Beiträge zur Kenntnis der Reproduktions- und Regeneration rationsvorgänge bei Pilzen und der Bedingungen des Absterbens myzelialer Zellen von Aspergillus niger.

Von **Paul Köhler.**

Mit 10 Abbildungen im Texte.

A. Einleitung und Literaturangabe.

Reproduktion und Regeneration sind Ersatztätigkeiten, die ma an höheren Pflanzen schon seit altersher kennt. praktlich ausgenütz und auch schon oft wissenschaftlich untersucht hat. Unter den niedere Pflanzen sind in dieser Hinsicht sehr eingehend Moose und in jüngste Zeit vor allem die Algen bearbeitet worden. Was die Pilze anbetrifft so beschränken sich die Kenntnisse über ihre Reproduktions- und Re generationsfähigkeit teils auf Tatsachen, die mehr nebenbei im Anschlu an andere Arbeiten gefunden wurden, teils auf gelegentliche Beobach tungen und Untersuchungen. Der Umfang der für diese Organisme gefundenen Ergebnisse ist infolgedessen noch klein. Den Nachwe davon soll im folgenden eine Zusammenstellung der bis jetzt bekannte Resultate geben.

Von manchen Schimmelpilzen vermag eine jede ausgewachsen Zelle des vegetativen Myzels einen ganzen Organismus zu reproduzieren[2]. Ebenso entsteht aus einer abgetrennten vegetativen Hyphe von Muco die ihre Wunde durch Bildung einer Membran verschließt, ein vol ständiger Organismus[3]). Die Untersuchungen von Klebs an Eurotiu herbariorum lehren, daß auch differenziertere Zellen ebenso repro duktionsfähig sein können wie vegetative Zellen Denn die Konidien träger dieses Pilzes lassen, wenn sie in Nährlösung untergetauch werden, ein vegetatives Myzel hervorgehen[4]).

Auch Parasiten können Reproduktionsvorgänge auslösen. So treib nach Brefeld ein Sporangiumträger von Mucor Mucedo, der von Pipto

---

1) Unter Reproduktion verstehe ich in Anlehnung an Pfeffer (Pflanzen physiologie, Leipzig 1901, Bd. II, pag. 204) einen Ersatz durch Neubildungen, An wachsen von Anlagen usw., unter Regeneration dagegen die Ersatztätigkeit, die ein Wiederherstellung des Hinweggenommenen von der Wundfläche aus bewirkt.

2) Pfeffer, Pflanzenphys., Leipzig, Bd. II, pag. 205.

3) van Tieghem, Annal. d. scienc. naturell. 1875, VI. sér., T. I, pag. 19.

4) Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilze 1896, pag. 458.

ephalis befallen wird, Seitenzweige, die ebenfalls zu Sporangienträgern erden, indem an ihren Enden kleine Sporangien entstehen[1]).

Wie die untergetauchten Konidienträger von Eurotium herbariorum erhalten sich auch Teilstücke von Fruchtkörpern einiger höherer Pilze. refeld brachte Teile des Fruchtkörpers von Coprinus stercorarius[2]), oprinus ephemerus[3]) und Peziza Sklerotiorum[4]) in Nährlösung oder uf Nährsubstrat und sah, wie aus ihnen ein vegetatives Myzel hervorng. Es war gleichgültig, ob er zu diesen Versuchen Stielteile, Hutile oder Lamellen verwendete: stets erhielt er dasselbe Resultat.

Die gleiche Fähigkeit wie diese Teilstücke zeigen nach de Bary ie Sklerotien der Sklerotinien[5]); denn diese lassen, wenn sie sich nerhalb einer Nährlösung befinden, die an die Schnittfläche grenzenen Hyphen zu einem vegetativen Myzel austreiben. In einem feuchten aume dagegen entsteht bei denselben Sklerotien, wie auch an dem klerotium von Claviceps purpurea eine kallusartige Wucherung auf er Schnittfläche.

Ähnliches Verhalten beobachtete Brefeld an den Sklerotien von oprinus stercorarius, insofern bei diesen die Zellen der Schnittfläche uf Nährsubstrat zu Myzel auswachsen[6]). Auf feuchtem Sande aber erwandeln sich die durch den Schnitt frei gelegten Zellen des Sklerums in Rindenzellen, indem sich ihre Membran schwärzt und außerem kutilarisiert wird[7]).

Dieselbe Abhängigkeit in der Qualität der Neubildung von dem e umgebenden Medium zeigen die von Brefeld untersuchten Teilücke des Fruchtkörpers von Coprinus, die, wie bereits erwähnt wurde, Nährlösung zu Myzel aussprossen; denn sie produzieren auf feuchtem ande ausgelegt, kleine, aber sonst normale Fruchtkörper mit Hut und tiel[8]). Hierbei ist es wieder gleich, welchem Gewebe des Fruchtörpers die Teilstücke entstammen.

Bei Coprinus stercorarius konnte Brefeld auch sehen, wie der eggeschnittene Hut von dem noch wachsenden Fruchtträger regeneert wird[9]).

---

1) Brefeld, Untersuchungen über Schimmelpilze, 1872, Heft I, Tafel I, g. 24. Beschreibung pag. 58.

2) Ders., Ibidem, 1877, Heft III, pag. 78 ff.

3) Ders., Ibidem, Heft III, pag. 114.

4) Ders., Ibidem, Heft IV, pag. 121, Anm.

5) de Bary, Morphologie und Biologie der Pilze, 1884, pag. 42.

6) Brefeld, l. c. Heft III, pag. 82.

7) Ders., l. c. Heft III, pag. 25.

8) Ders., l. c. Heft III, pag. 72 ff.

9) Ders., l. c. Heft III, pag. 69.

Die Reproduktion von Fruchtkörpern am Hut oder Stiel ist nu ein Verhalten, wie es auch bei anderen höheren Pilzen festgestel worden ist. — Neue Fruchtkörper bildet nach Goebel[1]) der Fruch körper von Stereum hirsutum, wenn er beschnitten, aber auf seine natürlichen Nährboden belassen wird, und zwar gehen die Neubildunge von den Schnittflächen aus.

Werden die „zarten Spitzen" einer von Hennings beobachtete Xylaria, die der Gattung Kretschmeria angehört, von Nacktschnecke abgenagt, so entwickeln sich auf den zurückbleibenden Stielstümpfe kopfförmige Fruchtkörper[2]). Eine ähnliche Reaktion konstatierte Hen nings an dem Fruchtstiel von Claviceps purpurea, der im Frühjah aus dem Sklerotium hervorbricht. Wird nämlich das Köpfchen, in de die Askussporen entstehen, abgebrochen, so reproduziert der Stiel v neuem „seitlich halbkugelige Köpfchen"[3]).

Hennings führt weiter eine Anzahl von Pilzen an, auf der Hut aus unbekannten Ursachen kleinere Fruchtkörper mit Stiel und H hervorwachsen[4]). Nach seinen Angaben sollen derartige Abnormität in der Natur öfter vorkommen, z. B. bei Boletus scaber, Boletus su tomentosus, Russula emetica, Tricholoma rutilans, Tricholoma brev ceps usw.

Endlich sind auch manche Pilze imstande, Schäden, die sie dur Verletzungen erhalten haben, zu verheilen. Bei Boletus edulis wi nach Massart das Hymenium dort, wo es von Schnecken weggefress worden ist, von neuem gebildet[5]). Bei Trametes gibbosus entsta auf der Schnittfläche, die von Massart senkrecht zu den horizontal Schichten des Fruchtkörpers gelegt wurde, eine neue Oberfläche, d genau so stark war als die, die in derselben Zeit zu der unberührten ober Seite hinzukam[6]). Endlich beobachtete Massart, daß an Agaric campestris spontane Verletzungen vollkommen vernarbt werden[7]). D Agaricus campestris überhaupt ein besonders günstiges Objekt für d Studium der Reproduktion sowohl als auch der Regeneration ist, beweis die vorläufigen Mitteilungen von Magnus, der z. B. eine Regenerati des Hymeniums und der Lamellen an diesem Pilze beobachtete[8]).

1) Goebel, Flora 1903, pag. 143 ff.
2) P. Hennings, Hedwigia, XL, 1901, pag. 140.
3) Ders., l. c. pag. 140.
4) Ders., l. c. pag. 138.
5) Massart, La cicatrisation chez les végétaux, 1898, pag. 18.
6) Ders., l. c. pag. 19.
7) Ders., l. c. pag. 18.
8) W. Magnus, Ber. d. botan. Gesellsch. 1903, pag. 129.

Damit ist in großen Umrissen alles das angegeben, was wir bis tzt über Reproduktion und Regeneration bei Pilzen wissen. Es lag ihe, diese Reaktionsfähigkeit der Pilze einmal einer systematischen earbeitung zu unterziehen, um durch Ausfüllung von Lücken und ırch Heranziehung von noch nicht untersuchten Objekten das Erhrungsmaterial über diesen Gegenstand zu vermehren. Zu diesem wecke wurde eine Reihe von Pilzen, von den einfachsten bis zu den fferenziertesten Formen, auf ihre Reproduktions- und Regenerationshigkeit geprüft.

Die durch diese Untersuchungen gewonnenen Resultate ermöghen einen geschlossenen Überblick über die betreffenden Erscheinungen ıd gestatten uns weiterhin, zur Diskussion einiger Fragen allgemeinerer atur zu schreiten. Hierher gehört in erster Linie die Frage nach r Allgemeinbefähigung der einzelnen Zellen und Zellteile der unterıchten Pilze und deren Realisierbarkeit. Daran schließt sich als veite Frage, in welcher Weise die Außenbedingungen auf die Lenkung r Reproduktionstätigkeit von Einfluß sind, und damit im Zusammenıge eine dritte Frage, inwieweit nämlich die Qualität der Neubildung m Zustande des Teilstückes abhängig ist.

B. Experimenteller Teil.

I. Versuche mit Schimmelpilzen.

Die Untersuchungen wurden zuerst an den einzelligen Schimmelılzen Mucor stolonifer und Phycomyces nitens vorgenommen. Was das getative Myzel von Mucor anbetrifft, so ist, wie wir bereits eingangs wähnten, schon von van Tieghem festgestellt worden, daß eine abtrennte Hyphe aus sich das Ganze zu bilden vermag. Diese Tatche wurde zunächst noch einmal experimentell bestätigt. Die weiteren ntersuchungen aber zielten darauf hinaus, zu erfahren, ob auch diffenziertere Gebilde, als es die vegetativen Hyphen sind, die Fähigkeit ır Reproduktion eines neuen Organismus besitzen. Infolgedessen urden von Mucor stolonifer untersucht: die Lufthyphen, die aus dem yzel als unverzweigte Hyphen in die Luft emporwachsen, die Stolonen ıd die Rhizoiden, die bei Kontakt mit einem festen Körper an den olonen entstehen; der Sporangiumträger und das Sporangium.

Bei Phycomyces nitens beschränkten sich die Versuche auf die ıfthyphen, den Sporangiumträger und das Sporangium.

1. Mucor stolonifer.

Obwohl die Ergebnisse van Tieghems in der Hauptsache beätigt werden konnten, muß doch einiger kleiner Abweichungen halber,

die sich einstellten, eine mehr wiederholende Darstellung der betreffe den Versuche erfolgen.

Es sei schon hier bemerkt, daß die zu den Versuchen nötig Operationen möglichst steril ausgeführt wurden.

Um das vegetative Myzel von Mucor stolonifer zu untersuche brachte ich eine Einzelspore in einen Nährtropfen auf Deckgläsche und ließ sie in einer feuchten Kammer (feuchter Papprahmen) au keimen. Sobald sich ein verzweigtes Myzel gebildet hatte, wandte ic das Deckgläschen um und suchte das Objekt mit Hilfe zweier steril Nadeln zu zerreißen. Eine nachträgliche Beobachtung zeigte fast ste daß einige Hyphen verletzt oder vollkommen vom übrigen Myzel a getrennt waren.

Betrachten wir zunächst eine Wundstelle des Myzels! Ist ei Hyphe nur gedrückt oder gequetscht worden, so ist der Ort der Ve letzung daran zu erkennen, daß sich das Plasma an der betreffend Stelle dunkler gefärbt hat: es stirbt bald ab. War die Verwundu aber so stark, daß eine kleine Öffnung im Zellschlauche entstand, fließt ein Teil des Plasmas aus, nimmt ebenfalls bald eine dunkle Färbung an und geht zugrunde. In beiden Fällen verläuft die m folgende Reaktion in gleicher Weise: Auch in dem unmittelbar an d Wunde angrenzenden, intakt gebliebenen Teile der Hyphe färbt si das Plasma dunkler und stirbt ab. Erst in einiger Entfernung v der Wunde erscheint es wieder hell. Die Grenze zwischen der heller und dunkleren Partie des Plasmas, zunächst noch etwas undeutli tritt nach wenigen Minuten sehr scharf hervor. Es ist die Stelle, eine Abschlußmembran gebildet wird, die sich konvex nach der Wun vorwölbt. Der ganze Vorgang von der Verletzung bis zum Verschl durch diese Membran nimmt nur kurze Zeit in Anspruch. Was d ersten Teil der Wundreaktion, ehe die Abschlußmembran gebildet wi anbetrifft, so beobachtete Ch. Ternetz eine ähnliche Erscheinung Ascobolus careus, insofern bei diesem Pilze nicht nur die verletz Zelle, sondern auch die an diese angrenzenden absterben[1]).

Dadurch daß nun bei Mucor stolonifer die Bildung einer V narbungsmembran auf beiden Seiten der Wunde vor sich geht, wi die verletzte Stelle vollständig isoliert. Damit ist aber das Myzel, we es nur an einer Stelle verwundet wurde, in zwei Teile zerlegt worde die entweder beide größere Komplexe darstellen oder von denen d eine nur durch ein Hyphenende repräsentiert werden kann. In beid

1) Ch. Ternetz, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XXXV, pag. 282.

ällen lebt jedes der beiden Teilstücke selbständig weiter. Ein auf ese Weise isoliertes Hyphenende fährt fort, mit seiner unverletzten pitze weiter zu wachsen, es treibt Seitenzweige und bildet schließlich ruktifikationsorgane, reproduziert also einen ganzen Organismus.

Wird eine Hyphe gleich von Anfang an vollständig vom Myzel etrennt, so spielen sich ganz dieselben Vorgänge ab.

Endlich kann es noch vorkommen, daß Hyphenstücke aus dem yzel getrennt werden, die auf zwei Seiten verletzt sind. Auch diese lden dann nach den beiden Wunden hin Abschlußmembranen in der rt, wie oben dargelegt wurde; vorausgesetzt bleibt dabei, daß der-tige Teilstücke nicht unter eine gewisse Größe herabsinken.

Soweit stimmen meine Versuche mit denen van Tieghems über-n. Nun behauptet dieser Autor noch, daß die verletzte Hyphe „im lgemeinen" einen Seitenzweig unter der Wundmembran hervortreibe[1]. as könnte den Glauben erwecken, als ob hier ein korrelativer Zu-mmenhang bestände zwischen der Verwundung einerseits und der uszweigung andrerseits, eine Erscheinung, die an manchen Algen fest-estellt worden ist aber von mir, so oft ich auch den Versuch wieder-olt habe, nicht beobachtet werden konnte. Die Seitenzweige entstanden gellos in einiger Entfernung von der Abschlußmembran.

Es fragt sich nun, ob diese Abschlußmembran selber wachstums-hig ist, ob sie also die fortwachsende Spitze ersetzen kann. Van ieghem hat „selten" gesehen, daß „die Vernarbungsscheidewand sich lbst weiter entwickelt und daß sich so die Hyphe in ihrer ersten ichtung quer durch den toten Teil verlängert"[2]. Ich selbst habe eine rartige wachsende Abschlußmembran nicht beobachten können, was cht ausschließt, daß sie doch die Fähigkeit dazu besitzt, die unter mständen dann realisiert wird, wenn man die Bildung von Seiten-phen verhindert.

Von den differenzierten Gebilden untersuchte ich zunächst die ıfthyphen. Diese Lufthyphen repräsentieren im Gegensatz zu den schlängelten Hyphen des vegetativen Myzels geradlinig begrenzte linder, die sich außerdem durch ihre Breite und ihre dunklere Fär-ung auszeichnen. Um sie bequem erlangen zu können, züchtete ich n Pilz auf Brot. Die Lufthyphen schnitt ich mit einer sterilen heere ab und brachte sie in einen Hängetropfen oben beschriebener t. Die durch den Schnitt entstandene Wunde wurde in derselben eise von dem übrigen Teile der Hyphe durch eine Vernarbungsmem-

1) van Tieghem, l. c. pag. 20.
2) Ders., l. c. pag. 20.

bran abgeschlossen, wie dies auch an der verletzten vegetativen Hyphe geschieht. An diesen isolierten Lufthyphen erscheinen nun nach der Vernarbung der Wunde starke Seitenzweige (Fig. 1), die sich sofort nach Austritt aus der Mutterhyphe in zwei oder drei Äste teilen und so dieselbe Breite wie die Hyphen des vegetativen Myzels erlangen. Auch hier erfolgt die Anlage der Seitenzweige in bedeutender Entfernung von der Abschlußmembran. Ein Wachstum der unverletzt gebliebenen Spitze, durch das normal die Lufthyphe verlängert wird, findet innerhalb der Nährlösung nicht statt.

Ich wandte mich nun zur Untersuchung des Sporangiumträgers und des Sporangiums. Über die Reaktion des Sporangiumträgers liegen sowohl Tatsachen als Vermutungen vor. „Man wird sich", meint Goebel, „nicht wundern können, wenn z. B. bei Entfernung eines jungen Mucor-sporangiums die Fruchthyphe vegetativ weiterwächst, falls sie in Flüssigkeit untergetaucht wird, während in der Luft ein oder mehrere neue Fruchtträger aus ihr hervorsprossen"[1]). Derartige Versuche, ohne den Fruchtträger unterzutauchen, hat Schröter angestellt. Durch das Abschneiden des Köpfchens starben seine Präparate in den meisten Fällen ab. Aber auch wenn die Objekte längere Zeit am Leben blieben, entstanden keine neuen Fruchtträger[2]).

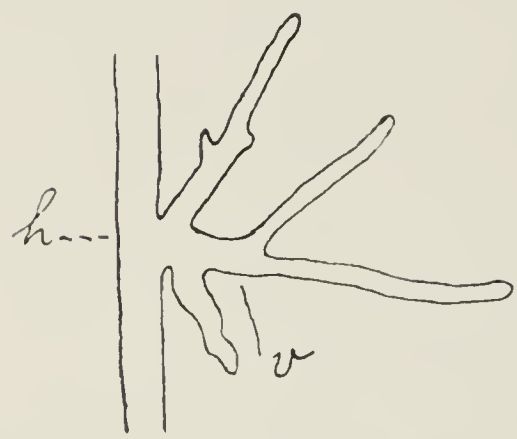

Fig. 1. Lufthyphe (*h*) von Mucor stolonifer, in Nährlösung untergetaucht, vegetativ aussprossend (*v*). Vergr. 250.

Die zu meinen Versuchen verwandten Sporangienträger schnitt ich von ihren Stolonen ab, ließ sie aber in Verbindung mit dem Sporangium. Ich untersuchte also gleichzeitig Sporangiumträger und Sporangium. Die Objekte wurden dann in einen Nährtropfen übertragen, der in üblicher Weise in einer feuchten Kammer gehalten wurde.

Die sofortige Kontrolle der Sporangien und ihrer Träger gab Aufschluß darüber, daß die Untersuchungsobjekte verschieden weit entwickelt waren, und zwar ließen sich im allgemeinen drei Stadien fortgeschrittener Differenzierung unterscheiden: Bei den jüngsten war noch keine Trennungswand zwischen Träger und Sporangium gebildet, das Plasma beider Teile stand infolgedessen in offener Verbindung. Bei älteren Objekten war bereits eine den Stiel und das Sporangium trennende

1) Goebel, Morphologische und biologische Bemerkungen. Flora 190[illegible] pag. 145.

2) Schröter, Über Protoplasmaströmung bei Mukorineen. Flora, 95. Bd. (190[illegible]) pag. 1—30.

olumella entstanden. Auf diesem Stadium bietet das Innere des Spo-
ngiums entweder das Aussehen einer homogenen Masse, oder es sind
ereits die ersten Anzeichen einer Zerklüftung des Plasmas in Sporen
emerkbar. Weitere Entwicklungsstadien wurden nicht benutzt, denn
hon dann, wenn die Entwicklung des Sporangiums soweit vorgeschritten
ar, daß sich das Plasma eben in Sporen zu differenzieren begann,
ielt die Überführung in Nährlösung die vollständige Ausbildung der
poren nicht auf. Die Sporen reiften und trieben innerhalb des Spo-
ngiums Hyphen. Dagegen gingen die jüngsten Objekte, die noch
eine Kolumella besaßen, innerhalb der Nährlösung zugrunde.

Positive Resultate erzielte ich nur mit den Sporangien, die von
rem Träger durch eine Kolumella getrennt waren, deren Inneres aber
och als eine homogene Masse erschien. Trotz der zahlreichen Ver-
iche war die Zahl der Resultate sehr gering; denn ich konnte nur
weimal einen Erfolg verzeichnen. Der Verlauf der Reaktion war in
eiden Fällen übereinstimmend. Die untergetauchten Sporangien ließen
Hyphen auswachsen, die sich in die Höhe richteten, sich über die Ober-
äche des Nährtropfens erheben, wo sie an ihren Enden zu kleineren
porangien anschwollen. Das Bestreben, über die Oberfläche heraus-
uwachsen, tritt besonders deutlich hervor, wenn auch die Seite des
porangiums Hyphen treibt, die der Oberfläche des Nährtropfens ab-
ewandt ist: Die Hyphen wachsen erst ein Stück um das Sporangium
erum und dann, sobald es ihnen möglich ist, direkt aus dem Substrat
eraus. In dem einen Falle waren auf diese Weise sieben neue Spo-
ngien in einer Zeit von 20 Std. entstanden. Das untergetauchte Spo-
ngium selbst war entleert, weil seine Inhaltsstoffe zum Aufbau der
Neubildungen gebraucht worden waren.

Bei den vorgehend beschriebenen Versuchen beobachtete ich gleich-
eitig den Sporangienträger, der, wie schon gesagt, mit dem Sporangium
erbunden blieb. Zunächst zeigte die sofortige Beobachtung nach dem
btrennen, daß aus der Wunde wenig oder gar kein Plasma ausfloß.
Das war auch dann der Fall, wenn die Verbindung zwischen Träger
nd Sporangium noch offen war. Weiterhin wurde keine Vernarbungs-
embran gebildet, wie sie an den Luft- und vegetativen Hyphen ent-
teht, ebensowenig traten seitliche Aussprossungen auf. Die Reaktion,
ie Goebel bei dieser Versuchsanordnung vermutet, daß nämlich vege-
ative Hyphen entstehen, blieb also unter den von mir angewandten
Bedingungen aus.

Endlich untersuchte ich auch die Stolonen und Rhizoiden von
Mucor stolonifer. Ich verwandte die Stolonen verschiedenen Alters zu

den Versuchen: Solche, die eben erst einen festen Gegenstand erreicl hatten: solche, an denen die ersten Rhizoiden gebildet waren, nn solche, die sich eben anschickten, eine Fruchthyphe entstehen zu lasse Teils wurden sie vollständig in den Nährtropfen untergetaucht, tei schwammen sie darauf. Ich konnte aber weder die Bildung einer Al schlußmembran, noch die Anlage von Seitenzweigen beobachten. An die Rhizoiden, die untergetaucht waren, zeigten keinerlei Wachstum tätigkeit. Damit bestätigt sich die Behauptung de Barys, wonac diese Organe nicht reproduzieren, wenn man sie in Nährlösung bringt

2. Phycomyces nitens.

Von Phycomyces nitens untersuchte ich die Lufthyphen, de Sporangiumträger und das Sporangium. Um diese Organe bequem e langen zu können, kultivierte ich den Pilz auf Brot.

Die Lufthyphen sind wie bei Mucor stolonifer geradlinig begrenz Zellschläuche. Vor den Lufthyphen von Mucor zeichnen sie sich ab durch ihre bedeutendere Breite und durch ihre dunklere Färbung au Ich schnitt sie mit einer sterilen Schere vom Substrat ab, übertru sie in einen Nährtropfen und beobachtete die Wunde, die von Näh flüssigkeit umgeben war. Während bei den Lufthyphen von Muc stolonifer die einzelnen Phasen der Wundreaktion bis zur Bildung de Vernarbungsmembran mikroskopisch genau verfolgt werden konnte entziehen sich bei Phycomyces die zunächst auf die Verwundung ei setzenden Vorgänge einer derartigen Betrachtung, weil die dunkel g färbte Membran einen Einblick in die Tätigkeit des Plasmas verhinde Der bloß mikroskopischen Beobachtung zeigte das Objekt auch na Stunden keine Veränderung.

Erst nach einem Zeitraume von 16—20 Stunden bot sich e anderes Bild dar, das sich aber wesentlich von dem unterscheidet, da an den Lufthyphen von Mucor stolonifer beobachtet wurde. Aus de Lufthyphe von Phycomyces nitens sind nämlich keine seitlichen Hyph hervorgewachsen, sondern ihr unverletztes Plasma hat sich nach Al schluß mit einer Membran durch den verwundeten Teil hindurch ve längert, indem es zahlreiche Hyphen bildete, die zunächst noch von de verletzten Zellschlauche wie von einem Zylinder umgeben werden, na ihrem Austritt aus dieser Hülle aber nach allen Seiten auseinandergehe Die Lufthyphen von Phycomyces reagieren also ähnlich, wie es va Tieghem in einzelnen Fällen von den vegetativen Hyphen von Muc angibt.

1) de Bary, Morphologie und Biologie der Pilze, 1884, pag. 48.

Es galt nun festzustellen, in welcher Weise diese Prolifikationen ebildet werden. Eine Aufhellung mit Kalilauge ließ erkennen, daß ie Neubildungen in den meisten Fällen ganz unvermittelt in den unerletzten Teil der Hyphe übergehen. Die Art und Weise, wie die ursprüngliche Vernarbungsmembran angelegt wird, sollte die Untersuchung von Lufthyphen kurz nach ihrer Verwundung zeigen.

Zu diesem Zwecke wurden solche Hyphen, die noch keine Prolifikationen getrieben hatten, mit Kalilauge aufgehellt. Es wurde beobachtet, daß die Abschlußmembran von Anfang an gewellt ist, sich außerdem ähnlich wie bei Mucor etwas nach außen vorwölbt, aber meist in der Bildung von zahlreichen Prolifikationen aufgeht, so daß eine spätere Untersuchung meist nichts mehr von ihr vorfindet. Figur 2 zeigt ein Objekt, wo ein Teil der Vernarbungsmembran erhalten ist, weil, wie es nur selten geschieht, eine einzige Hyphe gebildet wurde. Wie bei Mucor stolonifer ist der Ort, wo die Vernarbungsmembran angelegt wird, ein bedeutendes Stück von der Wunde entfernt, was darauf hinweist, daß ebenfalls wie bei Mucor nicht nur die verwundete Partie, sondern auch ein Teil des angrenzenden, intakt gebliebenen Plasmas abstirbt. Ein analoges Verhalten, wie wir es eben bei Phycomyces kennen lernten, beschreibt Küster an der Alge Anadyomene stellata, wo die langgestreckten Zylinderzellen, nachdem sie den verletzten Protoplasten durch eine Membran geschützt haben, diese Vernarbungsmembran zu englumigen Schläuchen auswachsen lassen[1]).

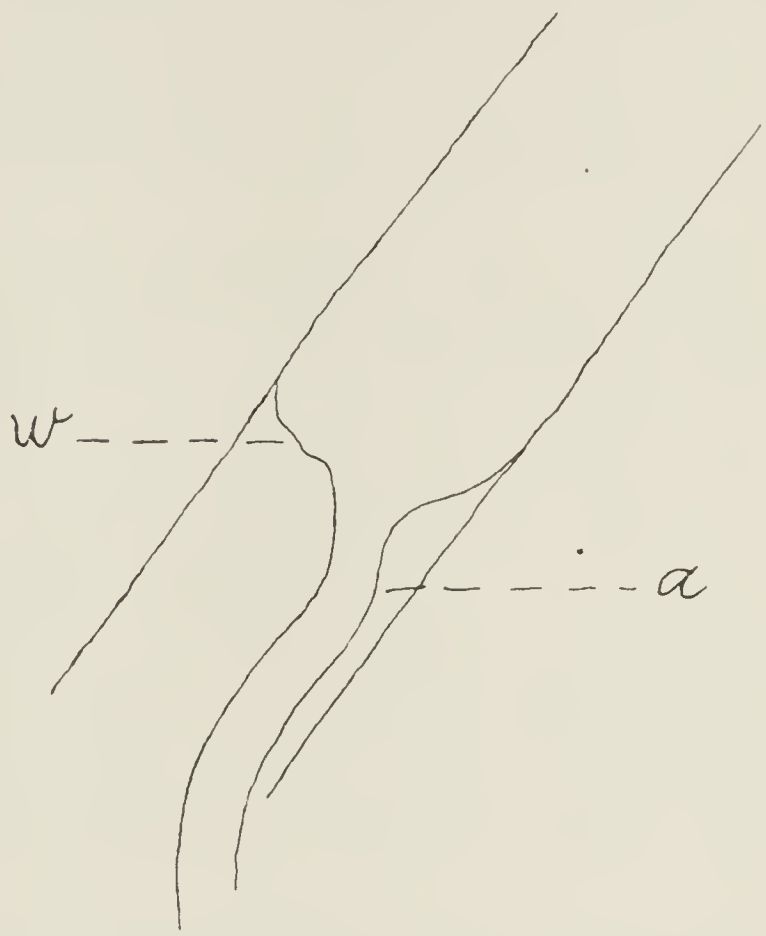

Fig. 2. Hyphenstück von Phycomyces nitens, das bei *w* eine Abschlußmembran gebildet, die proliferiert (*a*). Vergr. 350.

Der Sporangiumträger von Phycomyces nitens wurde wie bei Mucor stolonifer gleichzeitig mit seinem Sporangium untersucht. Er wurde mit einer sterilen Schere vom Substrat abgeschnitten und in

1) E. Küster, Flora 1899, pag. 144 u. 145.

Fig. 3. Sporangiumträger von Phycomyces nitens mit seitlichen Prolifikationen. Vergr. 350.

einen Nährtropfen gebracht. In se nem Verhalten glich er vollkomme den Lufthyphen, indem er ebenfal vegetative Hyphen an der Wundstel bildete. Dabei bleibt es gleich, wi weit die Wunde von dem Scheitelend dem Orte, wo der Sporangiumträge normal wächst, entfernt ist; denn de gesamte Protoplast besitzt embryonal Eigenschaft, und wenn das Sporan gium abgeschnitten wird, so begin der Träger auch an seinem Scheitel ende zu proliferieren.

An dem durch Fig. 3 wieder gegebenen Objekte sind seitlich au dem Sporangiumträger Hyphen aus getreten, und sie sind nicht zufälli dort entstanden. Wie die Figu zeigt, beschränken sie sich auf di Stelle, die im Gegensatz zu ihrer Um gebung etwas deformiert erschein Das Objekt ist hier bei der Über führung auf das Deckgläschen ge drückt worden, und ich habe es auc des öfteren an Lufthyphen diese Pilzes experimentell feststellen können daß eine derartige leichte Quetschung eine lebhafte Hyphenbildung hervor ruft, während bei Mucor eine solch Stelle sofort isoliert wird und abstirbt

Wenn nun noch Fischer kon statierte, daß der Sporangiumträge von Phycomyces nitens unter norma len Außenbedingungen durch ein Verletzung zur Bildung eines Zweige angeregt wird, der seinerseits wieder zu einem Sporangiumträger wird[1]) so bestätigt sich hier die Vermutung die Goebel vom Sporangiumträge von Mucor ausgesprochen hat (pag. 222).

1) Fischer, Kryptogamenflora, 1892, pag. 220

Die gleichzeitige Beobachtung der Sporangien ließ dieselben drei ntwicklungsstadien erkennen wie bei den Sporangien von Mucor olonifer. Entweder war zwischen Sporangiumträger und Sporangium ne Kolumella gebildet oder nicht. Im ersten Falle bestand der Inält des Sporangiums aus einer homogenen Masse, oder er begann sich ereits zu Sporen zu zerklüften. Ein Auswachsen, wie es an den porangien von Mucor stolonifer konstatiert wurde, blieb aber aus. ie Sporangien verhielten sich vollständig passiv und starben schließch ab.

Zusammenfassung.

Die Untersuchungen von Mucor stolonifer und Phycomyces nitens gaben folgende Resultate:

Mucor stolonifer schließt den verletzten Teil einer vegetativen yphe durch eine Vernarbungsmembran von dem lebendigen Plasmaörper ab. Diese Vernarbungsmembran hat nur deckende und schützende igenschaft.

Es ist nicht zu erkennen, daß die Verwundung in irgend einer rt und Weise die Produktion der Seitenzweige beeinflußt. Die Seitenveige entstehen wie unter normalen Verhältnissen.

In derselben Weise wie an den vegetativen Hyphen entsteht auch den abgetrennten und untergetauchten Lufthyphen in der Nähe der unde eine Abschlußmembran, die den verletzten von dem lebendigen ile der Hyphe trennt. Außerdem treten an beliebigen Stellen vegetive Seitenhyphen auf.

Bei den Lufthyphen von Phycomyces nitens dagegen findet die rch die Verwundung eingeleitete Tätigkeit in der Bildung der Verrbungsmembran nicht ihren Abschluß; diese Vernarbungsmembran 3t vielmehr zahlreiche Prolifikationen hervorgehen, die in den abgeorbenen Teil der ursprünglichen Hyphe hineinwachsen.

Ebenso entstehen an den Stellen der Lufthyphen von Phycomyces ens, die leicht gedrückt worden sind, zahlreiche Seitenzweige; bei ucor stolonifer sterben derartige Partien, auch wenn die Verletzung r gering war, bald ab und werden dann durch Abschlußmembranen liert. Phycomyces nitens scheint demnach bei Verletzungen reaktionsniger zu sein als Mucor stolonifer.

Der Sporangiumträger von Mucor stolonifer stirbt im Nährtropfen , der von Phycomyces nitens verhält sich genau wie eine Lufthyphe. lem er nach der Wunde hin eine poliferierende Abschlußmembran det und unter Umständen auch Seitenzweige treiben kann.

Das in Nährlösung untergetauchte Sporangium von Mucor stolonif reproduziert in einzelnen Fällen unter der Bedingung, daß eine Kol mella vorhanden ist und daß die Differenzierung der Sporen noc nicht begonnen hat. Hyphen, die aus der Flüssigkeit hervorwachs und durch Bildung von Sporangien zu Sporangienträgern werden. A dem Sporangium von Phycomyces nitens dagegen konnten keinerl Reaktionen konstatiert werden.

Die Versuche mit den Stolonen und Rhizoiden von Mucor stol nifer verliefen resultatlos, insofern die Bildung von Abschlußmembran von seiten des unverletzten Protoplasten, wie auch die Anlage v Prolifikationen unter den angewandten Versuchsbedingungen ausblie

3. Penicillium glaucum und Aspergillus niger.

Bei diesen Pilzen treten uns in zahlreiche Zellen geglieder Fäden entgegen, wodurch eine stärkere Differenzierung erreicht wird. Zw unterscheiden wir zunächst ähnlich wie bei den Mucorineen vegetativ Myzel, Lufthyphen und die Organe, die im Zusammenhange mit de Fortpflanzungsprozesse auftreten, hier die Konidienträger. Vegetativ Myzel und Lufthyphen sind aber weiter differenziert, insofern sie si aus Scheitel- und Gliederzellen zusammensetzen. Diese Unterscheidu setzt sich auch funktionell fort: das Längenwachstum und die Anla neuer Gliederzellen beschränkt sich auf die Scheitelzelle, an der auße dem, etwas von der Spitze entfernt, regellos neue Seitenhyphen e stehen. Ein nachträgliches Längenwachstum der einmal angelegt Gliederzellen unterbleibt[1]). Dafür treiben aber sehr viele von ihn gerade so wie die Scheitelzelle Seitenzweige. In der Anlage dies Seitenzweige zeigt sich, soweit die Gliederzellen von Penicillium gla cum in Betracht kommen, eine gewisse Regelmäßigkeit, indem Ort der Entstehung in der Regel in die Nähe der oberen, also Spitze zugekehrten Scheidewand gelegt ist[2]).

Es erhebt sich nun die Frage, ob die einzelnen Zellen, die d Organismus dieser beiden Pilze aufbauen, nach dem Abtrennen Ganze zu reproduzieren vermögen, und ob, falls sie es können, ei Veränderung des ihnen innerhalb des Verbandes aufgeprägten Ch rakters eintritt.

Die nachfolgenden Untersuchungen sind zunächst an Penicilli glaucum vorgenommen worden.

---

1) Brefeld, l. c. Heft II, pag. 27 u. 28.
2) Ders., l. c. Heft II, pag. 28.

Einzelne isolierte Zellen jeder Art und Hyphenstücke, die aus ei oder mehreren Zellen bestehen, erhält man, wenn man ein Myzel-ckchen aus dem Kulturgefäße auf ein sterilisiertes Deckgläschen über-ägt und es hier mit Hilfe von sterilisierten Nadeln mehrfach zerreißt. achdem die dadurch entstandenen kleineren Flöckchen entfernt worden nd, setzt man in üblicher Weise mit einem Papprahmen eine feuchte ammer zusammen und betrachtet dann das Deckgläschen unter dem ikroskop.

Beobachten wir eine einzelne auf diese Weise isolierte Scheitel-lle! Sie setzt ihr Längenwachstum fort, bildet Querwände, legt also liederzellen an und treibt ebenso regellos in einiger Entfernung vom heitel Seitenzweige wie im normalen Verbande. Ihr ganzes Ver-lten deutet nicht darauf-n, daß durch das Ab-ennen vom Mutterorga-smus eine Beeinflussung rer Tätigkeit eingetreten t. Sie erinnert an ein oliertes Hyphenende von ucor stolonifer, das, nach-em mit der Bildung einer Abschlußmembran die undreaktion vollendet ist, weiter wächst, als ob noch mit dem übrigen yzel in Verbindung stände.

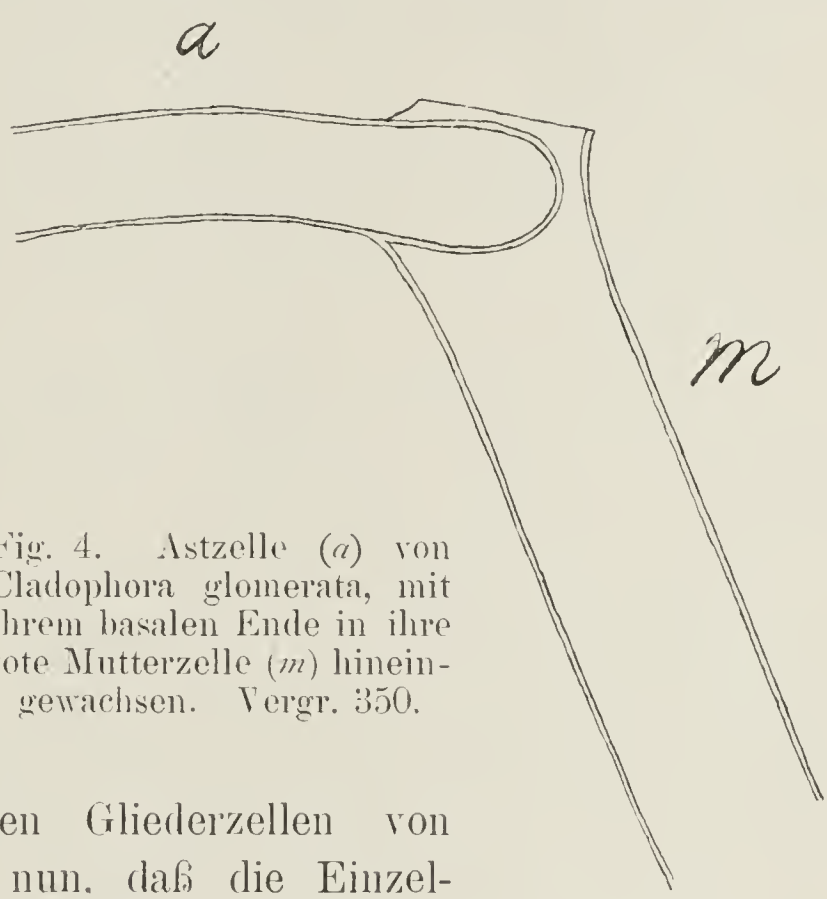

Fig. 4. Astzelle (*a*) von Cladophora glomerata, mit ihrem basalen Ende in ihre tote Mutterzelle (*m*) hineingewachsen. Vergr. 350.

Die Versuche mit den Gliederzellen von enicillium glaucum lehren nun, daß die Einzel-lle mit der Trennung aus der Hyphe eine größere Selbständigkeit gewinnt. Während nämlich die Gliederzellen n normalen Verbande so determiniert werden, daß sie meist nur in r Nähe der oberen Scheidewand Seitenhyphen treiben, wird mit der olierung einer Gliederzelle diese Determination aufgehoben, indem die elle auch in der Nähe der unteren Scheidewand Seitenzweige hervor-hen läßt. Die Zellen aber, die innerhalb der Hyphe nicht zum Aus-achsen bestimmt waren, beweisen durch ihr Aussprossen nach dem btrennen, daß trotz der ihnen im Verbande aufgeprägten Ruhe die achstumsfähigkeit in ihnen schlummerte. Längenwachstum in der eise, daß durch die sich vorwölbende Querwand eine fortwachsende itze geschaffen wird, tritt aber nicht ein. Auch wenn an einer Hyphe

die Scheitelzelle entfernt wird, vermag die nachfolgende Gliederzell nicht das Spitzenwachstum zu übernehmen, wie es z. B. bei manche Fadenalgen der Fall ist. Fig. 4 gibt eine Astzelle von Cladopho glomerata wieder, deren basale Querwand sich vorgewölbt hat und i die abgestorbene Mutterzelle hineingewachsen ist.

Ich schritt nun zur Untersuchung der Lufthyphen. Lufthyphe erhält man in großer Anzahl, wenn man mit einer sterilen Schere übe ein Myzelflöckchen hinschneidet. Morphologisch sind sie vom vegetative Myzel kaum zu unterscheiden. Auch in ihrer reproduktiven Tätigke tritt nichts auf, was nicht schon von den vegetativen Hyphen bekan wäre. Die einzelnen Zellen der Lufthyphen vermögen sofort in Näh flüssigkeit weiterzuwachsen, indem sie Seitenzweige aussprossen lasse auf diese Weise vermag eine jede Zelle einen vollständigen Organismu zu reproduzieren.

In derselben Weise verliefen die Versuche mit den Zellen d vegetativen Myzels und der Lufthyphen von Aspergillus niger, insofe sich ebenfalls jede abgetrennte Zelle als fähig erwies, das Ganze z reproduzieren.

Um die isolierten Konidienträger von Penicillium glaucum u von Aspergillus niger zu erhalten, braucht man nur ein fruktifizierend Myzel zu zerzupfen, und man wird stets einige Konidienträger, lo getrennt vom Myzel, finden.

Die Konidienträger von Penicillium glaucum setzen sich aus ei zelnen Zellen zusammen, die sich weniger durch ihren Habitus als d durch auszeichnen, daß die Anlage der Aussprossungen streng an d scheitelwärts gelegenen Teil der Zelle gebunden ist. Ein neues Gli wächst immer nur unter der oberen Scheidewand hervor.

Mit der Isolierung der Zellen dieses Konidienträgers geht w bei den Zellen der vegetativen und Lufthyphen die in der Anlage d Aussprossungen zutage tretende Polarität verloren, insofern auch b ihnen, sobald sie sich in Nährlösung befinden, die Seitenzweige sowo unter der oberen, wie auch über der unteren Scheidewand hervorbreche In Fig. 5 ist eine derartig proliferierende Konidienträgerzelle dargestel Sie trägt noch zwei tote Zellen (*a* u. *b*), und zwar hatte die eine dies Zellen (*b*) bereits zwei Konidien (*c*) abgeschnürt.

Tatsache ist also, daß auch Konidienträgerzellen von Penicillin glaucum in Nährlösung zu vegetierendem Myzel aussprossen.

Eine höhere Ausbildung hat der Konidienträger von Aspergill niger erfahren. Er stellt nur eine einzige, an ihrem Ende kugelig a geschwollene Zelle dar. Schon in der Einleitung wurde erwähnt, da

ıch Klebs der Konidienträger von Eurotium herbariorum Hyphen eibt, wenn er mit seinem Myzel in Nährlösung untergetaucht wird. er isolierte Konidienträger von Aspergillus niger verhielt sich in Nährsung genau so: dabei war es, wie auch bei Eurotium herbariorum, leichgiltig, ob die Anlagen der Konidien bereits gebildet waren oder icht. In der Nähe des Scheitels gingen in der Regel 2—4 vegetative yphen hervor. In diesem Konidienträger tritt uns damit ein Organ ıtgegen, das auch isoliert den Gegensatz zwischen Basis und Scheitel ıfrecht erhält.

Beobachtungen über die Regenerationsfähigkeit des nackten Protolasten hat Brefeld an der Scheitelzelle von Penicillium glaucum geıacht[1]). Durch heftige Erschütterungen rachte er die Membran der Scheitelzelle ım Platzen, so daß ein Teil des Plasmas urstartig hervorquoll. Um diesen nackten rotoplasten bildete sich von neuem eine lembran, wodurch die Wunde wieder vereilt wurde. Ob diese regenerierten Paren auch wachstumsfähig waren und Seitenweige trieben, erfahren wir nicht. Immerin bleibt ein derartiges Verhalten nicht usgeschlossen. Ich selbst habe es nicht eobachten können.

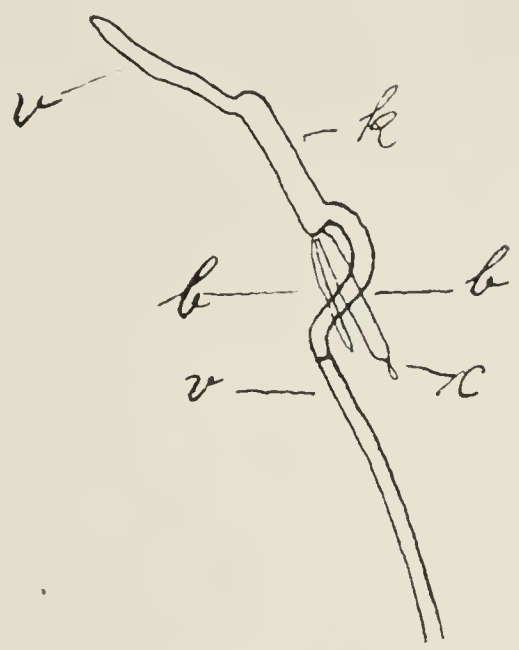

Fig. 5. Konidienträgerzelle (*h*) von Penicillium glaucum, in Nährlösung untergetaucht, vegetative Hyphen (*v*) treibend. *b* = zwei tragende Zellen, die abgestorben sind; *c* abgestorbene Konidienanlage. Vergr. 350.

Zusammenfassung.

Bei Penicillium glaucum und Aspergillus iger ist eine jede einzelne Zelle befähigt, ie embryonale Tätigkeit aufzunehmen. Wie eit ohne Einbuße der embryonalen Eigenschaften die formative Ändeung einer Zelle gehen darf, lehren z. B. die Versuche mit dem Konienträger von Aspergillus niger. Ein solches Verhalten ist natürlich ur bei niederen Organismen möglich, da bei höheren Pflanzen „die ıusgestaltung von Organen und Geweben besonderer morphologischer nd funktioneller Bedeutung eine bestimmte Differenzierung fordert“[2]). ei diesen Organismen, die sich „noch nicht allzuweit vom Begriffe er Zellkolonie entfernen“[3]), besitzt jede Zelle noch eine ziemlich große elbständigkeit, die dann zutage tritt, wenn die durch den Verband beingten Korrelationen aufgehoben werden.

1) Brefeld, l. c. Heft II, pag. 29.
2) Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 4.
3) Tobler, Ber. d. bot. Gesellsch., Bd. XXI, pag. 299.

II. Versuche mit höheren Pilzen.

Als Versuchsobjekte verwandte ich in erster Linie zwei Pilze, a denen bereits ausgedehntere Untersuchungen gemacht worden sin Coprinus ephemerus und Agaricus campestris. Damit waren mir zw Vertreter der Pilze gegeben, deren Fruchtkörper stets scharf in Hu und Stiel gegliedert ist. Weitere Versuche stellte ich mit Formen de Gattung Xylaria an, und zwar standen mir zwei Objekte zur Verfügung Xylaria hypoxylon und Xylaria arbuscula, eine Art, die man oft an de Kübeln tropischer Pflanzen in Gewächshäusern findet. — Von de Pilzen, deren Fruchtkörper in der Regel weniger differenziert ist m wie sie zu einem großen Teil den Polyporeen angehören, benutzte ic Polyporus versicolor, Polyporus candicinus, Polyporus Braunii und Da dalea unicolor. Außerdem untersuchte ich noch das Sklerotium vo Claviceps purpurea.

Was über die Reproduktions- und Regenerationsfähigkeit dies und anderer höherer Pilze bereits bekannt ist, habe ich in der Ei leitung zusammengestellt. Gelegentlich werde ich an gegebener Stel noch ausführlicher darauf zurückkommen.

1. Coprinus ephemerus.

Zu meinen Untersuchungen Coprinus ephemerus heranzuziehe bewog mich der Umstand, daß Brefeld nur eine kurze Mitteilun von der Reaktionsfähigkeit dieses Pilzes macht. Er beschränkt sic nämlich auf folgende Angabe: „Die Fruchtkörper sprossen vor ihre Sporenreife je nach Umständen zu neuen Fruchtkörpern oder Myzelie aus, und zwar sogleich in jeder Zelle und in jedem Stadium der En wicklung“ [1]). Außerdem läßt er die Frage offen, ob der Fruchtkörpe von Coprinus ephemerus ebenso den weggeschnittenen Hut zu rege nerieren vermag, wie es bei Coprinus stercorarius konstatiert wurde.

Um den Fruchtkörper von Coprinus ephemerus zu erhalte bedeckt man frischen Pferdemist mit einer Glasglocke. Man hat nu dafür zu sorgen, daß das Substrat in mäßiger Feuchtigkeit erhalte wird und genügendes Licht bekommt, und nach ungefähr 10 Tage erscheinen dann die ersten Fruchtkörper von Coprinus ephemerus.

Es fällt nun nicht schwer, eine Reinkultur von diesem Pilze he zustellen. Man sterilisiert Pferdemist, der sich in Kristallisierschale befindet an drei aufeinanderfolgenden Tagen, jedesmal ungefähr 2 Stunde und verfährt dann in folgender Weise: man löst einen Fruchtkörpe von dem man annimmt, daß er noch im Laufe der folgenden Nach

1) Brefeld, l. c. Heft III, pag. 114.

uktifizieren wird, von seinem Substrat und befestigt ihn über steri-
siertem Papier, das sich in einer ebenfalls keimfreien Kristallisierschale
efindet. Am nächsten Morgen hat der Fruchtkörper zahlreiche Sporen
isgestreut, und man kann nun mit diesen Sporen den sterilisierten
ist impfen. Auf diesem Substrat kommen dann nach etwa 3 Wochen
e ersten jungen Fruchtkörper hervor.

Teilstücke von Fruchtkörpern, die bereits Hut und Stiel differen-
ert hatten, untersuchte ich in der Weise, daß ich eine Nahrungs-
ufuhr von außen möglichst zu verhindern suchte. Zu diesem Zwecke
ob ich Fruchtkörper von ihrem Nährsubstrat ab und halbierte sie
uf einem sterilisierten Objektträger durch einen Längschnitt, so daß
des Teilstück aus einem halbierten Hute und einem halbierten Stiele
estand. Ich übertrug diese Teilstücke auf feuchtes Fließpapier, das
einer Kristallisierschale ausgebreitet war. Kristallisierschale mit
ließpapier hatte ich vorher sterilisiert. Nach einigen Tagen entstanden
n den Teilstücken Wucherungen von seiten der Hyphen. Nach meinen
eobachtungen traten an einem Teilstück nie mehr als zwei solcher
yphenwucherungen auf, in der Regel war es nur eine. Wie eine
etrachtung unter der Lupe lehrte, wurden diese Wucherungen von
nem lockeren Hyphengeflecht gebildet. Der Ort ihrer Entstehung
ar ganz beliebig gewählt. Sie traten sowohl am Stiele, als auch am
ute auf, und zwar ebenso oft auf der Schnittfläche, wie auf den un-
erletzten Partieen; sogar an den Lamellen waren sie hin und wieder
u konstatieren.

Die Hyphenwucherungen verdichteten sich allmählich und ließen
anz deutlich Stiel und Hut hervortreten. Eine Entwicklung bis zur
porenreife konnte jedoch in keinem Falle beobachtet werden.

Bei anderen Versuchen verfuhr ich in der Weise, daß ich zunächst
benfalls den Fruchtkörper vom Substrat abhob, dann aber den Hut
om Stiel trennte und so beide Teile isoliert auf Fließpapier auslegte.
uch stellte ich noch kleinere Teilstücke her, indem ich einmal den
ruchtkörper durch zwei aufeinander senkrecht stehende Längsschnitte
u vier Teile zerlegte, ein anderes Mal den isolierten Hut oder Stiel
albierte. Der Erfolg war derselbe, wie er oben beschrieben wurde:
n allen diesen Teilstücken traten 1—2 neue Fruchtkörper auf. Wieder
aren es sowohl die Oberflächenzellen, als auch die Zellen der Schnitt-
ächen am Hut und am Stiel, von denen die Ersatztätigkeit ausgeführt
urde. Auch Lamellenzellen begannen in einzelnen Fällen auszu-
prossen, um dann weiterhin einen neuen Fruchtkörper entstehen zu
assen.

Ein Vergleich mit den entsprechenden Untersuchungen Brefel an Coprinus stercorarius läßt einige kleine Unterschiede in den Res taten erkennen.

Zunächst konnte Brefeld fast stets eine größere Anzahl v reproduzierten Fruchtkörpern feststellen. Am inneren Rande ei isolierten Hutes von Coprinus stercorarius entstanden z. B. in ein Falle gegen 70 Sprossungen, „und jede von ihnen kam soweit in d Entwicklung, daß man Hut, Stiel und Volva deutlich erkennen konnte“ Dagegen sah ich bei meinen Versuchen zunächst nur einen neu Fruchtkörper hervorgehen, in wenigen Fällen waren es zwei, und zw war das auch der Fall bei den größten Teilstücken, die ich verwand

Weiter hebt Brefeld hervor, „daß vorzugsweise die Schnittfläch auswachsen“ [2]). Dagegen mußte ich feststellen, daß bei Coprinus epl merus von einer Bevorzugung der Wundstelle nichts zu merken wa denn die Wucherungen traten ebenso oft an den unverletzten Teil des Stieles und des Hutes auf wie an deren Schnittflächen.

Was aber Brefeld als wesentlichstes Ergebnis bei seinen Ve suchen an Coprinus stercorarius und Coprinus ephemerus fand, d nämlich reproduktionsfähige Zellen in allen Teilen des Fruchtkörpers vo handen sind [3]), wurde bei Coprinus ephemerus noch einmal bestäti

In eine ganz andere Richtung wird die Ersatztätigkeit gelen wenn die Außenbedingungen in der Weise geändert werden, daß d Versuchsobjekt anstatt in eine nahrungsarme Umgebung auf ein näh stoffreiches Substrat gebracht wird. Wie bei den vorhergehenden Ve suchen halbierte ich junge Fruchtkörper von Coprinus ephemerus dur Längsschnitte, legte aber jetzt die Teilstücke auf sterilisierten Mist, d sich in gleichfalls sterilisierten Kristallisierschalen befand. Der Erfo war der, den auch Brefeld an diesem Pilze, wie an Coprinus ster rarius eintreten sah [4]). Schon am nächsten Tage nach der Auslage b ginnt die größte Zahl der nach außen gelegenen Zellen des Hutes u des Stieles, und zwar sowohl an der unverletzten Oberfläche, wie den Schnittflächen zu Myzel auszuwachsen. — Dasselbe gelang au an kleineren Teilstücken, die ich aus dem Fruchtkörper herstellte.

Durch diese Versuche wird noch einmal bestätigt, was sich sch aus den ersten Versuchen ergab, daß nämlich trotz der hohen Dif renzierung des Fruchtkörpers Hut- und Stielzellen die Fähigkeit zu

1) Brefeld, l. c. Heft III, pag. 74.
2) Ders., l. c. Heft III, pag. 74.
3) Ders., l. c. Heft III, pag. 74 u. 75.
4) Ders., l. c. Heft III, pag. 80 ff.

uswachsen besitzen und zum Ausgangspunkt neuer Organismen werden ›nnen.

Es galt nun noch zu entscheiden, ob auch der auf dem Nährbstrat stehenbleibende Fruchtträger von Coprinus ephemerus den eggeschnittenen Hut zu regenerieren vermag, wie es Brefeld bei oprinus stercorarius beobachtete. Zu meinen Versuchen wählte ich erhältnismäßig junge, aber kräftige Objekte aus, denen ich mit einem hnellen Schnitt den Hut abtrennte. Eine Sprossung der durch die erletzung freigelegten Stielzellen zwecks einer Regeneration des Hutes nterblieb jedoch. Aber auch seitlich, an dem unverletzten Teile des ieles traten keine Wucherungen auf, wie es Brefeld wahrnahm, enn er, um eine Regeneration zu verhindern, die Schnittfläche verebte[1]). Dagegen wuchsen in der Nähe der Stielbasis, aber vom yzel aus eine Anzahl, meist 3—5, kümmerlicher Fruchtkörper hervor. ft hatte es den Anschein, als ob sie ihre Entstehung aus dem Fruchtäger genommen hätten. Eine genauere Untersuchung ergab aber ets, daß ihre Bildung vom Myzel ausging. Offenbar steht diese Erheinung in einem korrelativen Zusammenhange mit der Verletzung. uch an dem Sklerotium von Coprinus stercorarius, auf dem bei Brelds Versuch der seines Hutes beraubte Fruchtträger stehen blieb, eimten nach dem Abschneiden des Hutes Fruchtanlagen aus[2]), die von refeld unterdrückt wurden. Bei Coprinus ephemerus verhinderte ich enfalls die Bildung von Fruchtkörpern in der Nähe der Stielbasis, otzdem kam keine Regeneration zustande. In den Stielzellen konnte e Ursache nicht liegen, daß die erwartete Reaktion ausblieb; denn eren Fähigkeit, in den embryonalen Zustand zurückzukehren, ist durch e vorhergehenden Versuche erwiesen. Jedenfalls ist es so, daß Korretionen, die durch die reproduktive Ersatztätigkeit ausgelöst werden, e Regeneration unterdrücken[3]). Ähnliche Erscheinungen werden uns ı Laufe der Arbeit noch mehrfach entgegentreten.

2. Agaricus campestris.

Der mannigfachen Ersatztätigkeiten reproduktiver wie regenerver Art, die an diesem Pilze bereits bekannt geworden sind, wurde hon in der Einleitung gedacht. Jene Mitteilungen weisen darauf hin, daß Agaricus campestris ein für unsere Untersuchungen günstiges Objekt egeben ist. Es lag nahe, auch diesen Pilz zu Versuchen heranzuziehen.

---

1) Brefeld, l. c. Heft III, pag. 70.
2) Ders., l. c. Heft III, pag. 69.
3) Vergl. hierüber Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 208.

Die durch die Versuche mit Coprinus ephemerus gewonnene Erfahrungen lehren, daß noch in relativ kleinen Teilen eines Fruch körpers soviel Nährstoffe enthalten sein können, daß auf Kosten dies Baustoffe die Bildung neuer, wenn auch kleiner Fruchtkörper stattfind kann; vorausgesetzt bleibt natürlich, daß dazu befähigte Zellen vorha den sind. Von diesem Gedanken ging ich bei der ersten Versuch reihe, die ich anstellte, aus.

Ich verwandte Fruchtkörper, an denen bereits Hut und Sti differenziert waren. Der Hut war jedoch noch geschlossen oder began eben, seinen Rand vom Stiel zu lösen. Infolgedessen wurden die L mellen, die ebenfalls schon ausgebildet waren, noch vom Hutrande ve deckt, so daß sie am unverletzten Objekte nicht zu sehen waren. D Höhe der untersuchten Fruchtkörper bewegte sich zwischen etwa 1 bis 3,5 cm.

Aus diesen Bemerkungen ist zu ersehen, daß die Objekte berei sehr weit in der Entwicklung vorgeschritten waren. Daß in diese Stadium wie bei Coprinus ephemerus und Coprinus stercorarius d Fähigkeit der Zellen, in andere Wachstumsrichtung gelenkt zu werde noch nicht verloren ging, wird aus den Versuchen ersichtlich werde

Ich verfuhr nun so, daß ich den Hut vom Stiel trennte und bei Teile, Hut und Stiel, in Kristallisierschalen auf feuchtes Fließpapi auslegte. Nach 3—4 Tagen machte sich an den isolierten Stielen d erste Erfolg bemerkbar, indem auf der Schnittfläche ein weißer Übe zug erschien, der, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, auf ei Sprossung der den Stiel aufbauenden Hyphen zurückzuführen war. A intensivsten wachsen die Hyphen im Zentrum der Schnittfläche. Na der Peripherie zu wird das Wachstum immer geringer, bis es schlie lich ganz aufhört, so daß der Hyphenschopf eine Fläche bedeckt, d etwa den halben Durchmesser der gesamten Schnittfläche besitzt. D Deutung dieser Hyphensprossung behalten wir uns vor, bis eine ande Erscheinung, die ebenfalls an dem isolierten Stiele von Agaricus ca pestris auftrat, beschrieben worden ist.

Unter dem Versuchsmaterial befand sich ein sogenannter Zwillin d. h. zwei Fruchtkörper waren an der Basis ihrer Stiele miteinand verwachsen; diese Stelle ist in Fig. 6 mit *a* bezeichnet. Rechts von befindet sich der eine Stiel, der an seinem Ende *b*, wo der Hut aufsa etwas angeschwollen erscheint. Links etwas schräg in die Höhe ge der andere Fruchtträger. In *c* erkennen wir die Fläche, die durch d Entfernung des Hutes frei gelegt wurde. Der weiße Fleck, der mit bezeichnet worden ist, ist der Hyphenschopf des Stieles, wie er als a

emein auftretend schon oben dargestellt wurde. An der Peripherie er Schnittfläche ist aber noch ein anderes Gebilde entstanden.

Schon eine flüchtige Betrachtung belehrt uns, daß ein neuer uchtkörper reproduziert worden ist. Sehen wir uns aber die Neuldung genauer an, so treten eine Anzahl von Eigentümlichkeiten her-r, die an einem normalen Fruchtkörper nicht zu beobachten sind. nächst fallen die unregelmäßig angeordneten Lamellen (*e*) auf, die ch nicht wie normal in einer horizontalen, sondern in einer vertikalen bene angelegt wurden. Außerdem sind sie nur auf der dem reproizierenden Teilstück abgewandten Seite ausgebildet und liegen von nfang an frei da. Über den Lamellen sehen wir ein hutartig geölbtes Gebilde. Was sich unter den Lamellen befindet, könnten wir ch Habitus und Orientierung als Stiel ansprechen. Bemerkenswert noch die Art und Weise, wie die Neubildung an dem reproduzienden Stück befestigt ist. Die Verndung mit dem Mutterstück hat cht der stielartige Teil, sondern e hutartig ausgebildete Partie übermmen. Infolgedessen hängt der iel, wie wir diesen Teil nennen llen, ganz frei nach unten. Die nsatzstelle (*f*) des neuen Fruchtrpers weist nur eine Stärke von 2 mm auf.

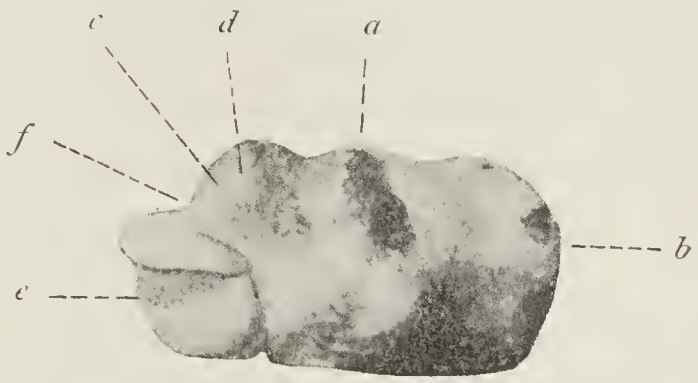

Fig. 6. Stiel von Agaricus campestris, mit reproduziertem Fruchtkörper. Etwas verkleinert.

Daß Teilstücke von Fruchtkörpern die Fähigkeit zur Reproduktion uer Fruchtkörper besitzen können, wurde bereits durch die Unterchungen Brefelds an Coprinus festgestellt. Infolgedessen bringt die eben beschriebene Erscheinung generell nichts neues. Nur in der rphologischen Ausgestaltung des reproduzierten Gebildes tritt ein nterschied hervor. Denn während an den Teilstücken von Coprinus rmale Fruchtkörper angelegt wurden, nahm der neue Fruchtkörper isolierten Stiele von Agaricus campestris eine Form an, die von der rmalen bedeutend abweicht.

Brefeld hat nun eine Anzahl Stiele von Coprinus stercorarius. nen er den Hut weggeschnitten hatte und die dann neue normale uchtkörper reproduzierten, durch Zeichnung wiedergegeben[1]). Die trachtung dieser Figuren läßt eine weitere Übereinstimmung zwischen prinus und Agaricus erkennen. Denn fast alle Stiele von Coprinus

1) Brefeld, l. c. Heft III, Tafel III, Erklärung dazu pag. 210.

stercorarius tragen auf ihrer Schnittfläche einen Hyphenschopf, wie c auch auf der Schnittfläche vieler Stiele von Agaricus campestris en stand und wie ihn auch die Schnittfläche des in Fig. 6 *d* dargestellte Objektes zeigt. Auch bei Coprinus stercorarius sind an dieser Bildun nur die im Zentrum der Schnittfläche gelegenen Zellen beteiligt. Br feld erwähnt diese Bildung erst in der Erklärung seiner Figuren.

Da wir wissen, daß bei Coprinus stercorarius alle Stielzellen zu Auswachsen befähigt sind, so kann das Aussprossen der mittleren un das Verharren der äußeren im Ruhezustande nur der Ausdruck eine korrelativen Wirkens sein. Tatsächlich ging auch in einigen Fällen au einem solchen Hyphenschopf ein neuer Fruchtkörper hervor. Brefel nennt deshalb die nicht zur Entwicklung kommenden Hyphenschöp „primäre Fruchtanlagen“ [1]).

Haben wir Grund, die Hyphensprossungen auf der Schnittfläc des Stiels von Agaricus campestris in derselben Weise zu deuten? I bei Agaricus campestris die Bildung eines Fruchtkörpers aus eine solchen Hyphenschopfe unterblieb, so erhält eine solche Deutung er dann eine gewisse Berechtigung, wenn wir nachweisen können, daß, w bei Coprinus stercorarius, alle freigelegten Stielzellen wachstumsfäh sind. Denn dann müßte ebenfalls das Auswachsen eines beschränkt Teils befähigter Zellen als Erfolg eines korrelativen Wirkens aufgefa werden, das natürlich keinen anderen Zweck haben kann, als ein neuen Fruchtkörper zu bilden. Der Nachweis von der Wachstum fähigkeit aller Stielzellen soll durch einen anderen Versuch erbrac werden.

Ich schnitt sowohl aus dem Stiel, als auch aus dem Hute steri Teilstücke heraus und brachte sie in eine mit feuchtem Fließpapier au gelegte, sterilisierte Kristallisierschale. An diesen Teilstücken entstand ebenfalls Hyphensprossungen. Sie unterscheiden sich aber wesentli von denen, die am isolierten Stiele auftraten. Denn während am Stie nur die Hyphen einer bestimmten Stelle, nämlich der Mitte der Schni fläche zu sprossen begannen, sind an diesen Teilstücken die wachsend Hyphen über die ganze Außenfläche verteilt, so daß diese mit eine feinen weißen Überzuge bedeckt erscheint. Diese Tatsache beweist z nächst, daß wohl alle Zellen des Hut- wie des Stielinneren zu wachs vermögen; auf jeden Fall sind mit dieser Fähigkeit nicht nur d wenigen Zellen ausgestattet, die auf der Schnittfläche des Stieles au sprossen. Da weiter an diesen Teilstücken keine Stelle vor der ander

1) Brefeld, l. c. Heft III, pag. 210.

evorzugt ist, die Sprossungen vielmehr gleichmäßig über die ganze Oberfläche verteilt sind, so darf man wohl annehmen, daß am isolierten Teile von Agaricus campestris wie bei Coprinus stercorarius innere Einflüsse vorliegen, die auf Bildung eines neuen Fruchtkörpers auf der Schnittfläche hinzielen, und es bleibt nicht ausgeschlossen, daß man noch einen derartigen Erfolg verzeichnen kann.

Da beide Pilze, Agaricus und Coprinus, bis jetzt so augenfällig übereinstimmten, so mußte die Frage auftauchen, ob es nicht gerade so wie bei Coprinus stercorarius möglich sei, die aussprossenden Zellen, die an isolierten Teilstücken von Agaricus campestris auftreten, in vegetatives Myzel überzuführen.

Steril aus Hut oder Stiel herauspräparierte Teilstücke wurden deshalb auf sterilisierten Mist gelegt. der sich in sterilisierten Kristallisierschalen befand. Auch an diesen Teilstücken begannen die nach außen gelegenen Zellen in der Weise auszusprossen, wie es oben beschrieben worden ist. Es gelang jedoch nicht, die Teilstücke zur Bildung von Myzel zu bringen, was nach den Gesamterfahrungen anzunehmen berechtigt war.

3. Xylaria arbuscula und Xylaria hypoxylon.

Durch Hennings ist schon eine reproduktionsfähige Form von Xylaria bekannt geworden, und zwar gehört sie der Gattung Kretschmeria an[1]). Wenn die Spitzen der jungen Konidienpilze von Nacktschnecken abgenagt werden, so entwickeln sich auf den zurückbleibenden Stielstümpfen „kopfförmige Fruchtkörper". Da, wie wir wissen, Xylaria nacheinander zwei Arten von Fortpflanzungsorganen hervorbringt, nämlich zuerst Konidien und darnach in Perithezien die morphologisch höher stehenden Askussporen, so fragt es sich, welche von beiden Arten die reproduzierten Fruchtkörper, die Hennings beobachtete, gebildet haben. Hennings gibt darüber keine Auskunft. Uns war die Entscheidung dieser Frage unmöglich, da uns der Pilz nicht zur Verfügung stand.

Dagegen wurde eine große Anzahl ähnlicher und anderer Operationen mit Xylaria arbuscula angestellt. Xylaria arbuscula ist wie Kretschmeria ein tropischer Pilz, der im Warmhause auf einem Kübel gefunden wurde, an dessen Innenrande er einen ausgedehnten Rasen bildete.

Die durch Schneckenfraß hervorgerufene und von Hennings beobachtete Reproduktion versuchte ich an Xylaria arbuscula in der Weise

1) Hennings, l. c. pag. 140.

zu wiederholen, daß ich solchen Objekten, die noch nicht fruktifizier hatten, die äußersten, weißlich gefärbten Spitzen in einer Länge vo durchschnittlich 1 mm abschnitt. Der verletzte Pilz blieb während de Versuchs auf seinem Substrat stehen. Die nun einsetzende Wachs tumstätigkeit brachte ein anderes Gebilde hervor, als es Hennings a Kretschmeria beschreibt.

Schon nach 24 Stunden waren sämtliche durch den Schnitt fre gelegten Hyphen ausgesproßt und hatten nach 3—4 Tagen die weg genommenen Spitzen so vollkommen ersetzt, daß auf Längsschnitte der Ort der Verwundung nicht wiedergefunden werden konnte. E liegt also hier ein Fall echter Regeneration vor.

Bei den weiteren Untersuchungen mit Xylaria arbuscula verfuh ich nach der Methode, die schon bei Coprinus und Agaricus mit Erfol angewandt wurde. Ich stellte Teilstücke her, die ich in Kristallisier schalen auf feuchtes Fließpapier auslegte. Eine Variation der in diese Weise angestellten Versuche war deshalb möglich, weil Xylaria arbus cula in allen Phasen fortschreitender Entwicklung bis und nach de Bildung der Askussporen reaktionsfähig bleibt.

Nach der angedeuteten Methode behandelte ich noch einmal solch Objekte, die sich als fähig erwiesen hatten, die weggeschnittene Spitz zu regenerieren, an denen also noch keine Fortpflanzungsorgane ge bildet waren. Die etwa 3 mm langen, auf feuchtes Fließpapier ausge legten und durch Querschnitte hergestellten Teilstücke hatten nach Verlau von 2 Tagen auf beiden Schnittflächen weiße Hyphenschöpfe reproduzier die eine Länge von 1,0—1,5 mm gewannen. Zwei bis drei Tage späte lehrte ein feiner weißer Staub, der bei der geringsten Berührung nieder rieselte, sowie die mikroskopische Betrachtung dünner Längsschnitte daß die hervorgesprossenen Hyphen Konidien abgeschnürt hatten Gleichzeitig bestätigte das mikroskopische Bild, was schon eine makro skopische Betrachtung vermuten ließ, daß nämlich nur die weiße Markhyphen an der Sprossung beteiligt sind, während die unter der Mikroskop bräunlich gelb erscheinenden Rindenzellen sich passiv ver halten.

Die Rindenschicht besteht, wie schon de Bary angibt[1]), aus tote Zellen, die infolgedessen nicht an der Reproduktion teilnehmen können Das geht auch aus einem anderen Versuche hervor, zu dem ich abe Objekte nahm, die an ihren Spitzen bereits Konidien trugen. Ich ver fuhr so, daß ich die Enden der Teilstücke, die wiederum durch Quer

1) de Bary, l. c. pag. 60.

chnitte hergestellt waren, in einer Bunsenflamme abtötete, um die Schnittflächen am Aussprossen zu verhindern. Etwa 2 Tage nach dieser Operation trat an irgend einer vorher nicht zu erkennenden oder zu bestimmenden Stelle der unverletzten Außenseite des Teilstücks eine Hyphensprossung auf, die sich durch ihre weiße Färbung scharf gegen die schwarze Rinde abhob. Auf dünnen Querschnitten kann man sehen, wie die Sprossungen entstehen. Unter der Rindenschicht findet eine lebhafte Vermehrung der Markhyphen statt, so daß schließlich die Rinde gesprengt und von den wachsenden Hyphen beiseite gedrängt wird.

In vielen Fällen hört aber das Wachstum der Sprossung nach dem Durchbruch durch die Rinde noch nicht auf. Wie bei den entsprechenden Versuchen an Coprinus ephemerus und Agaricus campestris wird vielmehr die Bildung eines neuen Fruchtkörpers angestrebt. Die Sprossung verlängert sich und steht in einem Winkel von 45—90° weigartig vom Teilstück ab. Gleichzeitig färben sich von der Basis aus die Zellen der Außenseite dunkler, so daß schließlich nur die fortwachsende Spitze die ursprüngliche weiße Färbung bewahrt. Hört das Wachstum endlich auf, so werden von dieser Spitze Konidien abgeschnürt. Die ganze Bildung zeigt jetzt alle Charaktere eines normalen Fruchtkörpers auf der Stufe der Konidienfruktifikation. In einzelnen Fällen übertrifft der neue Fruchtkörper bei weitem die Länge des reproduzierenden Teilstücks; dafür bleibt aber dann, der beschränkten Nahrungszufuhr entsprechend, der Querschnitt sehr schmal.

Die Reproduktion von Fruchtkörpern, wie sie eben konstatiert wurde, wird auch, und das macht diesen Pilz besonders interessant, an älteren Objekten ausgeführt, die bereits die beiden für diesen Pilz so charakteristischen Formen der Fruchtbildung durchlaufen haben. Derartige ältere Objekte, die sich an dem keulenförmig angeschwollenen Stroma kenntlich machen, schneidet man vom Substrat ab und bringt sie auf feuchtes Fließpapier, wo sie nach etwa 2 Tagen auszusprossen beginnen. Die Aussprossungen werden meist unter der schwarzen Rindenschicht des Fruchtträgers, die sie dann durchbrechen, angelegt; hin und wieder entstehen sie auch auf der Schnittfläche des Fruchtträgers. In allen Fällen stellen sie die Anlagen neuer Fruchtkörper dar, deren vollständige Ausbildung sich nach einem Verlauf von weiteren 3 Tagen vollzogen hat. So zeigt Fig. 7 einen ausgelegten Fruchtkörper, an dessen Stiel fünf neue Fruchtkörper produziert wurden, und zwar ist einer dieser Fruchtkörper auf der Schnittfläche des Stiels (*h*) entstanden. Die Spitzen der jungen Fruchtkörper schnüren Konidien ab, die bei der geringsten Erschütterung in großen Mengen zu Boden fallen.

Ich veränderte nun den Versuch in der Weise, daß ich das Stroma vom Fruchtträger trennte und so beide Teile isoliert betrachten konnte. Der Fruchtträger produzierte wieder eine Anzahl neuer Fruchtkörper, während das Stroma keinerlei Wachstumstätigkeit erkennen ließ, anscheinend sterben seine Zellen sofort nach der Bildung der Sporen ab.

Überblicken wir noch einmal die mit Xylaria arbuscula unternommenen Versuche, so gelangen wir zu folgenden Ergebnissen:

Wie bei Coprinus ephemerus konnte nachgewiesen werden, daß alle lebenden Zellen des Fruchtkörpers von Xylaria arbuscula die Fähigkeit zur Reproduktion besitzen.

Fig. 7.
Xylaria arbuscula.
b Stroma mit den Peritherien; *c*, *d*, *e*, *f*, *g* reproduzierte Fruchtkörper; *h* die Stelle, wo der Fruchtkörper vom Substrat entfernt wurde.
Natürl. Größe.

Lebend und reproduktionsfähig bleiben auch die Zellen im Fruchtträger solcher Objekte, die bereits beide Fruktifikationsprozesse durchlaufen haben. Analoges Verhalten, daß bestimmte Teile eines Fruchtkörpers auch nach Abschluß der Fruktifikation lebende und reproduktionsfähige Zellen konservieren, kennen wir bereits von dem schon mehrfach erwähnten und von Biffen untersuchten Agaricus velutipes.

An den isolierten Teilstücken jüngerer Objekte, worunter ich alle Fruchtkörper vor Anlage des Stromas mit den Askussporen verstehe, vollzieht sich, falls keine hindernden Einflüsse hinzukommen, die reproduktive Tätigkeit an der Schnittfläche. Wird dagegen die Reproduktion an der Schnittfläche von vornherein unmöglich gemacht, so tritt sie an irgend einer Stelle unter der Rindenschicht ein, die in diesem Falle durchbrochen werden muß.

An Teilstücken älterer Objekte mit ausgebildetem Stroma werden meist mehrere Fruchtkörper angelegt, und zwar sowohl auf der Schnittfläche, wie auf den unverletzten Seitenflächen.

Die reproduzierten Fruchtkörper haben mehr oder weniger einen Habitus, wie ihn der Pilz während der Konidienfruktifikation zeigt, und zwar erinnern sie um so mehr an normale Fruchtkörper, je älter das Objekt ist, von dem die Reproduktion ausgeführt wurde.

Im Zusammenhange mit der ausgezeichneten Reproduktionsfähigkeit steht die Regenerationsfähigkeit auf dem natürlichen Substrat stehenbleibender Objekte, die noch nicht fruktifiziert haben, insofern dieselben die äußerste Spitze, die ihnen weggeschnitten wird, vollkommen zu ersetzen vermögen.

Ähnliche Resultate ergaben die Versuche mit Xylaria hypoxylon. ie Zahl der mit diesem Pilze unternommenen Untersuchungen war er bei weitem kleiner, weil uns nur solche Objekte zur Verfügung nden, die gerade Konidien abschnürten oder im Begriffe waren, es tun. In der üblichen Weise stellte ich wieder durch Querschnitte ilstücke aus dem Fruchtkörper her, die auf feuchtes Fließpapier ge- gt wurden. An allen Versuchsobjekten war schon am Tage nach der peration eine rege Wachstumstätigkeit zu konstatieren. Das End- sultat dieser Wachstumstätigkeit fiel aber an den verschiedenen Teil- ücken sehr verschieden aus, und zwar handelte es sich dabei darum, lcher Partie des Fruchtkörpers das Teilstück entnommen war. An n Schnittflächen der Teilstücke, die dem basalen Teile des Frucht- rpers angehörten, gingen weiße Hyphenschöpfe hervor, die eine Länge n 2—3 mm erreichten Auch hier ließ sich nachweisen, daß nur e Markhyphen zu wachsen beginnen, so daß sich die Hyphensprossung harf gegen die periphere Rindenschicht absetzt. Während aber bei ylaria arbuscula an Gebilden gleicher Art Konidien abgeschnürt wur- n, unterblieb hier die Bildung derartiger Fortpflanzungsorgane. Die yphenschöpfe färbten sich mit der Zeit dunkel und gingen mit dem utterstück zugrunde.

Daß aber Nährstoffe für weit bedeutendere Leistungen in solchen ilstücken vorhanden sind, lehrt ein anderer Versuch. Nimmt man e Hyphenschöpfe am zweiten Tage nach ihrer Entstehung durch einen nerschnitt weg, der ungefähr 2 mm hinter der ursprünglichen Schnitt- che einsetzt, so lassen die nunmehr frei gelegten Hyphen nach zwei gen neue Schöpfe hervorgehen, die die Länge der zuerst angelegten reichen. Diesen Versuch kann man fortsetzen, bis das Teilstück stirbt.

Die jüngeren Teilstücke, mehr dem Scheitel entnommen, besaßen gegen eine ausgezeichnete Reproduktionsfähigkeit. Die Neubildungen, e sie hervorbrachten, differenzierten sich zu Gebilden, wie sie während r normalen Entwicklung am Organismus entstehen. So zeigt Fig. 9 t *b* ein ausgelegtes Teilstück. Im Kulturgefäße ist ein neues Organ daran entstanden, das den Habitus eines normal wachsenden Frucht- rpers hat und das eben die charakteristische dichotomische Verzwei- ng vollzogen hat. Interessant ist das durch Fig. 8 wiedergegebene jekt. Der ursprüngliche Scheitel liegt in *V*, bei *a* ist das Objekt m Muttersproß entfernt worden. An diesem basalen Ende hat sich n neues Organ gebildet, das durchaus einem jungen Fruchtkörper

gleicht. Die Neubildung bei Fig. 9 erreicht fast die Länge des Mutter stückes, die bei Fig. 8 bis zwei Drittel derselben.

In derselben Weise wie bei Xylaria arbuscula tötete ich die Wund flächen der Teilstücke in der Flamme ab. Ein Erfolg analog wie bei Xylaria arbuscula, daß die Rindenschicht durch eine seitliche Sprossung durchbrochen wird, blieb aber aus.

Die Untersuchungen ergaben also, daß die Zellen des Fruchtkörpers von Xylaria hypoxylon in ihrer Qualität sehr voneinander abweichen. Zu wachsen vermögen zwar alle lebendigen Zellen, wenn sie durch Verwundung dazu angeregt werden. Eine Reproduktion kann aber nur von den jüngeren Zellen in der Nähe des Scheitels ausgeführt werden, den älteren Zellen in der Gegend der Stielbasis fehlt die Fähigkeit dazu. Bei Xylaria hypoxylon liegen also die reproduktionsfähigen Zellen in der Nähe des Vegetationspunktes, den dieser Pilz besitzt. Daß aber mit dem Vorhandensein eines Vegetationspunktes nicht ein qualitativer Unterschied zwischen älteren und jüngeren Zellen verbunden sein muß, lehren die Versuche mit älteren Fruchtkörpern von Xyl. arbusc.

Fig. 8. Fig. 9.
Reproduzierende Teilstücke von Xylaria hypoxylon. *v* die ursprünglichen Vegetationspunkte, *a* Neubildungen. Natürl. Größe.

4. Daedalea unicolor, Polyporus versicolor L., Polyporus caudicinus Schroet. (= Polyporus sulphureus Fr.), Polyporus Braunii.

Daß wir an diesen langsamer wachsenden, meist derberen Pilzen auch jene Reaktionen erwarten durften, wie wir sie an Xylaria, Agaricus und Coprinus kennen lernten, beweist das Verhalten des von Goebel untersuchten Stereum hirsutum[1]). Goebel beließ den Pilz auf seinem natürlichen Substrate im Walde und schnitt große Teile vom Thallus weg. Aus Zeichnung und Beschreibung geht hervor, in welcher Weise der Organismus reagierte. Die Reaktion machte fast den Eindruck einer Regeneration, konnte aber doch nur als Reproduktion angesprochen werden, denn es waren neue Individuen entstanden, von denen jedes seine eigenen charakteristischen Zonen hatte. Von welchen Zellen die Reproduktion der neuen Fruchtkörper ausging, hat Goebel nicht angegeben.

1) Goebel, Flora 1903, pag. 143 ff.

Für meine Untersuchungen wählte ich zunächst Polyporus versi-
olor. Ich behandelte den Pilz im Freien, indem ich durch Schnitte
erschiedene Randteile vom Thallus entfernte. Die Reaktion stimmte
it der von Goebel an Stereum hirsutum beobachteten überein, indem
enfalls von der Schnittfläche aus neue Fruchtkörper reproduziert wurden.
ur verlief die Bildung dieser Fruchtkörper in einem wesentlich kürzeren
eitraume. Goebel gibt für Stereum hirsutum eine Zeit von mehr
s einem halben Jahre an. Bei Polyporus versicolor dagegen war
hon nach 8 Tagen an dem verletzten Thallus ein bedeutender Zu-
achs entstanden. Als besonders günstig erwies sich ein nach der
peration einsetzender Regen, der das Objekt zu lebhaftem Wachstum
regte.

Schon die makroskopische Betrachtung ließ vermuten, daß an
er reproduzierenden Tätigkeit nur die Markhyphen (Innenhyphen) teil-
ehmen. Die Vermutung wurde dadurch bestätigt, daß ich Thallusteile
er verschiedensten Größe, die ich auf feuchtes Fließpapier legte, unter-
ichte. An diesen Teilstücken wuchsen aus der Wundfläche wulst-
tige, kallusähnliche Gebilde hervor. Die Annahme, daß sich diese
ucherungen zu Fruchtkörpern differenzierten, bestätigte sich nicht.
u einer solchen Leistung fehlt dem isolierten Teilstück die Fähigkeit,
doch nicht die Nährstoffe; denn nimmt man den kallusartigen Zuwachs
urch einen Schnitt weg, so beginnen die nunmehr frei gelegten Zellen
iszusprossen. Immerhin reichte das Ergebnis aus, um festzustellen,
aß das Wachstum von den Markhyphen ausging. Sicher dürfen wir
nehmen, daß auch bei Stereum hirsutum die Reproduktionstätigkeit
ren Sitz in den Markhyphen hat.

Bei den isolierten Teilstücken von Polyporus versicolor ist die
ürze der Zeit bemerkenswert, innerhalb welcher die Reaktion sich
llzieht. Schon nach vier Tagen hatte das Auswachsen seinen Höhe-
nkt erreicht. Darnach begannen die Objekte abzusterben.

In der gleichen Weise untersuchte ich Daedalea unicolor, konnte
er verhältnismäßig wenig Erfolge verzeichnen. Der verletzte Thallus,
er auf seinem Substrat (Kirschbaum) verblieb, reagierte gar nicht;
f den Schnittflächen der auf Fließpapier ausgelegten Teilstücke er-
ben sich nur zerstreut wulstartige Wucherungen. Die gesamte
hnittfläche vermochte nicht daran teilzunehmen. Selbstverständlich
m es auch zu keiner weiteren Differenzierung. Die Reaktion ist nur
s ein stellenweise einsetzendes Wachstum zu bezeichnen. Es steht
er auch hier fest, daß die wachstumsfähigen Zellen nur den Mark-
phen angehören.

Weiterhin benutzte ich den an Weidenstämmen häufig auftretende Polyporus caudicinus Schroet. (= Polyporus sulphureus Fr.). An de Fruchtkörpern dieses Pilzes, die im Freien verblieben, führte ich ebens wie Massart an Trametes gibbosus[1]) senkrechte Schnitte aus, die all horizontalen Lagen trafen, die den verschiedenen Wachstumsperiode entsprechen. Nach Massarts Angaben scheinen sich bei Tramete gibbosus stets alle Zellen der Schnittfläche an dem auf die Verletzun folgenden Wachstum zu beteiligen, so daß nach Verlauf einer gewisse Zeit von der Wundfläche nichts mehr zu sehen ist. Das ist nac meinen Beobachtungen bei Polyporus candicinus nur dann der Fal wenn die Schnittfläche geringen Umfang b sitzt. Wird aber die Schnittfläche so orie tiert, wie es oben beschrieben wurde, s unterläßt ein Teil der freigelegten Zelle das Auswachsen, und zwar ist es stets d Teil, der am weitesten vom Hymenium en fernt liegt, also der obere Rand der Schnit fläche — in Fig. 10 mit *s* bezeichnet. Di Grenze zwischen wachsenden und nicht wachse den Zellen ist sehr streng gezogen, so da die Neubildung scharf gegen den oberen Te der Schnittfläche, der dauernd freiliegt, al setzt. An seiner Unterseite bildet der Ne zuwachs Hymenium (*h*), das in das Hymeniu des Mutterorganismus übergeht.

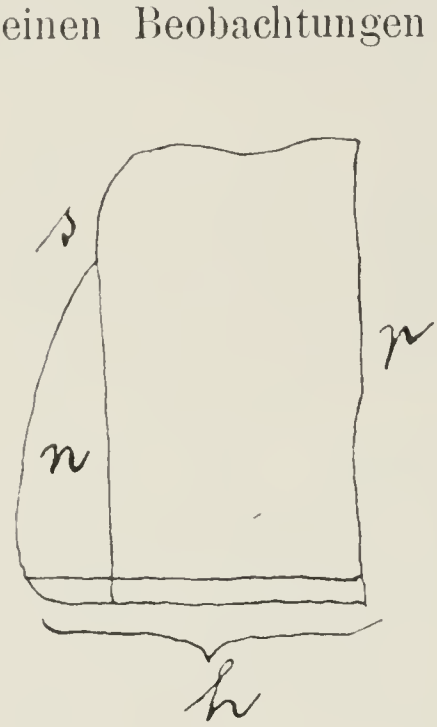

Fig. 10.
Schematischer Querschnitt durch Polyporus candicinus. *n* = Neuzuwachs, *h* = Hymenium, *s* = Schnittfläche, *r* = Ansatzfläche des Fruchtkörpers am Baum. Natürl. Größe.

Offenbar ist die Neubildung als ein neu Fruchtkörper aufzufassen, der sich bei Pol porus candicinus nur nicht so deutlich abheb als es bei unseren Versuchen mit Agaricus campestris der Fall ist.

Daß wir es hier mit einer korrelativen Reaktion zu tun habe die durch die Verletzung ausgelöst wurde, geht daraus hervor, da nicht alle Zellen der Schnittfläche, die wachstumsfähig sind, zu wachse beginnen. Legen wir dagegen einen Fruchtkörper, der in derselbe Weise beschnitten ist, auf feuchtes Fließpapier, so beginnen an alle Stellen der Schnittfläche Zellen zu sprossen. Es müssen deshalb inne Einflüsse vorhanden sein, die an einem Fruchtkörper, der auf seine Substrat verbleibt, nur einen Teil der freigelegten Zellen zum Au wachsen bestimmen. Es liegt hier wieder ein Beispiel vor, daß nic

1) Massart, l. c. pag. 19.

mer eine Regeneration ausgeführt wird, wo unter Umständen die ähigkeit dazu vorhanden ist.

Daß der Pilz sehr schnell zur Reaktion bereit ist, lehrt ein Versuch, den ich am 2. Dezember, also zu einer Zeit, wo die Wachstumsperiode vorüber ist, ausführte. Ich stellte aus einem Fruchtkörper verschieden große Teilstücke her, die ich bei Zimmertemperatur von ca. 0° C auf angefeuchtetes Fließpapier auslegte. Schon am 6. Dezember waren deutliche Zellwucherungen auf den Wundflächen zu konstatieren.

An denselben Teilstücken tritt noch ein anderes Phänomen auf. Die graugrüne natürliche Oberfläche des Pilzes gewinnt an den isolierten Objekten nach zwei Tagen ein recht frisches Aussehen. Ein Druck mit dem Finger hinterläßt eine deutlich dunkel gefärbte Spur. Die Beobachtung von Schnitten sagt uns, daß auch an diesen unverletzten Oberflächenteilen ein Wachstum begonnen hat. Die äußersten Hyphenenden sind wohl immer, wenigstens zum großen Teile, abgestorben, aber durch die Wärme und die Feuchtigkeit werden die noch dazwischen- oder darunterliegenden lebenden Zellen zum Wachstum angeregt. Diese hervorwachsenden Zellen geben der Oberfläche das Aussehen, das ein normaler Fruchtkörper zu Beginn seiner Vegetationsperiode hat.

Endlich untersuchte ich noch einen Pilz, den ich im Warmhause des botanischen Gartens an der Unterseite von feuchten, morschen Bohlen fand. Er wurde als Polyporus Braunii bestimmt und ist vor allem an der chromgelben Färbung seiner Oberfläche zu erkennen.

Meine Versuche führte ich an Ort und Stelle aus, indem ich durch senkrechte Schnitte Teile von dem mit seiner ganzen Fläche dem Substrate aufsitzenden Fruchtkörper entfernte. Nach Verlauf von acht Tagen hatte der Pilz eine neue Oberfläche auf der Wunde reproduziert, die sich sofort durch ihre chromgelbe Färbung als solche zu erkennen gab. Die mikroskopische Betrachtung zeigte, daß diese Oberfläche Hyphensprossungen, senkrecht zur Schnittfläche, ihren Ursprung verdankte, daß sich also nicht die äußersten, durch die Verletzung freigelegten Hyphen gelb gefärbt hatten.

Teilstücke, im feuchten Raume bei gleicher Temperatur wie im Warmhause gehalten, verloren bald ihre schöne intensive Färbung, und ich konnte nur konstatieren, daß keine der erhofften Reaktionen eingetreten war.

Die Untersuchungen mit diesen Polyporeen lehren wieder, daß trotz ihrer spezifischen Ausbildung die lebendigen Zellen der untersuchten Pilze die Fähigkeit, bei entsprechendem Reiz von neuem die Wachstumstätigkeit aufzunehmen, nicht verloren haben. Reproduktion

und Regeneration werden aber von diesen Objekten mit Ausnahme von Daedalea unicolor nur dann ausgeführt, wenn sie auf ihrem natürlichen Standorte behandelt werden. Am isolierten Teilstück trat bei unseren Versuchen, wie das regellose Auswachsen der Zellen auf der Schnittfläche einiger dieser Fruchtkörper andeutet, das korrelative Schaffen und Walten nicht ein, das zu einem reproduktiven oder regenerativen Ersatz des Hinweggenommenen führt.

5. Claviceps purpurea.

Die Untersuchung dieses Sklerotiums sollte nicht dazu dienen, das Vorhandensein, embryonaler Zellen oder solcher, die es werden können, festzustellen; denn daß das ganze Sklerotium, mit Ausnahme der toten Zellen der Oberfläche, ein embryonales Gebilde darstellt, sagt schon der normale Entwicklungsgang. Da es aber zum Wesen der embryonalen Zellen gehört, daß sie unter verschiedenen determinierenden Einflüssen verschiedene Entwicklungsbahnen einschlagen können, so mußte es von Interesse sein, zu erfahren, wie sich die Sklerotiumzellen von Claviceps in dieser Hinsicht verhalten.

Unser Versuch reiht sich auch nur an längst bekannte Untersuchungen an. Wie wir bereits wissen, teilt schon de Bary von den Sklerotien der Sklerotinien mit, daß die bloßgelegten Markhyphen einen Wundverschluß bilden, in Nährlösung sogar zu „vegetierendem Fadenmyzel“ auswachsen[1]). Auch Claviceps soll der ersten Reaktion fähig sein[1]). Es wachsen ebenfalls die Markhyphen hervor, die „über die Wundfläche Zweige treiben, welche sich zu einer dünnen Filzdecke verflechten. Die inneren, an das unverwundete Mark grenzenden Schichten dieser Decke bilden sich dann zur neuen Rinde aus, die oberflächlichen vertrocknen und werden bald unkenntlich“[1]). Von einem Weiterwachsen der ausgesprossenen Hyphen von Claviceps in Nährlösung berichtet de Bary nichts. — Die Art der Reaktion, die er Zweigbildung nennt, und die darauffolgende Rindenbildung genauer kennen zu lernen, sollte die Aufgabe des folgenden Versuchs sein.

Die Kulturen mit Teilstücken wurden mit ganz besonderer Vorsicht ausgeführt, da die Schnittflächen mit Vorliebe von Schimmelpilzen aufgesucht werden. Zu diesem Zwecke wusch ich die unversehrten Sklerotien etwa 5—10 Minuten in einer Sublimatlösung (1 : 1000) und spülte sie darnach mit sterilisiertem Wasser ab. Sie wurden, um eine Infektion zu vermeiden, im Dampfkasten teils quer, teils längsgeschnitten. Die Teilstücke steckte ich in feuchten Sand, der sich in Kristallisier-

1) de Bary, l. c. pag. 42.

ıalen befand und der an drei aufeinanderfolgenden Tagen im Dampf-
rilisator keimfrei gemacht worden war. Über die mit Glasplatten
rdeckten Kulturgefäße stülpte ich mit Sublimat ausgewaschene Glas-
ɔcken, die auf ebenso behandelten Glasscheiben luftdicht aufsaßen.

Auf diese Weise habe ich fast alle Kulturen keimfrei gehalten.
ɔ standen teils im Wärmezimmer bei ca. 24° C, teils im Keller, wo
rchschnittlich eine Temperatur von 8° C herrschte. Die im Keller
haltenen Kulturen keimten nach der Zeit aus, die Kühn[1]) angibt,
o nach etwa 90 Tagen. Es bestätigt sich damit Franks Beob-
ıtung[2]), daß zur Bildung von Askussporen „nicht bloß unversehrte,
ıdern selbst Stücke von Mutterkörnern (z. B. von Schnecken und
rgl. angefressen) fähig" sind.

Nach drei Wochen untersuchte ich meine Objekte das erste Mal.
ɔ zeigten dem bloßen Auge keinerlei Veränderung, außer daß sich
ɔ Schnittfläche etwas verdunkelt hatte. Aber schon gröbere Schnitte,
ıkrecht zur Wundfläche ausgeführt, ließen erkennen, daß diese Wund-
che dicht mit länglichen Hyphen besetzt war. Zur genaueren Unter-
chung dieser Erscheinung wurden Mikrotomschnitte angefertigt. Die
ıubildungen sind ganz auffällig von den normalen Zellen unterschieden.
ährend das Hyphengeflecht des Sklerotiums aus dickwandigen, poly-
nalen Zellen besteht, sind die neugebildeten Zellen dadurch charak-
isiert, daß sie mit einer dünnen Membran versehen und länglich ge-
mt sind. Sehr oft sind sie auch an ihren Enden angeschwollen.
e Sprossungen waren stets ein bis zwei Zellen lang.

Diese Hyphen gehen aus unverletzten Zellen, die an der Wund-
che liegen, hervor. Ob die Hyphenbildung ein korrelatives Absterben
hinterliegender Zellen zur Folge hatte, konnte ich nicht feststellen.
e nächsten, an die Schnittfläche grenzenden Zellen machten äußerlich
ht den Eindruck irgend einer Veränderung. Dagegen zog sich in
ıiger Entfernung von der Schnittfläche, parallel zu ihr, ein schwach
äunlichgelber Streifen hin, der damit den Zellen gleicht, die an die
ıdenschicht anstoßen. Die Gegend, wo sich dieser Streifen befindet,
gt ziemlich tief im Gewebe, ungefähr 4—7 Zellschichten von der
hnittfläche entfernt. Der Wundreiz pflanzt sich demnach ziemlich
it ins Innere fort.

Die Frage nach dem Zweck des eigenartigen Längenwachstums
n seiten der äußersten Zellen drängt sich unwillkürlich auf. Nach
Bary bedeutet es einen vorläufigen Wundabschluß. Dagegen spricht

1) Kühn, Krankheiten der Kulturpflanzen, II. Aufl., pag. 117.
2) Frank, Krankheiten der Pflanzen, 1895, Bd. I, pag. 643.

aber erstens, daß die Hyphen nicht dicht genug stehen, um eine der artige Aufgabe zu erfüllen, und zweitens die Beobachtung, daß sie ent gegengesetzt der Angabe von de Bary auch nach 8 Wochen ihr alte Aussehen bewahren, sich also nicht zu einer Decke verfilzen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß nach Ablauf der Ruhezeit be gleichzeitigem Vorhandensein einer Nährlösung eine ähnliche Reaktio wie bei den Sklerotien der Sklerotinien eintritt, daß also das Sklerotiu in ein vegetatives Stadium übergeht.

Hennings untersuchte auch den Fruchtstiel, der im Frühjahr au dem Sklerotium hervorbricht [1]). Er sah, wie sich an abgebrochene Stielen „seitlich halbkugelige Köpfchen neu entwickelten“ [1]), ein deutliche Beweis, daß auch dieser Teil des Organismus embryonal tätig sein kann

C. Besprechung der Resultate.

Nachdem eine Zelle ausgewachsen und als Baustein bestimmte Ausbildung dem Organismus eingefügt ist, tritt für gewöhnlich bei un gestörter Vegetation eine weitere Entwicklung nicht ein. Solange abe die Zelle lebendig bleibt, hat sie vielfach die Fähigkeit, unter andere als den bisherigen Bedingungen eine neue Entwicklungsbahn einzu schlagen, noch nicht verloren [2]). Diese Möglichkeit bleibt aber meis nur „im latenten Zustande vorhanden und tritt nur dann hervor, wen die gegenseitige Beeinflussung der Zellen aufgehoben wird“ [2]). Unte Umständen geschieht es dann, daß wie bei manchen Schimmelpilze eine einzelne Zelle oder wie bei Xylaria arbuscula ein Zellkomple einen neuen Organismus reproduziert. Welch hohen Grad die Diffe renzierung einer einzelnen Zelle erreichen darf, ohne daß sie die Fähig keit zur Reproduktion verliert, ist in den vorhergehenden Untersuch ungen genügend hervorgetreten. Es liegt infolgedessen die Frage nah ob bei den Pilzen gerade so wie bei gewissen Algen und Moosen jed einzelne Zelle die Fähigkeit besitzt, für sich das Ganze zu bilden.

Daß Zellen, wie die Scheitel- und Gliederzellen von Penicillium glaucum und Aspergillus niger, im isolierten Zustande wachstumstäti bleiben und einen neuen Organismus entstehen lassen können, war zu erwarten, treiben doch auch innerhalb des Verbandes viele Zelle Seitenzweige, aus denen wiederum Seitenzweige hervorgehen, die schließ lich Konidienträger entstehen lassen. Abgesehen davon, daß die Zell isoliert dasselbe leistet wie innerhalb des Verbandes und daß be Penicillium glaucum die Seitenzweige nicht nur unter oder in der Näh

1) P. Hennings, l. c. pag. 140.
2) Goebel, Organographie 1898, pag. 35, 36.

: oberen Scheidewand, sondern auch über der unteren hervorbrechen, ten an diesen Zellen keine neuen Eigenschaften auf. Es kommt er noch hinzu, daß eine Anzahl von vegetativen Zellen aus irgend lchen Ursachen das Auswachsen innerhalb des Verbandes unterläßt. bald aber solche Zellen isoliert werden, beginnen auch sie auszu- ossen, ein Zeichen, daß die Fähigkeit dazu vorhanden war und in- ge der Trennung aus dem Verbande realisiert wurde.

Der Gegensatz zwischen potentieller Befähigung und realer Leistung t aber noch deutlicher hervor bei den Zellen, die nach ihrer defini- en Ausgestaltung normal nicht mehr wachsen: bei den Zellen der fthyphen, des ausgebildeten Konidienträgers von Penicillium glaucum d bei dem Konidienträger von Aspergillus niger, der bereits Konidien schnürt. Wenn eine dieser Zellen abgetrennt und in Nährlösung racht wird, so sproßt sie vegetativ aus. Daß z. B. der Konidien- ger von Aspergillus niger das zu allen diesen Tätigkeiten notwendige implasma besitzt, wenn die Bildung der Konidien noch nicht be- nnen oder gerade eingesetzt hat, durfte wohl von vornherein ange- mmen werden. Immerhin war es wichtig, den tatsächlichen Nachweis ür zu erbringen, daß alle Zellen einer modifizierten Tätigkeit fähig d; denn es ist bekannt, daß nicht immer allseitig befähigte Zellen Wachstumstätigkeit aufnehmen können, wie sich z. B. nach den herigen Untersuchungen das Sporangium von Phycomyces nitens als fähig erwies.

Nach alledem läßt sich feststellen, daß in jeder Zelle von Asper- lus niger und Penicillium glaucum, da jede nach der Isolation aus h den Gesamtorganismus zu erzeugen vermag, „potentiell auch die samtbefähigung, also das gesamte unerläßliche Idioplasma (Keimplasma, bmasse)“ vorhanden ist[1]).

Schon bei den einzelligen Pilzen Mucor stolonifer und Phyco- ces nitens müssen Einschränkungen gemacht werden, insofern es ht gelungen ist, jeden Zellteil zum Auswachsen zu bringen. Was Teilstücke vegetativer Hyphen von Mucor stolonifer anbetrifft, so rt schon die normale Entwicklung, daß Seitenhyphen an jeder Stelle er Hyphe angelegt werden können; wo aber solche Aussprossungen einer Hyphe normal nicht erscheinen, werden sie wie bei Penicillium rch die Isolierung an dem betreffenden Hyphenstück hervorgerufen.

Daß aber ein Lufthyphe von Mucor stolonifer oder ein Sporangium- ger von Phycomyces nitens ebenfalls an allen Stellen zum Aus-

---

1) Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 176.

wachsen befähigt bleibt und einen neuen Organismus reproduzieren kann, läßt sich nicht ohne weiteres aus der normalen Entwicklung ableiten, sondern konnte nur durch das Experiment erwiesen werden. Dagegen mußte bei dem Sporangium von Mucor und von Phycomyces vorausgesetzt werden, daß sie potentiell die Fähigkeit zur Reproduktion besitzen, weil beide mit dem für die Bildung der Sporen nötigen Keimplasma ausgestattet sind. Eine Realisierung dieser Fähigkeit gelang aber nur an dem Sporangium von Mucor stolonifer. Es ist aber deshalb noch nicht ausgeschlossen, daß auch noch das Sporangium von Phycomyces nitens durch irgendwelche Umstände zur Reproduktion gebracht wird, wenn nicht bestimmte Ursachen, wie z. B. die Membran, ein Aussprossen verhindert.

Ebenso geben die negativen Erfolge mit dem Sporangiumträger, den Stolonen und Rhizoiden von Mucor stolonifer noch kein Recht, diesen Zellteilen die potentielle Befähigung zum Auswachsen abzusprechen. Nach Brefeld reproduziert z. B. der Sporangiumträger von Mucor Mucedo, wenn er von Piptocephalis befallen wird, neue Sporangienträger, die zu Sporangien anschwellen[1]). Dieselbe Befähigung dürfte potentiell auch der Sporangiumträger von Mucor stolonifer besitzen, wenigstens solange durch ihn noch die Stoffe fließen, die im Sporangium gebraucht werden und das Sporangium selbst zum Auswachsen befähigen. Allerdings ist nicht bekannt, welche Ursachen eine Realisierung der angenommenen Fähigkeit hindern könnten.

Bei den Stolonen von Mucor stolonifer gibt schon die normale Entwicklung den Beweis einer vielseitigen Fähigkeit: Sie bilden, wenn sie einen Gegenstand berühren, Rhizoiden, lassen dann Sporangienträger mit Sporangien entstehen und wachsen unter Umständen noch nach einem anderen Punkte weiter. Diese Wachstumstätigkeit beschränkt sich aber nur auf einen geringen Raum an der Spitze. Trotzdem dürfte wohl auch der übrige Protoplast alles das enthalten, was er zum Auswachsen braucht.

Bei den Mucorineen Phycomyces nitens und Mucor stolonifer konnte also die Fähigkeit zur Reproduktion nicht nachgewiesen werden am Sporangium vom Phycomyces und am Sporangiumträger, den Stolonen und Rhizoiden von Mucor.

Bei den höheren Pilzen mit komplizierterem Fruchtkörper waren nicht mehr einzelne isolierte Zellen oder Zellteile, sondern Zellkomplexe Gegenstand der Untersuchung. Wenn infolgedessen von einem solchen

1) Brefeld, l. c. Heft I, pag. 58.

llkomplex eine Reproduktion ausgeführt wird, so bleibt es trotzdem entschieden, ob die Fähigkeit dazu schon an und für sich in jeder ızelnen Zelle schlummerte oder ob diese Fähigkeit eine sekundäre genschaft ist, die die Zelle, wie Wiesner und unter Umständen ch Pfeffer[1]) annimmt, erst durch Zufluß aus benachbarten Zellen wirbt. Die Voraussetzung einer Reproduktion sind aber zunächst llen, die die Wachstumstätigkeit von neuem aufnehmen können; denn ist bekannt, daß dies nicht immer einer allseitig befähigten Zelle ɔglich ist[2]). Oft macht eine nicht mehr wachstumsfähige Zellhaut ıe Reproduktion unmöglich. Infolgedessen gestatten uns die betrefıden Untersuchungen zunächst ein Urteil darüber, welche Zellen eines zes die Möglichkeit des Wachstums behalten. Zielt die Wachstumsigkeit auf eine Reproduktion oder Regeneration hin, so muß der ısgangspunkt in dazu befähigten, embryonalen Zellen liegen. Es ist er immer zu bedenken, daß eine Reproduktion oder Regeneration ht schlechthin die gesamte Befähigung der Zellen anzeigt, daß vielhr stets der Erfolg eines korrelativen Wirkens vorliegt[3]).

Von den Zellen der jungen Fruchtkörper von Coprinus ephemerus d Coprinus stercorarius behauptet Brefeld, daß jede einzelne Zelle fähigt sei, einen neuen Organismus zu bilden. Da auch er nur Zellmplexe verwandte, so ist nicht erwiesen, ob das auch von einer isorten Zelle gesagt werden kann. Von einer Basidie zwar, die noch ine Sporen abgeschnürt hat, muß wie bei einem Konidienträger von pergillus schon von vornherein angenommen werden, daß sie das mplete Keimplasma besitzt und deshalb wohl auch isoliert einen uen Pilz ergeben dürfte. Eine solche Annahme kann aber nicht hr von Palissaden-, Stiel- und Hutzellen gemacht werden. Für diese llen konnten nur die Versuche den Nachweis erbringen, daß auch im Verband mit anderen Zellen befähigt sind, einen neuen Organisıs zu reproduzieren. Da die Versuche mit den Zellen aller Gewebe ser Pilze vorgenommen wurden, so läßt sich wohl behaupten, daß e lebendige Zelle im jungen Fruchtkörper von Coprinus ephemerus d Coprinus stercorarius wachstumsfähig bleibt und daß sie innerhalb es Zellkomplexes fähig werden kann, einen neuen Organismus zu bilden.

Die Mitteilungen von Magnus über Agaricus campestris[4]), die obachtungen von Massart[5]), die in dieser Arbeit beschriebenen

1) Pfeffer, Physiol., Bd. II, pag. 178.
2) Ders., l. c. Bd. II, pag. 178 u. 205.
3) Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 180.
4) Magnus, l. c. pag. 129.
5) Massart, l. c. pag. 18.

Versuche an demselben Pilze und die Beobachtungen von Henning an Russula, Tricholoma u. a.[1]) deuten daraufhin, daß auch andere Agaricineen aus derartig befähigten Zellen aufgebaut sind. Zu wachsen beginnen eine Anzahl Stielzellen von Agaricus campestris, wenn der Hut vom Stiel getrennt wird, obwohl es zu keiner Reproduktion eines Fruchtkörpers kommt. An einem steril aus Hut oder Stiel herausgeschnittenen Teilstück entsteht ein weißer Überzug, der auf wachsende Zellen zurückzuführen ist. An einem isolierten Stiele kann sogar die Reproduktion eines neuen, wenn auch eigentümlich gebauten Fruchtkörpers ausgeführt werden. Leichte Verletzungen, die durch Tierfraß an der Oberfläche des Hutes entstehen, werden vernarbt. Nach Magnus regeneriert der Hut die künstlich entfernten Lamellen, wenn auch in einer morphologisch etwas abweichenden Form. Alle diese Erscheinungen gestatten uns anzunehmen, daß bei vielen Agaricineen wie bei Coprinus zunächst einmal alle lebendigen Zellen wachstumstätig werden können und daß Zellen des Hutes, des Stieles, des Hymeniums und der Oberfläche die Fähigkeit zur Reproduktion, resp. Regeneration besitzen.

Wachstumsfähige Zellen ließen sich auch an all den übrigen untersuchten Pilzen nachweisen; es hat den Anschein, als ob jeder lebendigen Zelle dieser Pilze die Fähigkeit zukomme, von neuem die Wachstumstätigkeit aufzunehmen. Reproduktion und Regeneration treten aber nicht so unbedingt auf wie bei den Agaricineen. Zwar konnte an allen diesen Pilzen mit Ausnahme von Daedalea unicolor eine Ersatztätigkeit ausgeführt werden, jedoch nur unter besonderen Bedingungen, dazu gehört bei den Polyporeen, daß sie auf ihrem Substrate stehen bleiben, bei Xylaria hypoxylon, daß die Teilstücke dem Scheitelteil des Fruchtkörpers entstammen. Die älteren Zellen von Xylaria hypoxylon vermögen, obwohl auch sie wachstumsfähig bleiben, nicht in den embryonalen Zustand zurückzukehren, welche Fähigkeit dagegen alle lebendigen Zellen von Xylaria arbuscula auch am isolierten Teilstück zeigen.

Es sollte nun weiter erörtert werden, in welcher Weise die Außenbedingungen auf die Lenkung der Ersatztätigkeit von Einfluß sind, und im Zusammenhange damit, inwieweit die Qualität der Neubildung vom Zustande des Mutterorganismus abhängig ist.

Während es unter Blütenpflanzen, Farnen und Moosen Organismen gibt, die bei voller Konstanz der Außenbedingungen ihre spezifische Ontogenese durchlaufen, ist neben den meisten Algen, auch bei den meisten Pilzen eine Veränderung der Außenbedingungen nötig, wenn

1) Hennings, l. c. pag. 138.

er Entwicklungsgang mit der Produktion von Fortpflanzungsorganen schließen soll[1]). Fraglich ist es, ob das auch für alle höheren Pilze it, was von Pfeffer in Zweifel gestellt wird[2]). Jedenfalls steht aber viel fest, daß die meisten Pilze ihren Formenkreis nur bei einem stimmten Wechsel der äußeren Einflüsse durchlaufen. Die Reizdingung für den Fortpflanzungsprozeß kann aber gegeben werden rch Abnahme der Nahrung, Ansammlung von Stoffwechselprodukten ler durch Übergang in ein anderes Medium. Werden dagegen die ußenbedingungen konstant erhalten, so erfolgt ein rein vegetatives achsen und Vermehren. Der Experimentator hat es also in der and, durch Veränderung der entsprechenden äußeren Faktoren die f Bildung der Fortpflanzungsorgane hinzielenden Wachstumsvorgänge szulösen oder durch Konstanz der äußeren Einflüsse den Pilz im getativen Zustande beharren zu lassen.

Die Anpassungsfähigkeit vieler Pilze geht aber noch weiter. Man nn nämlich ein Organ (Zelle, Zellteil), das durch Veränderung der ißeren Faktoren entstand, wieder unter die Außenbedingungen vertzen, bei deren Konstanz nur vegetatives Wachstum vor sich geht. as geschieht aber dadurch, daß man die betreffenden Objekte, die rch Anhäufung von Stoffwechselprodukten im Nährsubstrat, durch hrungsmangel oder durch Herauswachsen aus dem Nährsubstrat entnden, wieder in frische Nährlösung, resp. auf frisches Nährsubstrat ingt, so daß sie von diesem unmittelbar umgeben werden. Ist die usgestaltung der betreffenden Objekte noch nicht zu weit fortgeschritten, ist in einer Anzahl von Fällen eine Umlenkung der bisherigen Entcklungsrichtung möglich, und es beginnt von neuem vegetatives achstum.

Auf diese Weise war es möglich, aus einem Sporangiumträger n Phycomyces nitens, aus einem Konidienträger von Aspergillus niger, s einer Konidienträgerzelle von Penicillium glaucum ein vegetatives yzel zu erzielen. Auch Fruchtkörperteile einiger höherer Pilze bezen die Fähigkeit, aufs vegetative Stadium zurückzukehren, wie es rch das Verhalten von Coprinus ephemerus, Coprinus stercorarius d Peziza sklerotiorum dargetan wird. Eine ebensolche Umlenkung lingt mit den Sklerotien von Coprinus stercorarius und den Sklerotien r Sklerotinien.

Andere Organe, die unabhängig vom Fortpflanzungsprozesse entehen, nämlich die Lufthyphen von Penicillium glaucum, Aspergillus

1) Vergl. Klebs, Jahrb. f. wiss. Bot. 1900, Bd. XXXV, pag. 80.

2) Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 250.

niger, Phycomyces nitens und Mucor stolonifer vermögen in derselben Weise zu reagieren, indem sie in Nährlösung zu Myzel auswachsen.

Der bei all den genannten Objekten einheitliche Verlauf der Reaktion erfährt eine Ausnahme durch das Verhalten des Sporangiums von Mucor stolonifer. Wurde dieses Sporangium untergetaucht, so bildeten sich zwar auch Keimschläuche, aber dadurch, daß diese allesamt sofort über das Nährsubstrat hervorwachsen und an ihren Enden Sporangien entstehen lassen, wird angezeigt, daß die veränderte Tätigkeit im Sporangium darnach strebt, auf dem kürzesten Wege von neuem Fortpflanzungsorgane zu produzieren. Diese Beobachtung gestattet aber noch nicht anzunehmen, daß das Sporangium nie Myzel bildet wird. Eine solche Annahme wird schon durch das Auswachsen des Sporangiums hinfällig. Außerdem genügen die beiden Resultate die erzielt wurden, noch nicht, um das beobachtete Verhalten zu generalisieren. Auch an der Zygospore von Mucor Mucedo entsteht bei den gleichen Außenbedingungen in den meisten Fällen ein Keimschlauch der sofort zur Fruchthyphe wird[1]). Doch ist ebenfalls, wenn auch seltener beoachtet worden, daß die Zygospore ein Myzel bildet.

Es ergibt sich so, daß bei einer Anzahl von Pilzen reproduktionsfähige Zellen oder Zellteile, die nicht dem Myzel angehören, unter Außenbedingungen, die einer myzelialen Entwicklung günstig sind, zu vegetativen Hyphen auswachsen, also Gebilde hervorbringen, die ihrer Qualität nach nicht mit dem Zustande des reproduzierenden Objekts übereinstimmen. Eine Ausnahme macht nach den bisherigen Erfahrungen das Sporangium von Mucor stolonifer, das trotz der für ein myzeliales Aussprossen günstigen Außenverhältnisse, kein Myzel bildet, sondern sofort neue Sporangien entstehen läßt, also Neubildungen produziert die seiner eigenen Qualität entsprechen.

Mit diesen Betrachtungen sind wir gleichzeitig der Frage der vegetativen Vermehrung näher getreten. Sie wird für Pilze erst vollständig gelöst sein, wenn man in der Kenntnis der künstlichen Nährböden weiter vorgedrungen ist. Nach den bisherigen Erfahrungen darf man wohl annehmen, daß dort, wo reproduktionsfähige Zellen nachgewiesen wurden, auch eine vegetative Vermehrung möglich sein wird.

Die größte Anzahl der Versuche wurde nun aber so angeordnet daß keine Veränderung in den Außenverhältnissen eintrat. Vegetatives Myzel blieb in seiner Nährlösung, Fruchtkörper höherer Pilze wurden auf ihrem natürlichen Nährboden behandelt. Wenn auch nicht be

---

1) Brefeld, l. c. Heft I, pag. 23.

en Pilzen nachgewiesen ist, daß Nahrungsmangel den Anstoß zur ldung der Fortpflanzungsorgane gibt, so wird doch bei den meisten eser Faktor maßgebend sein; auf jeden Fall wirkt er auf Teilstücke n Fruchtkörpern, die so ausgelegt werden, daß eine Nahrungszufuhr s der Umgebung ausgeschlossen ist. Unter diesen Umständen war der folg der im Teilstück durch die Isolierung ausgelösten Wachstumstätigit derselbe wie bei vielen Myzelien, in deren Umgebung Abnahme der ahrung eintritt: Es wird ein Fruchtkörper angelegt; vorausgesetzt türlich, daß dazu befähigte Zellen vorhanden sind. Dieselbe Reaktion tt aber auch meist an Fruchtkörpern, die auf ihrem Substrat stehen eiben, dann ein, wenn die Verletzung so stark ist, daß dem Objekt ne Weiterentwicklung in der angegebenen Richtung unmöglich wird. s erfolgt ebenfalls die Reproduktion eines Fruchtkörpers. Offenbar ttet der Organismus, wie Goebel interpretiert, „unter Umständen, elche der Entwicklung ungünstig sind, daß „Keimplasma" auf möghst kurzem Wege"[1]).

Eine Regeneration wird an den Fruchtkörpern dann ausgeführt, enn der Eingriff nicht allzu störend wirkt, wenn z. B. durch Tierfraß eile der Oberfläche oder des Hymeniums weggefressen werden.

Nun gibt es noch eine Anzahl von Fällen, wo zwar die Bedingngen für eine Regeneration günstig sind, wo aber doch eine Reproktion vom Organismus vorgezogen wird. Brefeld konnte z. B. eine egeneration des Hutes von Coprinus stercorarius nur dann erzielen, enn er die Reproduktion von Fruchtkörpern auf dem Sklerotium verderte, und nach Massart erfolgt ebenfalls am Fruchtkörper von garicus campestris eine Regeneration gewisser Teile nur bei Unterückung der angestrebten Reproduktion. Diese an anderen Pflanzen hon oft beobachtete Erscheinung ist nach Pfeffer so zu verstehen, ß eine korrelative Hemmung der Regeneration von der Ersatztätigkeit sgeht, „die in der Pflanze augenscheinlich zunächst aufgenommen id bevorzugt wird und tatsächlich oft ökologisch vorteilhafter ist"[2]).

Was aber die Qualität der Neubildungen anbetrifft, so hängt sie, lls ein Objekt unter den Außenverhältnissen bleibt, unter denen es ch normal entwickelt, von dem Stadium ab, in dem sich der Organisus befindet[3]). Am Myzel wird Myzel gebildet, am Sporangiumträger n Mucor Mucedo und Phycomyces nitens von neuem Sporangiumträger it Sporangien. Fruchtkörperteile reproduzieren neue Fruchtkörper.

1) Goebel, Organographie, 1898, pag. 122.
2) Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 208.
3) Goebel, Morphologische und biolog. Bemerkungen, Flora 1903, pag. 145.

Auf ihrem Substrat stehen bleibende Fruchtkörper regenerieren entweder das Hinweggenommene oder lassen ebenfalls neue Fruchtkörper entstehen.

Die Bedingungen des Absterbens mycelialer Zellen von Aspergillus niger.

Wenn es auch nicht möglich ist, die letzte Ursache im Protoplasten, durch die der Tod herbeigeführt wird, festzustellen[1]), so muß doch versucht werden, das Absterben auf innere oder äußere Faktoren zurückzuführen[2]). Es ist demnach zu untersuchen, ob sich der Tod von Myzelzellen bei Aspergillus niger selbstregulatorisch im Verlaufe der Ontogenese einstellt oder ob er durch Außenbedingungen veranlaßt wird.

Pantanelli hat für gewisse Stadien der Entwicklung von Aspergillus niger angegeben, in welchem Verhältnis die Zahl der toten Zellen zu der der lebenden steht[3]). Darnach leben die meisten Zellen nicht länger als 4—5 Tage; denn „schon am 4.—5. Entwicklungstage erscheinen die früher ausgegliederten Zellen auch in isolierten Flocken tot und mit der Verdichtung zu einer Decke bleiben meist nur die oberflächlichen und die Randhyphen am Leben". Da nach Verlauf dieser Zeit auch die Sporenproduktion vollendet ist und nach der Sporenproduktion lebende Zellen nur eine Ausnahme bilden, so liegt es nahe, den Schluß zu ziehen, daß mit Abschluß der Sporenbildung korrelativ die Lebenstätigkeit der vegetativen Zellen aufhört. Es wäre auch verständlich, daß sich bis zu diesem Punkte der Entwicklung die Zelle so abgenutzt hat, daß ihr ein Weiterleben unmöglich wird. Nach einer solchen Interpretation würden es also innere Ursachen sein, die das Absterben der Myzelzellen bedingen.

Besteht aber wirklich eine solche Korrelation? Daß sie nicht bestehen muß, lehren die Erfahrungen mit Xylaria arbuscula und Agaricus velutipes, deren Fruchtkörper noch lange Zeit nach der Abschnürung lebende Zellen enthalten. Es erhebt sich infolgedessen die Frage, ob die Myzelzellen von Aspergillus niger tatsächlich gleichzeitig mit der Sporenbildung absterben.

Zur Beantwortung dieser Frage kultivierte ich den Pilz unter denselben Bedingungen wie Pantanelli. Ich stellte deshalb eine Nährlösung von folgender Zusammensetzung her: Auf 100 ccm H_2O — 1 g

1) Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 283.
2) Ders., l. c. Bd. II, pag. 283.
3) Pantanelli, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XL, 1904, pag. 308.

H_4NO_3, 5 g Traubenzucker, 0,5 g KH_2PO_4, 0,25 g $MgSO_4$ (0,52 g $MgSO_4 + 7$ aq), 0,02 g $ZnSO_4$, 0,001 g Fe_2Cl_6, Spuren von H_3PO_4 [1]).

Am dritten Tage nach der Impfung konnte ich beobachten, daß schon einige Hyphen fruktifizierten. Dieses Stadium wählte ich zunächst für meine Untersuchungen aus. Das Hyphengeflecht ist noch so locker, daß sich die einzelnen Hyphen, die einen Konidienträger angelegt hatten, bequem verfolgen ließen. Derartige Myzelflöckchen habe ich sehr oft und mit größter Peinlichkeit nach toten Zellen durchsucht, konnte aber nur konstatieren, daß auch an den Hyphen, die fruktifiziert hatten, tote Zellen eine Ausnahme bildeten [2]). Weitaus die meisten Hyphen setzten sich aus lebenden Zellen zusammen. Nun ist aber noch einzuwenden, daß Kulturen auf diesem Stadium die Sporenbildung noch gar nicht abgeschlossen haben; denn es finden sich noch zahlreiche unentwickelte Konidienträger. Ich habe aber meine besondere Aufmerksamkeit den Zellsträngen gewidmet, denen ein vollkommen ausgebildeter Konidienträger angehörte, der selber seine Konidien schon wieder zum großen Teile verloren hatte. In seltenen Fällen entdeckte ich tote Gliederzellen.

Am 4. und 5. Tage treten die toten Zellen in der Weise auf, wie es Pantanelli festgestellt hat. Lebendige Zellen lassen sich aber bis zum 12. Tage nachweisen, beschränken sich jedoch nach Angaben Pantanellis, die ich bestätigen konnte, auf die oberflächlichen und die Randhyphen [3]).

Durch das Ergebnis unserer Untersuchung ist die Annahme hinfällig geworden, daß Sporenbildung und Absterben der Myzelzellen zeitlich zusammenfallen. Nun kann aber noch geltend gemacht werden, daß der Vorgang der Fruktifikation die vegetativen Zellen so in Anspruch nimmt, daß ihre Lebensdauer verkürzt wird. Infolgedessen war zur endgiltigen Lösung des Problems noch die experimentelle Behandlung einer anderen Frage nötig: Vermag nämlich eine Unterdrückung der Fruktifikation die Lebensdauer der Zellen zu verlängern?

Die Sporenbildung, die nur bei genügender Transspiration möglich ist, kann dadurch unterdrückt werden, daß der Pilz submers ge-

1) Pantanelli, l. c. pag. 306.

2) Um lebende von toten Zellen zu unterscheiden, benutzte ich verschiedene Methoden: entweder plasmolysierte ich mit 10 % Kalisalpeter, oder ich färbte die Objekte mit Methylenblau. Mit der Zeit stellt sich aber eine solche Übung ein, daß man derartige Mittel gar nicht mehr braucht. Trotzdem wandte ich, auch wenn ich glaubte, durch bloße Betrachtung unter dem Mikroskop ein sicheres Urteil erhalten zu haben, eine der beiden Methoden nachträglich an.

3) Pantanelli, l. c. pag. 308.

züchtet wird. Solche Kulturen erlangt man bequem dadurch, daß man, wie es Klebs getan hat, oberflächlich entstandene Myzelflöckchen in Nährlösung versenkt. Um von vornherein zu vermeiden, daß das Myzel in Berührung mit der freien Luft kam, benutzte ich folgendes Verfahren: Ich verwandte wieder die Lösung, deren Zusammensetzung ich oben angegeben habe, und gewann durch Beimengung von Agar ein festes Substrat. Dieses Nährsubstrat erwärmte ich in einem Kölbchen solange, bis es sich verflüssigte, impfte es mit Sporen, die sich durch Schütteln so in der Flüssigkeit verbreiteten, daß jeder mit der Platinnadel herausgenommene Tropfen mindestens eine Spore enthielt. Einen solchen Tropfen übertrug ich auf einen sterilisierten Objektträger, auf dem er erstarrte. Da sich der Agar in Flüssigkeit von seiner Unterlage ablöst, mußte eine besondere Vorrichtung angebracht werden, um dies zu vermeiden.

Ich schnitt dünne Glasstreifen (etwa 2 cm lang und 0,4 cm breit), die ich, nachdem ich sie durch Hitze sterilisiert hatte, über den Agartropfen legte und mit Siegellack befestigte. Den Objektträger brachte ich, mit dem Nährtropfen nach unten, in eine Kristallisierschale, legte ihn auf der einen Seite auf einen Glasblock, um dem späteren Myzel ein Aufsteigen der entstehenden Gasblasen zu erleichtern. Dann goß ich in das Kulturgefäß soviel Nährlösung, bis der Objektträger vollständig bedeckt war. Die Zusammenstellung des Versuches geschah, um eine Infektion zu vermeiden, im Dampfkasten.

Wenn nun doch einige Sporen ihren Weg an die Oberfläche fanden, so wurde das hier entstandene Myzel mit einer sterilisierten Pinzette entfernt.

Nach drei Tagen untersuchte ich die submers entstandenen Kulturen mit Hilfe der angegebenen Methoden auf tote Zellen. Alle Zellen erwiesen sich als lebendig. Am 4. Tage dagegen traten in allen Kulturen abgestorbene Gliederzellen auf, deren Zahl mit dem 5. Tage zunahm. Die Myzelzellen gingen von der Mitte aus zu Grunde, während die Randzellen lebendig blieben. Also sterben auch hier die am frühesten abgegliederten Zellen zuerst ab, wie es Pantanelli an den normalen Kulturen nachgewiesen hat[1]). Am 6. Tage haben sich die toten Zellen wieder etwas vermehrt, die Peripherie der Myzelien besteht dagegen durchweg aus lebendigen Zellen. Doch muß noch hinzugefügt werden, daß die Zunahme der toten Zellen nicht regelmäßig vor sich geht. In gleichgroßen und gleichalten Myzelien herrschen bedeutende

1) Pantanelli, l. c. pag. 308.

nterschiede, so daß es nicht möglich ist, ein bestimmtes Verhältnis vischen lebenden und toten Zellen für gewisse Zeiten anzugeben.

Das Resultat des zweiten Versuchs ist also folgendes: Am 4. age der Entwicklung treten in den submers gehaltenen Myzelien die sten abgestorbenen Zellen auf, und zwar trifft der Tod zunächst die ellen, die zuerst abgegliedert worden sind. Daraus ergibt sich aber, ıß das Alter der submers gehaltenen Zellen das der normal lebenden cht übersteigt. Trotz der Ausschaltung der Sporenbildung tritt also er Tod ebenfalls am 4. bis 5. Entwicklungstage ein. Auch bei einhrigen Pflanzen wird die Lebensdauer der somatischen Teile nur bis ı einem gewissen Grade verlängert, wenn man Blühen und Fruchten erhindert[1]). — Der Tod der vegetativen Zellen von Aspergillus niger ürde demnach selbstregulatorisch durch innere Ursachen herbeigeführt.

Es fragt sich aber weiter, ob nicht auch äußere Faktoren hierbei irksam sind.

Daß gewisse Außenbedingungen ein früheres Absterben der vegetiven Zellen bewirken können, lehrt die Untersuchung einer Agarıltur. Ich ließ eine solche Kultur, die kreisförmig wuchs, einen urchmesser von 3,7 cm gewinnen, wozu eine Zeit von 7 Tagen nötig ar. Der äußerste Rand bestand aus Hyphen, die noch nicht fruktifiziert ıtten. Schon unter ihnen traten hin und wieder tote Zellen auf. Die ichste Zone besaß eine Breite von 0,2—0,3 cm und bestand aus nem Myzel, das erst wenig Fruchtträger ausgebildet hatte, trotzdem ne große Zahl abgestorbener Zellen enthielt. Weiter nach dem meren der Kultur stieg die Zahl dieser Zellen rapid, schließlich waren bende Zellen nur noch an der Oberfläche zu finden.

Als Ursache, die den Tod von Zellen in solchen Hyphen herbeihrt, die noch gar nicht fruktifiziert haben, kommt zunächst die behränkte Sauerstoffzufuhr in Betracht. Sobald sich einige Hyphen bereinanderlagern, werden die zu unterst liegenden vom Sauerstoff er Luft abgeschnitten. Ein weiterer Faktor, der die Lebensdauer der em Substrat aufliegenden Zellen verkürzt, ist wahrscheinlich die Anımmlung schädlicher Stoffwechselprodukte. So läßt es sich erklären, ıß der Tod bei den meisten Zellen dieser Agarkulturen früher eintritt s in den vorher untersuchten Myzelien. — Wenn auch nicht in demlben Grade, so werden dieselben Außenbedingungen doch auch bei en Myzelien auf oder in Nährlösung von Einfluß sein. Das beeist die Tatsache, daß einzelne lebende Zellen bis zum 12. Entwick-

1) Pfeffer, l. c. Bd. II, pag. 285.

lungstage an der Oberseite von oberflächlich entstandenen Myzelien nachgewiesen werden können.

Das Resultat aller Versuche läßt sich in folgender Weise zusammenfassen:

Die Lebensdauer der vegetativen Zellen von Aspergillus niger, der auf Nährlösung gezogen wird, beträgt durchschnittlich 4—5 Tage. Das Absterben der Zellen und die Sporenproduktion fallen zeitlich nicht zusammen, auch vermag die Unterdrückung des Fortpflanzungsprozesses die Lebensdauer der Zellen nicht zu verlängern. Die Tatsache, daß lebende Zellen noch bis zum 12. Entwicklungstage an der Oberfläche der Kulturen zu finden sind, läßt annehmen, daß äußere Faktoren, nämlich beschränktere Sauerstoffzufuhr und Ansammlung schädlicher Stoffwechselprodukte den Tod der Zellen früher herbeiführen, als er selbstregulatorisch eintreten würde.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: 97

Autor(en)/Author(s): Köhler Paul

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis der Reproduktions- und Regenerationsvorgänge bei Pilzen und der Bedingungen des Absterbens myzelialer Zellen von Aspergillus niger 216-262