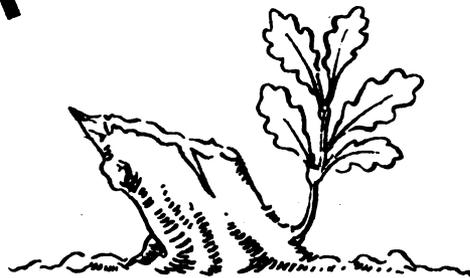


BOTANISCHES ARCHIV



ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMTE BOTANIK.
HERAUSGEBER DR. CARL MEZ,
PROFESSOR DER BOTANIK AN DER UNIVERSITÄT
KOENIGSBERG.

13. BAND, HEFT 5-6. AUSGEGEBEN AM 1. MÄRZ 1926.

Verleger und Herausgeber: Prof. Dr. Carl Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt der Zeitschrift betreffenden Zusendungen). - Commissionsverlag: Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift). - Alle Rechte vorbehalten. - Copyright 1926 by Carl Mez in Königsberg.

Schleudermechanismen von Ascomyceten.

Von H. ZIEGENSPECK (Königsberg Pr.).

LITERATUR-BESPRECHUNG.

Schon in den Anfängen der botanischen Physiologie hat man sich mit dem Sporenabschleuderungs-Mechanismus bei den Ascomyceten beschäftigt. Der Vorgang war ja auch sehr in die Augen springend. Die ältesten Ansichten darüber entwickelt wohl DESMAZIERES (Deuxième notice sur quelques plantes cryptogames etc. Ann. science nat. Bot. 2e série. t. XVII, 1842, p. 114-115). Er will bei *Lophium elatum* das Heraustreten der sehr langgestreckten, vielzelligen, fädigen Sporen aus dem unteren dünneren Ende des Ascus beobachtet haben. Da hier wenigstens im entspannten Zustande die Schlauchspitze wie angeschwollen erscheint, so ist das begreiflich, wenn auch die Beobachtung auf eine Verletzung des Schlauches zurückzuführen sein dürfte.

Auch PHÖBUS (Keimkörnerapparat der Agaricineen und Helvellaceen, Nova Acta Vol. XIX, p. 236) hält für *Leotia lubrica* Pers. das Heraustreten aus dem unteren Ende für das wahrscheinlichste. Auch hier ist der Gipfel etwas angeschwollen, während der Grund viel dünner ist.

Die Ansicht von BÜHSE (Über den Fruchtkörper der Flechten, in Bulletin de la société imperiale des naturalistes de Moscou, 1864, Nr. IV) genoss eine grosse Verbreitung. Die Schlauchmembran sollte resorbiert werden oder in unregelmässiger

Weise zerreißen, bevor die Sporen frei wurden, aber irgend welche Beobachtungen lagen nicht vor.

Viel zuverlässiger ist dagegen einer der Meister der Pilzkunde, TULASNE (Mémoire sur les Lichènes in Ann. sc. nat. Bot. 3e Sér., XVII, 1852). Er behauptet, bei *Peltidea horizontalis*, *Pertussaria communis* und einigen anderen Flechten ein Entweichen aus einer Öffnung an der Spitze gesehen zu haben. Die Kraft des Ausschleuderns soll durch verschieden gerichtetes Zusammenziehen von Fruchtkörper und umgebendem Thallus zustande kommen. Der auf die Sporen so ausgeübte Druck schleudert die Sporen hinaus. Er hat ganz richtig beobachtet, dass es beim Antrocknen ist, wenn die Sporen der Flechten abgeschleudert werden. Auch hat er richtig erkannt, dass das Hymenium und der Thallus mit beteiligt sind.

Im Gegensatz zu ihm kommt NATHAN PRINGSHEIM zu dem Ergebnis, die treibende Kraft in der gespannten Membran des Ascus allein zu sehen (Pringsheim, Jahrbuch I (1858) p. 189 - 192). Er führte seine Beobachtungen an *Sphaeria Scirpi* durch.

WORONIN (Beitr. III, p. 5, cit. nach DE BARY) hat das gleiche zuerst für *Sphaeria Lemnaeae* festgestellt. Aber seine Beobachtung war nicht so genau als die von PRINGSHEIM. Der an *Scirpus*-Stengeln, welche unter Wasser faulen, befindliche Pilz besitzt kugelige Perithezien. Öffnet man den Fruchtkörper, so kann man die Schläuche noch ziemlich unverletzt herausbekommen. Die zunächst zwar doppelt konturierten Membranen sind noch dünn, der Inhalt ganz von den mauerartigen Sporen erfüllt.

Die von PRINGSHEIM gegebene Abbildung ist leider nur in den späteren Stadien von PFEFFER in seine Physiologie übernommen worden und von da in alle neueren Werke gewandert. Unter den Augen des Beobachters reißt die äussere Wand an der Spitze auf. Während diese sich unter Bildung von Radeln zurückkrepelt, quillt beim Beobachten im Wasser ein zweiter Schlauch hervor und erreicht die dreifache Länge. Die Schleimmembran des inneren Schlauches war, wie eigentlich scharf erst PFEFFER (Pflanzenphysiologie, II, 1881, p. 282) ausspricht, am Quellen durch Raummangel verhindert gewesen. Hierbei wird nun das Lumen noch mehr verengt, und die Sporen werden nach der Spitze gedrängt, warum, ist nicht ausgesprochen. Die oberste berührt mit ihrem zugespitzten Ende die Spitze des Innenschlauches. Aus den Bildern ist zu schliessen, dass die Spitze des Schlauches nicht gequollen ist. Hier bricht der Ascus auf, und eine Spore wird herausgequetscht. Das wird sicherlich durch die Zuspitzung am Ende der Spore und deren Schleimanhängsel noch begünstigt. Der Schlauch zieht sich etwas zurück, um von neuem vorzuquellen. Es wird nun die zweite Spore herausgespritzt und so weiter, bis der Schlauch entleert ist. Seine Membran ist stark gequollen und um ein Drittel seiner grössten Länge verkürzt. Die "Schleimfinger" an den Enden der Sporen kann man vielleicht auch für den Spritzmechanismus verantwortlich machen. Solange die nicht quellbare Aussenmembran intakt ist, kann kein Ausquetschen stattfinden. Was aber löst diesen Vorgang im Perithecium aus? darüber bringt uns die Abhandlung nichts. Von Wert ist aber die Beobachtung insofern, als sie zeigt, dass auch unter Wasser ein Ausschleudern, oder sagen wir besser Ausquetschen, von Sporen ins Wasser hinein aus Ascis möglich ist.

Um die oft besonders bei *Sordarien* auffälligen Anhängsel der Sporen hat sich besonders ZOPF (Sitzungsber. d. Gesellsch. Berl. naturf. Freunde, 1880 und Zeitschrift für Naturw., Bd. 56, gekümmert. Sie sollen die Sporen unter einander im Ascus verketteten oder dies wenigstens unterstützen. Bei manchen Arten soll sogar die oberste Spore damit an einem Anhängsel der Schlauchspitze verankert sein.

Bereits in diesen Anfängen sehen wir sich zwei Meinungen gegenüber stehen:

I. TULASNE: die Schleuderkraft liefert das gesamte Hymenium;

II. Sie wird durch die Spannung des Ascus geliefert.

Bei weitem am klarsten und vielleicht überhaupt am besten hat die Schlauchfunktion DE BARY in seiner vergleichenden Morphologie und Biologie der Pilze dargestellt (1884, Seite 90 u.s.f.).

In nachstehendem wollen wir ihm daher folgen:

Zunächst stehen einige Angaben mehr beschreibender Natur. Die Sporen verzehren bei ihrer Entwicklung den Inhalt der Schläuche, sodass nunmehr ein wässeriger Inhalt übrig bleibt. Nur bei wenigen (*Sphaeria Lemnaeae*, *S. Scirpi*, *Sordaria fimissaa*

und einigen anderen sind noch reichliche, von Vacuolen durchsetzte "Plasmarsete" vorhanden.

Die in der Jugend sehr dünne Membran nimmt beim Reifen zu, bleibt aber bei den oft sehr grossen Schläuchen (*Morchella esculenta*, *Peziza acetabulum*, *Pitya melana*, *Ascobolus furfuraceus*) ohne erkennbare Schichtung. Bei anderen, besonders Lichenpilzen, ist sie deutlich geschichtet. Auffallend sind die deutlichen, oft merkwürdigen Verdickungen am Ende der Schläuche. Während die Membran in den meisten Fällen aus "Pilzcellulose" besteht, wird sie nicht selten durch wässriges Jod allein gebläut. Das kann in der ganzen Ausdehnung der Fall sein (Sehr viele Lichenen, *Peziza convexa*, *P. cupularis* u.a.m., cf. NYLANDER in Flora, 1865, p. 467)+)

GOEMANS (Mém. Acad. royale de Belgique, T. XXX, gibt das für manche *Ascobolus* an. Das ist natürlich inzwischen für eine ganze Reihe von Arten gefunden worden, seitdem man ja die Bestimmung und Einteilung mit REHM nach diesem Verfahren vornimmt. Aber es bleibt das auf das Scheitelende beschränkt.

DE BARY unterscheidet nun drei Möglichkeiten des Freiwerdens der Sporen:

- 1) Alle Sporen werden auf einmal, simultan, aus dem Schlauch herausgespritzt: Simultane Ejaculation.
- 2) Eine Spore wird nach der anderen herausgequetscht: Sucedane Ejaculation.
- 3) Die Sporen gelangen durch Verschleimen oder Resorption der Wände ins Freie.

Simultane Ejaculation.

Bei dieser häufigsten Erscheinung sind die Schläuche am Ende keulen- bis eiförmig ausgeweitet. Wenn die Sporen schon völlig ausgereift sind, beginnt der Protoplasmaschlauch ausserhalb der Sporen erheblich unter Vermehrung des wässrigen Inhalts zuzunehmen. Der Schlauch wird dadurch ausgedehnt und turgescent. Am allermeisten wird dabei die Spitze gedehnt und ausgeweitet (sie ist dazu infolge der Beschaffenheit ihrer Membranen auch am geeignetsten). Der Durchmesser kann oben auf diese Art auf $5/4$, $4/3$, $2/1$, ja sogar noch mehr steigen. Man kann sich davon durch das Zusammensinken beim Anschneiden oder nach osmotischem Wasserentsug überzeugen. In der Membran sind somit hohe Turgorkräfte wirksam.

Eigenartig ist das Wandern der Sporen nach der Spitze der Asci. Sie sind in der wässrigen Flüssigkeit dicht an einander gedrängt und zudem in eine Längsreihe angeordnet. In den wenigen, bereits oben auseinander gesetzten Fällen, in denen sie nach ZOPF festgekettet sind, wäre das ohne weiteres verständlich, aber in den anderen ist das nicht so einfach. Die Strömungen sollen sie an diesen Ort gebracht haben. Sofern der Schlauch schmal ist, ist es noch begreiflich, dass sie in einer Reihe liegen. Es können z.B. bei manchen *Ascobolus* auch zwei sein. Aber wenn die Asci viel breiter als die Sporenmasse sind, dann wird die Sache schwieriger. Solche Fälle sind etwa *Exoascus* oder *Byparetius* (BOUDIER in Ann. sc. Nat., 5e série, X).

Hat die Dehnung der Wand ein gewisses Maximum überschritten, so reisst sie an zum Teil vorgezeichneten Stellen geringerer Kohäsion durch. Auf der Stelle zieht sich die Seitenwand zusammen, und der Inhalt spritzt hervor.

Die Form des Risses ist sehr verschieden:

- 1) Über den Scheitel geht eine einfache oder mehrlappige Längsspalte. Nach dem Abschleudern bleibt ein weites Loch zurück (*Exoascus Pruni*, *Peziza cupularis*, *Erysiphe*, *Geoglossum*, *Helotium*, *Leotia*, *Bulgaria sarcoides*).

+ Die alten Bestimmungen sind ungemein schwer in die neuen überzuführen; so kann z.B. *Peziza cupularis* nicht mit *Geopsis (Pustularia) cupularis* (L) Pers. identisch sein, da diese keine Jodbläuung hat. Es ist daher besser, man macht gar nicht den Versuch, die alten Angaben in die neue Nomenklatur überzuführen, da das eine grosse, unnötige Mühe bedeuten würde, ohne dass viel bei der Sache herauskäme. Auch das ist wieder einmal ein Zeichen dafür, dass der ewige Namenwechsel und die unsinnigen Nomenklatur-Streitigkeiten nur Wirrwar schaffen und Streitigkeiten entwickeln, welche leider nur allzu sehr an die Zeiten der heute doch hoffentlich überwundenen Scholastik in der Naturwissenschaft erinnern. Ich gebe daher die Namen so wieder, wie sie von DE BARY aufgeführt werden.

- 2) Bei vielen geht der Riss ringförmig geschlossen oder nur einseitig etwas unter dem stumpfen Scheitel der Ascuswand (*Peziza convexula*, *P. confluens*, *P. granulata*, *P. abietina*, *P. vesiculosa*, *P. melana*, *Ascobolus*, *Helvella crispata*). Linksseitig ist er bei *P. vesiculosa* und *P. granulata*). Grössere *Ascobolus* lassen das Deckelstück schon vor dem Öffnen als scharfe Linie erkennen. Bei manchen Formen sind die besonders dehnbaren Stellen der Membran, vornehmlich das Deckelstück, durch Jodbläuung ausgezeichnet. Details konnte man mit den damaligen schlechten Mikroskopen noch nicht erkennen. Die alten Linsen sind mit starkem secundärem Spectrum behaftet. Aus diesem Grunde tut man auch heute gut, bei solch' kleinen Objekten nach Möglichkeit Apochromate zu verwenden, falls es sich um genaue Beobachtungen handelt.
- 3) Die Sporen werden durch ein apikales Loch ausgeworfen. Schon vor der Öffnung ist die Wandstelle vorgebildet zu sehen. Sie durchzieht als ein sich mit Jod bläuender, schwacher, lichtbrechender Pfropf die meist verdickte Wand. Auch hier gilt das über die alten Mikroskope gesagte (*Sclerotinia sclerotiorum*). Man muss sich wundern, was diese alten Forscher alles mit ihren unvollkommenen Apparaten gesehen haben. Aber die Wandverdickung kommt nur dann zum Vorschein, wenn der Ascus entspannt ist. Im gespannten Zustande ist von einer Wandverdickung und einer inneren Struktur nichts zu sehen. Bei der Entleerung werden die Sporen durch den Pfropf getrieben.

DE BARY gibt dann nochmals eine etwas detaillierte Erklärung aller dieser behandelten Dinge. In dieser hebt er vor allem hervor:

A) Die Dehnung durch Vermehren des "wässerigen" Inhalts, welche sich besonders in der Scheitelregion geltend macht.

B) Die hohe Elasticität der Ascuswand (besonders der seitlichen).

C) Das Verbleiben der Sporen im Scheitel. Obwohl sie schwerer als Wasser sind, bleiben die Sporen im Scheitel. Sie haben das gleiche spec. Gewicht wie der Inhalt (oder der Inhalt ist Schleim!). Nur in seltenen Fällen (*Sordaria Brefeldii*) ist die oberste Spore an einem Anhängsel der Sporenwand angeheftet. (Hier liegt eine Verwechslung mit einem später zu besprechenden "Bolzen" vor.) Dieses bläut sich mit Jod.

D) Das Material zur Steigerung des osmotischen Druckes - würde man heute sagen - wird von Epiplasma (Glycogen!) geliefert. Der Inhalt führt weder Zucker noch Säuren (aber Schleim!).

E) Nach dem Vorstehenden ist es selbstverständlich, dass ein seitlicher Druck die Ejaculation beschleunigen muss. Man kann dies leicht an einem isoliert unter Deckglas liegenden Schlauch bestätigen. Am lebenden Pilze stehen die zahlreichen Asci meist zwischen den Paraphysen im Hymenium (oder aber die Asci sind allein sehr dicht gestellt.) In den Hymenien steigt der seitliche Druck, teils infolge des Einschlebens neuer Asci (und Paraphysen) von unten, teils aber auch direkt durch Wasseraufnahme. In der Richtung der Oberfläche quellen die mit Paraphysen versehenen Hymenien der Discomyceten beträchtlich, und zwar in stärkerer Masse als die Träger. (Aber die Folge dieser Quellung ist meist ein Vorwölben, sodass die Oberseite sich leicht ausdehnt und deshalb der seitliche Druck garnicht beim Quellen zur Geltung kommt).

Beim Reifen treten die Asci aus den Hymenien häufig hervor, um nach der Ejaculation zurückzuschnelles.

Einzelne Asci werden fortlaufend bei der Mehrzahl der Discomyceten entleert. Das kann man an dem Bestreuen von darübergerlegten Glasplatten leicht erkennen. Aber ein massenhaftes Stäuben tritt nur ein bei plötzlichem Trocknen, etwa durch Öffnen einer feucht gehaltenen Kultur. Dabei machen sich leise Zischgeräusche bemerkbar. (Besonders schön sieht man diese Erscheinung, wenn man concentriertes Licht über die Fruchtkörper streichen lässt; besonders gut ist das bei *Peziza acetabulum*, *Sclerotinia* und *Helvella crispata* zu sehen.) Solange die Asci im feuchten Raume verweilen, ist ein Belichten und Erschüttern ohne nennenswerten Erfolg. Sobald man aber die Fruchtkörper in einen trocknen Raum bringt, dann geht

die Sache los. Wenige Sekunden verstreichen nach dem Abheben der Glasglocke, sofern der Pilz nur feucht war, also sammetartig aussah. Wenn er dagegen ganz mit Feuchtigkeit bedeckt war, dann stäubte er nicht sofort. Man kann das Stäuben dadurch beschleunigen, dass man durch Föheln etc. die Verdunstung beschleunigt. Plötzlich der Wasserverlust ist die Ursache des Stäubens.

Es kommen nun die Ansichten DE BARYs über die Ursache des Aufgehens der Schlauche. Darauf eingegangen sei näher, da diese Meinung von einer gewissen Bedeutung für unsere Arbeit ist. Da das Stäuben momentan eintritt bei einem nicht nassen Hymenium, wenn trockene Luft mit dem Hymenium in Berührung kommt, so kann die Wasserentziehung nicht dadurch wirken, dass eine Kontraktion des ganzen Hymeniums und hierdurch eine Vermehrung des von aussen wirkenden Druckes auf die Asci eintritt. Es ist nicht möglich, dass solches in irgend erheblicher Masse in einer oder wenigen Sekunden eintritt. (Aber es genügen ja nur ganz kleine Spannungen, um den Vorgang auszulösen! Diese sind dadurch gegeben, dass die äussere Schicht mehr vertrocknet als die innen gelegene. Das dünne Häutchen auf der Oberfläche wirkt dadurch als ein zwar nicht starker, aber doch hinreichender Druck!). Der auf die Ascii von seiten des Hymenium wirkende Druck soll nach DE BARY bei länger dauernde Trocknen nicht vermehrt, später sogar vermindert werden.

Er sucht daher die Ursache in einer Änderung der Spannung innerhalb der Wand des Ascus selbst, sei es, dass sie eine Verminderung der Dehnung der Seitenwand bewirkt, sei es, dass sie die Widerstandsfähigkeit der Riss-Stelle aufhebt. In vielen Fällen dürfte das von Bedeutung sein, besonders da, wo der Ascus weit aus dem Hymenium herausragt (*Ascobolus*). Ich möchte auch hier hinzufügen, dass die Wand so plötzlich aussen das Wasser verliert, dass sie es nicht aus dem Inhalt rasch genug ersetzen kann. Die Spannung zwischen Aussenschicht und Innenschicht der Wand muss an einer vorgebildeten Riss-Stelle zum Springen führen, genau so wie ein Glas, das eingeritzt ist, beim Erwärmen an der Riss-Stelle platzt. Auch eine Verschiedenheit der Membranen muss in einem solchen Falle zum Aufspringen führen; das kann man ebenfalls bei Gläsern leicht nachmachen. Sobald man Gläser verschiedener Art miteinander verbindet, so springen sie ungemein leicht an den Kittstellen. Dass ein Ascus dann aufspringt, wenn er in wenig Wasser liegt und nun allseitig auf ihn plötzlich Wasser entziehende Flüssigkeiten einwirken, das lässt sich nur auf Fälle übertragen, bei denen der Ascus weit über das Hymenium herausragt. Nicht aber in den anderen Fällen. Das ist aber durchaus nicht in so grossem Masse der Fall, wie etwa bei *Ascobolus*.

Die Erschütterungen sollen nach DE BARY nur insofern wirken, als sie die Verdunstung beschleunigen. Das dürfte nicht richtig sein. Wenn von Natur aus in einem Körper Spannungen sind, und das ist in den aus chemisch verschiedenem Material aufgebauten Ascii der Fall, so muss eine oft geringfügige Erschütterung ein Zerreißen hervorrufen. Man kann die so stark gedehnten Wände sehr gut mit schlecht gekühltem Glase vergleichen. Dieses kann aber, wie jeder, der einmal Glasblasen gelernt hat, weiss, bei ganz leisen Erschütterungen zum Springen kommen. Die Innenspannung braucht nur um einen geringen Betrag vermehrt werden, damit die Gesamtsumme so gross wird, um die Kohäsion zu überwinden. Das Vorliegen eines Relais hat DE BARY zwar übersehen, aber das ist unbedingt richtig: Eine Ejaculation kann nur dann eintreten, wenn die Einwirkung der trockenen Luft oder auch die Erschütterung, ja sogar die Ausdehnung durch Wärme plötzlich erfolgt, also so rasch, dass eine nennenswerte Spannung, sei es im Ascus selbst, sei es im Hymenium, ausgelöst werden kann. Wenn die Sache langsam geht, so gleicht die Spannung sich aus, und es kommt nicht zur Ejaculation.

Dass tatsächlich das Hymenium nicht ohne Einfluss ist, zeigt ein Versuch von DE BARY selbst, obwohl er es verneint. Man kann ein Hymenium wieder zum Stäuben bringen, wenn man es rasch hin und her bewegt. Hierdurch werden die noch nicht völlig reifen Asci zum Stäuben gebracht. Diese ragen aber nicht so weit hervor, und ihre Membranen werden auch nicht durch häufiges Schwenken mehr einseitig gedehnt, dagegen wird aber die Spannung im Hymenium durch Austrocknen der oberen Flächen zu einer nicht so leicht ausgleichbaren Spannung führen. Wir werden auf

diese Punkte noch zurück zu kommen haben.

Die meisten Discomyceten stäuben gut (*Peziza melaena*, *P. tuberosa*, *P. aurantia*, *P. cupularis*, *P. badia*, *P. confluens*, *Rhizisma acerinum*). Nicht hervorrufen konnte DE BARY das Stäuben bei *Piz. pitya*, *Morchella esculenta* (*Exoascus Prunii*).

Nach den Discomyceten behandelt er die

Pyrenomyceten.

Er folgt da den Ausführungen von ZOPF (l.c.), welcher als erster das Abschleudern bei *Sordaria* beobachtet hat. Im Grunde der Gehäuse reifen die Asci zunächst. Nun beginnt eine gewaltige Streckung. Bei dieser schieben sich die Asci gegenseitig, bis ein Schlauch in den verengten Hals kommt. Dieser ist - nebenbei bemerkt - von Reussenhyphen ausgekleidet. Er erweitert diesen Kanal, bis er den Scheitel erreicht hat, dann platzt er plötzlich und sinkt zurück, einem neuen Ascus Platz machend. Die Streckung ist sehr mächtig (oft das Sechsfache); auch die Erweiterung beträgt das Dreifache. Zum Durchwandern des Halses braucht der Schlauch 8 Stunden.

Was bringt nun den Schlauch zum Platzen? Darüber gibt uns DE BARY keine Auskunft. Ist die Überdehnung daran schuld, oder liegt die Ursache nicht vielleicht in den Reussenhyphen? Solange der Ascus ihren Widerstand zu überwinden hatte, war der Innendruck durch den Gegendruck von aussen gemindert. Sobald aber derselbe Schlauch aus dem Bereiche der Hyphen kommt, hört der Gegendruck auf. Es kann der Turgor sich auf der Spitze mehr entlasten. Wenn nun die Spannung gross genug geworden ist, dass dieselbe durch die Differenz der chemischen oder mechanischen Schichten an der Spitze hinreicht, so zerspringt der Schlauch. Man könnte auch daran denken, dass nun das Ende mehr oder minder plötzlich der freien Luft ausgesetzt wird, und nun infolge von Verdunstung Spannungen innerhalb der Membranen entstehen, welche zum Aufplatzen führen müssen.

Nach dieser Behandlung der Pyrenomyceten beschäftigt sich DE BARY mit den

Flechten.

Die Asci sollen nicht über die Hymenialschicht heraustreten, sondern darunter stecken bleiben. Bei ihnen soll der von aussen kommende Druck besonders wirksam sein. Vor allem soll die Zufuhr von Wasser zum Schleudern führen. In der Fläche soll das Hymenium quellen und dadurch soll ein Druck auf die in ihm stehenden turgeszenten Schläuche ausgeübt werden. Erhöhend wirkt der Widerstand der minder quellbaren Gehäuse, Thallusränder etc. Die Ejaculation eines isolierten Ascus wurde noch nie beobachtet. Die Flechten werden etwas stiefmütterlich behandelt. Wir wollen uns daher an dieser Stelle eine Kritik ersparen.

Zum Schluss seiner geistreichen Gedankengänge nimmt DE BARY noch die

Succedane Ejaculation

vor. Am Anfang gibt er die Schilderung der PRINGSHEIM'schen Beobachtungen. Er hebt hier besonders hervor, dass die Asci sich genau wie bei den Sordarien verhalten.

Wir dürfen nicht den einzelnen frei gelegten Ascus studieren, sondern müssen ihn im gesamten Perithecium betrachten. Die Asci reifen im Grunde des Gehäuses und treiben sich gegenseitig hinaus. Das Aufplatzen einer äusseren Schicht dürfte jedesmal dann gegeben sein - nach meiner Meinung - wenn Platz ist, also, wenn ein Ascus eben zerplatzt ist. Solange sich im Gehäuse die Asci am Quellen gegenseitig hindern, kann keiner schleudern. Derjenige, welcher an der Öffnung steht, kann seine Sporen ausquetschen. Dabei ist die Gewalt sicherlich noch eine viel grössere, weil der ganze Druck der nachfolgenden mit entspannt wird. Die Ursache des Platzens ist auch hier das Aufheben der Belastung durch Gegendruck.

WORONIN sah so bei *Sphaeria Lemnaceae* und *Cordyceps* einen Ascus nach dem anderen in die Öffnung treten und Spore auf Spore abschleudern. Bei *Claviceps* sah das Abwerfen von Nadel auf Nadel bereits TULASNE mit dem unbewaffneten Auge. DE BARY weist bereits darauf hin, dass man das Verquellen der Membranen häufig sieht, ohne dass es zu einem Abquetschen von Sporen kommt; selten hat man die Asci schleudern

gesehen. Das liegt aber nach meiner Meinung in den meisten Fällen nur an der Beobachtung am isolierten Ascus oder im Schnitte. Will man den Vorgang richtig sehen, so muss man den intakten Fruchtkörper ansehen. Wir werden noch auf die hierbei anzuwendenden Methoden zurückkommen. Uns bietet sich heute in dem Vertical-Illuminator und den zur Beobachtung ohne Deckglas korrigierten Objektiven das dazu nötige Handwerkszeug, was den Alten fehlte. Auch bei dieser Gelegenheit kann ich mich nicht genug darüber wundern, was diese Klassiker unserer Botanik mit ihren unvollkommenen Werkzeugen alles richtig gesehen und erkannt haben.

Verdickung der Schlauchenden.

Cordyceps zeigt, in Wasser beobachtet, nur ein Verquellen der Membranen, ohne dass es zum Schleudern käme. Die Spitze ist besonders dick. DE BARY hält diese Verdickungen für Reserven bei der Streckung der Wände. Er beschreibt ferner die dicken Kappen an der Spitze der Schlauche von *Rosselia aquila*. Diese seien von einer Pore durchzogen und würden durch Jod gebläut. Sie seien entweder Reservestücke für die Membran oder Befestigungsapparate für die Sporen. Davon, dass solche Membranen bedeutend dehnbarer und quellungsfähiger sind, als die anderen Wände, spricht er nicht. (Warum soll sich aber die dickere Wand mehr dehnen als die dünnere?).

Als letzte Art des Freiwerdens der Sporen, welche eigentlich zum Teil schon beim Auftreten stark quellender oder gar verschleimender Schlauchwände, ohne Einschluss in ein Gehäuse, gegeben ist, bespricht DE BARY noch die

Verquellung der Schlauchwände,

ohne, dass ein Schleudern erfolgt. Zunächst wollen wir hier die durch Schleimmassen aus Behältern herausquellenden Sporenmassen erwähnen. Der Austritt erfolgt hier durch reichen, klebrigen Schleim, welcher auch von der Umgebung der Asci geliefert wird.

Aus den Öffnungen dieser Gehäuse quillt ein Gemenge von Schleim und Sporen herans. *Nectria Daldinia*, *N. concentrica*, *N. Murrularia* und andere mehr werden hier angeführt. Besonders möchte ich manche Valseen hervorheben. Eigenartige Dinge liegen auch bei den Coniocarpineen unter den Flechten, also Caliciaosen, Cypheleaceen, Sphärosporaceen und den Protocaliciineen unter den Pilzen vor. Hier bilden die lange wachsenden Paraphysen eine Art Capillitium, in das die durch Zerfall der Schlauche frei werdenden Sporen eingelagert sind und eine staubartige Masse, ein Mazaedium, bilden.

Über die Lichenen finden sich Angaben bei E. STAHL, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten, Heft II, 1877. Er schreibt da von *Endocarpon pusillum*: Die Entleerung der Sporenschlauche geschieht auf die für die Mehrzahl der Flechten bekannte Art und Weise bei Wasserzufuhr (es handelt sich hier um eine Pyrenolichene. Das stimmt also nicht für die anderen Flechten). Die im trockenen Zustand nur einen Teil der Peritheciumhöhle ausfüllenden, zusammengeschrumpften Asci saugen begierig das Wasser auf, indem zugleich ihre Membranen, sowie die im Hymenium reichlich vorhandene Gallerte aufquellen. Dabei wird der ganze Perithecium-Hohlraum von einem sich ausdehnenden Inhalt angefüllt, und es entsteht eine starke Spannung zwischen dem festen Gehäuse, welches dem Ausdehnungsbestreben seines Inhaltes nicht nachzugeben vermag und diesem letzteren. Die reifen Asci platzen an ihrem Scheitel (wenn sie in die Öffnung des Peritheciums gelangt sind), und die Sporen werden aus dem plötzlich collabierenden Schlauche mit grosser Kraft oft mehrere Centimeter weit geschleudert. STAHL vergisst dabei aber offenkundig, dass das nur dann eintreten kann, wenn das Perithecium befeuchtet war und dann austrocknet. Denn nun erst vermag das Gehäuse erhaltend einen kräftigen Widerstand entgegen zu setzen. Aus dem Wasser heraus wird kein so weites Schleudern möglich sein.

Aus neuerer Zeit liegt des ferneren eine Arbeit von FALOK (1916, Mycologische Untersuchungen und Berichte II., p. 70) vor. Es ist schwer, diese Arbeit in den Bibliotheken zu erhalten, was seinen Grund fraglos in dem hohen Preise hat.

FALCK stellt sich auf den Standpunkt, dass DE BARY nicht das richtige getroffen hat. Seine Untersuchungen beginnt er mit *Gyromitra esculenta* und überträgt die Resultate auf die anderen Ascomyceten. Ein grosser Unterschied bestehe einerseits zwischen den nicht schleudernden Ascomyceten und den schleudernden. Die "funktionslosen" stehen den "activen" gegenüber. Aber auch die activen zerfallen wieder in zwei Gruppen: in die reizempfindlichen und die reizunempfindlichen. Ohne Eintreten küsserer "Reize" werfen die Pyrenomyceten kontinuierlich ihre Sporen ab, dagegen werden die reizempfindlichen Discomyceten durch küssere "Reize" zum Abschleudern angeregt. Im Gegensatz zu DE BARY hebt er hervor, dass das "Austrocknen" die Tätigkeit der Schläuche verhindere. Das ist in dieser Form, wie FALCK es sagt, wohl richtig. Aber FALCK übersieht völlig, dass ein **A n t r o c k n e n** im Sinne DE BARYs etwas ganz anderes ist als ein **A u s t r o c k n e n**. Nach seiner Meinung sind es besonders die Wärmestrahlen, welche die Ausstreuung bedingen. Es ist einerlei, ob die Wärme durch Strahlung oder "gleitend" wirkt (er meint wohl leitend.). Bei 20 - 25° erfolgt schon ein häufiges Stäuben, bei 40° ein starkes Stäuben bis zur Erschöpfung des Hymeniums. Ja, was hat aber eine beschleunigte Lebenstätigkeit, einerseits durch Erhöhung des osmotischen Druckes, andererseits durch Beschleunigung von Stoffumsätzen, mit einem Reize zu tun? Man darf doch nicht vergessen, dass ein wirklicher Reiz auch ein reizempfindliches Protoplasma voraussetzt. Ob das aber in den Ascis noch vorhanden ist, das ist mehr als fraglich. FALCK begeht hier wieder den alten Fehler; er verwechselt einen rein mechanischen Auslösungsvorgang mit einem Reiz. Wenn man so verfährt, wie es FALCK macht, dann ist jeder Gewehrschuss auch ein Reiz.

Dennoch liegt in den FALCKschen Untersuchungen ein wahrer Kern. Die gefärbten Oberflächen nehmen das Licht auf, und es kann dadurch zu Spannungen innerhalb der Membranen kommen, die sich nicht so rasch ausgleichen können, weshalb es zum Platzen kommt. Aber, dass natürlich auch eine gleichmässige Wärme eine Erhöhung der Quellfähigkeit und des osmotischen Druckes bedingen kann, das ist ein Moment, welches natürlich den Innendruck der Schläuche bis zum Platzen, auch unter Wasser, steigern kann. Man denke nur an das Platzen einer mit osmotischer Lösung gefüllten Schweinsblase. Des Ferneren muss ein Erwärmen durch die Ausdehnung des Inhaltes auch zu einer Erhöhung der Spannung und daher ebenfalls schon zum Schleudern führen. Wenn FALCK massvoll in seinen Folgerungen und sich über den Begriff des Reizes im Klaren gewesen wäre, wäre er nicht zu solch' hinfälligen Folgerungen aus seinen immerhin nicht uninteressanten Untersuchungen gekommen. Sonstige weitere Ausführungen haben für uns hier weiter kein Interesse, wie etwa die Ausführung über die Wärmeausstrahlung bei der Unfähigkeit, selbst Wärme zu erzeugen.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN.

DER SCHLAUCH ALS RELAIS-SYSTEM.

Durch das Studium der Literatur sind wir zu einer klaren Fragestellung über die Wirkung der Schleudermaschinen der Ascomyceten gekommen. Wir wollen daher ganz kurz unsere Gedanken zusammenfassen.

Wenn das Ausreifen der Sporen vollendet ist, beginnen die Vorbereitungen zum Abschleudern. Die hierzu nötige Kraft wird durch Umwandlung von osmotisch garnicht oder nur wenig wirksamen Stoffen, wie Glycogen, Fett u.s.w. in osmotisch stark wirkende oder sehr quellungsfähige Stoffe erzeugt.

Während der erste Weg, um wirksam sein zu können, die Gegenwart eines lebendigen Protoplasma-Schlauches mit noch gut funktionierendem semipermeablem Hyaloplasma nötig hat, kann der zweite ohne einen solchen beschränkt werden. Die Schleime sind bei ganz enormer Quellfähigkeit dermassen grob dispers, dass sie nicht durch die Wände gehen können. Daneben sind sie noch deshalb viel geeigneter, weil sie durch ein Austrocknen nicht geschädigt werden, sondern bei Zutritt von neuem Wasser zu der hochgradig verhornten Substanz sofort wieder ihre Tätigkeit entfalten können.

Das in diesen Stoffen vorhandene Ausdehnungsbestreben kann sich aber nicht völlig auswirken; es wird daran durch die Wand gehindert. Es stellt sich ein Gleichgewicht insofern ein, als die Membran ihrerseits gedehnt werden muss. Da die Membran in hohem Grade elastisch ist, so wird sie eine Speicherung der osmotischen oder Quellungsenergie darstellen.

Soll nun die Schnellkraft der Wand zur Geltung kommen, so muss eine Einrichtung vorhanden sein, welche etwa dem Schloss einer Armbrust entspricht. Hier, genau wie dort, kommt es auf einen grossen Effekt, d.h. auf eine grosse Energiemenge in Bruchteilen von Sekunden, an. Ebenso etwa wie bei einem Sprengmittel die in ihm vorhandene Energie garnicht sehr gross ist (bekanntlich ist der Energiegehalt des Dynamits viel kleiner als der der Steinkohle), so muss auch hier wie dort eine kleine Energiemenge dadurch scheinbar in ihrer Wirkung vergrössert werden, dass sie in einer kleinen Zeit eine grosse Kraft entfaltet. Das Auslösungsmittel ist daher von grösstem Interesse. Es handelt sich hier um die Vergrösserung einer schon vorhandenen Spannung. Besonders, wenn die Spannung einseitig vergrössert wird, so kommt es zu einem Zerplatzen der Schlauchwand. Das muss nun an der Spitze geschehen, weil sich nur hier die Schnellkraft durch Fortbewegen auswirken kann. Die Kraft, welche das Auslösen bedingt, ist klein. Natürlich muss, wenn das Einwirken einer auslösenden Kraft nicht erfolgt, schon allein durch Überdehnung der Schlauchwand ein Platzen oder Ausschleudern eintreten.

DIE KRAFTQUELLE DES SCHLAUCHES.

Wir wollen nun im einzelnen diese Gedankengänge durch Tatsachen belegen. Verweilen wir zunächst einmal bei der ursprünglichen Kraftquelle.

Solange die Sporen noch nicht völlig ausgereift sind, führen die Schlauche reichliche Mengen von Glycogen und Fett. Von vorneherein haben wir nun verschiedene Bautypen.

Wir wollen uns zunächst auf die Discomyceten beschränken. Bei den einen langgestreckten sind die Sporen an der Spitze des Schlauches angehäuft. Es finden sich des öfteren die bereits von ZOPF beschriebenen Mittel, um sie zusammen zu halten. Am Grunde der auch unten breiten Asci befindet sich entweder wässerige osmotische Lösung oder viel häufiger schleimige Flüssigkeit bis Gallerte, welche meist noch von einem kernlosen Plasma eingeschlossen ist. Dieser Typ ist bei den meisten Discomyceten, sofern sie keine Flechten sind, vertreten. Aber auch unter den Flechten hat er Vertreter: *Blomyces*, *Sphyridium*, *Imadophila* und manche *Lecidea*-Arten. Von Discomyceten und Pyrenomyceten möchte ich kurz herausgreifen: *Pezizeen*, *Ascoboleen*, *Geoglossum*, *Leotia*, *Rhizina*, *Spathularia*, *Verpa*, *Helvella*, *Morchella*, *Gyromitra*, *Corine*, *Helotium*, *Diatrypella*, *Xylaria* u.s.w.

Wesentlich anders gebaut sind die Arten mit Membranschleimen. Diese können erstens an den Sporen selbst liegen, doch sind das nur untergeordnete Dinge, oder aber die Schlauchwand verschleimt. Das ist bei den meisten Lichenen der Fall.

Da gibt es aber wieder zwei sehr verbreitete Konstruktionstypen:

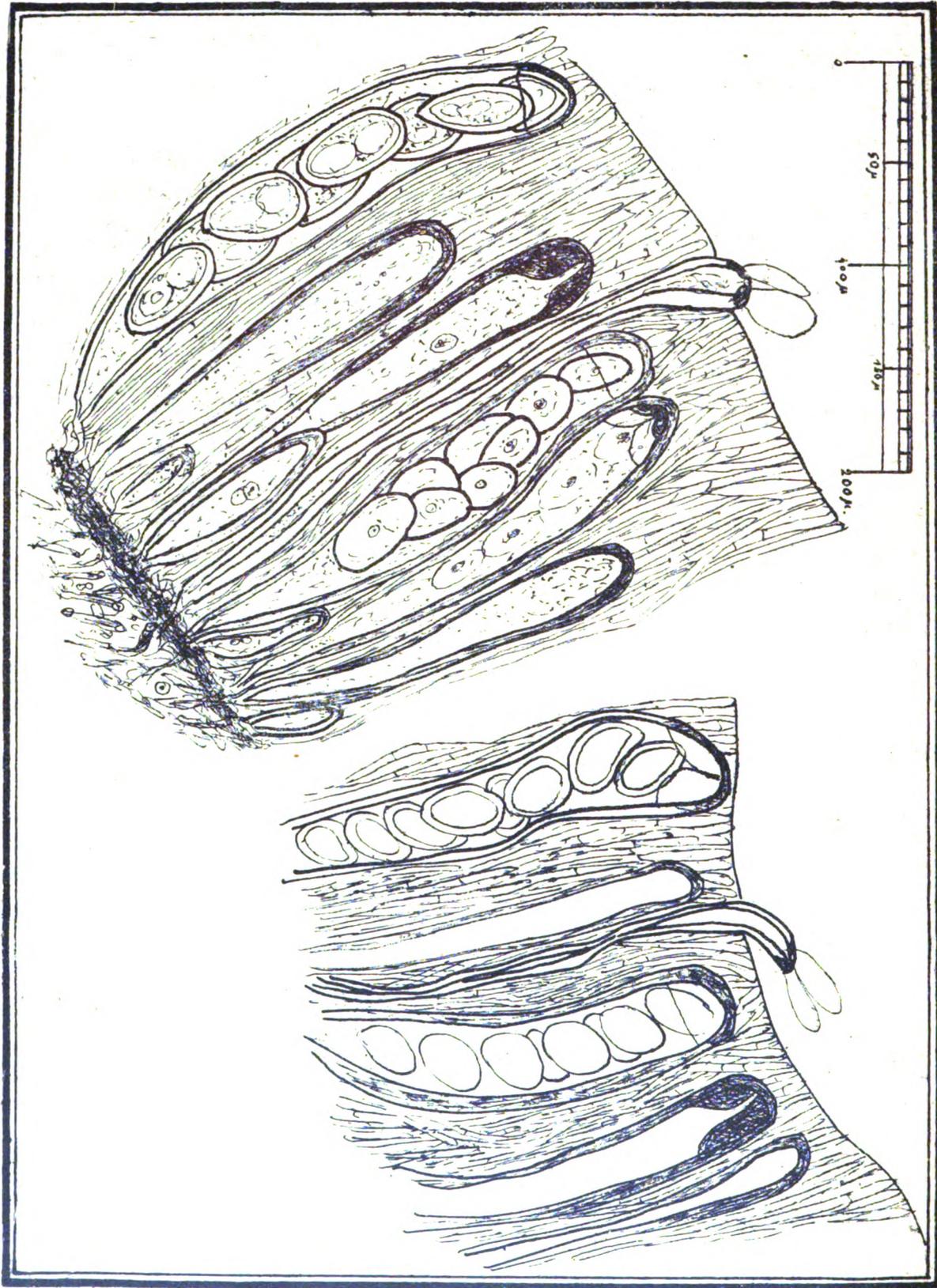
1) Die Schleimhaut überzieht die ganze Innenwand des Ascus: *Peltigeraceen*, *Collema*, *Cheilicium*, *Leptogonium Hildenbrandtii*, *Solorina*, *Synochoblastus*.

2) Viel häufiger ist die Anhäufung an der Spitze, während die Wand am Grunde nur wenig Schleim führt.

Da gibt es einen kleinen Unterschied, je nachdem der Schleim dieser Kappe Jod bläut, also "Isolichenin" enthält oder nicht. Es sei im Hinblick auf dieses Vorkommen auf die Tafel 2 (*Ramalina Fraxinea*) und 3 (*Cetraria islandica*) als Beispiel für eine Isolicheninkappe und 6 (*Lecidella enteroleuca*) sowie 1 (*Aspitilla verrucosa*) als Beispiel für eine Schleimkappe verwiesen.

Isolichenin-Kappen wurden unter anderen gefunden bei: *Cetrarieen*, *Ramalinen*, *Evernien*, *Parmelien*, *Imbricarien*, *Usneen*, *Sticta*, *Xanthorea*, *Amptiochia*, *Buellia*, *Biatorina*, *Rhodina*, *Placodium*, *Caloploca*, *Parmeliella*, *Calopisma*, *Psorana*, *Lecanora*, *Cladonien*, *Stereocaulon*.

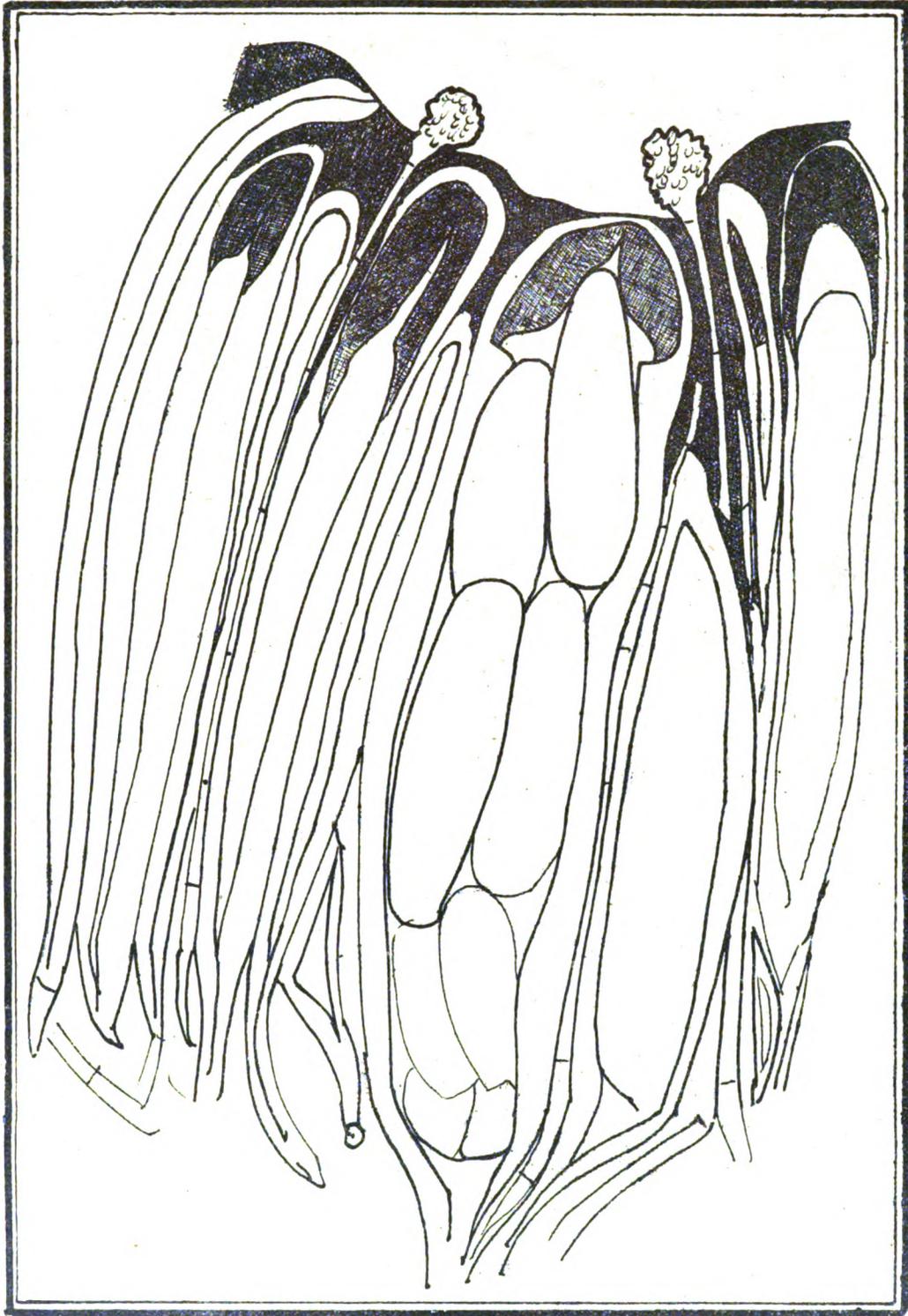
Schleimkappen traten mir seltener entgegen: *Aspitilla*, *Basidia*, *Lecidea*, *Bia-*



Taf. 1.

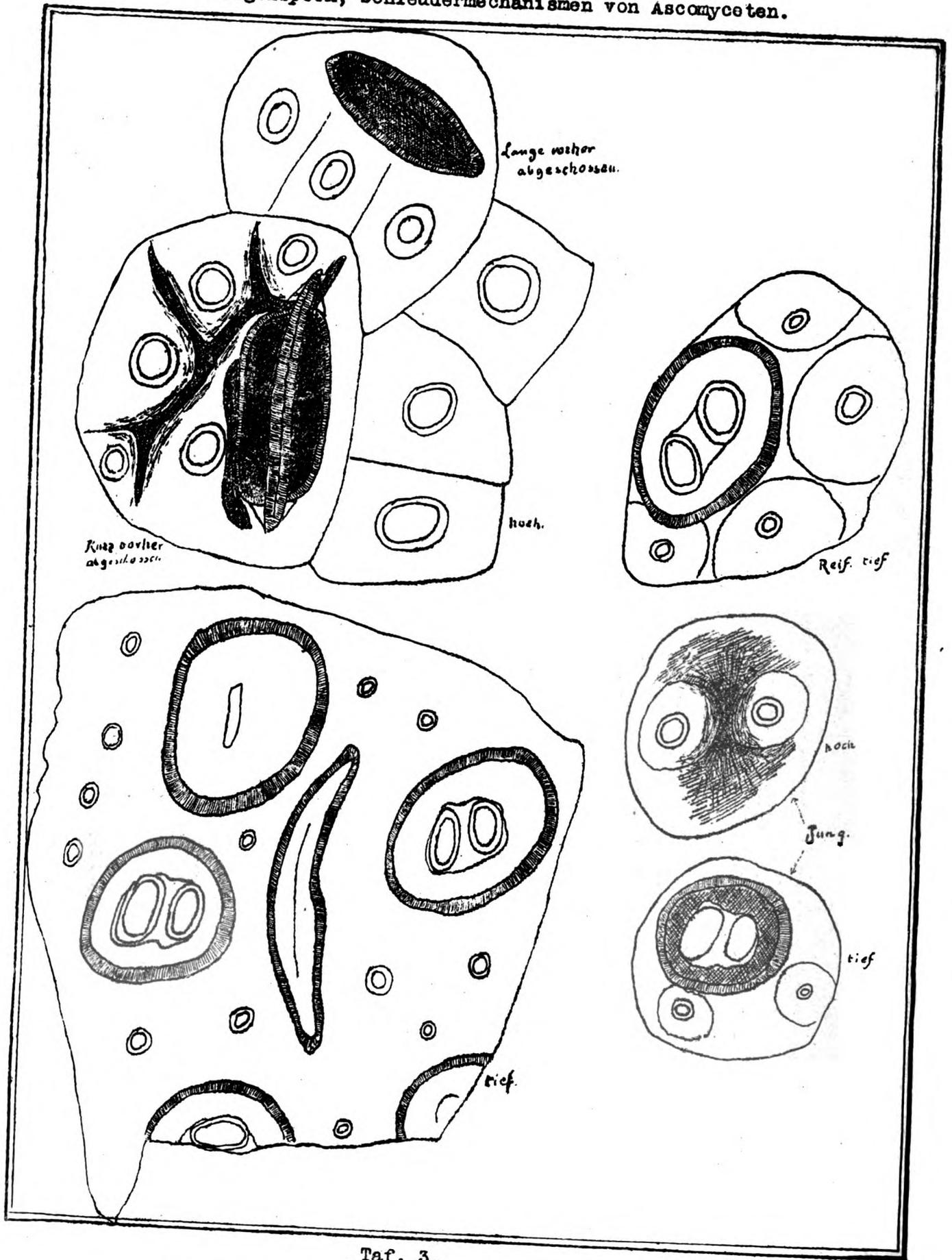
Entwicklung und Entleerung der Schläuche von *Aspicilla verrucosa*.

(In sämtlichen Figuren ist alles dunkel gehaltene Jod bläuende Wandsubstanz).



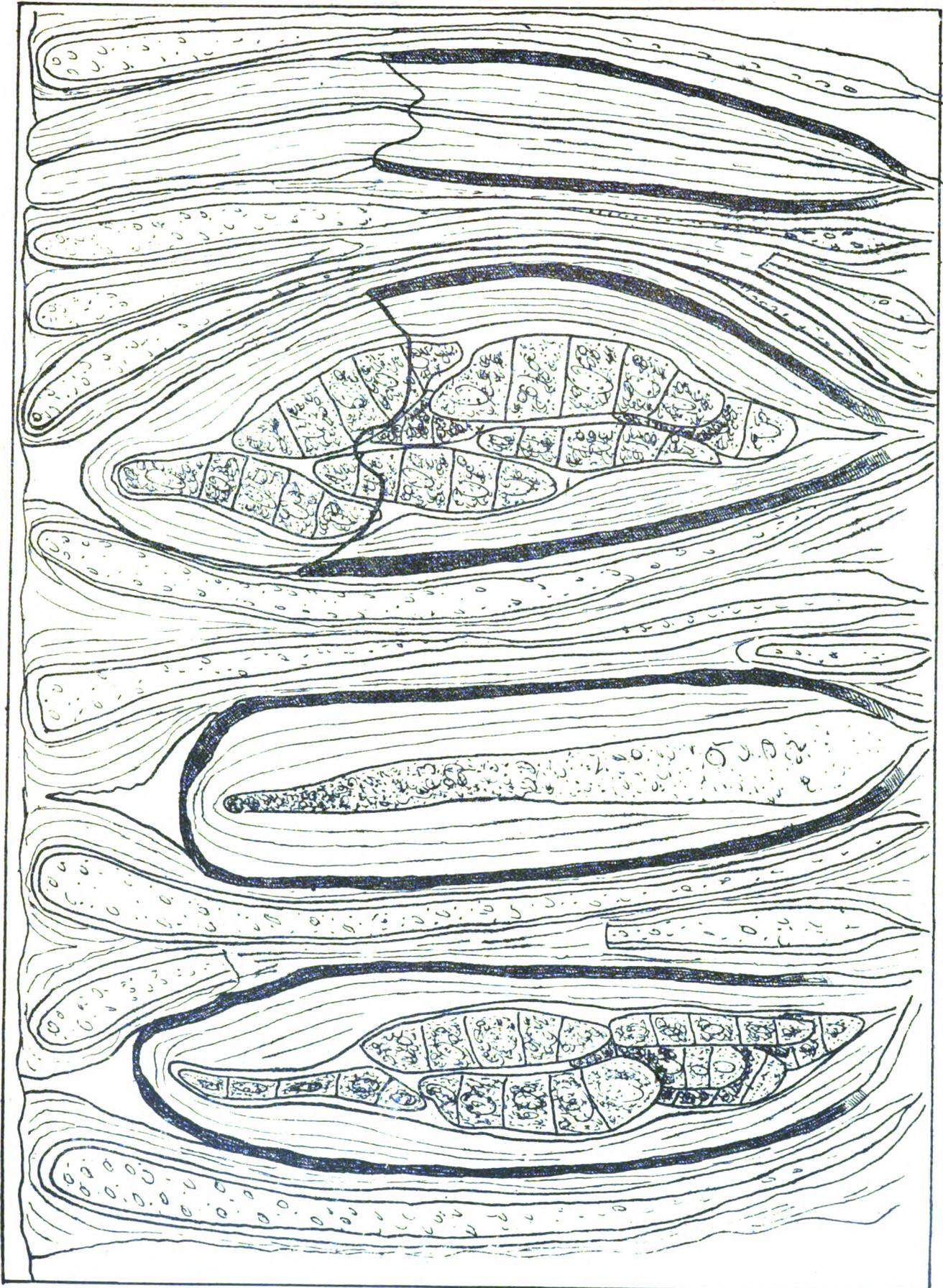
Taf. 2.

Hymenium und verschieden alte Schläuche von *Ramalina fraxinea*.
Öl.-Imm. 1/16, Comp.-Oc. 12.



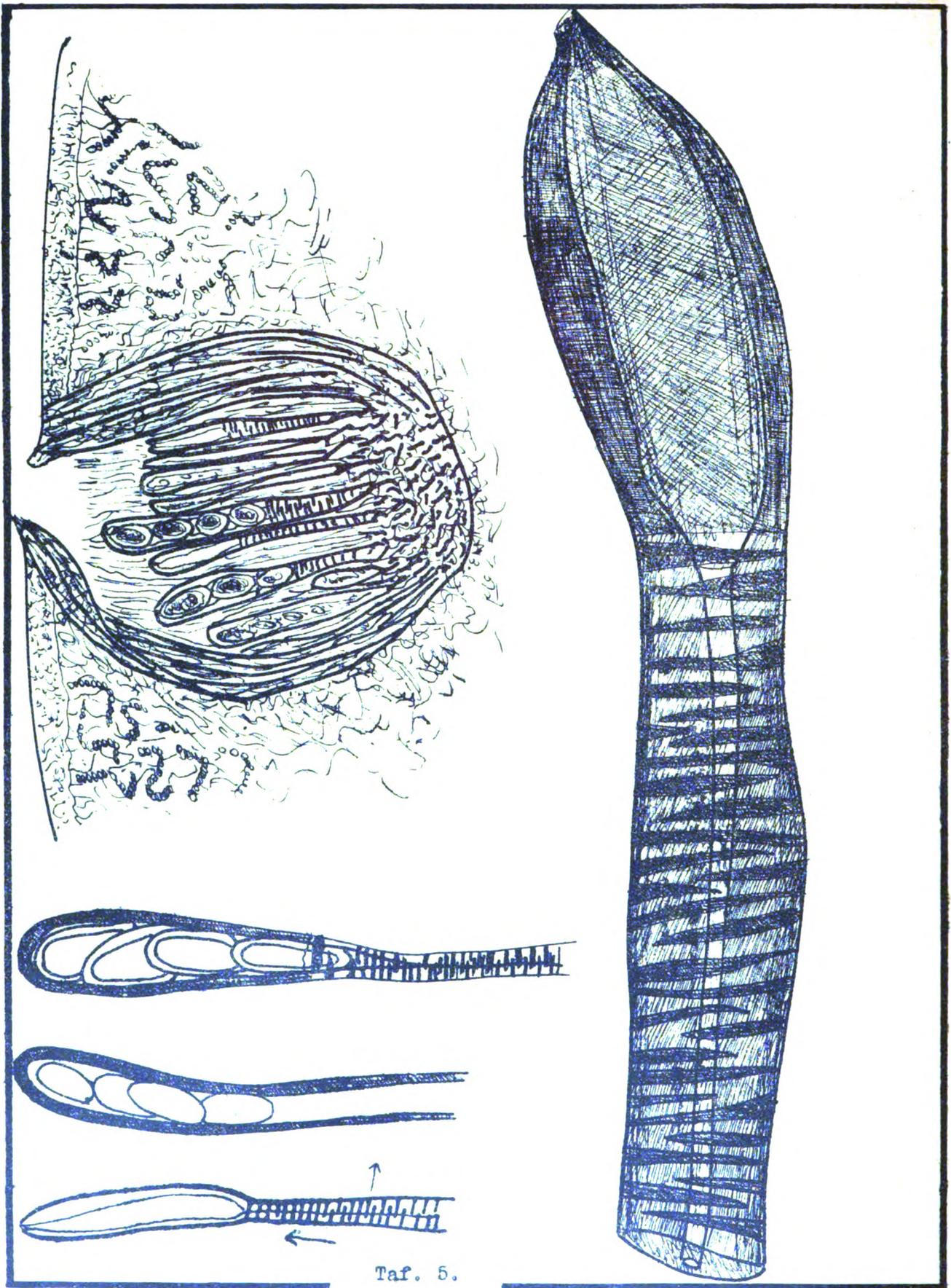
Taf. 3.

Flächenansicht des Hymeniums von *Cetraria islandica*.
1/16 x 12.



Taf. 4.

Hymenium von *Nephroma tomentosum*. 1/16 x 12.



Taf. 5.

Ascus und Hymenium von *Pertussaria* in Jodfärbung.
Obj. Leitz 3 x Oc. 4 und 1/16 x 12.

tora, Lecidella, Graphis, Arthronia.

Ein seltener specieller Fall ist die Sonderung der Wand in zwei deutliche Teile: in eine sehr dünne Aussenwand, welche beim Abschleudern gesprengt wird, und eine derbere, stark quellerde Innenwand. Diese kann erst aufquellen, sobald die Aussenwand gesprengt ist, nun erst wird die Kraft erzeugt, welche die Sporen ausschleudert oder besser ausquellen lässt, wie das ja von NATHAN PRINGSHEIM für *Sphaeria Scirpi* beschrieben ist. Etwas Ähnliches habe ich bei *Nephroma tomentosum* beobachtet. Die äussere Membran bestand aus der wenig widerstandsfähigen jodbläuenden Form. Es ist dies in der Tafel 4 festgehalten.

In sehr vielen Fällen dürfte die Dicke der Sporen, besonders, wenn sie sehr breit sind, das Spannen der Wand zum mindesten sehr unterstützen (*Solorina saccata* und andere Fälle mehr). Es sei zu diesem Zwecke auf die Tafeln verwiesen, welche das besser zeigen als viele Worte: Tafel 7 *Leptogium Hillenbrandii*, 3 und 12 *Cetraria islandica*, 1 *Aspicilla*, 4 *Nephroma*, 6 *Lecidella*, 11 *Ramalina*.

Ich will hier auf das Anführen weiterer Beispiele verzichten, da das ja zur Genüge beim Blättern in Werken mit Abbildungen, (z.B. "Die natürlichen Pflanzenfamilien") entgegentritt.

Zum Schlusse möchte ich noch auf einen besonders merkwürdig anmutenden Fall kommen, welchen ich auch in einer Tafel 15 festgehalten habe: *Pertussaria*. Die in den Asci zu einem bis acht Stück vereinigten elliptisch gestalteten Sporen sind von einer dicken Schleimschicht umgeben. Legt man nun einen Ascus in verdünnte Jodlösung ein, so sieht er ganz merkwürdig, wie eine quergestreifte Muskelfaser, aus. Es wechseln immer tief blau gefärbte Zonen mit kaum oder nur sehr schwach gefärbten Querstreifen ab. Die Isolicheninonen bedingen eine leichte Dehnungsfähigkeit; diese kann sich aber nur in der Längsaxe auswirken, weil die weniger dehnbaren Streifen die Querdehnung verhindern. Dadurch werden die Sporen nach oben getrieben, wo diese Streifung fehlt. Da die unteren Sporen immer von diesen Streifen noch umfasst werden, sind diese gespannt und helfen ihrerseits beim Ausquetschen mit.

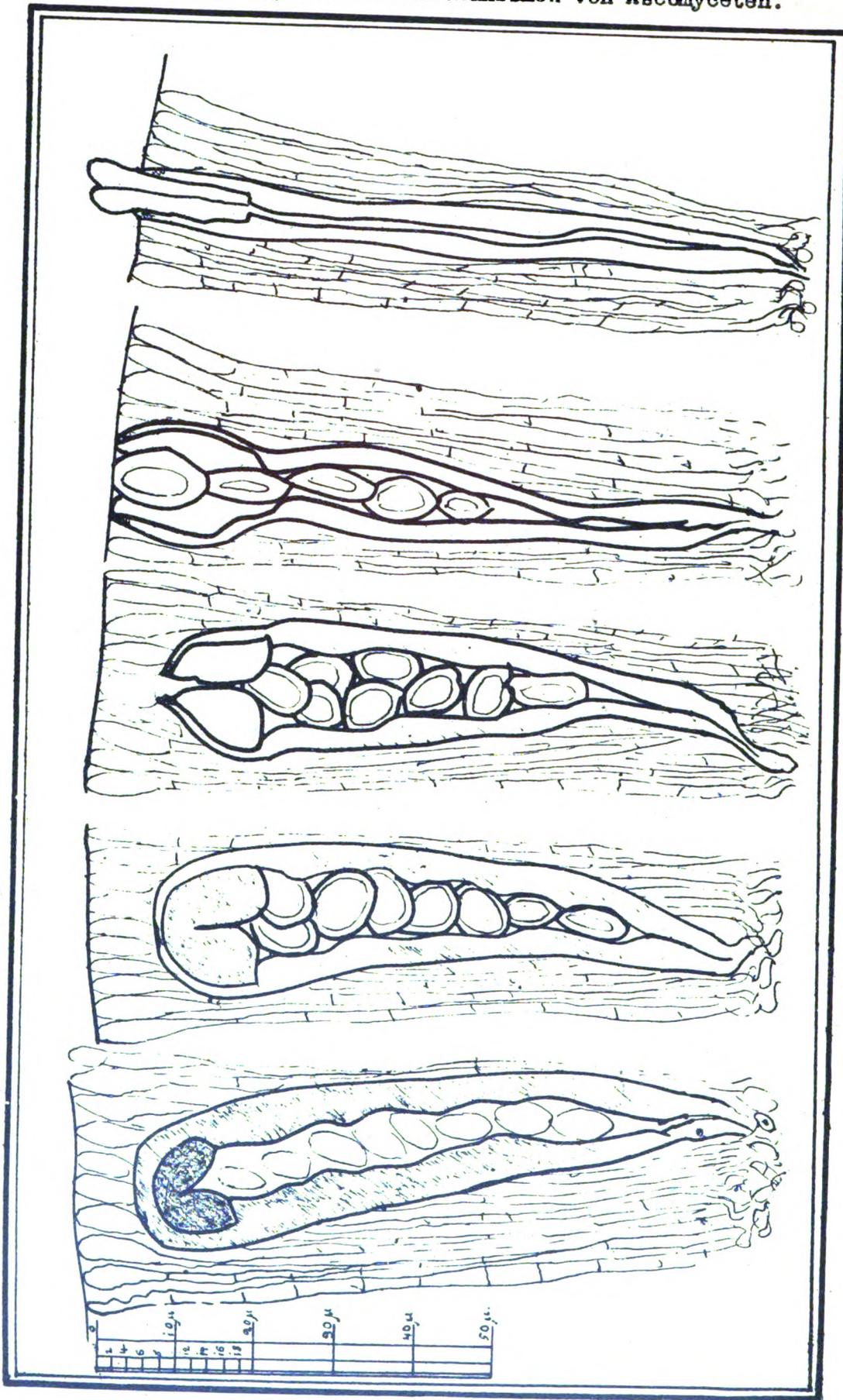
Die Wand des Schlauches, ein Spanngewebe mit Öffnungsmechanismen.

Nachdem wir die spannenden Kräfte betrachtet haben, wollen wir uns der als Feder dienenden Wand des Schlauches zuwenden.

Schon DE BARY war es aufgefallen, dass die Spitze sehr vieler Ascomyceten-Asci, unverletzt unter Wasser untersucht, dünn erschien, dagegen sich auffällig verdickte, sobald der Schlauch plasmolysiert oder am Grunde verletzt (kurzweg entspannt) wurde. Da die Seitenwand das nicht zeigt, so kann man unbekümmert auf eine grössere Dehnungsfähigkeit schliessen. Solche dicken Spitzen fanden sich, wenn man von den schon erwähnten Amyloidkappen absieht, welche auch im turgescierenden Zustande vorhanden sind, besonders bei Xylarien, *Hypoxylon*, *Geoglossum*, *Diatrypella*, *Peziza badia*, *P. violacea*, *P. serotina* und anderen. Diese zeigen, ebenso wie die Peltigieren unter den Flechten die Amyloidpfröpfe, auf welche noch zurückzukommen sein wird. Dicke Spitzen und Amyloidspitzen haben *Blomyces*, *Mallotium Hillenbrandii*, *Collema ochroleucum* und *Solorina* unter den Flechten.

Ohne dass Amyloid an der Spitze vorhanden wäre, zeigt auch schon *Leotia lubrica* die dicken Spitzen, ebenso *Rhizina undulata*. Aber auch hier werden wir später eine chemische Differenz der Spitze feststellen können. Bis auf eine ausgesparte Verjüngung am Scheitel haben auch eine Schwellung beim Entspannen *Gyromitra curtipes*, *Spathularia*, *Acetabula* und *Sphyridium* unter den Flechten. Diese stehen aber, wie hier nicht verhehlt werden darf, Formen gegenüber, welche das nicht besitzen: *Peziza aurantia*, *Ascobolus*, *Helvella*, *Verpa*, *Discina*, *Sarcosoma*. Der Apparat ist hier anders. Bei nicht schleudernden verwundert das natürlich nicht: *Choeromyces*, *Tuber* etc.

Wir missen uns mit dem Verhalten der Membranen Reagenzien gegenüber etwas abgeben.



Taf. 6.

Öffnungsmechanismus und Sporenabschleuderung von *Lecidella enteroleuca* Ach.
1/16 Imm. x. Oc. 4.

Mit Jod sich bläuende Isolicheninspitzen.

Am einfachsten ist die chemische Differenz dann zu erkennen, wenn sie mit Jod unter Bläuung reagiert, im Gegensatz zu der anderen Wand, welche das nicht macht. Das war bereits DE BARY bekannt und von ihm, wie wir gesehen haben, auch schon richtig gedeutet worden. Ich mache hier aber auf meine Arbeit (Mez, Archiv IX, (1925) p. 297 - 376) aufmerksam.

Die dort noch dargestellte Anschauung, dass es sich hier um Reservestoffe handelt, ist heute nicht mehr in vollem Umfange aufrecht zu halten. Aber in vielen



Fig. 7.

Leptogium (*Malotium*) *Hillenbrandii* Garvogel (Nylander).
Verschieden alte Asci. 1/16 Imm. x Oc. 4.

Fällen täuscht man sich leicht. Die Möglichkeit, dass ein Reservestoff vorliegt, ist immer noch vorhanden, wobei es ja ganz einerlei ist, dass er den mit ihm versehenen Membranen besondere mechanische Eigenschaften verleiht. Im Hinblick auf diese Dinge verweise ich auf meine zitierte Arbeit. Dort wird der Interessent alles finden und auch einige Abbildungen, welche auch für diese Arbeit infrage kommen. Während (wie dort ausgeführt ist) die Spitze ganz junger Asci das Isolichenin als Reservestoff und als Kennzeichen eines geringen Widerstandes gegen Drucke beim Wachstum allgemein zeigen, ist das bei reifen Schläuchen nurmehr auf ganz kleine Teile der Wand des Gipfels beschränkt. Es gibt Fälle, in denen die Jodbläuung beim Reifen tatsächlich völlig verschwindet, aber diese sind sehr selten.

Die in meiner Arbeit in den Berichten der Deutsch. bot. Ges. 1924 gefundenen Fälle beruhen auf Missbildung und haben einer scharfen Nachprüfung nicht in allen Fällen stand gehalten. Es bleibt immer eine kleine Spitze erhalten, z.B. bei *Solorina*. Das sagt aber natürlich nicht aus, dass der Körper doch in vielen Fällen als Reservestoff dient in seiner Hauptmasse.

Hier aber haben wir uns mit den r e i f e n Asci zu befassen.

Die einfachsten Fälle sind die, in denen (abgesehen von den Amyloidkappen, die ja aussen von nicht amyloidischen Wänden umkümmt sind und anderen Aufgaben dienen) nur ein kleiner Teil der Spitze der Wand auf dem Zustand der jodbläuenden Membran stehen bleibt. Sind Kappen vorhanden, so führt durch diese ein centraler Gang, gerade auf diese Spitze zu. Damit stossen - nebenbei bemerkt - die durch den Schleim gepressten Sporen auf diese Spitze.

Diese Art der Sporenführung auf eine Amyloidspitze findet sich bei folgenden Flechten (ich bin natürlich überzeugt, dass es auch nicht symbiontische Verwandte gibt, welche das Gleiche zeigen):

Sticta, *Amptychia*, *Parmelia* (5 Arten untersucht), *Ramalina* (5), *Usnea* (4), *Evernia* (3), *Collema turgidum*, *Cetraria vulpina*, *Gladonia* (30), *Stereocaulon*, *Buellia*(2), *Lecanora* (3), *Aspicilla* (3 Schleimkappen) und andere mehr.

Ein ganz bezeichnetes Zuspitzen der Kappe auf die Isolichenin-Spitze, wie das in der Zeichnung für *Cetraria islandica* hervorgehoben ist, findet sich bei *Cetrarien* (3) und *Imbricarien* (10). Man bekommt hier noch viel mehr die Vorstellung eines Hinleitens der Sporen auf den Ort geringsten Widerstandes.

Etwas seltener ist die Blaufärbung einer Spitzenpartie ohne Kappen und weitere Differenziation. Aber auch dafür kann ich Beispiele bringen:

Bildungen von Pfröpfen oder Deckel.

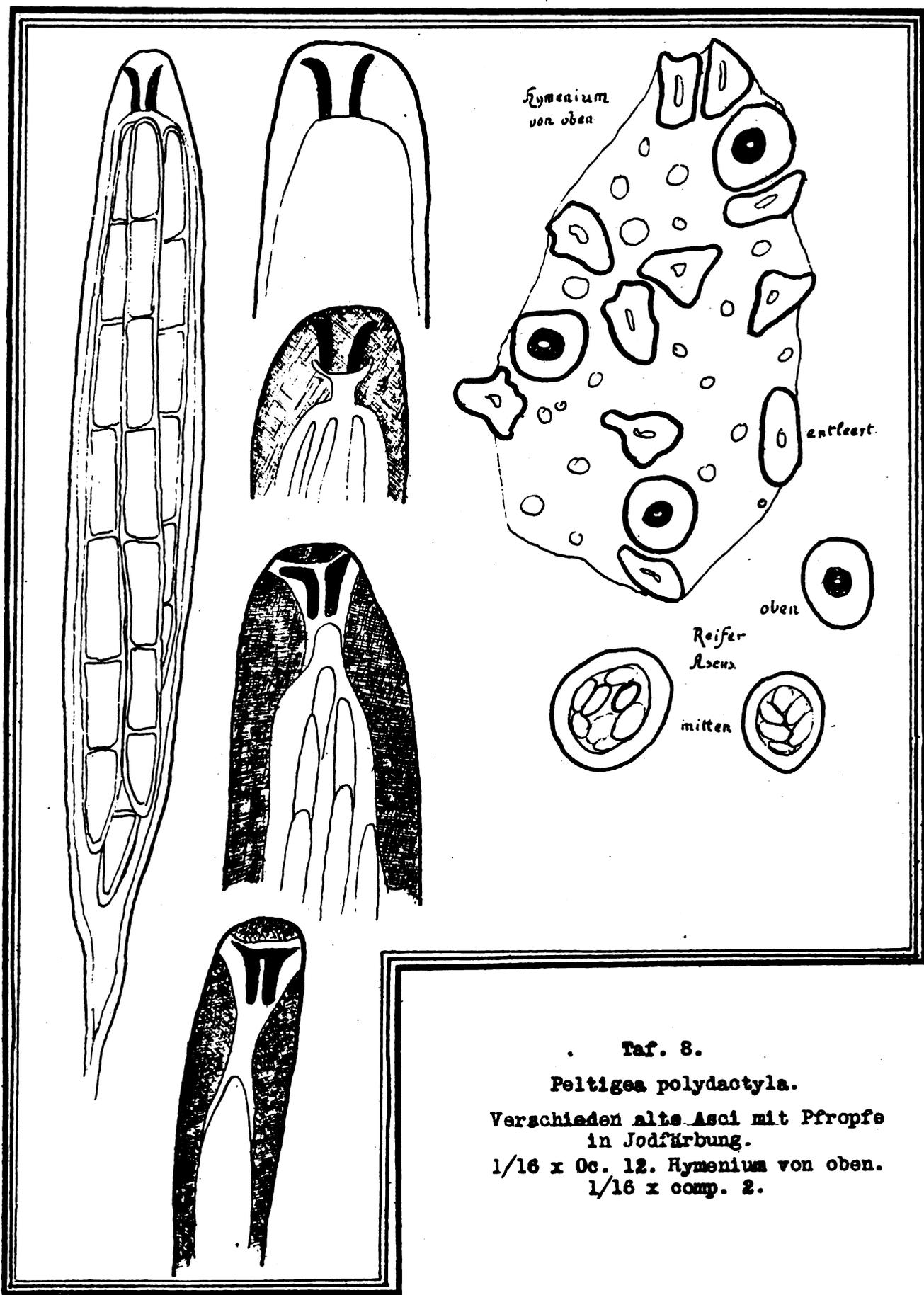
Bedeutend einleuchtender ist das Umgrenzen eines Ppropfes oder Deckels durch Isolichenin. Über dieses Thema ist von mir bereits in *Mez, Archiv, l.c.* veröffentlicht worden.

Es ist merkwürdig, dass man in der systematischen Literatur zwar immer die Angabe der Bläuung an der Spitze findet, nicht aber die genaue Angabe, wie das verteilt ist. Wir können dabei drei, natürlich nicht absolut scharf auseinanderhaltbare Fälle unterscheiden, dass

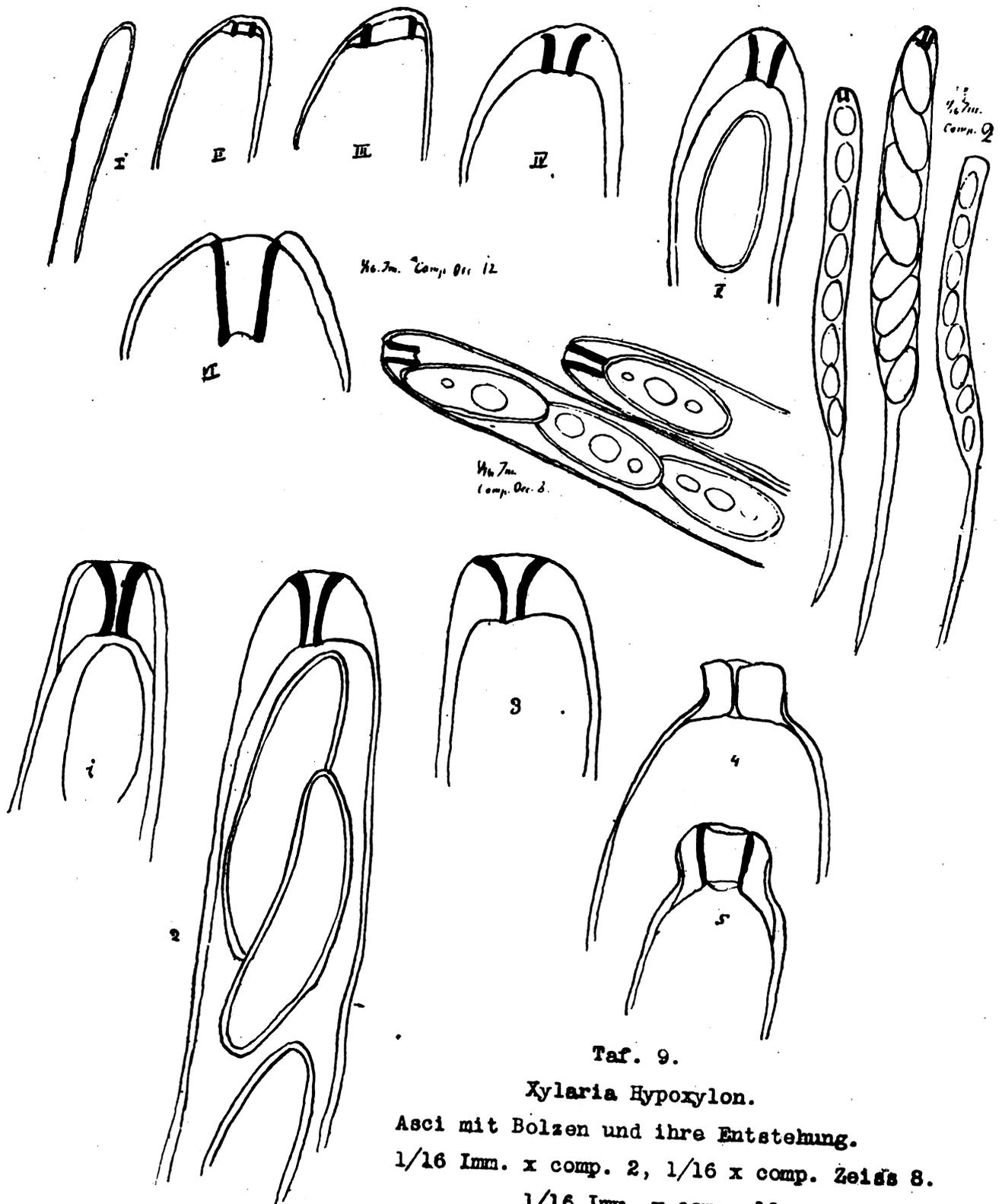
1) der Ppropf eine cylindrische, meistens aber nach innen korisch verjüngte Wandstelle ist, ohne nach innen hervortreten, im entspannten Zustande von Isolichenin-Membranen umgeben. Von oben gesehen erscheint das als ein blauer Ring.

Da man die Umrandung des Ppropfes, wie DE BARY bereits hervorhebt, an seiner schwächeren Lichtbrechung ohne Jodgegenwart erkennen kann, so kann man das Ganze auch an gespannten Schläuchen studieren. Die dicke Wand an der Spitze ist dann dünn angespannt, und an beiden Flanken sind die schwächer lichtbrechenden Stellen zu Streifen ausgezogen. Die Mitte hebt sich als Spitzchen etwas ab. Bei der Ejaculation wird der Ppropf wie aus einer Champagnerflasche zuerst hinausgeschleudert. Es kann das so sein, dass von der Jod bläuenden Substanz (nennen wir diese ohne Rücksicht auf den genauen chemischen Bau getrost Isolichenin) nichts mehr an dem entleerten Ascus oder nur eine Umsäumung des Auswurfsloches übrig bleibt.

Eng an dieses Verhalten schliesst sich der Bolzen an. Ich habe ihn besonders



Taf. 8.
 Peltigera polydactyla.
 Verschieden alte Ascii mit Pfropfe
 in Jodfärbung.
 1/16 x Oc. 12. Hymenium von oben.
 1/16 x comp. 2.



deutlich bei *Xylaria Hypoxylon* gesehen. Es ragt hier ein ebenso wie bei den Pfröpfen mit Isolichenin umrandeter kompakter Stöpsel ins Innere des Schlauches hinein. Es sind das die schon von ZOPF (l.c.) geschilderten Anhängsel des Schlauchendes. An diese stossen die Sporen an. Wenn also die Sporen durch den Druck des Grundes vorgetrieben werden, so werden sie gerade auf die Stelle des geringsten Widerstandes hingeleitet. Wir haben in dieser Einrichtung ein Analogon zu den Amyloidkappen.

Nur wenig von diesen Dingen verschieden sind die Deckel oder Kappen, welche entweder von einem geschlossenen Ringe oder nur von einem fast geschlossenen Kranz von Amyloid umgeben sind. Das ist die bereits deutlichst vorgezeichnete Stelle des Aufspringens des Schlauches.

Indem ich hierüber auf die systematische Literatur verweise, möchte ich kurz ein paar Beispiele von denen anführen, welche ich selbst gesehen habe: Bei *Peltigera*, *Peziza badia* und *Xylaria* habe ich dies in den beigegebenen Zeichnungen festgehalten.

Von Flechten haben das alle *Peltigera*-Arten (9) und *Collema cheilicum*; von sonstigen Ascomyceten: *Xylaria Hypoxylon*, *Plicaria (Peziza) badia*, *P. violacea*, *P. serotina*, *Geoglossum viride* und *G. hirsutum*, *Bulgaria iniquans*, *Corine sarcoides*, *Diatrypella*.

Verdünnung der Spitze oder der Rissfläche.

Aber auch auf noch viel einfacherem Wege ist die Öffnungsstelle markiert durch eine Verjüngung der Wand an der Spitze oder an dem Rande des Deckels. Das fand sich bei *Gyromitra curtipes*, *Sarcosoma Geoglossum*, *Spathularia clavata*, *Sphyridium fungiforme*, *Pertusaria communis* und *Synochoblastus flaccidus* (Jodblaue Spitze). Der Ring war bei *Rhizina undulata*, *Aestabula leucomelas*, *A. caliciforme*, *Verpa*, *Helvella* vorhanden.

Eigenartige Rillung der Schlauchwände.

In diesem Zusammenhange möchte ich noch ganz kurz auf eine allerdings nicht häufige, aber bei manchen *Ascobolus*-Arten vorhandene Längsstreifung der Seitenwände kommen. Diese setzt an der späteren Riss-Stelle an und erscheint an der Spitze wieder. Die Streifung zeigt uns eine grössere Resistenz durch Verstärkung oder Verdichtung der Membranen an. Auch dadurch werden natürlich Spannungen in der Schlauchwand begünstigt.

Ich bin überzeugt, dass ein Studium bei den Ascomyceten uns noch manche interessante Einzel Tatsache ans Licht bringen wird. Darauf lassen schon die leider sehr unvollkommenen Abbildungen in den systematischen Werken schliessen; sie sind eben nur zu Bestimmungszwecken hergestellt, ohne irgend welche Rücksicht auf die Feinheiten der Funktion und des Baues zu nehmen. Aber ich glaube, dass solche Dinge sich auch für die Systematik dieser oft so schwer bestimmbareren Ascomyceten nutzbringend verwenden lassen. Es wird hierauf bei der Besprechung der Systematik der Ascomyceten auf Grund serologischer Reaktionen, welche im Gange sind, vielleicht noch zurückzukommen sein.

Andersseitige chemische Differenzen an der Spitze.

Aber auch andersseitige chemische Differenzen treten auf. Man muss die Widerstandsfähigkeit gegen Verquellung prüfen. Am besten eignet sich hierzu Chlorzink, Schwefelsäure; auch da ergeben sich interessante Beziehungen. Auch das Zurückhalten von Farben gehört hierher.

So dürfte bei *Leotia lubrica* eine Art Pfropf vorliegen; Deckel mit widerstandsfähiger Spitze und löslicher Umräumung haben *Rhizina*, *Ascobolus fufuraceus*, *Helotium*. Bei *Sarcosoma* und *Spathularia* ist die Spitze nicht resistent. Wir haben somit alle Homologa des Isolicheninvorkommens gefunden.

Spannungen in der Wand, wenn sie gedehnt ist.

Es ist nun unbedingt notwendig, den Zustand der Wandung der so beschaffenen Schlauche zu betrachten, sobald sie gedehnt sind. Wie wir gesehen haben, finden sich Fälle, in denen die Spitze oder eine seitliche Partie des Gipfels verdünnt ist. Das ist am leichtesten verständlich: diese Stellen reißen bekanntlich am leichtesten durch. Da die Membran an diesen Stellen bedeutend mehr gespannt ist als an den dickeren, so ist eben bei jeder Dehnung bereits eine Ungleichheit gegeben. Es ist nun ganz selbstverständlich, dass an diesen Punkten bei der Dehnung des gesamten Schlauches die Orte der höchsten Dehnung liegen, und hier wird die Grenze der Kohäsion am ehesten überwunden.

Wer je in seinem Leben einmal die Gelegenheit gehabt hat, Zerreihsproben zu machen, der weiss dass oft nur eine ganz geringfügige Überlastung bereits zum Reißen führt. Wenn die Dehnung der Schlauche sehr hoch gestiegen ist, dann bedarf es nur einer ganz geringen Einwirkung einer neuen Dehnung, um diese Stellen zum Durchbruch zu bringen. Eine ganz geringe Erschütterung, eine geringfügige Erwärmung, eine geringe Druckwirkung von aussen oder ein plötzlicher Wasserentzug und damit das Herabdrücken der Elastizität kann zu erhöhter Spannung innerhalb der Membran führen, welche sich durch Aufplatzen Luft macht. Wir wollen diese geringfügige Kraftwirkung, welche etwa dem Drucke auf den Hahn eines Gewehres gleicht, die Auslösewirkung nennen.

Genau das Gleiche wie für die an sich schon dünnere Wandstelle gilt natürlich für Stellen mit leichter, dehnbaren Membran. Diese sind im gespannten Zustand immer dünner als ihre Umgebung, abgesehen davon, dass Lötstellen erfahrungsgemäss sehr leicht reißen.

Dass aber tatsächlich in den Membranen Spannungen vorhanden sind, das kann man am besten und einfachsten an den Interferenzfarben sehen, wenn man die Asci im Oberflächenmikroskop betrachtet. Da wir dieses in der Biologie kaum bekannte Instrument auch noch des Ferneren gebrauchen werden, so will ich ganz kurz den Gebrauch des der Metallographie entlehnten Apparates schildern.

Es ist unbedingt nötig, mit einem Vertical-Illuminator zu arbeiten, weil nur dieser allein die nötigen starken Vergrösserungen zulässt. Die meisten Konstruktionen sind für unsere Beobachtungen nicht ohne weiteres geeignet, weil sie mit zu starkem Lichte arbeiten. Das Bild wird dann dermassen hell, dass man garnichts mehr erkennen kann. Ich habe mir daher mit bestem Erfolg ein Prisma auf die Lichtzuführung oberhalb des Objectives gesetzt und mit dem an diesen angebrachten Spiegel das Licht hineingeworfen. Eine solche Einrichtung liefert unter anderem LEITZ. Durch Verwendung eines Schwachgleichstrom-Lämpchens an einem Bügel am Tubus erübrigt sich die Anschaffung eines Statives mit beweglichem Objecttisch, obwohl dieser auch sonst bei den im Anfang nicht ganz leichten Arbeiten dienlich ist. Die Objective müssen dem Zwecke angepasst sein. In unserem Falle kamen nur Trockensysteme in betracht, aber für andere Sonderszwecke eignen sich Wasser- und Öl-Immersionen. Es wird auf diese Dinge in meiner späteren Arbeit noch zurückzukommen sein. Da die Beobachtung mit dem Oberflächen-Mikroskop, wie man es am kennzeichnendsten nennen könnte, Körper im selbstleuchtenden Zustand durch Reflexion betrachtet, so liegt eine Art Dunkelfeld-Wirkung vor.

Wir können daher bei diesen Beobachtungen die stärksten Oculare nehmen, welche wir ja sonst nicht gern gebrauchen. Dadurch ist die Vergrösserung, unbeschadet der Sicht, auch mit Trockensystemen weit hinauf zu treiben. Die für Interessenten in betracht kommenden Listen von LEITZ sind: Metallmikroskop, Polarisationsmikroskope. ZEISS und andere Firmen liefern natürlich ebenfalls entsprechende Apparate.

Zu diesen Untersuchungen verwendete ich ein Metallmikroskop LEITZ, Mo Achromat $f = 14$ mm, Fluorit für auffallendes Licht (also nur ohne Deckglas zu gebrauchen), Fluoritsystem 6 a. Grosser Vertikal-Illuminator No. 2161 a - b, Beleuchtungsspiegel mit Prisma 500/24 (man kann dann auch mit Tageslicht arbeiten); Mikroskopierlämpchen mit Bügel Mignon. Zusammen mit dem Prisma ist es möglich, das

Lämpchens weiter entfernt von dem Microscop zu befestigen, ohne dass man den Vor- teil einer mit dem Tubus beweglichen Lichtquelle aufgibt.

Es wird der Apparatur eine Gebrauchsanweisung mit beigegeben, welche aber mehr für die Metallmicroscopie zugeschnitten ist. Zum Beispiel können wir mit der aufsetzbaren Lichtblende nichts anfangen, dagegen ist die Beweglichkeit des Licht reflektierenden, also das Präparat von oben her durch das Objektiv beleuchtenden Prismas oder Plättchens sehr nützlich. Für die mit Trockensystemen ausgeführten Beobachtungen ist das Prisma am besten geeignet. Bis jetzt ist der Apparat nur zu orientierenden Untersuchungen von IKLO benutzt worden. Mir ist diese Arbeit allerdings nur aus dem Centralblatt bekannt.

Nach diesen technischen Abschweifungen kehren wir zu unserer Beobachtung der Schlauche, ohne dass sie irgendwie präpariert zu sein brauchen, in ihrer natürlichen Lage und Funktion im Apothecium zurück.

Um das Abschleudern direkt beobachten zu können, bringen wir feucht aufbewahrte, ganze Pilze oder auch nur Fruchtkörper unter das Objektiv, Rasches Arbeiten oder vorheriges Überfeuchten ist notwendig. Für die nötige rasche Verdunstung sorgen wir am besten durch Durchblasen von Luft mittels eines Gummigebläses. Wir sehen dann die meist etwas aus dem Hymenium herausragenden reifen Ascusspitzen. Sehr geeignet zu Beobachtungen ist *Ascobolus* oder auch *Periza*. Durch das Schrumpfen sehen wir ruckartige Bewegungen des Hymeniums. Die zuerst ganz blanke Ascusspitze fängt zu schillern an - es sind das NEWTONsche Ringe - und plötzlich beginnt die Spitze zu platzen, je nach der Art des Öffnungsmodus, und die Sporen fliegen kaum sichtbar geschwind hinaus. Es ist das ein besonders bei *Ascobolus* un- gemein reizvolles Bild. Dabei beobachtet man, worauf ich besonders hinweisen möchte, dass durchaus nicht alle Schlauche auf einmal platzen. Im Gegenteil, das Platzen erfolgt sehr allmählig und swar in der Mitte der Scheibe zuerst und am Rande zuletzt. Über Beobachtungen an *Pilobolus* wird noch zu berichten sein.

Aber nur bei raschem Einwirken der Trockenheit sieht man das Schleudern. Es ist ganz richtig, dass man in vielen Fällen, wie FALCK angibt, durch langsames Trocknen das Schleudern verhindern kann. Nur eine solche Einwirkung, welche die S p a n n u n g in der Schlauchmembran vermehrt, kann zu einem spontanen, also einen Reiz vorspiegelnden Schleudern führen. Es handelt sich aber um einen Relaisvorgang, an dem das zu einem wirklichen Reiz nötige Plasma mit einer Perception nicht beteiligt ist. Will man, wie in diesem Falle unbedingt nötig, mit dem Oberflächen-Microscop rasch zur Beobachtung gelangen, so stellt man sich die wohl regulierte Beleuchtung gegen etwas Strohpapier oder desgleichen ein, hebt den Tubus oder senkt besser, um ein Erschüttern der Lichtquelle zu vermeiden, den Tisch. Bei diesen Beobachtungen muss man natürlich Erschütterungen tunlichst vermeiden. Denn man kann sich leicht überzeugen durch Einwirken von solchen während der Beobachtung, dass sie Stäuben hervorrufen.

Nachdem wir so den Ascus als solchen unseren Betrachtungen zu grunde gelegt haben, wollen wir uns dem

Hymenium

zuwenden. Bevor wir auf die Wirkung des gesamten Hymeniums, auf den Akt des Abschleuderns der Sporen zu sprechen kommen, dürfte es angebracht sein, bei der Beschreibung der das Hymenium ausser den jungen Asci am Grunde und den reifen, an der Oberfläche zusammensetzenden Paraphysen zu verweilen. Schon beim oberflächlichen Betrachten, noch mehr aber bei der Darstellung von Quetsch- oder Schnittpräparaten fällt der Unterschied der nur durch festes Aneinanderlegen der Elemente gebildeten und der durch eine Schleimmasse zusammengeklebten Hymenien auf.

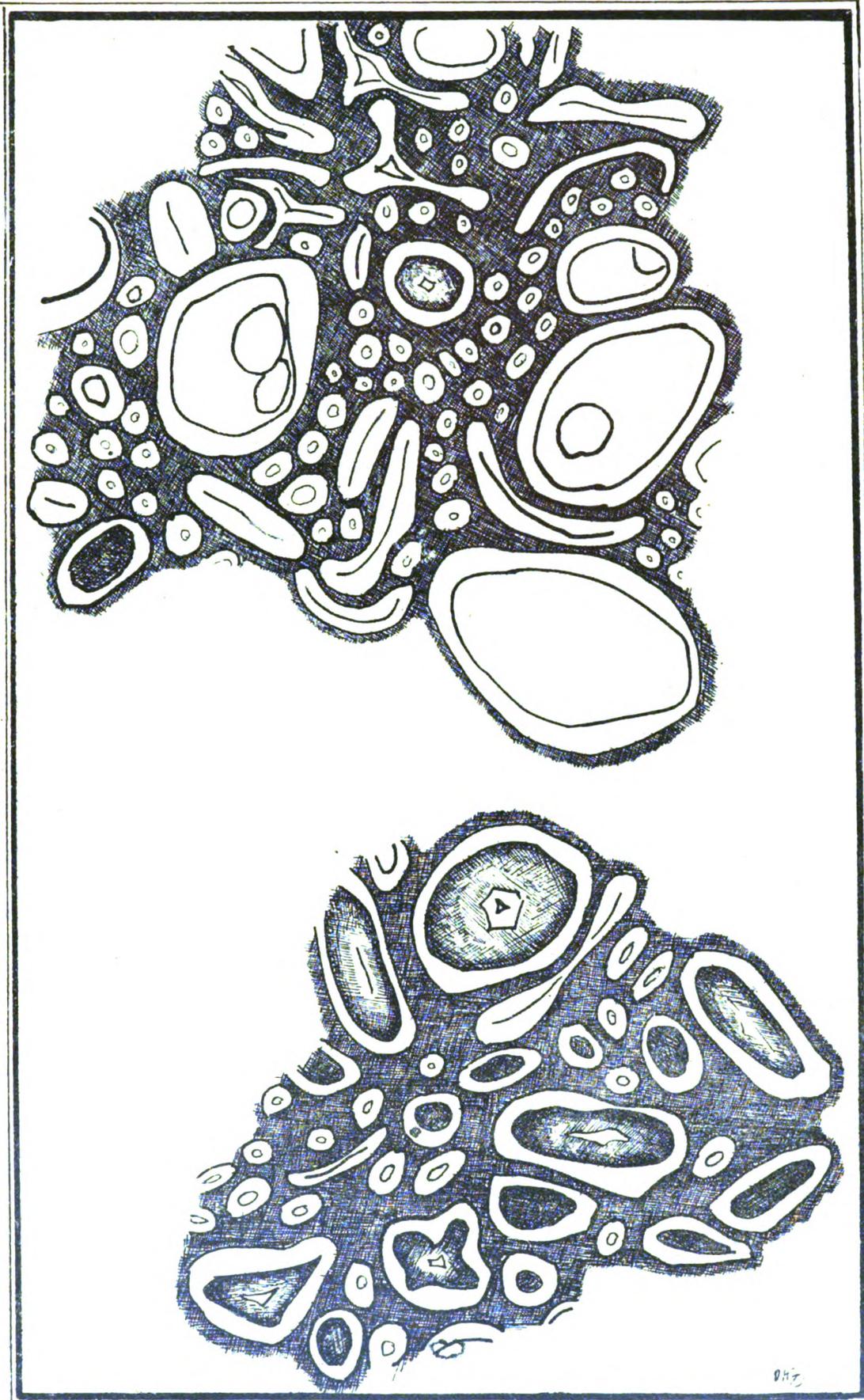
Wir wollen hier von dem nur seltenen Fall des Vergehens oder Fehlens der Paraphysen und von den Peritheciën absehen. Während das nur durch Zusammenschluss gebildete bei den nicht symbiontischen Pilzen häufiger ist, ist das fest durch Schleim zu einem Ephymentium verklebte für die Flechten kennzeichnender.

Beginnen wir mit dem durch Zusammenschluss gebildeten Hymenium.



Taf. 10.

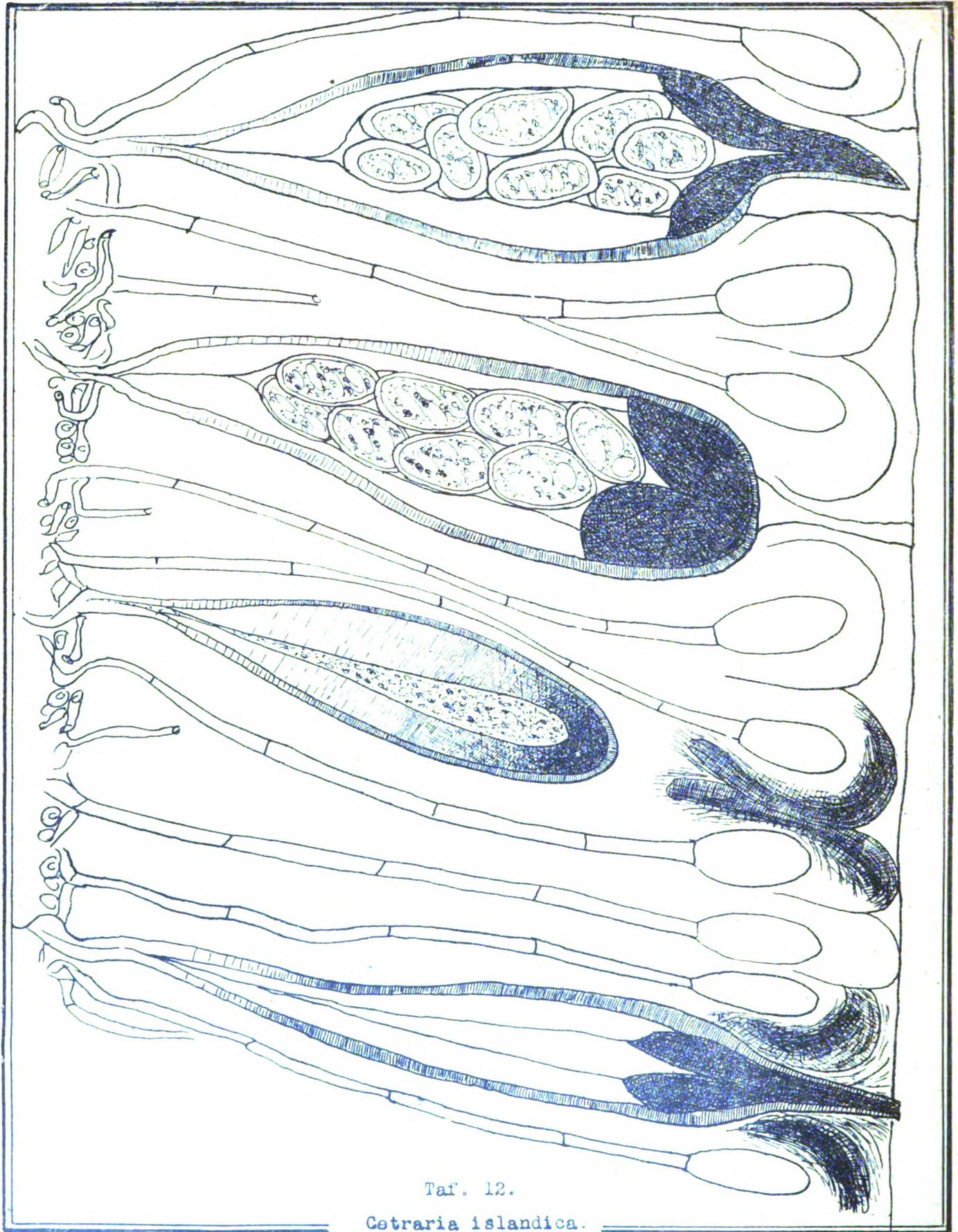
Bacomyces roseus. Hymenium. Imm. $1/16 \times$ comp. 12.



Taf. 11.

Ramalina fraxinea.

Hymenium von der Seite in verschiedener Einstellung.
1/16 Imm. x 12.



Taf. 12.

Cetraria islandica.

Verschieden alte Asci und Erguss von Isolichenin durch Paraphysen.
1/10 x 12.

Durch Zusammenschluss gebildetes Hymenium.

Bei ihm die ist Gestalt der Paraphysen ganz charakteristisch. Sie sind an der Spitze mehr oder weniger verbreitert. Sei es, dass sie verzweigt sind, sei es, dass sie oben oft merkwürdig verdickt sind, immer sind sie sich oben am meisten genähert und bilden eine feste oberflächliche Lage, eine Art Epithecium.

In den Schemen 3 und 4 ist das festgehalten, aber auch in den Zeichnungen von *Böomyces* ist das ersichtlich. Will man schöne Abbildungen von verzweigten Paraphysen sehen, so präpariere man oder schlage in ENGLERS natürlichen Pflanzenfamilien, das in jeder botanischen Bibliothek vorhanden sein dürfte, Band I, 1 auf, etwa Hysterien, Phacidineen, Patinellen.

Oben verdickte Paraphysen besitzen unter anderen Pezizeen, *Ascoboli*, Helvellen etc. Häufig sind beide Arten mit einander vereinigt. Da man danach vielfach die Bestimmung vornimmt, so sind diese Dinge sehr gut in den systematischen Werken behandelt.

Ganz anders ist das Bild bei den Flechten. Man muss sich nur mit dem Oberflächen-Mikroskop die unverletzten Fruchtkörper ansehen oder einen Flächenschnitt aus ihm wie gewohnt betrachten, um sofort den grossen Unterschied im Bilde zu gewahren. Ich möchte da auf die Tafeln *Cetraria islandica*, Flächenbild, *Ramalina fraxinea*, Flächenbild und *Peltigera aptosa*, desgl. *P. polydactyla* verweisen.

Die einzelnen, mitunter oben auch kolbig angeschwollenen Paraphysen stehen getrennt, sind aber durch ausgeschiedene Gallerte zu einem geschlossenem Hymenium vereinigt.

Durch beide wird, wenn auch auf verschiedenen Wegen, das Gleiche erreicht: ein fester Zusammenschluss nach oben. Unten in der Bildungszone neuer Asci ist das Gefüge lose und der Schleim weniger fest. Oben drauf liegt eine festere Gallerte von häufig horniger Beschaffenheit.

Treten in der Schicht nach dem Abschleudern eines Ascus Lockerungen ein, so wird in einem Falle durch Nachwachsen von Paraphysen für Zusammenhalt gesorgt. Man kann das häufig auf sehr feinen Schnitten neben abgeschossenen Asci deutlich sehen. Bei der Schleimschicht werden neue Schleimmassen ergossen. Diese zeichnen sich durch Jodbläuung aus. Es sind da besonders feine Oberflächenschnitte von *Peltigera* und *Cetraria islandica* sehr charakteristisch. Ich habe das Bild für *Peltigera* und *Cetraria* im Längs- und Flächenschnitt festgehalten. In einzelnen Fällen, *Ramalina fraxinea* (s. Tafel), ist der ganze Schleim aus Isolichenin gebildet. Hier kann man natürlich das Verschliessen nicht sehen. Wenn ein junger Ascus so weit ist, dass er das Ephymentium sprengt, dann ergiessen die neben ihm befindlichen Paraphysen neues Isolichenin, also eine schmiegsamere Substanz. Das ist in der Längsschnitt-Tafel am 3. Ascus der Fall. Auch im Flächenschnitt kann man das deutlich erkennen. Die Paraphysen haben oben auf einer Seite einen blauen Hof in Jodlösung, darunter drängt sich der junge Ascus ebenfalls stark gebläut herauf. Vor dem Abschleudern befindet sich ein Spalt über dem mit deutlicher Kappe versehenem Ascus. In diesen Spalt hinein streckt sich der Schnabel vor. Die Sporen werden ejaculiert. Der bisher von oben gesehen kreisrunde Ascus wird nun flach gedrückt, sodass er sein Lumen verliert, aber der Schnabel bleibt, sich in Jodfärbung deutlich abhebend, stecken. Nun erfolgt durch neuen Erguss von jodbläuender Substanz aus den benachbarten Paraphysen ein Verkitten der Mücke.

Alle Fälle sind da nicht gleich. Bei Peltigeren besonders, welche ja keine Schleimkappen haben wie *Cetraria* und *Imbricaria*, zieht sich der abgeschossene Schlauch völlig zurück, und die benachbarten Paraphysen ergiessen von neuem sich mit jodbläuendem Kitt. Nach einiger Zeit wird die Jodbläuung in diesen beiden Fällen beseitigt. Dennoch kann man in Flächenschnitten die Lage der alten Schläuche und die grössere Breite der Felder zwischen den Paraphysen erkennen. Diese Bilder gehören zu den merkwürdigsten, welche ich bei Hymenien gesehen habe. Dass man sie im allgemeinen nicht sieht, liegt daran, dass man die Flechten mehr an Quetschpräparaten oder Querschnitten untersuchte. Auch bei Schnitten, welche zum Auffinden von Sexualvorgängen dienten, kamen dergleichen Dinge nie zu Gesicht.

Das Schliessen der Hymenien auf die eine oder andere Art kann man (wenn man will) am einfachsten als Schutz der jungen sich entwickelnden Schläuche betrachten. Dass das erreicht wird, ist nicht in Frage zu ziehen, besonders wenn man die Untersuchungen STAHLs bedenkt, dass auf die Hymenien, besonders bei Flechten, scharfe und bittere Stoffe, wie harte Krusten, ergossen werden. Trotz aller gegenteiligen Ansichten von verschiedenen Forschern wird man diesen Schutz gegen Schnecken etc. nicht in Frage stellen können. Mit meinem Lehrer STAHL gehe ich da völlig zusammen. Es muss da immer ein scharfer Unterschied zwischen Omnivoren und Spezialisten gemacht werden. Ferner ist natürlich jeder Schutz nur ein relativer.

Wenn man die Tiere allzu lange hungern lässt, dann gehen sie, wenn sie gar nichts anderes haben, an alles. Doch darf man darin, wie das auch STAHL niemals getan hat, nicht einen Zweck erblicken. Die Entstehung solcher Dinge hat oft eine ganz anders gelegene Ursache und sie ist oft nicht einmal durch diese Funktion hochgezüchtet worden. Ein Ding erfüllt in der Natur fast immer mehrere Anforderungen. So auch hier.

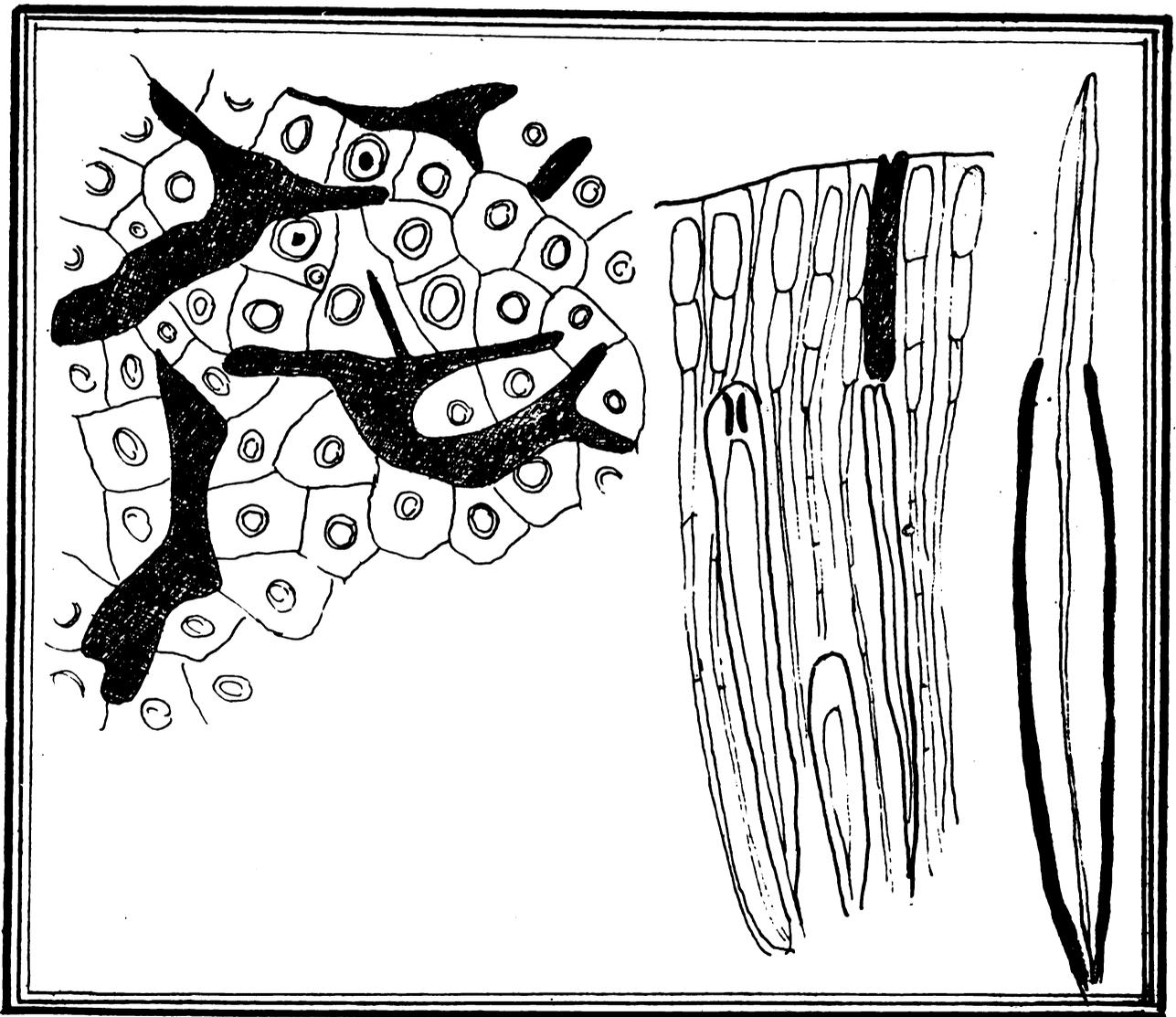


Fig. 13.

Solorina saccata.

Hymenium von oben und quer. Verstopfen der Risse durch Isolichenin.
1/16 x comp. 7.8.

Betrachtung von Hymenien beim Antrocknen.

Die ersten Versuche dieser Art wurden mit *Acetabula leucomelas* durchgeführt. Lässt man die Fruchtkörper einige Zeit unter der feuchten Glocke stehen, so kann man ganz prächtig das Stäuben unter dem Oberflächen-Mikroskop beobachten, wenn man nur die Vorsicht dabei begehrt, die Stücke ganz nass unter dasselbe zu bringen und nun das Antrocknen abwartet. Die Asci ragen etwas aus dem Hymenium hervor und man kann an sehr dicken Querschnitten ein Zurückgehen der Paraphysen beobachten und ein Schleudern verfolgen. Aber das Schleudern erfolgt auch durch Druck nach Auflage eines Deckglases und Zugeben von etwas Jodjodkali. Das dürfte auf die Unabhängigkeit des Vorganges vom lebendigen Plasma schliessen lassen. Die Membran erscheint bei ganz reifen Stücken an der Spitze etwas verjüngt. In dem Alkoholmaterial, das ich zu meinen Versuchen meist verwendet hatte, war das nicht so klar zu

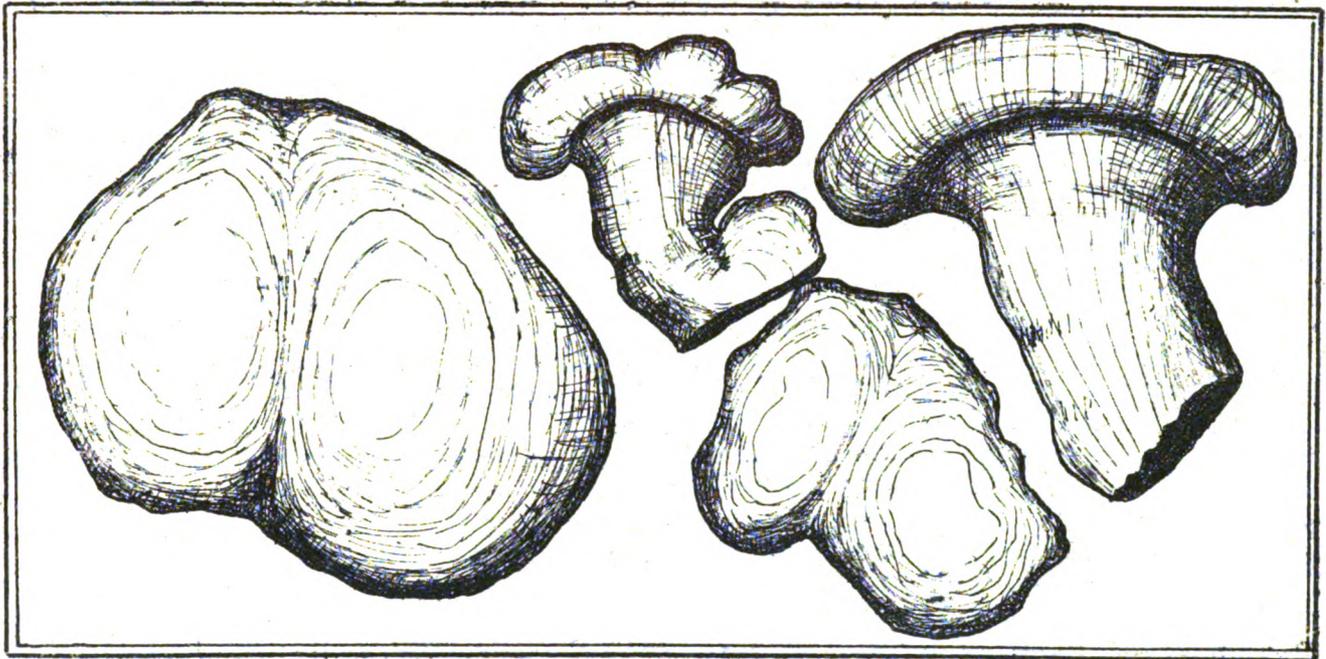


Fig. 14.

Fruchtkörper von *Baeomyces roseus*, feucht und trocken.

Obj. 14 mm, Oc. I.

sehen als gerade an den ganz reifen, vor dem Schleudern stehenden Stücken (oder sollten gerade diese durch Einbringen in den Alkohol alle geplatzt gewesen sein?).

Wir wollen einmal das Verhalten von Stücken aus dem Fruchtkörper beim Trocknen verfolgen und sehen, ob wir daraus etwas auf die Auslösungsursache des Schleuderns schliessen können.

Betrachtet man den ganzen Becher im feuchten Zustande, so ist er nach aussen umgewendet. Beim Austrocknen verengt er sich, nach innen umbiegend. Es kann dies nur so erklärt werden, dass die innere Schicht sich durch Wasseraufnahme mehr ausdehnt als die Rinde. Das Hymenium muss im feuchten Zustande in positiver Spannung gegen die weniger ausgedehnte Rinde stehen. Das ist auch tatsächlich der Fall, wie man sehr leicht durch Ausschneiden oder Entfernen des feuchten Hymeniums beweisen kann. Es rollt sich auf. Die Oberseite ist also mehr gedehnt als der Grund. Hierzu sind am besten die Bilder zu vergleichen.

Es ist also ganz richtig, wenn FALCK sagt, das Trocknen hebe die Spannung auf. Geschweige dass es die Spannung erhöht, vermindert es sie.

Etwas anders wird das Bild aber, wenn man nicht die Längsausdehnung betrachtet, sondern an einem dicken Querschnitt die Höhe der Hymenialschicht. Diese wird durch das Eintrocknen erniedrigt. Wir müssen uns nun erinnern, dass die Paraphysen oben dicker waren als unten.

Zur völligen Klarheit gelangen wir aber erst, wenn wir das Bild im Oberflächen-Mikroskop in der Fläche betrachten. Wir legen ein etwas feuchtes Stück unter die Linse und belichten nicht übertrieben stark, um eine Erwärmung in zu starkem Masse zu verhindern. Gleichzeitig haben wir durch Unterlage eines hochrandigen Kristallisierschälchens, wie man sie zum Färben von Deckglaspräparaten verwendet, für Verhinderung eines zu plötzlichen ungewollten Antrocknens gesorgt. Ein Erschüttern ist tunlichst zu vermeiden. Betrachten wir nun, indem wir seitlich mit einem auf ein Stativ montiertem Gummigebläse trockene Luft durchblasen, so sehen wir, wie sich die Paraphysen förmlich zerteilen und ein Ascus hervorquillt. Nach kurzer Zeit erfolgt das Platzen. War bei anderen Arten der Ascus schon vorgeschoben, so kommt er etwas weiter vor.

Die Sache erklärt sich folgendermassen: Die Paraphysen halten ihr Wasser nicht so zähe fest wie der Ascus. Dadurch verlieren sie etwas Wasser und schrumpfen, wenn auch nur unbedeutend, zusammen. Der Ascus bildet ein Widerlager und erhält einen Druck ringförmig von der Seite. Sowohl durch das Zurückziehen als auch durch das seitliche Zusammengehen der Paraphysen sind ganz kleine Drucke gegeben. Diese erhöhen die Spannung in der Membran und führen zum Reissen. Allein schon das Herausstreiten des Ascus muss eine Erhöhung des Druckes auf die Membran bedeuten, weil dadurch der Gegenruck an dieser Stelle aufhört, wenn er auch an einer anderen wirkt. Wir ersahen, dass es garnicht auf die Grösse des Druckes ankommt, sondern nur auf die Änderung der Spannung in der Schlauchwand. Die Verhältnisse, wie sie bei *Acetabula (Peziza) leucomelas* gegeben sind, werden etwa durch die Schemen wiedergegeben. Nur ist da ein Deckel und ein Bolzen eingezeichnet.

Mit dieser Auffassung des Hymeniums als Auslöser des Abschleuderns steht es in garkeinem Widerspruch, dass man durch Erschüttern oder Erwärmen ebenfalls ein Schleudern erzielen kann. Beide Momente wirken auf das Hymenium wie auf die Ascuswand so ein, dass die Spannungen erhöht werden.

Wird in dem Falle der Discomyceten die Auslösung durch die eng aneinander gereihten Paraphysen bewerkstelligt, so ist das bei den Flechten nicht häufig der Fall. Nur bei wenigen, wie *Biomycetes*, dürfte das der Fall sein. Es soll hier aber nicht auf die Einzelheiten eingegangen werden.

Als Beispiel für die anderen mit einem Schleimhymenium versehenen Lichenen sei *Parmelia* angeführt und auf der Tafel festgehalten. Beim Befeuchten erweitert sich der Durchmesser der Scheibe und dehnt damit den Rand. Diese Ausdehnung kann sich durch Vorwölben Luft machen, wie das besonders für *Lecanora* abgebildet ist. Auf die Asci wird dadurch kein seitlicher Druck ausgeübt, weil die Verwölbung sie ja mit den Spitzen auseinander rückt. Am Grunde dagegen besitzen die Asci ihren schmalen Fuss, dessen Pressen weniger zu bedeuten hat. Es möge noch besonders hervorgehoben werden, dass die eingetrockneten Schläuche sich gar im Stadium der Vollreife befinden. Zu dieser gelangen diese erst bei dem Erwachen der Lebenstätigkeit nach dem Befeuchten.

Die Schichthöhe des Hymeniums (gamma der Zeichnung) steigt auf das Doppelte. Die Asci und die Paraphysen dehnen sich sehr stark beim Befeuchten aus. Es wird diese Ausdehnung nicht ohne Einfluss auf die Spannung der Wände sein, aber es dürfte das eher eine Spannung der Asci sein, als eine Auslösung. Die Schläuche der Flechten werden viel mehr breiter als höher. Die Oberfläche des Hymeniums wird auseinander gesprengt. Einen Auslösungsvorgang wird das in der Regel nicht bedeuten, weil die Asci nicht reif genug sind.

Wenn nun die Fruchtscheibe antrocknet, so verliert ihre oberste Schicht (infolge ihrer nahen Berührung mit der austrocknenden Luft und ihrer geringeren Fähigkeit, das eingequollene Wasser festzuhalten) am meisten Wasser. Sie hat das Bestreben, sich zusammen zu ziehen, wird aber daran durch die noch ihr ursprüngliches Volumen besitzende Unterschicht verhindert. Es kommt zu einer Spannung. Der

nach unten wirkende Druck presst die Asci in die Spalte nach oben. Sie sind in der Zwischenzeit mehr und mehr herangereift. Man sieht die Schlauchspitze in die Sprünge des Ephymeriums treten, etwas heraus schauen und plötzlich platzen. Auch hier sind die Spannungen beim Antrocknen die Ursache des Springens der Schläuche. In der Hauptsache dient das Hymenium zum Auslösen, weniger liefert es die Kraft zum Abschleudern der Sporen, was vornehmlich Sache der gespannten Asci ist.

Neben dem Zusammenziehen des Ephymeriums ist sicherlich der Rand der Scheibe

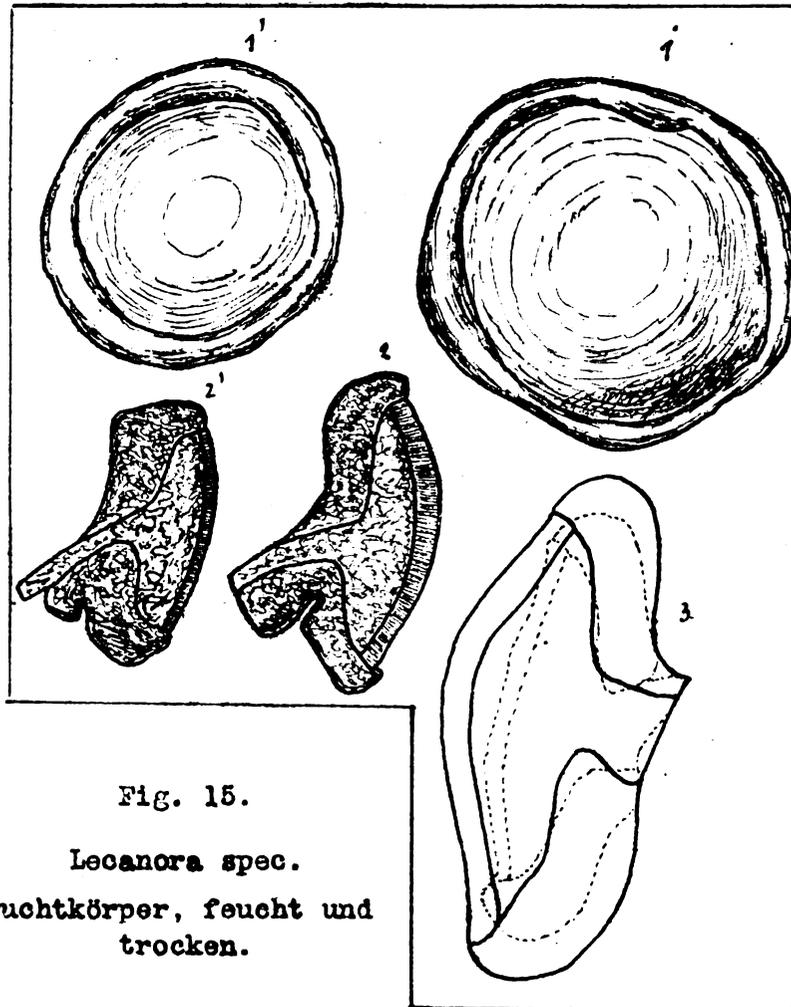


Fig. 15.

Lecanora spec.

Fruchtkörper, feucht und trocken.

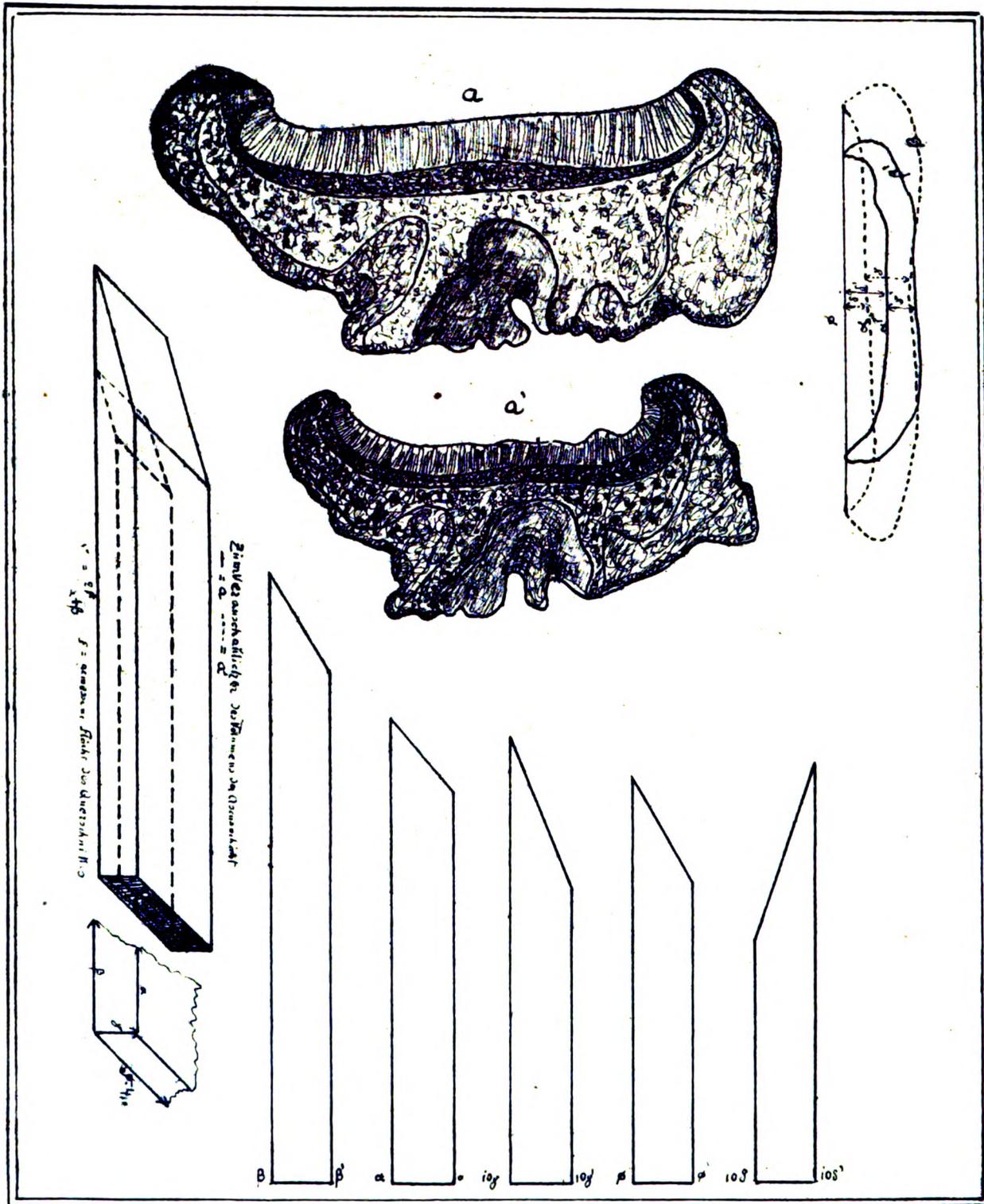
mit beteiligt. Zum mindesten diene er als Widerlager, damit sich die Spannungen nicht seitlich ausgleichen können. In manchen Fällen aber wird auch durch den Rand ebenso wie durch das Ephymerium wegen seiner Fähigkeit, das Wasser leichter zu verlieren, eine Unterstützung des Ephymeriums ausgeübt. Bei dieser Formenmannigfaltigkeit muss man sich hüten, alles über einen Kamm scheren zu wollen.

Bei den Parmelien sehen wir den Rand viel weniger in Wasser aufquellen als die Scheibe. Sie enthält keinen quellbaren Schleim und liegt der Luft näher. Beim Antrocknen muss eine Spannung zwischen dem Hymenium und dem Gehäuse auftreten. Die Richtigkeit lässt sich an der Krümmung der Hymenialschicht und der Hüllen nach dem Herausschneiden aus der unberührten Scheibe zeigen. Wenn also das Gehäuse die Wirkung des Hymeniums verstärkt, ja in vielen Fällen als Widerlager ermöglicht, so ist es nicht in den meisten Fällen der Erzeuger der Spannung zum Ausschleudern, wie das TULASNE meint.

Die Schichten unten dem Hymenium, die Subhymenien, sind nicht bedeutungslos für das Ausschleudern. Vielfach zeichnen sie sich durch reichlichen Gehalt von Isolichenin und Schleim aus. Sie besitzen bei *Lecanora* eine grosse Quellungs-fähigkeit. Sie wirken in gleichem Sinne wie das Hymenium selbst und dienen in ihrer Prallheit als Widerlager. Auch durch dichte Lagerung der Hyphen kann das gleiche erzielt werden (z.B. *Parmelia*).

Beide Dinge sind von grosser Wichtigkeit. Nur wenn auch nach unten ein Widerstand vorhanden ist, kann eine Spannung im Hymenium auftreten, sonst würde ein Ausweichen nach unten erfolgen. Wenn auch die Spannkraft am Abschleudern der Sporen nicht völlig unbeteiligt sind, so dürften sie doch mehr die Auslösung vermitteln. Aber auch hierbei muss man sich vor einseitigem Schematisieren hüten.

Als Beispiel für eine überwiegende Bedeutung des Randes des Hymeniums soll *Graphis scripta* hervorgehoben werden. Man muss nur einen Blick auf die Abbildungen werfen, um die Zangenwirkung der hier als besondere Schicht ausgebildeten Ränder zu erkennen. Die Nummern bezeichnen mit Strich den trockenen, ohne ihn den



Tab. 16.

Parmelia, Fruchtkörper, feucht und trocken
mit genauen Ausmassen der Veränderung. Obj. 14 mm, comp. 6.

feuchten Zustand. Die Subhymenialschicht ist hier fest, bei manchen Arten sogar, mit Isolichenin versehen, sehr quellungsfähig. Während sich diese beim Antrocknen wenig verändert, zieht sich das Hymenium, besonders in seinen oberen Teilen, stark zusammen. Das feste, im feuchten Zustande gespannte Gehäuse unterstützt die Wirkung sehr. Es ist unten durch das feste Subhymenium verankert. Die ganze Einrichtung wirkt offenbar durch ein Zusammenpressen der Hymenien und somit auch der Ascusspitzen. Alle diese Flechten haben nur schmale Hymenien und diese sind häufig noch durch dazwischen gelegte Gehäusestreifen zerteilt. Wir nähern uns immer mehr den Verhältnissen bei den Pyrenomyceten.

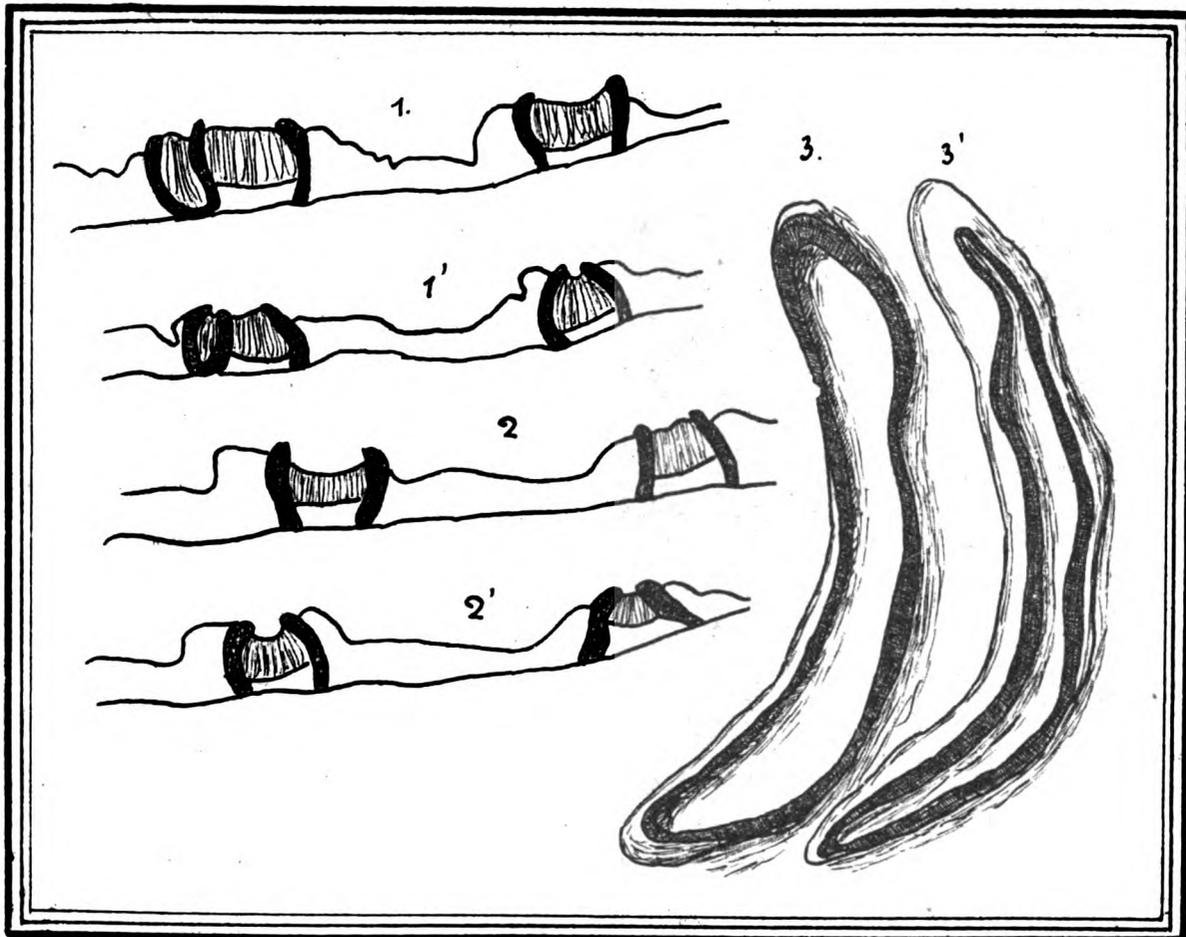
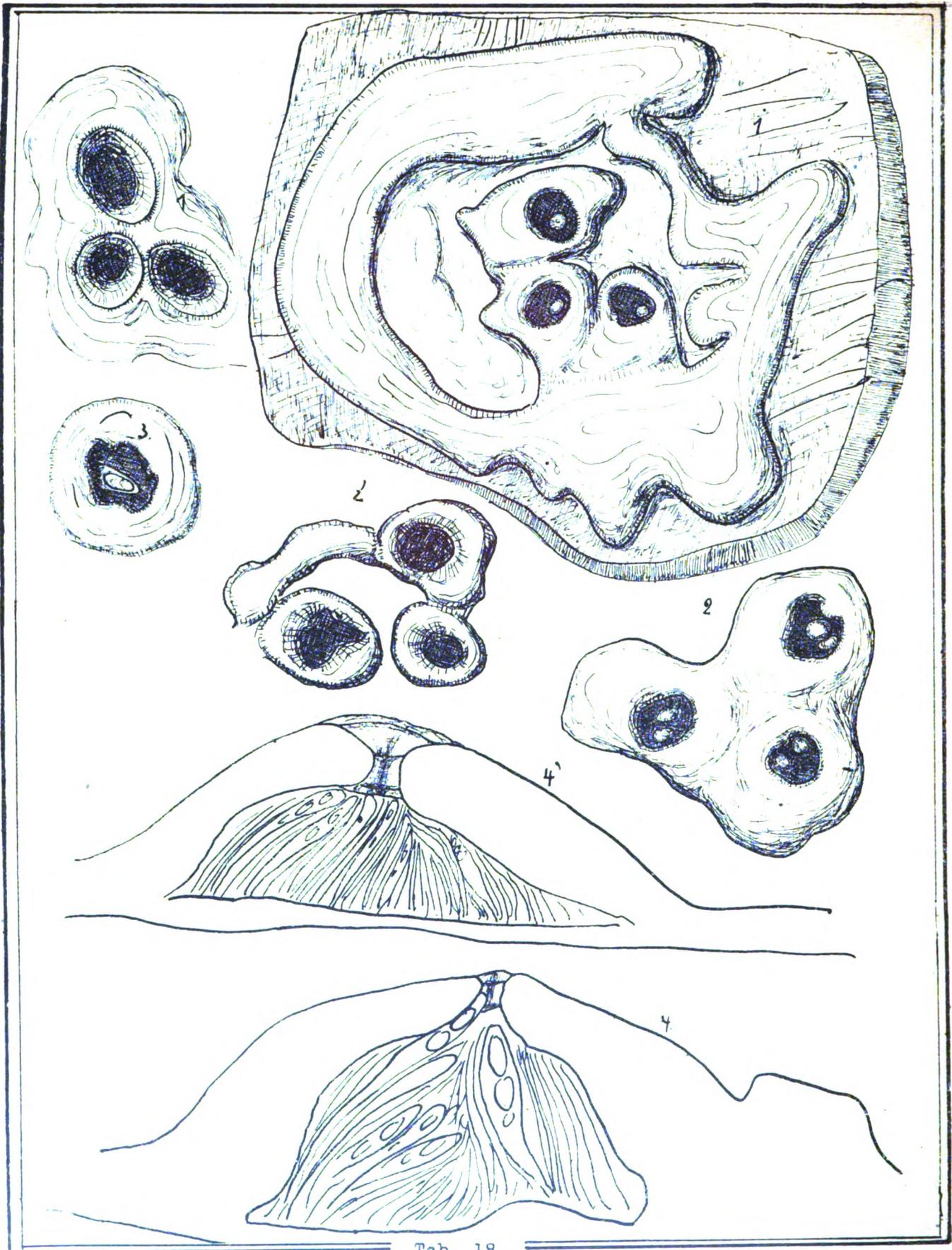


Fig. 17.

Graphis scripta. Fruchtkörper, feucht und trocken.

Obj. 14 mm x Oc. 2.

Besonders deutlich ist das bei den Pertussarien, welche noch etwas eingehender behandelt werden sollen. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, besteht die ganze innere Umhüllung des Hymeniums aus Hyphen, welche sehr quellungsfähig sind und sich mit Jod bläuen. Das Ganze ist nun in ein viel weniger quellbares Gewebe eingesenkt. Betrachtet man nun die "Pusteln" mit dem Oberflächen-Mikroskop, so sieht man bei schleuderreifen Hymenien aus jeder Öffnung einen oder zwei Schlauchspitzen herausschauen. Solange alles feucht gehalten wird, bemerkt man keine Veränderung. Wenn man aber eintrocknen lässt, so sieht man das Platzen der Schläuche und das Hervorschnellen der hier oft nur wenigen grossen Sporen. Das Zusammenziehen des äusseren Gehäuses bedingt das Platzen der Schläuche und liefert auch noch einen Teil der Schleuderkraft.



Tab. 18.

Pertussaria. Fruchtkörper, feucht und trocken.
Obj. 14 mm x Oc. 1.

Zum Schlusse möge noch einmal hervorgehoben werden, dass man die Flechten nicht an trocken gesammeltem und vor der Beobachtung angefeuchtetem Material studieren darf. Man muss sie am besten in der Natur sammeln, wenn sie durch längeren Regen feucht gewachsen sind. Die feucht heimgebrachten Stücke müssen erst unter dem Mikroskop antrocknen, dann kann man alles sehr gut beobachten. Die Asci erlangen ihre Vollreife erst in den feuchten Perioden und geben beim Antrocknen die Sporen ab. Das steht auch mit der Verbreitung bei trockenem Wetter im Einklang, wie wir das ja von vielen Samenverbreitungsmitteln wissen (Mooskapseln und so weiter, Xerochasia). Das Schleudern beim Antrocknen könnte man somit als eine Anpassung in die dann günstige Verschleppung durch den Wind bei den Schlauchpilzen und Flechten ansehen. Dass daneben natürlich auch ein Verschleppen durch Wasser möglich ist, spricht nicht gegen die Sache. Es gibt sogar bei beiden Kreisen Einrichtungen, welche offenbar besonders darauf hinzielen (Verschleimungen und so weiter). Aber die Standorte der meisten Flechten sind nur durch weite Wanderung in der Luft zu verstehen. Da der Regen die Luft förmlich reinigt, so kann die Wanderung nur durch trockene Luft stattfinden. In manchen Fällen findet das Fliegen sicher in der trockenen Luft statt. Kommt es nun zum Regnen, so werden die Sporen zu Boden gerissen; ihre Oberflächen können sogar verschleimen und die Keime werden dadurch besonders an Regenrinnen abgelagert. Doch bedürfte das noch vieler Untersuchungen.

Ein Schleudern beim Befeuchten ist somit "sinnlos" und müssten die Flechtensporen ins Wasser schlüpfen, wo sie nur zu Grunde gehen würden. Diese strenge Selection ist sehr wohl geeignet, eine "Anpassung" zu züchten.

Ein Analogon zu den Schleudervorrichtungen stellen die "Capillitien" der Coniocarpen dar, welche auch nur in der Trockenheit wirken.

Die Natur arbeitet eben - um einen Vergleich von GÖBEL heranzuziehen - wie ein Handwerker der alten Zeit. Wenn man ein Schloss aus der modernen Massenanfertigung mit einem mittelalterlichen vergleicht, so wird der Unterschied klar. Auf der einen Seite ein Apparat, der nur der reinen Zweckmässigkeit dient, auf der anderen ein Kunstwerk mit allerlei Zierrat, das mit der Wirkung garnichts zu tun hat.

Ebenso sind in der Natur die Einrichtungen wie durch einen "Gestaltungstrieb" entstanden, einerlei ob zweckmässig oder nicht. Der zweckmässige Apparat hat sich erhalten, wobei aber nicht alles an ihm zweckmässig sein muss.

Schemata der Wirkung von Ascus und Hymenium.

An der Hand von Schemata wollen wir nun ein paar Schleudermechanismen betrachten. Es ist klar, dass damit noch nicht alle Fälle erschöpft sind, dazu ist die Mannigfaltigkeit zu gross. Zudem will ich die Fälle herausgreifen, bei denen das Gehäuse und der Rand mehr Widerlager als Kraftquellen sind. Wir wollen also das Hymenium für sich ohne seine Umgebung betrachten (Schematafeln, Seite 377/78).

Schema I.

Es ist ein deutliches Schleim-Hymenium vorhanden. Die Paraphysen sind zwar oben verbreitert, aber das bedingt nicht ein gegenseitiges Verankern im feuchten Zustande, sondern eher ein Verankern der Einhyphen und des unteren Hymeniums in der oberen festeren Lage des Ephymentiums. Im trockenen Zustande schliessen sich die Köpfe näher aneinander. Die Oberfläche des Ephymentiums ist durch eine härtere Schicht gebildet, welche gefärbt und mit "Schutzstoffen" imprägniert ist. Wenn feuchte Witterung eintritt, so beginnen die Schläuche voll zu reifen, und der Inhalt verquillt nach Fertigstellen der Sporen völlig. Die Verbreiterung der Asci drängt das Hymenium auf die Seite und sprengt das seitlich nicht mehr fest gefügte Hymenium und die Deckschicht. Die Wand der Schläuche ist aus zwei verschiedenen Schichten gebildet. Die äussere elastisch dehnbare Lage ist an der Spitze verjüngt und häufig ganz oben mit einer Isolichninspitze versehen. Die innere

Schleimschicht ist unten anders als oben. Sie ist stark quellbar und dehnt die Aussenwand unten mehr in der Richtung des Umfanges als in der Länge. Sie schmiegt sich an die breiten Sporen an. An der Spitze ist die Schleimschicht als Isolicheninschnabel ausgebildet. Sie besteht hier aus sehr quellungsfähigen und das Wasser zähe zurück haltenden Schichten. Das ist einestheils von besonderer Bedeutung, weil umgekehrt oben im Ephymentium Schichten liegen, welche das Wasser leichter abgeben als die unteren.

Die verschiedene Quellbarkeit der Spitzen und des Grundes bedingen daneben auch eine verschiedene Beanspruchung der Schlauchwand. Wir haben es hier nicht mit Flüssigkeiten, sondern mit fast festen Gallerten zu tun, sodass eine verschiedene Dehnung einer Wand gegeben ist. Das aber führt zu Spannungen in derselben! Durch die Schleimkappe an der Spitze zieht ein Gang.

Beginnt das Antrocknen, so haben die Paraphysen das Bestreben, sich zurückzuziehen, und das festere Ephymentium muss ihnen folgen, weil sie mit ihren verbreiterten Köpfen fest in ihm eingelassen sind. Der Spalt über dem Schlauche klappt auch etwas weiter, weil das Ephymentium sich auch etwas seitlich zusammenziehen will. Hieran ist es sonst durch die Paraphysen verhindert, nicht aber an den Riss-Stellen über den Asci.

Da nun der Spalt, in dem der breite Schlauch sitzt, nach oben verschmälert ist, so drücken die zurückziehenden schiefen Flächen auf die ihnen im Wege stehenden Schleimkappen. Mit der Spitze quillt der Schlauch vor. Auf der Spitze lastet der geringste Gegendruck; hier kann sich die Spannung am besten ausgleichen. Dadurch wird zwar die Spannung des Schlauchinhalts etwas vermindert, aber die Vorwölbung der Spitze des Schlauches erzeugt eine erhöhte Spannung in der Wand. Die Aussenwand ist nun an der Spitze gerade am dünnsten und zudem noch aus wenig widerstandsfähigem Material aufgebaut. Wenn die Spannung die Kohäsionskraft der Membran übersteigt, muss es gerade an der Spitze zum Aufreißen kommen. Es wird nun Spore auf Spore herausgequetscht. Die Paraphysen und mit ihnen das Ephymentium haben kein Widerlager mehr und können sich zurückziehen und den Schlauch zu einer Ellipse zusammendrücken. Man vergleiche hierzu die Bilder von *Cetraria islandica*.

Die Spannkraft zum Auswerfen der Sporen wird hier vornehmlich durch die Ausweitung des Schlauches geliefert. Die Spitze wird aber auch in die Länge gezogen. Daneben ist das Hymenium auch als Kraftquelle etwas beteiligt. Das Auslösen der Spannung liefert es durch sein Zurückziehen beim Antrocknen.

Diesem Typ folgen viele Flechten: (*Cetraria*, *Imbricaria*, *Ramalina* etc.).

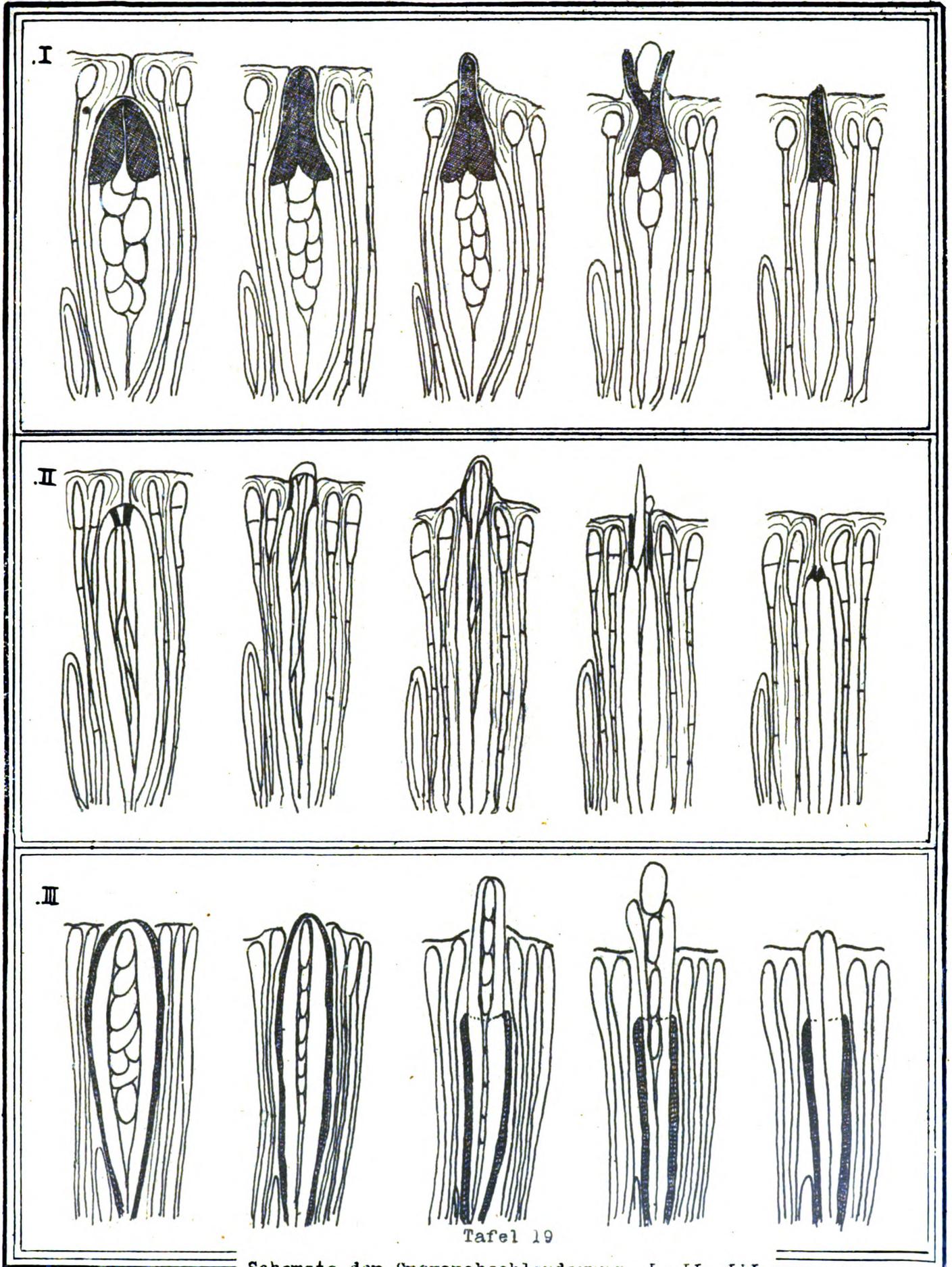
Schema II.

Was den Bau des Ephymentiums und der Paraphysen anbelangt, besitzt dieser zweite Typ keine Unterschiede gegen den Vorhergehenden. Dagegen ist der Ascus anders. Die gesamte innere Membran ist mehr gleichartig quellbar. Die Aussenmembran ist ebenfalls bis auf kleine Stellen gleichmässig. Die Sporen sind langgestreckt und schmal. Es findet sich ein Pfropfmechanismus. Eine umschriebene Stelle der Innen- und Aussenwand besteht aus Isolichenin. Diese dehnt sich bedeutend mehr als die andere Wand, ist dazu auch noch weniger fest. Es kommt daher zu einer Verlängerung des Schlauches und Anschwellen am Grunde. Die Isolichenin-Zone wird besonders verjüngt. An dieser Stelle muss daher der Schlauch reißen. Die Sporen werden mehr oder minder gleichzeitig herausgeschleudert; dabei aber zieht sich der Ascus zurück und wird breit gedrückt.

Dieser Typ ist vorzüglich bei *Peltigera*-Arten verbreitet.

Schema III.

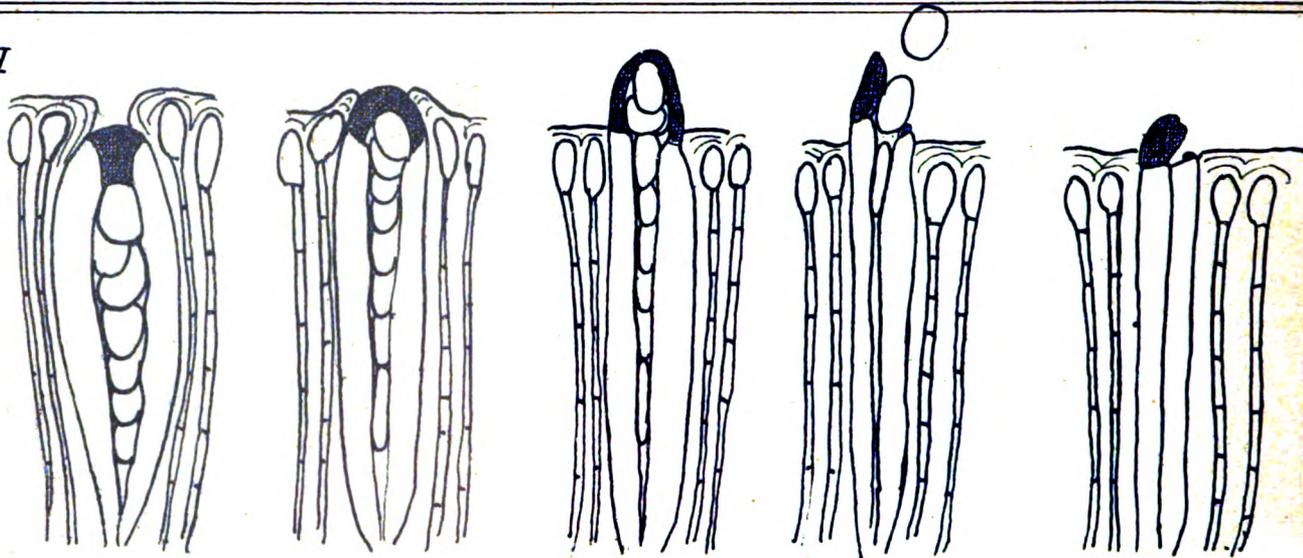
Auch dieser Typ besitzt ein Schleimhymenium, aber die Asci sind anders. Da die äussere, mehr "amyloidische", weniger quellbare Schicht deformierbar ist, so schwillt der Ascus an, weniger verlängert er sich. Beim Antrocknen wächst der Widerstand in der Quere, nach oben zu verringert er sich. Die Aussenlage wird in



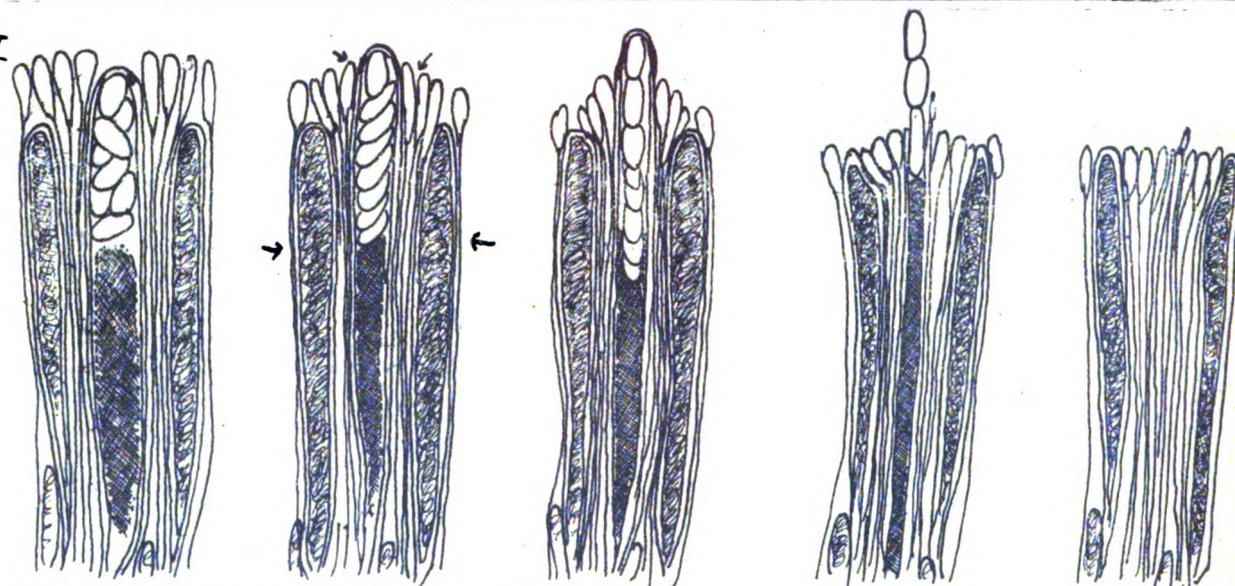
Tafel 19

Schemata der Sporenabschleuderung I, II, III.

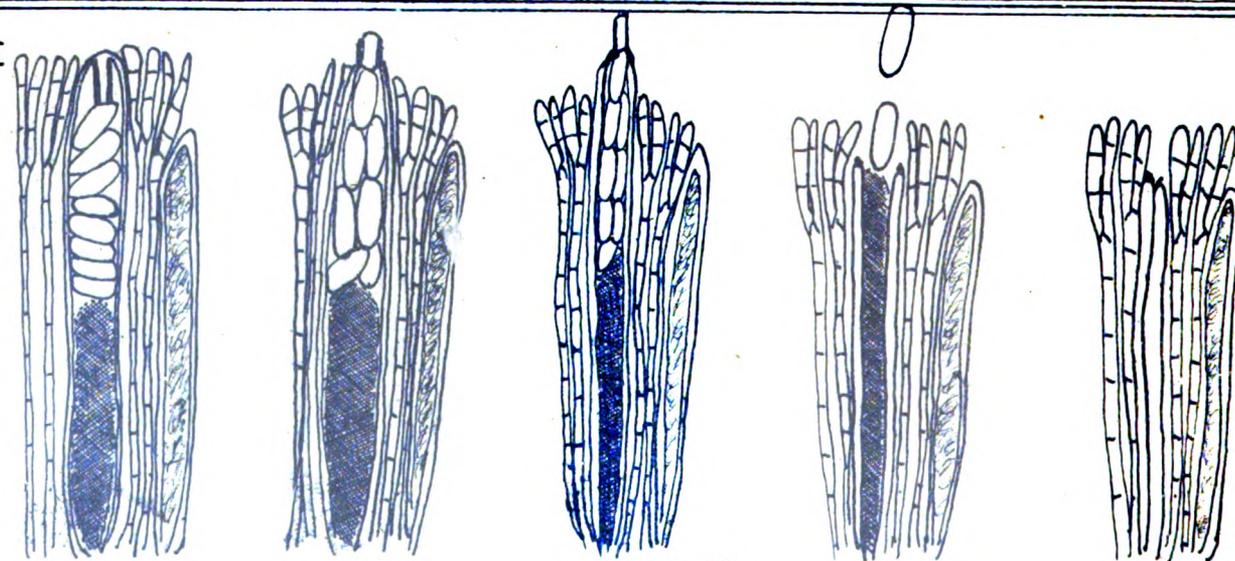
IV



V



VI



Tafel 20.

Schemata der Sporenabschleuderung. IV, V, VI.

die Länge gezogen. Die etwas dünnere Spitze wird mehr beansprucht als der Grund. Sie muss zerreißen. Die Innenschicht kann sich nun befreit allein hervorwölben, bis auch ihre dünnere Spitze reißt, und die Sporen nach und nach entlassen werden. Die Quellung unter Verhinderung der Ausdehnung ist nicht so stark wie ohnedem.

Ich konnte diesen Fall nur durch Betrachten von Herbarmaterial von *Nephroma tomentosum* erschliessen. Nachbeachtung der Funktion erscheint geboten.

Schema IV.

Nur im Öffnungsmechanismus ist ein Unterschied gegen II. gegeben. Es ist hier die ganze Spitze quell- und dehnungsfähiger. Sie beult sich sichtlich vor. An der "Lötstelle", da wo Isolichenin und andere Masse zusammenstösst, muss der Riss einsetzen.

Ich fand das bei

Schemata V. und VI.

Den Typen mit Quellschichten in der Wand der Schläuche stelle ich die folgenden gegenüber, in welchen die Triebkraft durch osmotische Plasmavacuolen oder quellbaren Inhalt geliefert wird. Beide sind am Grunde des Schlauches gelegen. Der Schlauch wird mehr in die Länge gezogen als ausgeweitet.

Es besteht somit hierin ein Grundunterschied. Die Wandschleime dehnen den Schlauch vornehmlich in die Breite, die Sporen werden herausgequetscht, wie etwa ein Apfelkern zwischen den Fingern. Es handelt sich meist um eine succedane Abschleuderung. Hier dagegen ist es ein Zurückschleppen der ausgezogenen Schlauchwand. Diese gegen den Grund gerichtete Bewegung schiebt die Sporen alle auf einmal hinaus (simultan).

Während die Quetscheinrichtungen mit einem Schleimhymenium verbunden sind, welches auch Kraft für das Abquetschen liefert, ist die Schnellvorrichtung mit einem nicht verschleimten, sondern durch dicht stehende Paraphysen gebildeten Hymenium verbunden. Jener zeichnete die symbiotischen Pilze aus, dieser die anderen.

Es liegt in der Natur der Schnellvorrichtungen, dass die Paraphysen für den eigentlichen Schleudervorgang wenig in Betracht kommen, dagegen in hervorragendem Masse die Auslösung der Spannung vermitteln.

Die hierzu nötige Verdichtung der Paraphysen an der Spitze kann durch Verzweigung oder durch Anschwellen an der Spitze bedingt sein. Beide Fälle, V. bzw. VI., kommen im Grunde auf das Gleiche hinaus.

In Bezug auf den Öffnungsmechanismus herrscht bei diesen Typen eine grosse Mannigfaltigkeit. Pfropfen, Bolzen und Deckel sind hier besonders wirksam. Wir fanden auch bei den Quetschvorrichtungen ähnliche Dinge, da wo lange Sporen vorlagen, welche nach oben gepresst werden, wie das ja auch hier der Fall ist.

In beiden Fällen ist auch die Gestalt der Asci verschieden. Die Quetschmechanismen haben breite, oben zugespitzte Schläuche, bei den Schnellmechanismen langgestreckte, oben oft verbreiterte. Das dürfte sicher funktionell begründet sein. Die Schleimmembranen und die breiten Asci sind die für einen Quetschmechanismus geeignete, die langgestreckten Schläuche und die Triebmittel am Grunde sind die für einen Schnell- oder Spritzenmechanismus geeignete Form.

Eine ganz andere Gestalt der Schläuche bei Beibehalten des Treibmittels am Grunde findet sich bei den

Ascoboleen.

Untersucht man die allerdings nicht immer ganz intakten Schläuche, so findet man den Grund auffallend schlank. Erst ausserhalb des Hymeniums verbreitert sich der herausragende Schlauch. Das Hymenium hat die Sporen förmlich nach oben hinaus-

getrieben. Es wirkt der osmotischen Dehnung am Grunde als Widerlager. Die Auslösung der Spannung der Ascuswand und die Schleuderkraft ist hier allein durch den Ascus gegeben. Das ist aber nur bei dem Herausragen aus dem Hymenium möglich. Aber auch hier ist es die Verstärkung der Spannung der Ascuswand, und die Schleuderkraft ist hier allein durch den Ascus gegeben. Das ist aber nur bei dem Herausragen aus dem Hymenium möglich. Aber auch hier ist es die Verstärkung der Spannung beim Einwirken von Antrocknen etc. auf den Ascus, welche das Aufreißen hervorruft.

Eine sehr grosse Ähnlichkeit im Bau der Schläuche findet sich bei den Pyrenomycoeten wieder. Auch hier ist der Grund ausnehmend schlank (ob er nicht bei der Präparation etwas abgenommen hat, ist fraglich). Der obere, aus dem Hymenium herausragende erst ist verbreitert. Beim Vertreiben der Asci hilft das ganze Gehäuse mit. Ja, es finden sich besonders quellbare Hymenien wieder (*Dermatocarpon*). Es dürfte die Auslösung durch das Aufhören des Gegendruckes an der Spitze bedingt sein, doch würde es zu weit gehen, auf alle die Einrichtungen näher einzugehen.

Für Liebhaber eröffnet sich da ein weites Gebiet, in dem sie mit geringen Mitteln manche bemerkenswerte Tatsache ans Licht bringen könnten.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Schleudervorrichtungen der Ascomyceten weisen eine ungeheure Mannigfaltigkeit auf. Es lassen sich aber einige gemeinsame Punkte herausheben:

1) Die Kraftquelle zum Abschleudern ist zumeist durch die Spannung der Schlauchwand gegeben. Diese wird erzeugt entweder durch Schleimmembranen an der Spitze und den Flanken des meist breiten Schlauches oder durch Schleimhalt oder durch mit osmotischen Lösungen gefüllte Vacuolen innerhalb des meist langen, schlanken Ascus.

Wir können einen Quetsch- und einen Spritzmechanismus unterscheiden. Der erstere, mit Schleimmembranen versehene Typ ist bei den Flechten herrschend, der letztere durch Inhaltstoffe am Grunde des Schlauches wirkende zeichnet die nicht symbiotischen Pilze aus. Bei Flechten trifft man ihn seltener an. Daneben spielen das Hymenium und seine Ränder eine mehr untergeordnete Rolle als Kraftquelle.

2) Die Öffnungsmechanismen bedingen eine Spannung in der Schlauchwand. Sie bestehen in Verengung der Wand oder in chemischer oder kolloider Verschiedenheit der äusseren Wand an eng umschriebenen Stellen. Sie sind die Orte des geringsten Widerstandes. Eine nur ganz geringe Erhöhung der Spannung führt zu einem Überschreiten der Grenze der Dehnbarkeit und plötzlichem Platzen.

3) Zumeist ist es ein Auslösevorgang, welcher diese Öffnung hervorruft. Dazu steht natürlich in keinem Widerspruch das Öffnen bei Überreife, d.h. bei normaler Ausdehnung. Geringfügige Einwirkungen der Umgebung des Schlauches bedingen eine plötzliche Erhöhung der Spannungen in der Ascuswand an den vorgebildeten Rissstellen. Die Wirkung ist mittelbar oder unmittelbar auf den Ascus.

4) Die Hymenien sind in den meisten Fällen die Vermittler der auslösenden Kräfte. Auf Einzelheiten ihres Baues möge hier verzichtet werden. Man kann unterscheiden zwischen solchen, bei denen die für den Vorgang wichtige festere Schicht auf der Oberseite des Hymeniums durch Verdickung oder Verzweigung der dicht stehenden Paraphysen bedingt ist, und solchen, bei denen die locker gestellten Paraphysen Schleimschichten sezernieren, welche auf der Oberseite weniger quellbar und leichter beim Eintrocknen erhärtend sind. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, kann man die Abschleudervorrichtungen schildern als mechanische Relais-Systeme, bei denen durch oft scheinbar geringfügige Auslösekräfte die nicht unbeträchtlichen Spannkraft der Schlauchwände zur Geltung kommen.

ZUSAMMENSTELLUNG EINIGER UNTERSUCHUNGS-OBJEKTE.Verdünnung der Ascus-Spitze wurde gefunden bei:

(+ = Jodbläuung der Spitze).

Gyromitra curtipes; *Spathularia crispa*; *Rhizina undulata*; *Sphyridium fungiforme*; *Pertussaria communis* (+); *Sarcosoma globosum*; *Helvella lacumosa*; *Verpa helvelloides*; *Acetabula leucomelas*; *Synechoblastus floccidus* (+).

Eine Isolicheninapitze hatten unter anderem:

Sticta pulmonaria; *Amptichia oiliaris*; *Lethonia vulpina*; *Parmelia stellaris*, *P. pulverulenta*, *P. obscura*, *P. subfusca*, *P. microphylla*; *Imbricaria encausta*, *I. physodes*, *I. tiliacea*, *I. aspera*, *I. olivacea*, *I. acetabula*, *I. Schlumensis*, *I. conspersa*, *I. caperata*, *I. saxatilis*; *Collema turgidum*; *Stereocaulon inornatum*; *Basomyces roseus*; *Cetraria islandica*, *C. sepiicola*; *Leptogium Hildenbrandtii*; *Synechoblastus floccidus*; *Usnea barbata*, *U. florida*; *Solorina crecea*, *S. saccata*; *Evernia divaricata*; *Ramalina calicarea*, *R. carpatia*, *R. pollinaria*, *R. fraxinea*, *R. canaliculata*; *Buellia parasena*; *Placodium saxicola*; *Psoronia fulgens*, *Ps. crassa*; *Lecania furcilla*; *Rhodina metabolica*; *Caloploca aurantiaca*; *Zeora crassatilis*; *Lecanora pallida*, *L. varians*, *L. subfusca*, *L. haematites*; *Imadophila (Biatora) aeruginis*; *Aspicilla verrucosa*, *A. calicarea*, *A. cinerea*; *Biatorina cystella*, *B. globosa*; *Bacidia rosella*; *Lecidea polytropa*; *Biatora decolorans*; *Buellia Schimperi*; *Lecidella enteroleuca*.

Trennung in eine äussere Jod bläuende Wand und innere Schleimmembran.*Nephroma laevigatum*, *N. tomentosum*.Schnabelartige Isolicheninkappe.

Imbricaria encausta, *I. physodes*, *I. tiliacea*, *I. aspera*, *I. olivacea*, *I. acetabula*, *I. Schlumensis*, *I. conspersa*, *I. caperata*, *I. saxatilis*; *Cetraria islandica*, *C. sepiicola*.

Isolichenin-Kappen ohne Schnabel.

Sticta; *Amptichia*; *Xanthorea*; *Parmelia*; *Stereocaulon*; *Cladonia*; *Ramalina*; *Buellia*; *Usnea*; *Placodium*; *Parmeliella*; *Psoronia*; *Lecania*; *Rhodina*; *Caloploca*; *Colopisma*; *Lecanora*; *Evernia*; *Biatorina*.

Schleimkappen.

Aspicilla; *Bacidia*; *Lecidea polytropa*; *Lecidella enteroleuca*; *Graphis*; *Arthrobia*; *Collema cheilicum*.

Pfröpfe oder Bolzen u. a.

Xylaria Hypoxylon; *Plicaria badia*, *P. violacea*; *Peziza serotina*; *Geoglossum viride*, *G. hirsutum*; *Bulgaria inquinans*; *Coryne sarcoides*; *Diatrypella*; *Hypoxylon coccinum*; *Peltigera rufescens*, *P. aphthosa*, *P. pusilla*, *P. canina*, *P. horizontalis*, *P. venosa*, *P. scutata*, *P. polydactyla*.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Ziegenspeck Hermann

Artikel/Article: [Schleudermechanismen von Ascomyceten 341-381](#)