

Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze.

Von

Dr. A. de Bary,

Professor an der Universität Freiburg i. B.

Erste Reihe: Protomyces und Physoderma. Exoascus Pruni und die Taschen oder Narren der Pflaumenbäume.
Zur Morphologie der Phalloideen. Syzygites megalocarpus.

Tafel XXVI bis XXXI.

I. *Protomyces und Physoderma.*

Mit dem Gattungsnamen *Protomyces* hat Unger¹⁾ eine Anzahl in lebenden phanerogamen Pflanzen schmarotzender Pilze bezeichnet, welche die gemeinsame Eigenthümlichkeit haben, im Innern des Parenchym ihrer Nährpflanze zu vegetiren und ihre Fortpflanzungszellen zwischen den Elementen des Parenchym zu entwickeln, ohne dabei dieses nach Art der Ustilagineen gänzlich zu zerstören oder nach Art der meisten Schmarotzerpilze zum Behufe der Fructification durch die Epidermis des Wirthes nach aussen hervorzubrechen. Unger beschreibt vier Arten seiner neuen Gattung: *Protomyces endogenus* in *Galium Mollugo* L., *Pr. macrosporus* in Umbelliferen, *Pr. microsporus* in Blattstielen und Blattrippen von *Ranunculus repens* L., *Pr. Paridis* in den Stengeln und Blättern von *Paris quadrifolia* L. lebend. In der mit Unger's Arbeit gleichzeitig erschienenen *Flora cryptogamica Germaniae* (pars II, p. 192) hat Wallroth eine neue Gattung, *Physoderma*, aufgestellt, deren Charaktere im Wesentlichen die nämlichen sind wie die von *Protomyces*. Wallroth stellt in diese Gattung Unger's *Pr. macrosporus* als *Physoderma gibbosum*²⁾, nebst zwei anderen Arten: *Ph. maculare*, die Blätter von *Alisma Plantago* L. und *Ph. pulposum*, die Stengel von *Atriplex*- und *Chenopodium*arten bewohnend. Zu diesen sechs

1) Die Exantheme der Pflanzen (1833) p. 341.

2) Wallroth's *Phys. gibbosum* ist sowohl nach der Beschreibung, als den Wallroth'schen Originalen, welche ich durch Herrn Duby's Freundlichkeit zur Vergleichung erhalten habe, mit *Pr. macrosporus* Unger identisch.

älteren Arten haben Spätere einige neue hinzugefügt. Corda³⁾ beschreibt einen in lebenden Blättern von *Eryngium campestre* vorkommenden Parasiten als *Physoderma Eryngii*, v. Martius⁴⁾ einen in kranken Kartoffelknollen gefundenen *Protomyces*, ich⁵⁾ habe einen in den Blättern von *Menyanthes trifoliata* wachsenden *Protomyces Menyanthis*, Fuckel⁶⁾ einen in *Stellaria media* vorkommenden *Pr. Stellariae* beschrieben. Bonorden⁷⁾ hat *Protomyces* für „einen *Ustilago*“ erklärt und den Wallroth'schen Namen *Physoderma* für eine Gruppe von Uredineenformen angewendet, welche er neuerdings⁸⁾ mit dem Namen *Erannium* bezeichnet. Die wirklichen *Physoderma*- und *Protomyces*-formen hat Bonorden offenbar nicht gekannt. Von neueren Untersuchungen über die hier in Rede stehenden Pilze ist wenig vorhanden. Ich habe (l. c.) das Mycelium von *Protomyces macrosporus* und die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane an ihm beschrieben, Caspary⁹⁾ hat meine Resultate bestätigt. Von den anderen oben genannten Arten ist kaum mehr als die kurzen Beschreibungen bekannt, welche ihre Autoren gegeben haben.

Wie der Name *Protomyces* andeutet, hat man die hierher gehörenden Formen vielfach als die einfachsten Pilzbildungen betrachtet. Meine oben angeführten Untersuchungen haben dieses für *Pr. macrosporus* zwar nicht geradezu bestätigt, dafür aber jedenfalls erkennen lassen, dass dieser Parasit ein durch bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten ausgezeichneter ist. Hierin liegt, wie mir scheint die Aufforderung, die Entwicklungsgeschichte der *Protomyces*- und *Physoderma*-Formen einer möglichst vollständigen vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen. Die Resultate solcher Untersuchungen sollen in Folgendem mitgetheilt werden. Sie sind allerdings minder vollständig ausgefallen, als ich es gewünscht hätte, denn von den Arten, welche ich lebend untersuchen konnte (*Prot. macrosporus*, *endogenus*, *Menyanthis*, *Physoderma Eryngii*) liess sich nur von *Pr. macrosporus* eine einigermaßen abgeschlossene Entwicklungsgeschichte feststellen, bei den anderen war es mir nicht möglich die Keimung zu beobachten. *Protomyces microsporus*, *Pr. Paridis*, *Physoderma pulposum* und *Ph. macu-*

3) *Icon. fungor.* III, p. 3 Tab. I.

4) Die Kartoffel-Epidemie der letzten Jahre. München 1842.

5) *Unters. üb. d. Brandpilze* p. 19.

6) *Enumerat. fung. Nassov. Ser. I.* (1860) Nro. 2.

7) *Allgem. Mycologie*, p. 38, 52.

8) *Zur Kenntniss einiger etc. Coniomyceten.* Halle 1860.

9) *Monatsber. Berlin, Acad. Mai* 1855.

lare habe ich nicht nach lebenden Exemplaren beobachten können. Von den beiden letztgenannten Arten habe ich die Wallroth'schen Original Exemplare untersucht, welche ich der freundlichen Mittheilung des gegenwärtigen Besitzers von Wallroth's Pilzherbarium, Herrn Duby verdanke. Von *Protomyces Paridis* und *microsporus* konnte ich mir, ungeachtet der freundlichen Bemühungen des Herrn Unger, auch getrocknete Exemplare nicht verschaffen, ich kann diese beiden Arten daher nur der Aufmerksamkeit anderer Beobachter und Sammler empfehlen. Was endlich *Pr. Stellariae* Fuck. und *Pr. Solani* Mart. betrifft, so sind diese von der Untersuchung und aus dem Kreise selbstständiger Pilzspecies auszuschliessen. Ersterer besteht aus nichts weiterem, als den anderweitig genauer beschriebenen Oogonien und Oosporen von *Peronospora Alsinearum* Caspary, wovon ich mich an Exemplaren, welche mir von Fuckel freundlich mitgetheilt wurden, überzeugt habe. *Pr. Solani* scheint mir nach den Abbildungen bei Martius a. a. O. (Taf. XXVIII, Fig. 19, 23, 24, 36 bis 38) gar kein Pilz zu sein. Ich habe bei der Untersuchung vieler kranker Kartoffelknollen nie eine Pilzform gefunden, welche mit den erwähnten Abbildungen Aehnlichkeit hätte, und kann in diesen nur Klumpen von Stärkekörnchen, welche von abgestorbenem braungefärbtem Zellinhalt eingeschlossen werden, vermuthen.

1. Entwicklungsgeschichte des *Protomyces macrosporus* Unger.

(Tafel XXVI.)

*Protomyces macrosporus*¹⁰⁾ bewohnt die grünen krautigen Organe einiger Umbelliferen: er ist am häufigsten auf *Aegopodium Podagraria*, seltener fand ich ihn auf *Heraeleum Sphondylium*, sehr schön und reichlich auf *Meum athamanticum* im Schwarzwald. Er bewohnt alle krautigen Theile der Nährpflanzen, Blattstiele, Blattlamina, Stengel, Blütenstiele und Pericarprien, und ist dem blossen Auge leicht erkennbar an flachen schwielenartigen Hervorragungen, welche er an der Oberfläche der Theile bildet. Die Schwielen haben meist längliche Form und sind in der Regel um so grösser, je stärker der Pflanzentheil ist, welcher sie trägt, am grössten, 2—3 Millimeter breit und oft

¹⁰⁾ S. Unger, die Exantheme der Pflanzen p. 343. Meyen, Pflanzenpathologie p. 150. de Bary, Brandpilze, p. 15.

mehr als doppelt so lang an den Blattstielen von *Aegopodium* und *Heracleum*, ganz klein, kaum 1 Millimeter lang an den feinen Blattabschnitten von *Meum*. In der Blattlamina von *Aegopodium* und *Heracleum* folgen sie den Rippen und sind in den stärksten derselben am stärksten entwickelt. Die Schwielen sind soweit meine Beobachtung reicht die einzigen von dem Pilze bewohnten Orte der Nährpflanze; wenigstens ist es mir nicht gelungen, irgend ein Organ des *Protomyces* anderswo zu finden.

In Beziehung auf den Bau der Schwielen und die Entwicklung des Parasiten in denselben habe ich meinen früheren Angaben (*Brandpilze*, p. 18) nichts Neues hinzuzufügen. Der Pilz bewohnt stets die Intercellularräume des oberflächlichen Parenchyms, niemals fand ich ihn im Inneren der Zellen, niemals zwischen den Elementen der Gefässbündel, wenn er gleich sehr häufig in der Nähe dieser vorkommt. Die Oberfläche der Schwielen wird immer von der unversehrten Epidermis überzogen. In solchen Schwielen, welche an ihrer geringen Dicke, weisslich-grünen Farbe und etwas durchscheinendem Ansehen als jugendlich zu erkennen sind, findet man das Mycelium des Pilzes in Form von reich und unregelmässig verzweigten dünnen Hyphen, welche durch zahlreiche Querwände in cylindrische Glieder getheilt sind, deren Länge den Querdurchmesser um das Zwei- bis Vielfache übertrifft. Die Hyphen sind mit einer zarten Membran, welche die gewöhnliche Cellulosereaction zeigt, versehen und enthalten körniges Protoplasma. Sehr früh beginnen einzelne zerstreut in der Continuität der Hyphen gelegene Zellen zu länglichen oder ovalen Blasen anzuschwellen, welche mit Protoplasma dicht erfüllt sind und, allmählich breite unregelmässige Ei- oder Kugelform annehmend, ihre Membran verdickend und ihren körnigen Inhalt vermehrend, zu den reifen Fortpflanzungszellen heranwachsen (*Fig. 1, 2*). Wie schon aus den Darstellungen von Unger und Meyen hervorgeht, lassen sich leicht alle Zwischenstadien zwischen den kleinen zartwandigen Anschwellungen des Myceliums und den dicken, derbhäutigen reifen Fortpflanzungszellen finden. Man erkennt den angegebenen Sachverhalt am besten an Längsschnitten durch junge Schwielen, besonders durch ihre innere, der Mittellinie des befallenen Pflanzentheils zugewendete Partie, und kann ohne grosse Schwierigkeit grössere Stücke des Pilzes isoliren, wenn man das Gewebe bis zum Auseinanderfallen der Zellen (am besten in Wasser) macerirt hat. Dünne Querschnitte zeigen meist nur durchschnittene Myceliumfäden und einzelne Fortpflanzungszellen verschiedenen Alters zwischen den Zellen des Nährgewebes, und geben daher den Anschein als ob die Fortpflanzungszellen frei und ohne Mycelium in den Intercellularräumen entständen.

Das in einer Schwiele enthaltene Mycelium legt in kurzer Zeit eine sehr grosse Menge der Fortpflanzungszellen an. Indem diese zu ihrer bedeutenden Grösse heranwachsen, bewirken sie einerseits starke Verdickung der Schwiele, andererseits werden die Zellen des Nährgewebes von ihnen verdrängt und zusammengedrückt, so dass reife Schwielen auf dickeren Schnitten fast ganz aus den Fortpflanzungsorganen des Pilzes zu bestehen scheinen. Das Mycelium verliert mit der fortschreitenden Ausbildung der Reproductionsorgane allmählich sein Protoplasma, seine Fäden enthalten nur mehr wässrige Flüssigkeit und werden undeutlicher; theilweise scheinen sie ganz zu Grunde zu gehen; viele lassen sich jedoch noch bei völliger Reife aller in einer Schwiele enthaltenen Fortpflanzungszellen im Zusammenhang mit diesen erkennen. (Fig. 2).

Mit der Reife der Parasiten nimmt die ganze Schwiele eine blass bräunlich-gelbe Farbe an, sie bleibt meistens an dem Orte ihrer Entstehung fest und von der Epidermis festumschlossen sitzen, seltner löst sie sich sammt letzterer los, eine unregelmässige geschwürartige Fläche zurücklassend.

Die mehrfach erwähnten Fortpflanzungszellen, welche von den meisten Schriftstellern als Sporen bezeichnet werden, sind, ihrer weiteren Entwicklung nach, Sporangien, sporenerzeugende Zellen oder Asci, Sporenschläuche, zu nennen. Sie sind zur Zeit der Reife meist breit — und durch einzelne vorspringende stumpfe Ecken unregelmässig oval: selten kommen genau kugelige oder ganz unregelmässige, biskuitförmig eingeschnürte, flaschenförmige Gestalten vor. Ihr Durchmesser beträgt in der Regel $\frac{1}{20}$ Mm. bis $\frac{1}{16}$ Mm., einzelne grössere und viel kleinere findet man jedoch häufig. Sie besitzen eine farblose Membran, deren gesammte Dicke meist etwa $\frac{1}{220}$ Mm. beträgt und welche aus drei ineinander geschachtelten Lagen besteht, die ich, der üblichen Terminologie entsprechend, als Aussen- Mittel- und Innenhaut, Epi- Meso- und Endosporangium bezeichnen will. (Fig. 2, 3.)

Das Episporangium bildet bei weitem die Hauptmasse der Membran; es stellt eine sehr derbe, glänzende, mit dickem dunkeltem Aussencontour versehene Haut dar, deren Dicke mehr als die Hälfte der oben angegebenen gesammten Mächtigkeit beträgt. Wo ein Sporangium vorspringende Ecken besitzt, da werden diese von der Aussenhaut allein oder doch vorzugsweise gebildet, diese erreicht daher an solchen Stellen oft mehr als das Doppelte der gewöhnlichen Membrandicke. Die Aussenhaut ist mehr oder minder reich und deutlich geschichtet; immer kann man wenigstens von der übrigen Masse der Membran eine scharf hervortretende bläulich glänzende innerste

Schicht und eine ganz dünne, sehr spröde und feste äusserste unterscheiden, welche letztere sich in die Seitenwand des tragenden Myceliumfadens fortsetzt.

Das Endosporangium ist eine einfache dünne, bei 300- bis 400facher Vergrösserung deutlich doppelt contourirte, zähe und elastische Membran, welche in Wasser betrachtet gleichfalls bläulich glänzend erscheint.

Zwischen Aussen- und Innenhaut liegt eine Schichte von geringer, der Innenhaut ungefähr gleichkommender Mächtigkeit, welche sich von den beiden angrenzenden Lagen durch den Mangel des diesen eigenthümlichen Glanzes auszeichnet, sie sieht aus wie eine Schicht wässeriger Flüssigkeit; sie ist es, die ich oben Mesosporangium genannt habe.

Zerdrückt man in Wasser liegende Sporangien so erkennt man die Aussenhaut als ziemlich spröde, indem sie plötzlich entweder an einer Stelle in viele scharfwinklige, durch lange Risse getrennte Lappen zerreisst, oder in mehrere eckige Stücke getrennt wird. War der Druck nicht zu stark, so sieht man aus ihrer Oeffnung die Innenhaut oft als umversehrten weichen Sack hervorgleiten, umgeben von der Mittelhaut, welche, sobald das Episporangium geöffnet wird, in dem Wasser auf das Doppelte ihrer bisherigen Dicke aufquillt und hierdurch sehr deutlich als besondere Hautlage unterschieden werden kann: sie umgibt das Endosporangium als ein sehr durchsichtiger, durch eine zarte aber deutliche Umrisslinie umschriebener Hof.

Durch wässrige Jodlösung wird die Membran des Sporangium gelbbraun, das Episporangium zuweilen braun-violett gefärbt. Setzt man verdünnte Schwefelsäure hinzu, so wird das Episporangium sofort schön und rein dunkelblau. Ist die Säure nicht sehr verdünnt, dann quillt das Episporangium stark auf, mit Ausnahme seiner dünnen äussersten Schicht. Letztere wird entweder durch die quellende Masse allein, oder unter Mitwirkung leichten Druckes von aussen, gesprengt, und bleibt als ein erst blaues, dann braunviolett oder schmutzig-braun werdendes Häutchen zurück, während sich die quellende Masse in der umgebenden Flüssigkeit vertheilt.

Meso- und Endosporangium nehmen durch Jod und Schwefelsäure niemals blaue oder violette Farbe an; ist nach Anwendung dieser Reagentien das Episporangium geplatzt oder zerdrückt worden, so treten jene gelblich gefärbt aus dem Risse hervor. Die Mittelhaut verschwindet meistens sofort. Nur wenn man sehr verdünnte Säure anwendet bleibt sie erhalten, quillt stark auf und erscheint sehr zart- aber deutlich geschichtet. Das Endosporangium bleibt auch bei Anwendung ziemlich concentrirter Säure anscheinend unverändert.

Chlorzinkjodlösung färbt das Episporangium schmutzig-violett.

Der vom Endosporangium ungeschlossene Inhalt hat eine licht bräunlichgelbe Farbe; er gibt dem ganzen Sporangium und der von dem reifen Pilz erfüllten Schwiele ihre Färbung. Bei Sporangien, welche in Wasser liegen, erscheint er als eine dichte Masse, welche grösstentheils grobkörnig, nur im äussersten Umfang körnerfrei, homogen und durchscheinend ist (Fig. 2). Seltner, und wohl nicht ganz normaler Weise, liegen einzelne grosse Fettkugeln zwischen den Körnern. Der Inhalt besteht grösstentheils aus Fett, in Aether löst er sich fast vollständig, es bleibt eine geringe Menge feinkörniger Substanz zurück, welche durch Jod dunkel braungelb gefärbt wird. Das Fett selbst wird durch Jod nur schwach gelblich. Setzt man Jodlösung zu unversehrten Sporangien oder zu solchen, bei denen nach Einwirkung von Aether alles Fett in eine homogene Masse zusammengeflossen ist, so sieht man die dunkel gelbbraune Substanz in sehr unregelmässiger Weise in dem Inhalt vertheilt. Nach der Jodreaction besteht diese Substanz aus eiweissartigen Stoffen. Eine Violettfärbung derselben durch schwefelsaures Kupferoxyd und Kali konnte ich nicht erhalten. In Zucker und Schwefelsäure nimmt sie, wie ich schon früher beschrieben habe, rosenrothe Farbe an.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Sporangien, wenn ihnen Wasser entzogen wird. An der Luft getrocknet verlieren sie ihre Turgescenz, die Membran sinkt unregelmässig hier und dort ein, der Inhalt nimmt ein ziemlich homogenes Ansehen an und ziemlich genau in seiner Mitte erscheint eine grosse Luftblase. Setzt man wiederum Wasser zu, so quillt der Inhalt schnell auf, die Luftblase wird in centripetaler Richtung kleiner und ist alsbald verschwunden.

In gleicher Weise wie beim Eintrocknen erscheint die Luftblase, wenn man zu Sporangien, welche in wenig Wasser liegen, absoluten Alkohol bringt; wird dieser entfernt und gleichzeitig durch Wasser ersetzt, so verschwindet die Luft in der vorhin angegebenen Weise. Das Nämliche tritt nach Anwendung von Chlorzinkjodlösung ein. Diese Erscheinung ist wohl nicht anders zu erklären, als dass in dem wasserreichen Inhalt der frischen turgiden Sporangien ein Gas (ob atmosphärische Luft oder ein anderes muss dahingestellt bleiben) condensirt oder gelöst ist, welches frei wird und sich expandirt sobald der Wassergehalt und damit die Spannung des Inhalts vermindert wird, und bei Herstellung der ursprünglichen Wassermenge und Spannung wieder in den früheren Zustand zurückkehrt.

Die Entwicklung der Sporangien von *Protomyces* beginnt, wenn die jungen Blätter und Triebe der Nährpflanze im Frühling über den Boden treten; mehr oder

minder reife Schwielen findet man den ganzen Sommer über. Ob während des Sommers eine Weiterentwicklung früh gereifter heuriger Sporangien eintreten kann, vermag ich nicht bestimmt zu entscheiden, die über diese Frage angestellten Versuche gaben ein durchaus negatives Resultat. Gewiss ist, dass wo nicht alle, doch die allermeisten Sporangien mit ihrer Reife in einen langen Ruhezustand eintreten, überwintern und im nächsten Frühling die weitere Entwicklung durchmachen. Man kann diese Weiterentwicklung füglich Keimung nennen, insofern man unter diesem Ausdruck die Fortentwicklung von Reproductionsorganen, welche einen Ruhezustand durchgemacht haben, im Allgemeinen versteht.

Während des Winters findet man die mit reifen Sporangien erfüllten Schwielen reichlich an den vom Pilze bewohnten, durch den Frost mehr oder minder zerstörten Pflanzentheilen. Bringt man sie in Wasser, so sinken sie zu Boden, und während die Gewebstheile der Nährpflanze allmählich verfaulen, zeigen die Sporangien folgende Keimungserscheinungen.

Zunächst wird ihr Inhalt blasser, durchsichtiger, die groben gelblichbraunen glänzenden Fettkörner verschwinden und an ihrer Stelle tritt ein glanzloses, von sehr zahlreichen kleinen punktförmigen Körnchen durchsättes blass rötlichbraunes Protoplasma auf. Diese Veränderung des Inhaltes schreitet allmählich von der Peripherie nach der Mitte hin fort: zunächst sieht man mitten in der Protoplasmanasse eine aus den ursprünglichen Fettkörnern bestehende Kugel (Fig. 3), diese wird immer kleiner und verschwindet zuletzt vollständig. Das ganze Sporangium ist jetzt von dem rötlichbraunen Protoplasma erfüllt, so zwar dass dieses in der Mitte zu einer dichten undurchsichtigen dunkeln Masse angehäuft, im Umfange heller und durchsichtiger und hier häufig von sehr zart umschriebenen und blassen Vacuolen verschiedener Zahl und Grösse durchsetzt ist (Fig. 4). Nun beginnt das Endosporangium sich auszudehnen: es sprengt die Aussenhaut auf einer Seite, und tritt, von der Mittelhaut bekleidet, durch die Oefnung in das umgebende Wasser (Fig. 5, 6). Die Aussenhaut liegt alsbald neben den ausgetretenen Theilen als eine leere, an der Austrittsstelle durch klaffende Risse in zwei bis mehrere eckige, oft splitterig eingerissene Lappen gespaltene Blase, (Fig. 6, 7, 11 etc.) Die Mittelhaut quillt durch das Wasser stark auf, sie trägt hierdurch jedenfalls zu der Hervortreibung des Endosporangiums aus der Aussenhaut bei. Bald nach dem Austreten bemerkt man, dass sie nach einem Punkte hin stetig an Dicke abnimmt, und an diesem so dünn ist, dass sie von der Innenhaut nicht mehr mit Sicherheit unterschieden werden kann (Fig. 6, 7). Dieser Punkt liegt, mit sehr

seltener Ausnahmen, mitten auf der dem Episorangium abgekehrten Seite, er mag der Kürze halber der Scheitel genannt werden. Vermöge ihrer weichen gallertigen Beschaffenheit bleibt die Mittelhaut, und somit auch die von ihr umschlossenen Theile, heinahe immer fest an der Oeffnung des Episorangiums haften. In späteren Entwicklungsstadien ist sie oft auf den ersten Blick nicht mehr erkennbar, sie lässt sich jedoch durch Jodlösung und verdünnte Schwefelsäure immer nachweisen bis die Keimung ihr Ende erreicht hat.

Das Endosporangium erhält nach dem Austreten sofort die Gestalt einer kugeligen Blase, deren Volumen eine Zeit lang zunimmt, wie unten genauer angegeben werden wird, während der Inhalt folgende Veränderungen erleidet. Zunächst treten rings um die dunkle centrale Protoplasmamasse zahlreiche, in zwei bis drei unregelmässige concentrische Lagen geordnete Vacuolen auf (Fig. 6, 7), welche allmählich zu einer Schichte grosser Vacuolen zusammenfliessen (Fig. 8). Diese liegen zwischen der centralen Masse und einer dünnen wandständigen Schichte des Protoplasma, sie werden von einander getrennt durch dicke Protoplasmastreifen und Platten, welche von der centralen Masse strahlig in die wandständige Schichte verlaufen (Fig. 8). Durch jene Streifen strömt nun allmählich das ganze centrale Protoplasma in die wandständige Schicht über; diese wird stetig dicker, während jenes an Menge abnimmt, zuletzt ist alles Protoplasma wandständig, die Mitte der Blase wird von einer grossen, mit klarer wässriger Flüssigkeit erfüllten Höhlung eingenommen (Fig. 9, 11). Die wandständige Protoplasmaschicht ist nach dem Verschwinden der centralen Masse ungleichmässig vertheilt, ihre Innenfläche springt an vielen Stellen in Form breiterer oder schmalerer anastomosirender Wülste vor, die ein grobes unregelmässiges Netz darstellen. In ihrem Innern sind hie und da noch kleine Vacuolen eingeschlossen. Allmählich verschwinden diese Unregelmässigkeiten, die Innenfläche glattet sich, die ganze Schicht erhält fast überall gleiche Dicke, und allenthalben durchaus gleichmässige Structur, nur hie und da bleiben kleine runde Vacuolen (Fig. 9 — 13). Je näher sie diesem Stadium der Entwicklung kömmt, desto durchscheinender, heller wird sie und desto mehr tritt in ihr eine sehr feine und blasse netzförmige Zeichnung hervor. Unmittelbar nach Bildung der wandständigen Schicht sind nämlich die Körnchen des Protoplasma in einfache kurze Reihen geordnet, welche sowohl in der Richtung der Oberfläche als des Radius des Sporangiums zu einem feinen engmaschigen Netze verbunden sind (Fig. 9, 11, 13, 14 a). Die Maschen werden ausgefüllt von durchscheinender, soweit ich es unterscheiden konnte völlig homogener Protoplasmamasse, welche ich in Folgendem kurz die homogene Sub-

stanz nennen will. Bald sieht man nun die Seiten der Maschen breiter, letztere dagegen enger werden, indem die Körnchen zu mehrreihigen Streifen zusammenrücken (Fig. 10, 12, 14 *b*). Die Dicke der gesammten Protoplasmaschicht nimmt dabei etwas ab. Die Körnchen sind einander jetzt sehr genähert, so dass man sie leicht übersehen und meinen kann, das Netz sei aus einer structurlosen Masse gebildet. Endlich zerfällt das ganze Netz mit einem Male in unzählige kleine Stücke, indem die Körnchen in ungefähr ebensoviele Gruppen zusammenrücken, als bisher Maschenseiten vorhanden waren (Fig. 14 *c*). Diese Körnchengruppen sind die Anfänge der Sporen. Sie erhalten alsbald schärferen, wengleich immer sehr zart bleibenden Umriss (Fig. 15) und nehmen allmählich die Form kurz cylindrischer Stäbchen an, während die Körnchen, aus welchen sie zuerst bestanden, zu einer gleichförmig-trüben Masse zusammenfliessen. Die homogene Substanz nimmt an diesen Vorgängen keinen oder doch nur geringen Antheil. Die Körnerhäufchen und jungen Sporen sind ihr eingebettet, zwischen denselben findet man sie in Form schmaler Streifchen.

Kaum ist die Sporenbildung vollendet, so beginnt die gesammte Sporenmasse sich von der Sporangiumwand loszulösen und zu einem dichten rundlichen Ballen von viel kleinerem Durchmesser als das Sporangium zusammenzuziehen. Die in der centralen Vacuole enthaltene wässerige Flüssigkeit tritt hierbei allmählich zwischen die Wand und den Ballen. Letzterer ist von Anfang an so gestellt, dass seine eine Seite dem Scheitel des Sporangiums fest anliegt (Fig. 16—19). Die homogene Substanz zieht sich mit den Sporen von der Wand zurück, aber langsamer. Man sieht sie, wenn jene schon vollständig zusammengehäuft sind, in Form zahlreicher strahlig convergirender fadenförmigen Streifen oder Strömchen von der Wand zu dem Ballen verlaufen (Fig. 16, 17). Jene fliessen jedoch in letzteren nach und nach vollständig über, und nun dauert es nicht lange, so ist alle homogene Substanz verschwunden (Fig. 18, 19) — ob zur Ausbildung der Sporen verwendet oder anderweitig aufgelöst ist nicht zu entscheiden. Die Sporen sind nur mehr von wässriger Flüssigkeit umgeben. Sie zeigen jetzt sehr deutlich eine schon beim Beginne der Zusammenballung wahrnehmbare zitternde und oscillirende Bewegung, der Umriss des Ballens ändert sich in einem fort, indem einzelne Sporen zwischen den andern hervortreten und wieder verschwinden.

Bei diesen Vorgängen bleibt eine zarte als Primordialschlauch zu bezeichnende Protoplasmaschicht, welche die Membran allenthalben bekleidet, unbetheiligt. Dieselbe stellt eine dünne feinkörnige Haut dar, welche durch Jod gelb gefärbt wird und auf

Zusatz von Schwefelsäure zusammengeschrumpft. In den folgenden Entwicklungsstadien theilt sie das Schicksal der von ihr ausgekleideten Cellulosemembran. Diese letztere wird, sobald der Sporenballen gebildet ist, an ihrem Scheitel dünner als im übrigen Umfange, jener wird bald nur von einer einfachen Umrisslinie begrenzt (Fig. 16—18).

Während diese Veränderungen in seinem Innern vorgehen nimmt das Sporangium, welches die Form einer kugeligen Blase stets beibehält, beständig an Grösse zu. Sein Durchmesser wächst vom Austreten an bis zur Bildung des Sporenballens um $12\frac{1}{2}$ bis 16 Procent, z. B. im Verhältniss von 20 auf 27, 25 : 39, 22 : 34 u. s. w.¹¹⁾ An der Membran des Sporangiums konnte ich während der Ausdehnung eine Verminderung der Dicke nicht finden. Sobald der Sporenballen gebildet ist hört die Ausdehnung auf. Das Sporangium verbleibt in dem letztbeschriebenen Zustande einige Zeit, meistens mehrere Stunden lang, eine prall gespannte Blase, der Sporenballen immer fester wider den Scheitel gedrängt. Plötzlich platzt der Scheitel mit einem einfachen kurzen Riss, dessen Ränder sich sofort nach aussen rollen und aus welchem im Momente des Aufplatzens die ganze Sporenmasse hervorgeschleudert wird. In demselben Augenblick hat sich die geöffnete Membran zu einem Umfang zusammengezogen, welcher den des anhaltenden Episporangiums nur wenig übertrifft, also dem zu Anfang der Keimung vorhandenen ungefähr gleich ist. Die Membran wird dabei fein gerunzelt und an der dem Scheitel entgegengesetzten Seite tief eingedrückt (Fig. 20, 21). Die Ejaculation der Sporen geschieht mit solcher Gewalt, dass die leeren Membranen heftig und oft weit aus dem Gesichtsfelde des Mikroskops weg zurückgeschleudert werden. Die Sporen selbst bleiben dabei entweder zusammengeballt oder werden in einem Strahl hervorgespritzt, sie verhalten sich durchaus passiv.

Der Mechanismus der Ejaculation ist aus den beschriebenen Erscheinungen deutlich zu erkennen. Die Membran des Sporangiums ist, wie ihre plötzliche Zusammenziehung beim Platzen zeigt, in hohem Grade elastisch. Sie folgt der Ausdehnung des Inhalts bis zur Bildung des Sporenballens, wie es scheint durch fortdauerndes Flächenwachstum. Mit Vollendung des Ballens hört dieses auf; die Vermehrung der Inhaltflüssigkeit dauert aber fort, und diese muss daher auf die Membran einen steigenden Druck ausüben. Letzteres geht deutlich aus folgender Beobachtung hervor. Wenn man die Blase bald nach Bildung des Ballens und vor ihrem spontanen Auf-

¹¹⁾ Die obigen Zahlen sind Theile eines Ocularmikrometers, deren Werth = $\frac{1}{150}$ Mm ist.

reissen künstlich sprengt (was am besten durch vorsichtige Berührung mit einer Nadel bewirkt wird) so zieht sich die Membran gleichfalls zusammen, die Ejaculation erfolgt aber minder kräftig und vollständig, eine Mehrzahl von Sporen bleibt in der Blase zurück und niemals tritt eine derselben später selbstständig aus. Bei der normalen Entwicklung leistet die Membran dem steigenden Drucke des Inhalts eine Zeit lang Widerstand, zuletzt wird sie aber durch denselben an ihrer zärtesten Stelle, dem Scheitel, gesprengt und indem sie sich in demselben Augenblick in Folge ihrer Elasticität stark zusammenzieht, wird der grösste Theil des Inhalts aus dem Riss hervorgeschleudert. Auf welche Weise die wässerige Flüssigkeit nach Bildung des Sporenballens vermehrt wird, verdiente genauer untersucht zu werden. Da die ganze Reihe von Erscheinungen in reinem Wasser vor sich geht, so liegt es auf der Hand zuerst an eine endosmotische Wasseraufnahme zu denken. Es fragt sich aber auch, ob und wie die sich auflösende homogene Substanz hierbei betheiligt und ob vielleicht gerade ihr die Function zukömmt, die Ejaculation auf eine oder die andere Weise zu bewirken. —

Die Zeit, welche die beschriebenen Entwicklungsvorgänge vom Ausschlüpfen bis zur Ejaculation erfordern, beträgt mehrere Stunden. Das Ausschlüpfen des Endosporangiums aus dem platzenden Episporangium habe ich nur einmal direct beobachtet, es erforderte 1 St. 45 Min. In demselben Falle war 12 Stunden nach vollendetem Ausschlüpfen der Sporenballen gebildet, aber die Ejaculation noch nicht erfolgt. Die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht durch Wanderung der centralen Masse erforderte in den beobachteten Fällen 1 — 1½ Stunde; von da bis zur vollendeten Bildung der Sporen dauerte es 1¼ bis 5 Stunden, von diesem Stadium bis zur vollendeten Zusammenhallung 20 Min. bis 1½ St., von da bis zur Ejaculation ¾ bis 4½ St. Nach diesen Daten würde die Entwicklung im günstigsten Falle 3 bis 3½ Stunden nach vollendetem Ausschlüpfen fertig sein können; in allen beobachteten Fällen dauerte sie jedoch länger, indem wenigstens ein Stadium mehr als das obiger Schätzung zu Grunde gelegte Minimum von Zeit erforderte. —

Ueber die leeren Membranen ist nichts Weiteres zu berichten, sie werden allmählich zersetzt.

Die ejaculirten Sporen vertheilen sich gleichmässig in dem umgebenden Wasser. Sie zeigen dabei dieselbe schwache oscillirende Bewegung, von welcher schon oben die Rede war; nach kurzer Zeit hört diese ganz auf.

Die ejaculirten Sporen (Fig. 22) haben die Gestalt cylindrischer, an beiden Enden abgerundeter, zuweilen etwas gekrümmter Stäbchen, $\frac{1}{450}$ Mm. lang, halb so breit, mit

zartem Umriss und blassem trübem Inhalt, in welchem ein dunkleres rundes oder langliches Körnchen (Kern?) liegt. Jod färbt sie gelb. Die Sporen sind zunächst alle frei. Sehr bald nach der Ejaculation aber tritt ein eigenthümlicher Copulationsprocess ein (Fig. 23 — 25). Sie nähern sich einander paarweise auf eine ihrem Querdurchmesser etwa gleichkommende Strecke; nach einiger Zeit sieht man jedes Paar durch einen feinen Streifen verbunden, der auch bei sehr starker Vergrößerung nur als eine einfache Linie erscheint, und dessen erste Entstehung ich nicht deutlich erkennen konnte. Der Streifen wird bald breiter und erscheint zuletzt als ein Canal, dessen Weite dem Querdurchmesser der Sporen wenigstens gleichkömmt und welcher die Lumina beider miteinander verbindet. Schon 3—4 Stunden nach der Ejaculation, manchmal wie es scheint noch früher, ist die Copulation bei fast allen Sporen fertig. Je nachdem die Längsachsen eines copulirenden Paares parallel liegen oder in einer oder verschiedenen Ebenen liegend sich schneiden, erhält die Doppelspore die Gestalt eines H oder T, oder unregelmässige Form; die H-Form ist die häufigste. Mit und nach der Copulation werden die Hälften der Doppelspore oft mehr oval und dehnen sich bis auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Grösse aus. Wie der beschriebene Process zu deuten, in welche Beziehungen er zu der Copulation der Conjugaten oder der leiterförmigen Verbindung der Sporen von *Tilletia* zu bringen sei, muss wie mir scheint noch dahin gestellt bleiben. —

Mit der Copulation schliessen sich die Veränderungen, welche man an den im Wasser cultivirten Sporangien beobachtet, ab. Sind die Culturen rein, besonders von grösseren Infusorien, welche die Sporen begierig fressen, frei, so häufen sich in dem Wasser grosse Mengen copulirter Sporen an, ohne je eine Spur von Weiterentwicklung zu zeigen. In reinen Wassertropfen auf Objectträgern konnte ich die Sporenpaare 6 bis 8 Tage lang anscheinend völlig gesund und lebenskräftig erhalten, aber nie überschritten sie das Entwicklungsstadium, welches sie wenige Stunden nach der Ejaculation erreicht hatten.

Es fragt sich daher, was unter anderen Bedingungen aus den copulirten Sporen wird, und am nächsten liegt es hier nach den Erscheinungen zu fragen, welche sie zeigen, wenn sie auf eine Nährpflanze des *Protomyces* gelangt sind.

Keimende Sporangien, in kleinen Wassertropfen auf jugendliche Blattstiele von *Aegopodium Podagraria* gebracht, entleerten die Sporen reichlich, diese zeigten die gewöhnliche Copulation. Vier bis sechs Tage nach der Aussaat fand ich in den Zellen der abgezogenen Epidermis der besaeten Stellen mehrmals dünne, in 2 bis 3 Zweige

getheilte Fäden. Ein Ende eines solchen Fadens sass immer der Aussenwand einer Epidermiszelle fest an, entweder in ihrer Mitte oder an der Kante, in welcher sie mit einer Seitenwand zusammenstösst. Von hier aus lief der Faden gegen die Innenwand der Epidermiszelle, die Enden seiner Zweige lagen auf oder unter dieser. Die Fäden waren sehr fein, nicht dicker als die Wände der Oberhautzellen, homogen-trübe. Jod färbte sie gelb. Einen Zusammenhang ihres äusseren, d. h. der Aussenwand ansitzenden Endes mit einer aussen befindlichen Spore oder deren leerer Haut konnte ich niemals auffinden. Häufig suchte ich überhaupt nach den Fäden vergebens. An den ziemlich zahlreichen Spaltöffnungen des Blattstiels konnte ich nie eine Spur des Eindringens von Sporen oder Keimen finden.

Nach diesen bei der Kleinheit und Zartheit der Sporen ziemlich unsicheren Beobachtungen allein müsste es zweifelhaft bleiben, ob die Sporen auf der Nährpflanze Fäden treiben, welche in diese eindringen, und ob die erwähnten in den Epidermiszellen beobachteten solche Keimfäden waren oder zufällige, vielleicht abnorme Bildungen der Oberhautzellen selbst. Andere Versuche geben jedoch bestimmteren Aufschluss hierüber und zeigen, dass sich aus den Sporen Pilzfäden entwickeln, welche durch die Epidermiszellen in das Parenchym der Nährpflanze eindringen und hier unmittelbar zu dem Mycelium des *Protomyces* heranwachsen. Ich will zunächst den Gang der Versuche vollständig beschreiben.

I. Im December werden 8 Rhizomstöcke von *Aegopodium* nach Entfernung der alten abgestorbenen Blätter in einen Blumentopf gepflanzt und in's Warmhaus gestellt. Bis zum 20. December sind 7 Blätter über den Boden getreten, und zwar Blatt 1 und 2 zusammen aus einem starken im Boden steckenden Rhizome, Blatt 3 und 4 zusammen aus einem dünnen, auf dem Boden liegenden, Blatt 5, 6, 7 je aus einem besondern Rhizome. Blatt 1, 2, 5, 6 und 7 wurden am 20. Decbr. mit einer Quantität keimender *Protomyces*sporangien besät und zwar auf die ebene Oberseite des Blattstiels, dicht über dem Boden. Sie wurden durch Begiessen des letzteren und Ueberdecken einer Glasglocke feucht erhalten. Ebenso wurden keimende Sporangien auf das Rhizom, welches Blatt 3 und 4 trug, gebracht. Nach einigen Tagen wurde die Glasglocke weggenommen und der Topf im Zimmer einer gewöhnlichen Cultur unterworfen.

Am 26. Januar sind die sieben Blätter anscheinend gesund, aber Blatt 2 zeigt am Grunde des Blattstiels fünf weissliche auf einer etwa 2 Cm. langen Strecke beisammenstehende Flecke, von denen drei deutlich angeschwollen und vom Ansehen junger *Protomyces*spusteln sind, zwei als kleine Punkte erscheinen. Das Mikroskop zeigte in allen

funfen kräftig entwickelten *Protomyces*, wie unten noch näher beschrieben werden wird. Am 30. Januar sind am Petiolus von Blatt 5, 1 Mm. über dem Boden, drei junge, den auf Blatt 2 gefundenen gleiche *Protomyces*-Schwielen sichtbar. Zu Anfang Februars wurden Blatt 1 und 2 mit ihrem Rhizom und Blatt 3 behufs der anatomischen Untersuchung weggenommen. Von den besaeten Blättern blieben also noch 5, 6 und 7; ferner blieb das nicht besaete Blatt 4. Ein neu getriebenes 8tes Blatt wurde jetzt ebenfalls noch in der angegebenen Weise mit *Protomyces* besaet. Bis zum April mussten nun die Beobachtungen unterbrochen werden, die Pflanzen wurden im Zimmer weiter cultivirt und erhielten keine neue *Protomyces*-Aussaat. Am 23. April haben die noch übrigen 7 Rhizome zusammen 19 Blätter, von denen eines welk, die übrigen frisch und gesund sind. Vier von diesen 19 haben an der Basis des Petiolus *Protomyces*-Schwielen, und zwar gehören zwei von den vieren (deren eines das welke ist) einem und demselben Rhizom an, als dessen einzige Blätter, das dritte ist das unterste (älteste) eines dreiblättrigen, das vierte das zweitälteste Blatt eines dreiblättrigen Sprosses. Die Cultur wurde noch mehrere Wochen fortgesetzt, aber es erschien kein neuer *Protomyces*. In wie weit die vier *Protomyces* tragenden Blätter den oben mit 5, 6, 7, 8 und 4 bezeichneten entsprechen, war wegen der fast zweimonatlichen Unterbrechung der Beobachtungen nicht zu entscheiden.

II. Fünf Rhizomstücke des *Aegopodium*, in gleicher Weise wie die von I. behandelt, haben am 12. Februar je ein junges Blatt über den Boden getrieben. Diese Blätter werden sämtlich mit keimenden *Protomyces*-Sporangien nach Art wie I. besaet, die Pflanzen wie I. cultivirt. Bis zum 23. April sind 13 Blätter entwickelt. Die von zwei Rhizomen sind frei von *Protomyces*. Von den andern drei Rhizomen hat je das unterste, älteste Blatt, welches im Februar besaet worden war, schöne *Protomyces*-Schwielen; zwei nur an der Basis des Blattstiels, das dritte auf dem ganzen Stiel und der Lamina. Alle übrigen Blätter sind und bleiben auch ferner frei davon.

III. Gleichzeitig mit II wurden einige *Aegopodium*-Rhizome in einen besonderen Topf gepflanzt, durchaus wie I und II cultivirt, aber nie mit *Protomyces*-Sporangien besaet. Bis hoch in den Sommer blieb der Topf in Cultur, alle in ihm entwickelten Blätter blieben von *Protomyces* oder sonstigen Pilzen frei.

An dem Platze, wo die *Aegopodium*-Pflanzen für II und III hergenommen waren, fand sich in den Jahren, wo die Versuche gemacht wurden, kein spontaner *Protomyces*.

IV. Gleichzeitig mit I und auf die nämliche Weise, wurden die jungen Blätter von zwei Stöcken des *Anthriscus cerefolium* mit keimenden *Protomyces*-Sporangien sehr reich-

lich besaet. Der eine Stock starb bald ab, der andere wuchs gesund weiter, hatte Anfangs Mai reife Frucht und blieb ohne jegliche Spur von Pilzbildungen.

Aus diesen Versuchen geht zunächst hervor, dass *Protomyces* an den Stellen seiner Nährpflanze (*Aegopodium*) erscheint, auf welche man seine Sporen gebracht hat.

Untersucht man die ganz jungen Anfänge des Pilzes, welche, wie auf dem Blatt 2 des Versuchs I, in Form weisser punktförmiger Flecke erscheinen, so sieht man das Mycelium reichlich zwischen Oberhaut und äusserster Schicht des Parenchymis ausgebreitet und von hier aus in die Interellularräume der tiefer liegenden Parenchymsschichten hinabsteigend. Schon sehr früh beginnt an den zwischen Epidermis und Parenchym befindlichen Theilen des Pilzes die Bildung der Sporangien; erst später treten sie in den tiefern Schichten auf. An der mit der darunter liegenden Parenchymsschicht abpräparirten Oberhaut eines der weissen Fleckchen von Blatt 2 fand ich (s. Fig. 26) an einem Punkte einen starken kurzen Pilzfaden in der Epidermis selbst. Er stiess an die Aussenwand dieser, oder schien vielmehr derselben fest angewachsen zu sein mit einer ziemlich breiten kreisförmigen Endfläche (p). Diese lag so dicht an einer Kante zwischen Aussen- und Seitenwand zweier Zellen, dass es kaum sicher zu entscheiden war, ob der Faden in der einen Zelle verlief, oder sich zwischen beiden hindurchdrängte. Mit grösster Leichtigkeit liess sich der Faden durch Veränderung der Einstellung des Mikroskops bis zur Innenwand der Oberhautzellen verfolgen, diese durchbohrte er, um unterhalb derselben zu einer kugeligem Blase anzuschwellen, von welcher nach zwei Seiten hin reich verzweigte, unter der Epidermis verbreitete und in die tieferen Gewebsschichten eintretende Myceliumfäden entsprangen. Einer dieser letzteren zeigte unmittelbar an die Blase anstossend schon ein junges Sporangium mit dicht körnigem Inhalt; die Blase selbst enthielt nur wenig Protoplasma. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass jener die Epidermis quer durchsetzende Faden von Aussen eingedrungen und aus den aufgesäeten Sporen entstanden ist, dass diese also, auf die Nährpflanze gelangt, Hyphen treiben, welche durch die geschlossene Epidermis eindringen, unter dieser sofort zum Mycelium des *Protomyces* heranwachsen, welches sich dann gegen die Mitte des befallenen Pflanzentheils sowohl wie in der Fläche ausbreitet und alsbald überall neue Sporangien entwickelt.

Unser *Protomyces* schliesst sich somit den zahlreichen, durch die geschlossene Oberhaut eindringenden Endophyten an, welche ich an einem andern Orte beschrieben habe¹²⁾.

¹²⁾ Annales des sciences natur. 4^e Série, Tom. XX.

Er unterscheidet sich von allen diesen aber dadurch, dass er die Anfänge seiner Myceliumfäden niemals unter alleiniger Einwirkung von Feuchtigkeits- und Wärme anstreibt, sondern hierzu eines bestimmten Bodens, nämlich der Nährpflanze selbst bedarf.

Gleich vielen anderen Endophyten dringt *Pr. macrosporus* nur in wenige Species von Nährpflanzen ein, oder kommt doch nur in wenigen zur Ausbildung. Dies zeigt sich auf die drei oben genannten Umbelliferen-Arten beschränktes spontanes Vorkommen, und die negativen Resultate obiger Aussaat auf *Cerefolium* stimmen damit überein.

In der genannten Abhandlung habe ich gezeigt, dass manche endophyte Pilze ihr Mycelium von dem Orte wo es eingedrungen ist durch die ganze Nährpflanze oder doch einen grossen Theil derselben verbreiten, und dass dieses in vielen Fällen in den ausdauernden Theilen der Nährpflanze perennirt; während andere eine begrenzte Verbreitung und Dauer haben. Nach den angeführten Culturversuchen, bei welchen immer nur die Blätter oder die Punkte derselben den *Protomyces* trugen, welche direct besät worden waren, gehört dieser zu den Endophyten mit begrenzter Verbreitung in der Nährpflanze. Auch konnte ich, wie schon oben angegeben wurde, in letzterer niemals das Mycelium des Parasiten an Orten nachweisen, welche von den sporangientragenden Schwielen entfernt waren, zumal nie in den Rhizomen. Dass *Pr. macrosporus* nicht zu den perennirenden Endophyten gehört, folgt hieraus von selbst.

Das häufige Vorkommen des *Protomyces* zumal auf *Aegopodium* und *Meum* wird, nachdem einmal die Keimung seiner Sporangien und das Eindringen seiner Keime in die Nährpflanze festgestellt ist, vollständig durch das Verhalten der reifen Sporangien während des Winters und folgenden Frühlings erklärt.

Wie schon oben erwähnt, bleiben wo nicht alle, doch jedenfalls die weitaus überwiegende Mehrzahl der Sporangien in dem Sommer, in welchem sie gereift sind, unverändert, sie überwintern. Sie können dabei jedenfalls starke Kälte ertragen. Nach dem Winter 1860—61, in welchem in hiesiger Gegend die Lufttemperatur während des Januars oft auf -14° bis -15° R. gesunken war, bei kaum nennenswerther Schneedecke, waren die im Freien überwinterten *Protomyces*sporangien allgemein leicht zur Keimung zu bringen. Die Keimung tritt am leichtesten und schnellsten im Frühling ein. Sporangien, welche Anfangs November 1860 nach Eintritt der Winterfröste auf *Aegopodium* gesammelt und sofort im geheizten Zimmer in Wasser gebracht worden waren, zeigten am 2. Dezember die ersten Keimungen. Andere an demselben Standorte wie die ersten den 25. Januar 1861 bei Thauwetter gesammelte keimten im Zimmer am 5. Februar. Eine Portion, welche im Februar an aufthauenden alten

Aegopodiumblättern gesammelt und dann trocken aufbewahrt worden war, wurde am 23. Mai in Wasser gebracht: schon am 27. Mai viele Keimungen. Die Keimung geht mit derselben Leichtigkeit wie in mit Wasser gefüllten Gefässen, auch auf nasser Erde, nassem Sande, feuchtem Löschpapier vor sich. Sie tritt in beiden Fällen keineswegs gleichzeitig bei allen Sporangien einer Schwiele ein, vielmehr kann man in einer Cultur oft wochenlang (z. B. vom 2. December bis zum 27. Januar) tagtäglich neue Keimungen beobachten. Auch die Ejaculation findet nicht nur im Wasser, sondern auch auf nur feuchter Unterlage statt, die Sporen werden hier bis auf eine Entfernung von 1—2 Cm. senkrecht nach oben geschleudert. Befestigt man eine angefeuchtete Glasplatte etwa 1 Cnt. über den auf feuchtem Boden keimenden Sporangien, so lindet man auf ihr nach kurzer Zeit einzelne Gruppen, und nach etwa 12 Stunden eine ungeheure Anzahl ejaculirter und copulirter Sporen. Nach allen diesen Daten müssen die ersten Keimungen im Freien an den ersten warmen und nassen Frühlingstagen, also gleichzeitig mit dem Hervorkommen der ersten Blätter und Laubstengel aus dem Boden eintreten und in der späteren Frühlingszeit bei feuchter Witterung immer neue den ersten folgen. Hunderte von Sporangien sind in jeder Schwiele enthalten und Hunderte von Sporen entstehen in jedem Sporangium; es liegt daher auf der Hand, dass von einer reifen Schwiele aus viele junge Blätter und Triebe mit *Protomyces* besät werden können. Und der Umstand, dass oft grosse und viele beisammen stehende Stöcke von *Aegopodium* und *Meum* ganz mit *Protomyces*schwielen bedeckt sind, bedarf keiner besonderen Erklärung wenn man bedenkt dass genannte Pflanzen perenniren und dass ihre vorjährigen, die reifen Sporangien des Parasiten tragenden Blätter in unmittelbarer Nähe der im Frühling über den Boden tretenden Laubtriebe liegen. —

Eine andere Form von Fructificationsorganen als die beschriebenen besitzt *Protomyces macrosporus*, soweit meine Untersuchungen wenigstens reichen, nicht. Caspary hat (a. a. O.) die Vermuthung ausgesprochen, *Protomyces macrosporus* gehöre in den Entwicklungskreis der *Peronospora Umbelliferarum* Casp., und seine Sporangien entsprächen den Organen, welche Caspary bei *Peronospora densau* und *Peronospora pygmaea* untersucht und Sporangien genannt hat; und auch mir (S. Bot. Ztg. 1859, p. 404) schien manches hierfür zu sprechen, zumal der Umstand dass *Protomyces* und *Peronospora* nicht selten auf einem und demselben Blatte von *Meum* oder *Aegopodium* mit einander vorkommen. Die scheinbare Aehnlichkeit zwischen den Organen von *Protomyces* und *Peronospora*, durch welche jene Vermuthung begründet werden sollte, reducirt sich aber bei genauerer Betrachtung auf das Blauwerden ihrer

Zellmembranen durch Jod und Schwefelsäure. Das Mycelium der *P. Umbelliferarum* besteht aus weiten querwandlosen und mit zahlreichen bläschenförmigen Haustorien an die Zellen der Nährpflanzen befestigten Schläuchen, es ist also dem des *Protomyces*, welches oben beschrieben wurde, durchaus unähnlich. Die sogenannten Sporangien der *Peronospora densa* und *pygmaea* scheinen allerdings nach Caspary's Beschreibung ähnlichen Bau wie die von *Protomyces* zu haben, allein bei genauerer Untersuchung erweisen sie sich von diesen durchaus verschieden. Sie bestehen, wie ich anderwärts¹³⁾ nachgewiesen habe, zur Zeit der Reife aus einer kugeligen Fortpflanzungszelle, welche von einer aus Cellulose gebildeten (durch Jod und Schwefelsäure blau werdenden) Innenhaut und einer derben bräunlichgelben Aussenhaut bekleidet, und in eine derbwandige kugelige Blase (Mutterzellhaut) locker eingeschlossen sind. Die Fortpflanzungszelle entwickelt sich in Folge einer geschlechtlichen Befruchtung durch eine Antheridie, ist daher als Oospore, die Blase von der sie eingeschlossen wird als Oogonium zu bezeichnen. *Peronospora Umbelliferarum* Casp. hat Oogonien und Oosporen, welche, abgesehen von Speciesunterschieden, den nämlichen Bau besitzen wie bei den von Caspary untersuchten Arten und gleich den entsprechenden Organen dieser mit den Sporangien von *Protomyces* nur oberflächliche Aehnlichkeit zeigen¹⁴⁾. Wie hiernach zu erwarten und durch zahlreiche Culturversuche festgestellt ist, entsteht denn auch niemals *Protomyces* aus der Aussaat von *Peronospora* oder umgekehrt.

2. *Protomyces endogenus*.

(Taf. XXVII. Fig. 8—10.)

Ausser der Beschreibung und Abbildung, welche Unger 1833 von dem in der Ueberschrift genannten, durch Rabenhorst (D. Krypt. Fl.) in *Pr. Galii* umgetauften Pilze gegeben hat, und einigen mehr oder minder misslungenen Reproductionen derselben sind mir keine Arbeiten über diesen Parasiten bekannt. Derselbe ist bis jetzt ausschliesslich in dem *Galium Mollugo* gefunden worden. Die von dem Pilze bewohnten Exemplare dieser Pflanze zeichnen sich meistens durch ein eigenthümliches, von Unger vortrefflich beschriebenes Ansehen aus. Alle Internodien sind abnorm kurz, halb oder nur

¹³⁾ Ann. sc. nat. 4e. Série Tom. XX. (pl. VII, fig. 9.)

¹⁴⁾ Vgl. die citirte Abhandlung pl. IV, Fig. 15.

viertels so lang und oft dicker wie normale, und von blaulich schwarzer nur an den Kanten grüner Farbe. Die Knoten sind angeschwollen, schwarz und tragen Blätter, welche gleichfalls viel kürzer als an normalen Stöcken und meist zu beiden Seiten des Mittelnerven mit einem schwarzen Streifen versehen sind. Alle Triebe der befallenen Pflanze zeigen in der Regel diese Beschaffenheit, die Pflanze erscheint daher dicht buschig. Sie bleibt in den meisten Fällen niedrig und ganz ohne Blüten, ich habe Stöcke beobachtet, welche den ganzen Sommer über nur 16 Cm. hoch wurden. Zuweilen erreichen jedoch *Protomyces* tragende Pflanzen ihre normale Höhe und bilden normale Blüten; ob sie Frucht tragen habe ich nicht untersucht.

Durchschnitte durch ein jüngeres Internodium der befallenen Stöcke (Fig. 8) — am besten tangentielle Längsschnitte — zeigen die Intercellularräume des Rindenparenchyms und meistens auch des Markes fast sämtlich erweitert und von dem Parasiten erfüllt. Man findet auf Längsschnitten sehr leicht sein Mycelium, das aus cylindrischen, reich verzweigten, mit Querswänden versehenen, meist etwa $\frac{1}{450}$ Mm. dicken Hyphen besteht. Die Hyphen besitzen eine zarte farblose Membran und einen ebenfalls farblosen, durch viele Fettkügelchen körnigen Inhalt. Einzelne in der Continuität der Myceliumfäden zerstreute kurze Gliederzellen schwellen früh zu elliptischen Blasen an, die anfangs eine wandständige von grossen Vacuolen durchsetzte Protoplasmasehicht umschliessen, später ganz von Protoplasma erfüllt werden, welches zuletzt durch Fettansammlung dicht und grob körnig wird, während die ganze Zelle nach und nach Bau und Grösse der reifen „Spore“ annimmt (Fig. 10).

Die reifen Sporen (Fig. 9) sind in der Regel rundlich oder breit elliptisch, durch den Druck der umgebenden Theile oft hie und da abgeplattet und stumpfeckig, etwa $\frac{1}{65}$ bis $\frac{1}{60}$ Mm. gross. Schmal elliptische (z. B. $\frac{1}{56}$ Mm. lang, $\frac{1}{80}$ Mm. breit) oder ganz unregelmässige Formen findet man zuweilen. Die Wand der reifen Spore besteht der Hauptmasse nach aus einer dicken dunkelbraunen Membran, welche in zwei Schichten, eine dunkler gefärbte äussere und eine hellere innere gesondert ist. Jene wird überzogen von einer ganz oder beinahe farblosen dünnen Haut — der primären Membran, an deren Innenfläche sich die braune während des Reifens allmählich ausbildet. In Schwefelsäure bleibt die primäre Haut lange unverändert; die braune quillt stark auf ohne dabei an Umfang merklich zuzunehmen, also unter starker Verengung des Innenraumes; sie nimmt dabei eine schmutzig schwarzbraune Farbe an und platzt zuletzt häufig mit einem unregelmässigen Querriss. Eine blaue Cellulosefärbung konnte weder bei den Sporen noch irgend einem andern Theile des Pilzes erhalten werden. Der

Inhalt reifer Sporen besteht grösstentheils aus kleinen Fettkörnchen, zwischen welchen oft ein grosser heller Kreis (Vacuole?) durchschimmert.

Um die ersten an irgend einer Stelle angelegten und reifenden Sporen herum treibt das Mycelium einige Zeit lang immer neue und neue Sporen bildende Zweige (Fig. 10). Man findet daher die Intercellularräume oft von wirren Myceliumgeflechten angefüllt, in welchen Sporen aller Entwicklungsgrade unordentlich durcheinander liegen (Fig. 8). Auf dicken Schnitten, zumal Querschnitten, können die Myceliumgeflechte leicht als unförmliche Massen einer grobkörnigen Substanz erscheinen und dieser Umstand hat Unger in seiner vor 30 Jahren erschienenen Arbeit zur Annahme einer homogenen körnigen Matrix, in welcher sich die Sporen frei bildeten, veranlasst.

In den Stengelknoten, wo er besonders reichlich aufzutreten pflegt, und in den Blättern, wo er das Parenchym an der Basis und zu beiden Seiten des Mittelnerven bewohnt, zeigt der Pilz die gleiche Beschaffenheit, welche oben beschrieben wurde. Die schwärzliche Farbe der befallenen Theile rührt von seinen Sporen her.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass *Protomyces endogenus* von einem Punkte aus die ganze Pflanze zu durchwuchern vermag. Man kann sein Mycelium continuirlich durch alle Theile bis in das Rhizom hinab verfolgen und in junge eben austreibende Sprosse eintreten sehen; in allen Theilen bildet es mehr oder minder zahlreiche Sporen. Ob es im Rhizome perennirt kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Die Myceliumfäden laufen vorzugsweise, doch nicht ausschliesslich der Länge der Pflanzentheile nach und bleiben überall streng intercellular, nie sah ich irgend einen Theil ins Innere der Zellen dringen.

In den älteren Theilen der befallenen Pflanze tritt allmählich die völlige Reife des Pilzes ein, alle Sporen erhalten die oben beschriebene Beschaffenheit, es werden keine neuen mehr gebildet, das Mycelium wird allmählich unkenntlich. Zuletzt vertrocknet der ganze Pflanzentheil, wobei häufig die von reifen Sporen erfüllte, von der Epidermis bekleidete Rinde des Stengels in grossen Lappen von dem Holzkörper losspringt.

Die Keimung der Sporen konnte ich ungeachtet wiederholter Versuche nicht beobachten. Frisch gereifte und überwinterte Sporen blieben immer anscheinend unverändert, ob ich sie in Wasser oder feuchte Luft oder auf feuchten Boden brachte. Ob sie mit Recht den Namen Sporen führen, muss daher einstweilen dahingestellt bleiben.

3. *Physoderma Eryngii*.

(Tafel XXVII, Fig. 11.)

Physoderma Eryngii Corda¹⁵⁾ bewohnt die frischen Blätter von *Eryngium campestre*. Es bildet an denselben meistens sehr zahlreiche flache bräunliche Pusteln oder Anschwellungen, die in der Regel nach beiden Blattflächen hin vorspringen, rundlich oder länglich und selten über 1 — 1½ Mm. gross sind. Wie schon Corda beschrieben hat liegen die Pusteln in den Areolen des Adernetzes, einerseits an ein Gefässbündel angelehnt oder die Areole vollständig ausfüllend.

An dem gesunden Blatte von *Eryngium campestre* besteht das von der Epidermis bedeckte Diachym der Areolen aus drei Gewebsschichten. Der oberen Blattfläche zugekehrt ist eine mächtige Schicht chlorophyllreichen Parenchyms, bestehend aus cylindrischen Zellen, welche mit ihrer Längsachse senkrecht zur Blattoberfläche gestellt und in ziemlich regelmässige, gleichfalls zur Blattfläche senkrechte Reihen geordnet sind. Sämmtliche Reihen sind dicht aneinander gedrängt, jede derselben aus drei bis vier Zellen gebildet. Die der unteren Blattfläche zugekehrte Schicht ist der oberen im Wesentlichen gleich, wenigstens können die vorhandenen geringen Unterschiede hier unberücksichtigt bleiben. Zwischen der oberen und unteren liegt eine Mittelschicht, welche aus drei bis vier Lagen grosser rundlicher chlorophyllarmer oder ganz farbloser und locker verbundener Parenchymzellen besteht. In dieser Mittelschicht verlaufen die feinsten, nicht über die Oberfläche vorspringenden Zweige der Gefässbündel.

Durchschnitte durch reife von dem Pilze bewohnte Pusteln zeigen den von der Mittelschicht eingenommenen Raum mehr oder minder erweitert und von den massenhaft und ordnungslos angehäuften Fortpflanzungszellen des Pilzes, welche einstweilen Sporen genannt werden mögen, grösstentheils ausgefüllt; die Zellen der Mittelschicht sind verdrängt, zusammengedrückt, oft ganz unkenntlich, zwischen der Sporenmasse findet man oft einen vertrockneten braun gefärbten Gefässbündelzweig. Die obere und untere Parenchymschicht sind durch die Erweiterung des Mittelraumes zwischen ihnen auseinander gedrängt, ohne dabei selbst an Dicke zugenommen zu haben; zwischen den zur Blattfläche senkrechten Zellreihen, aus welchen sie bestehen, liegen gleichfalls zahllose Sporen des Parasiten in regelmässige Reihen oder Doppelreihen, manchmal auch

¹⁵⁾ Ausgegeben in Fuckels fung. Rhenan. Nro. 261.

in vielreihige längliche Gruppen geordnet, welche sämmtlich die gleiche Stellung wie die Zellreihen des gesunden Blattgewebes haben und von der Mittelschicht bis unter die Epidermis verlaufen. Die Elemente des chlorophyllführenden Parenchyms sind auf den ersten Blick oft ganz unkenntlich, so sehr sind sie durch den Pilz zusammengedrückt. Bei genauerer Untersuchung findet man jedoch noch dieselben Reihen wie in dem gesunden Blatte, die einzelnen Zellen sind aber an den Seiten her stark und unregelmässig comprimirt, ihr Inhalt von der farblosen Membran zurückgezogen und hellbraun gefärbt, wovon die charakteristische Farbe der ganzen Pustel zum grössten Theil herrührt. Die Epidermis ist auf der Oberfläche der Pusteln meistens unversehrt, oft aber auch unregelmässig geborsten.

Die reifen Sporen des Pilzes sind, wie schon Corda's Abbildung zeigt, von sehr verschiedener Gestalt, im Allgemeinen rundlich, meistens mit einzelnen vorspringenden Ecken, welche nicht selten zu kurzen stielartigen Fortsätzen ausgezogen sind, versehen. Auch die Grösse der Fortpflanzungszellen ist sehr verschieden, bei den meisten mag der grösste Durchmesser $\frac{1}{45}$ bis $\frac{1}{60}$ Mm. betragen. Sie haben eine farblose oder hellgelbbraune Membran, deren Dicke dem halben Radius der Zelle gleich oder grösser ist. Die erwähnten Ecken und Fortsätze an der Oberfläche gehören immer der Membran allein an, der Innenraum ist immer von regelmässig abgerundeter kugelig oder ovaler Gestalt. Die Membran besteht aus drei Lagen, von denen die äussere und innere ziemlich dünn, aber derb, stark glänzend sind und durch Schwefelsäure wenig aufquellen. Zwischen beiden liegt eine dicke Lage von schwach lichtbrechender Substanz, welche die Hauptmasse der Membran ausmacht. Sie hat das Aussehen gallertiger Zellenmembranen, ist oft zart geschichtet und quillt in Schwefelsäure stark auf. Eine Blaufärbung durch die bekannten Reagentien habe ich bei keinem Theile der Membran eintreten sehen. Der Inhalt der Sporen besteht aus einer gleichförmig fein- oder grobkörnigen fettglänzenden Substanz, in seiner Mitte sah ich oft einen runden hellen Raum.

Die Entwicklung der Sporen kann man am besten an solchen Pusteln verfolgen, welche kaum über die Blattfläche hervorragen, noch nicht braun sondern grünlich-gelb gefärbt sind und hierdurch ihren jugendlichen Entwicklungszustand anzeigen. Auf Durchschnitten durch dieselben findet man zunächst einzelne reife Sporen des Physoderma zwischen den theils noch mit grünem gesundem, theils schon braun-gefärbtem Inhalt versehenen Zellreihen der oberen und unteren Parenchymschicht. Trennt man die einzelnen Reihen von einander, so findet man das Mycelium des Parasiten: zahlreiche feine etwas wellig gebogene und vielfach verzweigte Pilzfäden,

deren Dicke etwa $\frac{1}{900}$ Mm., selten mehr beträgt. Die Fäden sind sehr zartwandig, mit homogen-trübem Protoplasma erfüllt; Querwände habe ich in ihnen nicht gefunden. Sie sind durch die ganze junge Pustel reichlich verbreitet, drängen sich zwischen die Zellen der grünen Parenchymschichten und der farblosen Mittelschicht und umspinnen jene allenthalben, ohne jedoch wie die Myceliumfäden anderer Schmarotzerpilze dicke die Zellen zusammendrückende Geflechte zu bilden und ohne in die Zellen selbst einzudringen.

Es ist nun nicht schwer, ziemlich reife Sporen im Zusammenhange mit solchen Fäden und die Entwicklung jener an den letzteren zu finden. Diese Entwicklung gleicht sehr der für die Sporangien von *Protomyces macrosporus* bekannten. Als erstes Stadium findet man in der Continuität der Fäden kugelige Anschwellungen, anfangs noch zart und einfach contourirt, aber mit dunkler körnigem Protoplasma als der Faden selbst erfüllt. Später werden die Anschwellungen grösser, durch deutliche Querwände von dem Faden, welcher sie trägt, abgegrenzt, und mit einer derben farblosen, durch Doppellinien umschriebenen Membran versehen. In ihrem körnigen Protoplasma ist jetzt ein centraler runder heller Raum meistens sehr deutlich zu sehen. So beschaffen erhalten die Zellen nahezu die Grösse reifer Sporen und bilden sich direct zu diesen aus, indem die Membran allmählich die oben beschriebene Dicke und Structur annimmt. Die vorspringenden Ecken und stielartigen Fortsätze der reifen Sporen entsprechen ihren Insertionsstellen an den Fäden des Myceliums. Auch die halbreifen Sporen findet man oft zu Reihen oder unregelmässigen Knäueln fest vereinigt. Ob solche sich aus unmittelbar aneinander stossenden Anschwellungen eines einzigen Fadens entwickeln können oder immer mehreren dicht zusammengedrängten Fäden ihre Entstehung verdanken, konnte ich nicht ermitteln. Alle jugendliche Sporen, deren Ursprung und Insertion ich deutlich beobachten konnte, sassen einzeln in der Continuität der Fäden. Indem sich die Zahl der Sporen und wohl auch eine Zeit lang noch die der Myceliumzweige, an welchen jene fortwährend neu entstehen, beträchtlich vermehrt, werden die Räume zwischen den Zellen des *Eryngium*blattes mehr und mehr erweitert und mit den Organen des Pilzes angefüllt, die Zellen selbst in gleichem Maasse zusammengedrückt, die beschriebene Structur der reifen Pusteln hergestellt. Bei den Exemplaren, welche ich untersucht habe, bildete sich der Pilz immer zuerst in den peripherischen Schichten des Blattes und erst später in der Mittelschicht aus. In letzterer ist es auch bei ziemlich reifen Pusteln und selbst bei getrockneten Exemplaren oft leicht das Mycelium des Pilzes, seinen Zusammenhang

mit reifen Sporen und Jugendzustände der letzteren zu finden, wenn man die unordentliche Pilzmasse vorsichtig auseinanderzupft. Jedoch werden die Myceliumfäden seltener in dem Maasse als die Zahl reifer Sporen sich vermehrt; sie scheinen mit Ausbildung der letzteren zu Grunde zu gehen und aufgelöst zu werden.

Weitere Verfolgung der Entwicklungsgeschichte von *Physoderma Eryngii* erlaubte mir das zu Gebote stehende Material, welches ich der freundlichen Zusendung von L. Fackel verdanke, nicht; wo ich in hiesiger Gegend *Eryngium campestre* erreichen konnte, war die Pflanze von dem Parasiten frei.

Die beschriebene Entwicklungsgeschichte steht mit einigen Angaben Corda's in so grellem Widerspruch, dass ich den von mir untersuchten Parasiten nimmermehr für Corda's *Ph. Eryngii* halten könnte, wenn nicht die Abbildungen, die genannter Autor von den reifen Sporen gibt, die Identität unserer beiden Pilzformen fast ausser allen Zweifel setzten. Wenn ich Corda's Beschreibung recht verstehe, so fasst er den Bau der *Physoderma*-Pusteln in folgender Weise auf. Dem in der Mittelschicht des *Diachym*s verlaufenden Gefässbündel sitzt eine dem Parasiten angehörende „Sporen erzeugende Zellschicht“ auf, aus kurzen aufrechten schmalen Zellchen bestehend, welche mit ihren Spitzen der Sporenmasse (die in dem zerstörten chlorophyllhaltigen *Diachym* der einen Blattseite liegt) zugewendet sind. „Wir glauben,“ fährt Corda fort, „dass diese Zellen die Sporen ebenso erzeugen, wie dieses bei den *Accidien* geschieht.“ Nach dem, was ich gesehen habe, kann ich mir diese Angaben ebenso wenig erklären, wie die zu ihrer Erläuterung dienende Figur 4; es sei denn, dass Corda nur alte Pusteln und ungeeignete Durchschnitte derselben untersucht und sich durch letztere über den richtigen Sachverhalt hätte täuschen lassen. Letztere Vermuthung erhält allerdings einige Wahrscheinlichkeit dadurch, dass Corda's Zeichnungen von dem *Blattdiachym* selbst mit der Natur nicht übereinstimmen.

4. *Protomyces Menyanthis*.

(Tafel XXVII, Fig. 1–7.)

In meiner Arbeit über die Brandpilze (p. 19) habe ich die reifen Fortpflanzungszellen eines Schmarotzerpilzes beschrieben, welcher mir nach der Beschaffenheit dieser Organe in die Verwandtschaft von *Protomyces macrosporus* zu gehören schien. Neuere Untersuchungen machen es möglich, jene Beschreibung zu berichtigen und zu vervollständigen. *Protomyces Menyanthis* bewohnt die Blätter und Blattstiele von

Menyanthes trifoliata. Er wurde von mir 1852 einmal bei Berlin, von Fuckel¹⁶⁾ im Rheingau gefunden, seit 1858 sah ich ihn alljährlich vom Juni bis October in den Torfmooren am Ufer des Titisees im Schwarzwald; an anderen Orten dieses Gebirges, wo *Menyanthes* reichlich wächst, habe ich ihn bis jetzt vergeblich gesucht. Die vom Pilze bewohnten Blätter sind meistens (an den Fuckel'schen Exemplaren, welche ich besitze, allerdings nicht) kleiner als normale, die Foliola oft schmal lanzettlich und nur 2 — 3 Cm. lang, häufig auch von bleicherer Farbe als gesunde Blätter. Sie zeigen auf dem Stiel und der Lamina mehr oder minder zahlreiche Flecke von brauner oder (wenn Erythrophyll in den Zellen des Blattes enthalten ist) violettbrauner Farbe, rundlicher oder länglicher Gestalt, punktförmig klein bis 1 und 2 Mm. gross. Die grösseren springen in Form flacher Pusteln nach aussen vor. Auf Durchschnitten durch solche Pusteln findet man innerhalb der unversehrten braungefärbten Epidermis die Zellen des Parenchyms mit hellbrauner Membran und geschrumpftem braungefärbtem Inhalt versehen, letzterer umschliesst die Sporen des Parasiten. Diese sind immer nur im Innern der Parenchymzellen, niemals in den weiten luftführenden Inter-cellulargängen enthalten (Fig. 1). Im Innern dieser Zellen werden daher auch die Jugendzustände des Pilzes zu suchen sein. Auf Durchschnitten durch junge Protomycesflecke, welche dem blossen Auge erst als kleine braune Punkte erkennbar sind, findet man die zunächst unter der Epidermis liegenden Parenchymzellen braun und in ihrem Innern reife oder reifende Sporen. Die nach Innen und seitlich angrenzenden Theile des Parenchyms zeigen dagegen ziemlich normale, unveränderte Beschaffenheit ihrer Zellen, die Membranen sind farblos, Zellkern, durchsichtiger wenig körniger Primordialschlauch, Chlorophyllkörner, klarer wässriger Zellsaft wie in gesunden Blättern vorhanden (Fig. 2, 3). Bei hinreichend starker Vergrösserung erkennt man aber in diesen anscheinend gesunden Zellen zarte farblose Bläschen und sehr feine quer oder schräg durch die Zellenlumina verlaufende Fäden. Letztere stellen das Mycelium des Protomyces dar. Sie sind farblos, anscheinend ganz homogen, durchscheinend; Querwände konnte ich in ihnen nicht finden. Ihren Querdurchmesser ganz genau zu messen war mir nicht möglich; nach ziemlich sicherer Schätzung mag derselbe etwa $\frac{1}{1300}$ Mm. betragen. Bei solcher Beschaffenheit kann man die Fäden

¹⁶⁾ Enum. Fungor. Nassoviae, und Fung. Rhenan. Nro. 260, als *Physoderma Menyanthis* Rabenh. Rabenhorst hat aber dem Pilze keinen Namen gegeben.

leicht mit Protoplasmaströmchen verwechseln; allein auch abgesehen von ihren nachher zu erwähnenden Eigenthümlichkeiten, erkennt man bei genauerer Untersuchung leicht, dass sie nie einer Zelle allein angehören, sondern, die Membranen durchbohrend, von einer in die andere dringen. Von dem schon sporenführenden Mittelpunkt der jungen Pustel aus kann man sie oft viele Zellenlagen weit in den Umkreis und in die Tiefe verfolgen. Dass sie in der That die Zellwände durchbohren, ist auf guten Präparaten ohne Weiteres zu erkennen. Sehr schön tritt dieses Verhalten nach Einwirkung von Jodlösung hervor; die Fäden selbst werden durch diese gelblich gefärbt und deutlicher, die Primordialschläuche der Parenchymzellen ziehen sich zusammen, und man sieht sehr oft, wie ein Faden aus einem Primordialschlauch heraus gegen die Zellwand läuft, diese durchbohrend in die Nachbarzelle eintritt, und so weiter. Ausnahmslos dringen die Fäden immer nur unmittelbar aus einer Zelle in die andere, niemals sah ich sie in die Intercellulargänge treten. Anderswo als in den sporenbildenden Pusteln sah ich die Myceliumfäden nicht; hieraus und aus der scharfumgrenzten Gestalt und geringen Grösse der Pusteln ist zu schliessen, dass das Wachstum des Myceliums ein begrenztes ist.

Die meisten Myceliumfäden schwellen dicht bei ihrer Eintrittsstelle in eine Parenchymzelle zu eiförmigen oder verkehrteiförmigen Blasen an, deren Länge zunächst $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des Querdurchmessers der Parenchymzelle beträgt (Fig. 2. 3). Aus dem der Eintrittsstelle abgekehrten Ende der Blase sprossen dann wiederum 1 bis 3 Myceliumfäden hervor, welche in benachbarte Zellen dringen. Auf demselben Ende der Blasen findet man sehr häufig ein Büschelchen sehr feiner und kurzer, in ein Knöpfchen endigender Fäden (Fig. 3), welche bald verschwinden und über deren Bau und Zweck ich nichts Näheres angeben kann. Selten kommen die weiter vordringenden Myceliumzweige aus der Seite der Blasen, noch seltener sah ich die Myceliumfäden ohne blasige Anschwellung quer durch die Zelle laufen. Die Blasen haben sehr zarte Membran und anfangs einen homogenen, kaum einige Körnchen führenden, durch Jod gelb werdenden Protoplasmainhalt. Viele derselben theilen sich sehr bald durch eine Querwand in zwei ziemlich gleich grosse Hälften, von denen ich die der Eintrittsstelle zugekehrte immer mit Protoplasma erfüllt fand, die andere oft leer, d. h. nur mit wässriger Flüssigkeit erfüllt ist, ihr Protoplasma also wohl an die ihr entsprossenden Fäden abgegeben hat. Sehr oft bleiben jedoch beide Hälften gleichmässig von Protoplasma erfüllt, und wohl in der Mehrzahl der Blasen tritt gar keine Querwand auf. Eine von dem Parasiten befallene Zelle enthält fast immer mehrere Blasen mit den dazu-

gehörenden Myceliumfäden. Von jenen zählte ich an ganz deutlichen Präparaten oft 6 bis 8, andere Zellen enthalten ihrer aber jedenfalls noch mehr.

Aus den beschriebenen blasigen Anschwellungen des Myceliums entwickeln sich die Sporen des Protomyces; ob nur aus den ungetheilten oder auch aus den protoplasmführenden Hälften der quergetheilten kann ich nicht entscheiden. Geht man von dem Umfange gegen die reife Mitte einer jungen Pustel, so findet man zahlreiche Zwischenstufen zwischen den beschriebenen blasigen Anschwellungen und den reifen Sporen. Jene werden zunächst grösser und in ihrem Innern treten dunkel umschriebene Fettkörnchen auf, welche um so grösser und zahlreicher werden, je mehr die Blase wächst, und diese zuletzt dicht erfüllen (Fig. 4). Der Umriss der letzteren bleibt bis zur Vollendung des Wachstums sehr zart, durch eine einfach feine Linie angedeutet; erst nach beendigter Ausdehnung tritt eine derbere, alsbald durch Doppellinien umschriebene Membran auf. Je mehr die Sporen heranwachsen, desto blasser und undeutlicher werden die Myceliumfäden, an welchen sie sitzen. Ein einziges Mal nur habe ich eine fast völlig verwachsene noch zarthäutige Spore in deutlichem Zusammenhang mit einem Myceliumfaden gesehen (Fig. 4), meistens ist solcher bei grösseren Sporen gar nicht mehr zu finden, und der Ursprung der letzteren müsste zweifelhaft bleiben, wenn sich nicht zwischen ihnen und jüngeren deutlich mit dem Mycelium zusammenhängenden alle Entwicklungsstufen leicht finden liessen.

Hat das Wachstum der in einer Parenchymzelle enthaltenen Sporen begonnen, so kömmt alsbald ein weiterer Umstand hinzu, der die Verfolgung ihrer Entwicklungsgeschichte erschwert. In der Zelle verschwindet nämlich das Chlorophyll, der Zellkern wird unsichtbar, und der ganze Inhalt wird durch eine rasch wachsende Menge von Körnchen dergestalt getrübt, dass eine Auffindung der Myceliumfäden kaum mehr möglich, und selbst die zarten Umrisse der jüngeren Sporen oft nur schwer sichtbar sind. Man sieht häufig Sporen verschiedenen Alters innerhalb der Zellen in einer dicht körnigen Flüssigkeit suspendirt, ohne Spur von Myceliumfäden (Fig. 5), so dass es genau aussieht, als ob die Sporen durch freie Zellbildung in dem krankhaft veränderten Inhalt der Parenchymzellen entstanden. Wären die Jugendzustände des Pilzes nicht bekannt, so könnte es gar kein Object geben, welches geeigneter als jene Zellen wäre, um eine Täuschung zu Gunsten der Lehre von der sogenannten Heterogenie zu veranlassen. Mit der Reife der Sporen nimmt die körnige Inhaltsmasse der Parenchymzellen eine braune, zuletzt rothbraune Farbe an und schrumpft zu einer harten, spröden, fast homogenen Masse zusammen, welche die Sporen einschliesst und mit-

einander verklebt (Fig. 6, 7 b). Auch die Membran der Zellen, welche vom Pilze bewohnt werden, so wie die der benachbarten nicht befallenen Zellen, wird braun und vertrocknet.

Die reifen Sporen (Fig. 6, 7) sind breit eiförmig, meist $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{40}$ Mm. lang. Sie haben eine einfache ungeschichtete farblose Membran, welche so wenig wie irgend ein anderer Theil des Pilzes blaue Cellulosereaction zeigt. Der Inhalt besteht aus einer wandständigen Schichte von Fettkörnchen, innerhalb welcher eine homogene farblose Masse liegt, auf den ersten Blick einer Vacuole gleichend, aber wie genauere Untersuchung zeigt, gleichfalls zum grössten Theile aus Fett bestehend.

In reifen Pusteln findet man eine bis fünf und sechs Sporen in einer Parenchymzelle; in jüngeren sah ich oft Sporen verschiedenen Reifegrades in einer Zelle beisammen, und in solchen Zellen, deren Lumen von einigen fast reifen Sporen grösstentheils ausgefüllt war, fast immer einzelne, welche die Grösse der ursprünglichen Myceliumsanschwellungen kaum überschritten. Es scheint daher, als ob von letzteren eine Anzahl unentwickelt bliebe (vergl. Fig. 5).

Mit meinen Versuchen die Keimung der Sporen zu erhalten bin ich nicht glücklicher gewesen als bei *Pr. endogenus*.

5. *Physoderma maculare* und *pulposum*.

Das Wallroth'sche Original Exemplar von *Ph. maculare* (Taf. XXVII, Fig. 13) besteht in einem durch die lange Aufbewahrung im Herbarium braun gewordenen Blatte der schmalblättrigen Form von *Alisma Plantago*. Auf der Lamina dieses Blattes befinden sich zahlreiche zerstreute längliche, 1—1½ Mm. lange schwarzbraune Flecke, welche alle durch die Blattsubstanz durch, von der oberen zur unteren Fläche gehen. Auf der oberen Fläche springen sie in Form flacher Schwielen vor, auf der unteren wenig oder gar nicht. Der Blattstiel zeigt einige ähnlich aussehende aber kleinere Flecke. Durchschnitte durch die braunschwarzen Stellen der Lamina zeigen, soweit genannte Färbung reicht, im Innern aller Zellen des Blattparenchyms und der Epidermis grosse braunhäutige Körper, welche jedenfalls als die Sporen des Parasiten bezeichnet werden dürfen. Nur in den Schliesszellen der Spaltöffnungen und in den beiden schmalen an diese angrenzenden Epidermiszellen fehlen die Sporen immer. Sie liegen einzeln oder zu 2 bis 3 in einer Zelle; ausser ihnen fand ich in letzterer nach dem Aufweichen nur spärliche Reste der normalen Inhaltsbestandtheile und wässerige

Flüssigkeit. Die Sporen sind breit eiförmig, $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{32}$ Mm. lang und mit einer mässig dicken, schön braunen nicht geschichteten Membran versehen. Diese umgibt einen fettglänzenden farblosen Inhalt, der bei den einzelnen Exemplaren, offenbar in Folge des Troeknens, sehr verschiedene Anordnung zeigte, deren ausführliche Beschreibung zwecklos wäre. Ob er von einem zarten farblosen Endosporium unmittelbar umgeben wird, konnte ich nicht sicher entscheiden. Junge Entwicklungszustände der Sporen oder Myceliumfäden sah ich in den Zellen des Alismablattes nicht. In den Intercellularräumen fand ich niemals die Sporen, dagegen verlaufen in denselben allenthalben einzelne farblose Fäden, offenbare Pilzhyphen von etwa $\frac{1}{600}$ Mm. Dicke. Einen Zusammenhang dieser mit den intracellularen Sporen konnte ich nicht auffinden, ob sie demselben Parasiten, wie diese angehören, bleibt daher zweifelhaft.

Ein ganz sonderbares Gebilde ist Wallroth's *Physoderma pulposum* (Taf. XXVII, Fig. 12). Die Exemplare des Wallroth'schen Herbars bestehen in einigen kleinen beblätterten Aestchen von *Atriplex angustifolia*, deren Internodien mit dicken, etwa 1 Mm. grossen schmutzig-brannen Warzen dicht besetzt sind. Aehnliche Warzen finden sich in geringerer Zahl auf den Blättern. In den am Stengel befindlichen ist das von der Epidermis überzogene Rindenparenchym von der Bastschichte losgetrennt und weit abgehoben, der Raum zwischen beiden Theilen wird eingenommen von einem eigenthümlichen grobmaschigen Netz oder Gerüst. Dieses besteht aus (bis $\frac{1}{61}$ Mm.) dicken, cylindrischen oder plattgedrückten Fasern, welche in der Weise nach allen Richtungen hin verzweigt sind und mit einander anastomosiren, dass sie ein Netz mit unregelmässig vierseitigen Maschen bilden. Die Fasern sind farblos, glänzend, der Membran stark verdickter Bastfasern einigermaßen gleichschend, nicht geschichtet, die meisten solide, andere mit einer engen axilen Höhlung versehen. Jod färbt sie gelblich, in Schwefelsäure quellen sie wenig, Cellulosefärbung zeigten sie nicht. Wo das Netz an Bast und Rindenparenchym angrenzt, sah ich seine Fasern oft senkrecht gegen die Oberfläche dieser Gewebsschichten verlaufen, an dieser umbiegen und sich mit anderen Fasern zu einer Schlinge vereinigen. Hiernach läge also das Fasernetz als ein in sich abgeschlossener Körper zwischen Bast und Rindenparenchym eingeschoben. An anderen Stellen schien es mir jedoch, als ob die Fasern dünne, fadenförmige, reich verzweigte Aeste aussendeten, welche sich zwischen den Gewebelementen von Bast und Parenchym verbreiten. Dass solche dünne verzweigte Fasern oder Fäden hier vorhanden sind unterliegt keinem Zweifel; ob sie aber mit dem beschriebenen Netze zusammengehören, oder zufällig vorhandene Pilzfäden sind, darüber konnte

ich an dem zu Gebote stehenden Material nicht in's Klare kommen. Die Lücken des Fasernetzes sind von freien braunen Zellen angefüllt, welche bis auf Weiteres Sporen heissen mögen. Es sind kugelige oder breit ovale, $\frac{1}{28}$ bis $\frac{1}{20}$ Mm. grosse Zellen mit doppelter Membran, nämlich einer derben hellbraunen Aussenhaut und einer zärteren in Schwefelsäure stark quellenden Innenhaut. Der Inhalt bestand aus einer fettglänzenden klumpig geschrumpften Masse.

Die in den Blättern vorhandenen Physoderma-Warzen bestanden aus Anhäufungen von Sporen, eingeschlossen in Höhlungen des Blattparenchyms und durchsetzt von einzelnen anastomosirenden, denen des beschriebenen Netzes gleichen Fasern.

Ein Zusammenhang zwischen Fasern und Sporen oder Jugendzustände beider Theile waren nirgends aufzufinden.

6. Zur Systematik.

Ueber die natürliche Verwandtschaft der Protomyces- und Physoderma-Arten und ihre Stellung im Systeme lässt sich auf Grund der mitgetheilten Resultate noch wenig Positives sagen.

Berücksichtigt man nur den Bau und die Entwicklung der innerhalb der Nährpflanze vorfindlichen Theile, ohne auf die Keimungserscheinungen Rücksicht zu nehmen, so ist zunächst einleuchtend, dass Physoderma pulposum mit den übrigen Formen nicht zusammengehört. Es ist durch das Fasergerüste ein ganz eigenthümliches räthselhaftes Gebilde, über welches von ferneren Untersuchungen Aufschluss zu erwarten ist.

Von den übrigen fünf Arten stimmen wenigstens die vier lebend untersuchten durch den Besitz eines freifädigen Myceliums, sowie durch die Entwicklungsweise der Fortpflanzungszellen an diesem überein. Auch in den Wirkungen, welche sie auf die Theile ihrer Nährpflanze ausüben, findet zwischen den einzelnen Arten eine unverkennbare Uebereinstimmung statt. Auf die Verschiedenheiten, welche im Einzelnen zwischen den Arten stattfinden, braucht nicht besonders aufmerksam gemacht zu werden. In Beziehung auf die Art ihres Vorkommens sondern sich die untersuchten Species in zwei Gruppen: die einen, nämlich *Pr. macrosporus*, *endogenus* und *Ph. Eryngii* entwickeln sich nur zwischen den Zellen ihrer Nährpflanze; *Pr. Menyanthis*, welchem man *Ph. maculare* wohl einstweilen anreihen darf, ist ein rein intracellulärer Parasit. Man kann auf Grund dieser Verschiedenheit die beiden bezeichneten Gruppen als Gattungen unterscheiden und, wenn man will, die Namen Protomyces und Physoderma

in etwas veränderter Bedeutung zur Bezeichnung derselben anwenden. Natürliche Genera stellen die beiden Gruppen allerdings schwerlich dar; mir scheinen wenigstens schon die Verschiedenheiten in der Structur des Myceliums und der Fortpflanzungsorgane bei den 3 intercellularen Arten hinreichend gross zu sein, um es sehr unwahrscheinlich zu machen, dass sie einer natürlichen Gattung angehören; am nächsten scheinen noch *Ph. Eryngii* und *Pr. macrosporus* miteinander verwandt zu sein. Eine eingehende Discussion über die angedeutete Frage wäre zwecklos, so lange die Keimungsgeschichte von *Pr. endogenus*, *Eryngii* u. s. w. nicht bekannt ist, denn es wird niemand bestreiten, dass die Haupteigenthümlichkeit des *Protomyces macrosporus* in der Keimung seiner Sporangien liegt, und dass ein anderer Pilz erst dann, wenn seine Keimung gleichfalls bekannt ist, mit jenem verglichen werden kann.

Die Stellung im Systeme ist für die meisten Arten aus den gleichen Gründen wie ihre Verwandtschaft untereinander zur Zeit nicht bestimmbar. Von *Protomyces macrosporus* ist aber der ganze Entwicklungsgang ziemlich vollständig bekannt, und für ihn muss daher gefragt werden, welcher der gegenwärtig bekannten Pilzfamilien er ein- oder anzureihen ist. Vergleicht man ihn zunächst mit den einfacheren Pilzformen, denen er sich durch seine Lebensweise anschliesst, so kann nicht bezweifelt werden, dass er weder mit den Peronosporeen, an welche zunächst gedacht werden könnte, noch mit den Ustilagineen, noch mit den Uredineen nähere Verwandtschaft zeigt; mit den meisten hat er nicht einmal oberflächliche Aehnlichkeit. Auch unter den nicht parasitischen Fadenpilzen finde ich keinen, dessen Fortpflanzungsorgane den Sporangien des *Protomyces* füglich verglichen werden könnten. Diese zeigen dagegen, wie ich schon bei ihrer Beschreibung angedeutet habe, eine grosse Aehnlichkeit mit den Sporenschläuchen der Ascomyceten, der Pyreno- und Discomyceten. Sieht man ab von Verschiedenheiten in der Gestalt und Grösse der Theile, so verhält sich das Endosporangium nach seinem Austritte aus der umgebenden Aussenhaut im Wesentlichen ganz wie diejenigen Asci, in welchen der primäre Zellkern nicht gefunden wird und die Sporen ohne Zellkerne entstehen. Diese werden aus einem Theile des Protoplasma gebildet, der zu ihrer Bildung nicht verwendete Rest nach und nach aufgelöst. Die Ejaculation geschieht im Wesentlichen auf die gleiche Art wie bei den Ascis der Discomyceten (*Peziza*, *Helvella*, *Exoascus* u. s. w.). In dem einen wie dem anderen Falle bleibt die Membran des Ascus bis nach der Entleerung von einem Primordialschlauch ausgekleidet. Dass die grosse Zahl der in einem Schlauch entstehenden Sporen der Vergleichung nicht im Wege steht, zeigen die sehr zahlreiche kleine Sporen

bildenden Ascis mancher Sphaerien und Lichenen. *Protomyces macrosporus* dürfte hier- nach den Ascomyceten an die Seite zu stellen sein, als einfachste Ascomycetenform, von den typischen Schlauchpilzen ausgezeichnet durch den einfachen Bau seines Thallus, den Mangel eines zusammengesetzten Fruchtlagers oder Fruchtbehälters, und durch die Eigenthümlichkeit, dass in seinen Ascis die Sporenbildung erst nach vorangegangenen Ruhezustand und Häutungsprocess stattfindet.

II. *Exoascus Pruni* und die Taschen oder Narren der Pflaumenbäume.

(Tafel XXVIII.)

Es gibt wohl wenige Pflanzenmissbildungen, welche häufiger und allgemeiner bekannt sind, als die mit den Namen Taschen, Schoten, Narren, Hungerzwetschen, Turcas der Italiener bezeichneten entarteten Pflaumenfrüchte. Dessenungeachtet fehlt es aber zur Zeit noch sehr an genaueren Untersuchungen über dieselben und an einer sicher begründeten Erklärung ihrer Entstehung.

Die erste deutliche Beschreibung der genannten Missbildungen findet sich, nach Treviranus¹⁷⁾ bei Caesalpin (*de plantis* II, 15), indem dieser sagt: „Etwas Besonderes ist bei der Pflaumenfrucht dieses, dass sie, wenn es während der Blüthe viel geregnet hat, sich in einen langlichen hohlen Körper verwandelt, den man Turcas nennt.“ Das Nämliche sagt Joachim Camerarius in der 1600 erschienenen Ausgabe des deutschen Matthiolus (fol. 90 D) von den Früchten der Schlehe. In den mir zu Gebote stehenden älteren Werken finde ich die Erscheinung nicht erwähnt. Häufig gedenken ihrer die späteren Autoren; Rud. Jac. Camerarius (*Opuscul. ed. Mikan*, nach Treviranus) gibt die erste ausführliche Beschreibung, Duhamel (*physique des arbres* I, p. 303 pl. 12. 13) meines Wissens die erste Abbildung. Merkwürdig ist, dass die Taschen der Pflaumen in neueren Büchern, welche sich mit den Krankheiten und Miss-

¹⁷⁾ Treviranus, über die taschenförmige Bildung der Pflaumen. *Bot. Zeitg.* 1846 p. 641. Einige Angaben über die ältere Litteratur entnehme ich diesem gelehrten Gewährsmann, da mir dieselbe nur mangelhaft zu Gebote steht.

bildungen der Pflanzen speciell beschäftigen, entweder gar nicht (Plenck, *Physiol. et Pathol. Plantarum*, Wiegmann, *Krankheiten etc. der Gewächse*) oder nur ganz flüchtig erwähnt werden (Meyen, *Pflanzenpathol.*, Moquin-Tandon, *Pflanzenzeratologie*, Kühn, *Krankh. d. Culturgew.*). —

Die Ansichten, welche über die Ursache der Taschenbildung ausgesprochen worden sind und unter den Botanikern wie im Volke herrschen, lassen sich in vier Gruppen zusammenstellen.

Die ersten setzen den Grund der Erscheinung in die Einwirkung ungünstiger, nasser oder kalter Witterung auf die Blüthe und junge Frucht der Pflaumenbäume; theils ohne sich über die Art der Einwirkung bestimmter auszusprechen, wie Caesalpin, Joach. Camerarius, J. Robb¹⁸⁾; theils indem sie annehmen, dass die nachtheilige Witterung eine oder die andere bestimmte Störung in dem Ernährungsprocesse verursacht, wie Dumont Courset und Bose¹⁹⁾ und Réaumur (*Histoire de l'Acad. Royale (paris.) des sciences 1713*, pag. 58 des Amsterdamer Nachdrucks).

Die Vertreter der zweiten Ansicht betrachten zwar auch die oben bezeichneten ungünstigen Witterungsverhältnisse als die veranlassenden, entfernteren Ursachen der Taschenbildung, sie präcisiren aber ihre Vorstellung über die Einwirkung derselben dahin, dass sie annehmen, die Befruchtung der jungen Pistille werde verhindert oder gestört. Freilich steht dieser Annahme die allgemein bekannte Erscheinung entgegen, dass die Blüthen der Pflaumenbäume, deren Pistille nicht befruchtet sind, in der Regel nicht Taschen bilden, sondern gar nicht wachsen und vom Baume abfallen. Die hierin gelegenen Bedenken suchen die Autoren auf verschiedene Weise zu beseitigen. Treviranus (in seiner oben angeführten Arbeit) und H. Schultz²⁰⁾ nehmen an, dass die Pistille, welche sich zu Taschen umbilden, unbefruchtet bleiben, aber dabei, in Folge der ausseren Einwirkungen, mehr als gewöhnlich ernährt werden; und in wesentlich dem gleichen Sinne, nur weniger deutlich spricht sich schon Rud. Jac. Camerarius aus, wenn ich seine von Treviranus citirten Worte recht verstehe. Andere reden von einer unvollkommenen Befruchtung (z. B. J. L. Christ. *Krankheiten der Obstbäume*, 84: *Pflanzung und Wartung der Obstbäume*, 458), ohne näher anzugehen, was sie darunter verstehen

¹⁸⁾ Hooker's Journ. Bot. III, 99, tab. 4.

¹⁹⁾ Nouv. Cours compl. d'Agricult. IV, 124. Beide Angaben nach Treviranus l. c.

²⁰⁾ Verhandl. d. Vereins z. Bef. d. Gartenbaus in den K. Preuss. Staaten, Bd. 18, p. 402 (1847).
Vergl. auch dieselben Verhandl. Band 19 (1849) p. 40.

und ohne von den neuerdings bekannt gewordenen Erscheinungen, welche man so nennen könnte, Kenntniss zu haben (S. Hildebrand, in Bot. Zeitung 1863, Nro. 44, 45). Treviraanus selbst neigt sich in neuerer Zeit zu dieser Meinung hin (Verhandl. des naturw. Vereins f. Rheinland u. Westphalen 1862), während er sie in seiner früheren Arbeit verworfen hat. Versuche, durch Beobachtung in dem vorliegenden Falle von dem Wesen der unvollkommenen Befruchtung eine klare Vorstellung zu erhalten, hat auch von den Neueren Keiner gemacht.

Ray (Hist. plant. II, 1528 nach Trevir.) ist der Anführer von den Vertretern der dritten Ansicht, welche die Taschen für Erzeugnisse des Stiches von Rüsselkäfern, Aphiden oder nicht näher bezeichneten Insecten, also für eine Art Gallen hält; eine Meinung, welche, trotz des bestimmten Widerspruches sorgfältiger Beobachter, wie Treviraanus, Schultz und schon R. J. Camerarius, gegenwärtig unter den Gelehrten noch ihre Anhänger besitzt, wie das Referat in der Botan. Zeitung 1861, p. 224 zeigt, und unter den Laien wohl die vorherrschende sein dürfte²¹).

Viertens endlich hat L. Fuckel auf den Pflaumentaschen die Fructificationsorgane eines Pilzes, *Exoascus Pruni Fuckel*, der von Keinem vorher beschrieben worden war, entdeckt, und betrachtet diesen als den Erzeuger der Missbildung. Er gibt in seiner Enumeratio fungorum Nassoviae (Wiesb. 1861, p. 29) eine kurze Beschreibung und Abbildungen besagter Organe, und sagt von denselben, welche ihm den ganzen Pilz darstellen: *Epidermidem Pruni domesticae et P. spinosae fructuum immaturorum densissime obducens frequentissime, Vere. Fructus immaturi per hunc fungulum monstroso-incrassati vulgo Narren, Schoten, Taschen nominantur.*

Bei der ansserordentlichen Häufigkeit, in welcher die Taschen soviel ich mich erinnere alljährlich vorkommen, und bei den wunderlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche sie selbst dem Laien auffallen müssen, schien es mir wünschenswerth zu entscheiden, welche von den divergirenden Ansichten über ihre Entstehung die richtige sei. Die Resultate, welche die zu diesem Zwecke unternommenen Untersuchungen his jetzt geliefert haben, sollen in Folgendem mitgetheilt werden.

Ich habe die Taschen beobachtet an der Zwetsche (*Prunus domestica*), der Schlehe (*Prunus spinosa*) und am häufigsten an der Ahlkirsche (*Pr. Padus*). Die wilde oder verwilderte *Prunus insititia* und die runde Damascener Pflaume hatte ich nicht Gelegenheit

²¹) S. z. B. F. Stieber, Erfahrungen über die sog. Taschen der Pflaumen. Verhandl. d. Ver. z. Bef. Gartenb. i. d. Preuss. Staaten, Bd. 18, p. 45.

zu beobachten; an den heiden hier vorzugsweise cultivirten Pflaumensorten, der Reineclaude und Mirabelle sind mir niemals Taschen vorgekommen, obgleich ich mehrere Jahre aufmerksam danach suchte, und hiermit stimmen die Erfahrungen der Gärtner, welche mir mitgetheilt worden sind, überein. Dass jedoch die in Rede stehende Missbildung an der Mirabelle zuweilen gefunden wird, ist nach der bestimmten Versicherung von Duhamel nicht zu bezweifeln. An den Kirschenbäumen habe ich die Taschen nie finden können und es ist mir auch ausser einer zweifelhaften Notiz, welche Treviranus anführt, nicht bekannt, dass sie von Anderen daselbst gesehen worden wären.

Die Taschen erscheinen in hiesiger Gegend an den drei genannten Bäumen Anfangs Mai oder schon Ende April. Was ihr äusseres Ansehen betrifft, so zeichnen sie sich von den ihnen gleichalten gesunden Früchtchen durch viel beträchtlichere Grösse aus, indem sie doppelt bis 5mal so lang und auch breiter werden als diese, und durch eigenthümliche sehr mannigfache Gestalten. Bei der Zwetsche und nach Duhamel's Abbildung auch bei der Mirabelle sind sie langgestreckt, bis 5 Cm. lang, nach Treviranus selbst fingerslang, oben meist breiter als unten, stumpf, mehr oder minder zusammengedrückt, so dass sie einer Erbsenschote verglichen werden konnten, und dabei meistens in verschiedener Weise gekrümmt. Bei *Prunus spinosa* sind sie kleiner (bis 2 und 2½ Cm. lang), jedoch im Verhältniss zur Grösse der normalen Frucht meist ebensostark ausgedehnt wie bei der Zwetsche, und von den mannigfaltigsten Formen: schmal und langgestreckt oder rundlich; spitz, zugespitzt oder stumpf; zusammengedrückt oder aufgeblasen, fast gerade oder krumm und verdreht. Bei *Prunus Padus* endlich sind die Taschen seltener rundlich und stumpf, die meisten länglich oder spindelförmig, oft zugespitzt, in verschiedenem Grade zusammengedrückt, mehr oder minder hornförmig gekrümmt; der Griffel bleibt auf ihnen oft stehen, während er bei den Zwetschen- und Schlehtaschen abgefallen ist.

Bei allen drei Species sind die Taschen von den gesunden jungen Früchtchen zuerst durch bleiche gelblichgrüne, oder manehmal röthliche Färbung ausgezeichnet, welche letztere von Erythrophyll in den Epidermiszellen herrührt. Ihre Oberfläche ist durch zahlreiche flache unregelmässige Runzeln und Wärzchen uneben, auf den einzelnen Erhabenheiten oder Vertiefungen aber glatt und glanzend. Später tritt auf der ganzen Oberfläche ein sehr zarter glanzloser Ueberzug auf, einem Reif oder sehr feinen sammetartigen Flaum gleichsehend, erst weiss, dann matt ockergelb. Zuletzt erhält die Oberfläche braune Flecke, Schimmelrasen erscheinen, die Tasche schrumpft, wird missfarbig und fällt dann früher oder später vom Baume ab.

Was das Innere der Taschen betrifft, so ist allgemein bekannt, dass ihre im Verhältniss zum Umfang dünne Wand eine geräumige luftgefüllte Höhlung umschliesst, in deren oberem Theil die mehr oder minder entwickelten Ovula der Wand ansitzen. Eine genauere Beschreibung des Baues wird sich am besten in Verbindung mit der Entwicklungsgeschichte geben lassen.

Bevor ich zur Darstellung dieser übergehe, will ich vorausschicken, dass ich, übereinstimmend mit Trevirans, an Hunderten von Taschen kaum einmal eine Spur eines Insectenstiches wahrgenommen habe. Die von mir genauer beobachteten Stöcke von *Pr. domestica* und *spinosa* waren zur Zeit der Taschenbildung auch von Blattläusen frei; auf den untersuchten Bäumen von *Pr. Padus*, welche Species ein so beliebter Aufenthaltsort von dergleichen Gethier ist, war zwar im Jahr 1862 eine zahlreiche Bevölkerung von Aphiden und Insectenlarven, 1863 fehlte diese aber auf den meisten gänzlich, wenigstens zu der Zeit, welche hier in Betracht kömmt.

Die Entwicklung der Taschen geschieht, soweit ich sie verfolgen konnte, bei *Pr. domestica* und *spinosa* auf die nämliche Weise; bei *Pr. Padus* zeigt sie in einzelnen Punkten besondere Eigenthümlichkeiten.

Zuerst soll von den beiden erstgenannten Arten die Rede sein. An den Bäumen resp. Sträuchern, welche später Taschen trugen, konnte ich zur Blüthezeit keine Verschiedenheiten oder krankhafte²²⁾ Abnormitäten an den Blüthen finden, obgleich ich aufmerksam danach suchte und besonders sechs junge reichblühende Zwetschenbäume immer im Auge behielt. Auch nach dem Abblühen sind die stehen gebliebenen jungen Früchtchen zunächst alle gleich und anscheinend gesund. Erst einige Zeit — bei den 1863 untersuchten Zwetschen 14 Tage, bei den Schlehen etwa 4 Wochen — nach dem Abblühen treten die ersten Anfänge der Taschenbildung auf und zwar plötzlich, von einem Tage zum anderen. Einzelne Früchtchen erscheinen bleicher gefärbt als die übrigen, zuerst kaum, sehr bald aber deutlich vergrössert und die ersten Anfänge der Krümmung zeigend. In den nächstfolgenden Tagen vermehrt sich die Zahl der entartenden Früchtchen, in späterer Zeit nicht mehr. Alle Taschen eines Baumes haben daher immer nahezu die gleiche Ausbildung. Hat die Entartung einer Frucht einmal

²²⁾ Ich sehe hier ab von den durch Vermehrung der normalen Blüthenheile bedingten Anomalien, welche ich gerade an den beobachteten Schlehenbüschen sehr häufig fand, indem die Blüthen derselben sehr oft zwei und drei Fruchtknoten enthielten; eine Erscheinung, die ja für die Amygdaleen überhaupt längst bekannt ist. (S. z. B. Moquin-Tandon, Teratologie, übers. v. Schauer 327, 28.)

begonnen, so wächst diese sehr rasch zu der oben beschriebenen Form und Grösse heran. Ich beobachtete Zwetschentaschen, welche in 2 Tagen aufs Doppelte ihrer ursprünglichen Länge gewachsen waren, und obgleich ich keine genauen Messungen an einzelnen Exemplaren durchgeführt habe, glaube ich nicht zu irren, wenn ich angebe, dass die Taschen etwa 8 Tage nach dem ersten sichtbaren Anfange der Entartung ihre volle Grösse erreicht haben. Den Fruchtstiel fand ich fast immer von durchaus normaler Beschaffenheit, nur einzelne Male bei der Schlehe dicht unter der Tasche unbedeutend angeschwollen.

Um die Strukturveränderungen, welche die zu Taschen auswachsenden Früchtchen erleiden, zu beurtheilen, ist es nothwendig zuvor den Bau, welchen die normalen Früchte zur Zeit der Taschenbildung zeigen, kurz zu betrachten. Dieselben sind bei der Schlehe durchschnittlich gegen 4 Mm., bei der Zwetsche etwa 10 Mm. lang, dunkelgrün gefärbt. Die Fruchtwand besteht schon in diesem Entwicklungsstadium aus zwei scharf von einander abgesetzten Schichten; einer inneren, welche aus zahlreichen Lagen kleiner, zartwandiger, isodiametrischer Zellen besteht und später zum Stein wird; und einer viel dickeren äusseren, die von sehr grosszelligem durchscheinendem Parenchym gebildet und von zahlreichen Gefässbündeln durchzogen wird und sich später zu dem fleischigen Epicarp entwickelt. Die Oberfläche der Frucht wird von einer mit spärlichen grossen Spaltöffnungen versehenen Epidermis überzogen, die Innenfläche der Fruchtwand von einer ziemlich derbwandigen spaltöffnungsfreien Oberhaut. Die Fruchthöhle wird vollkommen ausgefüllt von dem einen zum Samen reifenden Ovulum, neben dessen Anheftungsstelle das zweite, in der Regel abortirende in Form eines kleinen Knötchens sitzt. Von dem Ausnahmefalle, in welchem sich beide Ovula ausbilden, branche ich hier nicht zu reden, zumal da ich ihn bei Taschen nie gefunden habe. Die Structur des Eies kann wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Ich bemerke daher nur noch, dass ich in Folgendem das Ovulum, welches nach dem Verblühen sich zum Samen auszubilden beginnt, im Gegensatz zu dem abortirenden das fruchtbare nennen werde.

Bei den Taschen hat die Wand in vielen Fällen die Dicke normaler gleichaltriger Fruchtwände, nicht selten wird sie ein wenig dicker, oft auch dünner als diese. Die fruchtbaren Ovula wachsen dabei nicht viel mehr oder selbst weniger als in gesunden Früchten, bei der beträchtlichen Vergrösserung des Umlangs wird daher die Fruchthöhle stark erweitert und grösstentheils leer, d. h. von Luft erfüllt. Durchschnitte durch die Wand der Taschen zeigen eine von der normalen Fruchtwand wesentlich verschiedene Structur. Die scharfe Abgrenzung des Steins und des fleischigen Epicarps fehlt; die

innersten Parenchymlagen sind zwar denen gesunder gleichalter Früchtchen sehr ähnlich, gehen aber ganz allmählich in die grosszelligeren äusseren über. Die Zellen selbst, aus welchen die letzteren bestehen, sind zwar an Grösse ziemlich ungleich, der Mehrzahl nach aber bedeutend kleiner als die des normalen Epicarpiums, ihre Gestalt ist von der der letztgenannten nicht erheblich verschieden. Die Epidermis der Taschen besteht, soweit meine Untersuchungen reichen, aus (in der Richtung der Oberfläche) kleineren und merklich zartwandigeren Zellen als die der gesunden Frucht. Aus allen diesen Daten geht hervor, dass das Wachstum der Taschen durch eine lebhafte Zellvermehrung, nicht durch Ausdehnung der vorhandenen Zellen stattfindet. Ob in den Taschen die Zahl der Gefässbündel von der normalen abweicht, habe ich nicht genauer untersucht; in ihrem Bau habe ich keine Besonderheiten gefunden ausser den weiter unten zu erwähnenden.

Wie schon von Früheren beschrieben worden ist, entartet die Fruchtwand manchmal nur theilweise und behält an einzelnen meist kleinen Stellen ihre normale Structur und Farbe.

Das fruchtbare Ovulum fand ich einige Male auch in den jugendlichen Taschen klein und unregelmässig geschrumpft, so dass über seinen Bau kein genügender Aufschluss zu erhalten war. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist dasselbe dagegen den in gleichalten normalen Früchten enthaltenen an Grösse und Farbe gleich, oft selbst grösser, und von diesen nur der Form nach verschieden, insofern es der Gestalt der ganzen Tasche entsprechend in die Länge gestreckt, gekrümmt auf seiner Oberfläche mit vorspringenden Riefen und Runzeln versehen erscheint. Seine Structur ist von der normalen nicht wesentlich verschieden; insbesondere gilt dieses von dem Eikern, der in beiden Fällen das gleiche grosszellige durchsichtige Gewebe und in dessen Mitte den langgestreckten cylindrischen Keimsack zeigt. Letzterer enthielt bei allen Taschen, welche ich genauer darauf untersucht habe, in seinem Micropyleende eine durchaus normal entwickelte, oft schon sehr grosse und vielzellige kugelige Embryoanlage.

Untersucht man die Taschen so lange sie auf ihrer Oberfläche den feinen Reif oder Flaum noch nicht zeigen, so scheint es auf den ersten Blick, als ob die eben beschriebenen Eigenthümlichkeiten die einzigen seien, durch welche sie sich von gesunden Früchten gleichen Alters unterscheiden. Man hat dabei aber das Wesentlichste übersehen. Denn schon in den allerjüngsten Exemplaren, bei welchen die beginnende Degeneration durch bleichere Färbung eben angezeigt wird, findet man in den Gefässbündeln, und zwar zwischen ihren zartwandigen Elementen, den Leitzellen (Sachs) oder den Elementen

des Weichbastes (Nägeli) das Mycelium des *Exoascus Pruni* Fuckel. Dieses besteht aus farblosen durchscheinenden Fäden, welche so dick oder dünner als die Leitzellen und durch zahlreiche Querwände in Glieder getheilt sind, deren Länge den Querdurchmesser zwei- bis vielmal übertrifft (Fig. 15). Die Fäden sind verzweigt, und ihre Ramificationen laufen meistens der Länge des Gefässbündels nach, selten quer durch dasselbe. Ihre Seitenwand ist sehr zart, nur durch eine einfache Umrisslinie angedeutet, die Querwände dagegen verhältnissmässig dick, doppelt contourirt, glänzend. Hierdurch erhält das Mycelium ein eigenthümliches charakteristisches Ansehen. Kennt man es einmal, so findet man es leicht wieder, besonders da seine Auffindung durch sein Verhalten zu (mässig concentrirter) Kalilösung sehr erleichtert wird. Bringt man solche zu den Präparaten, so werden Weichbast und Parenchym bis zum Unkenntlichwerden ihrer Zellen durchsichtig; die Myceliumfäden bleiben dagegen ganz unverändert und liegen nun wie freipreparirt in der durchscheinenden Masse. Mit Hilfe der Kalilösung überzeugt man sich leicht, dass das Mycelium auch in den bezeichneten jüngsten Taschen meist in allen Gefässbündeln der Wand, am reichlichsten in den Bündeln der Bauchnaht enthalten ist, und dass es dieselben — wenigstens in den von mir untersuchten Fällen — ihrer ganzen Länge nach, von der Basis bis zur Spitze der Frucht durchsetzt, auch schon sehr frühe in die Rhaphe des fruchtbaren Ovulum eintritt. Von der Basis der jungen Tasche aus konnte ich das Mycelium immer durch die ganze Länge des Fruchstiels, der, wie oben gesagt wurde, sonst ganz normal beschaffen ist, und mehrmals, jedoch nicht immer, einige Millimeter weit in den Bast des vorjährigen Zweiges verfolgen, welcher die Tasche trug. In dem Stiel und dem Tragzweige findet sich das Mycelium ausschliesslich und zu allen Zeiten nur in dem Weichbaste. In der Tasche selbst ist dies zuerst auch der Fall. Sobald dieselbe aber grösser geworden ist, treibt das Mycelium zahlreiche Zweige, welche aus dem Baste in das Parenchym der Fruchtwand treten, sich hier überaus reich verästeln und allenthalben zwischen die Zellen eindringen. Bringt man Durchschnitte in Kalilösung, so tritt meist ein zierliches zwischen den Zellen verbreitetes Myceliumnetz hervor (Fig. 4, 5). Die Fäden desselben sind durchschnittlich dünner als ihre in den Gefässbündeln verlaufenden Hauptstämme, sonst diesen gleich gebaut. Die Ausbreitung des Myceliums in dem Parenchym beginnt an der Basis der Tasche und schreitet von hier aus rasch gegen die Spitze fort. Ist jene zu ihrer vollen Grösse herangewachsen, so ist meist das ganze Parenchym von dem Mycelium durchwuchert, bis unmittelbar unter die Epidermis. Zuletzt treiben die unter der Oberhaut laufenden Fäden, ziemlich gleichzeitig an der ganzen Tasche, zahlreiche Zweige, welche

zwischen die Zellen der Oberhaut, und zwar meist senkrecht gegen die Aussenfläche dringen, an letzterer rechtwinklig umbiegen und nun über die Aussenwände der Epidermiszellen hin wachsen, dieselbe angedrückt, und nur in einer Fläche ausgebreitet und verzweigt. Die Cuticula, von welcher die Epidermis überzogen ist, wird hierbei von den Zellwänden abgehoben, die Fäden drängen sich zwischen diese und die Cuticula ein und bleiben von letzterer bedeckt²³⁾ (Fig. 1, 4, 5). Die Fäden verzweigen sich nun sofort sehr reichlich und ihre Zweige laufen zunächst grösstentheils über die äusseren Kanten, seltener quer über die Aussenfläche der Epidermiszellen (Fig. 1). Daher stossen die Zweige benachbarter Fäden bald vielfach aneinander, ohne dass je einer quer über den andern hinauswächst, und wenn man die Epidermis von aussen betrachtet, so erscheint dieselbe überall von einem Netze von Pilzfäden übersponnen, dessen Maschen die von den äusseren Kanten der Epidermiszellen gebildeten an vielen Stellen decken (Fig. 1). Mit der weiteren Entwicklung werden die quer über die Aussenwände laufenden Myceliumzweige zahlreicher, die Maschen des Pilznetzes daher immer enger und unregelmässiger (Fig. 2).

Die Fäden des beschriebenen Netzes sind anfänglich den zwischen den Parenchymzellen verlaufenden vollkommen gleich, schmal, aus Gliedern zusammengesetzt, welche zwei- bis vielmal so lang als breit sind (Fig. 1). Mit der Vermehrung der Zweige treten in ihren Gliedern allenthalben immer zahlreichere Querwände auf, bis die Fäden zuletzt nur aus Zellen bestehen, welche ein- bis zweimal so lang als breit sind (Fig. 2). Nun hört die Verzweigung der Fäden auf; alle Glieder derselben dehnen sich gleichzeitig nach allen Seiten hin aus bis sie mit sämtlichen rings um sie liegenden zusammenstossen, sie erhalten dabei rundlich-cylindrische Form, ihre Berührungsfächen werden mehr oder minder abgeplattet (Fig. 3). Die Oberfläche der Tasche ist somit schliesslich von einer fast ununterbrochenen, zwischen Epidermis und Cuticula eingeschobenen Schichte rundlicher Zellen, welche bedeutend kleiner sind als die Epidermiszellen selbst, überzogen. Nur die Spaltöffnungen werden sorgfältig frei gelassen, die Pilzfäden wachsen nie über den Rand der Schliesszellen hinaus, rings um jede der meist weit offenen Spalten bleibt in dem Pilzüberzug eine Lücke (Fig. 2, 3).

²³⁾ *Exoascus Pruni* ist keineswegs der einzige Schmarotzerpilz, welcher sich zwischen Epidermis und Cuticula eindringt, um hier seine Fructificationsorgane auszubilden. Die Spermogonien mancher Uredineen (z. B. *Puccinia Anemones*, *Caeoma miniatum*), aber auch die dicken Fruchtlager von *Rhytisma Andromedae* u. a. m. bilden sich gleichfalls zwischen Oberhaut und Cuticula aus.

Die rundzellige Schicht ist die Anlage des Hymenium des Exoascus. Alle ihre Zellen strecken sich rasch senkrecht zur Fruchtoberfläche, so dass sie die Gestalt von Cylindern erhalten, welche etwa doppelt so lang als breit sind, und werden dabei von farblosem feinkörnigem Protoplasma vollständig erfüllt (Fig. 6, 7). Ihre äusseren kaum gewölbten Endflächen bleiben zunächst von der Cuticula überzogen. Endlich streckt sich jede der cylindrischen Zellen zu einem Schlauche, der drei- bis viermal so lang als die Zelle vorher war, aus cylindrischer Basis nach oben keulenförmig verbreitert und am oberen Ende plötzlich breit abgerundet oder fast abgestutzt ist (Fig. 6, 7). Mit dem Beginn dieser Streckung wird die Cuticula über dem Scheitel des Schlauches durchbrochen (Fig. 6a). Das Protoplasma rückt während der Streckung in die obere Partie des Schlauches; das untere Ende dieses erscheint bald wasserhell und wird schon vor beendigtem Längenwachsthum des Ganzen von dem oberen Theile durch eine Querwand abgegrenzt, welche dicht unter der Durchbrechungsstelle der Cuticula liegt. Hiermit wird aus jeder Zelle der Hymeniumanlage ein zweizelliger Körper, bestehend aus einem keulenförmigen protoplasmareichen Schlauche, dem sporenbildenden Schlauche oder Ascus, und einer diesen tragenden kurzen wasserhellen Stielzelle (Fig. 7, 8).

Letztere verändert sich nicht weiter; sie bleibt an ihrer Ursprungsstelle sitzen und mit dem Ascus in fester Verbindung. Die Ascis sind, wenn sie ihr Längenwachsthum vollendet haben, mit einer farblosen dünnen, einfachen Membran versehen, selten von Protoplasma völlig erfüllt, meistens ist dieses nur in dem oberen Ende oder in der Mitte des Ascus zu einer dichten Querzone von etwa der halben Höhe des Schlauches angesammelt, während letzterer im übrigen nur wässrige Flüssigkeit und einen dünnen feinkörnigen Wandüberzug, Primordialschlauch, enthält. Feine Protoplasmafäden sieht man nicht selten von der dichteren Masse aus gegen oder über den Primordialschlauch verlaufen (Fig. 7, 8a, b). Zellkerne konnte ich in den Ascis zu keiner Zeit finden. In einem jeden Schlauche entstehen nun 8 (sehr selten fand ich 7 oder 9) Sporen in der Weise, welche für andere Ascomyceten, zumal Discomyceten bekannt ist²¹⁾. Dieselben erscheinen gleichzeitig, zuerst als 8 zartumschriebene rundliche Körper innerhalb der zu ihrer Anlegung nur theilweise verbrauchten Protoplasmanasse (Fig. 7, 8c). Diese wird gleich den Sporen durch Jod immer gelb bis gelbbraun, nie rothbraun gefärbt. Sie verschwindet alsbald in gleichem Maasse wie die Sporen weiter ausgebildet, d. h. wenig grösser aber schärfer und dunkler contourirt werden. Bald ist innerhalb der

²¹⁾ Vergl. meine Arbeit über die Fruchtentwicklung der Ascomyceten. Leipz. 1863.

Ascusmembran nur noch der Primordialschlauch, die Sporen selbst und ganz spärliche Protoplasmae Reste um diese übrig, die Hauptmasse ihres Inhalts wird von wässriger Flüssigkeit gebildet (Fig. 8 *d, f, g*); zuletzt werden die Sporen aus der geöffneten Spitze des Schlauches hervorgeschleudert.

Bevor ich jedoch zur Beschreibung der reifen Sporen übergehe, ist es nothwendig, das Verhalten der Pflanzentheile und Pflanzen vollständig zu betrachten, welche von dem Pilze, auf dessen Entwicklungsgeschichte die Untersuchung geführt hat, bewohnt werden. Ich kehre daher zunächst zu den Taschen zurück.

Das Hervorbrechen der Asci aus der Cuticula wird dem blossen Auge dadurch angezeigt, dass auf der bisher gelbgrünen glänzenden Oberfläche der Tasche der mehrerwähnte mattweisse Anflug oder Reif erscheint. Derselbe pflegt ziemlich gleichzeitig auf der ganzen Oberfläche aufzutreten. Es entwickeln sich jedoch auf dieser nicht alle Asci zu gleicher Zeit, sondern zunächst immer einzelne auf der ganzen Tasche zwischen anderen noch minder entwickelten zerstreute; letztere folgen dann später nach, und es dauert mehrere Tage bis alle Schläuche des Hymenium ihre Sporen gebildet und entleert haben. Je mehr das Hymenium reift, desto mehr geht seine weisse Farbe in ein blasses schmutziges Ockergelb über, woraus zu schliessen ist, dass letzteres die Farbe der Sporen darstellt. Mit der völligen Reife des Hymeniums wird die Tasche welk, schlaff und alsbald von verschiedenerlei Schimmelpilzen occupirt, unter deren Einfluss sie sich rasch zersetzt und gewöhnlich vertrocknet. In ihrem Gewebe finden von dem Zeitpunkt, wo sie ihre Ausdehnung vollendet hat, keine nennenswerthen Aenderungen mehr statt.

Auf der Innenseite der Fruchtwand fand ich bei den Schlehen- und Zwetschentaschen das Hymenium des Exoascus niemals, wohl aber immer auf der Oberfläche des fruchtbaren Eies. Zur Zeit, wo das Hymenium auf der Aussenseite der Tasche entwickelt ist, findet man das Mycelium in dem Integument des Ovulum verbreitet, und auf dessen Oberfläche zwischen Epithelium und Cuticula seine Fructificationsorgane in der beschriebenen Weise entwickelnd. Letztere bedecken entweder die ganze Oberfläche des Eies gleichmässig oder kommen nur an einzelnen Stellen derselben gruppen- oder buschelweise zur Ausbildung. Mit der Reife der Sporen schrumpft das Ovulum zusammen, oft schon bevor das Gleiche an der Wand der Tasche eintritt.

Was die Menge der Taschen, welche auf einem Baume oder Strauche entstehen, betrifft, so ist dieselbe sehr verschieden. In den von mir beobachteten Fällen war ihre Zahl im Verhältniss zu den nicht entartenden, normal reifenden Früchten immer gering.

Ihre Vertheilung an den Zweigen und Aesten ist durchaus regellos, sehr oft stehen Taschen und gesunde Früchte an einem und demselben Aestchen dicht neben einander.

An *Prunus Padus* sind die Erscheinungen bei der Taschenbildung in einigen, allerdings nicht den wesentlichsten Punkten von den beschriebenen verschieden. Soweit ich es bestimmen konnte immer, jedenfalls in sehr vielen Fällen ist hier die Entartung des Fruchtknotens schon vor dem Aufblühen zu bemerken. Wenn die Blüthe sich zu öffnen beginnt, erscheint er als ein schmal länglicher Körper, mit hornförmig gebogenen Griffel versehen und bleicher gefärbt als im gesunden Zustand. Während des Blühens und unmittelbar nachher streckt er sich rasch bis zu der drei- und vierfachen Länge normaler gleichaltriger Fruchtknoten. Die Kelchröhre behält hierbei manchmal ihre normale Beschaffenheit, sie ist dünn, krautartig, aussen lebhaft grün, kurz-glockenförmig und am Schlunde $3\frac{1}{2}$ bis 4 Mm. weit. In der Mehrzahl der Fälle nimmt sie aber an der Entartung Theil, gewöhnlich ganz, zuweilen nur auf einer Seite. Sie schwillt zu einem fleischigen bleichen Körper an von der Gestalt einer flachen Schale oder krümmt ihre Ränder zurück, so dass die Innenseite convex wird, wobei sie meistens vom Rande aus radiale Risse erhält. Ihr Breitedurchmesser steigt bis auf 12 Mm. Besonders ihre auch im normalen Zustand wollig behaarte Innenfläche schwillt dabei wulstig an. Wo die Kelchröhre degenerirt fand ich immer auch die ihr aufsitzenden Staubfäden stark angeschwollen, entweder nur an ihrer Basis oder bis dicht unter die Antheren. Die übrigen Blüthentheile nehmen, soweit meine Beobachtungen reichen, an der Entartung keinen Theil. Die 5 Zähne eines angeschwollenen Kelches bleiben dünnhäutig und vertrocknen bald nach dem Aufblühen. Die Petala fand ich manchmal beim Aufblühen grünlich gefärbt, sonst frisch, oft vertrocknen sie schon vor oder während dem Aufblühen und nehmen braune Farbe an, nicht selten zeigen sie aber auch in sehr stark degenerirten Blumen schneeweisse Farbe und ein in jeder Beziehung normales Verhalten. Die von den angeschwollenen Staubfäden getragenen Antheren sind anfänglich immer von normalem Bau und enthalten anscheinend gesunden Pollen, werden aber sehr bald brann und vertrocknen. Das Blütenstielchen, welches den entarteten Kelch trägt, bleibt entweder den normalen gleich, oft ist es aber auch dem Kelche und Fruchtknoten ähnlich, fleischig angeschwollen und bleich oder durch Erythrophyll röthlich gefärbt. Die gemeinsame Achse des ganzen traubigen Blütenstandes endlich zeigt oft durchaus normale Beschaffenheit, auch wenn die Blütenstielchen geschwollen sind; nicht selten erstreckt sich aber die Entartung auch auf sie, sie ist ihrer ganzen Länge nach oder nur in ihrem oberen Theile gleich den Blütenstielchen angeschwollen und bleich,

oft sechs- bis siebenmal dicker als im normalen Zustande, und dabei meistens stark verkrümmt.

Die Anschwellung der genannten Theile rührt, wie bei den Zwetschen- und Schlehtaschen, zunächst von einer abnormen Vermehrung des Parenchyms her, und bei genauerer Untersuchung findet man in ihnen das Mycelium das Exoascus. Dieses verhält und verbreitet sich hier gerade so, wie es oben für die Taschen von *Prunus spinosa* und *domestica* beschrieben wurde und bildet in der nämlichen Weise wie dort sein Hymenium auf der Oberfläche der geschwollenen Theile. An den Kelchen und Staubfaden ist das Hymenium viel früher reif als auf den Früchten, so dass jene Theile abgewelkt und vertrocknet sind, wenn der Pilz auf letzteren die Höhe seiner Entwicklung erreicht. In der entarteten Frucht selbst findet nur insofern eine wesentliche Verschiedenheit von *Pr. domestica* und *spinosa* statt, als sich bei *Pr. Padus* nicht nur auf der Aussenfläche, sondern auch auf der ganzen Innenfläche der Wand das Exoascus-Hymenium entwickelt. Die Oberfläche des fruchtbaren Eies ist von dem letzteren ebenso wie bei den zwei anderen Arten überzogen, das Integument vom Mycelium durchwuchert, welches auch auf der Innenseite dieses Organs ein Hymenium erzeugt. In dem hyalinen Gewebe des Eikerns fand ich das Mycelium bei *Pr. Padus* ebensowenig wie bei *Pr. spinosa* und *domestica*, aber auf der Oberfläche des Kerns verbreiten sich oft Myceliumfäden von der Chalaza aus und entwickeln sich wie oben beschrieben wurde, nur dass sie sich spärlicher verzweigen und daher keinen dichten Ueberzug bilden. Ihre einzelnen Glieder nehmen zuletzt blasige Form an und einzelne derselben bilden Asci, welche jedoch oft unfruchtbar bleiben (Fig. 14). Einen Embryo habe ich in den befallenen Ovulis von *Pr. Padus* nicht gefunden, jedoch auch nicht viel danach gesucht. Ziemlich oft fand ich dagegen kein Ovulum, welches den Namen des fruchtbaren mit Recht hätte führen können, vielmehr beide Eier als kleine, gleichgrosse geschrumpfte Knöpfchen der Fruchtwand ansitzend. Es scheint hiernach, als ob in den Taschen von *Prunus Padus* jedenfalls häufig beide Eier unbefruchtet blieben, was bei dem frühzeitigen Anfang der Taschenbildung von vornherein wahrscheinlich und durch denselben hinreichend erklärt ist. Was die Verbreitung des Myceliums in den nicht angeschwollenen Organen der Aalkirsche betrifft, so habe ich dasselbe in dem Weichbaste normaler taschentragender Blütenstielechen immer bis zu ihrer Basis verfolgen können, niemals aber in die Hauptachse der Traube, soweit diese nicht selbst angeschwollen war, und ebensowenig in die Rinde der vorjährigen Zweige, welche die degenerirten Trauben trugen. Hinsichtlich der Vertheilung und Häufigkeit der degenerirten Theile in einer

Traube, an einem Zweig und dem ganzen Baum kommen fast alle erdenkbaren Fälle vor. Ich will mit ihrer Aufzählung den Leser nicht ermüden und nur bemerken, dass meistens, aber keineswegs immer in dem Gipfel der Traube mehr und stärker entartete Theile vorkommen als an der Basis; und dass mir nur solche Fälle nicht vorgekommen sind, in welchen die Hauptachse unten entartet und oben gesund, oder alle Blüthen einer Traube entartet, oder endlich der Kelch einer Blüthe degenerirt, die Frucht aber gesund gewesen wäre. Nur zwei von den genauer untersuchten Fällen mögen hier als Beispiele angeführt werden.

1. Traube mit 29 Blüthen. Hauptachse der ganzen Länge nach angeschwollen, unten zweimal, oben fast siebenmal so dick wie im normalen Zustand, hornförmig gekrümmt. Blüthe 1—8: sammt ihren Stielchen ganz normal. Blüthe 9: Stielchen an der Basis stark angeschwollen, Kelch, Petala, Stamina ganz normal, Pistill degenerirt. Blüthe 10—12: Stiel, Kelch, Staubfäden und Fruchtknoten degenerirt, Petala normal, schneeweiss. Blüthe 13—29: Alle ebenso wie 10—12, aber Petala braun, vertrocknet, ebenso der gestreckte hornförmige Fruchtknoten.

2. Traube mit 24 Blüthen. Hauptachse unten normal, oben degenerirt. Blüthe 1, 3, 4, 7 bis 15, 17, 18, 20 ganz gesund und normal; in Blüthe 2, 5, 6, 16, 19, 21 bis 24 Kelch und Fruchtknoten degenerirt²⁵⁾.

Auch an solchen Trauben, wo die Mehrzahl der Blüthen entartet ist, können die gesund gebliebenen normale Früchte entwickeln, sobald die Hauptachse nicht degenerirt ist; an entarteten Hauptachsen habe ich keine gesunden Früchte beobachtet.

Die Blüthentheile und ihre Träger, von welchen bisher allein die Rede war, sind keineswegs immer die einzigen Organe, welche von dem Exoascus bewohnt werden. Bei der Zwetsche habe ich denselben bis jetzt allerdings nur auf den Früchten gefunden. Bei *Pr. spinosa* und *Padus* beobachtet man ihn aber zur Zeit, wo die Taschen sich bilden, nicht selten auf jungen diesjährigen Laubtrieben, welche in sehr verschiedener Menge und ganz regellos zwischen gesunde Laub- und Blüthensprosse eines Stockes vertheilt sind. Die Achse solcher Triebe ist bis auf das Dreifache der normalen Dicke angeschwollen und an Färbung den Taschen oder entarteten Blüthenstielen durchaus ähnlich. Die Entartung erstreckt sich entweder nur auf den oberen Theil oder

²⁵⁾ Es bedarf wohl keiner ausdrücklichen Erwähnung, dass die Worte degenerirt, entartet u. s. w. sich hier immer nur auf die eine bestimmte, mit der Entwicklung des Exoascus verbundene Entartung beziehen.

über die ganze Achse; diese ist zumal in dem letzteren Fall oft beträchtlich kürzer als an normalen Trieben, häufig auch den degenerirten Blütenstengeln ähnlich gekrümmt. Von der Achse aus setzt sich die Anschwellung und bleiche Färbung auf die Blattstiele, oft auch auf den Blattmittelnerven und selbst die Basis der Secundärnerven fort. Die degenerirten Stiele sind meist stark gekrümmt, die Lamina, welche sie tragen, entweder ganz normal oder, wenn Medianus und Secundärnerven mit ergriffen sind, oft verkümmert, verschiedentlich missgestaltet und frühzeitig braun und vertrocknet. In den degenerirten Achsen, Blattstielen und Rippen findet man wie in den Blütenstielen das hypertrophische Gewebe durchzogen von Exoascusmycelium, welches zuletzt auf der Oberfläche der Theile sein Hymenium ausbildet. In dem Blattdiachym fand ich den Pilz nicht und ebensowenig konnte ich ihn bis in die Rinde der vorjährigen Zweige, von welchen die degenerirten Sprosse entspringen, verfolgen.

Hiermit schliessen meine Beobachtungen über das Vorkommen und die Entwicklung des Exoascus in den Organen der Pflaumenbäume ab. Es erübrigt noch, das Verhalten der reifen Asci und Sporen näher zu betrachten. Mit der Reife der Sporen ist, wie schon oben angegeben wurde, das Protoplasma, welches sie zuerst umgab, bis auf einen geringen, die Sporen mit einander verklebenden Rest verschwunden; diese rücken in das obere Ende des Ascus und sind hier zu einer unregelmässigen Gruppe zusammengedrängt. Die Membran des Ascus bleibt von einem sehr dünnen Primordialschlauch bekleidet, innerhalb desselben befindet sich farblose wässrige Flüssigkeit (Fig. 8 *d, f, g*). Die Menge der letzteren vermehrt sich fortwährend, was an der zunehmenden Turgescenz der Asci deutlich zu erkennen ist. Es muss hierdurch ein Druck auf die Innenseite der Schlauchwand ausgeübt und diese immer mehr ausgedehnt und gespannt werden, so lange sie dem Druck Widerstand zu leisten vermag. Zuletzt hört diese Widerstandsfähigkeit auf, in dem Scheitel des Ascus erhält die Membran einen weiten unregelmässigen Riss, in demselben Augenblick schnurrt die Seitenwand vermöge ihrer Elasticität zusammen und hierdurch wird der wässrige Inhalt sammt den Sporen aus dem geöffneten Scheitel mit Gewalt hervorgespritzt. Diese Vorgänge stimmen in allen wesentlichen Punkten mit den bei der Sporementleerung vieler anderer Ascomyceten, zumal Discomyceten stattfindenden und den oben für *Protomyces macrosporus* beschriebenen überein. Da ich dieselben ausführlicher an einem anderen Orte zu besprechen beabsichtige, so beschränke ich mich hier auf die obigen Andeutungen. Nach dem Gesagten ist es selbstverständlich, dass die Ausspritzung der Sporen beschleunigt werden muss durch plötzlich gesteigerte Wasseraufnahme, woraus sich die sofortige Entleerung

reifer Ascii, welche in Wasser gelegt werden, erklärt. Und ferner muss eine Beschleunigung der Ejaculation dann eintreten, wenn der Druck, unter welchem die Aescuswand steht, von aussen her gesteigert wird, daher sich die reifen Ascii eines Hymenium um so baldier entleeren, je mehr andere sich zwischen sie eindrängen, je mehr also die Ausbildung des Hymeniums vorwärts schreitet.

In den auf der Entwicklungshöhe stehenden Hymenien ejaculiren fortwährend einzelne Ascii ihre Sporen. Legt man eine frische Tasche, welche vom Hymenium überzogen ist z. B. auf eine Glasplatte, so findet man in ihrem Umkreis schon vor Ablauf einer Stunde zahlreiche Gruppen von je 8 Sporen, jede ursprünglich in einem kleinen Tröpfchen wässriger Flüssigkeit liegend, zuweilen auch noch von körnigen Protoplasma-resten umgeben (Fig. 9 a). Im Laufe eines Tages vermehrt sich die Zahl der ejaculirten Sporen derart, dass rings um die Tasche ein weisslicher, fein staubiger Hof entsteht, der eine Breite von etwas über 1 Cm. zu erreichen pflegt; die Sporen werden also 1 Cm. weit weggeschleudert.

Die einzelnen Sporen (Fig. 8 d, f, g, 9) sind rundlich oder breit oval, die meisten etwa $\frac{1}{112}$ Mm. lang und $\frac{1}{150}$ Mm. breit, manche etwas grösser oder kleiner ($\frac{1}{100}$ Mm., $\frac{1}{170}$ Mm. u. s. w.), manchmal ist die Grösse der in einem Ascus enthaltenen ziemlich ungleich. Sie sind mit einer einfachen farblosen zarten Membran versehen, welche fast homogenes, nur wenig körniges Protoplasma umschliesst; in der Mitte des letzteren befindet sich oft ein heller, zart umschriebener rundlicher Raum, der wohl als Vacuole zu bezeichnen sein wird. Wenn die aus dem Ascus entleerten Sporen in Wasser oder in einer nicht zu concentrirten Zuckerlösung liegen, so beginnen sie sehr bald, oft schon 30 bis 50 Minuten nach der Entleerung, in einer eigenthümlichen Weise zu keimen. Sie verhalten sich nämlich genau wie die Zellen der Bierhefe in einer zu ihrer Vermehrung geeigneten Flüssigkeit thun (Fig. 10, 11, 12). An irgend einem Punkte sprosst eine kleine Ausstülpung hervor, welche an ihrer Ursprungszelle sehr schmal bleibt, im übrigen fast zu der Grösse ihrer Mutterzelle heranwächst, die gleiche Structur wie diese und entweder längliche oder breit elliptische bis rundliche Form annimmt. Schon bevor sie ihre volle Grösse erreicht hat, gliedert sie sich durch eine Querwand von der Mutterzelle ab, indem sie dabei mit dieser locker verbunden bleibt oder sich ganz löst. Dieselbe Sprossung wiederholt sich später an anderen Punkten der Spore, und tritt wie bei dieser auch an ihren Sprossen mehrere Generationen hindurch ein. Sorgt man dafür, dass die Sprosszellen nicht von einander getrennt werden, indem man die Aussaaten vor Erschütterungen

schützt, so erhält man, genau wie bei der Cultur von Hefenzellen, aus jeder Spore nach einiger Zeit ein Büschel von reich verästelten kurzen rosenkranzförmigen Zellreihen, welche leicht erkennen lassen, wie sie aus Sprossungen verschiedener Generation bestehen. Fünf Stunden nach der Entleerung fand ich schon die dritte Sprossgeneration in Entwicklung begriffen, 24 Stunden nachher Büschel, an welchen 5 bis 7 Generationen, jede in zahlreichen Individuen, deutlich gezählt werden konnten (Fig. 10 — 13). Zwischen den Zellen verschiedener Generationen fand ich insofern einen Unterschied, als nur die der ersten die gleiche Grösse wie die Sporen erreichen, die übrigen aber um so kleiner sind, je späterer Generation sie angehören; und zwar ist, soviel ich beobachtet habe, dieser Grössenunterschied ein constanter und dauernder. In der Structur fand ich keine Verschiedenheit zwischen den Zellen verschiedener Generationen. Auch die primäre Zelle einer Sprossfamilie, d. h. die Spore behält, so lange die Sprossungen dauern, immer ihren ursprünglichen Bau mit der einzigen Modification, dass oft, doch nicht immer, die in dem Protoplasma vorhandene Vacuole grösser wird und schärfer hervortritt als zu Anfang; ohne dass jedoch letzteres je ganz verschwindet. Bei den in reines Wasser gemachten Aussaaten fand ich die Sprosszellen immer schmal elliptisch, oft fast cylindrisch, also in ihrer Gestalt von den Sporen verschieden (Fig. 10, 11). Bei Aussaaten in Zuckerlösung werden sie breiter, den Sporen ähnlich, bei einer Aussaat in eine etwa 10procentige mit wässerigem Decoct von Bierhefe versetzte Zuckerlösung hatten alle breit ovale bis kugelförmige Form (Fig. 12, 13).

Bei der Leichtigkeit, mit welcher die beschriebenen Sprossungen entstehen, ist es von vornherein wahrscheinlich, dass dieselben auch an denjenigen Sporen eintreten, welche bei der Ejaculation auf die Oberfläche der Taschen zurückfallen, denn diese erhalten hier die zu der Entwicklung nothwendige geringe Menge Flüssigkeit theils durch die Entleerung der Asci selbst, theils durch die atmosphärischen Niederschläge. In der That findet man auch die Oberfläche reiferer Taschen, zumal wo dieselbe die gelbliche Färbung zeigt, mit unzähligen der beschriebenen Sprosszellen dicht bedeckt, und diese häufig noch im Zusammenhange mit einander. Auch in der Höhlung reifer Taschen sind die hefeähnlichen Bildungen immer in Unmasse vorhanden, sowohl bei *Prunus Padus*, wo die ganze Innenfläche der Wand, als auch bei den zwei anderen Arten, wo nur das fruchtbare Ei von dem *Exoascus-Hymenium* überzogen ist.

Bei einer Vergleichung der hefenartigen Gebilde mit gewöhnlicher, in lebhafter

Sprossung befindlicher Bierhefe treten nur geringe Verschiedenheiten hervor, besonders wenn man von jenen die breitzelligen Formen, welche sich in Zuckerlösung bilden, im Auge behält. Die einzigen Unterschiede bestehen einestheils in der bei den späteren Generationen der Exoascussprossungen stetig abnehmenden Grösse, andertheils darin, dass die Zellen der letzteren immer zärter contourirt und mit minder stark lichtbrechendem Protoplasma versehen sind, daher blasser aussehen als bei der Bierhefe. Auch zeigen dieselben, was ich bei letzteren nie fand, bei längerer Cultur in der Flüssigkeit sehr oft im Innern eine kleine rundliche excentrische Protoplasmanasse, von welcher viele fadenförmige, netzartig anastomosirende Streifen nach allen Seiten hin ausstrahlen. Immerhin ist aber die Aehnlichkeit mit der Bierhefe gross genug, um beide Bildungen leicht miteinander verwechseln zu lassen, wenn sie untereinander gemengt sind. Es kann daher gefragt werden, ob die beobachteten Sprossungen wirklich von den Sporen des Exoascus ausgehen und nicht von ächten Hefezellen, welche diesen zufällig beigemischt sind; oder ob etwa die Sprosse der Exoascussporen mit den Zellen der Bierhefe identisch sind.

Die erste dieser Fragen ist leicht zu entscheiden. Bringt man einen dünnen Durchschnitt eines reifen Hymeniums in einen Wassertropfen auf den Objectträger, so kann man an demselben die Entleerung der Asei leicht sehen und solche Sporen, deren Austritt man direct beobachtet hatte, im Auge behalten. Beobachtet man letztere einige Stunden lang anhaltend, so überzeugt man sich auf das Bestimmteste, dass die beschriebenen Sprossungen von ihnen ausgehen. (Vergl. die Erklärung von Fig. 10, 11.) Nicht selten findet man selbst im Innern unversehrter Asei Sporen, an welchen die Sprossungen schon begonnen haben.

Die zweite Frage kann in Ermangelung sicherer morphologischer Anhaltspunkte dadurch beantwortet werden, dass man untersucht, ob die Sprosszellen und Sporen des Exoascus gleich der Hefe Alkoholgährung zu erregen vermögen. Ich habe zu diesem Zwecke eine Reihe von Versuchen angestellt, indem ich die genannten Theile des Exoascus in Zuckerlösungen brachte, deren Gährungsfähigkeit durch Vor- und Parallelversuche constatirt wurde, und welchen die zur Entwicklung der Fermentpilze nöthigen Stoffe in verschiedener Form und Menge zugesetzt waren. Sämmtliche Versuche ergaben übereinstimmend und unzweifelhaft das Resultat, dass die Entwicklungsproducte der Exoascussporen nicht im Stande sind in einer gährungsfähigen Zuckerlösung die Alkoholgährung zu erregen. Es dürfte daher auch überflüssig sein, die einzelnen Versuche hier zu beschreiben. Cultivirt man die sprossenden

Sporen in Zuckerlösungen oder in reinem Wasser, so hört die Vermehrung der Sprossungen nach wenigen Tagen auf, die einzelnen Zellen sterben früher oder später ab, ihr Inhalt schrumpft und zieht sich von der Membran zurück. In den Zuckerlösungen treten dabei in der Regel Vibrionen in Menge auf, zuweilen auch Schimmelpilze, deren Keime mit den Exoascussporen natürlicher Weise leicht in die Flüssigkeit gelangen können. Weitere Entwicklungserscheinungen an den Exoascussporen zu beobachten ist mir bis jetzt nicht gelungen. Frisch auf die feucht gehaltene Oberfläche junger Zweige, Blätter, Früchte und Knospen von *Pr. domestica* und *Padus* gebracht, zeigten sie mir nur die beschriebenen Veränderungen; ob und wie sie in die genannten Organe eindringen können, war ich nicht im Stande zu entscheiden. Mehrere Monate lang trocken oder in reinem Wasser aufbewahrte Sporen und Sprosszellen fand ich immer entwicklungsunfähig, augenscheinlich abgestorben. Es bleibt daher in der Entwicklungsgeschichte des *Exoascus* eine Lücke, welche durch fernere Beobachtungen auszufüllen sein wird. —

Um die Aetiologie der Taschenbildung ganz unzweifelhaft festzustellen, ist es allerdings nothwendig, dass die Entwicklungsgeschichte des *Exoascus* zum vollständigen Abschluss gebracht werde. Doch geht, wie mir scheint, schon aus den bis jetzt bekannten Thatsachen mit nahezu vollständiger Gewissheit hervor, dass die Vegetation des von Fuckel entdeckten Pilzes die alleinige nächste Ursache der Entartungen der Pflaumenbäume ist, von welchen hier geredet wird. Beachtet man die oben ausführlich dargestellte Vertheilung der von *Exoascus* bewohnten degenerirten Organe auf den Bäumen, sowie den Umstand, dass letztere selbst im übrigen ganz gesund sind (was wenigstens in den von mir untersuchten Fällen unzweifelhaft war), so sieht man ein, dass die Entartungen nur eine local wirkende Ursache haben können, d. h. eine solche, die auf die degenerirenden Theile allein einwirkt und andere, diesen gleichnamige, gleichalterige und nächstbenachbarte unberührt lässt. Die atmosphärischen Agentien, wie Wärme, Nässe u. s. w., können daher unmöglich die bestimmenden Ursachen sein, denn es ist nicht einzusehen, wie sie auf gleiche Organe, welche ihnen in gleicher Weise ausgesetzt sind, durchaus verschiedene Wirkungen auszuüben vermögen. Dass Verletzungen durch Insekten nicht in Betracht kommen können, zeigt jede halbwegs aufmerksame Beobachtung; dass Befruchtungsstörungen keine ursächliche Bedeutung haben können, geht einerseits aus dem Vorhandensein vollkommen befruchteter, einen normal entwickelten Embryo enthaltender Eier in den Schlehen- und Zwetschentaschen, andererseits aus dem Vorkommen der Entartung

an Laubsprossen unzweifelhaft hervor. Fallen aber alle diese von den älteren Autoren angenommenen Ursachen weg, so bleibt den mitgetheilten Beobachtungen zufolge, der *Exoascus* wie mir scheint allein übrig. Die Wahrnehmungen, dass der Pilz beständig und ausnahmslos in den degenerirten Organen, und zwar nur in diesen und ihrer unmittelbaren Nähe vorhanden ist, dass die engsten Beziehungen zwischen seiner Entwicklung und dem Fortschreiten der Entartung bestehen, und dass sein Mycelium in den Bastbündeln der entartenden Organe offenbar schon vor Beginn der Degeneration weit verbreitet ist, deuten schon an und für sich ziemlich bestimmt darauf hin, dass die Entartung eine Wirkung der Pilzvegetation ist; und diese Ansicht erhält dadurch eine feste Stütze, dass die in dem vorliegenden Falle beobachteten Erscheinungen in allen Punkten, auf welche es hier ankommt, mit anderweitig beobachteten übereinstimmen, bei welchen es bestimmt und lückenlos nachgewiesen ist, dass die Entwicklung eines parasitischen Pilzes die alleinige unmittelbare Ursache von Entartung und Krankheit seiner Nährpflanze darstellt. Ich will hier nur an das eine Beispiel des *Cystopus candidus* und der Anschwellungen, Verkrümmungen und taschenförmigen Erweiterungen, welche er an Blütenstielen und Früchten der Cruciferen verursacht, erinnern.²⁶⁾ Dass der *Exoascus* von aussen her durch seine eindringenden Keime in die Pflanzentheile gelange, wird bei unseren dermaligen Kenntnissen von den Schmarotzerpilzen nicht zu bezweifeln sein. Wie, wo und wann dies geschieht, müssen fernere Beobachtungen entscheiden, für welche, wie ich glaube, schon in dem oben Mitgetheilten einige Andeutungen enthalten sind. Es versteht sich von selbst, dass mit dem bisher gesagten ein Einfluss der Witterung auf die Taschenbildung nicht gelehnet werden soll, da ja die Entwicklung des *Exoascus* so gut wie die jeder anderen Pflanze in gewissem Grade von dem Wetter abhängig sein muss. Fälle von excessiv häufiger und excessiv seltener Taschenbildung mögen auch in Witterungsanomalien ihre Veranlassung haben können. Allein man würde sich sehr täuschen, wenn man, den älteren Autoren folgend, solche Anomalien für nothwendige Gelegenheitsursachen der *Exoascus*- und Taschenentwicklung halten wollte. In den beiden letzten Jahren z. B. waren die Zwetschenbäume, welche ich genau beobachtet habe, von ihrer Blüthezeit an bis zum Erscheinen der Taschen sehr verschiedener Witterung ausgesetzt; nichts destoweniger trugen die nämlichen Bäume in beiden Jahren Taschen in gleicher Häufigkeit, soweit

²⁶⁾ Vgl. de Bary, Recherches sur le développement de quelques Champignons parasites. Ann. des Sc. nat. 4^e Sér. Tom. XX.

sich das abschätzen lässt. Es mag erlaubt sein, die Witterungsverschiedenheiten in dem erwähnten Zeitraum beider Jahre wenigstens den Hauptpunkten nach anzugeben.

1863 begann die Blüthe der beobachteten Bäume um den 15. April, die ersten Taschen erschienen am 12. Mai. Während dieser Zeit herrschte beständige, ziemlich warme, man kann sagen normale Frühlingswitterung; meist unterbrochen bewölkter Himmel; wenig Regen fiel am 17., 21., 23., 25., 27., 28., 30. April, am 2., 3., 4., 5. u. 10. Mai, starker und dauernder Regen am 15. April. Die niederste Temperatur war + 4° C. (am 20. April, Maximum desselben Tages + 17° C.), am 29. April war das Tagesminimum + 5° C. (Maximum desselben Tages + 15°). Vom 1. Mai an sank das Tagesminimum nie unter + 8° C. Das niederste Tagesmaximum (im Schatten) betrug während der ganzen Zeit + 13° C. (25. und 30. April).

1862 ist durch mehrfache Anomalien ausgezeichnet. Die Blüthe der Zwetschen beginnt um den 25. März, die ersten Taschen erscheinen an den beobachteten Bäumen am 3. u. 4. Mai. Temperatur vom 25. März bis 11. April für die Jahreszeit warm: niederste Tagesminima + 4° C. (25. März) + 3° (2. April). Niederstes Tagesmaximum (immer im Schatten) + 13° C. (31. März) höchstes + 22° C. (26. März, 9. April). Himmel meist unterbrochen bewölkt, Regen am 27. März den ganzen Tag, am 28. Vormittags, am 31. Nachmittags. Am 12. April plötzliches Sinken der Temperatur: Tagesminimum + 5°, Maximum + 11°. Am 13. Minim. + 2°, Maximum + 8°, Nebel, Schuce. Am 14.—16. April Nachtfröste und Reif (Minimum der Tage: — 3°, — 1°, 0°, Maximum + 8°, + 10°, + 12°). Vom 17. April an steigt die Temperatur wieder auf den Stand vor dem 12., vom 20. April bis 6. Mai sinkt das Tagesminimum nie unter + 8° C., niederstes Tagesmaximum während dieser Zeit + 17°, höchstes + 27° C. Nur am 22., 23., 26. April wenig Regen.

Achtet man auf die Taschen, so findet man dieselben, soweit meine Erfahrungen reichen, in der Regel alljährlich an denselben Bäumen. Wenigstens erinnere ich mich bestimmt, dass sie mir in den letzten 5 Jahren alljährlich aufgefallen sind an einigen Exemplaren von *Prunus Padus*, bei denen ich täglich vorübergehe; aus den letzten 2 Jahren habe ich genaue Notizen darüber. Ebenso bestimmt weiss ich allerdings auch, dass ich vor dem Jahre 1862 an den Zwetschenbäumen in der Nähe meiner Wohnung keine Taschen bemerkt habe, dass ich sie aber fast an allen diesen Bäumen in Menge fand, sobald ich 1862 und 1863 danach suchte; und ganz ähnlich ist es mir mit den Schlehen ergangen.

Nach diesen Erfahrungen ist es wohl erlaubt anzunehmen, dass die Ansichten,

nach welchen Witterungsanomalien die Taschenbildung veranlassen sollen, einfach darin ihren Grund haben, dass die Autoren in einzelnen Jahren Taschen beobachteten, in welchen ihnen zufällig auch jene Anomalien aufgefallen waren; dass sie aber zwischen beiden Erscheinungen einen Causalzusammenhang bloß deshalb annahmen, weil sie meinten die Taschenbildung komme in anderen Jahren nicht vor, eine Meinung welche ihren Grund nur in der Nichtbeachtung genannter Erscheinung hat.

Betrachtet man den *Exoascus* vom Gesichtspunkte der beschreibenden Mycetologie aus, so ist zunächst zu bemerken, dass bis jetzt kein irgend erheblicher Unterschied gefunden werden konnte zwischen den auf *Prunus domestica*, *spinosa* und *Padus* vorkommenden Formen; höchstens fand ich auf letzteren Species zuweilen die Asci etwas kleiner als auf den beiden anderen, doch ist diese Eigenthümlichkeit keineswegs eine beständige. Die genannten Formen sind daher unter einer und der nämlichen Art, *Exoascus Pruni* Fuckel, zu vereinigen. Dass die Gattung *Exoascus* eine wohlbegründete und von allen bekannten Pilzgenera verschiedene ist, bedarf wohl keiner ausführlichen Beweisführung; in wie weit die von Fuckel gegebene kurze Characteristik derselben „Sporidia in asco libero, asci in hypha brevissima“ abzuändern und zu verbessern ist, ergibt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen von selbst. Was die Stellung der Gattung im Systeme anlangt, so dürfte der ihr von Fuckel gegebene Platz unter den Haplomyceten Fr. und neben den Mucorinen schwerlich der richtige sein. Mir scheint es nicht zweifelhaft, dass sie auf Grund der Entwicklung ihres Hymeniums, ihrer Asci und Sporen zu den ächten *Discomyceten* mit stets freiem Hymenium gehört, also an die Seite von *Helvella*, *Spathulea*, u. s. w. und dass sie sich zu den letztgenannten Gattungen ganz ähnlich verhält, wie unter den verwandten *Pyrenomyceten* etwa *Sphaeria typhina* zu den mit grossem fleischigem Fruchträger versehenen *Cordyceps*-formen. Die Gattung *Exoascus* scheint eine sehr grosse geographische Verbreitung zu haben. Aus den oben mitgetheilten Nachrichten geht zunächst hervor, dass die durch *Exoascus Pruni* erzeugten Taschen der Pflaumenbäume in dem mittleren und südlichen Europa eine sehr häufige Erscheinung sind, und die meisten Leser werden dieses durch ihre eigenen Erfahrungen bestätigen können. J. Robb (l. c.) hat offenbar die nämliche Erscheinung an Pflaumenbäumen zu Fredericton in Neu-Braunschweig beobachtet. Und Wallich hat im Himalaya einen wie es scheint mit *Cerasus Padus* verwandten Baum gefunden, welcher neben seinen normalen, eiförmig-runden Früchten monströse, hülsenähnliche so häufig trägt, dass er nach den letzteren *Cerasus cornuta* genannt worden ist. *Treviranus*, welcher die Abbildung von *C. cornuta* bei Royle

gesehen hat und ein Anonymus im Gardener's Chronicle (s. Bot. Ztg. 1853, 816) tragen kein Bedenken, jene hülsenähnlichen Früchte für Taschen zu halten.

Ich selbst konnte weder Abbildungen noch Exemplare von *C. cornuta* vergleichen. Auf meine Bitte in dem Kgl. Herbarium zu Berlin *Cerasus cornuta* aufzusuchen, antwortete mir A. Braun: „Meine Nachsuchungen nach *Cerasus cornuta* waren vergeblich. Unser Herbarium ist zwar sehr reich an Exemplaren verschiedener *Cerasus*-Arten aus Sikkim und Nepal, Wallich'schen Originalexemplaren und solchen von Hooker und Thomson, unter denen auch mehrere Varietäten von *Prunus Padus* vorkommen, aber *Cerasus cornuta* fehlt, was darauf hinzudeuten scheint, dass es eine monströse Form ist, die wahrscheinlich nur einmal von Wallich gesammelt worden ist.“ Nach den mitgetheilten Daten dürfte es aber kaum zweifelhaft sein, dass die im Himalaya wie im nördlichen Amerika beobachteten Missbildungen von einem *Exoascus* herrühren; ob von dem europäischen *Ex. Pruni* oder einer andern verwandten Art müsste noch untersucht werden.

III. Zur Morphologie der Phalloideen.

Tafel XXIX.

Die beiden in Mitteleuropa verbreiteten Phalloideen, *Phallus impudicus* L. und *Ph. caninus* Huds. oder *Cynophallus* der neueren Autoren gehören ihrer wunderbaren Form und ihres eigenthümlichen Auftretens wegen gewiss zu den bekanntesten Schwämmen, und insonderheit dürfte *Ph. impudicus* zu denjenigen zu zählen sein, welche am häufigsten beschrieben und abgebildet worden sind, von der Schrift des Hadrianus Iunius²⁷⁾ an bis auf unsere Tage. Die vorhandenen Kenntnisse über ihre Structur und besonders ihre Entwicklung sind dagegen vielfach lückenhaft, wieweil Einzelne, zumal für seine Zeit Micheli und neuerdings vor Allen Corda (*Icon. fung.* Tom. V, VI), dessen Arbeiten über Phalloideen meines Erachtens zu den besten, welche dieser fleissige Forscher geliefert hat, gehören, gute Aufschlüsse darüber gegeben haben. Es scheint mir daher nicht überflüssig, wenn ich in Folgendem die Resultate einiger entwicklungsgeschicht-

²⁷⁾ Phalli, ex fungorum genere in Hollandiae sabutetis passim crescentis descriptio et ad vivum expressa pictura. Hadriano Iunio Medico auctore. Res nova et prioribus saeculis incognita. Delphis (Delft) 1564. Vgl. darüber Bot. Zeitung, 1864, Nr. 16.

licher Untersuchungen, welche theils an *Ph. impudicus*, besonders aber an *Ph. caninus* angestellt worden sind, mittheile, zumal da dieselben wie ich glaube zum Verständniss der ganzen Phalloideengruppe im Sinne von Fries *Systema Mycologicum* d. h. sowohl der Phalloideen als auch der Lysuroideen und Clathraceen Corda's beitragen dürften. Von der Litteratur, welche die Phalloideen behandelt, hat v. Schlechtendal vor kurzem in dem 31. Bande der Linnäa (1861—62) das Meiste ausführlich zusammengestellt. Ich glaube daher den Umfang dieses Aufsatzes nicht durch eine abermalige Aufzählung derselben nutzlos vermehren zu sollen, sondern verweise den Leser auf genannten Band der Linnäa und auf Hoffmann's *Index fungorum*.

Die Mycelium von *Phallus caninus* findet sich in Wäldern, theils in humusreicher Erde, theils in faulem Holze. Ich fand es in weissfaulen Stämmen von *Carpinus Betulus*, *Abies pectinata* DC., Andere fanden den Pilz auf faulen Strünken von *Corylus*, er scheint daher unter den Holzarten welche er bewohnt keine strenge Wahl zu treffen. Das Mycelium perennirt; ich beobachte es seit 4 Jahren in einem und demselben Weisstannenstumpfe, wo es alljährlich zahlreiche Fruchtkörper erzeugt. Es stellt wurzelähnliche cylindrische Stränge dar, welche über fusslang werden und in zahlreiche oft netzartig anastomosirende Zweige getheilt sind, von denen die stärkeren über 1 Mm. dick, die feineren haardünn sind. Letztere spalten sich an ihren Enden oft in zahlreiche mikroskopisch-feine Fasern oder Fäden, welche sich in dem Holze und dem Boden ausbreiten oder, in letzterem, Holz- und Rindenstückchen, Früchte u. s. w. umspinnen. Die Stränge bestehen aus sehr zahlreichen dünnen septirten Pilzhyphen, welche sämmtlich der Länge des Stranges nach verlaufen, und in der Mitte des Stranges ziemlich gerade und fest aneinander gedrängt, ohne luftführende Interstitien, in den oberflächlichsten Lagen unregelmässig geschlängelt, locker verflochten und vielfach durch lufthaltige Interstitien von einander getrennt sind. Auf dem Querschnitte ist der Strang für das blosse Auge grösstentheils gelblich, etwas durchscheinend, aussen von einer nur dünnen weissen Schicht wie von einer Rinde überzogen. Der gelbliche Theil entspricht dem luftfreien, der weisse dem lufthaltigen Gewebe. Letzteres verdankt seine Farbe wohl zum Theil dem Luftgehalt, hauptsächlich aber einer reichlichen Ablagerung von oxalsauerem Kalk. Dieser findet sich vorzugsweise zwischen den Hyphen und auf der Aussenseite der oberflächlichsten, in Form von unregelmässigen eckigen kleinen Krystaldrusen, welche den Hyphen anhaften und dieselben oft dicht incrustiren. Selten kommen zwischen den Drusen regelmässige Octaeder vor. Ferner sind an den oberflächlichen Fäden oft einzelne Zellen in ihrer Mitte zu kugeligen bis $\frac{1}{20}$ Mm. grossen

Blasen angeschwollen, deren jede von einer aus oxalsaurem Kalke bestehenden Kugel zum grössten Theile ausgefüllt wird. Die Kugeln sind solide oder mit einer engen centralen Höhlung versehen und von strahlig-faseriger Textur (Fig. 14). Als oxalsauren Kalk bezeichne ich die genannten Krystalle und krystallinischen Kugeln auf Grund folgender Reactionen. Sie sind unlöslich in Essigsäure, lösen sich ohne Gasentwicklung in Salzsäure und Schwefelsäure, in letzterer unter gleichzeitigem Anschliessen von Gypsnadelchen. Durch Glühen werden sie ohne ihre Form zu verändern gebräunt, nach dem Glühen lösen sie sich leicht und unter lebhafter Gasentwicklung in Essigsäure und den genannten Mineralsäuren. Es mag hier kurz bemerkt werden, dass der oxalsaure Kalk in den Geweben und auch auf der Oberfläche von Pilzen in sehr grosser Verbreitung und Häufigkeit vorkömmt und dass speciell viele Mycelien ihm ihre weisse Farbe verdanken. Die Formen, in welchen er auftritt, sind je nach den einzelnen Fällen sehr verschieden, fast immer findet er sich zwischen den Fäden, aus welchen der Pilz besteht oder auf der Aussenfläche; für sein Vorkommen im Inneren von Zellen ist das oben beschriebene Beispiel das einzige mir bis jetzt mit Sicherheit bekannte. Alle Krystalle, welche man bis jetzt auf Pilzen gefunden hat, und es sind solche für eine nicht geringe Zahl von Fällen gelegentlich beschrieben worden, gehören zu diesen Ablagerungen von oxalsaurem Kalk, über welche ich anderwärts ausführlicher reden werde²⁸⁾. Hier mag nur noch darauf hingewiesen werden, wie unbegründet es ist, wenn Nylander (Synops. Lichenum, p. 4) die Ablagerungen von oxalsaurem Kalke den Pilzen abspricht und als eine Eigenthümlichkeit des Flechtengewebes bezeichnet.

Die bis jetzt fast allein bekannten Organe des *Phallus caninus*, aus welchen zuletzt die Sporenmasse von einem spindelförmigen Stiele getragen hervorbricht, will ich die Fruchtkörper nennen. Ihre jüngsten Anfänge sitzen immer auf den dünnen haar- bis borstendicken Myceliumästen, und zwar meistens terminal, seltener seitenständig. Aeltere Fruchtkörper werden dagegen immer von dickeren Strängen getragen; es scheint daher, dass diese während der Ausbildung ersterer in die Dicke wachsen (Fig. 1).

Die Fruchtkörper selbst treten zuerst als kleine ovale, etwa 1—1½ Mm. lange Körperchen auf, gleichsam Anschwellungen der Myceliumzweige, mit glatter schneeweisser Oberfläche und durchaus von einem gleichförmigen, dichten weissen Geflechte

²⁸⁾ Von den Incrustationen der Myxomyceten ist hier nicht die Rede. Sie bestehen, wie ich anderwärts (Zeitschr. für wissensch. Zoolog. X.) gezeigt habe, aus kohlensauerem Kalke.

feiner Hyphen, welche sich unmittelbar in die des Myceliums fortsetzen, gebildet (Fig. 1. 2). Die Hyphen sind sehr zart, ihre Dicke mag etwa $\frac{1}{500}$ Mm. — $\frac{1}{450}$ Mm. betragen. ist jedoch nicht leicht ganz genau zu bestimmen: sie sind reich verzweigt, die Interstitien ihres dichten Geflechts lufthaltig; ich will dieses Gewebe in Folgendem als das primitive bezeichnen. Etwas grössere, etwa 2 Mm. lange Exemplare zeigen einen in soferne veränderten inneren Bau, als in ihrer oberen (d. h. dem Insertionspunkt an dem Mycelium abgekehrten) Hälfte, eine kurze Strecke innerhalb der Aussenfläche eine schmale glockenförmige (auf dem radialen Längsschnitt hufeisenförmige) Schichte verläuft, welche gallertartig, durchscheinend, in reflectirtem Lichte betrachtet wässrig grau ist. Alle übrigen Theile haben das ursprüngliche Ansehen. Der Körper besteht somit in seiner oberen Hälfte aus einer axilen, kuppelförmigen Mittelsäule, welche durch die Gallertschicht von der weissen Aussenwand getrennt ist. Mittelsäule und Aussenwand setzen sich in das weisse Gewebe der unteren Hälfte continuirlich fort (Fig. 3). Bei etwa erbsengrossen Exemplaren hat die Gallertschicht an Dicke beträchtlich zugenommen und sich in der Richtung der Oberfläche derart vergrössert, dass ihr unterer Rand bis nahe an den Insertionspunkt reicht. Die Mittelsäule hat hierdurch die Gestalt eines oben abgerundeten Cylinders, ihre Basis liegt unmittelbar über dem Insertionspunkt und geht direct in die Aussenwand über (Fig. 4 b). In wenig (5—6 Mm.) grösseren Exemplaren findet man den oberen Theil der Mittelsäule etwas angeschwollen; in dem weissen Gewebe desselben nahe unter der Oberfläche, liegt eine in reflectirtem Licht graue Schicht von der Gestalt eines dünnen oben und unten abgeschnittenen und offenen Hohlkegels, dessen Längsachse mit der der Mittelsäule zusammenfällt. Auf dem radialen Längsschnitt erscheint diese Schicht in Form zweier schmaler nach oben convergirender Streifen. Ferner wird die ganze Mittelsäule in ihrer Längsachse von einem gleichfalls grau aussehenden linienförmigen (im Querschnitt kreisrunden) Streifen durchzogen, welcher in geringer Entfernung von der Basis und Spitze der Mittelsäule endigt, in seinem oberen Theil also von der hohlkegeligen Schicht umringt wird (Fig. 5 b).

Hiermit sind alle Theile, aus welchen der reife Fruchtkörper zu bestehen hat, angelegt. Nach der für die Gasteromyceten eingeführten Terminologie ist die hohlkegelförmige Schicht die Anlage des sporenbildenden Gewebes oder der Gleba. Die Hüllen, von welchen sie umgeben wird, sind als Peridie zu bezeichnen und diese besteht aus der Aussenwand, der Gallertschicht und der Innenwand. Mit letzterem Namen will ich den dünnen weissen Ueberzug der Gleba allein bezeichnen;

der streng genommen dazu gehörige unterhalb der Gleba gelegene Theil der Mittelsäule möge der besseren Unterscheidung halber das Basalstück heissen. Der graue axile Streif ist die Anlage des den Phalloideen eigenen, im vorliegenden Falle spindelförmig-stielartigen Trägers der Gleba oder des Stiels. Den oberen Theil des letzteren, soweit er von der Gleba umringt wird, will ich als Stielspitze unterscheiden. Zwischen dieser Spitze und der Gleba liegt, wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, eine weisse Gewebeschicht, welche die Form eines vom Stiel durchbohrten Kegels hat und sich an ihrem oberen und unteren Ende continuirlich in die Innenwand und das Basalstück fortsetzt. Ich will sie in Folgendem den Kegel nennen. Was die feinere Structur dieser Theile betrifft, so besteht die Aussenwand der Peridie aus einem mehrschichtigen hautartigen Geflecht langgliedriger verzweigter Hyphen verschiedener Dicke. Die engen Interstitien des Geflechts enthalten Luft: oxalsauren Kalk fand ich nur auf der Oberfläche und bei verschiedenen Exemplaren in sehr verschiedener Menge. Die Gallertschicht besteht aus langgliedrigen, dünnen septirten Fäden mit zarter Membran und homogenen Protoplasmahalt, welche reich verzweigt, und locker mit einander verflochten, vielfach auch netzförmig verbunden sind. Die sehr weiten Lücken zwischen denselben werden ausgefüllt von einer structurlosen wasserhellen homogenen Gallerte, welche in Wasser aufquillt und in Alkohol erhärtet.²⁹⁾ Dieses Gewebe, welches Gallertgewebe oder Gallertfilz genannt werden mag, gleicht im Wesentlichen demjenigen, aus welchem die meisten gelatinösen Pilzkörper bestehen, es ist für die Phalloideen schon von Corda, Rossmann und Anderen beschrieben worden. Wo es an die Aussen- und Innenwand der Peridie und das Basalstück grenzt, da gehen seine Fäden unmittelbar in die der genannten Organe über. Die weisse Substanz aus welcher Innenwand, Basalstück und Kegel bestehen, wird von einem lufthaltigen dichten Geflechte primitiver Fäden gebildet: auch die Stielanlage hat diesen Bau, nur ist ihr Gewebe luftfrei und daher durchscheinend. Nach Entfernung der Luft aus dem Basalstück und Kegel konnte ich keinen Unterschied und keine scharfe Grenze mehr zwischen diesen Theilen und der Stielanlage finden.

²⁹⁾ Diese Beschreibung soll einfach das Aussehen des in Rede stehenden Gewebes anschaulich machen. Es wurde zu weit führen, wollte ich hier die Frage discutiren, ob die anscheinend intercellulare Gallerte als eine eigentliche sogenannte Intercellularsubstanz oder als ein Theil der Zellmembranen selbst zu betrachten ist. Ich halte die letztere Ansicht für die richtige, und zwar für alle gallertigen Gewebe, von welchen in diesem Aufsätze die Rede ist. Die Gründe hierfür werden an einem anderen Orte mitgetheilt werden.

Die graue Farbe der Glebaanlage rührt gleichfalls von einem wenigstens theilweisen Verschwinden des Luftgehalts her. Sie besteht auch in den jüngsten Zuständen, welche ich untersuchen konnte, aus zahlreichen schmalen, unregelmässig gewundenen und netzförmig anastomosirenden Platten, welche enge Lücken zwischen sich lassen. Das Gewebe der Platten ist von dem primitiven kaum verschieden, und geht ohne Unterbrechung in das der angrenzenden Theile (Kegel etc.) über; es ist luftfrei, die Lücken dagegen von Luft erfüllt (vgl. Fig. 15).

Aus dem Mitgetheilten folgt, dass die bisher beschriebenen Entwicklungsprozesse theils in einem Wachsthum des primitiven Gewebes durch Bildung und Einschiebung neuer Gewebelemente beruht, theils in einer Differenzirung des anfangs durchaus gleichförmigen Gewebes in lufthaltige und luftfreie oder durch besondere Structur ausgezeichnete Regionen.

Man kann die Veränderungen, welche der Fruchtkörper bis zur ersten Anlage der Gleba und des Stiels durchmacht, füglich als sein erstes Entwicklungsstadium zusammenfassen. Die folgenden Entwicklungsvorgänge sondern sich ziemlich scharf in drei weitere Stadien, und zwar wird das zweite durch die Ausbildung der Gleba, das dritte durch die Ausbildung des Stieles, das vierte endlich durch die Streckung des Stieles und die Durchreissung der Peridie bezeichnet.

In dem zweiten Stadium (Fig. 6—8) schwillt der obere Theil der Mittelsäule zu einem kugeligen, auf dem Scheitel leicht eingedrückten Kopfe an, der allmählich mehr als die doppelte Breite des Basalstücks erhält. Seine Vergrösserung beruht fast ausschliesslich auf einem nach allen Seiten, nur nicht nach dem Kegel gerichteten Wachsthum der Gleba; die anfangs linienförmigen Streifen, welche diese auf dem radialen Längsschnitt darstellt, erhalten halbmondförmige und zuletzt fast halbkreisförmige Gestalt und nehmen dabei wenigstens um das sechsfache an Höhe zu. Die gröbere Structur der Gleba bleibt dabei die ursprüngliche, nur dass die Platten und ihre Anastomosen sich fort und fort in dem Maasse vermehren, dass die lufteerfüllten Lücken zwischen ihnen an Weite kaum zunehmen (Fig. 15). Sowohl diese gröbere Structur als auch der feinere Bau der Gleba stimmt im Wesentlichen überein mit der für alle grösseren Gasteromyceten bekannten.³⁰⁾ Die Platten bestehen aus einem mehrschichtigen luftfreien durch-

³⁰⁾ Vgl. Berkeley, *Ann. Sc. nat.* 2 Sér. tom. XII, p. 160. Tulasne, *ibid.* Tom. XVII, p. 7, XVIII p. 132, etc. und besonders Tulasne, *fungi hypogaei*. Die Gleba von *Phallus* und *Clathrus* speciell ist von Berkeley l. c., von Tulasne, *Fung. hyp.* Tab. XXI, Fig. X auch von Lespiault, *Ann. Sc. nat.* 3^e Sér. Tom. IV (1845) dargestellt.

scheinenden Geflechte zarter farbloser Fäden, welche der Oberfläche der Platte parallel laufen und die Trama derselben bilden. Die Fäden der Trama gehen continuirlich in die der Peridie und des Kegels über, sie sind Zweige derselben. An den Kegel setzen sich die Tramaplatten theils einzeln an, als schmale, mit blossen Auge nicht deutlich unterscheidbare Körper, theils zu dickeren Leisten vereinigt, welche dem blossen Auge als Zacken und Vorsprünge des Kegels erscheinen (Fig. 8, 15). Von der ganzen Oberfläche der Trama entspringen unzählige, senkrecht oder schräg gegen die Lücken gerichtete und reich verästelte Hyphenzweige. Die büschelig geordneten, einzelligen, cylindrisch keulenförmigen Endästchen dieser letzteren (Fig. 16) sind die Basidien; sie sind zu einem die Wand jeder Lücke auskleidenden Hymenium dicht zusammengedrängt. Die Gleba behält ihre ursprüngliche graue Farbe bis sie ihre volle Grösse erreicht hat; eine blass braune Färbung, welche nun eintritt, zeigt den Beginn der Sporenbildung an. Diese lässt keine besonderen, von der anderer basidiosporer Pilze abweichenden Eigen- thümlichkeiten erkennen. Nur ist zu bemerken, dass die kleinen länglichen cylindrischen Ausstülpungen auf dem Scheitel der Basidie, welche die erste Anlage der Sporen bilden, sich dicht an der Basidie abgliedern, also ganz zu ungestielten Sporen werden (Fig. 16). Berkeley's Zeichnung (Ann. Se. nat. l. c., reproducirt in Bail, Syst. d. Pilze Tab. 26) ist in sofern unrichtig, als sie die Sporen auf langen Stielen sitzend darstellt. Die Zahl der auf einem Basidium sitzenden Sporen schwankte in den von mir unter- suchten Fällen zwischen 4 und 9, meistens fand ich mehr als 4, am häufigsten 8. Mit der Bildung der Sporen verschwindet der Protoplasmahalt der Basidie, die zarte, nur mehr wässerige Flüssigkeit umschliessende Membran dieser collabirt und wird bald voll- kommen unkenntlich. Die Sporenbildung beginnt, soviel ich erkennen konnte in allen Regionen der Gleba gleichzeitig, zunächst auf einzelnen zerstreuten Basidien, und ist sehr schnell in der ganzen Gleba vollendet. In dem Maasse wie sich die Zahl der Sporen vermehrt, geht die braune Farbe jener in Grün über. Die reife Gleba ist dunkel schwarzgrün; ihre Structur ist gegen die ursprüngliche in sofern verändert, als die Membranen aller ihrer Gewebselemente (die Sporen ausgenommen) zu einer homogenen, durchsichtigen, in Wasser zerfliessenden, in Alkohol erhärtenden Gallerte zusammenge- schmolzen sind. Anfangs kann man auf behutsam gemachten frischen Durchschnitten die Tramaplatten noch leicht als durchscheinende Gallertstreifen zwischen den jetzt von Sporen erfüllten Lücken wahrnehmen, später erhält man beim Durchschneiden frischer Exemplare nur mehr eine homogene von zahllosen Sporen durchsäte Schmiere. An in Alkohol erhärteten Exemplaren kann man jedoch auch noch am Ende des dritten Ent-

wicklungsstadiums die Structur der Gleba erkennen. Man sieht die von Protoplasma-klumpen erfüllten Lumina der Tramastränge in einer anscheinend homogenen glashellen Gallerte verlaufen. — Von den reifen Sporen wird unten die Rede sein.

Mit der Gleba nehmen die Theile, welche sie unmittelbar tragen und umgeben, in verschiedenem Verhältniss an Grösse zu. Die innere Peridienwand dehnt sich in der Richtung der Oberfläche derart dass sie fortwährend eine enganschliessende, ringsum geschlossene, hautartige Hülle um die Gleba bildet und behält dabei die Dicke, welche sie am Anfang des zweiten Entwicklungsstadiums hatte. Der Kegel streckt sich in gleichem Maasse wie die Gleba in die Länge, in die Dicke aber in viel geringerem Grade. Er erhält daher eine spitz-conische Gestalt. Aehnlich verhält sich das cylindrische Basalstück; es streckt sich derart, dass es etwa die Höhe der Gleba beibehält, während sein Dickenwachsthum nur etwa den dritten Theil des letzteren beträgt; daher denn die Gleba als ein grosser runder Kopf einem dünnen cylindrischen Träger aufsitzt. Die Verbindung der genannten Theile und ihrer einzelnen Gewebselemente bleibt während des Wachsthum die nämliche wie zu Anfang. Die Hyphen, aus welchen sie bestehen nehmen an Dicke und die lufthaltigen Interstitien ihres Geflechts an Weite stetig zu, das Wachsthum beruht also jedenfalls zum Theil auf Ausdehnung der primitiven Gewebselemente, ob ausschliesslich lasse ich dahingestellt. Was endlich die Stielanlage betrifft, so wächst diese mit den Theilen, welche sie umgeben, gleichmässig in die Länge, nur wenig in die Dicke. Sie behält die Gestalt eines schmalen cylindrischen Körpers, und ihre Structur scheint die ursprüngliche zu bleiben. Mit Bestimmtheit möchte ich jedoch nicht darüber absprechen, ob nicht der erste Beginn ihrer späteren Veränderungen schon in das zweite Entwicklungsstadium fällt.

Sobald die Gleba grün geworden ist, schwillt die Stielanlage gewaltig und auf Kosten ihrer nächsten Umgebung an, und hiermit beginnt das dritte Entwicklungsstadium (Fig. 9—11). Das Wachsthum des Stiels geht zunächst vorzugsweise, wenn auch nicht ausschliesslich in die Dicke, es beginnt an der Spitze und schreitet von hier aus nach unten fort. Der Stiel hat daher zuerst keulenförmige Gestalt (Fig. 9), welche jedoch rasch in die einer Spindel mit stumpfen Enden übergeht (Fig. 10). Hat er die Spindel-form angenommen, so beträgt seine Dicke etwa $\frac{1}{3}$ von der welche das Basalstück zu Ende des zweiten Stadiums hatte, seine Höhe etwa $\frac{2}{3}$ von der der ganzen Mittelsäule zu Ende des genannten Stadiums. Der Stiel wächst nun, unter Beibehaltung seiner bisherigen Lage, auf etwa die doppelte Länge, welche ihm bei Vollendung der Spindelform zukam, heran und nimmt gleichzeitig um ohngefähr $\frac{1}{3}$ an Dicke zu. Ganz genau lasst

sich das Maass des Wachsthumms nicht angeben, weil dieses nicht an einem und demselben Exemplare verfolgt werden kann. In der Form des Stieles findet hierbei nur in sofern eine kleine Veränderung statt, als sich seine Spitze etwas mehr verschmälert wie das untere Ende. Mit dem Beginn des lebhaften Wachsthumms tritt eine auffallende Strukturveränderung des Stieles ein. In seiner Längsachse tritt ein cylindrisch spindelförmiger, von dem peripherischen Theile (den ich die Wand des Stieles nennen will) sich scharf abhebender Strang auf, welcher bis dicht an beide Enden reicht und aus einem ähnlichen, nur zartfadigeren durchscheinenden Gallertgewebe besteht wie die Gallertschicht der Peridie. Gleichzeitig nimmt die Wand des Stieles eine erst röthlichgelbe, bald schön fleischrothe Farbe an, und mit dem ersten Erscheinen dieser Färbung besteht sie aus zweierlei scharf von einander gesonderten Gewebeformen. Die eine derselben ist mit dem alten Namen Merenchym zu benennen, in sofern dieser, mit alleiniger Rücksicht auf die Gestalt der Zellen, ein aus rundlichen oder ovalen Zellen gleichförmig zusammengesetztes Gewebe bezeichnet. In der (von der Gleba umringten) Spitze des Stiels bildet das Merenchym einen oben geschlossenen stumpfen Hohlkegel, dessen Aussenfläche mit vielen seichten meist querlaufenden Furchen und Grübchen versehen, daher runzelig ist, während die Innenfläche von engen, sehr tiefen und durch anastomosirende schmale stumpfe Leisten von einander getrennte Gruben und Furchen überall durchzogen wird. Zwischen Aussen- und Innenfläche bleibt eine nur ziemlich dünne homogene und nicht durchfurchte Merenchymlage. Nur auf dem Scheitel ist die Wand aussen und innen glatt (s. Fig. 10, 11, 13). In dem ganzen unteren (d. h. unterhalb der Gleba stehenden) Theile des Stieles bildet das Merenchym dünne, meist 4 bis 6, hie und da mehr Zellenlagen starke Platten, welche zu einer einfachen Schicht ringsum geschlossener Kammern miteinander verbunden sind. An der Grenze zwischen Spitze und unterem Theile des Stiels geht das Merenchym des einen ganz allmählich in das des anderen über. Die Kammern des unteren Theiles sind während des in Rede stehenden Entwicklungsstadiums von oben nach unten stark zusammengedrückt, also sehr niedrig, selten höher als die Platten, welche ihre Wand bilden, dick sind; ihre Wände, zumal die Aussen- und Innenwände, dabei überall und nach allen Richtungen eng und unregelmässig-wellig gefaltet. Von der Aussen- und Innenseite betrachtet, erscheint daher die Stielwand von unzähligen engen und tiefen gyrös gewundenen und anastomosirenden Furchen durchzogen. Alle Kammern, Furchen und Gruben zwischen den Merenchymlagen des ganzen Stiels werden ausgefüllt von einem Gallertgewebe, welches dem des axilen Stranges gleich ist und sich von diesem aus in die Furchen

der Innenfläche continuirlich fortsetzt. Auch die ganze Aussenfläche des unteren Stieltheiles wird von einer sehr dünnen Lage dieses Gewebes überzogen. Das Gallertgewebe ist farblos und durchscheinend, die rothe Färbung kommt dem Merenchym allein zu, daher der Stiel bei genauerer Betrachtung nicht gleichförmig fleischroth, sondern durch unzählige Gallertstreifen marmorirt erscheint.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die beschriebene Structur des Stiels dadurch zu Stande kommt, dass sich sein gleichförmiges primitives Gewebe in abwechselnde Lagen von Gallertfilz und Merenchym differenzirt. In welcher Weise diese Differenzirung beginnt, darüber konnte ich, bei der Zartheit und engen Verflechtung der primitiven Hyphen keinen näheren Aufschluss erhalten. Soviel ich erkennen konnte ist die Structur und Anordnung der Merenchympartien von Anfang an dieselbe wie in späterer Zeit, nur sind die Wände der Kammern anfangs weniger gefaltet. Die Zellen des Merenchyms sind anfangs sehr klein und mehr polyedrisch als später. In dem Maasse als der Stiel wächst nehmen sie fortwährend an Grösse zu, während ihre Anordnung und Zahl, soviel aus Durchschnitten erkennbar ist, unverändert bleiben und Theilungen in ihnen nicht gefunden werden. Die ganze Vergrösserung des Stiels beruht somit fast ausschliesslich auf Ausdehnung der Merenchymzellen. Mit Vollendung ihres Wachstums haben diese Zellen rundliche oder elliptische Gestalt, die einen mehr kugelig, andere mehr länglich, ihre Länge mag durchschnittlich in dem unteren Theile des Stiels $\frac{1}{45}$ Mm. ihre Breite $\frac{1}{60}$ Mm. betragen, grössere und kleinere sind jedoch sehr häufig. In der nicht in Kammern getheilten Spitze sind die Zellen erheblich kleiner. Sie sind auf dünnen Durchschnitten fast völlig wasserhell, die Membran glatt, homogen, ungeschichtet und ziemlich zart, die rothe Färbung scheint allein dem Inhalte anzugehören, doch fehlen mir hierüber entscheidende Untersuchungen. Zwischen den Merenchymzellen finden sich enge, immer lufthaltige Intercellulargänge. Die Kammern und Furchen des Stiels bleiben während des dritten Stadiums immer von Gallertfilz erfüllt; in welcher Weise dieser dem Wachsthum des Merenchyms folgt habe ich nicht untersucht. Wand und axiler Gallertstrang nehmen an dem beschriebenen Wachsthum ziemlich gleichen Antheil; der Querdurchmesser des letzteren bleibt der Dicke jener fortwährend nahezu gleich. Nur in der Stielspitze ist die Wand bedeutend dünner als unten, ihre Dicke nimmt nach oben stetig ab und beträgt an dem Scheitel kaum den vierten Theil von der der unteren Stielportion.

Durch die Vergrösserung des Stiels werden die ihn zunächst umgebenden Theile beträchtlich verändert. Während des kurz dauernden Zustandes, in welchem der Stiel Keulenform hat, folgt das Basalstück dem Dickenwachsthum derart, dass es bei betracht-

licher Vergrößerung der Oberfläche seine ursprüngliche Dicke beibehält. Gleba und Kegel werden dagegen nicht dicker; zwischen dem unteren Rande jener und dem Basalstücke entsteht daher eine tiefe ringförmige Furche (Fig. 9). Bald tritt aber in dem Wachstum des Basalstückes Stillstand ein; je mehr sich der Stiel ausdehnt, desto flacher wird die Ringfurche; hat der Stiel regelmässige Spindelform, so ist sie fast ganz verschwunden und das Basalstück ist zu einer dünnen weissen Haut ausgedehnt und zusammengedrückt, deren Dicke kaum $\frac{1}{4}$ der ursprünglichen beträgt. Gleba und Kegel werden durch den wachsenden Stiel von Anfang des in Rede stehenden Entwicklungsstadiums an nur mechanisch gedehnt und zusammengedrückt. Letzterer nimmt bald die Beschaffenheit einer dünnen, zwischen Stiel und Gleba liegenden weissen Haut an, die Gleba erhält die Form eines immer höher und weiter, aber auch immer dünnwandiger werdenden oben und unten offenen Hohlkegels; während sie zur Zeit der Sporenbildung 6 — 7 Mm. hoch und etwa 3 Mm. dick war, hat sie zuletzt eine Höhe von etwa 15, eine Dicke von etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Mm. Das obere Ende der Stielspitze drängt sich dabei mehr und mehr zwischen den oberen Rand der Gleba, so dass es zuletzt 1—2 Mm. über ihn hinausragt. Die innere Peridienwand endlich folgt dieser Dehnung derart, dass sie als dünne weisse Haut ihre ursprüngliche Lage und Verbindung mit den benachbarten Theilen beibehält (Fig. 9, 10, 11). Eine wesentliche Strukturveränderung konnte ich in allen den letzterwähnten Theilen während ihrer Dehnung nicht wahrnehmen.

Der ganze Fruchtkörper, in welchem die beschriebenen Entwicklungsprocesse vor sich gehen, ist zu Anfang des zweiten Stadiums erbsengross oder wenig grösser, rund, oft genau kugelig. Von dem zweiten Stadium an streckt er sich in die Länge, bis zu schmal ovaler Gestalt, und erreicht bis zum Ende des dritten Stadiums eine Dicke von etwa 2 Cm., eine Länge von etwa 5 Cm., wobei natürlich vielerlei individuelle Verschiedenheiten vorkommen. Während dieser Vergrößerung behält die Aussenwand nahezu unveränderte Dicke und Structur; die Fäden ihres Geflechtes werden nur wenig dicker. Die Gallertschicht wächst gleichzeitig auf das Doppelte bis Vierfache der Dicke, welche ihr am Anfang des zweiten Stadiums zukommt. Sie behält dabei ihre ursprüngliche Structur, die von Gallerte erfüllten Lücken ihres Geflechtes bleiben so breit oder werden selbst enger wie zu Anfang; ihre einzelne Fäden werden etwas dicker und hie und da varicös aufgetrieben, ihr Protoplasmahalt unregelmässig grobkörnig. Hiernach müssen die peripherischen Theile des Pilzes bis zum Ende des dritten Stadiums der Vergrößerung von Stiel und Gleba durch ein lebhaftes actives Wachstum mittelst Neubildung von Gewebselementen folgen. (Vergl. Fig. 4—11).

Alle Neubildung und alle Ausdehnung der vorhandenen Zellen, also alles eigentliche Wachsthum hört aber auf, bevor das vierte Entwicklungsstadium anfängt. Die Streckung des Stiels, durch welche dieses Stadium bezeichnet wird, geschieht dadurch, dass die gefalteten Wände der Kammern, aus denen die Wand der unteren Stielportion besteht, geglättet und dadurch ausgedehnt, zumal die am meisten gefalteten verticalen Wände aufgerichtet werden (Fig. 13, 17, 18). Jede Kammer nimmt hierdurch an Höhe bedeutend zu, an Tiefe etwas ab; ihre Gestalt wird unregelmässig polyedrisch, isodiametrisch oder etwas in die Länge gestreckt; die Furchen auf der Aussen- und Innenfläche der Stielwand werden zu flachen weiten Grübchen ausgeglättet. Durch diese Veränderungen wird die Stielwand dünner, während gleichzeitig der Querdurchmesser des ganzen Stieles zunimmt; der axile Raum muss also beträchtlich weiter werden. Die Längsstreckung der unteren Stielportion erreicht zuletzt ungefähr das Dreifache von der Höhe, welche sie am Ende des dritten Stadiums hat, was zugleich die durchschnittliche Höhenzunahme der einzelnen Kammern angibt. Die absolute Höhe des ganzen Stiels, bis zu dem über die Gleba vorragenden Scheitel beträgt nach vollendeter Streckung meist 10—14 Cm. (s. Fig. 12, 13). Kein anderer Theil des Pilzes als die in Kammern abgetheilte untere Stielportion nimmt an der Streckung activen Antheil. Die von der Gleba überzogene Spitze bleibt unverändert. Sie wird durch die Verlängerung ihres Trägers in den Scheitel der Gallertschicht und Aussenwand eingebohrt bis letzterer in unregelmässige Lappen zerreißt und die Gleba in's Freie treten lässt. Gleichzeitig reißt das Basalstück dicht unter der Gleba von der innern Peridienwand ringsum ab; es bleibt, während jene emporgehoben wird, an der Basis des Stiels als eine kurze verkehrtkegelförmige Scheide stehen. Die innere Peridienwand tritt mit der Gleba in's Freie. Anfangs ist sie noch als eine zarte, Gleba und Stielspitze wie zuvor umschliessende Haut erkennbar, bald wird sie jedoch durch Verschwinden des Luftgehalts unkenntlich. Das Gleiche gilt von dem Kegel. Auf dem völlig gestreckten Stiele scheint daher die Gleba nackt der rothen Stielspitze unmittelbar aufzusitzen, überragt von dem gleichfalls rothen convexen und glatten Scheitel des Stieles.

Die Merenchymzellen des Stieles nehmen während der Streckung weder an Zahl noch an Grösse zu, vielmehr erfolgt die Ausdehnung der Kammern nur durch Glättung und Aufrichtung ihrer Wände. Sobald eine Kammer anfängt sich zu dehnen, enthält sie Luft, der Gallertfilz, welcher sie früher ausfüllte, wird zerrissen, seine Fragmente haften anfangs noch deutlich der Wand an, um zu vertrocknen und unkenntlich zu werden, sobald die Kammer ihre volle Ausdehnung erreicht hat. Dieser Vorgang findet in den

obersten Kammern lange vor der Zerreiſſung der Peridie ſtatt, alſo während der Stiel noch von einer dicken luftfreien Gewebmaſſe rings umgeben wird. Die engen Inter-cellularräume des Merenchyms bleiben dabei nach wie vor lufthaltig. Die Luft kann hier-nach nicht von auſſen in die Kammern eintreten, ſondern muſſ von einer im Innern derſelben ſtattfindenden Gaſauſſcheidung herrühren. Dies erklärt den Mechanismus der Ausdehnung der Kammern: ſie werden durch in ihrem Innern ausgeſchiedene Luft gleichſam aufgeblaſen. In derſelben Weiſe wie in den Kammern verſchwindet auch in dem axilen Raume das Gallertgewebe, um durch Luft erſetzt zu werden. Die Zuſammenſetzung der ausgeſchiedenen Luft konnte ich noch nicht ermitteln, nur das Eine glaube ich beſtimmt angeben zu können, daſſ es keine Kohlenſäure iſt. — In der Luftanſammlung liegt ohne Zweifel auch der Grund, warum der ſich ſtreckende Theil des Stiels ganz blaſſ röthliche Farbe annimmt; die Spitze behält ihr intensiv fleiſchrothes Colorit unverändert bei.

Die Ausdehnung beginnt in den oberſten Kammern und ſchreitet langſam nach unten zu fort. Bei einigen im Zimmer beobachteten Exemplaren dauerte es von dem erſten Hervortreten der Spitze auſ der Peridie biſ zur vollendeten Streckung des ganzen Stieles ungefähr 36 Stunden. Iſt die Ausdehnung biſ zum unterſten Ende des Stieles fortgeſchritten, ſo muſſ dieſer überall von den Theilen, welchen er früher angewachſen war, loſgelöſt ſein, er fällt daher leicht auſ der Peridie heraus. Mit vollendeter Streckung des Stiels iſt der Entwicklungsproceſſ des Fruchtkörpers fertig. Die Gleha zerflieſſt und tropft von ihrem Träger ab, letzterer geht ſammt der Peridie bald in Zerſetzung über.

Das Mycelium von *Phallus impudicus* beſitzt die nämliche Form und Verzweigung wie bei *Phallus caninus*, waſ beſonders durch Roſſmann's Beſchreibung und Abbildung (Bot. Zeit. 1853, p. 185 Taf. IV) bekannt iſt. Seine Stränge werden viel gröſſer und dicker alſ die deſ *Ph. caninus*. An den ſtärkeren derſelben unterſcheidet man auf Durchſchnitten einen dicken cylindriſchen, wäſſerig-bräunlichen Mitteltheil, den ich Mark nennen will, und eine daſ Mark umſchlieſſende dünne weiſſe Rindſchicht. Daſ Mark beſteht auſ zahlreichen longitudinal verlaufenden Hyphen, von denen die einen weit und dünnwandig, andere dünn und mit ſtark verdickter Membran verſehen ſind. Beiderlei Formen ſtehen anſcheinend ordnungsloſ durcheinander, alle ſind ziemlich dicht zuſammengedrängt, die engen Lücken zwiſchen ihnen vollkommen

ausgefüllt von einer zähen homogenen Gallerte, welche in Wasser weich wird, ohne jedoch zu zerfliessen, in Alkohol stark schrumpft. Das ganze Gewebe ist durchaus luftfrei. Die Rinde besteht aus mehreren Lagen von Hyphen und zwar finden sich von letzteren die nämlichen beiden Formen wie in der Marke in den inneren Rindenlagen, während die äusseren nur aus weiten und dünnwandigen bestehen. Die Hyphen der Rinde verlaufen aber nicht longitudinal, sondern quer um den Myceliumstrang, oder richtiger, sie sind in sehr engen Windungen spiralig um den Markcylinder gewickelt, etwa wie der Metalldraht einer umspinnenen Claviersaite. Sie entspringen als Zweige von den Markhyphen, laufen von diesen aus erst eine kurze Strecke weit schräg nach aussen, um sich dann in der beschriebenen Weise aufzuwickeln. Von den äussersten Rindenhyphen entspringen zerstreute kurze Zweige, welche als feine Haare von der Oberfläche abstehen. Letztere sammt den Haaren, ist dicht incrustirt von stabförmigen Krystallen oxalsauren Kalks. Zellen, welche dieses Salz in ihrem Innern enthalten, sah ich an dem Mycelium nicht.

Die ganz jungen Entwicklungszustände der Fruchtkörper von *Ph. impudicus* habe ich nicht beobachtet. Nach der Darstellung Rossmann's (l. c.) findet hier ohne Zweifel die erste Anlegung der Aussenhaut, Gallertschicht und Mittelsaule auf wesentlich die nämliche Weise wie bei *Ph. caninus* statt. Wie die Gleba anfangs gestaltet und gestellt ist, darüber geben Rossmann's Darstellungen keinen klaren Aufschluss, offenbar weil seine Exemplare unregelmässige Formen hatten und seine Längsschnitte daher theils durch die (organische) Mittellinie, theils neben derselben vorbei gingen. Nach der Structur des jüngsten von mir beobachteten Exemplares (Fig. 19) zu urtheilen, ist auch die Anlage und ursprüngliche Form der Gleba und des Stieles hier vollkommen denen von *Ph. caninus* ähnlich, abgesehen natürlich von einzelnen, die Species unterscheidenden Differenzen; und diese Ansicht steht mit den Darstellungen Rossmann's nicht im Widerspruch.

Besagtes Exemplar (Fig. 19), welches ich erst, nachdem es längere Zeit hindurch in Alkohol gelegen, untersucht habe, ist rundlich, etwa 2,5 Cm. gross. Es befindet sich auf einer Entwicklungsstufe, welche dem Ende des zweiten oder dem Beginne des dritten Stadiums von *Ph. caninus* (vergl. Fig. 8) entspricht. Aussenwand, Gallertschicht und Innenwand der Peridie sind wie bei diesem angeordnet. Das Basalstück, welches bei *Ph. impudicus* immer sehr kurz und dick ist, geht wie bei *Phallus caninus* in die Aussen- und Innenwand über und setzt sich nach oben in einen breit-conischen „Kegel“ fort, dessen Spitze mit dem Scheitel der Innenwand zusammenstösst. Zwischen

Innenwand und Kegel liegt die Gleba, welche die Gestalt eines an beiden Enden offenen Hohlkegels mit dicker, auf dem senkrechten radialen Durchschnitt halbmondförmiger, oben und unten stumpf abgerundeter Wand besitzt. Die Gleba hat die nämliche Structur, wie bei *Ph. caninus*, nur dass sie für das blosse Auge eine grobe radiale Streifung zeigt, indem ihre Tramaplatten vorzugsweise von dem Kegel aus strahlig zur Peridienwand verlaufen. In den Kammern finden sich schon zahlreiche, grösstentheils noch den Basidien aufsitzende Sporen. Die Farbe der Gleba ist blass grünlich-braun. Der Kegel zeigt schon in diesem Stadium eine (bei *Ph. caninus* fehlende) Spaltung in einen weit- aus grösseren inneren Theil und eine dünne hautartige peripherische Schicht. Letztere ist auf ihrer Aussenfläche mit den leistenartigen, netzförmig verbundenen und in die Gleba einspringenden Vorragungen versehen, welche für den reifen Phallus bekannt sind, von ihr entspringen die Tramaplatten der Gleba. Sie hat die Form eines dünnen kegel- förmigen Hutes und mit letzterem Namen möge sie auch hier bezeichnet werden. Der untere Rand des Hutes biegt sich, der Gleba folgend, nach aussen, um an der Grenze ihrer Aussenfläche zu endigen.

In der Längsachse des Kegels liegt die Anlage des Stiels, ein schmal cylindrischer Körper, mit seinem zugespitzten unteren Ende kaum tiefer als der untere Rand der Gleba hinabreichend, mit seinem nicht verschmälerten oberen Ende an den Scheitel der inneren Peridienwand anstossend. Der Stiel lässt schon deutlich unterscheiden einen breiten axilen Gallertstrang und die aus sehr kleinzelligem Gewebe bestehende Wand. Letztere ist am oberen Ende offen, ihr oberer Rand kurz-trichterförmig erweitert und dann nach aussen umgebogen, um sich unmittelbar in die Substanz des Hutes fortzu- setzen. Der axile Gallertstrang reicht somit bis zur inneren Peridienwand.

Ein anderes, in Figur 20 im senkrechten radialen Durchschnitt dargestelltes Exem- plar stellt einen etwas älteren Entwicklungszustand dar als das erstbeschriebene. Alle Theile zeigen genau die gleiche Anordnung wie bei diesem, sie sind aber allesamt bedeutend gewachsen. Die Gleba hat, ohne ihre Form wesentlich zu verändern, an Umfang, Höhe und Dicke beträchtlich zugenommen; ihre Farbe ist schwarzgrün, in den Kammern finden sich viele, theils freie, theils noch auf den Basidien sitzende Sporen (ob noch junge Basidien, konnte ich nicht entscheiden, weil auch dieses Exemplar erst untersucht wurde, nachdem es längere Zeit in Alkohol gelegen hatte). Der Stiel ist im gleichen Verhältniss wie die übrigen Theile gewachsen, er hat schmale Spindelform angenommen, seine Wand ist beträchtlich dicker geworden und zeigt jetzt schon sehr deutlich die Sonderung in Merenchymplatten, welche von Gallertfilz erfüllte Kammern

hilden. Die Wände der letzteren sind fast gerade, ihre Windung und Faltung scheint demnach erst später einzutreten; die Zellen des Merenchymys noch ungemein klein. Die weisse Substanz des Kegels scheint mit Vergrösserung ihrer Höhe und ihres Umfangs an Dicke abzunehmen.

Alle noch älteren Exemplare, welche ich untersucht habe (Fig. 21), hatten eiförmige Gestalt und waren nahezu oder völlig verwachsen. Der Stiel ist in ihnen vorwiegend entwickelt. Er hat eine breit-spindelförmige Gestalt, sein unteres Ende ist tief in das Basalstück eingebohrt, seine Länge beträgt etwa das Doppelte von der des letztbeschriebenen Entwicklungszustandes, in die Dicke ist er aber in seinem mittleren Theile um wenigstens das Vierfache gewachsen, sein Querdurchmesser beträgt etwa $\frac{2}{3}$ von dem des ganzen durch die innere Peridienwand eingeschlossenen Körpers. Axiler Strang und Wand haben in gleicher Höhe nahezu die gleiche Dicke. In letzterer erkennt man schon mit blossem Auge die von oben nach unten stark zusammengedrückten und mit wellig gefalteten Wänden versehenen Kammern, und zwar bilden diese nicht eine einfache, sondern zwei bis drei unregelmässige Lagen, was übrigens schon in dem in Figur 20 dargestellten Zustande der Fall ist. Nur ein kurzes oberstes Stück der Stielwand ist nicht in Kammern getheilt, sondern eine solide, dünne, mit engen welligen Querfalten versehene Platte. Die feinere Structur des Stiels ist der von *Ph. caninus* ganz ähnlich, nur sind die Wände der Kammern aus zahlreichen (6—8—10) Lagen von Merenchymzellen gebildet, diese durchschnittlich kleiner als bei *Ph. caninus* und ganz farblos. Der obere nicht gekammerte Theil der Stielwand besteht bis zu seinem obersten nach aussen gekrämpften Rande aus dem nämlichen, kaum kleinzelligeren Merenchym wie die Kammerwände, an welches sich dann das feste faserige Gewebe des Hutes ansetzt. Mit dem Wachsthum des Stieles haben alle umgebenden Theile an Höhe und Umfang bedeutend zugenommen. Innenwand und Hut sind dabei, während ihre Oberfläche etwa ums Doppelte gewachsen ist, eher dicker als dünner geworden wie vorher. Auch die Gleba nimmt, während sich ihr Umfang mehr als verdoppelt, kaum um $\frac{1}{4}$ an Dicke ab. Alle diese Theile müssen daher der Vergrösserung des Stieles durch actives Wachsthum folgen. Für die Gleba ist es unzweifelhaft, dass dieses durch beträchtliche Ausdehnung der Hyphen, aus welchen die Tramaplatten bestehen, geschieht. Diese Hyphen sind bei erwachsenen Exemplaren mehr als doppelt so dick wie bei den in Figur 19 und 20 dargestellten und mit sehr dicker, gallertartiger, in Wasser stark quellender Membran versehen. Ob das Wachsthum des Hutes und der Innenwand auch nur auf einer Vergrösserung früher gebildeter Gewebselemente beruht, muss ich unent-

schieden lassen. Aussenwand und Gallertschicht folgen dem Wachstum wie bei *Phallus caninus*. Der einzige Theil, welcher mit der Vergrösserung des Stiels stetig an Umfang zu- und an Dicke abnimmt, also nur mechanisch gedehnt zu werden scheint, ist die zwischen Stiel und Hut gelegene Portion des Kegels. Sie erhält zuletzt die Gestalt einer dünnen weichen Haut, welche von den Autoren der Schleier (*velum*) des Stiels genannt worden ist.

Zuletzt hebt bekanntlich auch bei *Ph. impudicus* eine rasche Streckung des Stiels die Gleba aus der Peridie hervor. Aussenwand und Gallertschicht werden dabei wie bei *Ph. caninus* durchrissen. Die Innenwand reisst gleichfalls an ihrem Scheitel weit auf, sie bleibt mit der Gallertschicht in fester Verbindung, die Gleba löst sich überall von ihr ab und wird aus ihr hervorgehoben. Der Kegel reisst in seinem untersten Theile quer durch; die mit dem Basalstücke zusammenhängende Portion bleibt mit letzterem als eine die Stielbasis umgebende napfförmige Scheide stehen; der obere Theil zerreisst in unregelmässige Fetzen, welche theils zwischen Hut und Stiel, theils auf der freien Aussenfläche des letzteren hängen bleiben (*Velum*). Während der Streckung nimmt der ganze Stiel nur wenig, der axile Raum dagegen bedeutend an Breite zu. Der Mechanismus der Streckung ist der gleiche wie bei *Ph. caninus*, die Kammern werden durch Luftausscheidung aufgeblasen, ihre Wände aufgerichtet und geglättet. Jede Vergrösserung der einzelnen Zellen hört vor der Streckung auf. Recht anschaulich wird dieses bei Betrachtung des oberen, nicht gekammerten Theiles der Stielwand; er nimmt an der Streckung keinen Antheil, sondern behält die ursprüngliche wellige Faltung immer bei. Die Streckung des Stieles geht bei *Ph. impudicus* rascher vor sich als bei *Ph. caninus*. Ob sie schon in $\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden vollendet ist, wie Corda angibt, lasse ich dahingestellt. Alle Exemplare, welche ich kurz nach Beginn der Streckung aufgeschnitten habe, zeigten sämmtliche Kammern der Stielwand gleichmässig, wenn auch erst unvollkommen aufgeblasen, eine basipetale Entfaltung konnte ich nicht finden. Das Aussehen und das weitere Schicksal des reifen gestreckten Pilzes ist zu allgemein bekannt, um hier noch beschrieben werden zu sollen. Vortreffliche Darstellungen davon, sowie von den der Streckung unmittelbar vorhergehenden Zuständen finden sich bei Corda (*Icon. V, p. 71—73, Taf. VII*) und bei Krombholz.

Was die feinere Structur der Organe von *Ph. impudicus* betrifft, so ist dieselbe der von *Ph. caninus* durchaus ähnlich, eine ausführliche Beschreibung von jedem einzelnen Organe daher überflüssig. Im Allgemeinen sind die Organe von *Ph. impu-*

dicus, zumal die verschiedenen Häute, dicker, derber und fester, als bei der anderen Art; die äussere Peridienhaut ist auf ihrer Oberfläche und in den Interstitien ihres derben Hyphengeflechtes mit reichlichen Ablagerungen von oxalsaurem Kalk versehen.

Das Organ, welches dem *Ph. impudicus* eigen ist und der anderen Art fehlt, nämlich der Hut, zeigt in seinem Bau wenig bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Er stellt eine derbe zähe Haut dar, gebildet aus einem vielschichtigen Geflechte dicht verfilzter ziemlich derbwandiger cylindrischer Hyphen.

Conda beschreibt noch ein anderes besonderes Organ des *Ph. impudicus*, nämlich den „inneren Strunkschleier“ eine mehr oder minder zerfetzte Haut, welche den axilen Hohlraum des gestreckten Stieles auskleidet. Diese Haut besteht einfach in den der Wand anhaltenden Resten des axilen Gallertstranges, welche bei *Ph. impudicus* derber und dauerhafter sind als bei *Ph. caninus*. Zumal in der Spitze des Stieles bleibt das Gallertgewebe auch nach der Streckung längere Zeit hindurch erhalten, es enthält hier vereinzelt sehr dicke und derbe Hyphen, welche es nach allen Richtungen hin durchziehen und zwischen den weicheren Elementen gleichsam ein festes Gerüste bilden. Die Oeffnung in der Spitze der Stielwand bleibt daher wie durch einen Pfropf, oder, von aussen betrachtet, wie durch ein Epiphragma geschlossen, nur bei ganz alten Exemplaren ist sie zuweilen offen.

Die Entwicklung der Sporen von *Ph. impudicus* ist von Lespiault (1845, l. c.), Tulasne (fung. hyp. Tab. XXI fig. X. 1851), Bonorden (Bot. Zeitg. 1851) dargestellt worden, und 1859 nochmals von Bail (Verhandl. Zool. Bot. Ges. Wien, 1859, Tab. I). Sie findet in der gleichen Weise statt wie bei der anderen Art und zwar fand ich die Sporen wie sie Tulasne abbildet ungestielt auf den Basidien sitzend, nicht von langen Stielen, welche Bonorden und Bail darstellen, getragen.

Die reifen Sporen von beiden Arten haben die Form cylindrischer, an beiden Enden abgerundeter Stäbchen; die von *Ph. caninus* sind $\frac{1}{300}$ bis $\frac{1}{250}$ Mm. lang und höchstens halb so breit; die von *Ph. impudicus* sind meist ein wenig kleiner, im Uebrigen jenen, soweit die Beobachtung reicht, ganz gleich. Die Membran der Sporen erscheint als einfache, ziemlich dunkle Linie; sie umschliesst einen homogen-trüben, oft von einzelnen kleinen Vacuolen unterbrochenen Inhalt. Aussen um die Membran geht bei Sporen, welche in Wasser liegen, ein ziemlich breiter, blasser, nicht scharf umschrie-

bener Hof, welcher, wie es scheint, das Vorhandensein einer gallertigen Aussenhaut oder Hülle um die Sporen anzeigt. Einzeln betrachtet erscheinen die Sporen blassgelblich, fast farblos, in einer dünnen Schicht schmutzig-gelbbraun bis gelbgrün; hiernach und nach den mitgetheilten entwicklungsgeschichtlichen Daten dürfte die dunkle Farbe der reifen Gleba allein von den in ungeheurer Menge angehäuften Sporen herrühren.

Bringt man von der Gleba eines reifen Pilzes eine kleine Portion in reines Wasser, so zeigen die Sporen unter dem Mikroskop eine schwach hin und her oscillirende oder wackelnde Bewegung, welche unabhängig ist von den stärkeren Strömungen, die in dem Wasser durch Erschütterungen u. s. w. hervorgerufen werden. Lässt man eine relativ grosse Wassermenge mehrere Stunden lang einwirken, so werden die Oscillationen allmählig schwächer, hören jedoch selten ganz auf. Diese Erscheinungen treten in ganz der gleichen Weise ein, sowohl an ganz frischen Sporen, als an solchen, welche Jahre lang trocken oder in Weingeist aufbewahrt oder durch Jod, durch Kochen in Wasser getödtet sind, sie sind also nicht als Eigenthümlichkeiten der lebenden Spore, sondern als rein physikalische Erscheinungen zu betrachten. Bringt man zu den in Wasser oscillirenden Sporen Alkohol, so hört die Bewegung sofort auf, um wieder zu beginnen, sobald der Alkohol durch Wasser ersetzt wird; man kann dies viele Male mit gleichem Erfolg wiederholen. Wie oben erwähnt wurde, sind die Sporen einer in Wasser zerfliessenden, aus den Membranen der Gleba entstandenen Gallerte eingebettet, die sich mit der Reife vielleicht auch theilweise in gummiartige, in Wasser wirklich lösliche Stoffe umsetzt. Man kann sich sowohl an dem unversehrten Pilz als an mikroskopischen Präparaten jeder Art leicht überzeugen, dass die Gallerte durch Alkohol sofort erhärtet, in Wasser wiederum sofort bis zum Unkenntlichwerden zerfliesst. Aus dieser Reihe von Erscheinungen folgt, wie mir scheint, dass die Oscillationen der Sporen in den Bewegungen ihren Grund haben muss, welche bei der Quellung oder theilweisen Auflösung der Gallerte in dem Wasser entstehen und so kleinen Körperchen wie die Sporen sind, mitgetheilt werden.

Die Oscillationen der Phallussporen sind denen durchaus gleich, welche bei den sogenannten Spermarien der Pyrenomyceten, Uredineen u. s. w. allgemein beobachtet werden. Letztere sind gleich den Phallussporen einer meist leicht nachweisbaren Gallerte oder gummiartigen Substanz eingebettet, welche in Wasser zerfliesst, in Alkohol erhärtet; ihre Grösse ist der der Phallussporen nahezu gleich oder geringer. Die Oscillationen dieser Körper dürften hiernach auch den gleichen Grund haben wie die der Phallussporen. Ich habe das Verhalten der frischen und getödteten Spermarien von

Cytispora incarnata Fr. und von *Acrostalagmus*³¹⁾ in Alkohol, Wasser u. s. w. in derselben Weise untersucht wie das der Phallussporen und dem letzteren ganz gleich gefunden.

Noch eine Aehnlichkeit der Phallussporen mit manchen Spermation mag hervorgehoben werden. Bekanntlich stinkt *Ph. impudicus* zur Zeit seiner vollen Reife stark und eigenthümlich. Die eben aus der Peridie hervorbrechende Gleba hat dagegen, wie auch Tulasne bemerkt (Fung. Carpolog. I, 40) einen besonderen, nicht unangenehmen Geruch, der sich nicht beschreiben lässt, aber wie mir vorkommt entschieden an den der Uredineenspermagonien erinnert. Diesen Geruch finde ich wieder beim Anfeuchten einer Gleba, welche fast zwei Jahre trocken dagelegen hatte, während der widerliche Gestank beim Trocknen zu verschwinden scheint.

Endlich besteht eine weitere Aehnlichkeit zwischen den meisten sogenannten Spermation und den Phallussporen leider darin, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, ihre Keimung zu beobachten. Alle Versuche, welche ich hierzu gemacht habe, sind erfolglos geblieben und Anderen ist es nicht besser gegangen. Denn die angebliche Keimungsgeschichte des *Ph. impudicus*, welche Oschatz (Nov. Act. Nat. Cur. XIX, II) gegeben hat, besteht, wie sachkundige Kritiker längst anerkannt haben (Tulasne, fung. carpol. I, p. 91; Hoffmann, Index fung.) aus einer ununterbrochenen Reihe von Verwechslungen und Irrthümern.

IV. *Syzygites megalocarpus*.

(Tafel XXX und XXXI.)

Im Jahre 1829 hat Ehrenberg³²⁾ unter dem in der Ueberschrift genannten Namen einen Schimmelpilz beschrieben, welcher sich von allen anderen dadurch auszeichnet, dass seine grossen Früchte aus einer paarweisen Vereinigung keulenförmiger

³¹⁾ Vergl. Hoffmann, Bot. Zeitg. 1854, Nro. 15 u. 16. Die Form, welche ich untersucht habe, *Ac. cinnabarinus* stimmt mit der Hoffmann'schen vollkommen überein, nur habe ich ihre Sporen, welche von Hoffmann gewiss mit Recht den Spermation anderer Pilze verglichen werden, in grosser Menge keimen sehen und aus denselben mehrere einander gleiche Generationen von *Acrostalagmus*pflänzchen erzogen.

³²⁾ *Syzygites*, eine neue Schimmeligattung. Verhandl. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. I (1829) p. 98, Taf. II und III.

Fruchtzweige entstehen. Ehrenberg's vortreffliche Darstellung lenkte die allgemeine Aufmerksamkeit auf den sonderbaren Pilz, er wurde allgemein bekannt und vielfach besprochen, aber meistens nur auf Grund der Beobachtungen seines Entdeckers. Von späteren Originalarbeiten fügte die mit schönen Abbildungen versehene Darstellung, welche wir Corda³³⁾ verdanken, den Angaben Ehrenberg's nur einige wenig bedeutende Einzelheiten hinzu; und die noch späteren Beobachtungen Bonorden's³⁴⁾ brachten nicht nur nichts Neues, sondern stehen hinter denen seiner Vorgänger entschieden zurück. Erst Tulasne brachte in einer kurzen Mittheilung³⁵⁾ wesentliche Erweiterungen und Berichtigungen von Ehrenberg's und Corda's Angaben, theils in Beziehung auf die Form selbst, welche *Syzygites* genannt worden war, theils indem er zuerst aussprach, dass die unter dem Namen *Sporodinia grandis* Lk. bekannte Pilzform mit *Syzygites* dem Entwicklungskreise einer und derselben Species angehört. Ich habe in einer ebenfalls kurzen Mittheilung³⁶⁾ Tulasne's Ansicht zu bestätigen gesucht, und zwar auf Grund von Untersuchungen, welche von den allerdings früher vollendeten Tulasne'schen in keiner Weise beeinflusst waren. Da seither über den in Rede stehenden Gegenstand nichts bekannt geworden ist, da *Syzygites* aber jedenfalls zu den interessantesten Pilzen und besonders zu denjenigen gehört, welche am meisten zur Demonstration des Dimorphismus der Pilzfrüchte geeignet sind, da endlich Bonorden³⁷⁾ in diesen Tagen einen wunderlichen Feldzug gegen die Lehre vom Dimorphismus und Pleomorphismus der Pilze eröffnet hat; so mag es wohl erlaubt sein, meine erwähnten Untersuchungen hier etwas ausführlicher mitzutheilen, sei es auch nur um die Darstellungen, die wir von anderer Seite wohl erwarten dürfen, zu bestätigen oder zu ergänzen.

Syzygites megalocarpus findet sich in Wäldern auf faulenden fleischigen Schwämmen, und zwar, wie schon durch Ehrenberg und Corda bekannt ist, auf sehr verschiedenen Arten derselben. Sein Mycelium ist in dem Gewebe der Schwämme

³³⁾ Corda, Prachtflora Europ. Schimmelbildungen. (1839) p. 49, Tab. 23.

³⁴⁾ Bonorden, Allgem. Mycologie p. 127. (1851.)

³⁵⁾ Tulasne, Comptes rendus. Tom. 41 (1855), p. 617. Auch Fung. Carpol. I, p. 64, 78.

³⁶⁾ de Bary, Untersuchungen über d. Conjugaten p. 65. (1858).

³⁷⁾ Abhandlungen aus dem Gebiete der Mycologie. Halle 1864. Ich erwähne diese Arbeit hier, weil sie mich wirklich veranlasst hat, die Beobachtungen über *Syzygites* jetzt zu veröffentlichen, als eine Art Erwiderung auf die Polemik ihres Autors gegen die Lehre von der Pleomorphie der Pilze. Näher auf die Polemik einzugehen, wäre verlorene Mühe.

weit verbreitet und besteht aus derben, reich verzweigten geschlängelten und oft abwechselnd eingeschnürten und varicösen Schläuchen, welche stellenweise mit zahlreichen Querwänden versehen, oft aber auch auf lange Strecken ganz querwandlos sind. Die Schläuche enthalten dicht körniges, von vielen Vacuolen durchsetztes Protoplasma und besitzen eine farblose, mässig dicke ungeschichtete Membran. Mit wässriger Jodlösung behandelt wird letztere sofort schön rothviolett gefärbt; setzt man Schwefelsäure zu, so verschwindet diese Farbe augenblicklich, die Membran quillt rasch auf die doppelte Dicke auf und bleibt farblos, mit dem matten bläulichen Glanze, welcher in Wasser liegenden gelatinösen Zellmembranen eigen ist. Chlorzinkjodlösung ruft eine ähnliche, doch mehr ins Braunrothe stechende Färbung hervor, wie Jod allein

Zahlreiche Zweige der Myceliumschläuche laufen gegen die Oberfläche des von Syzygites bewohnten Schwammes, schwellen dicht unter dieser an und treten dann über dieselbe hervor, um zu den fruchttragenden Aesten oder Fruchträgern heranzuwachsen, welche auf der Oberfläche des Schwammes meistens dichte Rasen bilden.

Der Fruchträger ist anfangs ein gerade aufrechter einfacher stumpf cylindrischer Schlauch (Fig. 5*b*). Hat er eine Höhe von etwa 2 Mm. erreicht, so gabelt er sich an seiner Spitze in meistens drei, seltener zwei gleichstarke Hauptäste, die sich ihrerseits alsbald wiederum fünf- bis mehrmals gabelig verzweigen, und zwar in den von mir beobachteten Fällen immer dichotom, nach Corda auch dreigabelig. Mit jedem höheren Grade der Verzweigung nimmt die Dicke der Zweige ab; die des letzten wachsen zu langen dünnen Haaren aus. Alle sind abstehend-aufrecht, manche dabei oft paarweise zangenförmig gegeneinander gekrümmt; doch fand ich diese Krümmung durchaus nicht immer, und nie so beträchtlich wie sie Corda abbildet (s. Fig. 6). Bis gegen die Zeit der Reife hin ist der Fruchträger ein verästelter durchaus querwandloser Schlauch, welcher mit farbloser Membran und farblosem dicht körnigem Protoplasmahalt versehen, daher in reflectirtem Lichte weiss ist. Seine Wand zeigt in der Jugend das gleiche Verhalten gegen Jod wie die des Myceliums, nur die oberen Gabelzweige sah ich nie violett werden.

An den Gabelzweigen, zweiten bis fünften, manchmal auch höheren Grades entstehen die Anlagen der Fructificationsorgane, welche in den zunächst zu betrachtenden typischen Fällen folgende Entwicklung zeigen. Zwei benachbarte Gabelzweige, welche entweder gleichen oder verschiedenen Grades sein und dem nämlichen oder verschiedenen Hauptästen angehören können, treiben auf gleicher Höhe je eine seitliche stumpfe dicke Ausstülpung. Beide Ausstülpungen wachsen in horizontaler Richtung gegen

einander und treten sehr bald, d. h. bevor ihre Länge mehr als das Zwei- bis Dreifache der Dicke der Tragzweige beträgt, mit ihren Enden in innige Berührung. Jede nimmt dabei eine verkchrt-kegel- oder kurz-keulenförmige, leicht gekrümmte Gestalt an, nach welcher sie Fruchtkeulen genannt werden können; beide bilden, von dem Momente ihrer Berührung an, mit einander einen spindelförmigen, leicht nach oben gekrümmten Körper, welcher quer zwischen die beiden Tragzweige gestellt ist (Fig. 6).

Die Structur der Fruchtkeulen ist zunächst der der Zweige, von welchen sie getragen werden, im Wesentlichen gleich. Ihr Lumen steht mit dem der letzteren in offener Communication, an der Berührungsfläche ist eine jede durch ihre Membran geschlossen, beide also durch eine aus zwei Lamellen bestehende Scheidewand von einander getrennt. Diese ist eben, die Kanten, in welchen sie mit den Seitenwänden zusammenstösst, jedoch abgerundet, daher verläuft rings um den Rand der Scheidewand eine mehr oder minder tiefe Einschnürung. Letztere fand ich in jugendlichen Zuständen immer von einer dünnen Membran, wie von einer Scheide überzogen, welche straff ausgespannt und meist ohne sich in die Einschnürung einzufalten von der Seitenwand einer Fruchtkeule zur andern verläuft, gerade wie die Scheiden vieler Confervenfäden über den Rand der Querwände hinlaufen. An der Seitenwand der Keulen verliert sich diese Scheide in den Aussencontour der Membran (Fig. 7, 8). Ich fand sie von den jüngsten Entwicklungszuständen an bis zur Vollendung der Copulation, ihre Entstehung ist mir nicht klar geworden.

Die einander berührenden Keulen wachsen nun, indem sie ihre Form und Structur im Wesentlichen beibehalten, zu einer bedeutenden Grösse heran, so dass der spindelförmige Körper, den sie mit einander bilden, dem blossen Auge leicht erkennbar wird. Ihr Protoplasmahalt vermehrt sich dabei fortwährend, in durchfallendem Lichte erscheinen sie alsbald dunkel und ganz undurchsichtig, in reflectirtem röthlich, welche Farbe von den im Protoplasma suspendirten zahlreichen Fetttröpfchen herrührt, die in grosser Menge gesehen besagte Färbung zeigen. Die rasche und gewaltige Vermehrung des Protoplasma in den Keulen kann nicht wohl auf andere Weise geschehen, als dadurch, dass jenes aus dem Mycelium durch den Fruchträger in dieselben einströmt. Ehrenberg hat dieses Einströmen direct beobachtet, ich habe versäumt darauf genauer zu achten, dafür aber oft eine strömende Bewegung beobachtet, welche man sich wohl hüten muss mit dem normalen Fortrücken des Protoplasma zu verwechseln. Bringt man nämlich junge unversehrte Fruchträger in Wasser, so platzt die Membran der-

selben meistens unverzüglich an einem oder an mehreren Punkten, aus dem Risse strömt Protoplasma aus und das in den entlegeneren Theilen des Schlauches befindliche rückt in raschem Strome und oft auf weite Strecken hin nach. Ganz besonders häufig entsteht der Riss an der Basis der Fruchtkulen und zwar auf ihrer unten liegenden mit dem Wasser zuerst in Berührung gekommenen Seite, es sieht alsdann aus, wie wenn das Protoplasma wirklich in die Keule einströme, allein in allen Fällen, welche ich genau untersucht habe, lag eine auf der erwähnten Erscheinung beruhende Täuschung vor. Man sollte nun allerdings meinen, eine solche wäre leicht zu vermeiden, aber in Wirklichkeit ist es, wegen der Dicke und Undurchsichtigkeit der Keulen und wegen der zahlreichen und oft sehr verworrenen Gabelzweige, von welchen diese umgeben sind, oft sehr schwer den Riss in der Membran und selbst die ausgeflossene Protoplasmanasse zu finden.

Wenn die Keulen ihre definitive Grösse erreicht haben, dann tritt in jeder eine der Scheidewand parallele Querwand auf, welche das der anderen zugekehrte Drittel einer jeden als besondere Zelle abgrenzt (Fig. 7). Ich will letztere die Fruchtzelle und den andern Theil der Keule den Träger oder Suspensor der Fruchtzelle nennen. Beide Fruchtzellen sind nach ihrer Abgrenzung noch eine Zeit lang durch die ursprüngliche Scheidewand von einander getrennt (Fig. 7), diese verschwindet jedoch bald und beide Fruchtzellen vereinigen sich hiermit zu einer einzigen. Sie verändern hierbei, soviel ich wahrnehmen konnte, ihre Form und Structur zunächst nicht, das Protoplasma zieht sich nicht von der Wand zurück. Das Verschwinden der Scheidewand beginnt mit einem Dünnerwerden und endlicher Perforation ihrer Mitte und schreitet von hier gegen den Umfang fort; ich fand sie einige Male (Fig. 8) in der Mitte mit einer noch engen, höchst dünnrandigen Oeffnung versehen, den grösseren peripherischen Theil dagegen noch erhalten. Es ist wegen der Dicke und Undurchsichtigkeit der Fructificationsorgane oft nicht ganz leicht, von dem soeben beschriebenen Entwicklungsgange eine klare Anschauung zu erhalten. Ich bemerke daher, dass ich nach vielem Hin- und Herprobiren die besten Präparate dadurch erhalten habe, dass ich die Exemplare des Syzygites einige Minuten in sehr verdünnte Salzsäure brachte und dann in Wasser liegend untersuchte. In besagtem Reagens bleibt das Protoplasma gleichförmig-körnig und zieht sich meist scharf umschrieben von der Wand zurück, auch trennen sich häufig die beiden Lamellen, aus welchen die Scheidewand zwischen den Fruchtkulen besteht, nach Einwirkung der Säure leicht von einander, man kann daher das Verhalten der verschiedenen Membranen genau beobachten. Wendet man Wasser allein,

oder Alkohol, Lösungen von Zucker, Chlorzinkjod, Jod u. s. w. an, so wird die Beobachtung meistens unsicher, weil die Membranen platzen, oder mit dem Inhalt col-labiren, oder letzterer noch trüber und dunkeler wird als im frischen Zustande.

Die aus der Vereinigung der beiden Fruchtzellen entstehende Zelle dient der Fortpflanzung wie allgemein angenommen und in Folgendem bewiesen werden wird; sie entsteht der obigen Darstellung zufolge durch die Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter gleichwerthiger Zellen, also durch einen ächten Copulationsprocess, sie wird daher als Copulationszelle oder Zygospor³⁵⁾e zu bezeichnen sein. Unmittelbar nach ihrer Entstehung hat sie die Form und Structur, welche den beiden Zellen zukam, aus deren Vereinigung sie entstanden ist; also die Gestalt eines zwischen beiden Suspensoren quer gestellten Cylinders; auch die dem Rande der Scheidewand entsprechende Einschnürung ist anfangs noch vorhanden (Fig. 8). In den meisten Fällen nimmt nun die Zygospor³⁵⁾e noch bedeutend an Grösse zu und erhält die Gestalt einer gestreckten oder fast kugeligen Tonne, deren leicht convexe oder ebene Endflächen den Suspensoren ansitzen (Fig. 13—18). Seltener behält sie cylindrische Form (Fig. 12) oder bleibt in der Mitte eingeschnürt, wie in Corda's Figur 14. Gleichzeitig mit der Vergrösserung und Gestaltveränderung wird die Membran der Zygospor³⁵⁾e stark verdickt und in drei Schichten gesondert, welche schon sehr bald nach der Copulation unterscheidbar und zur Zeit der Reife folgendermassen beschaffen sind (Fig. 10, 13, 14). Zu äusserst verläuft um die Seitenwand der Zygospor³⁵⁾e eine dünne, glatte, erst farblose, später gelblich-braune Haut, welche sich sowohl in die Seitenwände der Suspensoren als auch in die Querwände, durch welche die Fruchtzellen zuerst abgegrenzt wurden, fortsetzt, also der primären Membran der neugebildeten Zygospor³⁵⁾e entspricht. Dieser Haut innen angelagert ist eine zweite, meist sehr derbe und dunkelbraune, welche ich Aussenhaut der Zygospor³⁵⁾e oder Episporium nennen will; sie liegt der primären Haut entweder überall fest an oder ist an den Kanten derart abgerundet, dass hier eine dreikantige ringförmige Lücke zwischen beiden Membranen bleibt. Auf den beiden Endflächen der Zygospor³⁵⁾e ist die Aussenhaut stets glatt, homogen und dünner als auf der Seitenfläche; letztere ist mit zahlreichen groben stumpfen Warzen bedeckt, welche mehr oder minder stark nach aussen vorspringen und keine Verdickungen, sondern hohle Vortreibungen der Membran darstellen, daher als helle, von Doppellinien umschriebene Kreise erscheinen, wenn man bei Betrachtung der Oberfläche

³⁵⁾ Vergl. meine Untersuch. ub. d. Conjugaten pag. 57—65.

der Seitenwand, ihre Basis scharf einstellt. Der Aussenhaut innen angelagert ist endlich das Endosporium, eine dicke, weiche und zähe, geschichtete glashelle Haut, deren Endflächen gleichfalls ganz glatt sind, während die Seitenfläche zahlreiche stumpfe Warzen zeigt, die genau in die Höhlungen der Prominenz der Aussenhaut passen. In der ersten Jugend (Fig. 10) sind diese Warzen gleichfalls hohle Vortreibungen oder Falten, an der reifen Zygosporie (Fig. 14) sitzen sie dagegen als feste solide Körper dem Endosporium aussen auf. So sehr dieses auch einer gewöhnlichen geschichteten Cellulosehaut ähnlich sieht, so konnte ich an ihm doch niemals durch Reagentien eine Blau- oder Violett färbung erhalten. In einigen wenigen Fällen fand ich bei kleinen reifen Zygosporien die Warzen der beiden Häute nicht oder kaum angedeutet (Fig. 12). Der Inhalt der Zygosporie besteht entweder aus einem gleichförmig-grobkörnigen dichten Protoplasma von matt orangerother Farbe, oder aus farblosem Protoplasma, in welchem zahlreiche dicke orangerothe Fetttropfen suspendirt sind. Letztere wurden seit Ehrenberg als Sporen, die Zygosporie als deren Mutterzelle, also Sporangium beschrieben; erst Tulasne hat den Sachverhalt richtig dargestellt.

Bis nach Vollendung des Copulationsprocesses bleibt der Fruchträger wie zu Anfang gebaut, nur wird er allmählich protoplasmaärmer. Sind die Zygosporien gebildet, so nehmen theils die Suspensoren derselben an Grösse noch zu, indem sie sich entweder vorzugsweise in die Länge strecken oder zu birnförmiger Gestalt anschwellen; theils findet in den Gabelzweigen, zumal in den haarförmigen Enden derselben noch eine deutliche Längsstreckung statt. Zugleich wird der ganze Fruchträger durch zahlreiche Querwände in zahlreiche cylindrische Zellen von sehr ungleicher Länge abgetheilt (Fig. 11), welche, soviel ich beobachten konnte, gleichzeitig in allen Theilen des Fruchträgers zu entstehen scheinen, in den oberen Dichotomien am zahlreichsten sind und in dem Stamme oft ganz fehlen. Alle Membranen werden dabei dicker und derber, oft sehr stark verdickt und deutlich geschichtet und erhalten eine braungelbe Farbe, welche gegen den Grund des Fruchträgers hin an Intensität stetig zunimmt. Der Protoplasmainhalt verschwindet während dessen bis auf spärliche braun werdende und schrumpfende Reste. Der Fruchträger hat hiermit die Beschaffenheit eines braunen Fadens erhalten, der unten einfach, plötzlich reich verzweigt ist; die unteren Ramificationen bilden ein aus verworrenen Aesten und schwarzbraunen Zygosporien bestehendes Knäuel, welches von den gestreckten Enddichotomien wie von einem langen Haarbusche überragt wird. Es wurde schon oben gesagt, dass die Fruchträger in dichten Rasen bei einander zu stehen pflegen; ihre Aeste verflechten sich daher oft unentwirrbar in einander und man kann bei

der Reife meistens den ganzen Rasen wie ein dichtes haariges Fell von dem Substrat abziehen.

Bei der dichten Verflechtung der Träger mit einander ist es oft nicht leicht genau zu bestimmen, wie viele Zygosporen an den einzelnen zur Reife kommen. Doch ist ihre Zahl gewöhnlich nicht gross und mag in der Regel 2—6 betragen. Kaum ein einziges Exemplar dürfte aber vorkommen, an welchem nicht weit zahlreichere Fruchtkelchpaare angelegt als Zygosporen gebildet werden. An den Gabelungen, welche die reifen Zygosporen überragen, findet man solche Paare in allen Grössen. Sie nehmen, wenn jene reif werden, die Structur und braune Farbe der Gabelzweige an, und hiermit steht wie bei diesen ihr Wachsthum still. Was Corda und Bonorden als jugendliche Entwicklungszustände der Syzygitesfrüchte abbilden, sind solche verspätete und stets unentwickelt bleibende Fruchtanlagen, denn die erwähnten Abbildungen stellen überall die Membranen schon branngefärbt dar, fortbildungsfähig sind aber nur ganz farblose Exemplare.

Viele der auf jugendlicher Stufe stehenden Fruchtanlagen stellen einfache flach halbkugelige bis keulen- und birnförmige Aussackungen der Schlauchwand dar, in welchen eine Abgrenzung der Fruchtzellen nie zu Stande kommt. Sehr oft findet man aber auch solche Keulen, welche die Grösse copulirender erreichen, wie diese die Fruchtzellen bilden, aber miteinander nur in loser Berührung stehen, ohne zu verwachsen oder gar zu verschmelzen. Nichtsdestoweniger nehmen bei diesen die Fruchtzellen meistens genau den Bau der Zygosporen an, sie unterscheiden sich von diesen nur durch meistens geringere Grösse, und dadurch, dass ihre an den Suspensor grenzende eine Seite glatt bleibt, während die ganze übrige Oberfläche warzig wird (Fig. 11. 19). Man kann hierdurch auch bei solchen Fortpflanzungszellen, welche von ihren Trägern losgerissen sind, deutlich erkennen, ob sie Zygosporen oder Organe von der letztbeschriebenen Entstehung, die Azygosporen heissen mögen, sind. Erstere haben immer zwei glatte runde Endflächen und eine warzige Seitenfläche, bei letzteren ist nur ein kleines kreisförmiges Stück der Oberfläche glatt, der ganze übrige meist viel grössere Theil warzig. In allen Syzygitesrasen, welche ich untersuchte, habe ich zahlreiche Azygosporen gefunden. Corda bildet einen Fruchträger ab, welcher ausschliesslich mit Azygosporen versehen ist³⁹).

³⁹) Corda l. c. Fig. 4. Ob solche Exemplare den Azygites Mougeolii Fries darstellen, wie Corda glaubt, oder ob dieses von einem anderen, durch Tulasne aufgefundenen Pilze gilt, lasse ich dahingestellt. Vgl. Fries, S. M. III, 330. Tulasne, Sel. fung. Carpolog. I, p. 61.

Die ganze Entwicklung der Fruchträger bis zur Reife wird binnen etwa 24 Stunden vollendet. Auf geeignetem Substrat vergrößern sich die fruchtragenden Rasen von Tag zu Tag in centrifugaler Richtung, wie dies schon von Ehrenberg sehr anschaulich beschrieben worden ist.

Schon von seinem Entdecker wurde der *Syzygites* in Gesellschaft der stattlichen, fleischige Schwämme bewohnenden Hyphomycetenform gefunden, welche von Link *Aspergillus maximus* und später *Sporodinia grandis* genannt worden ist⁴⁰⁾. In der That wachsen beide Pilzformen der Regel nach gesellig bei einander, entweder so, dass die langen Fruchträger der *Sporodinia* allenthalben in Menge zwischen denen des *Syzygites* hervorkommen, die letzteren überragend und oft ganz verdeckend, oder so, dass am Rande des *Syzygites*rasens dicht gedrängte oder vereinzelte *Sporodinia*-Individuen stehen. Ich erinnere mich nicht, *Syzygites*rasen gefunden zu haben, denen die *Sporodinia* gänzlich gefehlt hätte, wenn diese auch in einzelnen Fällen erst nach mehrtägiger Cultur an dem Rande der Rasen erschien. *Sporodinia* ohne *Syzygites* findet man zuweilen.

Das Mycelium der *Sporodinia* ist von dem des *Syzygites* nicht zu unterscheiden; gleich letzterem zeigt seine Membran, so lange sie jugendlich ist, die oben beschriebene Violettfärbung durch Jod und Wiederentfärbung durch Schwefelsäure. Die fruchtragenden Zweige desselben treten an die Oberfläche des Substrats, schwellen hier zu einer viel beträchtlicheren Dicke als die in dem Schwammgewebe verbreiteten an, und strecken sich zu cylindrischen Schläuchen, welche eine Länge von 1—2 Cm. erreichen. Sie sind anfangs aufrecht und bleiben es, wo sie in Menge bei einander stehen, indem einer den anderen stützt; wo sie einzeln stehen, da werden sie meistens bald durch das Gewicht ihres oberen Theiles niedergebogen. Ihre Spitze theilt sich wenigstens fünf- bis sechsmal in kurze, stumpfwinkelig divergirende Gabelzweige; die Theilung ist meist regelmässig und streng dichotom und die Verzweigungsebenen der aufeinander folgenden Ordnungen schneiden einander rechtwinklig (Fig. 1). Alle Zweige sind anfangs ziemlich genau cylindrisch, die des letzten Grades an der Spitze stumpf abgerundet. Bald beginnt in diesen die Sporenbildung, welche genau, der für *Mucor* bekannten entspricht. Die Zweigenden schwellen zu kugeligen Blasen an, in welche reichliches körniges Protoplasma einströmt, und welche bald durch eine nach oben con-

⁴⁰⁾ Vgl. Ehrenberg, *Silv. myc. Berolin.* p. 24. Link, in Willdenow. *Spec. plant.* VI. p. 94. Fries, *Syst. mycol.* III, 378, 88. Erstgenanntes Citat entnehme ich den anderen genannten Schriften, weil mir die *Silv. mycol.* fehlen.

vexe Querwand als Sporangiumzellen von ihrem Träger abgegrenzt werden. Dann zerfällt das Protoplasma der Sporangien mit einem Male in eine Anzahl verschieden grosser Portionen, welche ihre Oberfläche rasch abrunden, mit einer Membran umgeben und sich zu den Sporen ausbilden (Fig. 2). Die Wand des Sporangiums ist farblos, sehr zart und vergänglich. Bringt man reife Exemplare in Wasser, so verschwindet sie sofort; an älteren Exemplaren scheint sie immer zerstört zu werden, die Sporen sind zu nackten Köpfchen rings um die vorgewölbte (der sogenannten Columella von *Mucor* entsprechende), untere Wand des Sporangiums angehäuft und fallen leicht ab (Fig. 1)

Bis zur Abgrenzung der Sporangien, oft selbst bis zur Periode der Sporenbildung ist der Fruchtträger der Sporodinia ein durchaus querwandloser Schlauch, von Protoplasma erfüllt, welches ich in dem Stamme und den Gabelzweigen immer farblos, in den jungen Sporangien dagegen, in Uebereinstimmung mit Tulasne, häufig blass röthlich oder orange gefärbt, manchmal auch farblos fand. Die Membran ist gleichfalls farblos, sie zeigt in der Jugend das gleiche Verhalten zu Jod und Schwefelsäure, wie bei *Syzygites*, nur dass die violette Färbung heller ist wie bei diesem. Die Wand der Sporangien sah ich (ebensowenig wie die Sporenmembran) nie durch Jod violett werden. Sobald die Sporangien gebildet sind, oder manchmal noch später, treten in dem ganzen Schlauche und seinen Verzweigungen zahlreiche ordnungslos gestellte Querwände auf, alle wie es scheint mit einem Male, eine Erscheinung, welche wiederum an *Syzygites*, aber auch an die Mehrzahl der gewöhnlichen *Mucor*formen erinnert. Zugleich schwellen die Enddichotomien, welche die Sporangien tragen, zu breiten, langlichen, eiförmigen oder keulenförmigen Blasen an, und gleichzeitig mit diesen Veränderungen vermindert sich die Protoplasamenge bis auf geringe Ueberbleibsel, während die Membranen allenthalben dicker, fester und grau- oder gelblich braun gefärbt werden (Fig. 1).

Die reifen Sporen (Fig. 3—5) sind meistens rundlich oder breit oval, viele aber auch höchst unregelmässig eckig und wunderlich gestaltet; ihre Grösse ist sehr ungleich, sie schwankt zwischen $\frac{1}{90}$ und $\frac{1}{25}$ Mm. Sie sind mit einer glatten, homogenen, hellbraunrothen Aussenhaut und einem sehr zarten farblosen Endosporium versehen und im frischen Zustande mit dichtkörnigem Protoplasma erfüllt.

Nach dem Mitgetheilten ist es einleuchtend, dass zwischen Sporodinia und *Syzygites* in vielen Punkten eine grosse Aehnlichkeit besteht, und wenn man ihr fast constantes geselliges Vorkommen und besonders den Umstand in's Auge fasst, dass beiden genau ein und dasselbe Mycelium eigen ist, so liegt die Vermuthung sehr nahe, dass beide

verschiedene Organe einer und derselben Pflanze sind. Bewiesen ist diese Vermuthung durch die mitgetheilten Daten allerdings noch nicht, wenngleich in der vollkommenen Gleichheit der Mycelien, aus welchen beide Fruchtformen hervorgehen, ein gewichtiges Argument für dieselbe liegt, denn die Mycelien verschiedener Pilzarten oder gar Gattungen sind in der Regel, wenn man sie genauer untersucht, weit deutlicher von einander verschieden als gemeinlich angenommen zu werden pflegt. Tulasne gibt an, dass die Syzygites- und Sporodiniafrucht auf verschiedenen Zweigen eines und desselben Fruchtträgers gebildet werden, ein Verhalten, welches, wenn es constant vorkäme, jede weitere Beweisführung für ihr Zusammengehören überflüssig machen würde. Ich will die Richtigkeit von Tulasne's Beobachtung nicht bestreiten, muss aber doch die erwähnte Erscheinung für eine äusserst seltene halten, denn bei sehr zahlreichen Exemplaren, welche ich seit 1856 alljährlich untersucht habe, fand ich beiderlei Fruchtformen immer unzweifelhaft je auf besonderen aus dem Substrat hervorkommenden Trägern. Nach diesen Beobachtungen musste ich nach einem weiteren Beweise für die Zusammengehörigkeit beider Formen suchen und dieser wird in durchaus vorwurfsfreier Weise durch die Keimungsgeschichte geliefert.

Aussaaten von Zygosporien des Syzygites werden häufig durch die lästigen Feinde solcher Untersuchungen, die Chytridien zerstört; doch kann ich wenigstens von einer vollkommen gelungenen berichten. Reife Zygosporien und Azygosporien, am 1. November gesammelt, wurden am 5. November möglichst sorgfältig gereinigt und in ein Schälchen mit Wasser gebracht, in den nächstfolgenden Wochen zu wiederholten Malen gereinigt und mit frischem Wasser versehen. Bis zum 25. November zeigten sie keine Veränderung; ob eine solche in dem Protoplasma stattfand, musste wegen der Undurchsichtigkeit der braunen Aussenhaut unentschieden bleiben. Am Vormittage des bezeichneten Tages wurde die ganze Aussaat durchgemustert und zwei Keimungen gefunden: schon am Nachmittag waren einige weitere vorhanden, bis zum 5. December kamen täglich neue hinzu, alle verhielten sich untereinander im Wesentlichen gleich.

Der Beginn der Keimung (Fig. 15) wird dadurch angezeigt, dass die braune Aussenhaut an einer Seite weit aufreißt, sie wird gesprengt durch die nach allen Seiten sich ausdehnende Innenzelle. Diese stellt eine prall gespannte Blase dar, deren Membran jetzt, offenbar in Folge der Ausdehnung, weit dünner als zur Zeit der Reife und auf der Oberfläche immer ganz glatt ist. Sie ist angefüllt von dichtem, undurchsichtigem (in reflectirtem Lichte weiss aussehendem) gleichförmig feinkörnigem Protoplasma. An der durch den Riss des Episoriums frei gelegten Seite treibt das Endo-

sporium alsbald zwei, seltener vier dicht neben einander entspringende Keimschläuche, sehr selten nur einen einzigen (Fig. 16 — 18). Die Schläuche entstehen wie die für die Keimung der meisten Pilzsporen bekannten. An ihrer Bildung nimmt nur die Protoplasmamasse und die diese muleidende innerste Membranschicht Theil, die äusseren Lagen des Endosporiums werden von dem Schlauche durchbohrt.

Lässt man die Keimschläuche in Wasser liegen, so verzweigen sie sich meistens nahe bei ihrer Ursprungsstelle dichotom, die Aeste wachsen dann zu einer bedeutenden Länge heran, wobei sie sich wellig krümmen oder spiralgig winden und zuweilen noch einmal dichotom verzweigen. Selten fand ich die Keimschläuche ganz unverzweigt. In dem Maasse als sie sich strecken, rückt das Protoplasma mit ihrer Spitze vorwärts, das Endosporium wird allmählich entleert. Querwände fand ich in jungen Keimschläuchen hier und da vereinzelt (Fig. 17), in der Regel fehlen sie. Nach einiger Zeit steht das Wachstum der im Wasser bleibenden Schläuche still und sie sterben ab. Bringt man dagegen Zygosporen, welche in Wasser schon zu keimen begonnen haben, auf eine nur feuchte Unterlage, so richtet sich die Spitze der Keimschläuche senkrecht auf, sie verzweigen sich ein- bis zweimal dichotom, und strecken sich dann rasch auf eine Länge von 1 bis 2 Cm., indem sie gleichzeitig viel dicker als die im Wasser wachsenden werden. Mit der Streckung sinken sie meist um, so dass ihre Spitze den Boden berührt. Endlich hebt an der Spitze eine neue dichotome Verzweigung an: sie erhält alle Eigenschaften der oben beschriebenen Fruchträger von Sporodinia und bildet gleich diesen Sporangien und Sporen.

Hält man die Zygosporen, bevor sie anfangen Schläuche zu treiben, auf feuchtem Boden, so keimen sie wie im Wasser, nur mit dem Unterschiede, dass die Schläuche sich von Anfang an senkrecht erheben. Die Sporodiniafruchträger, welche ihnen entsprossen, waren an den beobachteten Exemplaren denen vollkommen gleich, welche man im Walde mit *Syzygites* zusammen findet. Ein Mycelium entwickelt sich bei dem beschriebenen Keimungsprocesse nicht, die Sporodinen sprossen immer unmittelbar aus dem Endosporium hervor und entwickeln sich auf Kosten der in diesem aufgespeicherten Reservennahrung; letztere wird zur Bildung jener vollkommen aufgebraucht, das Endosporium enthält zuletzt nur mehr wässerige Flüssigkeit.

Den feuchten Boden stellte ich theils dadurch her, dass ich die Zygosporen auf Glasplatten in flache Wassertropfen brachte, aus denen sie hervorragten, theils legte ich sie auf feucht gehaltene Stücke des Hutes von *Hydnum repandum*. Auch in dem letzteren Falle entwickelte sich kein Mycelium, sondern nur Sporodinia-Fruchträger aus den

Keimschläuchen, obgleich das Mycelium des Syzygites in genanntem Schwamme gedeiht und Frucht trägt. Nach allen diesen Thatsachen ist das Zusammengehören von Sporodinia und Syzygites auf das bestimmteste bewiesen, und dieser Pilz mehr als vielleicht irgend ein anderer geeignet, um das Vorkommen differenter Fructificationsorgane bei einer und derselben Species zur Evidenz zu bringen. Bei der beträchtlichen Grösse seiner Organe kann man selbst mit unbewaffnetem Auge den beschriebenen Entwicklungsgang fast vollständig verfolgen.

Die Organe, welche oben als Azygosporen bezeichnet wurden, zeigen, wie ich mich mehrmals überzeugt habe, die gleichen Keimungen wie die Zygosporien (Fig. 19).

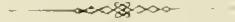
Was endlich die in den Köpfchen von Sporodinia gebildeten Sporen betrifft, so treiben dieselben, wenn sie frisch in Wasser oder auf eine feuchte Unterlage gebracht werden, schon nach einigen Stunden cylindrische etwas gekrümmte Keimschläuche nach einer oder nach zwei Seiten hin, in der Weise, welche für die Mehrzahl der Pilzsporen bekannt ist (Fig. 4.) In den Keimschläuchen treten alsbald Querwände auf: cultivirt man Wassertropfen auf dem Objectträger, so verzweigen sie sich, ihre Enden treten sie in flachen senkrecht über die Oberfläche des Wassers hervor, nach wenigen Tagen sterben sie aber ab, ohne zu fructificiren. Sät man die Sporen auf die befeuchtete Oberfläche eines fleischigen Schwammes (ich benutzte Exemplare von *Lactarius quietus*? und *Russula rubra*), so dringen die Enden der Keimschläuche alsbald in die Substanz des Schwammes ein und nehmen hier sofort alle Eigenschaften des oben beschriebenen Syzygites-Myceliums an, welches sich dann in dem Schwammgewebe ausbreitet. Es ist nicht schwer, einige Tage nach der Aussaat Myceliumschläuche aus den besäeten Schwämmen heranzupräpariren, welche mit den entleerten Sporenmembranen in so deutlichem Zusammenhange stehen, wie die erst wenige Stunden alten Keimschläuche. Bei meinen Aussaatversuchen, welche im October und November 1856 mit im Freien gereifter Sporodinia angestellt wurden, war am Tage nach der Aussaat das Eindringen der Keimschläuche leicht zu constatiren. Nun dauerte es 10 bis 25 Tage bis die ersten Anfänge der Fruchtträger als dicke aufrechte Schläuche auf der Oberfläche erschienen und nun rasch Zygosporien bildeten, also die Syzygitesform annahmen; in 24 bis 48 Stunden waren die besäeten Stücke von Syzygitesrasen bedeckt. Erst etwa 8 Tage nach dem Auftreten der ersten Syzygitesfrüchte erschienen im Umkreis der Rasen Sporodinia-Fruchtträger, die sich normal ausbildeten, jedoch in den in Rede stehenden Versuchen immer vereinzelt blieben.

Hiermit ist also der Nachweis geliefert, dass sich aus den Sporen der Sporodinia ein Mycelium entwickelt, welches dem Muttermycelium gleich ist und welches zunächst Syzygitesfrucht erzeugen kann. Einige Male ist es mir sogar gelungen, junge Fruchträger im Zusammenhange mit der entleerten Membran der gekeimten Sporen freizupräpariren (Fig. 5). Allerdings waren diese Fruchträger noch unverzweigt; dass sie der Syzygitesform angehörten, dürfte aber nicht zweifelhaft sein, weil dies von allen übrigen galt. Da man übrigens die Sporodiniaform im Freien manchmal für sich allein und ohne Syzygites findet, so kann nicht bezweifelt werden, dass sie sich auch sofort und als Vorläufer der Syzygitesform aus dem Mycelium, beziehungsweise aus den Sporodiniasporen entwickeln kann.

Schliesslich will ich nicht unerwähnt lassen, dass mir alle diejenigen Culturversuche misslungen sind, d. h. keine vollständige Fruchtentwicklung des Syzygites gaben, bei welchen die besäeten Schwämme bald nach der Aussaat in Fäulniss übergingen. Mit dem Eintritt des letzteren stand die Entwicklung des Syzygites still auf der Stufe, die sie gerade erreicht hatte, selbst die schon angelegten Fruchträger kamen nicht mehr zur Ausbildung. Hiernach scheint Syzygites ein echter Parasit zu sein, der in frischen Schwämmen gedeiht und ihre Fäulniss befördert, durch letztere selbst aber getödtet wird. Fernere ausgedehntere Culturversuche werden hierüber bestimmteren Aufschluss geben.

Fasst man die Resultate der obigen entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen kurz zusammen, so ist Syzygites ein Hyphomycet mit zweierlei Fructificationsorganen, welche sich der Regel nach auf jeweils besonderen Trägern aus demselben Mycelium entwickeln und zwischen welchen theils ein regelmässiger Generationswechsel, theils ein minder regelmässige Succession besteht. Die eine Fruchtform wird durch Zygosporen dargestellt, welche den Ehrenberg'schen Syzygites speciell charakterisiren. Sie entstehen der Regel nach durch einen ächten Copulationsprocess, sind daher (vgl. meine Unters. d. Conjugat. p. 58, 65) den Oosporen verwandter Thallophyten an die Seite zu stellen: allerdings kommen auch häufig ihnen in jeder Beziehung ähnliche Organe (Azygosporen) ohne Copulation zu Stande. Die andere Fruchtform ist eine durchaus geschlechtslose; die Fortpflanzungszellen, welche sie erzeugt, sind daher, der gegenwärtig zu gebrauchenden Terminologie gemäss, als Sporen, die Hyphen, auf welchen sie gebildet werden, als Sporenträger zu bezeichnen. Letztere, Link's Sporodinia grandis darstellend, bilden auf den Spitzen ihrer Enddichotomien kugelige

vergängliche Sporenmutterzellen, in welchen die Sporen in der Weise wie bei *Mucor* entstehen, und gleichen den Sporenträgern der *Mucor*arten so vollständig, dass sie für sich allein von diesen kaum generisch getrennt werden dürften. Der keimenden Zygospore entsprossen unmittelbar einer bis einige Sporenträger: aus der keimenden Spore entwickelt sich ein Mycelium, welches entweder zunächst Zygosporenträger und nachher zwischen und ringsum diese Sporenträger erzeugt, oder wohl auch beiderlei Fruchtträger in der umgekehrten Aufeinanderfolge bilden kann. —



Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVI.

Protomyces macrosporus.

Figur 19 und 20 nach 195facher, Fig. 14 nach 720facher, alle übrigen nach 390facher Vergrößerung gezeichnet.

- Fig. 1. Myceliumfaden mit den Anlagen von 4 Sporangien, von denen das eine in der Entwicklung schon weit vorgeschritten ist. Aus dem Blattstiele von *Aegopodium*, und zwar nach einem frischen, nicht macerirten Längsschnitt.
- Fig. 2. Reifes, kleines Sporangium, mit seinem Mycelium im Zusammenhange, durch Maceration freigelegt, im December.
- Fig. 3—25. Keimende Sporangien und Sporen, in der ersten Hälfte des Decembers beobachtet, nachdem die reifen Sporangien Anfangs November in Wasser gebracht worden waren. Nur Fig. 13 und 14 stammen von einer anderen Aussaat her.
- Fig. 3. Fettkörnchen des Sporangiuminhalts in der Peripherie aufgelöst, in der Mitte noch einen dicken runden Klumpen bildend.
- Fig. 4. Fettkörner verschwunden, durch feinkörniges Protoplasma ersetzt.
- Fig. 5. Beginn des Ausschlüpfens vom Endosporangium. Dieses an der einen Seite vom Episporangium entfernt, an der entgegengesetzten Seite dergestalt gegen dieses gedrängt, dass die einzelnen Membranen nicht deutlich von einander unterscheidbar. Ob schon ein Riss im Episporangium ist, war wegen der Undurchsichtigkeit des Inhalts nicht zu entscheiden. Das Präparat blieb unverändert von 7—10 Uhr Abends; um 10 Uhr 45 Min. war das Endosporangium ausgeschlüpft wie in Fig. 6.
- Fig. 6. Eben ausgeschlüpftes Endosporangium, vor der aufgerissenen Aussenhaut liegend und durch die gequollene gallertige Mittelhaut an diese angeklebt.
- Fig. 7. Aehnliches, etwas weiter entwickeltes Exemplar. Bildete sich sehr langsam aus: von 9—12 Uhr blieb es unverändert; um 4 Uhr war die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht, um 6 Uhr die Zusammenballung der Sporen fertig.
- Fig. 8. Beginn der Protoplasmawanderung (anderes Exemplar als Fig. 7, die Aussenhaut ist hier und in den folgenden Figuren nicht mit abgebildet, haftete aber in allen abgebildeten Exemplaren dem Endosporangium an).

- Fig. 9. Sporangium, in welchem die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht soeben vollendet ist; um 11 Uhr 20 Min. Vorm.
- Fig. 10. Dasselbe um 12 Uhr 30 Min. Es ist grösser geworden, das Protoplasma durchsichtiger, mit Ungleichheiten und Vacuolen versehen, die ein grobes unregelmässiges Netz bilden, und mit der feinen gleichmässigen netzförmigen Gruppierung der Körnchen.
- Fig. 11. Etwas früherer Entwicklungszustand als Fig. 9 (anderes Exemplar). Centrale Vacuole noch nicht fertig gebildet, netzförmige Zeichnung im Protoplasma deutlich.
- Fig. 12. (Anderes Exemplar) Sporangium kurz vor Beginn der Sporenbildung, mit anscheinend ganz homogenen, breiten Netzstreifen.
- Fig. 13. Sporangium, in welchem die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht nahezu fertig ist, entsprechend Fig. 11.
- Fig. 14. Kleine Stücke des Protoplasma aus demselben Sporangium, nach 720facher Vergrösserung gezeichnet. *a* dem Zustand der Fig. 13, 11 entsprechend, *b* etwas später, Körnchen in mehreren Reihen geordnet, Netz daher engmaschiger, entsprechend Fig. 10, 12. *c* noch später, Körnchen in rundliche Gruppen geordnet: Anfang der Sporenbildung.
- Fig. 15. Sporangium mit eben vollendeter Sporenbildung — etwas weiter entwickelt als Fig. 14*c*.
- Fig. 16. (Anderes Exemplar) Sporen an dem Scheitel zusammengeballt, homogene Substanz in Form feiner Fäden zu dem Ballen hinfließend.
- Fig. 17. Anderes Exemplar, etwas weiter entwickelt, nur mehr wenige Streifen der homogenen Substanz vorhanden.
- Fig. 18. Dasselbe, wenig später, homogene Substanz verschwunden.
- Fig. 19. Sporangium, dessen Sporenballen und „Scheitel“ an der Seite liegt. *b* dasselbe nach der Ejaculation.
- Fig. 20. Sporangium im Moment der Ejaculation. Die Sporen werden in einem Strahl hervorgespritzt; 5 sind in dem Sporangium zurückgeblieben.
- Fig. 21. Leere Membranen eines Sporangiums. Einige Sporen kleben an dem Primordialschlauch.
- Fig. 22. Sporen unmittelbar nach der Ejaculation.
- Fig. 23. Copulirte Sporen, 3 Stunden nach der Ejaculation.
- Fig. 24 u. 25. Copulirte Sporen 24 Stunden nach der Ejaculation. Fig. 24 in einem Wassertropfen ohne Deckgläschen, Fig. 25 unter Deckgläschen auf dem Objectträger cultivirt.
- Fig. 25. Junger Protomyces von dem Stiele des Blattes 2 des Aussaatsversuchs I (s. S. 150). Die Abbildung stellt die Mitte eines ganz jungen punktförmigen Protomycesfleckchens von aussen betrachtet dar. Das Präparat wurde erhalten durch einen der Oberfläche des Blattstiels parallelen Schnitt, welche die Epidermis sammt der daranstossenden Parenchymlage entfernte. Gezeichnet wurden nur die Umrisse der Epidermiszellen und die Fäden des Pilzes soweit sie ganz deutlich sichtbar waren, die Parenchymzellen sind der Deutlichkeit der Figur wegen weggelassen. *a* und *b* die Epidermiszellen, an deren Grenze der senkrecht durch die Epidermis wachsende Pilzfaden verläuft. Diese beiden Zellen hatten einen geschrumpften, gelblich gefärbten Primordialschlauch, während die übrigen gesund und normal

waren. *p* die kreisförmige äussere Endfläche des senkrecht durch die Epidermis laufenden Pilzfadens. Die übrigen abgebildeten Theile des Pilzes sind zwischen Epidermis und Parenchym ausgebreitet; bei *n* senden sie Zweige in die tiefere Parenchymlage.

Tafel XXVII.

Figur 1—7 *Protomyces Menyanthis*.

- Fig. 1. (Vergr. 190) Querschnitt durch eine junge *Protomyces*-Pustel am Blattstiele des *Menyanthes*. Im Innern der Parenchymzellen zahlreiche *Protomyces*-Sporen. Die Epidermis und ein grosser Theil des darunter liegenden Parenchyms war hellbraun gefärbt die weiten luftführenden Interzellulargänge sind durch dunklere Umrisslinien angedeutet.
- Fig. 2—5. (Vergr. 390) Längsschnitte durch junge *Protomyces*pusteln am Blattstiel. Die nach aussen gekehrte Seite der Präparate sieht auf der Tafel nach Rechts, die nach der Mittellinie des Blattstiels gekehrte nach Links.
- Fig. 2. Aus dem jüngsten innersten Theil einer Pustel. In den Parenchymzellen Chlorophyll und Zellkerne (*n*) intact, von einem der Kerne (*n**) läuft ein Protoplasmafaden zur Wand. Im Innern der Zellen die die Membran durchbohrenden Myceliumfäden des Pilzes mit ihren blasigen Anschwellungen. Sie sind bis in die Zellreihe *p-p* vorgedrungen, einige im Begriff sich in die nächst innere Reihe *r-r* einzubohren.
- Fig. 3. Ähnliches Präparat wie Fig. 2. Die blasigen Anschwellungen der Myceliumfäden zeigen vielfach das feine Büschel auf ihrer Spitze. Das Mycelium ist theils bis zur Zellreihe *p-p*, theils weiter nach *r-r* gedrungen. Es konnte nicht weiter nach aussen verfolgt werden als bis in die Reihe *s-s*, weil diese von der Reihe *m-m* verdeckt war.
- Fig. 4. Aus dem älteren Theil einer Pustel. In den Parenchymzellen Myceliumfäden mit ihren blasigen Anschwellungen; Zusammenhang beider theilweise deutlich, die Anschwellungen zum Theil grösser geworden und mit Körnchen reichlich versehen; eine in deutlichem Zusammenhang mit einem Myceliumfaden, schon fast zur Grösse der fertigen Sporen herangewachsen.
- Fig. 5. Sporen verschiedenen Entwicklungsgrades in den mit noch farblosem körnigem Inhalt versehenen Parenchymzellen des Blattstiels.
- Fig. 6. (Vergr. 190.) Längsschnitt durch eine reife Pustel am Blattstiel. Reife Sporen in dem braun gewordenen Zellinhalt eingeschlossen.
- Fig. 7. (Vergr. 390.) Aus einer reifen, getrockneten Pustel in der Blattlamina durch Maceration frei gelegt. *a* reife Spore. *b* zwei reife Sporen in dem vertrockneten, hart, spröde und braun gewordenen Zellinhalt eingeschlossen.

Fig. 8—10 *Protomyces endogenus*.

(Fig. 8 vergr. 90, die anderen 390.)

- Fig. 8. Querschnitt durch ein von *Protomyces* bewohntes Internodium von *Galium Mollugo* (Rinde).

Fig. 9. Reife Spore.

Fig. 10. Mycelium mit Sporen verschiedener Entwicklungsgrade aus tangentialen Längsschnitten durch die Rinde des Galium frei präparirt, ohne Maceration. *b* und *c* jüngste Entwicklungsstadien der Sporen.

Fig. 11 *Physoderma Eryngii*. (Vergr. 390.)

a, b, c, Mycelium mit jugendlichen Sporen aus lebenden Exemplaren frei präparirt. *d, f, g* reife und halb-reife Sporen, bei *d* und *f* in deutlichem Zusammenhang mit Myceliumfäden, aus getrockneten Exemplaren frei präparirt.

Fig. 12 *Physoderma pulposum*. (Vergr. 190.)

Stückchen des Fasernetzes frei präparirt, mit 2 daran haftenden Sporen.

Fig. 13 *Physoderma maculare*. (Vergr. 390.)

Epidermiszelle von *Alisma Plantago*, in welcher 3 Sporen des Parasiten liegen. Aus einem Längsschnitt durch eine Pustel.

Tafel XXVIII.

Exoascus Pruni. Alle Figuren sind nach 390—400facher Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 1 u. 2. Von der Oberfläche einer Tasche von *Prunus domestica*. Fig. 1 Stückchen Epidermis von aussen betrachtet. Mycelium des *Exoascus* bei *p-p* zwischen den Seitenwänden der Oberhautzellen hervortretend und auf der Aussenfläche der Epidermis sich verbreitend.

Fig. 2. Myceliumnetz von der Oberfläche einer etwas älteren Tasche, von aussen gesehen. Von den Theilen der Epidermis ist nur die vom Pilze freigelassene Spaltöffnung gezeichnet, die Umrisse der übrigen Zellen weggelassen.

Fig. 3. Von der Oberfläche einer Tasche von *Prunus spinosa*. Hymeniumanlage des *Exoascus* als einfache Schicht rundlich cylindrischer, dichtgedrängter Zellen entwickelt, die Umrisse der Epidermiszellen verdeckend, diese daher nicht mitgezeichnet. In der Mitte die vom Pilz freigelassene Spaltöffnung.

Fig. 4 u. 5. Querschnitte durch die Oberfläche junger Taschen von *Pr. domestica* mit Kalilösung behandelt. Zwischen den durchsichtig gewordenen und nicht mit abgebildeten Epidermis- und Parenchymzellen die Myceliumfäden des Pilzes, nach aussen tretend und zwischen Epidermis und Cuticula die Hymeniumanlage bildend. Fig. 4 dem Entwicklungszustand von Fig. 1, Fig. 5 dem von Fig. 2 entsprechend. *c* Cuticula, *h* Hymeniumanlage, *e* Aussenwand der Epidermiszellen.

Fig. 6. Von der Oberfläche einer Tasche von *Pr. Padus*. Querschnitt. *e, e*, Epidermiszellen, *c* Cuticula *m* durchschnittene unter der Epidermis verlaufende Myceliumfäden. Zellen der Hymeniumanlage cylindrisch, theils noch unter der Cuticula, theils mit ihrem oberen Ende über diese hinausragend, *a* im Begriff die Cuticula zu durchbrechen.

Fig. 7. Von einer Tasche von *Pr. spinosa*. *c, e, m* wie in Fig. 6. Hymenium zeigt Ascii verschiedenster Entwicklungsgrade.

Fig. 8. Einzelne Ascii auf ihren (theilweise gezeichneten) Stielzellen. Entwicklungsfolge den Buchstaben *a* — *d**f**g* entsprechend. Nach einem ganz frischen Präparat von der Oberfläche einer Zwetschentasche.

Fig. 9. *a* eine Gruppe von 8 Sporen, *b* einzelne Sporen unmittelbar nach der Entleerung (von *Prunus domestica*).

Fig. 10. *a* Gruppe von 8 Sporen, unmittelbar nach der (direct beobachteten) Ejaculation in reinem Wasser liegend, 10 Uhr Vormittags. *b* um 10 Uhr 50 Min.; Sprossung an den Sporen beginnend. *c* um 11 Uhr 10 Min. *d* um 12 Uhr; die Gruppe hat sich etwas gedreht und in Folge der Sprossungen ihre Anordnung etwas verändert. Um 3 Uhr waren an derselben Gruppe die Sprosse erster Generation schon vermehrt und an vielen derselben Sprosse zweiter Generation, die ganze Gruppe deutlich zu zeichnen war unmöglich. *f* ist die mit *p* bezeichnete Spore von *d*, um 3 Uhr gezeichnet.

Fig. 11. Einzelne Spore in reinem Wasser liegend, gleichzeitig mit 10 beobachtet und gezeichnet. *a* um 10 Uhr, *b* 11 Uhr 50 Min., *c* 11 Uhr 10 Min., *d* 3 Uhr. (Die Sporen von Fig. 11 und 12 stammten von einer *Prunus Padus*-Tasche her.)

Fig. 12. Exoascus-Sporen mit Sprossungen, drei Stunden nach Aussaat der frischen (von *Prunus domestica* stammenden) Sporen in eine etwa 10 procentige, mit Bierhefeauszug (nach Pasteur) versetzte Zuckerlösung. Die Aussaat wurde am 14. Mai 12 Uhr Mittags gemacht, die Figuren Nachmittags 3 Uhr gezeichnet. Das Präparat lag unter Deckglas.

Fig. 13. Von demselben Präparat wie Fig. 10, am 15. Mai, 10 Uhr Vormittags. Die Figuren stellen die Umrisse von einigen der kleineren, übersichtlicheren Sprossgruppen dar. Fast aus allen Sporen haben sich solche Gruppen entwickelt.

Fig. 14. Hymeniumanfänge des Exoascus von der Oberfläche des Kerns eines in einer Tasche von *Prunus Padus* enthaltenen Ovulums. Auf den blasig angeschwollenen Gliederzellen der Fäden sind bei *a* einige junge, aber wie es scheint nicht zur völligen Ausbildung kommende Ascii angelegt.

Tafel XXIX.

Figur 1—18 *Phallus caninus*.

Figur 1—13 natürliche Grösse, oder wenig darüber. Figur 14 u. 16 390mal, Figur 15 etwa 12mal, Figur 17 u. 18 ungefähr 10mal vergrössert.

Fig. 1 und 1*a*. Myceliumzweige, Fruchtkörper verschiedener Entwicklung tragend.

Fig. 2—12. Fruchtkörper verschiedenen Alters, Entwicklungsfolge den Nummern entsprechend.

Fig. 2. Ganz junger Fruchtkörper, halbirt, die beiden Hälften noch aneinander hängend und von der Schnittfläche aus gesehen.

Fig. 3. Etwas älterer; radialer Längsschnitt.

Fig. 4. *a* von aussen gesehen, nat. Gr. *b* radialer Längsschnitt desselben Exemplars, ein wenig vergrössert

Fig. 5. *a* und *b* wie vorige Figur.

Fig. 6—11. Radiale Längsschnitte, natürliche Grösse.

In Fig. 10 sind die einzelnen Theile durch Buchstaben bezeichnet, nämlich: *a* Aussenwand, *g* Gallertschicht, *i* Innenwand der Peridie. *b* Basalstück, *k* Kegel, *s* Stiel, *sp* Stielspitze, *gb* Gleba.

Fig. 12. Reifes Exemplar, mit beinahe vollständig gestrecktem Stiel, von aussen gesehen. Die Figur, wenn auch nur eine mittelmässige Skizze, mag wenigstens ein etwas naturwahreres Bild des Pilzes geben als die in allen Büchern wiederkehrenden Copien von Schäffer's (Fung. Bavar.) Taf. 330.

Fig. 13. Aehnliches Exemplar wie Fig. 12, halbirt. Die Kammern des untersten Theiles vom Stiel noch nicht aufgerichtet.

Fig. 14. Hyphen, mit oxalsaurem Kalk incrustirt, und kugelige blasige Zellen, welche eine krystallinische Kugel dieses Salzes enthalten, tragend; von der Oberfläche eines stärkeren Myceliumstranges.

Fig. 15. Stück eines dünnen Querschnitts durch die Mitte der Gleba eines Fruchtkörpers auf der in Figur 7 dargestellten Entwicklungsstufe, bei durchfallendem Lichte gesehen. *s* Stiel, *k* Kegel, *i* innere Peridienwand. Die weissen (durchscheinenden) geschlängelten Streifen sind die Tramaplatten, die dunkeln die luftgefüllten Lücken zwischen ihnen.

Fig. 16. Basidien mit Sporen, aus dem in Fig. 8 dargestellten Exemplar. *a* mit 5 noch unausgebildeten Sporen, Basidie noch turgid. Die anderen schon sporentragenden Basidien zeigen schon collabirte, sehr blass contourirte Wände; *b* trägt 4, *c* und *d* 8, *f* 7 Sporen.

Fig. 17. Dünner Längsschnitt durch die Stielwand eines in dem Fig. 11 dargestellten Entwicklungszustand befindlichen Exemplars.

Fig. 18. Ein ebensolcher Schnitt durch die Wand der Stielbasis von Fig. 13. Die oberen Kammern schon aufgerichtet und aufgeblasen, die unteren noch zusammengefaltet. In * beginnt die Aufrichtung.

Figur 19, 20, 21. *Phallus impudicus*.

Halbirtes Fruchtkörper, von der Schnittfläche gesehen. Natürliche Grösse. Fig. 19 und 20 nach Exemplaren welche in Alkohol aufbewahrt waren, Fig. 21 nach einem frischen Exemplar gezeichnet.

Die Erklärung dieser Figuren findet sich Seite 207 des Textes.

Tafel XXX.

Die Figuren auf Tafel XXX und XXXI gehören zu *Syzygites megalocarpus*, sind daher mit fortlaufenden Nummern bezeichnet.

Fig. 1. Gipfel eines reifen Sporenträgers (Sporodinia), dessen Sporen fast alle schon abgefallen sind, schwach vergrössert.

Fig. 2. (Vergr. 195). Drei Endästchen eines jungen Sporenträgers in sehr diluirter Zuckerlösung liegend, Sporangien mit halbreifen Sporen tragend.

- Fig. 3. Umrisse reifer keimfähiger Sporen, alle 195fach vergrößert.
- Fig. 4. Keimende Sporen, 24 Stunden nach Aussaat in einen Wassertropfen. Vergr. ungefähr 180fach.
- Fig. 5. Zwei gekeimte Sporen, *a* etwa 200mal, *b* etwa 90mal vergrößert, 12 Tage nach Aussaat auf einen Hut von *Lactarius quietus*? *a* hat nach beiden Seiten Schläuche getrieben, der eine zeigt einen Zweig, welcher in die Hutschubstanz eingedrungen war und beim Lospräparieren abgerissen ist; der andere ist am Ende angeschwollen zur Anlage eines Fruchträgers. Der Keimschlauch von *b* theilt sich unmittelbar neben seiner Austrittsstelle aus der Sporenhaut in drei Äste; zwei derselben, deren einer abgerissen ist, waren in den Hut eingedrungen. Der dritte erhob sich senkrecht und hat die Stärke und Gestalt eines jungen Fruchträgers.
- Fig. 6. Junger Zygosporenträger mit drei Fruchtkeulenpaaren, an seinem Grunde mit einem kurzen Stück Mycelium, schwach vergrößert. Die einzelnen Fruchtkeulen noch unerwachsen und ungetheilt. Das Präparat wurde nur soweit gezeichnet, als es ganz deutlich war; der eine Hauptast ist daher fast ganz und von vielen Gabelzweigen sind die Enden weggelassen.
- Fig. 7. (Vergr. 195.) Fruchtkeulenpaar mit sehr verdünnter Salzsäure behandelt. Die Querwände in und die noch undurchbrochene Scheidewand zwischen beiden Keulen deutlich.
- Fig. 8. (Vergr. 195.) Fruchtkeule nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure aus ihrer Verbindung mit einer anderen Keule losgelöst. Aus der in der Mitte offenen Scheidewand tritt das Protoplasma hervor.
- Fig. 9. (Vergr. 195.) Junge Zygospore von ihren Suspensoren getragen.
- Fig. 10. (Vergr. 390.) Stück der Membran derselben Zygospore, freigelegt, schon die Schichtung der reifen Zygospore zeigend.
- Fig. 11. Enddichotomien eines völlig reifen Fruchträgers mit einem Paar kleiner Azygosporen. Vergr. etwa 95fach.

Die Figuren 1, 4, 5, 6 und 11 sind der Raumersparnis wegen nach doppelt so grossen Zeichnungen verkleinert.

Tafel XXXI.

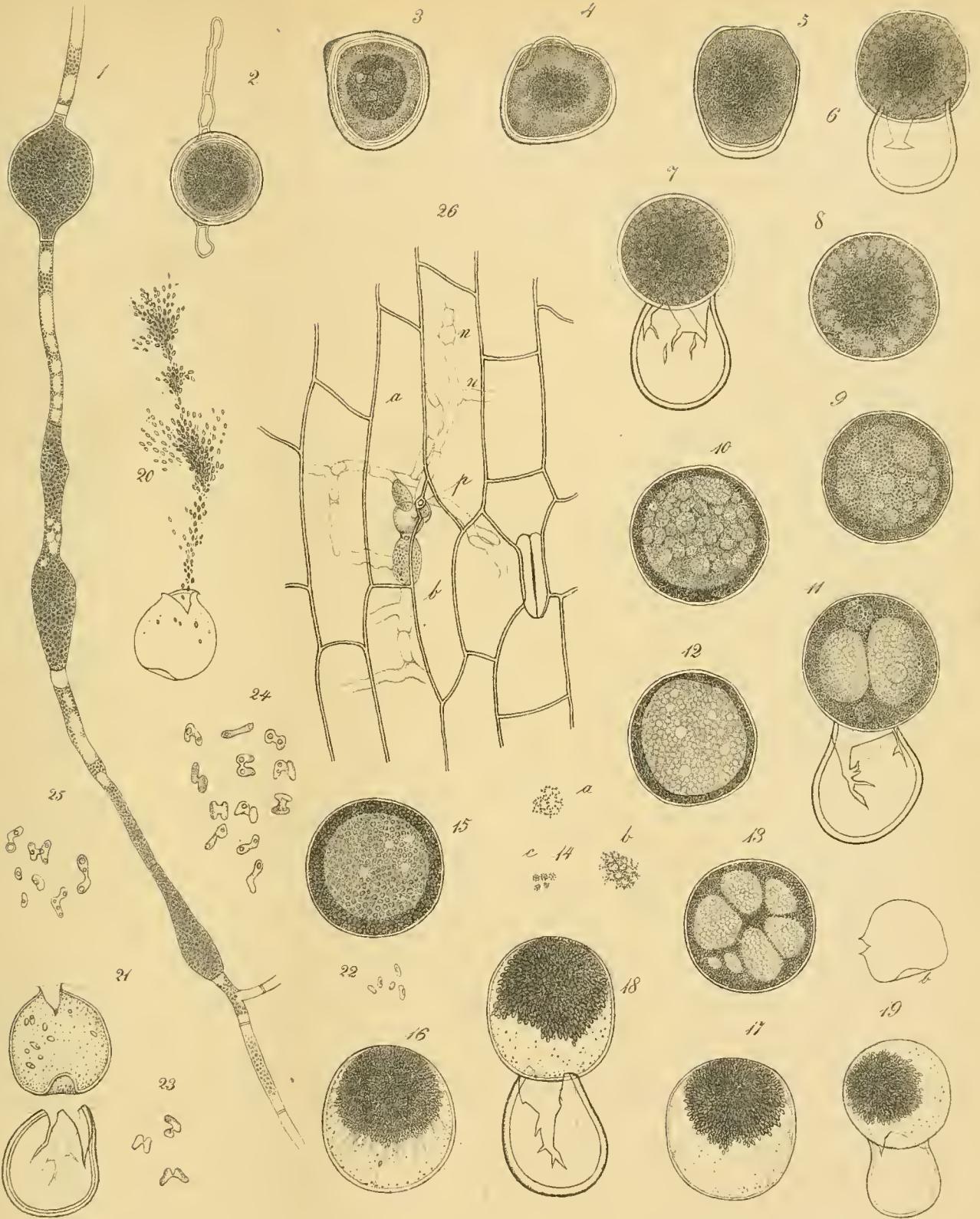
- Fig. 12. (Vergr. 195.) Kleine, cylindrische reife Zygospore.
- Fig. 13. (Vergr. 195.) Reife Zygospore; Episporium künstlich gesprengt, Endosporium aus dem Riss hervortretend. An der nach oben gekehrten Endfläche des Episporiums hängen Stücke der Membran des abgerissenen Suspensors.
- Fig. 14. (Vergr. 195.) Dasselbe Endosporium wie in Fig. 13 freigelegt; Seitenansicht; Endflächen glatt, Seitenfläche warzig.
- Fig. 15—18. Zygosporen, in Wasser gekeimt. Vergr. 195, nur in Fig. 17 schwächer, etwa 100fach.

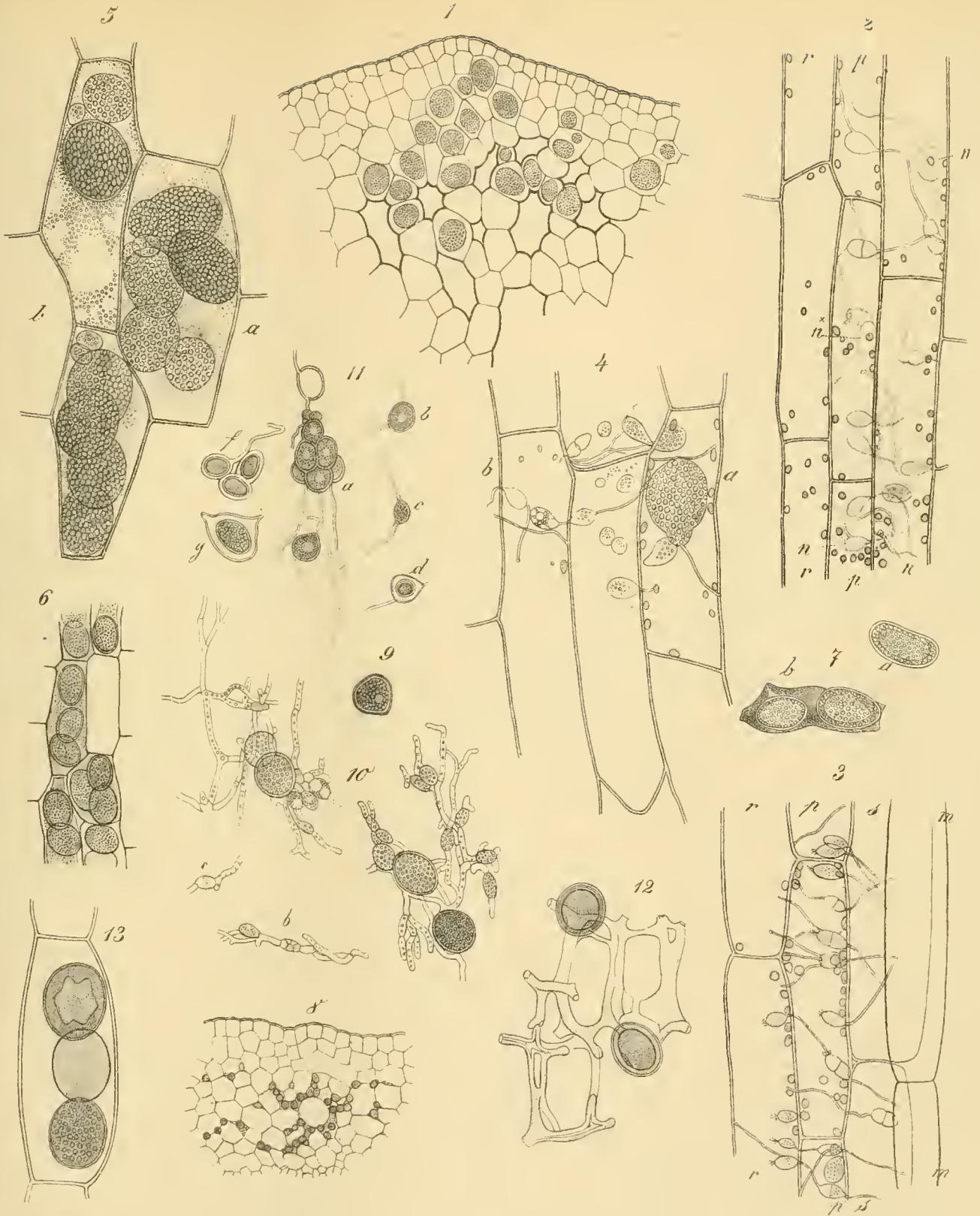
Fig. 15—17 stellen verschiedene Entwicklungsstufen desselben Exemplars dar: Fig. 15. am 25. November 12 Uhr Mittags gezeichnet; Fig. 16 an demselben Tag 5 Uhr Nachmittags, Fig. 17 am 26. November 9 Uhr Morgens.

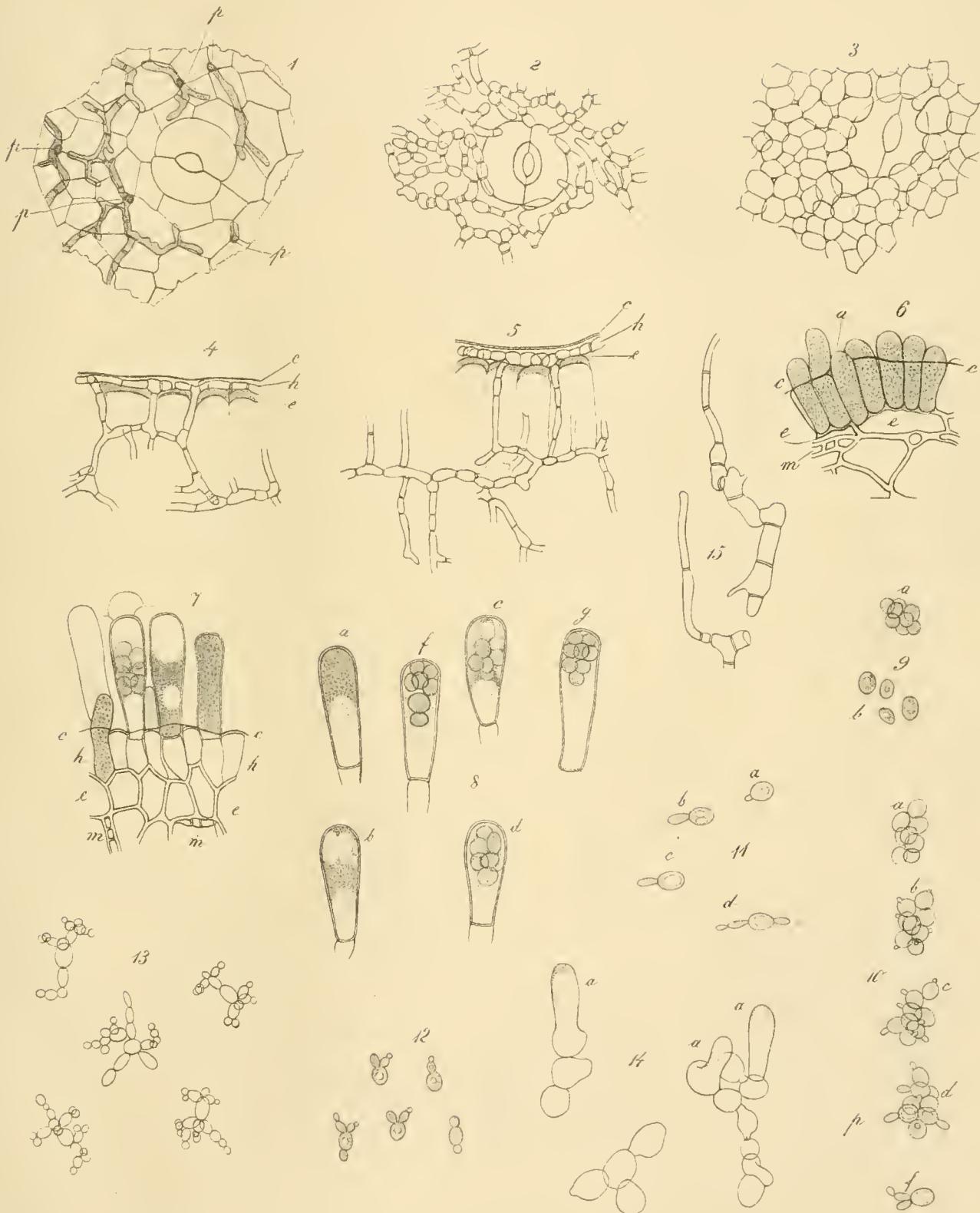
Fig. 18. Anderes Exemplar in Glycerin liegend.

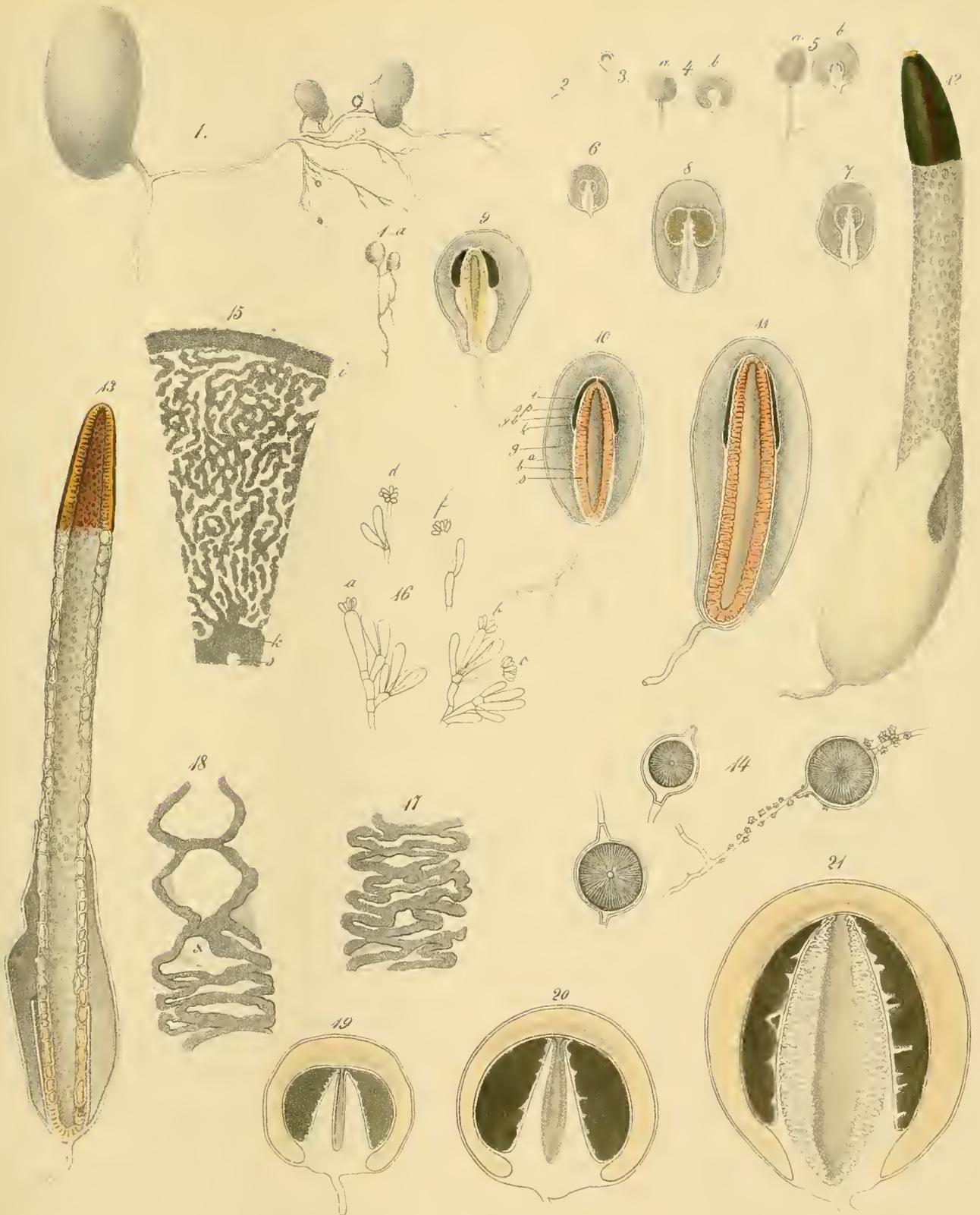
Fig. 19. (Vergr. gegen 100fach.) Keimende Azygospore.

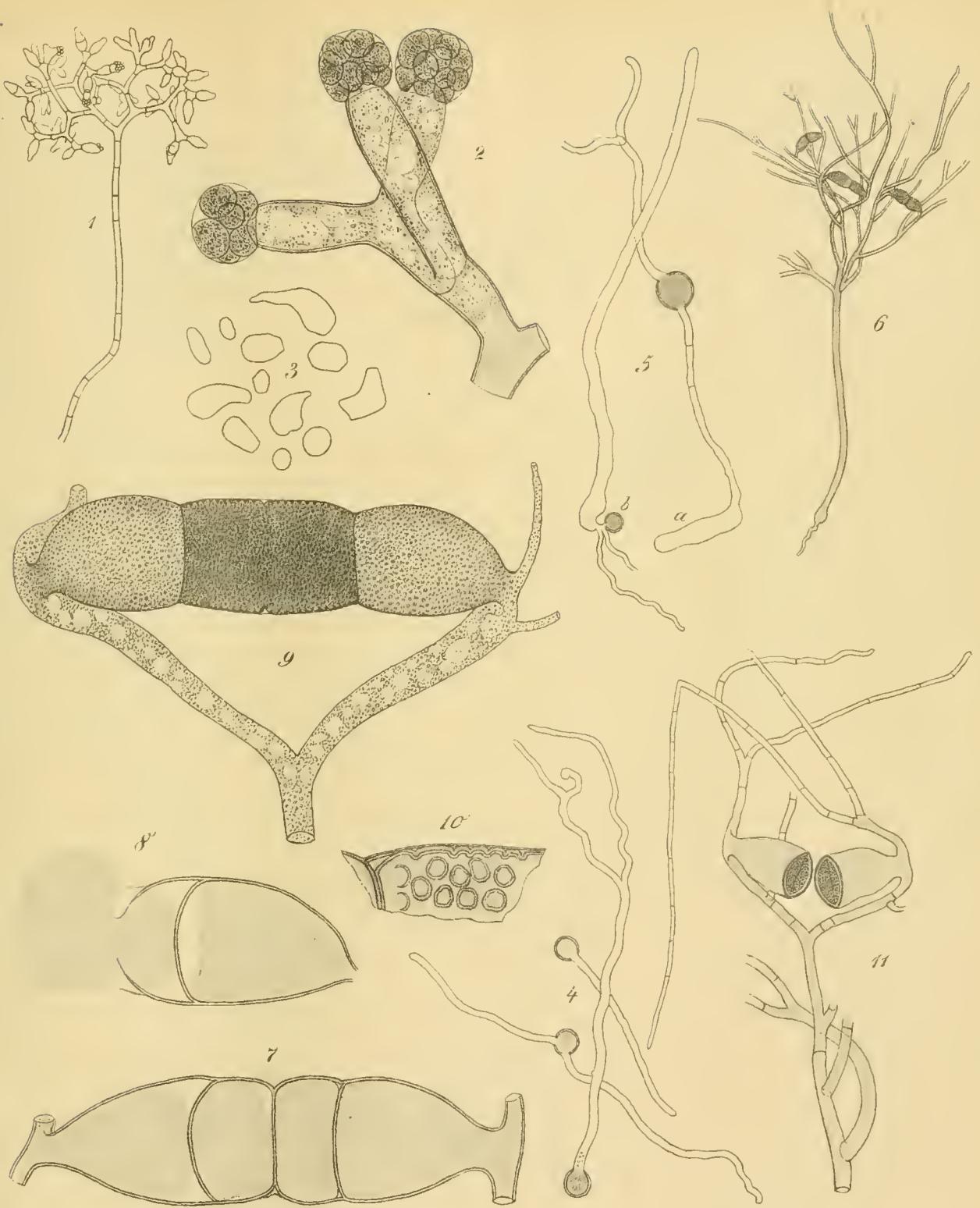




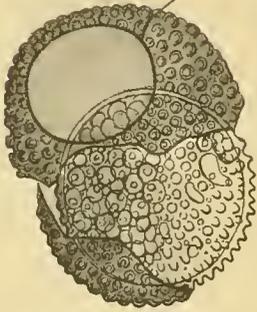




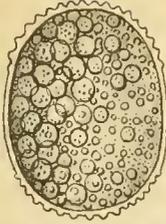




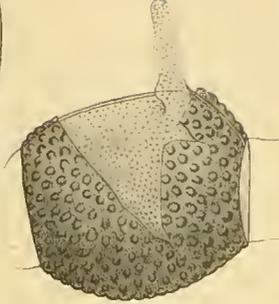
13



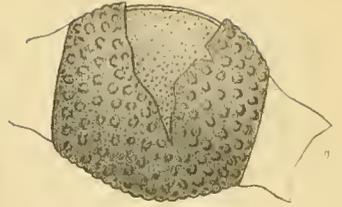
14



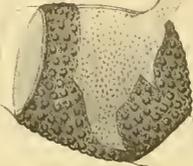
16



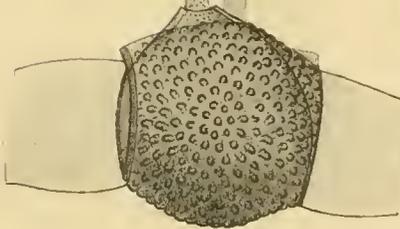
15



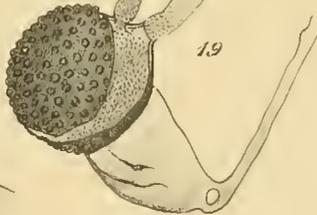
17



18



19



12

