Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Fruchtkörper einiger Gastromyceten.

Von

Lydia Rabinowitsch.

Hierzu Taf. X und XI.

Ueber die Entwickelungsgeschichte der Fruchtkörper der Gastromyceten liegen vielfache und eingehende Untersuchungen vor, deren Litteratur theils in der jüngst erschienenen Arbeit von Rehsteiner[1]), theils in der folgenden Untersuchung aufgeführt ist. Da es für eine vollständige und klare Systematik der Gastromyceten von grosser Bedeutung ist[2]), dass möglichst viele Arten derselben entwickelungsgeschichtlich untersucht werden und da noch viele Arten einer solchen Untersuchung harren, möchte ich in vorliegender Arbeit einige wenige vervollständigende Beiträge liefern.

Auf Veranlassung und unter Leitung von Prof. Dr. Ed. Fischer habe ich Lycoperdon depressum und Scleroderma Bovista einer eingehenden, ferner Sphaerobolus stellatus einer ergänzenden entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung unterworfen.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Ed. Fischer meinen innigsten Dank auszusprechen für seine gütige Ueberlassung von Material, sowie für seine fördernde Beihilfe.

Auch Herrn Prof. Dr. L. Fischer sage ich für seine vielseitige Anregung während meiner Studien an der Universität Bern meinen besten Dank.

Lycoperdon depressum Bonorden.

Nach dem Vorgange von Bonorden[3]) werden alle Lycoperdon-Arten in 2 Gruppen eingetheilt: A. Lycoperdon-Arten, bei welchen der fruchtbare Theil der Gleba durch eine Grenzlinie vom sterilen

1) Rehsteiner, Beitr. z. Entw. d. Frk. einiger Gast. Botan. Zeitung 1892, Nr. 47—52.

2) Vgl. Fischer, Einleitung zu den „Untersuchungen z. vrlg. Entwg. u. System. der Phalloideen", Denkschr. d. schw. naturf. Gesellsch. Bd. 32, I, 1890.

3) Bonorden, D. Gattungen Lycop. Bovista u. ihr Bau. Bot. Ztg. 1857 p. 593.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0389-3

Theil getrennt ist, und B. solche, bei welchen es keine Grenzlinie zwischen dem fruchtbaren und unfruchtbaren Theil der Gleba gibt.

Es sind nur die zweiten in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht von Rehsteiner[1]) erörtert worden, die Formen mit Grenzlinie sind dagegen entwickelungsgeschichtlich noch gar nicht untersucht. Die einzigen näheren Angaben, die wir überhaupt über den Bau dieser Form haben, rühren von Bonorden her. Derselbe erörtert die Entwickelung des Fruchtkörpers nicht, er beschreibt nur die Grenzlinie beim erwachsenen Fruchtkörper und betrachtet dieselbe als ein „Diaphragma", als innere Peridie, die vollständig sei und eine geschlossene Kugel bildet. Diese Grenzlinie kommt nach Bonorden zu Stande wie folgt: „Alle Röhren wenden sich seitwärts, lagern sich in eine Kreisfläche und verflechten sich zu einer Membran, welche jene Grenzlinie bildet, und diese vereinigt sich bogenförmig aufsteigend mit der inneren Membran des Kopfes in einem spitzen Winkel."

Eine genauere entwickelungsgeschichtliche Untersuchung der Form mit Grenzlinie war daher wünschbar, um auch zu sehen, als was wir die Grenzlinie morphologisch aufzufassen haben.

An der Hand von Alkoholmaterial aus dem Berner Oberland, theils aus der Gegend von Adelboden, theils aus dem Justisthal, war es mir möglich, die Entwickelungsgeschichte einer der Formen mit Grenzlinie zu untersuchen, nämlich Lycoperdon depressum. Ich möchte also zur Darstellung meiner Beobachtungen übergehen.

Bevor wir die entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse untersuchen, orientiren wir uns über den Bau des fast erwachsenen Fruchtkörpers.

Der etwa $2^1/_2$ cm hohe und 4 cm breite, fast reife Fruchtkörper von Lycoperdon depressum ist verkehrt kegelförmig, an den Seiten abgerundet, grau bis gelbbraun.

Auf einem medianen Längsschnitte treten uns folgende Haupttheile entgegen: (Taf. X Fig. 1.)

1. Die äussere Peridie (Pd).
2. Die innere Peridie (Pi).
3. Die Gleba (G) { der fertile Theil der Gleba (fkm) / der sterile Theil der Gleba (stkm) / die Grenzlinie (Grn).

Der Bau der äusseren und inneren Peridie stimmt wesentlich mit der Peridie der von Rehsteiner untersuchten Lycoperdon-

1) Rehsteiner, l. c.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0390-8

Arten (Lyc. gemmatum und laxum) überein und kann daher sehr kurz behandelt werden. Die äussere Peridie (Pd) besteht aus einer inneren (a) und einer äusseren Schicht (scz). Die innere Schicht besteht aus blasig aufgetriebenen, dichten, wirren Hyphen und ist pseudoparenchymatisch. Nach der Peripherie geht diese Schicht ganz allmählich in die äussere sculpturenbildende Schicht über. Die Hyphen nehmen nach aussen an Durchmesser zu, bestehen aus rundlichen, aufgedunsenen radial angeordneten Zellen.

Die innere Peridie besteht aus zarten, eng verflochtenen, reich verzweigten Hyphen, welche sich nach innen direct in die Tramaplatten fortsetzen. Die Hyphen der inneren Peridie unterscheiden sich somit von den Tramahyphen nur durch die dichtere Verflechtung und die Anordnung ihrer Bestandtheile.

Die Gleba lässt den bekannten gekammerten Bau erkennen. Die Wände der Kammern sind von den Basidien ausgekleidet, welche Auszweigungen der Tramahyphen sind; im obersten Theil des Fruchtkörpers ist die Gleba fertil, das heisst es entstehen an den Basidien die Sporen, während im unteren Theile die Basidien steril bleiben. Abgesehen davon ist auch die Form der Kammern und die Grösse der Basidien im fertilen und sterilen Theile verschieden. Im fertilen Theile der Gleba sind die Kammern im Allgemeinen lang, schmal und oft labyrintisch mit einander verbunden; ihre Anordnung ist aber nicht überall dieselbe.

Im obersten Theil, in der Nähe der Peridie, verlaufen die Kammern radial senkrecht zur Oberfläche (Taf. X Fig. 2), also gerade so wie die fertilen Kammern bei Lycoperdon gemmatum und laxum. Im untersten Theil der fertilen Gleba, da wo dieselbe an den sterilen Theil grenzt, sehen wir meist in horizontaler Richtung verlaufende Kammern.

Die fertilen Basidien sind von geringerem Durchmesser und von geringerer Länge als diejenigen an den sterilen und sind somit in grösserer Zahl vorhanden, sie scheinen auch einen viel dichteren Inhalt zu besitzen. Ihre Länge beträgt 6—9 μ, ihre Breite 3—5 μ.

Die Kammern des sterilen Theiles von Lycoperdon depressum sind oval bis rund. Die sie umgebenden Hyphen sind etwas dicker als die Tramahyphen am fertilen Theile und lockerer unter einander verflochten.

Die sterilen Basidien an der Grenzlinie sind 15—18 μ lang und 6—9 μ breit; die sterilen Basidien im untersten Theil sind 24—27 μ lang und 12—15 μ breit.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0391-4

Wir sehen somit, dass die innere und die äussere Peridie, sowie die Beschaffenheit der fertilen und sterilen Kammern von Lycoperdon depressum uns ein ähnliches Verhalten wie die entsprechenden Theile bei Lycoperdon laxum und gemmatum bieten.

Während aber bei Lycoperdon gemmatum und laxum der Uebergang vom fertilen zum sterilen Theil allmählich erfolgt und durch die Columella vermittelt wird, sind bei Lycoperdon depressum die beiden Theile der Gleba ganz scharf von einander gesondert und durch die Grenzlinie geschieden (Taf. X Fig. 5 Gr.).

Diese Grenzlinie besteht beim erwachsenen Fruchtkörper aus zahlreichen eng und wirr verflochtenen, in transversaler Richtung verlaufenden Hyphen, welche völlig mit den Hyphen der Trama und der inneren Peridie übereinstimmen.

In der Nähe der Grenzlinie fällt uns, wie schon oben erwähnt wurde, die transversale Richtung der fertilen wie auch der sterilen Kammern auf, die hier nicht selten ganz platt gedrückt erscheinen.

Da alle Theile, ausser der Grenzlinie bei Lycoperdon depressum denselben Theilen bei Lycoperdon gemmatum und laxum entsprechen, möchte ich bei der Beschreibung der Entwickelung des Fruchthörpers von Lycoperdon depressum mich hauptsächlich auf die Entwickelung und das Zustandekommen der Grenzlinie beschränken, dabei die anderen Theile nur soweit berührend, als sie zur Grenzlinie in Beziehung stehen. Das nähere anatomische und entwickelungsgeschichtliche Verhalten der Peridien, der Gleba, wie auch des Myceliums wurde eingehend von Rehsteiner behandelt und meine Beobachtungen dieser Theile bei Lycoperdon depressum stimmen mit denjenigen von Rehsteiner überein.

Wie und wann entsteht die Grenzlinie und als was können wir sie auffassen?

Um diese Frage zu beantworten, wollen wir die Entstehung der Grenzlinie entwickelungsgeschichtlich verfolgen. Leider stiess auch ich bei meiner Untersuchung auf den hindernden Umstand, den auch Rehsteiner bei Lycoperdon und Bovista erwähnt: die abnorme Ausbildung der Fruchtkörper, besonders der jungen Exemplare. Während aber die Degeneration bei Lycoperdon gemmatum und laxum im centralen Theil der Gleba beginnt, war es in meinen Exemplaren die sterile Gleba, die früher als die fertile zerstört wurde. Bei dieser Degeneration wurden vor Allem die Tramahyphen angegriffen, sie erscheinen hell und verschwinden allmählich ganz. Die Basidien

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0392-0

anlagen leisten etwas länger Widerstand, gehen aber beim Fortdauern der Degeneration endlich auch zu Grunde und die Kammern werden dann grösser und verlieren endlich ihre scharfe Umgrenzung. Die Grenzlinie leidet im Allgemeinen bei der Degeneration nicht stark, und nur wenn dieselbe ziemlich fortgeschritten ist, erscheinen die Hyphen der Grenzlinie hell und unscheinbar.

Völlig unberührt von der Degeneration bleibt nur die Peridie. Schon äusserlich können wir die degenerirten Exemplare ziemlich leicht unterscheiden; es erscheint bei Lycoperdon depressum dann der sterile Theil ganz weich und zerspringt schon bei geringem Druck zwischen den Fingern.

Dank der mir durch Prof. Dr. Ed. Fischer zur Verfügung gestellten Präparate von Rehsteiner, die sowohl Schnitte durch normal ausgebildete wie auch durch degenerirte Fruchtkörper von Lycoperdon gemmatum und laxum in allen Stadien der Entwickelung zeigten, konnte ich sehen, inwiefern wir aus den degenerirten Exemplaren Schlüsse auf die normalen Zustände zu ziehen berechtigt sind. Ist die Degeneration nicht stark fortgeschritten, so erscheinen nur die Tramahyphen verändert: aufgelockert und hell, die anderen Theile stimmen ganz mit den der normal ausgebildeten Fruchtkörper überein.

Da es sich ferner bei meiner Untersuchung nicht hauptsächlich um den Bau der Tramahyphen handelte, sondern vielmehr auf den allgemeinen Bau der Gleba und vor Allem auf das Auftreten und Verhalten der Grenzlinie ankam und da die Degeneration bei den von mir untersuchten Fruchtkörpern meist nicht fortgeschritten war, hielt ich mich doch für berechtigt, an der Hand degenerirter Fruchtkörper manche meiner Schlüsse zu ziehen.

Die erste Anlage der Gleba von Lycoperdon depressum, das Auftreten heller, rundlicher Lücken im Gewebe, konnte ich bei Fruchtkörper von 1,5 mm Länge sehen. Diese Lücken waren besonders bei schwacher Vergrösserung sichtbar und von rundlicher Gestalt. Ihrer Gestalt nach dürften diese Lücken wohl als sterile Kammern betrachtet werden, um so mehr, als wir auch bei Lycordon gemmatum dasselbe Verhalten finden.

Bei starker Vergrösserung erwiesen sich die Lücken als aus lockeren Hyphen bestehend. Zwischen diesen Hyphen befanden sich zahlreiche Krystalle aus Calciumoxalat. Alle Lücken sowohl bei diesem Stadium, als wie bei dem 2 mm langen Fruchtkörper waren gleichartig.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0393-5

Bei einem Fruchtkörper aber von 3 mm Länge konnte bereits eine Verschiedenheit in der Ausbildung der Kammern constatirt werden: die im oberen Viertel waren länglich, schmal, labyrintisch; stellen wohl die Anlage des fertilen Theiles der Gleba dar; die übrigen Kammern erscheinen rundlich wie beim 2 mm langen Fruchtkörper.

Nicht alle Kammern waren gleich ausgebildet, manche erschienen von Basidienanlagen schon umgeben, während andere von wirren Hyphen fast noch ganz erfüllt waren.

Eine Grenzlinie, oder irgend eine Andeutung derselben war in diesem Stadium noch nicht vorhanden.

Bei der weiteren Entwickelung vermehren sich die Kammern sowohl im sterilen, wie auch im fertilen Theil, sie werden auch immer grösser.

Die Grenzlinie bemerkte ich zuerst in einem etwa 12 mm langen Fruchtkörper (Taf. X Fig. 3).

Untersuchen wir einen etwa 12 mm langen Fruchtkörper von Lycoperdon depressum, so finden wir folgendes eigenthümliches Verhalten: In der Mitte sehen wir eine aus gezerrten Kammern gebildete Grenzlinie (Taf. X Fig. 3 Gr), die aus einem wirren Hyphengeflecht besteht, dessen Elemente mit den der inneren Peridie und der Tramahyphen völlig übereinstimmen. Diese Grenzlinie reicht aber nicht bis zur Peridie, vielmehr setzt sie sich gegen den Rand hin in eine Zone von Kammern fort, die in tangentialer Richtung verlaufen und die deutlich von Basidien ausgekleidet sind.

Bei der weiteren Entwickelung des Fruchtkörpers ist es besonders der fertile Theil, der sich mächtiger als der sterile entwickelt; dabei werden auch an den Randtheilen der Grenzschicht die Kammern völlig gezerrt; die Grenzlinie tritt immer schärfer hervor und bei einem etwa 15 mm langen Fruchtkörper sehen wir (Taf. X Fig. 5) die beiden Theile der Gleba durch die Grenzlinie, welche aus wirren parallel gelagerten Hyphen besteht und keine Spur von Kammern zeigt, scharf von einander abgetrennt. Seitlich erstreckt sich die Grenzlinie nunmehr bis zur inneren Peridie, in die sie direct übergeht.

Das weitere Wachsthum des Fruchtkörpers besteht nur noch in einer Vergrösserung der schon vorhandenen Elemente; es werden keine neuen Theile mehr angelegt.

Wie bei Lycoperdon gemmatum erfolgt auch hier die Sporenbildung spät, kurz bevor der Pilz seine definitive Grösse erreicht hat.

Der Zersetzungsprocess: die Degeneration und das Zerstörtwerden aller zarten Theile der Gleba, dem nur die stark verdickten, gelb

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0394-1

bis braun gefärbten derben Capillitiumfasern und die Sporen widerstehen, wurde schon von Vittadini[1]) und Rehsteiner[2]) beschrieben.

Bei Lycoperdon depressum bleibt auch nach vollendeter Entwickelung zwischen den beiden Theilen der Gleba die stark ausgebildete Grenzlinie bestehen, die hier als „derbe Haut", als „Diaphragma" uns entgegentritt.

Während auf dieser Stufe der Entwickelung von dem fertilen Theile der Gleba nur die derben Capillitiumfasern und die Sporen übrig bleiben, behält die sterile Gleba ihre ursprüngliche Struktur; von den sterilen Basidien bleibt keine Spur und die Höhlungen der sterilen Kammern sind hier von einem Geflecht zäher Hyphen mit derber Membran umgeben.

Auf das Oeffnen des Fruchtkörpers von Lycoperdon depressum, das am Scheitel mit einer runden, begrenzten Oeffnung beginnt, werde ich nicht näher eintreten. Dasselbe wurde von Rehsteiner ausführlich für Lycoperdon gemmatum beschrieben, mit dem Lycoperdon depressum in dieser Hinsicht völlig übereinstimmt.

Fassen wir nun die Beobachtungen über das Auftreten und die Entstehung der für Lycoperdon depressum charakteristischen Grenzlinie zusammen, so sehen wir, dass dieselbe verhältnissmässig spät, erst nach der Ausbildung des sterilen und fertilen Theiles der Gleba auftritt und dass sie einfach aufzufassen ist als ein Theil der Gleba, der eine Zerrung erfahren hat.

Die Grenzlinie hat also nicht in höherem Grade als jede beliebige Partie der Gleba das Recht, als innere Peridie aufgefasst zu werden. Die Auffassung von Bonorden, die oben angeführt wurde, wird dadurch also hinfällig.

Man kann endlich noch die Frage aufwerfen, welches wohl die Ursache gewesen ist, welche die Zerrung der Kammern in eine so scharf abgegrenzte Zone hervorrief.

Um einige Abstractionen betreffend dieser Frage zu ziehen, wollen wir in einigen grossen Zügen das Wachsthum des Fruchtkörpers von Lycoperdon depressum mit demjenigen bei Lycoperdon gemmatum, der keine Grenzlinie besitzt, vergleichen.

Es hat Rehsteiner ausführlich das Wachsthum der Gleba bei Lycoperdon gemmatum erörtert und ich halte mich beim Vergleich

---

1) Vittadini, Monogr. Lycoperd.
2) Rehsteiner, l. c. p. 23.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0395-7

des von mir untersuchten Lycoperdon depressum mit Lycoperdon gemmatum an die von Rehsteiner für letzteren gewonnenen Resultate.

Bis zu einem gewissen Stadium stimmt die Entwickelung der beiden Lycoperdon-Arten überein. Die erste Anlage der Gleba kündigt sich bei beiden Arten durch das Auftreten der Anlage der sterilen Kammern in dem völlig undifferenzirten Gewebe an. Diese erst entstandenen Kammern liegen später, wie Rehsteiner es gezeigt hat, im centralen Theil der Gleba. Auch die Bildung der Basidienanlagen schreitet von der centralen Partie aus fort.

Bei der weiteren Entwickelung vergrössert sich im sterilen Theil der betreffenden Lycoperdon-Arten einerseits die schon gebildeten Kammern, anderseits werden auch im undifferenzirten Gewebe immer neue Kammern angelegt.

Die fertilen Kammern treten später als die sterilen auf und zwar auch in der centralen Partie des Fruchtkörpers. Bei der weiteren Entwickelung des Fruchtkörpers geht die Anlage neuer fertiler Kammern bei beiden Lycoperdon-Arten aus der innerhalb der äusseren Peridie gelegenen Zone des Bildungsgeflechtes aus.

Also bis zu einem gewissen Stadium stimmen die Verhältnisse bei Lycoperdon depressum mit denjenigen bei Lycoperdon gemmatum überein.

Ein etwa 4 mm breiter und 8 mm langer Fruchtkörper von Lycoperdon gemmatum zeigt nach den Angaben von Rehsteiner eine fast cylindrische Form, die kopfförmige Gestalt des fertilen Theiles ist noch wenig ausgeprägt.

Die weitere Ausbildung der Gleba von Lycoperdon gemmatum besteht in einem Wachsthum nach oben, in der „radialen Streckung der Kammern und in der dadurch bedingten Bildung des kopfförmigen Theiles des Fruchtkörpers".[1])

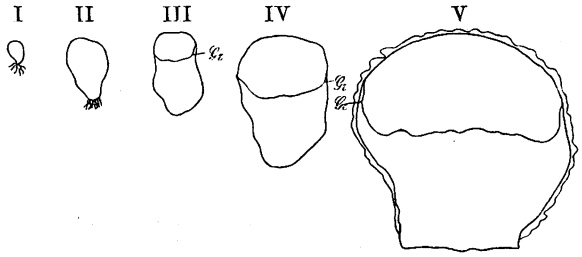
Verfolgen wir somit die verschiedenen Momente beim Wachsthum des Fruchtkörpers, so sehen wir, dass der Bau der Gleba beider Arten übereinstimmt, so lange die Gestalt der Fruchtkörper dieselbe ist.

Auch die jungen Fruchtkörper von Lycoperdon depressum zeigen eine nahezu cylindrische Gestalt und bei diesen jungen Fruchtkörpern tritt, wie wir bereits wissen, keine Grenzlinie auf. Während aber bei der weiteren Entwickelung Lycoperdon gemmatum eine immer mehr birnförmige Gestalt annimmt und deutlich einen Stiel und einen

1) Rehsteiner, l. c. p. 21.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0396-3

Kopf aufweist, findet das Wachsthum bei Lycoperdon depressum immer mehr in die Breite statt und der Fruchtkörper bekommt allmählich eine verkehrt kegelförmige, an den Seiten abgerundete Gestalt.



Dieses Verhalten beim Wachsthum des Fruchtkörpers von Lycoperdon depressum gibt uns zwar noch lange keine genügende Erklärung für das Zustandekommen der Grenzlinie, aber wir können doch in diesem Verhalten eine gewisse Hindeutung darauf sehen, dass das Auftreten der Grenzlinie mit der Gestalt des Fruchtkörpers in einem gewissen Zusammenhange steht.

Vergleichen wir ferner die fertilen Kammern eines erwachsenen Fruchtkörpers von Lycoperdon depressum mit denselben bei Lycoperdon gemmatum, so sehen wir, dass auch die längsten Kammern von Lycoperdon depressum keine solche starke Ausbildung in radialer Richtung wie die von Lycoperdon gemmatum erreichen. Das Wachsthum in radialer Richtung scheint bei Lycoperdon depressum überhaupt lange nicht so intensiv wie bei Lycoperdon gemmatum zu sein.

Wie wir ferner im allgemeinen Theile gesehen haben, verlaufen alle fertilen Kammern von Lycoperdon depressum in den jungen Fruchtkörpern, wo keine Grenzlinie noch vorhanden ist, in radialer Richtung, während beim Auftreten der Grenzlinie in der Nähe derselben transversal verlaufende Kammern sich befinden.

Es sind die centralen Kammern die ältesten, die zuerst auftretenden; diese Kammern können vielleicht beim weiteren Wachsthum des Fruchtkörpers mit demselben nicht Schritt halten, und da das Wachsthum mächtig in transversaler Richtung stattfindet, werden die central gelegenen Kammern gezerrt und bringen somit die Grenzlinie hervor. Dass diese Zerrung allmählich vor sich geht, wird schon daraus ersichtlich, dass wir Fruchtkörper finden, wo in der Mitte eine Grenzlinie auftritt, während am Rande transversal verlaufende Kammern sich befinden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0397-9

Folgender Umstand endlich spricht auch dafür, dass die Gestalt des Fruchtkörpers in gewisser Beziehung zum Auftreten der Grenzlinie steht: es zeigen alle Lycoperdon-Arten mit Grenzlinie eine verkehrt kegelförmige, kreisförmige bis kugelige Gestalt, während die Lycoperdon-Arten ohne Grenzlinie eine mehr cylindrische, verkehrt eiförmige Gestalt besitzen und meist einen scharf ausgeprägten Stiel und Kopf zeigen.

Ich habe somit nur meine Vermuthung über die Ursache der starken Zerrung der Kammern ausgesprochen. Entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen der anderen Lycoperdon-Arten mit Grenzlinie werden vielleicht zeigen, inwiefern diese Vermuthung über das Zustandekommen der Zerrung berechtigt ist.

Scleroderma Bovista Fries.

Tulasne[1]) war der erste, der eine genauere Beschreibung und eine, wenn auch nur kurze, nicht vollständige Entwickelungsgeschichte des Fruchtkörpers von Scleroderma gab.

In seiner Arbeit bezieht sich Tulasne auf die früheren Untersuchungen von Berkeley[2]) mit welchen manche seiner Beobachtungen übereinstimmen.

Ferner wurde Scleroderma von Bonorden[3]) untersucht, der bis auf Weniges mit den Ansichten von Tulasne übereinstimmt und eine ausführliche Beschreibung der Peridie gibt.

Ausser diesen zwei kleineren Arbeiten über Scleroderma tritt uns noch eine grössere von Sorokin[4]) entgegen, die genau die allmähliche Entwickelung des Fruchtkörpers von Scleroderma verrucosum verfolgt.

Die Resultate der genannten Arbeiten weichen aber in Bezug auf die Anlage der Gleba so stark von einander ab, dass eine erneute Untersuchung zur Entscheidung nöthig war, speziell auch in Hinblick auf den Vergleich mit anderen inzwischen untersuchten Gastromyceten. Ausserdem ist auch die Frage der Sporenbildung, wie de Bary[5]) gezeigt hat, nochmaliger Untersuchung bedürftig.

---

1) Tulasne, Fructific. d. Scleroderma comparée à celle des Lycop. et Bovista, Ann. d. sc. nat. T. 17, II. Serie, 1842.

2) Berkeley, Ann. nat. hist. vol. VI. 1841.

3) Bonorden, Handbuch d. allg. Mycologie, 1851, p. 244.

4) Sorokine, Développement du Scl. verrucosum, Ann. d. sc. nat. 6. Serie Tom. II, 1876, p. 30.

5) De Bary, Vgl. Morph. u. Biol. d. Pilze, 1884, p. 336.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0398-5

I. Die Entwickelung der Gleba und der Peridie.

Ich möchte vor Allem in wenigen kurzen Zügen den Hauptinhalt der oben genannten Arbeiten wiedergeben, dabei aber die Frage über die Sporenbildung, die ich speciell weiter unten behandeln werde, hier möglichst ganz übergehen.

Nach Tulasne bestehen die jungen Fruchtkörper von Scleroderma aus einem einheitlichen, soliden, undifferenzirten Geflecht, das aus wirren, verzweigten Hyphen besteht. Dann entstehen[1]) „au centre du champignon de petits espaces irreguliérement arrondis et plus diaphanes que les parties qui les entourent forment un réseau d'autant plus manifeste que la plante est moins jeune. A mesure que celle-ci s'accroît, ces éspaces perdent de leur transparence et se remplissent d'utricules delatées, qui sont les cellules extrêmes, soit des filamens composant la trame qui les limite, soit des rameaux qui en proviennent. Ces utricules sont pyriformes, et quelques-unes ont à leur base une sorte de talon".

Diese birnförmigen Zellen wachsen schnell und tragen in der Regel vier, manchmal zwei, drei oder fünf meist sitzende Sporen.

Ein eigentliches Capillitium nimmt Tulasne bei Scleroderma nicht an, es treten zwischen den Sporen nur die trockenen desorganisirten Kammerwände auf.

Bonorden stimmt im Allgemeinen mit der Meinung von Tulasne über die Entstehung und die Entwickelung des Fruchtkörpers bei Scleroderma überein und ergänzt, wie ich im Abschnitt über die Sporenbildung zeigen werde, die Ansicht von Tulasne über die Entwickelung der Sporen.

In der Arbeit „Développement du Scleroderma verrucosum" beschreibt Sorokin vor Allem das Auftreten und die Ausbildung des Myceliums von Scleroderma. Dasselbe besteht meist aus feinen Fäden, die gelegentlich aber auch die Dicke eines Gänsekieles erhalten können. Die Fäden des Mycels sind septirt, besitzen schnallförmige Fusionen und bilden beim Zusammentreten mehrerer Stränge ein strangförmiges Mycelium.

Die erste Spur eines Fruchtkörpers zeigt sich in der Gestalt wirrer, kurzer, netzartig verzweigter Fäden.

Bei dem darauffolgenden Stadium beschreibt Sorokin einen Fruchtkörper, der eine Art Schwamm bildet und mit zahlreichen offenen Kammern versehen ist. Die Hyphen bilden die junge Trama

---

1) Tulasne, l. c. p. 8.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0399-3

von Scleroderma und zwischen diesen Tramahyphen befinden sich die jungen Kammern als offene Hohlräume.

Bei der weiteren Entwickelung des Fruchtkörpers von Scleroderma sind diese Kammern ganz mit Basidien erfüllt und Sorokin nimmt an, dass die Basidien einer jeden Glebakammer aus den Verzweigungen eines einzigen Hyphenastes entstehen, der von der Trama aus in die Kammer hineinwächst. Dieses Hineinwachsen in die Kammer beschreibt Sorokin sehr ausführlich und zwar soll dasselbe folgenderweise vor sich gehen: „bientôt après la formation du squelette du Scleroderma, les filaments qui le constituent envoient des rameaux délicats et transparents qui se dirigent dans les cavités les plus proches. Mais ces filaments délicats se divisent bientôt en se bifurquant à leur extrémités, quoique les deux rameaux restent unis l'un à l'autre. Puis l'un d'eux s'entortille autour de son voisin; c'est alors que commence la ramification des deux cellules et la formation de la pelote hyméniale, dans laquelle on pourrait d'abord reconnaître distinctement la présence d'une cellule isolée, sur laquelle se sont pour ainsi dire dévidées les autres, en formant une boule; mais plus tard, après l'apparition des cloisons dans les cellules, il devient impossible de la distinguer. Au reste l'apparition des cloisons est trés limitée; les filaments exterieurs ont la faculté de produire des rameaux qui rampent et s'enroulent autour de la pelote. De lá provient l'acroissement assez rapide de la pelote".[1])

Die keulenförmigen Basidien von Scleroderma verrucosum tragen bei ihrer weiteren Entwickelung je vier Sporen, die an kurzen, feinen, Stielen sitzen.

In den reifen Fruchthörpern beschreibt Sorokin in dieser Arbeit ein typisches Capillitium, das demselben bei Lycoperdon, Bovista und Geaster entsprechen soll. Ich möchte aber hinzufügen, dass in einer neueren Arbeit[2]) derselbe Autor das Capillitium von Scleroderma verrucosum als ein stark reducirtes bezeichnet.

Ich lasse nun die Resultate meiner Untersuchung folgen, die an Scleroderma Bovista und Scleroderma vulgare gewonnen wurden Das Material des ersten stammte vom Beatenberg (Berner Oberland) und das des zweiten vom Engewald bei Bern.

---

1) Sorokine, l. c. p. 35.

2) Sorokine, Materiaux pour la Flore cryptogamique de l'Asie Centrale, Revue Mycologique, 1890, Nr. 45 p. 14.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0400-9

Die Anatomie des erwachsenen Fruchtkörpers ist schon wiederholt beschrieben worden und kann daher kurz besprochen werden. Die Gestalt des Pilzes ist eine ziemlich wechselnde und es ist desswegen schwer, sie in wenigen Worten zu beschreiben. Die Entwickelung der Fruchtkörpertheile findet ungleichmässig statt und die Orte des Reifungsanfangs wechseln bei den verschiedenen Individuen, liegen aber immer im Innern der Gleba und zwar meist in der Mittellinie, von wo aus der Process centrifugal fortschreitet.

Der Fruchtkörper von Scleroderma ist fast sitzend, gewöhnlich rundlich oder verkehrt eiförmig, meist 3—6 cm breit (Taf. X, Fig. 6).

Die Peridie ist häutig-lederartig, kleinfelderig-schuppig und gelbbräunlich. Nach unten zu geht die Basis des Fruchtkörpers in ein wirres Geflecht wurzelähnlicher Stränge über. Die wurzelartigen Mycelstränge sind unregelmässig gekrümmt und fest mit Sandpartikelchen und kleinen Steinen verwachsen. Die äussersten Ausläufer des Mycels sind einzelne dünne Stränge von sehr zarter Beschaffenheit. In den jungen Stadien erscheint das Mycelium oft vielfach grösser als der Fruchtkörper selbst.

Am Fruchtkörper von Scleroderma können wir zwei Theile unterscheiden: 1. die fertile Gleba und 2. die Peridie.

Von einer sterilen Gleba, wie wir sie bei Lycoperdon sehen, können wir hier nicht sprechen. Es tritt zwar ein 4—6 mm breites steriles Gewebe an der Basis des Fruchtkörpers auf, wir können hier dasselbe aber nur als Theil der Peridie auffassen, mit welcher es im Bau seines Gewebes übereinstimmt und in welche es auch allmählich übergeht.

Die Gleba besteht aus einer grossen Anzahl Nester, die meist von aussen nach innen an Grösse zunehmen und eine kantige, elliptische bis kugelige Form zeigen.

Die Nester bestehen aus kugeligen, oliven bis schwarzbraunen, warzig-stacheligen, 10—16 μ breiten Sporen, welche meist von durchsichtigen Hyphenhüllen mannigfaltigster Gestalt umgeben sind. Von Basidien können wir in diesem Stadium nichts mehr unterscheiden.

Die die Kammern trennenden Tramaplatten bestehen aus 3—5 μ breiten, etwas derben, farblosen oder schwach gelblichen, septirten Hyphen, die fast gar keinen protoplasmatischen Inhalt erkennen lassen.

Ein Capillitium vom charakteristischen Bau, wie es bei den Lycoperdaceen auftritt, wird nicht gebildet und wir können, wenn wir also das übrig bleibende, nicht verdickte, trockene, brüchige Netzwerk

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0401-5

als Capillitium bezeichnen wollen, hier nur von einem stark reducirten sprechen.

Die Peridie von Scleroderma ist derb, lederartig und besteht aus feinen, ästigen, wirren, in tangentialer Richtung verlaufenden Hyphen. Nach innen geht die Peridie allmählich in die Tramaplatten über.

Die Bestandtheile beider stimmen bis auf ihre Farbe überein. Die Hyphen der Peridie erscheinen gelb bis gelbbraun, während die Tramahyphen farblos sind.

Obschon die Peridie oft warzig, schuppig erscheint, tritt hier doch keine besondere skulpturenbildende Schicht auf, wie wir es bei Lycoperdon sahen; es werden die Warzen an der Peridie hier nur durch locale stärkere Ausbildung und Verflechtung radial verlaufender Hyphen der Peridie hervorgerufen.

Eine besondere Oeffnung zur Sporenentleerung fehlt bei Scleroderma, das Oeffnen des Fruchtkörpers geschieht durch Einreissen von irgend einer Stelle der Peridie, dem dann eine Entleerung der Sporen folgt.

Scleroderma Bovista besitzt, wie oben schon gesagt wurde, ein strangförmiges Mycelium, dessen Mycelstränge von verschiedener Dicke sind und oft in dünnere Aeste verzweigt erscheinen. Die Hyphen, welche das Mycel bilden, verlaufen dicht parallel neben einander, sind reichlich verzweigt, zeigen oft Septa und denselben ganz anliegende Schnallenbildungen.

Es treten uns am Mycelium zweierlei Hyphen entgegen: die central verlaufenden Hyphen zeigen einen Durchmesser von 4—6 μ, sind entweder ganz durchsichtig oder besitzen nur einen hellen, körnigen Inhalt — anscheinend Protoplasmareste. An ihren Enden sind diese Hyphen häufig blasig angeschwollen. Die die Oberfläche einnehmenden Hyphen zeigen meist einen Durchmesser von 3—4 μ, sind reichlich verzweigt, besitzen einen gelblichen, oft dichten Inhalt und sind mit oxalsaurem Kalk besetzt, das in Form von Krystalldrusen auftritt.

Die Fruchtkörperanlagen sitzen in Form keulenförmiger Anschwellungen den Mycelsträngen endständig oder seitlich auf. Die jüngsten von mir untersuchten Fruchtkörper waren ca. 0,75 mm lang und 0,4 mm breit. Sie zeigen auf medianen Längsschnitten im Innern ein vollständig gleichmässiges Geflecht, das aus wirren, nach allen Richtungen verflochtenen dünnwandigen Hyphen besteht (Taf. X

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0402-1

Fig. 7). Diese Hyphen zeigen einen nur spärlichen Inhalt und werden durch Eosin, das nur den Inhalt, aber nicht die Membranen tingirt, kaum gefärbt.

Wir sehen in diesem Stadium noch keine eigentliche Peridie differenzirt. Nach der Peripherie hin nehmen die Hyphen eine mehr oder weniger radiale Richtung an, stellen sich parallel neben einander, verlaufen am Rande frei und erscheinen gelblich gefärbt.

Auch in Exemplaren von ca. 1—2 mm Länge fand ich ein zwar stärker entwickeltes, aber immer nur homogenes, gleichmässiges Geflecht, das aus 3—5 μ breiten, farblosen Hyphen besteht.

Die erste Anlage der Gleba kündigt sich durch eine reichliche Verzweigung und Dunkelwerden der Pilzfäden an zahlreichen Punkten des völlig undifferenzirten Innengeflechtes an.

Bei dem etwa 3—4 mm langen Fruchtkörper sehen wir in dem sonst gleichmässigen Gewebe einzelne dunklere Partien ohne scharfe Abgrenzung (Taf. X Fig. 8).

Diese dunkleren Partien treten im Centrum stärker als an der Peripherie hervor; sie entstehen durch eine locale, dichtere, engere Verflechtung und stärkere Verzweigung der Hyphen und heben sich als dunkle Knäuel von den sie umgebenden, undifferenzirten Hyphen ab. Die Knäuelhyphen besitzen bei diesem Stadium einen Durchmesser von etwa 3—6 μ, der dem Durchmesser der sie umgebenden Hyphen gleich ist.

Während letztere aber einen nur spärlichen protoplasmatischen Inhalt aufweisen, zeigen die ersten einen dichten protoplasmareichen Inhalt, der sich mit Eosin intensiv roth färbt und dadurch die Knäuel besonders deutlich hervortreten lässt.

Wir sehen somit bei diesem Stadium Knäuel und Tramahyphen, die allmählich in einander übergehen, aber sich dennoch auffallend von einander unterscheiden. Diese Knäuel erscheinen bei schwacher Vergrösserung elliptisch bis kreisförmig und sind, wie schon angedeutet wurde, im Centrum grösser, als an der Peripherie.

Der reiche Inhalt der Knäuelhyphen lässt uns eine später reiche Differenzirung innerhalb dieser Knäuel erwarten.

Bei einem 3—4 mm langen Fruchtkörper findet somit die erste Differenzirung der Gleba statt.

An der Basis des Fruchtkörpers und um die Gleba herum sehen wir bei diesem Stadium ein ziemlich stark entwickeltes undifferenzirtes Geflecht, das aus farblosen, dicht verflochtenen Hyphen besteht. Nach

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0403-6

innen gehen diese Hyphen ganz allmählich in die Tramahyphen über, denen sie auch völlig ihrem Verhalten nach entsprechen. Beim weiteren Wachsthum des Fruchtkörpers treten im innern Theile dieses undifferenzirten Geflechtes immer neue Knäuel auf, während der äussere Theil dieses Geflechtes zur Peridie wird. Die Ausbildung derselben geht bei Scleroderma parallel mit dem Wachsthum des Fruchtkörpers. Das anfangs lockere, wirre Bildungsgeflecht, welches die Peridienanlage bildet, vergrössert sich beim Wachsthum des Fruchtkörpers. Infolge des Druckes der stärker wachsenden, inneren Theile wird die Peridie auch gedehnt. Die vorher wirren Hyphen nehmen dadurch eine zum Umfange des Fruchtkörpers tangential liegende Richtung an, werden auseinandergepresst und stellen eine dichte, wirre, die Gleba umgebende Hülle dar. Die Hyphen der Peridie unterscheiden sich von den Tramahyphen nur durch ihre gelbe bis gelbbraune Färbung und durch die dichtere Verflechtung der Elemente.

Bei der Untersuchung der Gleba eines älteren Stadiums (4 mm l. Frk.) sehen wir, dass die Knäuel an Zahl und Grösse zugenommen haben; immer neue Tramahyphen werden zu Knäuelhyphen differenzirt. Die Knäuel erscheinen bei den älteren Stadien (besonders bei schwacher Vergrösserung) schärfer von den umgebenden Tramahyphen abgesondert und noch aus dichteren Elementen bestehend.

Die Tramahyphen besitzen einen spärlichen Inhalt, sind im Vergleich mit den Knäuelhyphen lose mit einander verbunden und setzen sich in den Knäueln fort. Der Durchmesser der Knäuel wie auch der Tramahyphen bleibt auf allen Stadien nahezu derselbe (3—6 μ), er vergrössert sich im Allgemeinen nicht.

Betrachten wir nun einen etwa 5—6 mm langen und 8 mm breiten Fruchtkörper, so sehen wir, dass in den Knäueln eine Differenzirung der Bestandtheile sich geltend macht. Zwar bestehen dieselben auch hier noch aus wirren Hyphen mit einem dichten Inhalt, allein im Knäuel selbst findet scheinbar eine Auflockerung der Bestandtheile statt (Taf. X Fig. 9 u. 10). Soweit ich bei der Schwierigkeit dieser Untersuchung urtheilen konnte, beginnen die Knäuelhyphen sich stark zu verästeln, und zwar scheinen die Aeste meist nach dem Centrum des Knäuels gerichtet zu sein; die ursprünglichen Knäuelhyphen verlieren allmählich ihren protoplasmatischen Inhalt, der in die Aeste wandert. Die Knäuel nehmen an Grösse immer zu, und auch die angrenzenden Tramahyphen scheinen ihre seitlichen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0404-2

Verzweigungen in den Knäuel hineinzusenden. Alle diese seitlichen Aeste schwellen bei der weiteren Entwickelung zu den Basidienanlagen an (Taf. X Fig. 10), während die ursprünglichen Knäuelhyphen zu Gunsten der Aeste, in welche ihr Inhalt hineinwandert, allmählich verdrängt werden und in dem Stadium, wo die Basidienanlagen deutlich ausgebildet sind, sehen wir keine Spur der ursprünglichen Knäuelhyphen.

Die Basidien von Scleroderma haben eine keulen- bis birnförmige Gestalt (Taf. X Fig. 11a u. 11b), zeigen einen Durchmesser von 7—9 μ und besitzen einen dichten, protoplasmareichen Inhalt, der mit Eosin fast dunkelroth gefärbt wird.

Die ausgebildeten radial angeordneten Basidien füllen oft die Kammern nicht ganz aus und lassen im Centrum einen kleinen freien Raum übrig, der möglicherweise auf ein Auseinanderweichen der Basidien beim fortschreitenden Wachsthum der Knäuel zurückzuführen ist.

Die sich weiter entwickelnden Basidien schnüren meist je vier, manchmal aber auch zwei bis fünf kuglige Sporen ab, die nach dem Ablösen von der Basidie eine gewisse Metamorphose durchlaufen, wie ich es weiter unten zeigen werde.

Nachdem sich die Sporen von den Basidien abgelöst haben oder nachdem die Basidien geschrumpft sind und die Sporen in Nestern angeordnet erscheinen, beginnt theils an den Basidien selbst, theils an den Tramahyphen eine eigenthümliche Sprossung und Verästelung. Die gebildeten Hyphenäste sind sehr inhaltsarm und oft ganz zusammengeschrumpft; sie legen sich an die Sporen oft sehr eng an und bilden um dieselben eine Hülle, die aus hin- und hergewundenen Aestchen bestehen [1]) (Taf. X Fig. 12).

Nach der Bildung dieser Hyphenhülle sind die Basidien selbst nicht mehr zu sehen, sie verändern theils ihre Gestalt durch diese Sprossung oder werden nach dem Schwinden des Inhaltes von den Nachbarzellen zusammengedrückt.

Wir sind nun beim eingangs beschriebenen Stadium angelangt, und ich möchte nun die erhaltenen Resultate kurz zusammenfassen.

Der Fruchtkörper von Scleroderma stellt zuerst ein dichtes homogenes Geflecht primordialer Hyphen dar, in welchem während des Wachsthums durch ein Dunkelwerden und starke Verzweigung

1) Es beschreibt G. Beck ganz ähnliche Erscheinungen bei der Gattung Phlyctospora Corda. (Ueber die Sporenbildung der Gattung Phlyctospora, Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. VII, 1889, p. 212.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0405-8

der Hyphen besondere Knäuel sichtbar werden. Diese Knäuel nehmen bei der Entwickelung an Zahl und Grösse zu und durch ein Anschwellen der Seitenäste ihrer Elemente kommen die keulenförmig angeschwollenen Basidien zu stande. Jede Basidie schnürt vier meist sitzende Sporen ab und ist nach dem Ablösen derselben nicht mehr erkennbar.

Ich sah auf keiner Stufe der Entwickelung die von Sorokin beschriebenen offenen Kammern, obschon das mir zur Verfügung gestellte reiche Material alle Stadien der Entwickelung zeigte

Dass die offenen Kammern in einem noch früheren Stadium vorhanden waren als die jüngsten der untersuchten, ist ausgeschlossen, da auch nach Sorokin die jüngsten Fruchtkörper aus einem gleichmässigen undifferenzirten Gewebe bestehen, in welchem bei der weiteren Entwickelung die hohlen Kammern auftreten sollen; auf dieses Stadium folgt nach Sorokin nie ein gleichmässiges Gewebe. Bei meiner Untersuchung hatte ich ferner vom homogenen Gewebe an alle Stadien der Entwickelung, und die Darlegung von Sorokin wäre somit zu verwerfen.

Wohl ist es möglich, dass Scleroderma Bovista und Scleroderma vulgare mit dem von Sorokin beschriebenen Scleroderma verrucosum in ihrer Entwickelung nicht übereinstimmen, obschon eine so verschiedene Anlage der Gleba innerhalb desselben Genus doch etwas unwahrscheinlich erscheint. Bei meiner Beobachtung für Scleroderma Bovista und vulgare möchte ich mich vielmehr der von Sorokin als unrichtig gehaltenen kurzen Angaben von Tulasne über die Entwickelung des Fruchtkörpers von Scleroderma anschliessen.

II. Die Sporenbildung bei Scleroderma.

Ueber das Wachsthum ebenso wie über die Entwickelung der Sporen von Scleroderma gehen die Angaben der verschiedenen Autoren bedeutend auseinander. Tulasne[1]) nahm an, gestützt auf die schon früher ausgesprochenen Vermuthung von Berkeley[2]), dass die Sporen von Scleroderma an den Basidien sitzend ihre volle Entwickelung nicht erreichen; Tulasne sprach sich im allgemeinen nur kurz über diese Frage aus und hielt es für möglich, dass die Sporen, früh von den Basidien abgelöst, auf Kosten des umgebenden Gewebes ihre volle Ausbildung erlangen („elles [les spores] puisent les élémens de leur nutrition dans le milieu au sein duquel elles sont

1) Tulasne l. c. p. 9.
2) Berkeley, Ann. and Magaz. Nat. hist. Vol. VI, p. 431.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0406-4

plongées"). Auf welchem Wege das stattfinden sollte, wird von Tulasne nicht beschrieben.

Ausführlicher spricht sich Bonorden[1]) über die Entwickelung der stacheligen Sporen von Scleroderma aus. Bonorden stimmt der ausgesprochenen Vermuthung von Tulasne bei und nimmt für die Entstehung der Stacheln an den Sporen von Scleroderma ein Wachsthum durch Apposition an, indem die Stacheln an den Sporen nach diesem Autor von der umgebenden Hülle gebildet werden sollen.

„Die Sporen treten in Form kleiner runder Blasen aus den Basidien hervor; sie sind anfangs rund, glatt und weiss, später gehen sie sehr merkwürdige Metamorphosen ein. Indem sie sich allmählich vergrössern und färben, ziehen sich die Basidien zu dünnen Stielen zusammen, diese werden dann von den Sporen so bedeckt, dass sie nur noch schwer zu erkennen sind, gleichzeitig werden die Sporen in knäuelartige, darmartige Vorsprünge gehüllt und diese verwandeln sich in kurze schwarze Stacheln oder Warzen."

Sorokin[1]) stimmt betreffs der Sporenbildung weder Tulasne noch Bonorden bei; nach den Angaben von Sorokin durchlaufen die Sporen an den Basidien selbst ihre volle Entwickelung. „Je pense au contraire que les spores acquiérent leur développement normal sur les basides et ne tombent qu'à ce moment. Comme l'accroissement des spores est très rapide et se termine très tôt, on comprend qu'il soit difficile de trouver toujours les spores attachées à leur basides."

Ich möchte jetzt zur Darstellung meiner Beobachtungen übergehen, um zu sehen, auf welche Weise die Entwickelung der Sporen vor sich geht und ob die Bildung der Skulpturen an den Sporen und das Auswachsen derselben auf Kosten der umhüllenden Hyphen erfolgt.

Wie ich bereits gesagt habe, schnürt jede Basidie von Scleroderma etwa vier Sporen ab. Diese Sporen haben eine kugelige Form, sitzen meist von einander entfernt und erscheinen meist sitzend (Taf. X Fig. 11), selten nur ein kurzes Sterigma aufweisend. Die kleinsten Sporen, die ich an den Basidien beobachten konnte, hatten einen Durchmesser von 3—4 μ. Diese kleinen Sporen erscheinen glatt und zeigen einen hellen Inhalt (Taf. X Fig. 11).

An der Basidie sitzend vergrössert sich aber die Spore, sie erreicht vor dem Ablösen einen Durchmesser von 6—7 μ und zeigt an der Membran ganz kleine Stacheln, die unmessbar sind und nur bei

1) Bonorden l. c. p. 245.
2) Sorokin l. c. p. 36.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0407-0

sehr starker Vergrösserung sichtbar werden. So lange die Spore aber an der Basidie sitzt, zeigt sie immer einen hellen durchsichtigen Inhalt. Sobald die Sporen etwa einen Durchmesser von 6—7 μ erreicht haben, schrumpfen die Basidien zusammen, wir sehen dann nur die jungen Nester, die aus hellen, 7—9 μ breiten mit kurzen Stacheln besetzten Sporen bestehen. Die Sporen der jungen Nester entwickeln sich rasch weiter; sie werden grösser, die reifen zeigen einen Durchmesser von 10—16 μ, verändern ihr helles, durchsichtiges Aussehen, sie werden oliv bis schwarzbraun und ihre Stacheln werden bedeutend grösser, sie sind etwa 1—3 μ lang an den reifen Sporen (Taf. X Fig. 13a u. b).

Bald nach dem Ablösen von den Basidien resp. Verschrumpfen der letzteren werden die Sporen auch von Hüllen umgeben. Diese Hüllen, die theils von Sprossen an den Basidien, theils durch Verästelung der Tramahyphen gebildet werden, liegen sehr eng den Sporen an; wir sehen sie, wie bei den ganz jungen, so auch bei den völlig ausgebildeten Sporen. Sie füllen oft die zwischen den Stacheln und Warzen sich befindenden Räume ganz aus und umschliessen manchmal die Stacheln (Taf. X Fig. 12), besonders wenn dieselben schwächer entwickelt sind und die Hüllen somit viel Raum zwischen den Stacheln für ihre Ansiedelung fanden.

Man kann leicht die Verbindung dieser die Hülle bildenden Hyphenausstülpungen mit den benachbarten Pilzfäden nachweisen; wir sehen oft an den Hyphen der Hülle Fortsätze, Verlängerungen und Ausstülpungen (Taf. X Fig. 12).

Diese die Hülle bildenden Hyphen zeigen fast gar keinen protoplasmatischen Inhalt, auch da, wo sie ganz junge Sporen umgeben. Mit Eosin färben sie sich fast gar nicht. Auch unterscheiden sich die Hüllen an den jungen Sporen nicht im mindesten von denjenigen an den reifen Sporen, manchmal sehen wir fast kein Lumen an diesen Hyphen, nur die zusammengeschrumpfte Membranen.

Wir sahen, dass die Sporen nach dem Schrumpfen der Basidien eine Metamorphose durchlaufen, sich weiter entwickeln, an Grösse zunehmen, und ich kann somit der oben angeführten Meinung von Sorokin über die Entwickelung der Sporen durchaus nicht beistimmen.

Auch sprechen meine Beobachtungen im Allgemeinen gegen die Annahme von Bonorden, dass die Stacheln an den Sporen von aussen, von der umgebenden Hülle gebildet werden, denn die Sporen zeigen, wie wir bereits gesehen haben, schon an den Basidien, bevor sie noch von irgend einer Hülle umgeben sind, kleine Stacheln.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0408-5

Ferner zeigt die umgebende Hülle, wie wir gesehen haben, einen nur spärlichen Inhalt, auch wenn sie die ganz jungen Sporen umgibt; die Hülle fehlt auch manchmal ganz den Sporen, besonders wenn dieselben mächtig entwickelte Stacheln zeigen. Gerade dieser Umstand scheint mir dafür zu sprechen, dass das Einklammern der Hülle überhaupt eine secundäre Erscheinung ist, die von der stärkeren oder schwächeren Ausbildung der Stacheln abhängt.

Für diese Meinung denke ich ferner noch eine weitere Bestätigung darin zu finden, dass die Sporen des Scleroderma sehr nahe stehenden von Jaczewski[1]) beschriebenen Pompholix zwar deutlich ausgebildete Stacheln zeigen, aber keine Hülle besitzen.

Meine Beobachtungen sprechen also dafür, dass wir im vorliegenden Falle der Sporenentwickelung weder der Meinung von Bonorden beistimmen, noch überhaupt ein Wachsthum durch Apposition im Sinne von Strasburger[2]) annehmen können. Das Wachsthum durch Apposition der Mikrosomen des Protoplasmas ist nämlich in unserem Falle schwer denkbar, da die Zellen ausserhalb der Sporen kein Protoplasma enthalten. Die Kleinheit dieser Sporen erschwert bedeutend die nähere Untersuchung des Wachsthums ihrer Membran und so viel mir bekannt ist, wurden die Sporen der Basidiomyceten daraufhin bis jetzt noch gar nicht untersucht.

Der einzige mir bekannte Fall, in welchem an nicht endogenen Sporen die Stachelbildung untersucht wurde, ist die Zygospore der Mucorineen. Es wurde von Vuillemin[3]) bewiesen, dass die Stachelbildung an diesen Zygosporen durch Apposition zu stande kommt, allein das Verhalten kann schon desswegen nicht analog der Entstehung der Stacheln bei den Sporen von Scleroderma betrachtet werden, weil die Stacheln bei den betreffenden Zygosporen auf gewissen Stadien der Entwickelung hohl sind, was wir bei den untersuchten Sporen nie sehen konnten.

Es scheint mir, dass wir vielmehr für den uns vorliegenden Fall ein Analogon bei den Zygoten von Oedogonium finden können, deren Wachsthum von Wille[4]) genau beschrieben wurde. Wille bewies, dass die Stacheln an den betreffenden Zygoten nur durch Intussus-

1) Jaczewski, Pompholix. Bulletin de la société Mycologique de France. T. IX 3c Fasc., 1893, p. 169.

2) Strasburger, Ueber d. Wachsthum vegetabilischer Zellhäute. 1889.

3) Vuillemin, Bull. de la soc. bot. de France, 1886, p. 330.

4) Wille, Ueber d. Entw. d. Pollenkörner u. Wachsthum durch Intus., Forhandlingeri videnskabselskabet i Christiania, 1886, p. 21.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0409-4

ception gebildet werden können, da sich ausserhalb der Zygote kein Protoplasma befindet.

Ich möchte hier noch erwähnen, dass mit Hilfe der von Wiesner[1]) aufgestellten Theorie des Wachsthums, nach welcher die Zellwand lebendes Protoplasma enthalten soll, die complicirten Strukturveränderungen der Sporenwand leichter erklärlich wären: die lebende Substanz, welche innerhalb der Zellwand weiter wachsen sollte, würde dann die Stacheln auch hervorbringen.

Ich möchte aber nicht näher auf die Theorie des Wachsthums eingehen, auf die ich bei der Behandlung der mir vorliegenden Frage nur zufällig gestossen bin, und möchte nur noch wiederholen, dass, so viel ich über die Entstehung der Stacheln an den Sporen von Scleroderma urtheilen kann, dieselbe wohl nur durch Intussusception erklärt werden kann.

III. Verwandtschaftsverhältnisse von Scleroderma.

Sehen wir uns nach den Formen um, die Scleroderma verwandt sind und die an Scleroderma sich anschliessen, so finden wir nur bei Saccardo[2]) eine vollständige Angabe der in Betracht kommenden Verwandten. Es umfasst nach Saccardo die Familie der Sclerodermaceen folgende Gattungen: Scleroderma (das allein 31 Arten aufweist), Castoreum, Xylopodium, Areolaria, Phellorina, Favillea, Polygaster, Polysaccum, Testicularia, Arachnion, Scolegiocarpus, Pauroeotylis.

Leider sind die in Betracht fallenden Gattungen schwer zu erhalten; ich konnte desswegen nur einzelne derselben untersuchen; von anderen Autoren liegen ebenfalls nur wenige Angaben vor, die Schlüsse zulassen. Ich muss mich desswegen nur auf einen geringen Theil der Sclerodermaceen beschränken, möchte dabei aber noch zwei Gattungen herbeiziehen, die nach Saccardo unter den zweifelhaften Gattungen und Arten angeführt werden, die aber, wie neuere Untersuchungen es gezeigt haben, sehr eng an Scleroderma sich anschliessen. Hierher gehört Pompholyx, auf den ich weiter unten noch zurückkommen werde, und Phlyctospora.

Es zeigte Patouillard[3]) die Identität des Baues der Gattung Phlyctospora mit demjenigen von Scleroderma, die man zu einer

1) Wiesner, Unters. über d. Org. d. veget. Zellhaut. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien, 1893, Bd. I, p. 17.

2) Saccardo, Sylloge Fungorum Vol. VII, Pars I.

3) Patouillard, Phlyctospora Bull. de la société Mycol. de France, 1892, T. VIII, 4 Fasc., p. 189.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0410-5

Gattung vereinigen könnte. Auch die Beschreibung der Sporenentwickelung von Phlyctospora [1]) spricht dafür, dass es eine Scleroderma-Art ist.

Dank einem recht schönen von Herrn Baron F. v. Müller in Centralaustralien gesammelten Exemplare war es mir möglich, eine Areolaria zu untersuchen.

Die Gattung Areolaria wurde von Kalchbrenner [1]) aufgestellt und zwei Arten derselben angeführt: Areolaria strobilina und Areolaria tabellata.

Das von mir untersuchte Exemplar stimmt bis auf die feinere Schuppen [2]) mit der als strobilina bezeichneten Art überein, von der Kalchbrenner folgende Diagnose gibt:

„Peridio subero-corticato, globoso depresso, superne squamis crassis angulatis, prominentibus dehiscente; stipite solido, sublignoso, nudo, deorsum attenuato. Sporarum massa, a stipite, distincta, cinereo-fuscescens. Sporae globosae, verruculosae, via pellucidae (0,005 mm diam.)"

Das untersuchte Exemplar hatte einen etwa 27 mm langen Fruchtkörper und einen 20 mm langen nach unten sich verschmälernden Stiel. Die 1—2 mm breite Peridie ist mit eckigen Schuppen bedeckt.

Der Fruchtkörper von Areolaria zeigt eine centrifugale Entwickelung; während wir nämlich im Centrum desselben völlig reife Sporen finden, können wir im obersten Theil des Fruchtkörpers noch den Bau der Gleba auf's Genaueste verfolgen. Die Sporen von Areolaria sind in Nester angeordnet, und zwischen denselben befinden sich die Tramahyphen, in welchen wir zweierlei Elemente unterscheiden können. Es treten in der Trama Hyphen mit farblosen Membranen auf, die einen glänzenden körnigen Inhalt zeigen und einen Durchmesser von 3—5 μ besitzen; neben diesen hellen Hyphen verlaufen noch solche, die einen gelbgrünen homogenen Inhalt zeigen und nahezu denselben Durchmesser wie die erst beschriebenen haben.

Die Schuppen, welche die Peridie bedecken, werden nur durch locale dichtere Verflechtung der Elemente der Peridie hervorgerufen. Die Hyphen der Schuppen verlaufen in radialer Richtung und werden meistens aus den oben beschriebenen gelben Hyphen gebildet. Der

1) G. Beck l. c.

2) Kalchbrenner, Gasteromyc. novi, 1883, XIII Kötet., VIII Szám.

3) Letzteres scheint mir aber nicht maassgebend genug für eine neue Art zu sein.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0411-1

Fruchtkörper ist, wie erwähnt, von einem Stiel getragen. Der oberste Theil desselben wird vom sterilen Gewebe des Fruchtkörpers eingenommen; dasselbe besteht aus hellen 4—8 μ breiten, septirten, in radialer Richtung verlaufenden Hyphen, die einen nur spärlichen Inhalt zeigen.

Den eigentlichen Stiel können wir auch makroskopisch von dem sterilen Gewebe unterscheiden; bei genauer Betrachtung sehen wir in demselben zahlreiche kleine Poren. Es besteht der Stiel aus zahlreichen, in radialer Richtung verlaufenden Hyphen, deren Inhalt theils farblos, theils gelb erscheint. Diese Hyphen sind oft zu Strängen mit einander verbunden, die aber mit einander nur lose verwachsen sind und Lücken übrig lassen. In diesen Lücken zwischen den Hyphensträngen befinden sich zahlreiche Sand- und Erdpartikelchen.

Wir sehen somit, dass wir auch bei Areolaria wie bei Scleroderma den Stiel nur als ein strangförmiges Mycelium auffassen können, dessen Elemente hier enger als bei Scleroderma mit einander verwachsen sind und nur enge Poren übrig lassen.

Zwar habe ich nur ein erwachsenes Exemplar von Areolaria strobilina untersucht, aber die dabei gewonnenen Resultate scheinen mir doch überzeugend genug dafür zu sprechen, dass Areolaria Scleroderma sehr nahe steht. Die weniger derbe Peridie, der stärker ausgebildete Stiel und die stärker hervortretenden Schuppen an der Peridie scheinen mir für eine besondere gut ausgebildete Art von Scleroderma zu sprechen; die Gattungseigenschaften von Areolaria strobilina und Scleroderma stimmen aber mit einander so sehr überein, dass, wie mir scheint, Areolaria strobilina wie Phlyctospora richtiger als eine Art von Scleroderma anzusehen wäre.

Auch ein anderer Gastromycet, der bis zur letzteren Zeit bald als zweifelhafte Art bei den Hymenogastreen, bald als solche bei den Sclerodermaceen angeführt wurde, schliesst sich Scleroderma sehr nahe an, es ist das Pompholyx, das neuerdings von Jaczewski[1]) untersucht wurde.

Es besitzt Pompholyx nach den Angaben von Jaczewski eine einfache korkige Peridie; seine Gleba besteht aus Kammern, die von keulenförmigen Basidien ganz ausgefüllt sind; jede Basidie schnürt vier, selten fünf Sporen ab, welche beim reiferen Fruchtkörper in

---

1) Jaczewski l. c.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0412-6

Nestern angeordnet sind. Die Sporen haben anfangs eine tetraedrische Form, runden sich später ab, werden warzig, sind aber von keiner Hülle umgeben.

Ein Capillitium ist nicht vorhanden; das Oeffnen erfolgt unregelmässig wie bei Scleroderma.

Wir sehen somit, dass Pompholyx sich von Scleroderma nur durch den Mangel einer hyalinen Sporenhülle unterscheidet. Dieses unwesentliche Merkmal kann doch, wie mir scheint, nicht als besonderes Gattungsmerkmal dienen und vielleicht könnte Pompholix auch nur als eine Scleroderma-Art angesehen werden.

Während die oben besprochenen Formen generisch von Scleroderma nicht zu trennen sein dürften, ist Polysaccum, das näher schon von Tulasne[1]) und neuerdings von Bruns[2]) untersucht wurde, eine von Scleroderma verschiedene, aber ihr nahe stehende Gattung.

Ich selber hatte Gelegenheit, ein von Prof. Grafen zu Solms-Laubach in der Nähe von Karlsbad gesammeltes Exemplar zu untersuchen.

Die erste Anlage des Fruchtkörpers zeigt bei Polysaccum wie bei Scleroderma ein gleichmässiges homogenes Gewebe, in welchem später besonders differenzirte Knäuel auftreten. In diesen Knäueln entstehen dann durch keulenförmige Anschwellung der reich verzweigten Hyphenenden die Basidien, welche die Kammern ganz ausfüllen. Die Basidien schnüren dann die Sporen ab, welche bei beiden Arten in Nestern angeordnet erscheinen; während aber bei Scleroderma die Tramahyphen bei der weiteren Entwickelung des Fruchtkörpers als ein brüchiges Netzwerk, als Fetzen zurückbleiben, werden die Tramaplatten bei Polysaccum zusammengepresst und erleiden beim Reifen der Sporen eine Längsspaltung. Es bleiben somit um die Kammern besondere Hüllen.

Bei Polysaccum zeigen die Kammern stets eine basipetale Entwickelung; es erscheinen die Kammern im obersten Theile erbsengross, am Strunke dagegen sind sie ganz klein und jung.

Der Fruchtkörper von Scleroderma entwickelt sich, wie oben gesagt wurde, auch ungleichmässig; allein der Unterschied in der Grösse

---

1) Tulasne, Sur les genres Polysaccum et Geaster. Ann. sc. nat. 2 Série. Tome XVIII.

2) Bruns, Beitrag z. Kennt. d. Gatt. Polysaccum. Flora Bd. 78, 1894, p. 67.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0413-2

der Kammern ist weit nicht so stark wie bei Polysaccum und die Kammern entwickeln sich meistens in centrifugaler Richtung.

Ferner besitzt Polysaccum sehr oft einen kräftigen Strunk, während ein eigentlicher Strunk bei Scleroderma Bovista nur gelegentlich vorkommt. (So fand ich unter 60—70 Exemplaren nur eines mit einem ausgebildeten Strunk.)

Wenn aber ein Strunk bei Scleroderma Bovista auftritt, so wird er auch hier wie bei Polysaccum aus verschiedenen, meist zwei- bis dreierlei Hyphenarten zusammengesetzt. Die Hauptmasse des Strunkes besteht bei Scleroderma und bei Polysaccum aus weiten Hyphen, die bei Scleroderma einen Durchmesser von etwa 9 μ erreichen, während sie bei Polysaccum nach den Angaben von Bruns bis 30 μ weit sind. Diese Hyphen sind farblos, zeigen oft gar keinen protoplasmatischen Inhalt oder enthalten eine feinkörnige, protoplasmatische Substanz; ferner sind sie reich verzweigt, wirr, vielfach verbogen und mit Quersepten versehen.

Manchmal sind zwischen den breiten, central gelegenen Hyphen auch gelbe, dünnere, reich verzweigte bemerkbar.

Am unteren Theil geht der Strunk in das strangförmige Mycelium über.

Im Grossen und Ganzen besteht das oben von mir beschriebene Mycelium aus den dem Strunke ähnlichen Elementen. Das ganze strangförmige Mycelium von Scleroderma, das bei manchen Exemplaren sehr stark entwickelt ist, kann als ein dem Strunke analoges Gebilde aufgefasst werden.

Der Stiel von Areolaria bietet uns gewissermassen den Uebergang von dem stielartigen Mycelium von Scleroderma zu dem stark ausgebildeten Strunk von Polysaccum.

Wo ein Strunk aber auftritt, findet ein langsames Strecken desselben statt. Bei jungen Exemplaren ist der Strunk fast gar nicht ausgebildet; dann findet während der weiteren Entwickelung ein Strecken desselben statt.

Es schlagen somit beide Arten Polysaccum wie Scleroderma bei ihrer Entwickelung ganz denselben Weg ein; die Sporen treten bei Polysaccum wie bei Scleroderma in Nestern auf, nur erleiden die Tramaplatten von Polysaccum beim Reifen eine Längsspaltung und bleiben als Hüllen um die Nester herum.

Die Sporen sind bei beiden Arten stachelig, aber bei Polysaccum besitzen sie keine Hüllen. Ein Capillitium tritt weder bei Scleroderma noch bei Polysaccum auf.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0414-8

Die Peridie der beiden Arten ist nicht ganz gleich: während die von Scleroderma dick und lederig erscheint und bis zur völligen Reife sehr selten angebrochen ist, erscheint die Peridie von Polysaccum sehr dünn und bricht sehr früh unregelmässig auf; wir sehen meistens angebrochene Exemplare von Polysaccum. Der Fruchtkörper von Polysaccum zeigt ferner eine stark ausgesprochene basipetale Entwickelung, die, wie mir scheint, zusammen mit der starken Ausbildung des Strunkes und der Isolirung der Kammern auf eine allgemeine höhere Differenzirung des Fruchtkörpers dieses Pilzes hindeutet. Man kann also sagen, dass Scleroderma nach oben den Anschluss an Polysaccum findet.

Suchen wir nach einem Anschluss für Scleroderma nach unten, so stossen wir auf die Gattung Melanogaster, die wir bei den verschiedenen Autoren unter den verschiedensten Familien angeführt finden. Corda[1]) zählte Melanogaster zu den Sclerodermaceen, Saccardo[2]) und de Bary[3]) rechnen ihn zu den Hymenogastreen, Winter führt ihn unter den zweifelhaften Gattungen und Arten an und Schröter zählt ihn zu den Sclerodermaceen.

Da Melanogaster bis jetzt noch wenig untersucht wurde, ist seine Stellung unter den Gastromyceten noch immer fraglich. Auch mir gelang es nur einen schon ausgebildeten Fruchtkörper zu untersuchen. Das Material, das von Herrn Dr. Hesse gesammelt war, wurde mir gütigst aus dem botanischen Institut zu Strassburg zur Verfügung gestellt.

Aus der lückenhaften Untersuchung konnte ich nur folgende Schlüsse ziehen: Der Fruchtkörper von Melanogaster ist rundlich, ohne Stiel; die nur schmale Peridie erscheint fest, ohne scharfe Grenze in die Gleba übergehend. Die Sporen von Melanogaster, die auch in Nestern angeordnet sind, erscheinen elliptisch, ohne Stacheln. Zwischen den Sporen befinden sich Hyphen, die mit den Tramahyphen identisch sind und von denselben in den Kammern hineingesprosst zu sein scheinen. Zwischen den Hyphen der Kammern befindet sich eine schleimige Substanz, die von Winter in Rabenhorst's Kryptogamenflora als Pulpa bezeichnet wird.

Während bei Scleroderma zwischen den abgeschnürten Sporen nie Basidien nachzuweisen waren, sehen wir sie bei Melanogaster ziemlich oft. Die Basidien erscheinen in den von Sporen erfüllten

---

1) Corda, Icones fungorum Tome V.
2) Saccardo l. c.
3) De Bary l. c.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0415-4

Kammern keulenförmig angeschwollen und farblos — inhaltsarm. Wir können in manchen Kammern den Zusammenhang der Basidien mit den Tramahyphen auf's Deutlichste verfolgen. Es scheinen somit die Basidien als angeschwollene Enden der Tramahyphen selbst oder ihrer Verzweigungen zu entstehen.

Nachdem die Basidien meist je vier Sporen abgeschnürt haben, bleiben sie noch eine Zeit lang bestehen und schrumpfen dann zusammen oder werden von den umgebenden Hyphen zusammengedrückt.

Die Pulpa, welche die Kammern bei Melanogaster ausfüllt, sowie der ausgeprägte Zusammenhang der Basidien mit den Tramahyphen verleihen den Kammern von Melanogaster ein von den Scleroderma-Kammern abweichendes Verhalten.

Nach den Angaben von Tulasne[1]) treten bei Melanogaster wie bei Scleroderma nie offene Kammern auf. „Les logettes de la gleba sont toujours, même dans leur jeunesse, occupées par un tissu humide, visqueux, formé de filaments hyalins émanés de tous les points de la périphérie de la loge, et flottant sans ordre dans sa cavité."

Es scheint nach dieser Angabe von Tulasne, dass schon die jungen Kammern von Melanogaster einen anderen Charakter als die von Scleroderma zeigen.

Bei den entwickelten Fruchtkörpern sind die zwischen den Kammern verlaufenden Hyphen fest mit einander verbunden, erscheinen parallel angeordnet und gelblich. Die Peridie von Melanogaster ist wie bei Scleroderma einfach und stellt gewissermassen den steril gebliebenen Theil der Gleba vor. Der äusserste Theil der Peridie erscheint wie bei Scleroderma gelb bis gelbbraun.

Von den Hymenogastreen, zu welchen er vielfach gestellt wurde, unterscheidet sich Melanogaster hauptsächlich durch das Fehlen offener Kammern; die Sporen erscheinen bei Melanogaster wie bei Scleroderma in Nestern angeordnet, ihrer Gestalt nach weichen aber die Melanogaster-Sporen stark von denjenigen bei Scleroderma ab. Sie erscheinen elliptisch, glatt, im Jugendzustand oft farblos, dann gelb bis gelbbraun. Sie erinnern somit an die Sporen der Hymenogastreen.

Inwiefern der Bau der Peridie von Melanogaster und die ausgefüllten Kammern auf eine nahe Verwandtschaft von Melanogaster mit Scleroderma schliessen lässt, werden nur weitere entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen zeigen können; in jedem Falle, wenn

1) Tulasne, Histoire des champignons hypogés p. 16.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0416-9

wir, wie Schröter es bereits gethan hat, Melanogaster zu den Sclerodermaceen zählen wollen, so haben wir es hier mit einer niedrig stehenden Sclerodermaceen-Gattung zu thun.

Endlich gibt es noch einige andere Gastromyceten, die insoferne eine gewisse Aehnlichkeit mit Scleroderma zeigen, als sie gefüllte Kammern haben und von denen man eventuell erwarten könnte, dass sie Scleroderma nahe stehen.

Es ist das Geaster hygrometricus (Astreus, Morgan) und Mitremyces. Verfolgen wir nach den Angaben von de Bary[1]) die Entstehung der geschlossenen Kammern von Geaster hygrometricus, so sehen wir aber, dass diese auf eine andere Weise als bei Scleroderma erfolgt. Es geht die Entwickelung des Fruchtkörpers folgendermaassen vor sich: „Erbsengrosse Exemplare von Geaster hygrometricus bestehen aus einem gleichförmigen, weichen, lufthaltigen Geflecht zarter, septirter Hyphen, das im Innern weisslich, im Umfang braun ist und mitten in einem den Boden oft auf einen Zoll im Umkreis durchsetzenden Myceliumfilze sitzt. Aeltere bei kräftiger Entwickelung des Pilzes etwa haselnussgrosse Exemplare lassen in ihrem Umfange die Faserschicht der Peridie unterscheiden; im Innern weichen die Hyphen zur Bildung der Glebakammern auseinander, in welche die Hymenialfäden hineinsprossen. Diese Thatsachen zeigen eine Spaltung und Differenzirung eines ursprünglich gleichförmigen Hyphengeflechtes an.“

Die keulenförmigen Basidien von Geaster hygr. füllen wie bei Scleroderma die ganze Kammer aus und entstehen durch ein Anschwellen der verlängerten, reich verästelten, die Kammern ganz ausfüllenden Hymenialhyphen. Jede Basidie schnürt vier sitzende Sporen ab, die später schwach stachelig werden. Wir sehen somit, dass die Gleba von Geaster hygr. auf einem gewissen Stadium analog der Gleba bei Scleroderma ist, bei ihrer Entwickelung aber einen anderen Weg einschlägt.

An Geaster hygr. schliesst sich, wie Ed. Fischer[2]) gezeigt hat, Mitremyces eng an; er ist aber wohl auch Scleroderma nicht an-

---

1) De Bary l. c. p. 340.
2) Ed. Fischer, Botan. Ztg., 1884, No. 28—31.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0417-5

zureihen, obschon er durch das rudimentäre Capillitium und durch den stark ausgebildeten Fuss von Geaster hygr. abweicht und sich gewissermassen an Scleroderma anschliesst.

Der für Mitremyces so charakteristische Fuss besteht nach Fischer aus „vielfach verbogenen, anastomosirenden Gewebesträngen, die durch unregelmässige Hohlräume von einander getrennt sind". Der Fuss ist anfangs klein, wird dann gedehnt und bei näherer Betrachtung scheint es mir doch, dass dieser charakteristische Mitremyces-Fuss dem gelegentlich auftretenden Strunke bei Scleroderma oder auch dem an der Basis des Fruchtkörpers fussartig verdickten Mycelstrang analog ist.

Zur Morphologie von Sphaerobolus stellatus Tode.

Die Entwickelungsgeschichte von Sphaerobolus stellatus wurde schon eingehend von Pitra[1]) und besonders von Ed. Fischer[2]) untersucht. Neuerdings hat sodann Schröter in seinen Pilzen Schlesiens Sphaerobolus den Phalloideen an die Seite gestellt. Bei der Uebersicht der Gattungen hat er neben der Familie der Phalloideen diejenige der Sphaerobolaceen gestellt und sie von einander durch die Gestalt des Fruchtkörpers (Receptaculums) unterschieden.

Ed. Fischer sieht auch in seinen „Neuen Untersuchungen zur vergleich. Entw. u. System der Phalloideen" die Analogie zwischen der sgn. Collenchymschicht von Sphaerobolus mit dem Receptaculum der Phalloideen als sehr wahrscheinlich an.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Ed. Fischer habe ich die sgn. Collenchymschicht einer eingehenden entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung unterworfen, um eventuell noch weitere Belege für die Auffassung von Schröter zu gewinnen.

Bei den Phalloideen ist das Receptaculum aufzufassen als ein Theil der Gleba, der eine abweichende Ausbildung erlangt hat; aber seine Elemente sind genau gleich entstanden wie die Basidien. Um nun den Beweis für die Schröter'sche Ansicht beizubringen, müsste gezeigt werden, dass die Collenchymschicht von Sphaerobolus auch zur Gleba gehört. Zu diesem Zwecke wollen wir die Entwickelung der sgn. Collenchymschicht genau verfolgen.

---

1) Pitra, Botan. Ztg., 1870, No. 43 ff.
2) Ed. Fischer, Botan. Ztg., 1884, No. 28—31.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0418-1

Wie bekannt, besteht der weisse, kugelige, nur kleine erwachsene Fruchtkörper von Spaerobolus aus der Gleba und aus einer mehrschichtigen Hülle. Die Gleba von Sphaerobolus ist undeutlich gekammert; die Sporen sind in Nestern angeordnet, zwischen welchen sich die nur schwach ausgebildeten Tramaplatten befinden. Die Gleba ist ringsherum deutlich von einer Zone kugelig angeschwollener cystidenähnlicher Zellen umgeben. An die Cystiden grenzen nach aussen kleine Zellen von isodiametrischer Gestalt, die allmählich in die sgn. Collenchymschicht übergehen. Diese ist 30—40 μ breit, besteht aus langgestreckten Zellen, die einen Durchmesser von 6—9 μ zeigen, dicht an einander schliessen und keine luftführenden Interstitien zeigen. Die Zellen dieser Schicht enthalten viel Glycogen. Die sgn. Collenchymschicht wird von drei weiteren Schichten umgeben. Zu innerst befindet sich eine nur dünne „Faserschicht", die aus engverflochtenen, in tangentialer Richtung verlaufenden Hyphen besteht, auf welche eine mächtiger entwickelte „pseudoparenchymatische Schicht" folgt. Diese besteht aus isodiametrischen bis kugeligen Zellen. Zu äusserst liegt die stark ausgebildete „Mycelialschicht", die aus einem lockeren, gallertigen Gewebe besteht. An der Aussenfläche sind die Hyphen der Mycelialschicht dichter verflochten und reichlich von Krystallen oxalsauren Kalkes umgeben.

Bei den jungen Fruchtkörpern von Sphaerobolus können wir einen peripheren gallertigen Theil und einen inneren Kern unterscheiden. Der periphere Theil stellt die Mycelialschicht dar, die bei der Entwickelung des Fruchtkörpers keine weiteren Differenzirungen erleidet und auf allen Stadien den gleichen Bau zeigt.

Von den inneren Partien ist zuerst die Gleba als solche differenzirt; ihre Ausbildung geht viel rascher vor sich, als die Entwickelung der verschiedenen Schichten der Hülle.

Die erste Anlage der sgn. Collenchymschicht sehen wir erst in einem Stadium, wo die Basidien schon deutlich ausgebildet sind. Die fertile Gleba ist auf diesem Stadium von einer Zone radial verlaufender, vielfach gebogenen Hyphen umgeben. Diese Hyphen sind 2—3 μ breit und besitzen einen dichten gelblichen Inhalt. Einzelne derselben sind nach dem Centrum zu angeschwollen und ihre Enden erscheinen somit kugelig. Es ist schwer zu unterscheiden, ob die Hyphen dieser Zone von aussen nach innen oder von innen nach aussen gehen, obschon die kugelig angeschwollenen Enden, die später die Cystiden bilden, für das Erstere zu sprechen scheinen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0419-9

Nach der Peripherie ändern die Hyphen dieser Zone ihren Verlauf; sie erscheinen hier mehr tangential angeordnet und stellen die Anlage der Faserschicht vor. Auch die Pseudoparenchymschicht ist schon auf diesem Stadium angelegt, sie wird aus wirren, aber nicht eng verflochtenen Hyphen gebildet, zwischen welchen sich zahlreiche Luftinterstitien befinden.

In einem Stadium, wo keine Basidien mehr zu erkennen sind und nur die jungen Nester von Sporen uns entgegentreten, verhält sich die sgn. Collenchymschicht folgendermassen: es ist dieselbe auf diesem Stadium scharf von den anderen Theilen abgesondert; sie wird einerseits von der Faserschicht, andererseits von einer Zone gut ausgebildeter Cystiden begrenzt. Die Elemente der sgn. Collenchymschicht selbst bestehen aber noch in diesem Stadium aus radial angeordneten Hyphen, die nur regelmässiger, weniger wirr als auf dem vorigen Stadium verlaufen. Die Cystiden erscheinen, wie oben bereits angedeutet wurde, als Anschwellungen dieser Hyphen, sie sind kugelig und zeigen einen Durchmesser von 10—15 μ.

Die Entwickelung der sgn. Collenchymschicht geht von diesem Stadium an sehr rasch vor sich; nachdem dieselbe scharf abgegrenzt ist, erfolgt im Fruchtkörper ein starkes Wachsthum, bei welchem die Elemente der radialen Zone anschwellen, sich gegenseitig abplatten und allmählich ihre eingangs beschriebene Gestalt annehmen. Sie grenzen anfangs nicht eng aneinander und zeigen einen hellen, reich mit Vacuolen versehenen Inhalt, dann nehmen sie die ihnen eigene Gestalt an.

Schon in den jungen Stadien, wo die sgn. Collenchymschicht noch nicht deutlich ausgebildet ist, enthalten die Elemente derselben schon Glycogen und zeigen, wenn auch in geringerem Maass als in der ausgebildeten Collenchymschicht, die charakteristische rothe Färbung mit Jod-Jodkalium.

Verfolgen wir also die Entstehung der sgn. Collenchymschicht, so sehen wir, dass die Elemente derselben in den jungen Stadien mit den Elementen der Hymenialknäuel übereinstimmen. Beide zeigen nahezu denselben Durchmesser, eine gelbliche Färbung und eine stärkere Verzweigung und Ausbildung als die Elemente der Trama. Während ferner innerhalb der Knäuel die Basidien entstehen, schwellen auch die Hyphen der radialen Zone theils zu kugeligen Zellen, zu Cystiden an, die im Gegensatz zu den Basidien steril bleiben. Wir sehen also eine bedeutende Aehnlichkeit in der Entwickelung der sgn. Collenchymschicht und der Basidien, und aus diesem Grunde dürften wir schon geneigt sein, die Collenchymschicht als Bestand-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0420-0

theil der Gleba anzusehen. Letzteres ergibt sich noch besser aus einem Vergleich der verschiedenen Peridienschichten von Sphaerobolus mit Geaster.

Die Geaster-Arten lassen von innen nach aussen unterscheiden: Gleba, innere Peridie, Pseudoparenchymschicht, Faserschicht, Mycelialhülle.

Es kann kein Zweifel sein, dass die Gleba von Sphaerobolus der von Geaster entspricht. Auf die Gleba folgt bei Sphaerobolus die sgn. Collenchymschicht. Es sind nun zwei Vergleiche möglich: entweder wir nehmen an, es fehle bei Sphaerobolus die innere Peridie und die sgn. Collenchymschicht entspreche der Pseudoparenchymschicht — das geht aber nicht, weil die Collenchymschicht ganz anders als die Pseudoparenchymschicht entsteht[1]) und weil wir dann nicht wüssten, was mit der Pseudoparenchymschicht von Sphaerobolus anzufangen wäre —, oder wir nehmen an, die Faserschicht entspreche der inneren Peridie von Geaster, die Pseudoparenchymschicht der Pseudoparenchymschicht. Letzteres ist das Richtigere; es würde aber dann die sgn. Collenchymschicht innerhalb der inneren Peridie zu liegen kommen, d. h. zur Gleba zu ziehen sein.

Es spricht also nichts dagegen, die sgn. Collenchymschicht als den Phalloideen-Receptaculum homolog zu betrachten. Es ist das Receptaculum der[2]) Phalloideen „eine Glebapartie, bei welcher die Basidien wegen Raummangel nicht zur Entwickelung kamen". Das Receptaculum der Phalloideen entsteht auch nahezu wie die betreffende Collenchymschicht[2]): „Die erste Anlage der Receptaculumkammer besteht darin, dass im Geflechte ein dichterer Hyphenknäuel sich differenziert."

Die Annahme von Schröter wäre also, wie die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung gezeigt hat, gerechtfertigt und wir können Sphaerobolus mit einer Clathree vergleichen, die ein einfaches einschichtiges Receptaculum besitzt. Die Benennung „Collenchymschicht" würde, wie mir scheint, für Sphaerobolus überhaupt zu verwerfen und richtiger durch die Benennung „einfaches Receptaculum" ersetzt werden.

Der Vergleich von Sphaerobolus mit den Phalloideen würde sich ferner folgendermassen gestalten: Die sgn. Collenchymschicht entspricht dem Receptaculum; die Faserschicht und Pseudoparenchymschicht der Schicht P_1 (z. B. bei Ithyphallus); die Mycelialschicht der Volvagallerte.

1) De Bary l. c. p. 340.

2) Eg. Fischer l. c. T. I p. 7.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0421-6

Ich möchte nun noch in folgender Tabelle in übersichtlicher Weise die Homologien der verschiedenen Schichten der Sphaerobolushülle aneinander stellen:

Phalloideen	Sphaerobolus	Geaster
Gleba	Gleba	Gleba
Receptaculum	sgn. Collenchymschicht	fehlt
P_1	Faserschicht Pseudoparenchym	Innere Peridie Pseudoparenchym
Volvagallert	Mycelialschicht	Mycelialschicht

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X und XI.

Lycoperdon depressum Bonorden. Fig. 1—5.

Fig. 1 (schematisch). Medianer Längsschnitt durch einen ausgebildeten Fruchtkörper. Fertile Kammern (fkm), sterile Kammern (stkm). Grenzlinie Grn. Gleba G. Pd = äussere Peridie; in derselben können drei Schichten unterschieden werden: zu äusserst die sculpturenbildende Zone (Scz), dann a = dunkle Zone aus radialen Hyphen gebildet. Pi = innere Peridie.

Fig. 2. Vergr. 100. Medianer Längsschnitt durch einen völlig ausgebildeten Fruchtkörper. Fertile Kammern (fkm) wie sie in der Nähe der Peridie verlaufen. Pd = äussere Peridie; in derselben können drei Schichten unterschieden werden: zu äusserst die sculpturenbildende Zone (z), dann a = dunkle Zone aus radialen Hyphen gebildet, b = locker verflochtene Hyphen, die nach aussen in die radiale Richtung übergehen, nach innen in das Bildungsgeflecht m. Tr = Tramageflecht. P = Basidienanlagen.

Fig. 3. Verg. 100. Medianer Längsschnitt durch einen 12 mm langen Fruchtkörper. Stellt die Partie in der Mitte des Frk. dar, wo die Kammern bereits zur Grenzlinie Gr. gezerrt sind. fkm. = fertile Kammern. stkm. = sterile.

Fig. 4. Vergr. 100. Medianer Längsschnitt durch denselben Frk. wie Fig. 3, aber an der Randpartie. Zeigt auch deutlich den transversalen Verlauf der Kammern, die später zur Grenzlinie gezerrt werden.

Fig. 5. Vergr. 100. Medianer Längsschnitt durch einen etwa 18 mm langen Frk. fkm. = fertile Kammern. stkm. = sterile Kammern. Gr. = Grenzlinie.

Scleroderma Bovista Fries. Fig. 6—13.

Fig. 6. Vergr. 2 (schematisch). Medianer Längsschnitt durch einen ausgebildeten Fruchtkörper. Die Nester von der Peridie umgeben.

Fig. 7. Vergr. 100. Theil eines medianen Längsschnittes durch einen nur 1 mm langen Fruchtkörper, der aus einem Geflecht homogener Hyphen gebildet wird.

Fig. 8. Vergr. 100. Medianer Längsschnitt durch einen 4 mm langen und 4 mm breiten Frk. Pd = einfache Peridie. Im homogenen Gewebe haben sich bereits dunklere Partien-Knäuel. Kn = differenzirt. Tr = Tramahyphen zwischen den Knäueln verlaufend.

Fig. 9. Vergr. 560. Knäuel eines etwa 6 mm langen und 9 mm breiten Frk. Die Elemente des Knäuels beginnen sich zu verzweigen und keulenförmig anzuschwellen.

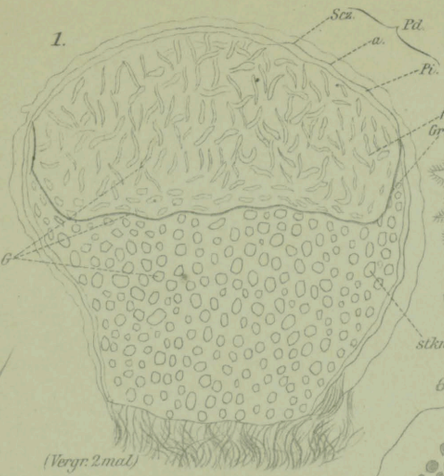
Fig. 10. Vergr. 560. Ein Knäuel, in welchem die Basidienbildung vor sich geht. Die Aeste der einzelnen Hyphen sind bereits schon zu Basidien angeschwollen.

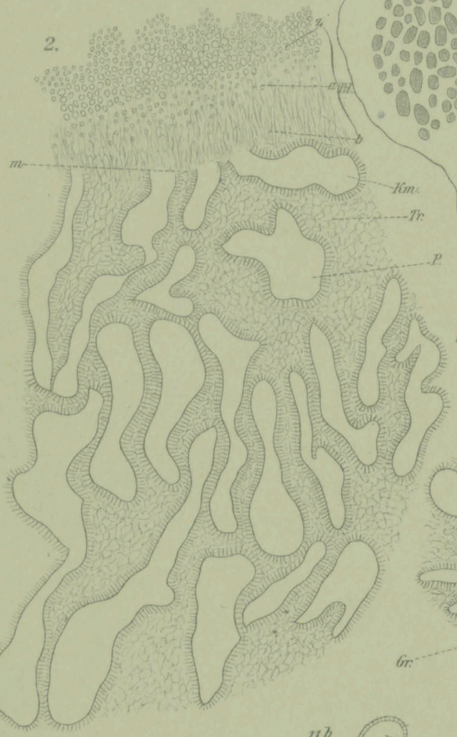
Fig. 11a, 11b. Vergr. 860. Basidien mit ganz jungen soeben abgeschnürten Sporen. Ba = Basidie. Sp = Spore.

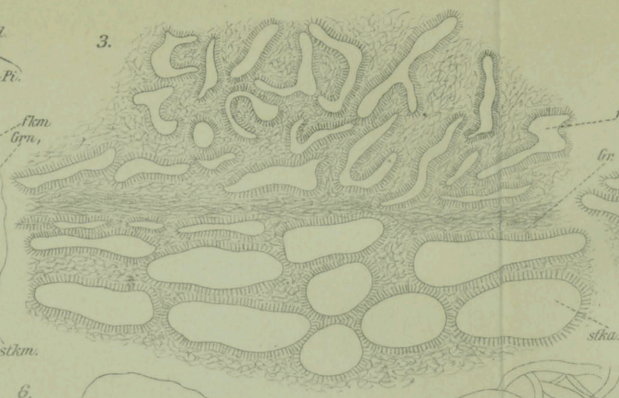
Fig. 12. Vergr. 860. Sporen, in welchen der Inhalt bereits dunkel ist.

Fig. 13. Vergr. 860. Reife Sporen mit Hülle (H.). (Näheres im Text.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05165-0422-2

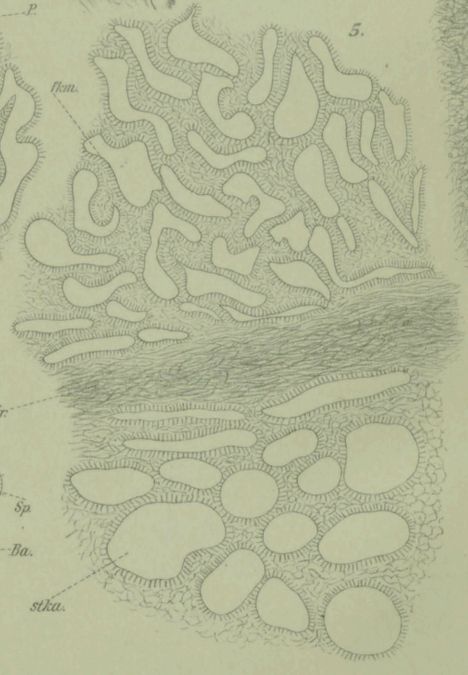


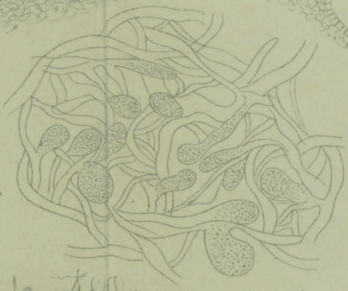


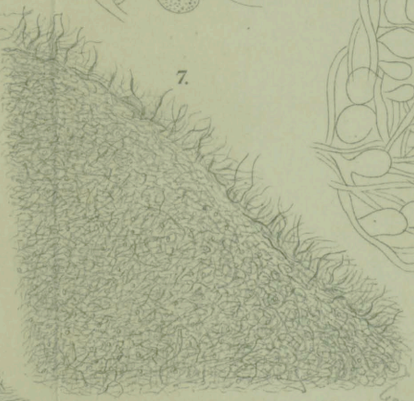


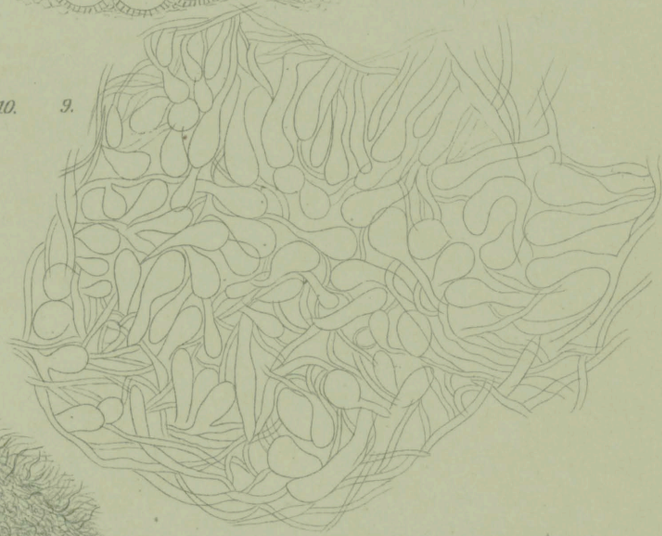


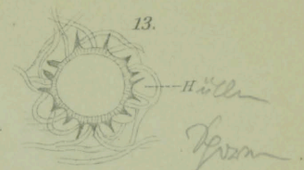


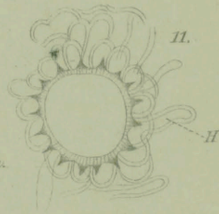


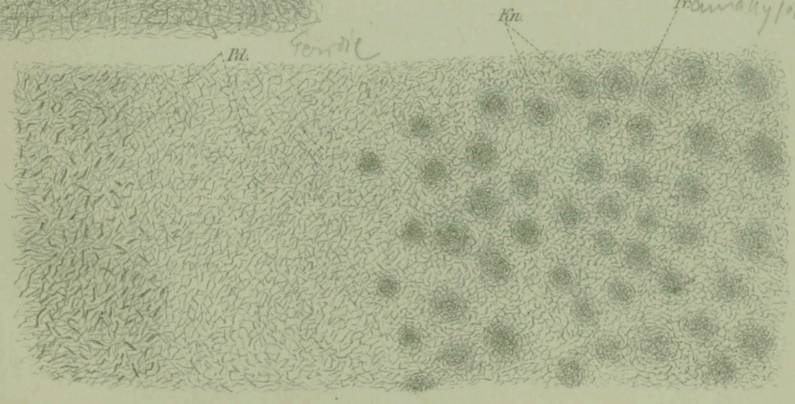


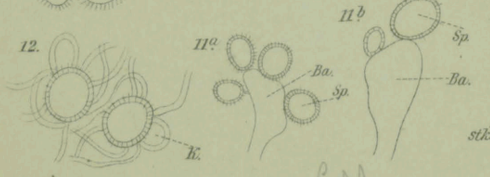












Rabinowitsch del.

W.A. Mayn. Lith. Inst. Berlin S.

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: 79

Autor(en)/Author(s): Rabinowitsch Lydia

Artikel/Article: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Fruchtkörper einiger Gastromyceten. 385-418