Beitrag zur Kenntniss der Gattung Polysaccum.

Von

Dr. E. Bruns.

Hierzu Tafel VIII.

Die zu den Gasteromyceten gehörende Gattung Polysaccum umfasst nach Saccardo[1]) 15 Arten, von denen Winter in Rabenhorst's Kryptogamenflora 5 als für Deutschland einheimisch anführt. Während letzterer den Pilz zu den Sclerodermeen stellt, ist er nach de Bary[2]) den Lycoperdineen anzureihen.

Was das Vorkommen der Polysaccum-Arten anlangt, so finden sie sich fast alle in sandigem Boden, und speciell der bei Erlangen vorkommende P. crassipes wächst meistens in einem so sterilen Sande, dass man sich unwillkürlich fragt, wo ein so grosser Pilz nur die nöthige Nahrung finden mag, zumal er gerade in der heissesten Zeit des Sommers auftritt.

Der einzige, der Polysaccum einer etwas eingehenderen Untersuchung gewürdigt hat, ist Tulasne.[3])

Ich kann nun die Beobachtungen desselben nur bestätigen, da diese aber nur einige anatomische Details des reifen Fruchtkörpers betreffen, über die Anatomie der übrigen Theile des Pilzes aber, wie über seine Entwickelung und seine Lebensweise so gut wie nichts bekannt ist, so dürfte ein etwas genaueres Eingehen auf dieselben wohl berechtigt sein, zumal der Pilz des Eigenthümlichen und Unaufgeklärten genügend bietet.

Die Untersuchung wurde angestellt an Polysaccum crassipes, und beziehen sich alle folgenden Angaben auf diese Art.

Die Gestalt des Pilzes ist eine so wechselnde, dass es schwer ist, sie mit wenigen Worten wiederzugeben.

---

1) Saccardo, Sylloge Fungorum VII.

2) de Bary, Morphol. u. Biologie der Pilze.

3. Tulasne, Sur les genres Polysaccum et Geaster. Ann. sc. nat, 2 Sér. Tom. XVIII.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0071-7

Dennoch kann man an jedem ausgewachsenen Exemplar drei Theile unterscheiden: den fertilen kopfartigen Theil, den Strunk und den Wurzeltheil.

Der erstere ist der gewöhnlich allein über den Erdboden hervorragende Theil, und selten tritt auch vom Stiel etwas zu Tage. Dieser Kopf oder der eigentliche Fruchtkörper ist von ungefähr kugeliger Gestalt und zeigt beim Hervorbrechen aus dem Erdreich, was im Monat Juli bis August stattfindet, eine gelbe Farbe, die aber sehr bald in eine reine braune übergeht. Der Kopf allein erreicht eine Breite von 10—12 cm und eine Höhe von ungefähr 6 cm.

Die äussere Haut des Fruchtkörpers ist anfangs ziemlich glatt und eben, bricht aber schon früh unregelmässig auf, wodurch der aus einer ungemessenen Menge von Sporen bestehende und stark staubende Inhalt frei gelegt wird. So ist gewöhnlich jeder aufgebrochene Pilz von einem braunen Hof von Sporen umgeben, und jeder Windzug führt sie zahlreich fort.

Nach unten zu verengt sich der Kopf in der Regel und geht in den Strunk über, der, wie schon erwähnt, zum grössten Theil im Boden stecken bleibt. Wie überhaupt der Pilz, so ist namentlich der Strunk von sehr wechselnder Grösse und Ausbildung. Während er in Fig. 3 überhaupt nicht vorhanden, mass ich einen anderen von 14 cm Länge und 5 cm Durchmesser.

Er stellt einen soliden, frisch ziemlich weichen, doch dabei zähen, in älterem Zustande harten Körper von anfangs gelber, aber ebenfalls bald braun werdender Farbe und ziemlich cylindrischer Gestalt dar.

Gräbt man den Pilz vorsichtig tief genug aus und entfernt behutsam die anhängende Erdmasse, was am besten durch Abspülen mit Wasser geschieht, so erkennt man, wie der Strunk am unteren Ende sich auflöst in ein wirres Geflecht wurzelähnlicher Stränge, welche unregelmässig gekrümmt, mit Buckeln und Aushöhlungen versehen und fest mit Steinen und Sandpartikelchen verwachsen sind. Namentlich fällt uns aber schon jetzt auf, dass, wie auch auf den Abbildungen Fig. 1—4 Tafel VIII ersichtlich, zahlreiche echte Wurzeln sich in dem „Wurzeltheil“ genannten Geflecht befinden. Die äussersten Ausläufer sind dünne Stränge und einzelne Hyphen, die durch ihre gelbe Farbe sich leicht verrathen, doch gelingt es nicht, den Pilz ganz unversehrt herauszuheben, da die äussersten Ausläufer von sehr zarter Beschaffenheit sind. Immerhin ist der so erhaltene Wurzeltheil von so auffallender Grösse und Mächtigkeit, dass man sich wundern muss, ihn in der Litteratur bei Beschreibung des Pilzes so sehr ver-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0072-3

nachlässigt zu sehen. Namentlich in jüngeren Stadien erreicht der Wurzeltheil oft die Grösse des ganzen übrigen Pilzes.

Anatomie.

Gehen wir nun zur Anatomie zunächst des Kopfes über, so können wir uns hier etwas kürzer fassen, da dieselbe, wie oben erwähnt, von Tulasne schon beschrieben ist.

Der Fruchtkörper besteht im Innern, wie der Name Polysaccum schon sagt, aus einer grossen Anzahl Kammern. Die zu äusserst liegenden bleiben steril, erscheinen zusammengedrückt und bilden mit den dazwischen liegenden Hyphen die Peridie (Fig. 3). Von letzterer war schon anfangs bemerkt, dass ihre ursprünglich gelbe Farbe bald in eine braune übergeht, und dass sie sehr zerbrechlich und vergänglich ist. Man findet in der That fast nur schon aufgebrochene Pilze. Unterhalb der Peridie liegen die einzelnen Kammern, die von aussen nach innen an Grösse zunehmen (Fig. 3.) Im mittleren Theile des Kopfes erreichen sie fast Erbsengrösse. Ihre Form ist durch den gegenseitigen Druck etwas kantig und unregelmässig. Jede einzelne Kammer ist umgeben von einer Hyphenwand, von der aus Fäden sich in das Innere abzweigen, sich verschiedentlich verästeln, sich zum Schluss noch einmal gabeln und an den etwas angeschwollenen Gabelästen meist 4 kurzgestielte Sporen bilden. Letztere sind etwa 8 μ gross, braun und mit kleinen warzenförmigen Erhebungen besetzt.

Im Innern der Sporen erkennt man gewöhnlich ein bis zwei auch drei Vacuolen, während es mir nicht gelingen wollte, einen Kern nachzuweisen.

Ausser den Sporen ist in den Kammern nichts als Reste vertrockneter Hyphen zu finden; ein Capillitium wird nicht ausgebildet. Obwohl die einzelnen Kammern isoliert sind bei der Reife, sind sie doch nicht etwa von der Festigkeit der Peridiolen der Nidularieen.

Die die Kammer trennenden Tramaplatten bestehen aus eng zusammengepressten dünnen farblosen oder schwach gelblichen Hyphen, die wenig oder gar keinen Inhalt erkennen lassen.

Vom Fruchtkörper unterscheidet sich nun der Strunk in vielen Punkten. Er ist von gleichmässig dichter fast lederartiger Beschaffenheit. Bei mikroskopischer Betrachtung finden wir aber, dass er sich zusammensetzt aus drei ganz verschiedenen Hyphenarten. Während er umgeben ist von ziemlich dünnen gelblichen, zahlreich verzweigten Pilzfäden mit häufigen Schnallenbildungen, kurz allen Kennzeichen normaler Hyphen, besteht die Hauptmasse des Strunkes aus ganz

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0073-9

eigenthümlichen Pilzfäden. Es sind offenbar ähnliche Hyphen, wie sie van Bambeke[1]) bei Phallus impudicus beschreibt. Sie stellen bei Polysaccum eher weite Schläuche als Hyphen dar, Schläuche von bis 30 μ Weite und mehr, so dass ihre lichte Weite oft das 5—6 fache gewöhnlicher Hyphen beträgt.

Sie sind farblos, scheinen oft gar keinen Inhalt zu enthalten, zuweilen führen sie eine feinkörnige protoplasmaähnliche Masse, zuweilen aber sind sie auch ganz angefüllt von einer rein braunen Substanz. Meistens führen sie einzelne oder mehrere zellkernähnliche Körper, die ebenfalls dann wieder leuchtend braun sind und keinen Farbstoff annehmen. Nicht selten haben diese Körner auch regelrechte Würfelform, ohne jedoch auf irgend eine Säure oder sonstwie zu reagieren.

Diese „Hyphes claviformes", wie van Bambeke sie bei Phallus nennt, schwellen oft eigentümlich keulenförmig an, vor allem aber zeichnen sie sich durch die eigentümliche Art ihrer Verzweigung aus. Fig. 9 a—h stellt einige dieser Hyphen dar; in Fig. 9 a u. b läuft der Schlauch einfach am Ende in eine normale Hyphe aus, in 9 d u. e sehen wir dagegen förmliche kleine Taschen, aus denen eine neue Hyphe, hier Keulenhyphe, entspringt. Durch alle nur denkbaren Combinationen entstehen nun die abenteuerlichsten Gestalten, die alle in einem wirren Durcheinander liegen.

Damit aber noch nicht genug, finden wir unter den Keulenhyphen noch eine dritte Form, die in Fig. 11 wiedergegeben ist. Es sind dies ganz braune Hyphen, die gar kein Lumen mehr erkennen lassen; sie sind meist wurmförmig hin- und hergebogen und in Bezug auf ihre Stärke halten sie etwa die Mitte zwischen den gewöhnlichen und den Keulenhyphen. Einzelne Masse anzugeben, hätte keinen Zweck, da sie alle drei in ihren Verhältnissen ausserordentlich schwanken. Die braunen obliterierten Hyphen legen sich übrigens mit ihren Enden in ähnlicher Weise an einander wie die Keulenhyphen (Fig. 11 b). Schnallenbildung und Querwände finden sich nur bei den normalen Pilzfäden. Es ist anzunehmen, dass die Keulenhyphen den anderen beiden Formen den Ursprung geben.

Das untere Ende des Strunkes geht nun, wie schon erwähnt und wie aus Fig. 4 ersichtlich, ohne scharfe Grenze über in den mit „Wurzeltheil" bezeichneten Abschnitt. Er ist voll von kleinen Steinen und Sandpartikelchen wie durchzogen von Wurzeln, und alle

1) van Bambeke, Recherches sur la Morphologie du Phallus impudicus.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0074-5

fremden Theile werden von den feineren Ausläufern des Pilzes umklammert und festgehalten. Zerzupft man einen dünnen Strang, so erkennt man sofort neben dünnen gelben Hyphen die keulenförmigen des Strunkes wieder. Sie sind hier aber meistens farblos und enthalten nur zuweilen Klumpen der bräunlichen feinkörnigen Masse, von denen sie im Strunk oft ganz erfüllt sind. Die dünnen Hyphen des Wurzeltheils unterscheiden sich in nichts von denen des Strunkes, höchstens sind sie etwas stärker gelb gefärbt. Die von dem Wurzeltheil ausgehenden Hyphenstränge besitzen im Innern ein aus eng aneinander liegenden Keulenhyphen gebildetes Centrum, das so fest ist, dass man Querschnitte davon anfertigen kann. Um diese centrale Partie befindet sich ein loses und wirres Geflecht von dünnen Fäden die nach allen Seiten auseinander gehen.

Entwickelung des Pilzes.

Wenn ich nun zu dem entwickelungsgeschichtlichen Theil übergehe, so muss ich leider vorausschicken, dass ich nicht in der Lage bin, eine lückenlose Beschreibung der Entstehung des Pilzes zu geben. Wie bei den meisten Gasteromyceten, so stellte sich auch hier wieder heraus, dass die Sporen nicht keimen. Trotz sehr zahlreich angestellter Keimungsversuche und trotz aller erdenklicher Variationen habe ich nur zwei oder dreimal keimende Sporen mit Sicherheit beobachtet.

Wie aus Fig. 8 ersichtlich, bilden die keimenden Sporen einen einfachen Keimschlauch, der sich in dem einen Falle bald wieder verzweigte. Ausser ziemlich häufigen Querwänden bemerken wir zahlreiche Vacuolen.

Beide Fäden stellten übrigens bald ihr Wachstum ein, wahrscheinlich infolge von Ueberhandnahme von Bakterien, die namentlich deshalb schwer zu beseitigen sind, weil die Sporen selbst nicht rein sind.

Fast jede Spore lässt bei Anwendung eines gelinden Druckes, wozu das Gewicht des Deckgläschens oft schon hinreicht, den Inhalt als ein farbloses helles Bläschen heraustreten. Oft treten auch zwei bis drei solcher Bläschen aus einer Spore heraus.

Da auf dem Wege der Keimung nichts zu erreichen war, so musste ich versuchen, junge Entwickelungsstadien im Freien zu finden, wobei man allerdings wieder mit der Schwierigkeit zu kämpfen hat, dass der Pilz immer nur einzeln auftritt, und dass er seine ganze Entwickelung bis zur Reife unter der Erdoberfläche zurücklegt. Ein zufällig gefundenes recht junges Exemplar hatte Herr Professor Reess die Güte, mir zur Verfügung zu stellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0075-0

Der Kopf desselben mass im Durchmesser 2 cm, ein Strunk ist fast gar nicht vorhanden, während der Wurzeltheil leider fehlte.

Nur wenig älter ist der in Fig. 1 wiedergegebene Pilz, während die weiteren Stadien der äusseren Entwickelung durch Fig. 2—4 wiedergegeben sind. Man erkennt sehr deutlich, wie überall Wurzeln vom Pilz erfasst und umwachsen sind.

Sodann aber zeigten die Figuren, wie der Strunk erst in letzter Linie gebildet wird. Wir haben also auch hier ein nachträgliches Strecken des sonst schon fast reifen Pilzes. Auch das erwähnte jüngste erst 2 cm grosse Exemplar zeigte übrigens im Innern schon im Wesentlichen ganz den Bau eines reifen Individuums. Um die Bildung und Anlagen der Kammern zu verstehen, braucht man übrigens nur an einem reifen Exemplare ihre Entstehung von unten nach oben zu verfolgen. Man findet alsdann zu unterst ein wirres Geflecht einfacher Hyphen, weiter oberhalb aber mehren sich die ersten Anzeichen der späteren Kammern, bemerkbar durch ein Anschwellen und Dunklerwerden der Pilzfäden, so dass man in dem sonst gleichmässigen Gewebe einzelne dunklere Partieen, jedoch ohne scharfe Abgrenzung, findet. Noch weiter oberhalb sehen wir die einzelnen späteren Kammern begrenzt durch sich eng aneinanderlegende Hyphen, die die Tramaplatten liefern. Im Innern der so angedeuteten Kammern bemerken wir zahlreiche keulenförmig angeschwollene Hyphenenden. Die jetzt noch breiten Tramaplatten werden nun weiter durch den Druck der sich dehnenden Kammern zusammengepresst und erleiden schliesslich mit dem gleichzeitigen Reifen der die Sporen führenden Kammern eine Längsspaltung, die in Fig. 5 rechts oben soeben eingeleitet wird.

Das Strecken des Strunkes dürfte wohl ein ziemlich langsames sein, es hält offenbar mit dem nach abwärts vor sich gehenden Reifen der Kammern gleichen Schritt, so dass auf diese Weise immer die die reifen Sporen enthaltende Schicht an die Erdoberfläche gehoben wird. Würde der Strunk sich nicht strecken, so würden die unteren Schichten gar nicht zu Tage treten. Es erklärt sich auf diese Weise auch die sehr verschiedene Länge des Strunkes der einzelnen Exemplare nach dem höhern oder tieferen Standort des Pilzes unter der Erdoberfläche.

Lebensweise des Pilzes.

Schon oben hatte ich gelegentlich erwähnt, dass im Wurzeltheil des Pilzes, ja oft auch im Strunk, sich immer Wurzeln befinden und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0076-6

zwar neben gelegentlich anderen, stets solche von der Kiefer, wie schon ein oberflächlicher Blick erkennen lässt.

Diese Wurzeln sind nun oft so massenhaft mit dem Pilz verflochten, dass die Frage nahe liegt, ob hier ein zufälliges Verflechten der Wurzeln mit dem Pilz oder aber ein innerer Zusammenhang der beiden statthat. Wahrscheinlich wird das Letztere dadurch, dass ich niemals einen Polysaccum ohne Pinuswurzeln gefunden habe, trotzdem ich sehr viele ausgegraben habe, dass der Pilz bei Erlangen wenigstens nur in lichten Kieferwäldern vorkommt, und dass endlich ein mir von Herrn Lehrer Krieger gütigst aus Königstein a. Elbe zugesandtes Exemplar von P. pisocarpium ebenfalls mit Pinuswurzeln durchsetzt war.

Nun kommt noch hinzu, dass diese Kiefernwurzeln immer eine Eigenthümlichkeit zeigen, die schon von Rees[1]) bei den mit Hirschtrüffeln zusammenhängenden Kiefernwurzeln beschrieben ist. Dieselben sind nämlich sehr oft dicht besetzt mit zahlreichen nach allen Richtungen abstehenden gabelig verzweigten Saugwurzeln, so dass sie ein korallenartiges büscheliges Aussehen gewinnen, ähnlich dem von Frank[2]) für die Cupuliferen-Mykorhizen angegebenen. Schon eine flüchtige mikroskopische Betrachtung bestätigt nun unsere Vermutung. Fast alle Saugwurzeln zeigen eine regelrechte Pilzscheide ganz ebenso wie Frank sie für die Cupuliferen u. a. nachgewiesen. Es bedurfte aber erst sehr eingehender und genauer Untersuchung, bis ich die Gewissheit hatte, dass diese Pilzscheiden an den mit dem Polysaccum verwachsenen Kiefernwurzeln thatsächlich von dem Pilze herrührten. Beim Entfernen der kleinen von den Hyphen ausserordentlich fest gehaltenen Steinchen nimmt man meistens auch den grössten Theil des Hyphengeflechtes, ja oft auch die ganzen Pilzscheiden, wenigstens bei etwas älteren Saugwurzeln, mit fort. Es gelang mir aber schliesslich den Zusammenhang der die Mykorhiza bildenden und der von Polysaccum ausgehenden Hyphen sicher festzustellen. Auf dem in Fig. 12 wiedergegebenen Längsschnitte einer aus dem Königsteiner Exemplar genommenen Wurzel waren in der Mykorhiza zum Ueberfluss auch noch mehrere der für Polysaccum so charakteristischen keulenförmigen Hyphen erkennbar, während die rechts oben von der Pilzscheide abgehenden Hyphen einen Zweifel an der Zugehörigkeit zum Polysaccum nicht mehr zuliessen. Diese Mykorhizen beschränken

1) Reess und Fisch, Untersuchungen über Bau- und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel. Bibliotheca botanica Heft 7.

2) Frank, Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung etc. Ber. d. D. B. G. III.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0077-2

sich übrigens nicht immer bloss auf die Wurzelspitzen, sondern sie zeigen sich oft auch noch an schon älteren und verhältnissmässig stärkeren Wurzeln. Auch ist die Scheide oft von einer enormen Mächtigkeit im Verhältniss zur Wurzel. Die Farbe der Mykorhiza ist meist schwach gelb, wie auch die Hyphen gewöhnlich mehr oder weniger gelb sind, jedoch auch zuweilen fast farblos auslaufen.

Die Wurzelspitze zeigt sich nun ganz in Uebereinstimmung mit Frank's Angaben im Innern frei von Hyphen. Letztere dringen vielmehr wie bei den Cupuliferen-Mykorhizen erst eine Strecke oberhalb der Spitze in die äussersten Epidermiszellen ein. Sie durchsetzen hier die Zellen quer und verzweigen sich selbst in denselben.

Zuweilen fand ich Zellen, die ganz angefüllt waren von Hyphen, die alle senkrecht vom Schnitt getroffen waren. Je weiter man sich nun von der Wurzelspitze entfernt, um so zahlreicher werden die Hyphen in den äusseren Zellen.

Es tritt nun, wie auch Reess[1]) für die von Elaphomyces ergriffenen Kieferwurzeln anführt, offenbar ein Kampf zwischen Wurzel und Pilz ein, indem erstere durch Abstossen der von Pilzhyphen durchsetzten Schichten und oft mehrfach wiederholter Bildung secundärer Korkschichten den Eindringling sich fern zu halten sucht.

Durchaus nicht immer aber gelingt dies der Wurzel. Zuweilen traf ich Wurzeln, deren ganzer innerer Holzkörper von einer dichten Pilzscheide umgeben war, gleich wie vorher die Wurzel von aussen. Dann aber lässt sich der Pilz nicht mehr zurückhalten; intercellular, die Zellen oft weit auseinanderdrängend durchsetzt er nun das ganze Innere der Wurzel. Hier umspinnt er nun die Hohlräume und selbst die Gefässe vollständig und bildet gleichsam eine Innenscheide der Zellen. In anderen Fällen allerdings schien es, als ob die Wurzel Siegerin werden würde.

Wenn Frank nun der Mykorhiza die Function einer Amme in Bezug auf den Baum zuschreibt, so dürfte dies für die von Polysaccum befallenen Kiefern wohl nicht der Fall sein. Denn abgesehen davon, ob der Pilz in das Innere der Wurzel einzudringen vermag oder nicht, findet man neben bescheideten Kiefernwurzeln immer auch zahlreiche ohne Scheide, allerdings soweit sie im Bereich der Polysaccumhyphen sind, mit Pilzfäden mindestens in der Korkschicht. Der Baum ist also sicher in der Lage, auch ohne Pilz die nöthigen Nährstoffe aufzunehmen. Andererseits ist dem Baum nichts von einer Krankheit

1) Reess l. c. p. 21.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0078-8

anzusehen, was aber auch kaum anzunehmen, da nur ein kleiner Theil seiner Wurzeln von Polysaccum ergriffen wird.

Es ist nun möglich, dass der ausgewachsene Pilz einen mehr oder minder grossen Grad der Selbständigkeit erlangt, da ich in alten Exemplaren fast nur abgestorbene Wurzeln fand, doch scheint mir, dass er in seiner Jugend der Kiefernwurzeln bedarf.

Uebrigens sagt Tulasne[1]) von Polysaccum tinctorium, der auf den Canarischen Inseln sich findet: „Cette nouvelle espèce croît parasite sur les racines d'un Ciste."

Wie weit nun der Parasitismus unter den Polysaccum-Arten und event. auch unter den Gasteromyceten verbreitet ist, müssen eingehende Untersuchungen der einzelnen Gattungen zeigen.

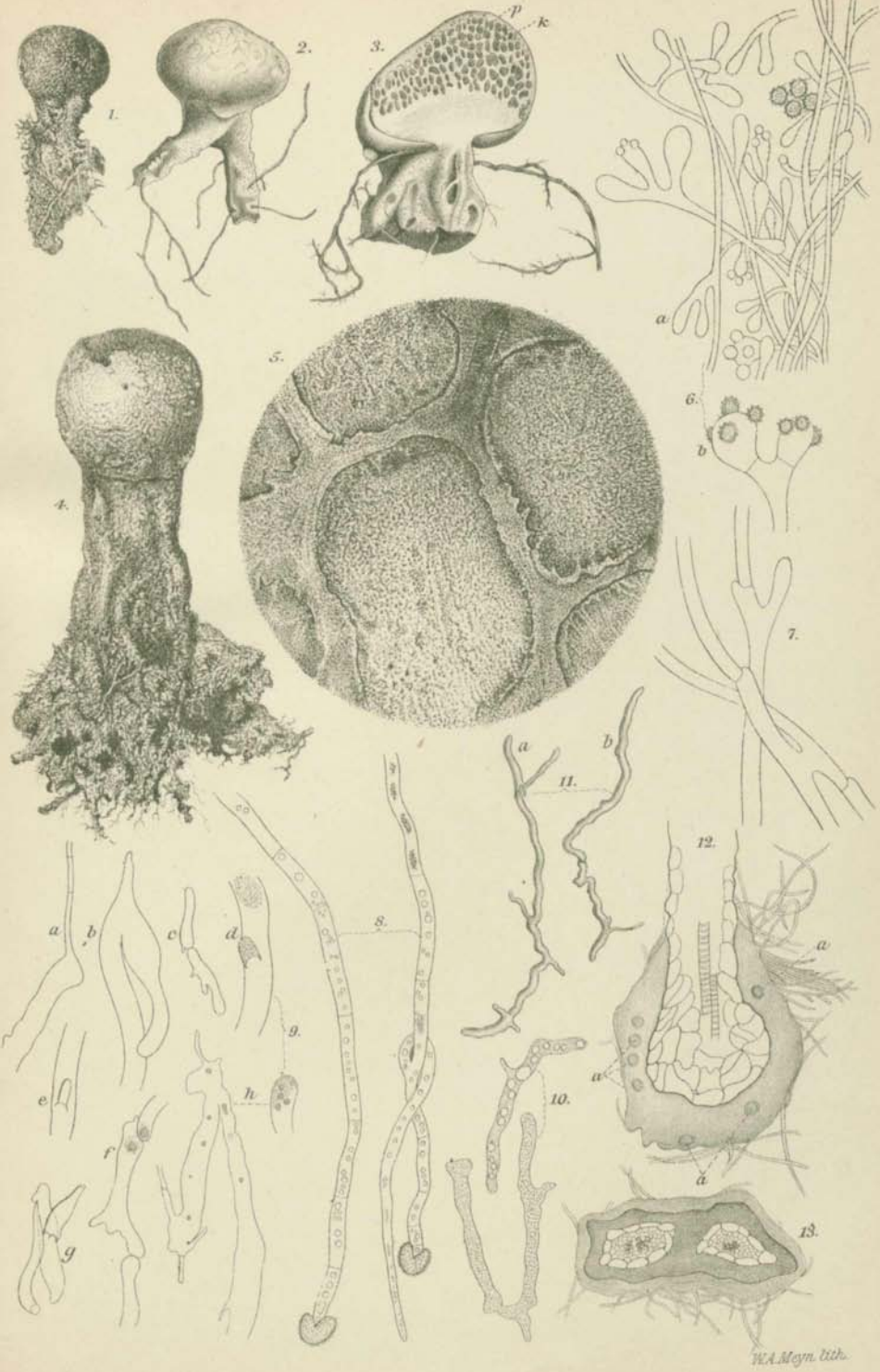
Erlangen, Botanisches Institut.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Junges Exemplar von Polys. crassipes, $^1/_2$ der natürl. Grösse. Photogr.
Fig. 2. Nächstes Entwicklungsstadium. Der Wurzeltheil hat sich hier gespalten. $^1/_2$ der natürl. Grösse.
Fig. 3. Exemplar mit durchschnittenem Fruchtkörper von ungefähr gleichem Alter wie Fig. 2. $^1/_2$ der natürl. Grösse.
Fig. 4. Reifer mittelgrosser Polysaccum. $^1/_2$ der natürl. Grösse. Photogr.
Fig. 5. Schnitt durch fast reife Kammern kurz vor der Spaltung der Tramaplatten. Mikrophotogr.
Fig. 6 a. Einige Hyphen aus einer noch nicht reifen Kammer mit beginnender Sporenbildung. b. Eine reife Sporen tragende Hyphe. 510/1.
Fig. 7. Hyphen aus einer Tramaplatte. 510/1.
Fig. 8. Zwei keimende Sporen. 510/1.
Fig. 9. Einige Keulenhyphen aus dem Strunk. 510/1.
Fig. 10. Mit körnigem Inhalt erfüllte Keulenhyphen aus dem Strunk. 510/1.
Fig. 11. Obliterirte Hyphen. 510/1.
Fig. 12. Längsschnitt durch eine von Polysaccumhyphen umscheidete Kiefernwurzel. 225/1.
Fig. 13. Querschnitt durch eine Saugwurzel kurz vor der Gabelung. 225/1.

1) Tulasne l. c. p. 130.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0079-6



Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05164-0527-1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 78

Autor(en)/Author(s): Bruns Erich

Artikel/Article: Beitrag zur Kenntniss der Gattung Polysaccum. 67-75