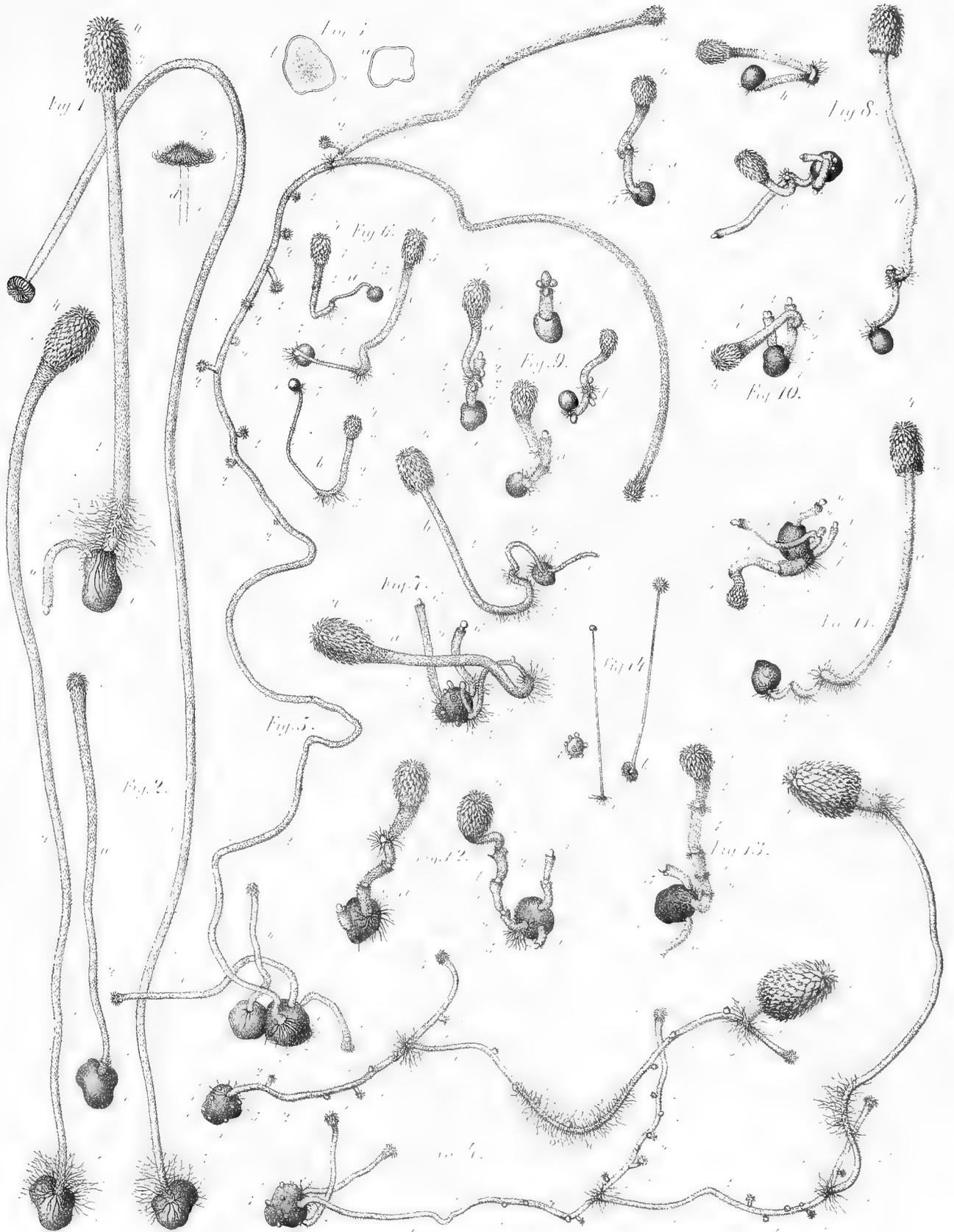


Fig. 10.





LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Fig. 2.

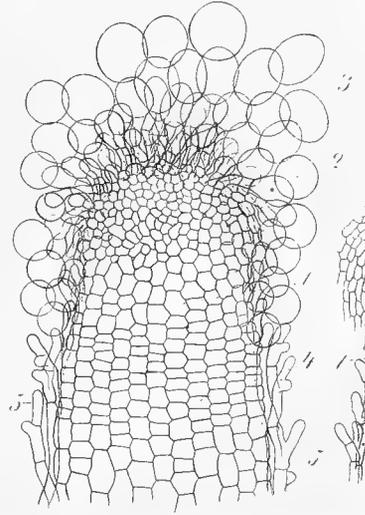


Fig. 3.

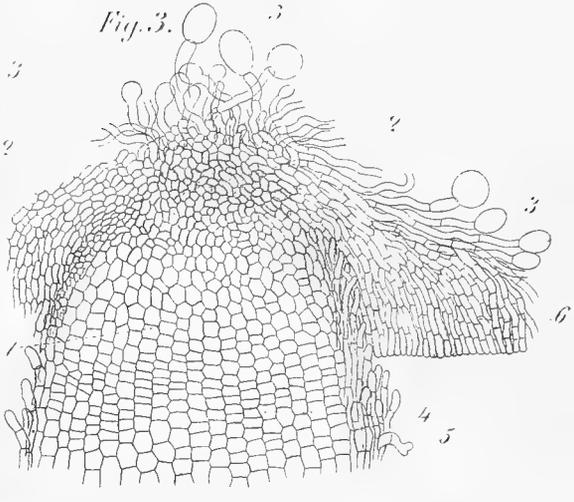


Fig. 1.



Fig. 4.

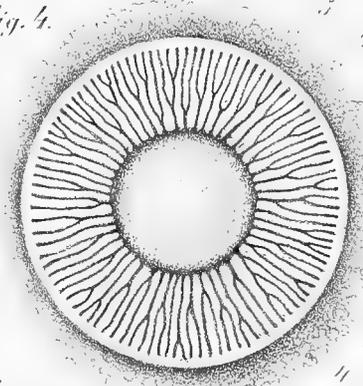


Fig. 5.

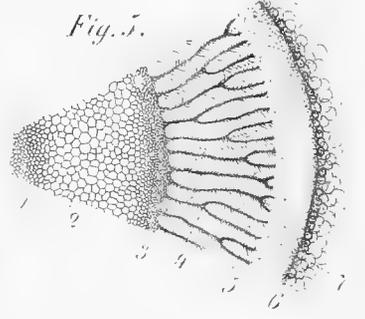


Fig. 8.

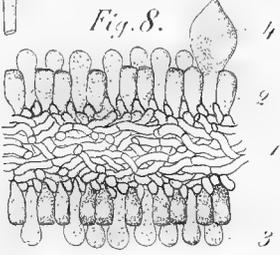


Fig. 7.

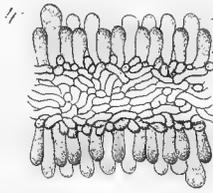


Fig. 11.

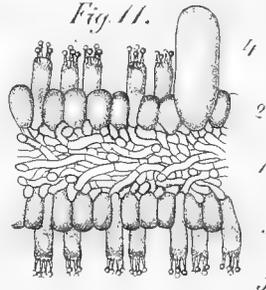


Fig. 14.

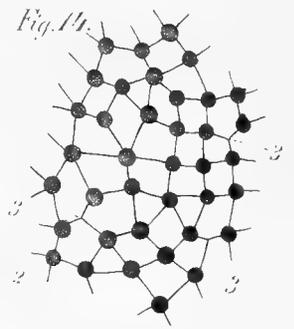


Fig. 9.

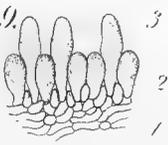


Fig. 13.

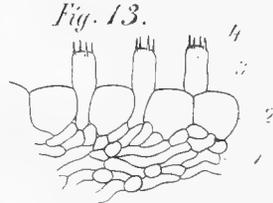


Fig. 10.

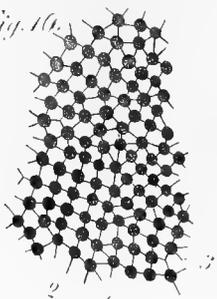


Fig. 12.

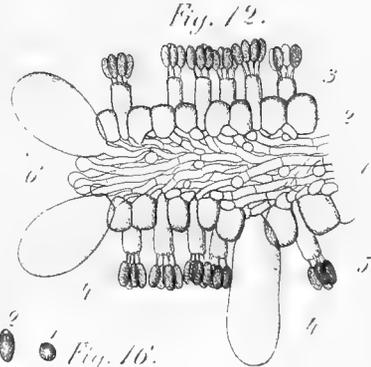


Fig. 15.

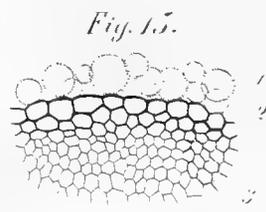


Fig. 6.

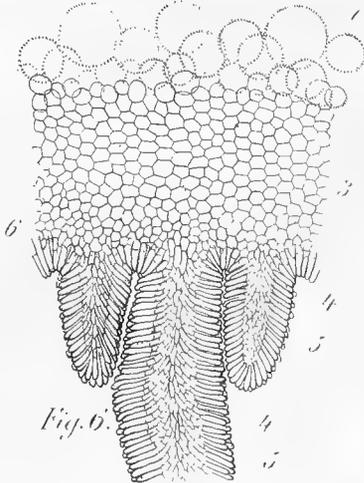


Fig. 16.



LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Fig. 2.

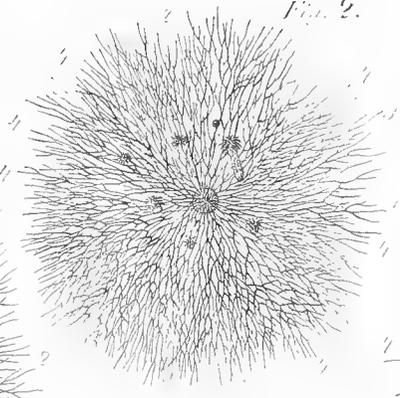


Fig. 1.

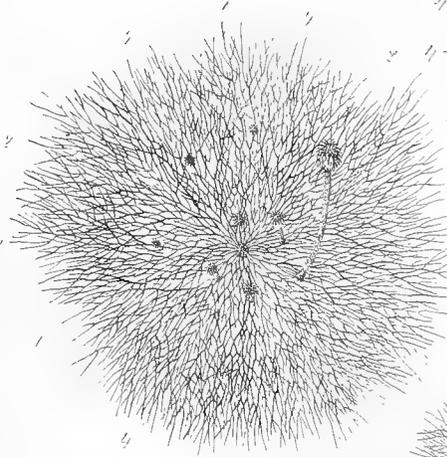


Fig. 7.

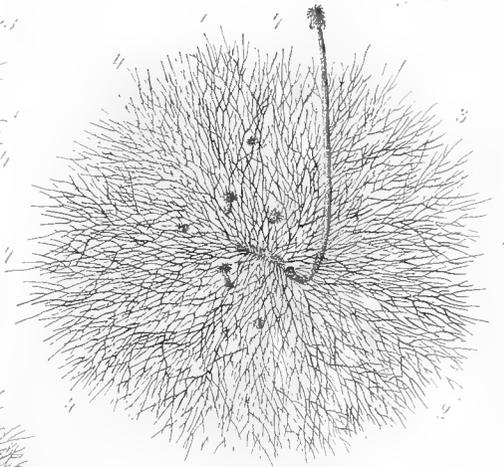


Fig. 4.

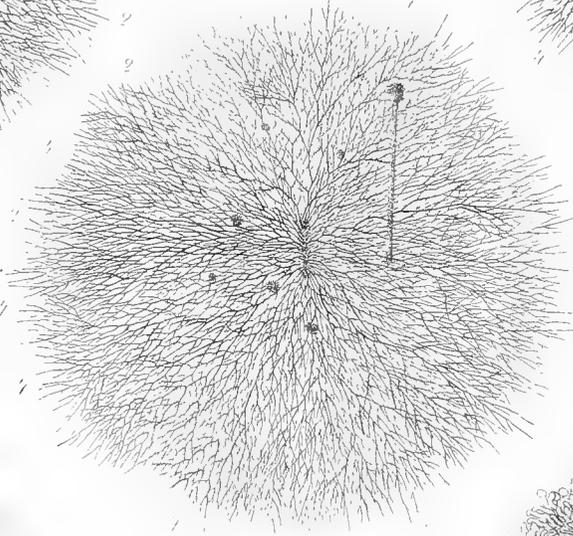


Fig. 6.



Fig. 5.



Fig. 8.

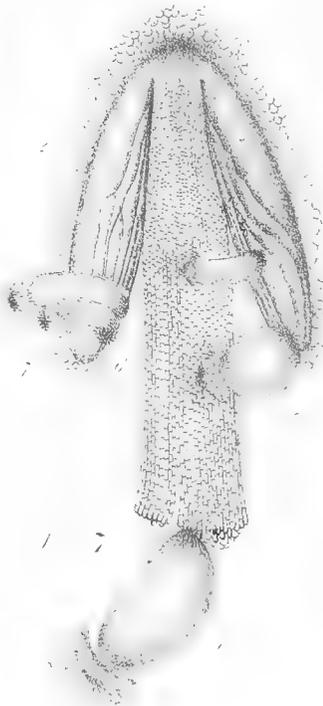


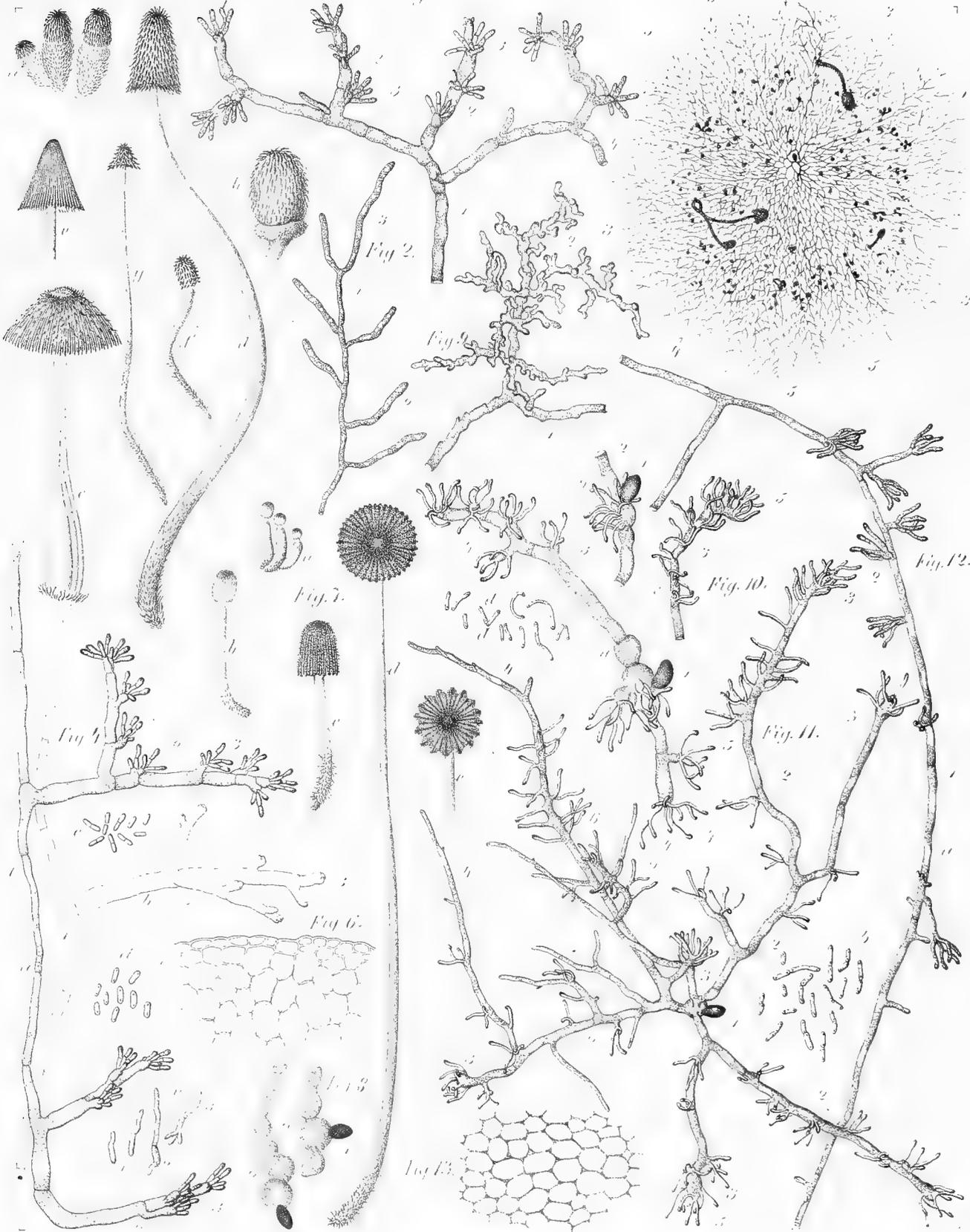
Fig. 9.



Fig. 5.

Fig. 3.

Fig. 1.



LIBRARY
NEW YORK
UNIVERSITY
1958

Fig. 1.

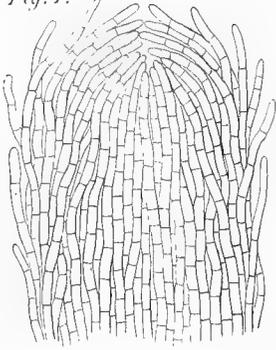


Fig. 2.

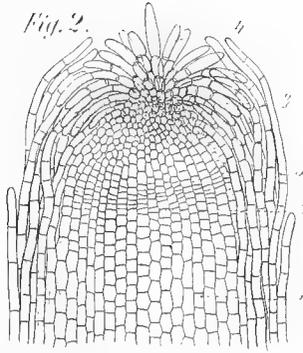


Fig. 3^a

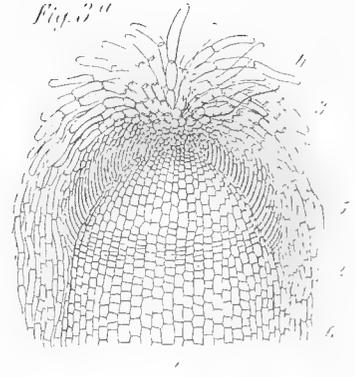


Fig. 4.

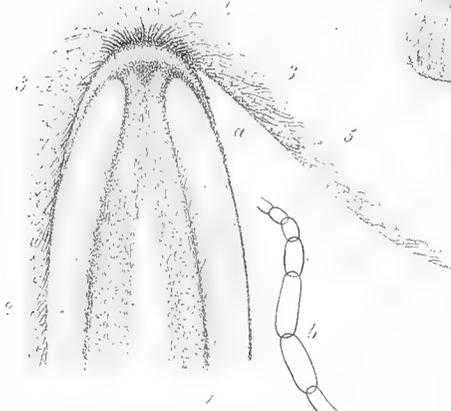


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 3^b



Fig. 7.

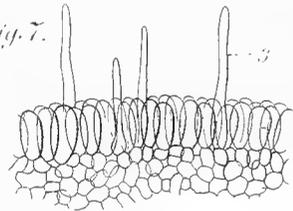


Fig. 8.

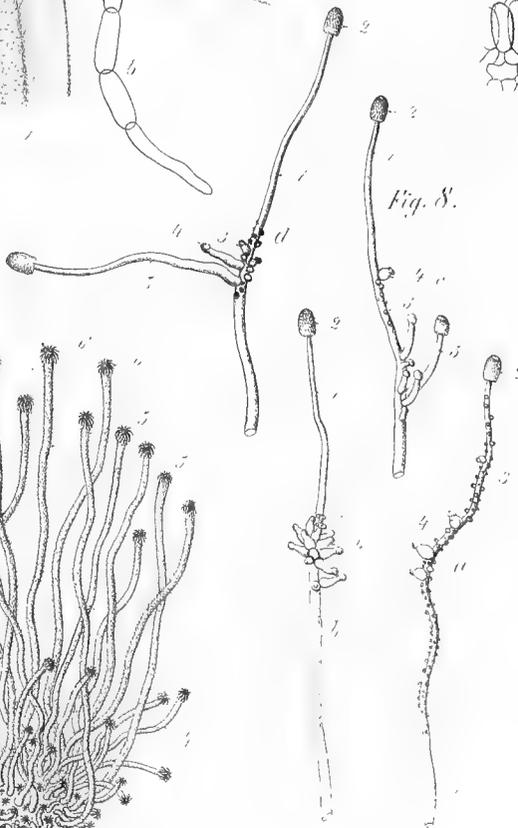


Fig. 9.

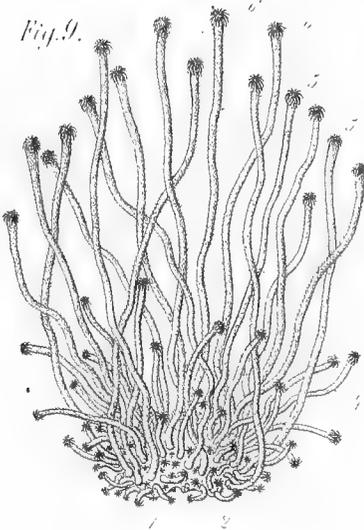
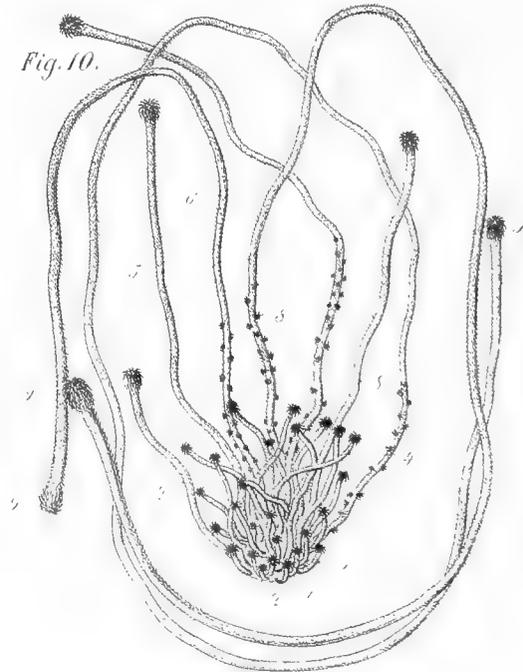


Fig. 10.



LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

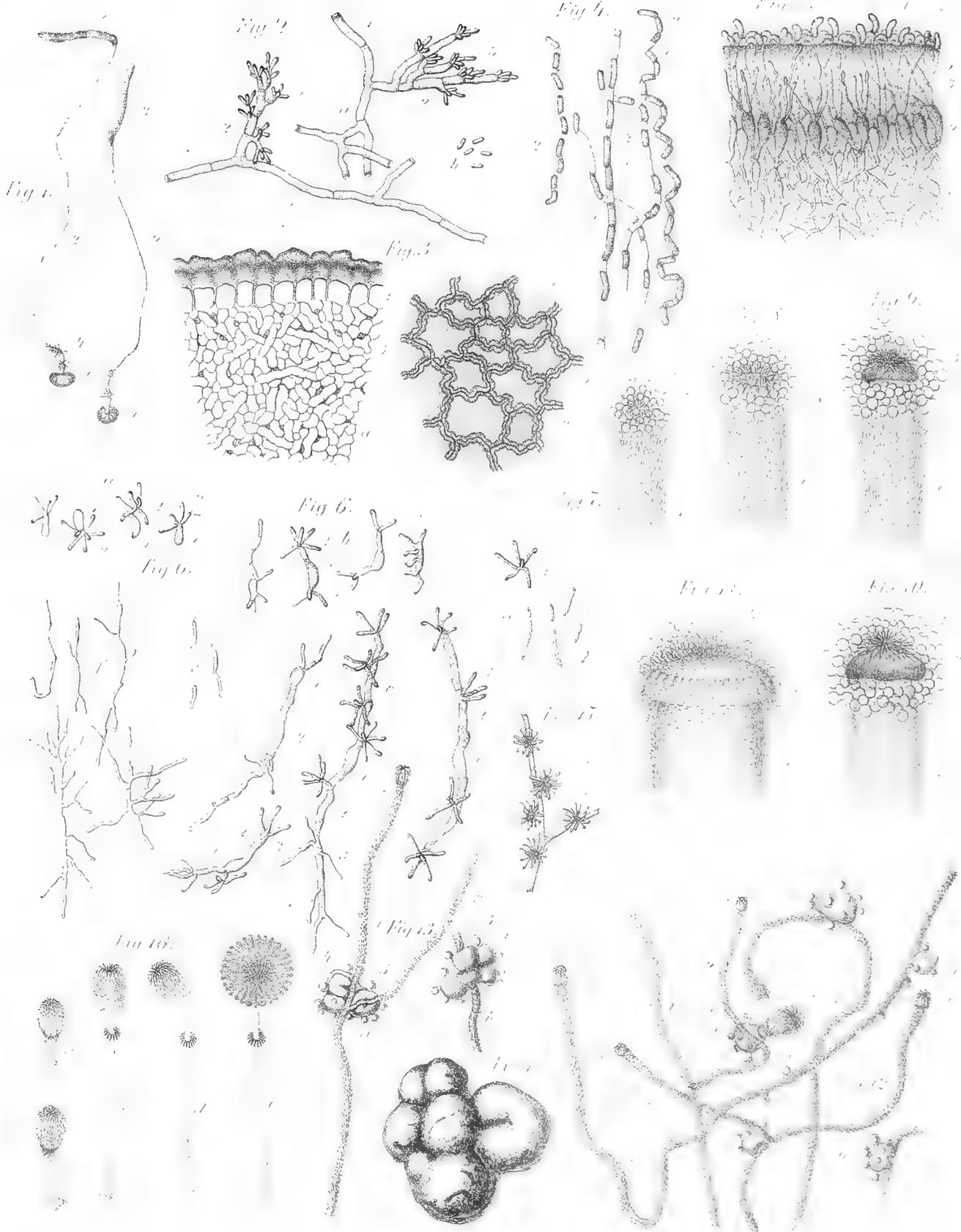


Fig. 1.

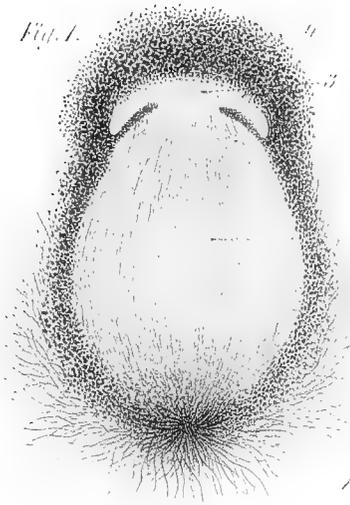


Fig. 2^a

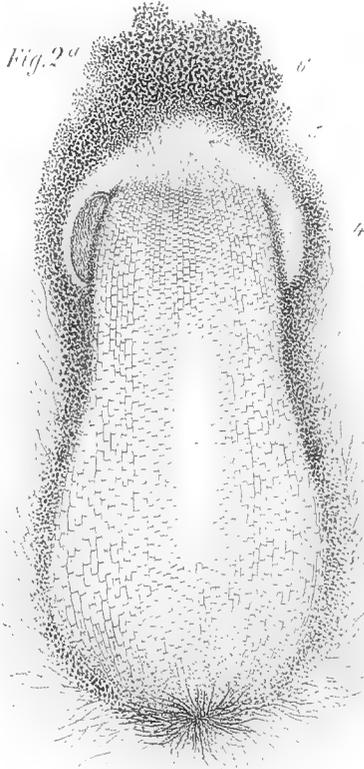


Fig. 2^b

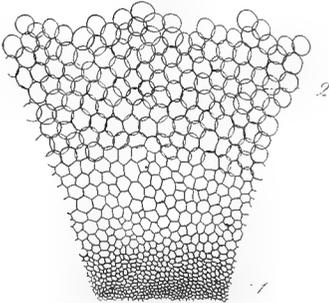


Fig. 3.

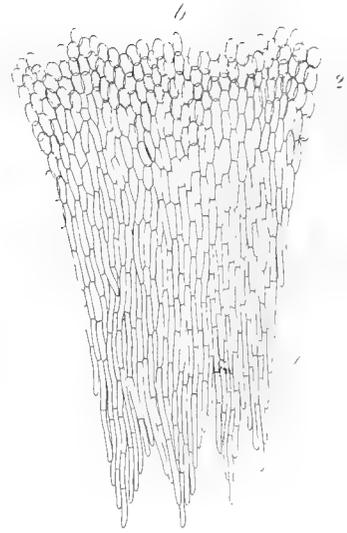


Fig. 5.

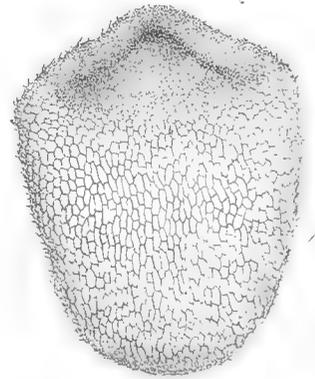


Fig. 4.

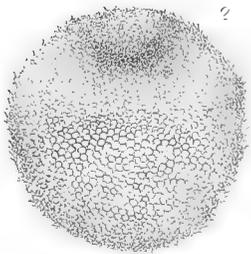


Fig. 8.

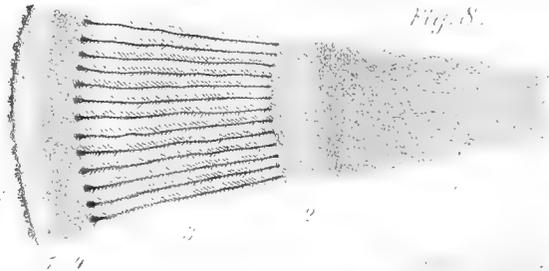


Fig. 7.

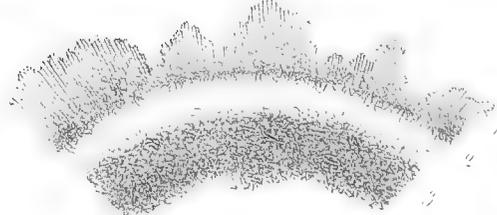
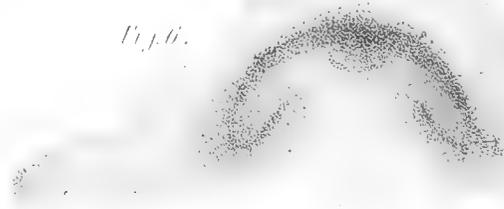


Fig. 6.



LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Fig. 7.

Fig. 3.

Fig. 9.

Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 5.

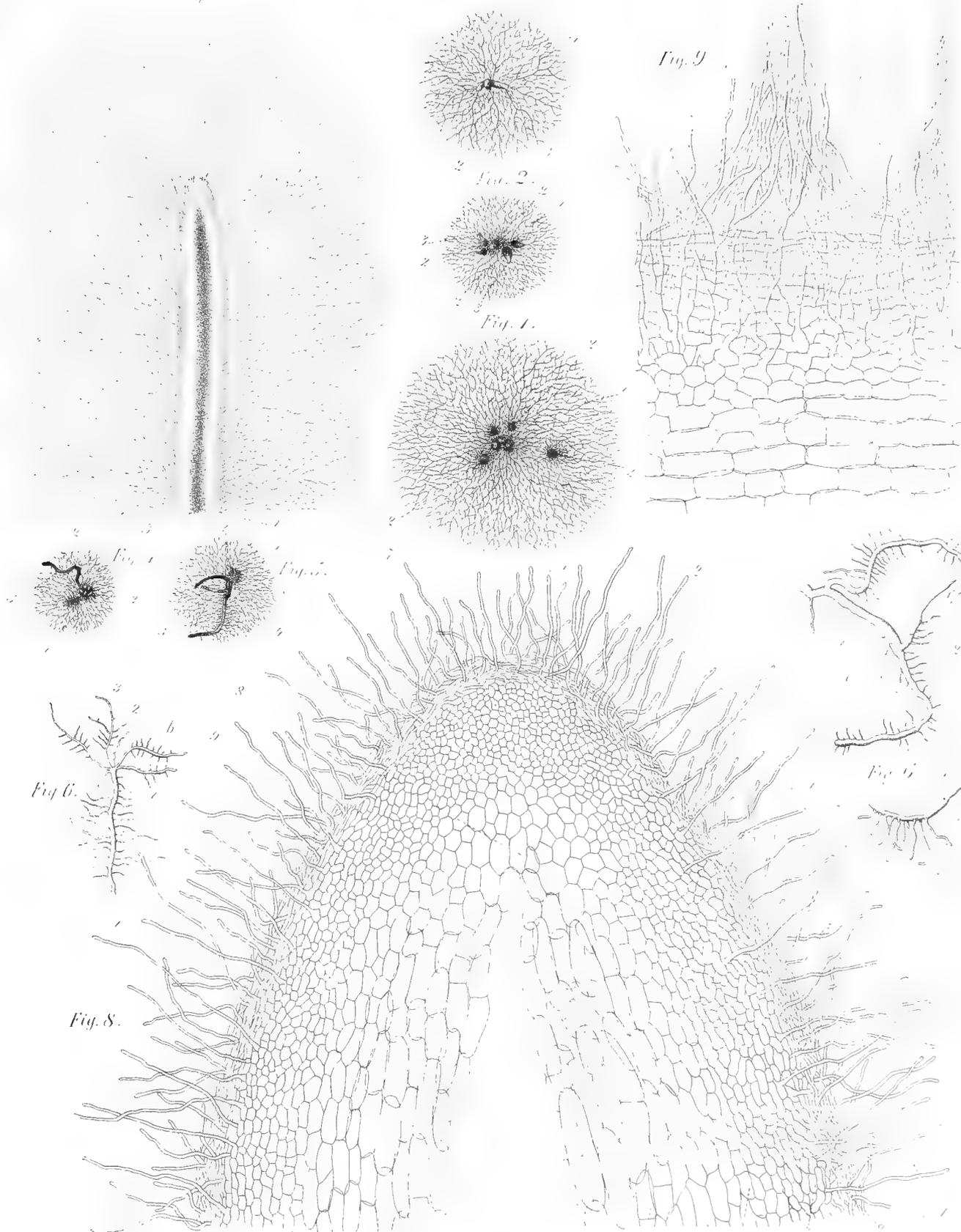
Fig. 6.

Fig. 8.

Fig. 10.

W. Zopf gez.

C. F. Schmidt lith.



LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Fig. 1.

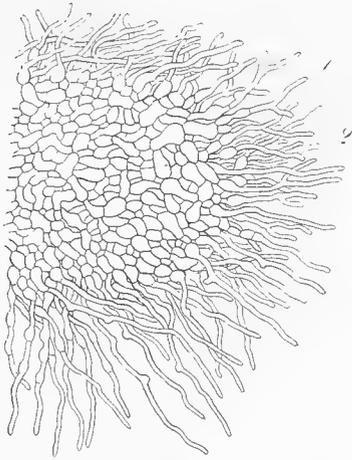


Fig. 2.

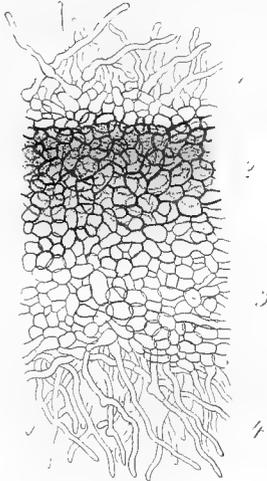


Fig. 7.

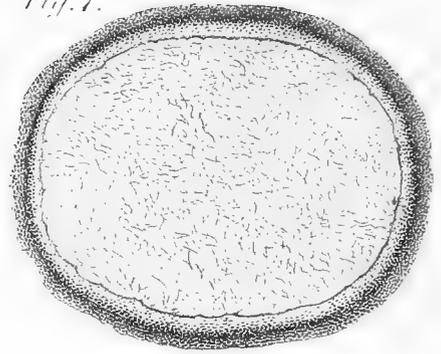


Fig. 6.

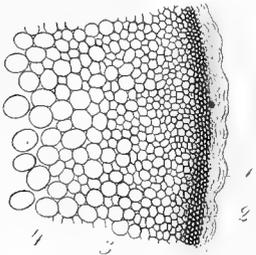


Fig. 4.

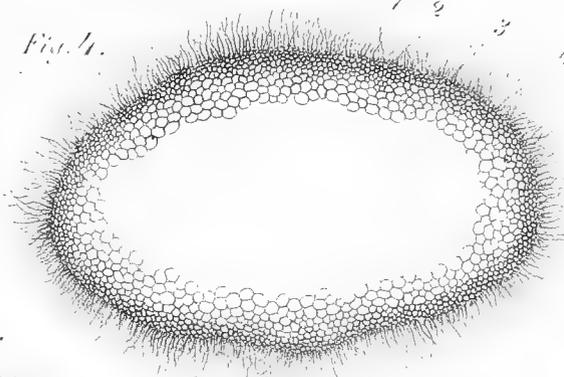


Fig. 8.

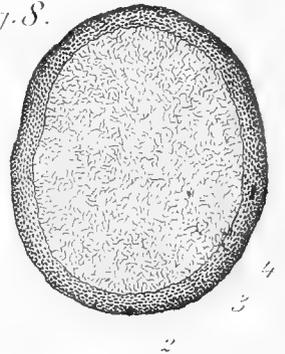


Fig. 5.

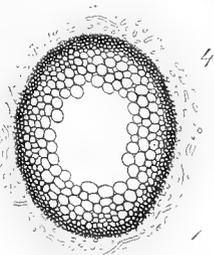


Fig. 9.

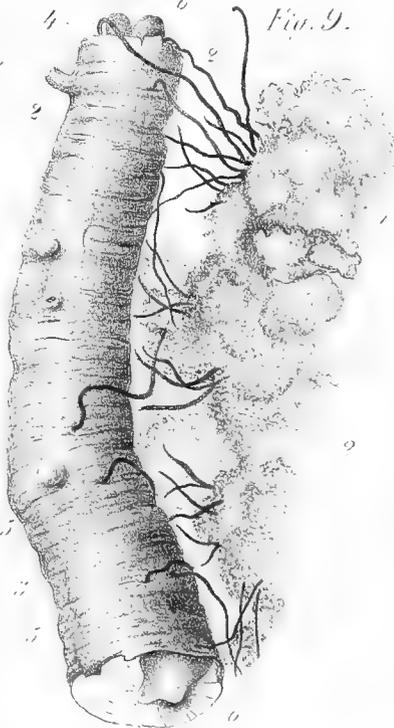


Fig. 10.

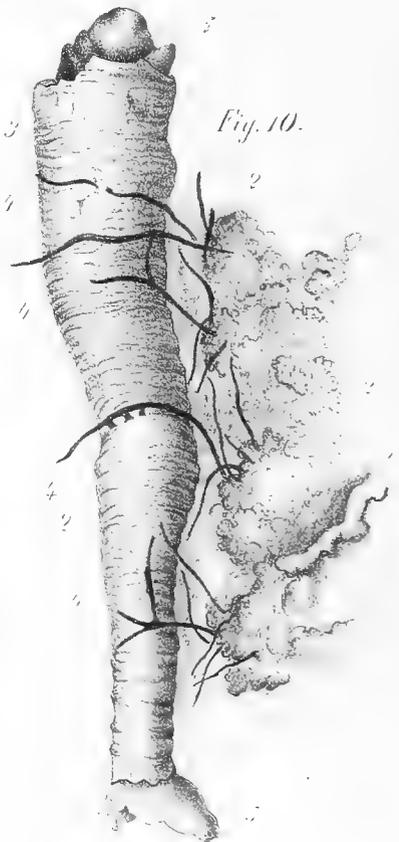


Fig. 3.

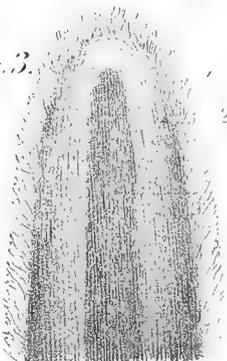
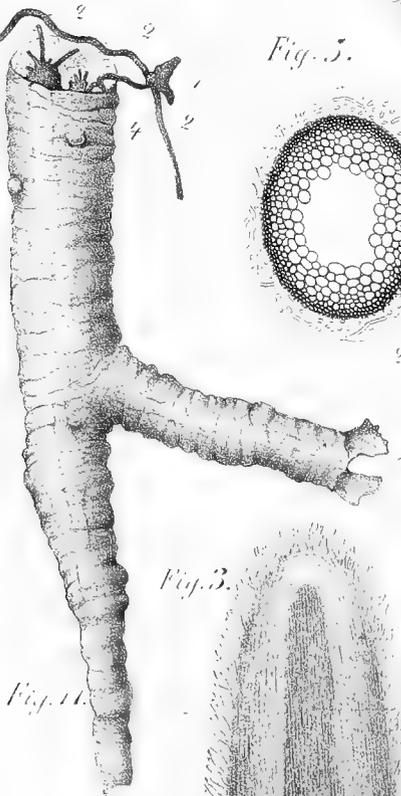


Fig. 11.



LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

QK628.A1 B7 Heft 3
Brefeld, Oscar/Untersuchung



3 5185 00066



Made in Italy

08-08 STD



8 032919 990020

www.colibrisystem.com

