Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Cystiden und verwandter Organe.

LIBRA
NEW Y
BOTAN
GARD

Von

F. Knoll.

Mit Tafel VI und 69 Textfiguren.

Aus der Fülle der Ausgliederungen, die auf der Oberfläche der Fruchtkörper vieler Hymenomycetenarten vorkommen, will ich in der vorliegenden Publikation zwei Arten von Haaren herausgreifen, die mit geringen Ausnahmen einer und derselben physiologischen Kategorie angehören, aber bisher immer aus topographischen oder entwicklungsgeschichtlichen Gründen getrennt behandelt und dementsprechend verschieden bezeichnet worden sind. Es sind dies die Cystiden und die Cystidiformzellen. Mit dem zuerst genannten Namen bezeichnet man seit Leveillé die zwischen den Elementen des Hymeniums auftretenden Haarbildungen, während ich mit dem Namen Cystidiformzellen im Anschluß an Topin (1901) die den Cystiden ähnlich oder gleich gebauten Haare der sterilen Fruchtkörperoberfläche bezeichnen will. Die den Cystiden in Gestalt und Funktion gleichwertigen Haare des Randes der Hymenialamellen vieler Agaricaceenfruchtkörper wurden bald zu den Cystiden gerechnet, bald aber den Cystidiformzellen angegliedert.

Die vorliegende Arbeit soll den Nachweis liefern, daß die von mir untersuchten Cystiden (mit Ausnahme der *Coprinus*-Cystiden) und Cystidiformzellen in physiologisch-anatomischer Hinsicht zu einer einzigen Kategorie gehören und daß sie ihrer Funktion nach als Hydathoden aufzufassen sind.

MAY 21 1912

I. Historischer Teil.

Die bisherigen Anschauungen über die Natur der Cystiden wurden zuletzt von Fayod (1889) und Topin (1901), sowie neuerdings von Buller (1910) ausführlich zusammengestellt. Doch ist die letzterwähnte Zusammenstellung insofern unvollständig, als die sehr wichtigen französischen Arbeiten, sowie die Publikation Wettsteins (1887) nicht berücksichtigt worden sind. Dafür bringt jedoch die Arbeit Bullers einige wichtige Zitate aus der in englischer Sprache erschienenen Literatur, die in den französischen Arbeiten nicht enthalten sind. Nachdem die Anschauung, daß die Cystiden männliche Geschlechtsorgane repräsentieren, endgültig fallen gelassen war, interessierte besonders die Feststellung der zwischen den Cystiden und Basidien vorhandenen morphologischen Beziehungen. In dieser Hinsicht standen immer die großen Cystiden einiger *Coprinus*-Arten, besonders die von *C. atramentarius* Bull. im Mittelpunkte des Interesses. Infolge ihrer auffallenden Größe forderten auch gerade diese Cystiden zu einer physiologischen Deutung ihrer Gestalt heraus. Dies gilt besonders für die Arbeit Wettsteins, sowie für die Publikation Bullers. Letztere hat wohl einige neue interessante Details (über das Zerfließen der Cystiden von *C. atramentarius*) festgestellt, doch hat sie zu den von Brefeld (1877, S. 58, *C. stercorarius*) und später von Wettstein (1887) angegebenen Argumenten nichts Wesentliches hinzufügen können. Es gilt demnach noch immer die Auffassung, daß die Cystiden von *Coprinus atramentarius* Pfosten darstellen, welche bewirken sollen, daß während der Ausbildung der Sporen die Hymeniallamellen dauernd in einem genügenden gegenseitigen Abstand verbleiben und so hinreichend freien Raum für die Entwicklung der Sporen schaffen. Auch genügt der dadurch erhaltene Raum zwischen den Lamellen, um beim Abschießen der Sporen ein Anprallen derselben an die gegenüberliegende Hymenialfläche zu verhindern. Auf diesen Umstand hat Buller hingewiesen. Ob diesen Cystiden nicht doch noch andere Funktionen zukommen, muß durch weitere Untersuchungen festgestellt werden. Die Cystiden von *Coprinus atramentarius* stellen dadurch, daß sie kein freies Ende besitzen, einen von den übrigen Cystiden vollkommen abweichenden Fall dar. Es ist deshalb auch nicht möglich, die Vermutungen über die Funktion der Cystiden von *C. atramentarius* auf die anderen Cystiden zu übertragen.

Es wird bereits von den älteren Autoren angegeben, daß an der Spitze der Cystiden mancher Arten oft Tröpfchen zu bemerken sind. Solche Tröpfchen hat auch De Bary (1884) beobachtet, doch sagt er von den Cystiden (S. 328): „Daß ihre Oberfläche feucht ist und oft Flüssigkeitströpfchen trägt, ist eine Erscheinung, welche sie mit allen saftreichen, freien Pilzzellen gemein haben.“ Damit wurde der an den Cystiden beobachteten Flüssigkeitsabgabe jede besondere Bedeutung abgesprochen, und ich glaube, daß diese Bemerkung einer solchen Autorität viel dazu beigetragen haben dürfte, den wahren Sachverhalt so lange Zeit unerkannt zu lassen. Erst das Auffinden von Kristalldrusen an der Spitze zahlreicher Cystiden hat später die Vermutung aufkommen lassen, daß die Cystiden als Exkretionsorgane aufzufassen seien. Diese Ansicht wurde zuerst von Patouillard (1887, S. 48 [Zit. n. Fayod]) ausgesprochen. Später hat Fayod (1889, S. 259) die Verallgemeinerung dieser Ansicht Patouillards wieder als sinnlos verworfen, ohne jedoch eine bessere allgemeine Deutung vorbringen zu können. Nur bei der Erwähnung des *Agaricus lacrimabundus* Bull. sagt Fayod: „Le fait que les cystides en général et ceux d'*Agaricus lacrymabundus* Bull. en particulier sécrètent de l'eau en abondance n'a rien d'étonnant, vu le turgor considérable qui existe dans leur intérieur. Chez ce dernier Agaric, il se pourrait même qu'il y ait déjà une disposition de ces organes à devenir de vrais organes d'excrétion, dans le sens de Patouillard.“ Die Wasserabsonderung wird auch hier als bedeutungslose Erscheinung hingestellt. Dagegen hat sich Topin (1901) wieder vollständig der Auffassung Patouillards angeschlossen. Doch hat Topin daneben noch die Ansicht vertreten, daß die Cystiden in jüngeren Entwicklungsstadien als Reservestoffspeicher des Hymeniums zu dienen hätten (1901, S. 86). Dabei soll die exkretorische Tätigkeit erst dann eintreten, wenn die Speicherfunktion bereits vorüber ist. Die Ausscheidung der Exkrete sei nichts weiter als eine natürliche Folge der mit der Aufzehrung der Reservestoffe verbundenen chemischen Tätigkeit. Bei der Auffassung als Exkretionsorgane wurde das Hauptgewicht auf die mit dem Wasser aus den Cystiden ausgeschiedenen gelösten Stoffe gelegt, nicht aber auf die Wasserabscheidung als solche. Die einzige Bemerkung über die Bedeutung der Wasserabgabe fand ich bei Massee (1906, S. 350 nach einem Zitat bei Buller a. a. O. S. 615). Dieser Forscher sagt von den Cystiden der Gattung *Peniophora:* „When young the cystidia appear to act as

organs of transpiration; very minute drops of water containing the lime salt in solution are liberated by the cystidia, and as the water evaporates, the lime is deposited as a superficial crust.“ Damit ist wohl gesagt, daß die Wasserabgabe in der Jugend der Cystide die Hauptfunktion darstellt. Mit Rücksicht auf die eben zitierte Stelle sagt dann Buller (a. a. O): „From these observations it seems not unlikely that in some cases at least cystidia have excretory functions comparable with those of certain epidermal hairs of flowering plants.“ Es gibt also auch Buller nur für einige Fälle zu, daß die Cystiden Exkretionsorgane sind. Es ist demnach heute noch immer nicht festgestellt, ob allen Cystiden (mit Ausnahme der ganz abweichend gebauten *Coprinus*-Cystiden) eine gemeinsame Funktion zugeschrieben werden kann, oder ob die Ansicht De Barys (1884, S. 328 unten) die beste Formulierung der Tatsachen darstellt, nach der ihre Funktion bei einzelnen Arten verschieden sein dürfte, so daß die Resultate der Beobachtung an Einzelfällen keine Verallgemeinerung zulassen.

Die Angaben über die Cystidiformzellen sind recht spärlich. De Seynes (1863, S. 19) hat hervorgehoben, daß eine weitgehende Analogie zwischen den Cystiden und den Zellen des Lamellenrandes, sowie den auf der (sterilen) Oberfläche des Hutes von *Coprinus micaceus* vorhandenen mehr oder weniger kugeligen Zellen besteht. Fayod (1889, S. 245) hat für die den Cystiden ähnlichen Haare der „cuticule hyméniforme“ des Hutes einiger Arten von *Russula, Collybia* u. a. den Namen „dermatocystides“ vorgeschlagen. Er sagt von diesen Zellen, daß sie sich nicht oder nur wenig von den Cystiden unterscheiden. Topin (1901) schließt sich der Meinung jener Autoren an, die in den „cellules cystidiformes“ ein Mittelding zwischen den „cellules“ und den „cystides vraies“ sahen. Von Topin werden (a. a. O. pl. I und II) solche Zellen von Arten der Gattung *Inocybe* und *Collybia* abgebildet. (Doch sind diese und die übrigen Abbildungen dieser Publikation höchst unvollkommen und roh ausgeführt, so daß aus ihnen fast nichts zu entnehmen ist.) Topin rechnet auch die Haare des Lamellenrandes zu den Cystidiformzellen. Er hält sie, wie die Cystiden, für Exkretionsorgane.

Ich habe nun seit drei Jahren die Cystiden und Cystidiformzellen zahlreicher Hymenomycetenarten studiert und an fast allen als gemeinsames Merkmal die Absonderung von Flüssigkeit

nachweisen können. Diese Flüssigkeitsausscheidung war in manchen Fällen *(Psathyrella disseminata, Ps. gracilis, Coprinus ephemerus)* so stark, daß die Vermutung nahe lag, daß diese Organe die Hydathoden der Fruchtkörper darstellen. Um jedoch diese Haare als Hydathoden bezeichnen zu können, mußte ich an ihnen Einrichtungen nachweisen, die eine deutliche Beziehung zu dieser Funktion erkennen lassen. Nach solchen Einrichtungen hatte bisher noch kein Forscher gesucht, der sich mit diesen Organen beschäftigte. Im speziellen Teile dieser Arbeit habe ich in einer Anzahl ausgewählter Beispiele solche Einrichtungen beschrieben und im allgemeinen Teil zusammenfassend verwertet. Eine Vollständigkeit strebt diese Beispielreihe natürlich nicht an; sie soll nur in einer logischen Reihe die Ausbildungsweise typischer Trichomhydathoden vorführen und dabei zugleich zeigen, daß neben der Hauptfunktion, beziehungsweise Urfunktion dieser Organe, der Hydathodentätigkeit, von ihnen im Laufe der Zeit auch noch andere Funktionen, wie die Absonderung gelöster Endprodukte des Stoffwechsels, sowie mechanische Aufgaben übernommen worden sind.

II. Spezieller Teil.

1. *Psathyrella disseminata* (Pers.) Quél.

Die Fruchtkörper dieser Art[1]) habe ich verschiedenen Stellen des Grazer botanischen Gartens entnommen. Sie lassen schon mit freiem Auge sowohl am Stiele als auch an der Hutoberfläche einen relativ dichten Besatz von gerade abstehenden kurzen Haaren erkennen. Besonders schön sieht man diesen Haarüberzug an jüngeren, noch licht gefärbten Fruchtkörpern. In Figur 1 der Tafel VI ist ein solcher Fruchtkörper nach einer bei schwacher Vergrößerung angefertigten Mikrophotographie wiedergegeben. Da die Aufnahme bei durchfallendem Lichte hergestellt wurde, so zeigt

1) Die Bestimmung aller von mir untersuchten Arten (mit Ausnahme von *Peniophora glebulosa* (Fr.) Sacc. et Syd., siehe Anm. S. 486) verdanke ich der großen Freundlichkeit von Abb. G. Bresadola-Trient. G. Bresadola ist auf Grund der Untersuchung meines Originalmaterials zur Ansicht gekommen, daß die von mir seinerzeit (vgl. Österr. Bot. Zeitschr. Jahrg. 1909, Nr. 4) als neue *Coprinus*-Art *(C. stiriacus)* beschriebenen Exemplare zur nahe verwandten Gattung *Psathyrella*, u. z. zu *Ps. disseminata* (Pers.) Quél. gehören. Ich habe deshalb diese Spezies im Sinne von Bresadola hier unter dem zuletzt genannten Namen angeführt.

sie nach Art eines Schattenrisses nur das Längsprofil des Objekts. Ich fand, daß diese Art der Darstellung sich für diese Zwecke vortrefflich eignet, da sich das Charakteristische dabei sehr gut zur Anschauung bringen läßt. Die Haare heben sich deutlich von der Oberfläche des Fruchtkörpers ab und ragen ziemlich gleichmäßig über diese empor. An manchen Haaren — besonders rechts unten an der Grenze zwischen Hutrand und Stiel — lassen sich kugelige Endanschwellungen erkennen: das sind kleine Flüssigkeitstropfen, welche an den Enden der Haare zur Ausscheidung gelangen, aber hier an den allermeisten Haaren bereits verdunstet sind. Nur an der bezeichneten Stelle haben sich die Tröpfchen längere Zeit erhalten, weil sie dem feuchten Substrate (Erde) zugekehrt waren, demnach in feuchter Luft sich befanden. Wird ein junger Fruchtkörper, der sich noch auf einem Stück des ursprünglichen Substrats befindet, bei genügender Wasserzufuhr längere Zeit in hinreichend feuchter Luft gehalten, so werden diese Tropfen bedeutend größer, so daß dann ein solcher Fruchtkörper am Ende eines jeden Haares eine deutlich sichtbare Kugel trägt. In Figur 2 der Tafel VI ist eine Mikrophotographie wiedergegeben, die in gleicher Weise, wie die soeben erwähnte, jedoch bei stärkerer Vergrößerung angefertigt wurde. Sie stellt ein Stück des Stiels eines jüngeren Fruchtkörpers dar, der vom feuchten Substrat genommen und mit wenig Wasser unter ein Glimmerdeckplättchen gebracht worden war, um das rasche Verdunsten der ausgeschiedenen Tropfen zu verhindern. Auf der linken Seite des abgebildeten Stielstückes, die vom feuchten Substrate abgekehrt war, sind die Tropfen größtenteils verdunstet, zum Teil aber beim Einbringen unter das Deckplättchen abgestreift worden. Dadurch zeigt das Bild sehr gut den Gegensatz im Aussehen der Haare mit und ohne den ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen. Man sieht zugleich, daß die Tropfen im Vergleich zur Dicke des Haares eine ganz beträchtliche Größe erlangen (vgl. auch Fig. 1 des Textes). An den Haaren der Stieloberfläche ist der Tropfen genau axial gestellt, an den Haaren des Hutes dagegen vielfach etwas schräg, wie dies in Figur 1 gezeichnet ist. Man hat oft die an Pilzfruchtkörpern vorkommenden Flüssigkeitstropfen ohne weiteres als „Tau“ bezeichnet. Daß es sich hier um eine wirkliche Ausscheidung aus den Haaren handelt, ergibt sich zwar schon aus der konstanten Endständigkeit dieser Tropfen; überdies ist die Flüssigkeit kein reines Wasser, was sich leicht beim Eintrocknen eines solchen

Tropfens auf einem Deckgläschen erkennen läßt: es verbleibt ein Rückstand, der bei mikroskopischer Betrachtung im Anblick einem auf Glas eingetrockneten Tropfen einer dünnen Lösung von arabischem Gummi gleicht. Von der Beschaffenheit dieser gelösten Substanz soll jedoch erst später gesprochen werden.

Wenn man ein solches Haar, etwa an einem Längsschnitt durch den Hut, in Wasser untersucht, so zeigt es die in Figur 4 wiedergegebene Gestalt. An dem einzelligen, lang flaschenförmigen Körper des Haares lassen sich leicht ein basaler, oft fast kugelförmiger Bauchteil und ein zylindrischer, meist gerader Halsteil unterscheiden. Der Halsteil ist am oberen Ende abgerundet, die Membran des Haares allseits geschlossen. An einer meist engbegrenzten Stelle des Bauchteils, dem Haarende annähernd gegenüberliegend, ist das Haar einer schmalen Hyphe angegliedert, deren Durchmesser hinter der Dicke des Halsteils oft beträchtlich zurückbleibt. (Vgl. auch Fig. 10, 11.) Im Innern des lebenden Haares bemerkt man einen farblosen Protoplasmakörper, der im Bauchteile einen dünnen, kaum wahrnehmbaren Belag, im Halsteile aber, besonders an seinem oberen Ende, einen kräftigen, oft stark lichtbrechenden Pfropfen bildet. Das Protoplasma erscheint bei noch vollkommen funktionierenden Haaren glashell oder sehr fein punktiert und enthält eine größere oder geringere Zahl kleiner Vakuolen; Zellkerne lassen sich an dem lebenden Objekte nicht erkennen. Die Länge der wasserabsondernden Haare des Fruchtkörperstiels beträgt 50—120 (im Mittel etwa 80) μ; die Haare des Hutes sind meist etwas länger (bis zu 170 μ). Der Halsteil besitzt eine Dicke von 7—10 μ,

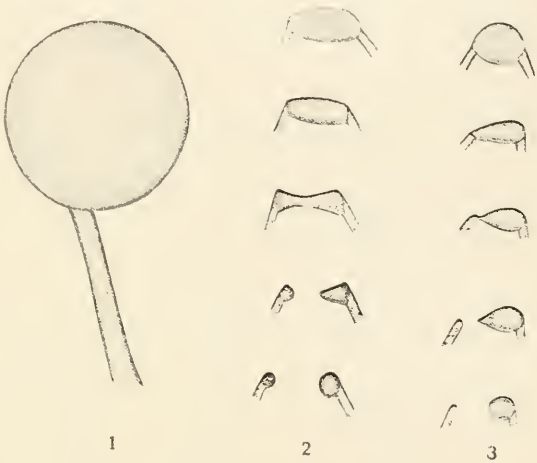


Fig. 1—3. *Psathyrella disseminata.*
Flüssigkeitsabsonderung der Hydathoden. Verdunstung des Wassers aus einem von zwei Hydathoden getragenen Schleimtropfen. Vergr. ca. 300 (Fig. 1) und 200 (Fig. 2, 3).

während die Dicke des Bauchteils etwa das Doppelte (15—20 μ) ausmacht.

Man muß nun darnach fragen, ob an dem Ende des Haares, das bei hinreichend großer Luftfeuchtigkeit die ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen trägt, besondere Einrichtungen vorhanden sind, die mit dieser so auffallend streng lokalisierten Flüssigkeitsabgabe in Zusammenhang gebracht werden können. Bei der

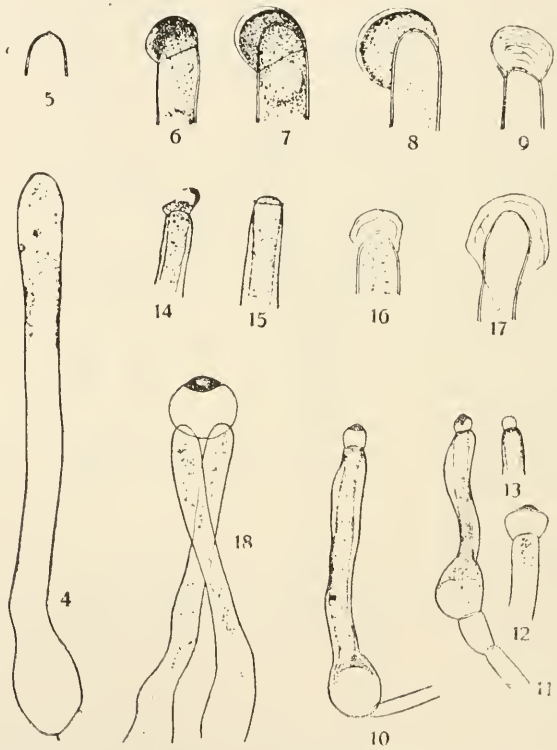


Fig. 4—18. *Psathyrella disseminata.* Bau der Hydathoden. Vergr. ca. 400 und 600 (Fig. 5, 9).

Untersuchung in Wasser läßt sich an den Haaren keine derartige Einrichtung erkennen. Auch mir war das Vorhandensein solcher Einrichtungen zunächst deshalb entgangen, weil ich anfangs nur lebendes Material in Wasser untersucht hatte. Als ich aber Alkoholmaterial zur Untersuchung verwendete, zeigte sich, daß den Enden zahlreicher Haare der Fruchtkörper eigenartige Kappen

oder Blasen aufsitzen (Fig. 6—17). Diese Kappen sind jedoch nicht etwa halbkugelige Ausstülpungen der Membran des Haarendes, denn man kann auch schon an dem noch nicht weiter behandelten Alkoholmaterial eine deutliche Grenze (Scheidewand) zwischen der Kappe und dem Haarende nachweisen. Figur 6 und 7 zeigt dies an einem Haare der Hutoberfläche eines jüngeren Fruchtkörpers. Die Kappe selbst erscheint bei diesem Material in ähnlicher Weise, wie der obere Halsteil von einem körnigen Inhalte erfüllt. Wenn auch der Inhalt der Kappe und des oberen Halsteils zunächst eine gleiche äußere Beschaffenheit zeigt, so zeigt sich doch sogleich ein bedeutender Unterschied, wenn man das in Alkohol gehärtete Objekt in eine gesättigte Chloralhydratlösung überträgt: es verschwindet der im oberen Halsteil befindliche körnige Inhalt (ausgefälltes Protoplasma) bis auf eine ganz feine, kaum sichtbare Punktierung, die Kappe vergrößert sich ein wenig, wobei jedoch der Inhalt stark körnig bleibt, wenngleich er sich ein wenig aufhellt. An einem solchen Präparate läßt sich nun sehr deutlich erkennen, daß die Kappe nach allen Seiten scharf abgegrenzt ist (Fig. 8). Zwischen Kappe und Haarhals ist nun sehr schön eine vollständig geschlossene Scheidewand zu sehen, deren Dicke der Wandstärke des Halsteils gleichkommt. An manchen Haaren des Alkoholmaterials sieht man deutlich, daß dem Haarende statt einer solchen Kappe eine glatte oder mehr oder weniger faltige Blase aufsitzt, ohne daß in ihrem Innern viel von einem körnigen Niederschlag zu sehen wäre. Oft bemerkt man an diesen Blasen auch Risse, oder die Blase ist überhaupt größtenteils vom Haarende losgetrennt. (Hierzu Fig. 10—17.) Manchmal sieht man auch am oberen Haarende eine schmale, kragenförmige Ringleiste, die den letzten Rest einer vollständig losgetrennten Blase darstellt (Fig. 15). Die Haut dieser Blase verhält sich gegen Lösungsmittel (wenigstens bei genügend altem Alkoholmaterial!) wie die Membran des Haarkörpers. Die Körnchen des Kappeninhaltes sind in Mineralsäuren teilweise löslich; sie dürften zum Teil aus Ca-Oxalat bestehen.

Um sowohl die Haut, als auch den Inhalt der Blase (oder Kappe) richtig zu deuten, muß zuerst die Entwicklung dieser Gebilde aufgeklärt werden. Man findet zunächst an manchen Haaren (Alkoholmaterial junger Fruchtkörper) eine streng terminale kleine Wandverdickung von linsenförmiger Gestalt (Fig. 5). Von diesen Verdickungen bis zu den früher erwähnten Kappen oder Blasen

findet man nun alle Übergänge (Fig. 5, 12, 13). Daraus kann man schließen, daß die genannten Gebilde des Haarendes aus einem Teile der äußeren Membranpartie entstehen. Daß es sich hier um ein Umwandlungsprodukt der Zellwand handelt, kann man auch daraus ersehen, daß der Inhalt der Blase mitunter eine deutliche Schichtung erkennen läßt. Einen solchen Fall zeigt Figur 9. Hier sieht man umgeben von der relativ derben Haut der Blase einen glashellen, geschichteten Inhalt; die Schichtung verläuft parallel zur Scheidewand, welche die Blase vom Halsteil des Haares trennt. Dieser Befund läßt darauf schließen, daß diese geschichtete Masse von der erwähnten Scheidewand abstammt, da auch in anderen Fällen, wo bei höheren Pflanzen Membranschleime vorkommen, diese Schleime häufig eine zur ursprünglichen Membran parallele Schichtung aufweisen. Wenn auch der Nachweis der Herkunft dieser Gebilde bei den Haaren von *Psathyrella disseminata* nicht lückenlos gezeigt werden kann, so läßt sich doch auch daraus mit Sicherheit auf die angegebene Herkunft schließen, daß viele Haare gleicher Funktion (die Cystiden, vgl. S. 476, 482) noch viel deutlicher erkennen lassen, daß die Kappen aus einer Verschleimung des Haarendes entstehen. Auch die chemische Beschaffenheit der an den Haaren von *Ps. disseminata* ausgeschiedenen Tropfen spricht für diese Auffassung. Darüber wird auf Seite 466 dieser Arbeit noch ausführlicher gesprochen werden. Wenn nun diese Blasen und Kappen als Abkömmlinge der Zellwand aufzufassen sind, so muß noch untersucht werden, ob die einzelnen Teile dieser Gebilde mit ihrer Herkunft in Beziehung gebracht werden können oder ob man in ihnen Kunstprodukte zu sehen hat. An gutem Alkoholmaterial zeigen diese Blasen und Kappen stets eine scharf begrenzte Außenkontur. Manchmal besitzen sie eine dünne, scharf begrenzte Haut, ohne daß man im Innern irgend welchen Inhalt nachweisen kann. Es war nun zu untersuchen, ob diese scharfe Kontur und die Haut der Blase etwa der abgehobenen Kutikula mancher Drüsenhaare höherer Pflanzen gleichzustellen ist. Anfangs schien dieser Gedanke bestechend. Es war nur auffallend, daß von dieser Haut an dem in Wasser befindlichen frischen Material niemals eine Spur zu sehen war. Wenn sie einer Kutikula entspräche, wäre nicht verständlich, daß sie in Wasser sich sogleich lösen sollte, obwohl sie im ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen nicht löslich war, was doch durch den Befund am Alkoholmaterial sichergestellt zu sein schien. Man sieht häufig, daß die Tropfen

zweier benachbarter Haare zu einem einheitlichen Tropfen zusammenfließen, der dann von zwei Haarschäften getragen wird. Was geschieht nun mit der erwähnten Haut der Blase, wenn sich zwei Tropfen vereinigen? Da müßte man dann doch zwei, wenn auch verletzte Häute, am Alkoholmaterial feststellen können. Ich habe nun solche Doppeltropfen an gutem Alkoholmaterial untersucht und dabei gefunden, daß die Haut der Tropfen immer einheitlich ist und keine Spur einer Vereinigung aus zwei Häuten erkennen läßt. Ein solcher recht charakteristischer Fall ist in Figur 18 gezeichnet. Die Blase zeigt hier an dem den Haarenden abgekehrten Teile eine linsenförmige Verdickung, die einen vakuolenartigen Hohlraum enthält. Dieser Fall läßt nur die Annahme zu, daß die Blase ein Kunstprodukt darstellt.

Um das Zustandekommen dieser Blasen zu erklären, mußte erst die Beschaffenheit der an den Haarenden ausgeschiedenen Tropfen ohne vorherige Einwirkung von Reagentien untersucht werden. Ich habe zu diesem Zwecke die von lebhaft funktionierenden Haaren ausgeschiedenen Tropfen auf trockene Deckgläser gebracht und hier eintrocknen lassen. Der eingetrocknete Tropfen ist vollständig farblos, glatt und homogen und zeigt einen etwas dickeren Rand. An einigen Tropfen habe ich nun, bevor sie auf dem Deckglas gänzlich vertrocknet waren, mit einer Nadel Risse in der Substanz angebracht; diese Risse habe ich unter gleichzeitiger mikroskopischer Kontrolle ausgeführt und aus ihrem Verhalten gefunden, daß die Tropfen kurz vor dem Eintrocknen eine gelatinöse Beschaffenheit besitzen. Es ist also in diesen Tropfen ein Kolloid enthalten. Die auf dem Deckglase angetrockneten Tropfen werden bei Wasserzusatz sogleich gelöst. In Alkohol ist das Kolloid dieser Tropfen unlöslich. Aus einer wässerigen Lösung wird es durch Alkohol wieder ausgefällt. Diese Substanz erinnert vielfach an die als „Pilzschleime“ bezeichneten Substanzen. Allerdings ist über diese Substanzen in chemischer Hinsicht fast nichts bekannt (vgl. Zöllner, Chemie der höheren Pilze, S. 118f.). Ich will deshalb das gelöste Kolloid vorläufig mit dem nicht viel besagenden Ausdruck „Schleim“ bezeichnen; seiner Herkunft nach muß es dann als „Membranschleim“ bezeichnet werden. Hinsichtlich des Entstehens der Blasen bin ich zu folgender Auffassung gelangt. Nimmt man an, es sei ein an einem Haare befindlicher Schleimtropfen durch die Verdunstung ziemlich dickflüssig geworden, und bringt man dieses

Haar mit dem daran haftenden Tropfen in 96 % Alkohol, so muß sich infolge des soeben geschilderten Verhaltens sogleich an der Oberfläche des Tropfens eine Niederschlagsmembran bilden. Der Alkohol dringt durch diese Niederschlagsmembran weiter nach innen vor und schlägt auch den übrigen Schleim nieder; unterdessen hat er auch den lebenden Plasmakörper des Haares getötet, der Zellsaft tritt an der allein durchlässigen apikalen Wandpartie des Haares aus und hebt (je nach der Größe des vorhandenen Turgors) die durch den Alkohol entwässerte Schleimkappe in mehr oder weniger blasenförmiger Gestalt vom Haarende ab. Auf diese Weise läßt sich auch ganz ungezwungen erklären, daß die von zwei benachbarten Haaren getragenen gemeinsamen Tropfen am Alkoholmaterial eine einheitliche Blase bilden. Auch der Umstand, daß an diesen Blasen häufig eine dem Haarende gegenüber liegende Schleimansammlung von linsenförmiger Gestalt (Fig. 10, 12) vorhanden ist, läßt sich auf diese Weise leicht verstehen. Die vakuolenartigen Hohlräume im Innern der linsenförmigen Schleimanhäufungen dürften in der Weise entstehen, daß zunächst an mehreren Punkten der durchlässigen Membranpartie der Zellsaft hervorquillt, daß aber beim Nachlassen des Druckes das weitere Ausströmen sich dann nur mehr auf einen Punkt beschränkt, und dadurch eine der Blasen an Größe besonders überwiegt (Fig. 11, 18). Nach dieser Auffassung wird nun einerseits verständlich, daß an frischen, in Wasser untersuchten Haaren keine Spur einer solchen Kappe oder Blase nachweisbar ist; andrerseits lassen sich dadurch leicht die verschiedenen Formen der Kappen und Blasen erklären, die ich am Alkoholmaterial beobachtet habe. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß in dem Schleime Tröpfchen einer in Alkohol löslichen Substanz vorhanden sind, wenngleich ich solche bis jetzt bei dieser Art noch nicht beobachtet habe. (Wohl aber fand ich alkohollösliche Tröpfchen im Schleime der Hydathoden von *Coprinus radiatus*, vgl. S. 471.) Wenn nun beim Verdunsten des im Schleim vorhandenen Wassers das Volumen des Tropfens so sehr abnimmt, daß die Tröpfchen der in Alkohol löslichen Substanz zu einem gemeinsamen kugeligen Gebilde sich vereinigen, so müßte beim Einbringen des Haares in Alkohol an der Stelle der vom Schleim umschlossenen alkohollöslichen Substanz ein Hohlraum, also eine aus gehärtetem Schleim bestehende Blase sich bilden. Welche der beiden Erklärungsweisen die zutreffende ist, müssen spätere Untersuchungen entscheiden. Die beobachteten Tatsachen

sprechen also nicht dafür, daß bei der Verschleimung der Membran des Haarendes ein unverändertes, einer Kutikula entsprechendes „Außenhäutchen“ abgehoben wird; man muß vielmehr annehmen, daß mit dem ausgeschiedenen Wasser eine Substanz, vielleicht ein Enzym, mitausgeschieden wird, die von außen her ein allmähliches Verschleimen der Membran bewirkt. Dabei ist natürlich nicht ausgeschlossen, ja sogar wahrscheinlich, daß an der Austrittsstelle der Flüssigkeit die Membran des Haares schon vorher von innen her in bestimmter Weise chemisch verändert und damit für den leichten Flüssigkeitsdurchtritt und die zentripetale Verschleimung geeignet gemacht wird.

Wenn die an den Haaren befindlichen Tropfen die in Figur 1 gezeichnete Größe erreichen, besitzen sie eine dünnflüssige Beschaffenheit. Ich konnte feststellen, daß beim Verdunsten des in den Tropfen enthaltenen Wassers die Tropfen allmählich ziemlich dickflüssig werden. Dies kann man am leichtesten erkennen, wenn man einen von zwei Haaren getragenen kugeligen Tropfen, der sich in trockener Luft befindet, bei hinreichend starker Vergrößerung betrachtet. Zu diesem Zwecke braucht man nur einen lebhaft funktionierenden jüngeren Fruchtkörper aus dem feuchten Raum (Aufbewahrungsgefäß) ohne weitere Vorbereitung auf einen Objektträger zu legen und sein Längsprofil nach solchen „Doppeltropfen“ zu durchsuchen. Die Verdunstung erfolgt in freier Luft ziemlich rasch. Die beim Verdunsten auftretende fortschreitende Formveränderung eines solchen Tropfens ist in Figur 2 dargestellt. Der ursprünglich kugelige Tropfen nimmt nach und nach eine tonnenförmige Gestalt an, die schließlich in eine Zylinder- und Sanduhrform übergeht, um dann plötzlich an der dünnsten Stelle durchzureißen. Gleich nach dem Durchreißen kann man die beiden Teilstücke noch einige Sekunden in ihrer konischen Gestalt sehen; bald nehmen sie jedoch Eiform und endlich Halbkugelform an. Bei allen diesen Veränderungen sieht man, daß die Oberfläche des Tropfens vollständig glatt und glänzend bleibt. Ein solcher Doppeltropfen kann aber auch in der Weise zerreißen, daß an einem der beiden Haare fast nichts davon zurückbleibt oder sich glatt von einem der beiden Haarenden ablösen (Fig. 3). Bei diesen Vorgängen kann man sehen, daß der Schleim recht gut an den Haarenden haftet, was für die im allgemeinen Teil dieser Arbeit versuchte Erklärung der ökologischen Bedeutung dieser Schleimbildung wichtig ist.

Der Schleim ist, wie erwähnt, in frischem Zustande in Wasser leicht löslich. Bei längerem Liegen in 96 % Alkohol verliert er diese Löslichkeit vollständig und wird auch gegen Mineralsäuren und Alkalien sehr widerstandsfähig, so daß er in dieser Hinsicht dem Pilzchitin nahekommt. An jungen Fruchtkörpern, die über ein Jahr in Alkohol sich befanden, wurden die Schleimkappen der Haare selbst durch ein einmaliges Aufkochen in konzentrierter Salzsäure nicht wesentlich verändert. Bei öfterem Aufkochen lösten sich die Kappen nach und nach in gleicher Weise wie die Zellmembran. Kalte Salpetersäure hellte die Haare sehr schön auf, doch trat keine Lösung der in Alkohol gehärteten Kappen ein. Beim Erhitzen löste sich allmählich das ganze Objekt. In kalter, konzentrierter Schwefelsäure trat selbst nach 15 Stunden keine sichtbare Veränderung der Kappen ein. Heiße Schwefelsäure wirkte wie heiße Salpetersäure.

Leider gelang es mir nicht, diese gehärteten Schleimkappen erfolgreich auf Chitin zu untersuchen; es scheint mir nicht ausgeschlossen, daß durch das lange Liegen in starkem Alkohol, der wahrscheinlich aus dem Pilzchitin entstandene Schleim allmählich wieder eine dem Chitin ähnliche physikalisch-chemische Beschaffenheit annimmt.

2. *Coprinus ephemerus* Fr.

Die wasserabsondernden Haare der Fruchtkörper von *Coprinus ephemerus* (vgl. Anm. S. 471), den ich auf Pferdemist kultivierte, stehen hinsichtlich ihres Baues den Trichomhydathoden von *Psathyrella disseminata* sehr nahe.

Den Ausgangspunkt der Betrachtung sollen auch hier wieder jüngere Fruchtkörper bilden, die sich noch im Stadium vor der Sporenaussaat befinden. Sowohl auf der Hutoberfläche, als auch am Stiele des Fruchtkörpers stehen in lockerer Anordnung zahlreiche Haare, die in feuchter Luft bei genügender Wasserversorgung an ihren Enden relativ große, kugelige Flüssigkeitstropfen tragen. In Figur 3 der Tafel VI ist eine mikrophotographische Silhouette eines jungen, ca. 5 mm langen Fruchtkörpers wiedergegeben. Der Hut des Fruchtkörpers ist noch eiförmig; die schollenartig in seiner Kontur aufragenden Teile sind die Stücke der bereits gesprengten Volva, die in diesem Stadium ähnlich wie bei einem reifen *Amanita*-Fruchtkörper als unregelmäßige Bruchstücke auf der Hutoberfläche haften. Sowohl die Reste der Volva als auch die nunmehr frei-

liegenden Teile der Hutoberfläche tragen wasserabsondernde Haare, die jedoch in diesem Bilde nicht gut sichtbar sind. Besonders schön zeigt dagegen das Bild die Hydathoden des Fruchtkörperstiels. An der unteren Flanke des etwas schräg orientierten Stiels tragen die zarten, gerade abstehenden Haare deutlich erkennbare Flüssigkeitstropfen, während an der oberen Stielflanke die Haare unregelmäßig verbogen erscheinen und keine Ausscheidungen erkennen lassen. Die photographische Aufnahme wurde in ähnlicher Weise ausgeführt, wie ich es für *Psathyrella disseminata* auf Seite 457 angegeben habe. Auch im vorliegenden Falle sind die ausgeschiedenen Tropfen nur dort erhalten geblieben, wo sie sich

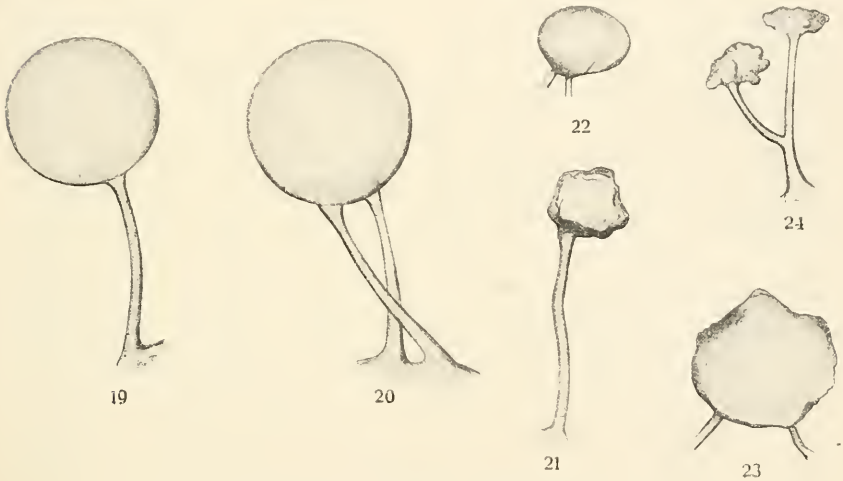


Fig. 19—24. *Coprinus ephemerus.*
Schleimtropfen der Hydathoden in dünnflüssigem Zustande und beim Vertrocknen.
Vergr. ca. 300.

in nächster Nähe des feuchten Substrates (Pferdemist) befanden; an der oberen, in trockenerer Luft befindlichen Flanke sind die Tropfen verdampft und die Haare infolge ihres zarten Baues verwelkt. Dieses Verdunsten der Tropfen erfolgt sehr rasch, ja fast augenblicklich, wenn man das Objekt aus der feuchten Luft des Kulturgefäßes in die trockene Zimmerluft überträgt. In der feuchten Luft der Kulturgläser erreichen die ausgeschiedenen Tropfen eine im Verhältnis zur Dicke des Haarschaftes ganz bedeutende Größe, so daß der Durchmesser einer solchen Flüssigkeitskugel das Zehn- bis Fünfzehnfache der mittleren Dicke des Haarschaftes erreichen

kann. Solche Tropfen sind in den Figuren 19 und 20 dargestellt. Figur 4 der Tafel VI zeigt den Anblick, den ein Stiel eines älteren Fruchtkörpers gewährt, solange er sich innerhalb eines Kulturgefäßes (also vor rascher Verdunstung geschützt) befindet. Die teilweise vorhandene Unschärfe des Bildes ergibt sich daraus, daß die photographische Aufnahme durch die zum Teil mit Wassertröpfchen beschlagene Wand des Kulturglases hindurch gemacht werden mußte; wäre die Aufnahme in freier Luft versucht worden, so wären die Tropfen längst verdampft und die Haare verschrumpft gewesen, ehe noch die optische Einstellung des Objektes beendet gewesen wäre.

Die Haare des Hutes von *Coprinus ephemerus* sind in ihrer Gestalt den Trichomhydathoden von *Psathyrella disseminata* sehr ähnlich. Auch hier kann man einen eiförmigen Bauchteil und einen schlanken, geraden oder ein wenig gebogenen Halsteil des Haares unterscheiden. Das Haarende bildet jedoch bei der vorliegenden Art einen eigenen, deutlich erkennbaren Abschnitt von verkehrt eiförmiger Gestalt. Der Durchmesser dieser apikalen Anschwellung beträgt das Doppelte bis Mehrfache des Halsdurchmessers, so daß das erweiterte Haarende in seinen Dimensionen oft dem Bauchteile fast gleichkommt (Fig. 25 u. 30). Am basalen Ende sitzt der Bauchteil einer schmäleren, entweder oberflächlich oder gegen das Innere des Fruchtkörpers verlaufenden Hyphe auf. Halsteil und Bauchteil enthalten wenig Protoplasma, dagegen ist das verbreiterte Haarende reichlich von Plasma erfüllt und enthält meist mehrere große oder auch kleinere Vakuolen. Auch diese Haare sind einzellige Organe mit unverdickter Zellmembran. Die Länge der Trichomhydathoden des Hutes beträgt ca. 60—130 μ, der Durchmesser des Basalteils 15—20 μ, die Dicke des Halsteils an der dünnsten Stelle etwa 4—6 μ.

Von der soeben beschriebenen Gestalt weichen die wasserabsondernden Haare des Fruchtkörperstiels vielfach ab; die dem Ende eines Hyphenfadens aufsitzenden einzelligen Haare sind hier meistens verzweigt, wobei einem gemeinsamen Bauchteile oft mehrere Halsteile aufsitzen oder direkt an einem Halsteile noch eine seitliche Verzweigung auftritt. Die Haarenden stimmen jedoch vollständig mit dem bei den Haaren des Hutes geschilderten Verhalten überein. Durch die verschiedene Art der Verzweigung erhalten die Haare des Stieles eine ziemliche Mannigfaltigkeit hinsichtlich ihrer Gestalt. Die Figuren 26, 27, 28 und 31 geben solche verschiedene

Haarformen wieder, wobei jedoch keines der gezeichneten Haare sich prinzipiell von den anderen unterscheidet. Vielfach besitzt hier der Bauchteil eine mehr zylindrische Gestalt, wobei dann mehrere Halsteile seitlich eingefügt erscheinen (Fig. 26). Oft sind jedoch auch mehrere einhalsige Haare kettenförmig aneinandergereiht, wie dies in Figur 29 dargestellt ist. Hinsichtlich der Größe der einzelnen Teile, sowie der Beschaffenheit des plasmatischen Inhaltes stimmen

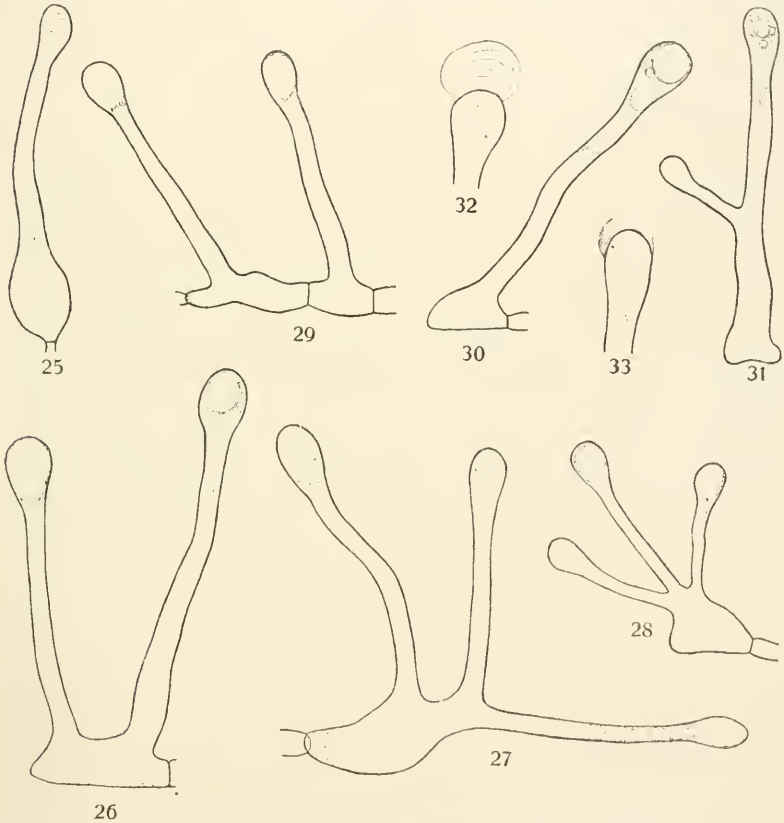


Fig. 25—33. *Coprinus ephemerus.* Bau der Hydathoden. Vergr. ca. 500.

die Haare des Fruchtkörperstiels mit den Haaren der Hutoberfläche überein. Nach den soeben mitgeteilten Tatsachen liegt demnach der Unterschied zwischen den Haaren der Hutregion und der Stielregion nur in dem Auftreten von Verzweigungen bei den Haaren des Stiels, während die Haare des Hutes, soweit ich sie untersucht habe, stets unverzweigt waren.

Wenn man einen Fruchtkörper von *Coprinus ephemerus*, der lebhafte Wasserausscheidung zeigt, rasch aus dem Kulturgefäße auf einen mit Wasser benetzten Objektträger bringt und dann die Flüssigkeitstropfen der Haarenden des Fruchtkörperstiels bei schwacher Vergrößerung betrachtet, so zeigen die Tropfen der Haare, die dem befeuchteten Objektträger am nächsten liegen, eine glatte, glänzende Kugeloberfläche (Fig. 19). Vielfach haben sich auch die Tropfen zweier benachbarter Haarhälse miteinander vereinigt, so daß dann ein Tropfen von zwei Haarenden festgehalten wird (Fig. 20), wobei auch hier die Oberfläche des Tropfens vollständig glatt und glänzend erscheint. Die Tropfen sind in diesem Zustande vollständig klar und lassen keine suspendierten Teile, wie Körnchen oder Tröpfchen verschiedener Substanzen erkennen. Wenn beim allmählichen Verdunsten des auf dem Objektträger befindlichen Wassers die den Fruchtkörper umgebende Luft nach und nach immer trockener wird, so verdunsten auch langsam die an den Haarenden ausgeschiedenen Tropfen; dabei zeigt sich, daß bei diesem Prozesse die Tropfen nicht etwa unter Beibehaltung der Kugelgestalt immer kleiner werden und schließlich verschwinden, sondern man sieht sehr bald, daß sich die eben noch glatte Oberfläche des Tropfens zu runzeln beginnt und daß dabei der Tropfen eine unregelmäßig-höckerige Oberfläche bekommt. Bei weiterschreitender Verdunstung verschrumpft der Rest des Tropfens immer mehr, bis schließlich dem Haarende nur mehr eine kleine, ganz unregelmäßig geformte und oft vielfach gelappte Masse aufsitzt. Diese Erscheinung ist in den Figuren 21—24 dargestellt. Ein solcher Tropfen zeigt demnach alle Erscheinungen eines Gebildes, das von einer Haut umgeben ist, die bei Wasserverlust sich nur wenig zusammenzuziehen vermag und sich deshalb in Falten legt. Ist ein vollständig runder, glänzender Tropfen, wie er etwa in Figur 19 dargestellt ist, auch bereits von einer Haut umgeben oder entsteht diese Haut erst, wenn sich die Flüssigkeit des Tropfens beim Verdunsten des Wassers konzentriert? Wenn man solche Haare im Wasser untersucht, so kann man keine Spur von einer derartigen Haut an den Haarenden entdecken: die Membran der Haarenden ist vollständig glatt, wie dies in den verschiedenen Figuren, z. B. 25, 26, 27 zum Ausdruck gebracht ist. Auch bei der Untersuchung in Alkohol zeigen die meisten Haarenden kein anderes Aussehen. Doch gelang es mir, in einigen wenigen Fällen bei Haaren, deren Tropfen ich vor dem Einlegen in Alkohol an der Luft vertrocknen

ließ, bei der Untersuchung in Alkohol Schleimreste, sowie Teile eines äußerst zarten Häutchens nachzuweisen (Fig. 32, 33). Auch beim Eintrocknen auf dem Deckgläschen zeigen die Tropfen im Gegensatz zu *Psathyrella disseminata* (vgl. S. 463) eine Runzelung ihrer Oberfläche. Ob hier schon von Anfang an ein Teil der Membran des Haarendes sich blasig abhebt oder ob diese Runzelung der Oberfläche des eintrocknenden Tropfens nur von einer bestimmten Beschaffenheit des gebildeten Membranschleims herrührt, konnte ich noch nicht entscheiden.

3. *Coprinus radiatus* (Bolt.) Fr.

Auch die Fruchtkörper von *Coprinus radiatus*[1]) habe ich aus Pferdemistkulturen erhalten. Die Hutoberfläche und der Stiel des Fruchtkörpers dieser Art ist gleichmäßig mit geraden, stets unverzweigten Trichomhydathoden besetzt (vgl. Mikrophotographie 5 der Tafel VI). An jungen Fruchtkörpern stehen diese Haare ziemlich eng beisammen. Für diese Spezies ist die Art der Flüssigkeitsabsonderung besonders charakteristisch: an den größeren Haaren der Fruchtkörper bemerkt man zunächst in feuchter Luft bei genügender Wasserzufuhr je einen großen, endständigen Flüssigkeitstropfen, darunter aber in einem kurzen Abstande meistens noch einen Kranz von kleineren, scharf voneinander gesonderten Tröpfchen. Manche Haare tragen nur einen größeren Endtropfen, da bei geringerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft die unteren Tröpfchen wegen ihrer Kleinheit schneller verdunsten (Fig. 34—36). Die ausgeschiedenen Tropfen enthielten öfters noch kleinere gelbliche Tröpfchen oder Kügelchen von ölartigem Aussehen, die sich in lebhafter Molekularbewegung befanden. Solche stark lichtbrechenden Substanzen fand ich manchmal auch noch bei der Untersuchung in Wasser an der Membran des Haarendes; sie waren in kaltem Alkohol löslich und dürften wohl

Fig. 34—36. *Coprinus radiatus.* Flüssigkeitsabsonderung der Hydathoden. Vergr. ca. 300.

1) Mit dieser Art sind nach G. Bresadola (briefl. Mitteilung) die von Brefeld (1877, S. 109 ff.) als *C. ephemerus* beschriebenen Exemplare identisch.

harzähnlicher Natur sein, wie das Exkret der Cystiden von *Collybia esculenta* (vgl. S. 482).

In ihrem Bau weichen die Trichomhydathoden von *C. radiatus* nur wenig von den gleichen Organen des *C. ephemerus* ab. Die ausgewachsenen Haare (Fig. 37, 38 vom Fruchtkörperstiel, Fig. 42 vom Hut) haben meistens den Bauchteil nur wenig deutlich ausgebildet. Am besten ist der Bauchteil noch bei den Haaren des Hutes ausgeprägt. Der Kopfteil des Haares, der bei *C. ephemerus* immer stark verbreitert ist, zeigt sich hier nur selten angedeutet (Fig. 42). Jüngere Haare besitzen die in Figur 39—41 wiedergegebene Gestalt. Die Haare erreichen eine Länge von 90 μ. Während die Haare des Fruchtkörperstiels von *C. ephemerus* sehr häufig verzweigt sind, fand ich bei *C. radiatus* nur ein einziges Mal ein gegabeltes Haarende.

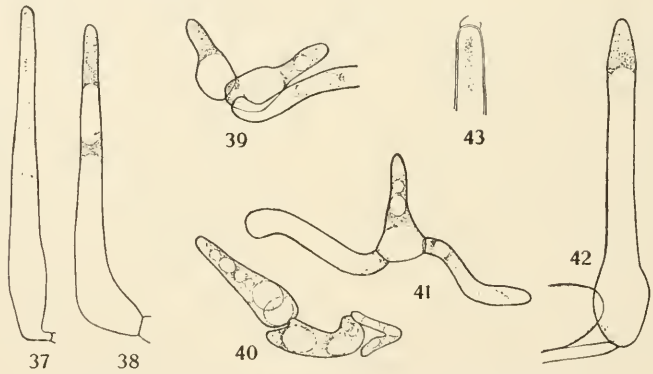


Fig. 37—43. *Coprinus radiatus.* Bau der Hydathoden. Vergr. ca. 550 (37, 38, 42, 43) und 450 (39—41).

Die Zellwand ist unverdickt; dem Haarende anhaftende Schleimreste konnte ich nur am Alkoholmaterial nachweisen (Fig. 43). An der Stelle des Auftretens der kleineren, kranzförmig angeordneten Tröpfchen sieht man an der Wand der in Alkohol konservierten Haare öfters kleine Knötchen und Ausbiegungen, die auf streng lokalisierte Verschleimungen der betreffenden Wandpartie hinweisen.

Die wasserabsondernden Haare enthalten reichlich Protoplasma mit größeren und kleineren Vakuolen, im oberen Teil des Haarhalses ist das Protoplasma meist dichter gelagert und ärmer an Vakuolen. Junge Haare (Fig. 39—41) sind besonders plasmareich.

Der Bauchteil des Haares hängt auch hier an einer engumschriebenen Stelle mit einem Hyphenaste zusammen. Dabei

kann ein solches Haar dann entweder den Abschluß eines Zellfadens bilden (Fig. 40, 42) oder in dessen Verlauf eingeschaltet sein (Fig. 41). Vielfach hängen mehrere Haare unmittelbar mit den Bauchteilen zusammen (Fig. 39) oder sie entspringen dicht nebeneinander an einer Hyphe, so daß die Haare dann in Büscheln stehen, wobei die von den einzelnen Haaren ausgeschiedenen Tropfen oft in einen einzigen großen Tropfen zusammenfließen, der nun von mehreren Halsteilen getragen wird.

4. *Psathyrella gracilis* (Fr.) Quél.

Die zur Untersuchung verwendeten Exemplare stammten aus dem Grazer botanischen Garten. Ich führe diese Art hier an, weil sie an der Fläche und am Rande der Hymenophore Cystiden trägt, die sich sehr eng an die bis jetzt geschilderten unverzweigten Trichomhydathoden anschließen.

An dünnen Querschnitten durch die Lamellen des Hutes läßt sich bei der Untersuchung in Wasser leicht das Vorhandensein der zarten, relativ langgestreckten Cystiden nachweisen. In Figur 44 ist eine solche Cystide mit den benachbarten Hymenialelementen dargestellt. Es lassen sich an ihr drei Teile unterscheiden: ein Fußteil, der keilförmig zwischen den Zellen des Hymeniums eingeklemmt ist und sich nach rückwärts mit einer schmalen Querwand an eine Hyphe des Lamellengewebes anschließt, ein im Niveau der Sporen befindlicher Bauchteil, in welchem das Organ seine größte Breite aufweist, und endlich der Halsteil, das ist der über dem Bauchteile befindliche, allmählich ins Haarende verschmälerte Abschnitt der Cystide. Diese Organe sind im Vergleich zu anderen Cystiden als schlank zu bezeichnen, weil die Dicke des Bauchteils hier höchstens ein Siebentel der Gesamtlänge beträgt. Die Wand des Halsteils ist oft ziemlich gerade, so daß der obere Teil der Cystide oft sehr regelmäßig schmalkonisch erscheint. Die Cystiden erreichten bei den von mir untersuchten Exemplaren eine Länge von 70 μ, wobei der Halsteil etwa 30—37 μ über das Niveau der entwickelten Sporen emporragte.

Fig. 44. *Psathyrella gracilis.* Hydathode (Cystide) mit benachbarten Hymenialelementen. Vergr. ca. 800.

An der relativ zarten Membran der Cystide lassen sich bei der Untersuchung in Wasser keine besonderen Einrichtungen erkennen. Die Membran ist überall nahezu gleich dick und farblos. An sehr frischem Material enthalten die Cystiden einen deutlich sichtbaren Protoplasmakörper mit zahlreichen großen Vakuolen, deren quergestellte Trennungswände in Figur 44 eingezeichnet sind. Das Scheitelende enthält gewöhnlich einen dichteren, vakuolenarmen Protoplasmapfropf.

Bei den Cystiden von *Psathyrella gracilis* kommt die Hydathodenfunktion sehr klar zum Ausdruck, ohne daß an ihnen noch eine andere Funktion zu erkennen wäre. Ich sah die Wasserabsonderung sehr gut, wenn ich, ohne den Hut stark zu drücken, aus frischem Material dicke Querschnitte durch das Hymenium herstellte und in einem Wassertropfen unter Deckglas bei schwächerer Vergrößerung betrachtete. Bei dickeren Schnitten bleiben nach dem Übertragen in Wasser stets große Luftblasen zwischen den Lamellen haften. Wenn man solche Blasen genau durchsucht, findet man bei Cystiden, die mit ihrer Spitze in eine solche Blase hineinragen, sehr oft sofort die am Scheitel ausgeschiedenen Tropfen, häufig kann man auch den Beginn der Absonderung und das allmähliche Wachsen solcher Tropfen auf diese Weise direkt beobachten. Figur 45 zeigt eine Cystide der vorliegenden Art mit einem an ihrer Spitze ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen. Diese Figur ist im gleichen Maßstabe gezeichnet wie die Figuren 1 (S. 459), 19, 20 (S. 467), 34—36 (S. 471), um die auffallende Ähnlichkeit dieser Organe im Zustande ihrer Tätigkeit zu zeigen. Wenn ein solcher Flüssigkeitstropfen mit Wasser in Berührung kommt, mischt er sich sogleich mit diesem; am Cystidenende läßt sich dann keine Spur eines Schleimes erkennen. Bei der Untersuchung von Alkoholmaterial sieht man gewöhnlich auch nicht mehr, als bei den in Wasser befindlichen frischen Schnitten; in sehr seltenen Fällen konnte ich aber doch an dem Scheitel der Cystide spärliche Schleimreste nachweisen.

45

Fig. 45. *Psathyrella gracilis*. Hydathode (Cystide) mit großem Schleimtropfen. Vergr. ca. 300.

5. *Psathyrella consimilis* Bres. et P. Harms.

Die Fruchtkörper dieser Art habe ich wiederholt in einem Warmhause des Grazer botanischen Gartens gesammelt, wo sie früher häufig auf alten Holzstücken auftraten. Sowohl auf der Fläche, als auch an der Schneide der Hymeniallamellen findet man bei *Psathyrella consimilis* sehr viele Cystiden. Wenn man eine sorgfältig abgetrennte Lamelle mit einem Glimmerplättchen bedeckt und seitlich zur Feuchthaltung der darunter befindlichen Luft ein wenig Wasser zusetzt, so kann man sehr gut an den vom Wasser nicht benetzten Lamellenteilen, besonders am Lamellenrande die Cystiden bei stärkerer Vergrößerung in ihrer Tätigkeit beobachten. Jede Cystide trägt dann an ihrem freien Ende einen stark lichtbrechenden Tropfen, wie dies in Figur 46 und in der Mikrophotographie der Figur 6 der Tafel dargestellt ist. Oft wird

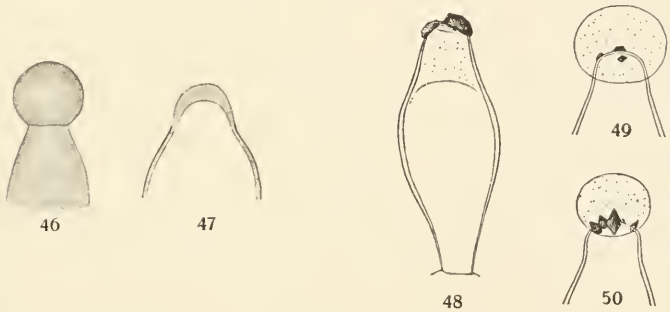


Fig. 46—50. *Psathyrella consimilis.* Cystiden. Vergr. ca. 1100.

man auch bei einzelnen Cystiden bei hinreichend langer Beobachtung deutlich eine allmähliche Größenzunahme des Tropfens wahrnehmen können.

Untersucht man dünne Lamellenquerschnitte in Wasser, so zeigen die Cystiden den in Figur 48 dargestellten Bau. Ihr Körper ist ziemlich gedrungen, Halsteil und Fußteil sind kurz und dick. Die Zellwand ist am Bauchteil deutlich verdickt und von sehr schwach gelblicher Farbe. Die Spitze einer jeden Cystide trägt eine dem Haarende aufsitzende Druse von Kalziumoxalatkristallen. Bei der Untersuchung der Organe in Luft sieht man diese Kristalle nicht, da sie von dem am Cystidenende ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen vollständig eingehüllt werden. Bei der Berührung mit Wasser mischt sich dieser Tropfen sogleich

mit diesem, so daß die Kristalle sofort klar sichtbar werden. Legt man die frischen Fruchtkörper für einige Zeit in absoluten Alkohol, so wird man bei der Untersuchung der aus diesem Material angefertigten Schnitte viele Kristalldrusen von einer vollständig glashellen Kugel umschlossen finden (Fig. 49 u. 50). An älterem Alkoholmaterial ist diese Kugel in Wasser unlöslich geworden. Aus diesen Löslichkeitsverhältnissen und der glashellen Beschaffenheit wird man auf eine Kolloidnatur der erwähnten Bildungen schließen müssen. Die Tatsache, daß man bei der Untersuchung von Alkoholmaterial oft nur wenige dieser Kappen findet, führe ich, wie bei den Haaren von *Psathyrella gracilis*, darauf zurück, daß bei lebhafter Wasserabgabe aus der Cystide und der dadurch bedingten starken Verdünnung der Kolloidlösung keine Abscheidung an Ort und Stelle („Fixierung" dieser Substanz) erfolgen konnte, indem durch die im Alkohol entstehenden Strömungen die feinverteilten Niederschläge fortgerissen werden. An gutem Alkoholmaterial ist diese Kappe glashell, höchstens sehr fein punktiert und ganz scharf nach außen abgegrenzt; nach unten sitzt sie direkt der Membran des Cystidenendes auf und umschließt in einer ziemlich dicken Schichte die erwähnte Kristalldruse. Die beschriebene Kappe stimmt in ihrem Verhalten ganz mit den Schleimkappen der Trichomhydathoden von *Psathyrella disseminata* überein. Daß es sich auch bei den Cystiden von *Psathyrella consimilis* um einen Membranschleim handelt, geht daraus hervor, daß die Kappen nach langem Liegen in Alkohol ein ähnliches Verhalten gegen Mineralsäuren und Alkalien aufweisen, wie die Chitinmembran der Cystiden. Auch darin liegt eine vollständige Übereinstimmung mit den Befunden bei *Ps. disseminata*. Dazu kommt noch, daß man bei Cystiden von *Ps. consimilis*, welche die ursprüngliche Kappe durch Auflösung in Wasser verloren haben, an derjenigen Stelle des Cystidenendes, welche sonst die Kappe trägt, durch Einwirkung von bestimmten Reagenzien eine Verquellung (Verschleimung) der Cystidenmembran hervorrufen kann. So kann man nach Behandlung der Cystiden mit konzentrierter Schwefelsäure und darauffolgendem Auswaschen mit destilliertem Wasser die künstlich hervorgebrachte Verquellung des Cystidenendes leicht nach einer Färbung mit Chlorzinkjod beobachten. Die verschleimte Partie ist dann, wie die ganze übrige Zellwand, gelb gefärbt, zeigt jedoch einen undeutlichen Umriß, während an der darunter befindlichen, durch diese Behandlung nicht wesentlich

veränderten Zellwandpartie der Umriß die normale Schärfe beibehalten hat (Fig. 47). Blasenbildung, wie bei den Schleimkappen der Haare von *Ps. disseminata*, zeigen die Cystidenkappen der vorliegenden Art nicht.

Es ist von großem Interesse, daß bei den Cystiden von *Psathyrella consimilis* die Bildung der Schleimkappe der Ausscheidung der Kristalle vorausgeht. Das erste Stadium der Kristallbildung habe ich in Figur 49 dargestellt. Dieses in Seitenansicht gezeichnete Cystidenende zeigt drei Kriställchen von Kalziumoxalat, von denen die beiden obersten in der Ebene des optischen Längsschnittes des Objekts sich befanden, das unterste aber etwas mehr nach vorne zu gelegen war. Es muß dabei hervorgehoben werden, daß die Anfänge der Kristallbildung nicht an beliebigen Stellen der Schleimkappe auftreten, sondern daß sie an die Grenze zwischen Schleim und unverschleimter Membranpartie des Haarendes gebunden sind. Ein weiteres Stadium der Kristallbildung zeigt die Figur 50. Wenn die Kristalle schon ziemlich groß geworden sind, fällt es oft schwer, an ihnen noch deutliche Kristallformen zu erkennen. Es sei noch erwähnt, daß die Kristalle der unverschleimten Membran sehr fest aufsitzen, so daß sie durch die Einwirkung des Wassers nicht vom Cystidenende herabgelöst werden können. Wenn bei der Anfertigung der Schnitte zufällig durch die Messerschneide eine Kristalldruse abgerissen wird, so zeigt die unter den Kristallen gelegene Membranpartie oft eine auffallend dünnere Beschaffenheit.

Die Cystiden enthalten einen deutlich sichtbaren Protoplasmakörper, der einen großen Zellsaftraum umschließt und im Halsteil einen dichteren Belag bildet. Ihre Länge schwankt zwischen 25 und 35 μ, wobei sie etwa 7—15 μ über das Niveau der reifen Sporen emporragen.

6. *Inocybe trechispora* (Berk.) Sacc. und *I. petiginosa* (Fr.) Gillet.

Die Cystiden dieser beiden Arten gehören dem Typus von *Psathyrella consimilis* an. Sie unterscheiden sich von dieser Art nur dadurch, daß ihr Körper größer und schlanker ist (Länge 53—73 μ, Dicke 14—19 μ) und die Kalziumoxalat-Kristalle (besonders bei *I. trechispora*) eine schönere Ausbildung zeigen.

Bei *Inocybe trechispora* (gesammelt in Lunz, N.-Ö.) ließen sich die an den Cystidenenden ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen sehr gut nachweisen (Fig. 51). Der Tropfen war relativ groß, wo-

bei man deutlich im Innern der Flüssigkeit die Kristalldruse wahrnehmen konnte. Beim Übertragen in Wasser mischte sich der Tropfen sogleich mit diesem, so daß dann die Kristalle einer genaueren Untersuchung zugänglich wurden. In Figur 53—55 sind solche Kristalldrusen gezeichnet; die Kristalle waren hier vielfach in schönen Zwillingen ausgebildet (Fig. 54).

Die Cystiden von *I. petiginosa* (die untersuchten Exemplare habe ich in der Umgebung von Graz gesammelt) sind wegen der Beschaffenheit ihrer Schleimkappen von besonderem Interesse. Die Wand des Cystidenendes ist hier stark verdickt (Fig. 52) und läßt als äußerste Begrenzung oft ein der Kutikula entsprechendes Außenhäutchen erkennen. Bei der Untersuchung von Alkoholmaterial fand ich Cystidenenden, welche den Eindruck erweckten, daß hier die Verschleimung sich auf die mittlere Partie der verdickten Zellwand erstreckt. Ein solches Haarende (Alkohol-

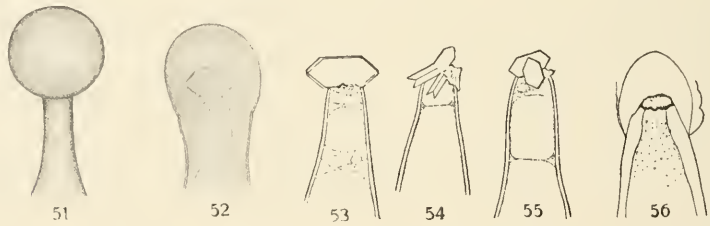


Fig. 51—56. *Inocybe trechispora* (51, Vergr. ca. 500; 53—55, Vergr. ca. 600) und *I. petiginosa* (52, 56, Vergr. ca. 800). Beschaffenheit des freien Cystidenendes.

material) ist in Figur 52 dargestellt. Besonders Figur 56 (Alkoholmaterial) scheint sehr dafür zu sprechen, daß bei der Verschleimung ein Außenhäutchen abgehoben und vielleicht später gesprengt wird oder schließlich ganz oder teilweise der Verschleimung anheimfällt. Doch konnte ich auch hier bisher nicht mit Sicherheit feststellen, wie weit an dem Zustandekommen dieser Häute des Alkoholmaterials die Wirkung des Alkohols beteiligt ist.

Massee hat in seiner Monographie der Gattung *Inocybe* (1904, S. 462) sich auch über die Cystiden geäußert. Die Cystiden (alle?) sollen von einer bräunlichen Masse gekrönt sein, die an ein Konglomerat kleiner Kristalle erinnert („brownish mass resembling a conglomeration of small crystals"). Diese am Cystidenende angehäufte Masse soll dadurch zustande kommen, daß die dünne Membran der Cystidenspitze zerfließt und dabei aus dem Innern der Cystide ein Schleim hervortritt. Bei feuchter Luft soll nun

dieser Schleim seine Beschaffenheit beibehalten — es bleiben dann viele Sporen an dem Schleime kleben —, bei trockener Luft jedoch verschrumpfen und dann nach dem Austrocknen in Wasser unlöslich werden. Speziesnamen sind a. a. O. nicht angeführt; aus der Tafelerklärung geht jedoch hervor, daß sich *I. geophylla* Karst. in dieser Weise verhalten soll. Die eben mitgeteilte Auffassung ist dadurch entstanden, daß von dem genannten Autor Befunde an normalen, unversehrten Organen mit Befunden an zufällig verletzten (geplatzten) Organen vermengt wurden, ohne daß bei der Deutung des Verhaltens der Cystiden diese beiden Kategorien auseinandergehalten wurden. Aus den von mir gemachten Beobachtungen geht hervor, daß in allen von mir untersuchten und hier geschilderten Fällen (nicht nur bei der Gattung *Inocybe*) das unverletzte Cystidenende von einer Schleimkappe (Membranschleim) gekrönt ist, ohne daß eine Perforation des Haarendes auftritt. Wenn eine solche Perforation vorhanden ist, ist sie ein Kunstprodukt. Es ist ja schon seit sehr langer Zeit bekannt, daß die Cystiden beim Einlegen in Wasser öfters an ihrem oberen Ende aufplatzen und daß dann ihr Inhalt nach außen entleert wird; gerade dieses Verhalten hat ja die älteren Forscher veranlaßt, die Cystiden als Behälter von „Spermatien" aufzufassen (vgl. De Bary 1884, S. 328, ferner Wettstein 1887, S. 10 u. 15, Fayod 1889, S. 255). Bei der natürlichen Wasserzufuhr aus dem Gewebe der Lamellen kommt jedoch ein solches Aufplatzen des Cystidenendes nicht zustande (vgl. auch Wettstein a. a. O.). Es wurde also von Massee der durch zufälliges Öffnen der Cystiden ausgetretene Inhalt mit dem stets vorhandenen Membranschleim der Membranaußenseite identifiziert. Das zufällige Aufreißen der dünnen Wandpartie wurde als regelmäßig eintretendes Zerfließen aufgefaßt. Auch scheint Massee die Ausscheidung von Kalziumoxalat übersehen zu haben, da er davon nichts erwähnt; dagegen glaube ich, daß die von ihm besprochenen „kristallähnlichen" Massen des Cystidenendes nur dem Vorhandensein echter Kristalle ihre Gestalt verdankten.

7. *Collybia esculenta* (Wulf.) Quél.

Die zu meinen Untersuchungen verwendeten Fruchtkörper von *Collybia esculenta* habe ich im Frühjahr 1910 in S. Michele a. E. (Südtirol) gesammelt. Ich fand sie häufig zwischen ganz kurzem Gras in einem kleinen Föhrenbestande.

An den Fruchtkörpern dieser *Collybia*-Art sind die Cystiden gleichmäßig über das ganze Hymenium verteilt. Ihre Länge beträgt 32—60 (im Mittel ca. 50) μ. Ihre Gestalt ist aus Figur 57 zu ersehen. Auch hier läßt sich ein Fuß, ein Bauchteil und ein Halsteil unterscheiden. Untersucht man dickere Schnitte von frischem Material in der auf Seite 474 und Seite 475 angegebenen Weise in feuchter Luft, so sieht man an der Spitze einer jeden Cystide einen stark lichtbrechenden, großen Tropfen von gelblicher Farbe (Fig. 60). Bringt man Schnitte, die man aus frischen Lamellen mit einem trocknen Messer anfertigte, auf einen Objektträger mit Wasser, so bemerkt man ebenfalls noch öfters

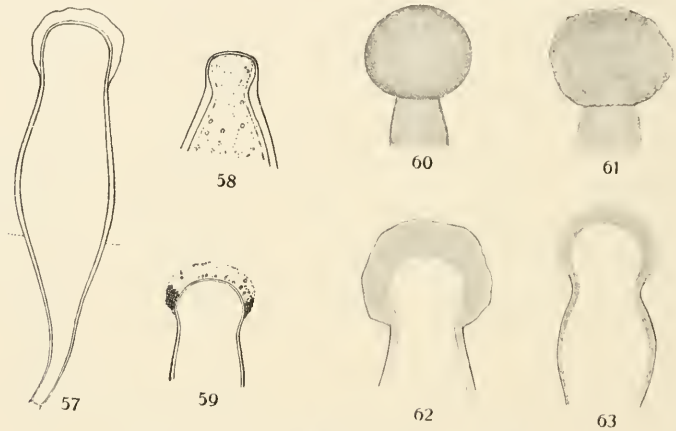


Fig. 57—63. *Collybia esculenta*. Cystiden.
Vergr. ca. 850 (57, 58, 63), 650 (59—61) und 900 (62).

diesen Tropfen an den Cystiden, doch zeigt er in Wasser eine stark körnige Oberfläche (Fig. 61). Allmählich lösen sich aber von dem Tropfen stark lichtbrechende Körnchen ab und von der ursprünglichen Umhüllung des Cystidenendes ist bald nichts mehr zu sehen. Vielfach zerfließt der Tropfen in Wasser so rasch, daß man ihn bei dieser Untersuchungsart überhaupt nicht zu Gesicht bekommt. An diesen Präparaten kann man den lebenden Inhalt gut erkennen: er besteht aus einem vakuolenreichen, körnigen Protoplasten. Untersucht man dagegen Schnitte in Alkohol, wobei man am besten schon beim Schneiden das Messer stark mit Alkohol benetzt, so sieht man, daß dem Ende einer jeden Cystide eine glashelle, nach außen scharf begrenzte, strukturlose Kappe von nahezu kugelförmiger Gestalt aufsitzt (Fig. 57 und 62). Wenn man zu den auf

diese Art angefertigten, erst kurze Zeit unter Deckglas in Alkohol befindlichen Schnitten vom Deckglasrande her Wasser zusetzt, so lösen sich die glashellen Kappen der Cystiden vollständig, sobald der Alkohol durch Wasser ersetzt ist. Das Kolloid dieser Kappe will ich aus denselben Gründen wie bei *Psathyrella disseminata* als „Schleim" bezeichnen. Liegen die Schnitte oder die ganzen Fruchtkörper längere Zeit in starkem Alkohol, so wird wie bei *Psathyrella disseminata* u. a. der Schleim in Wasser unlöslich. Bei Schnitten, die über ein Jahr in 95% Alkohol gelegen waren, zeigte sich, daß auch kalte verdünnte Mineralsäuren keine deutliche Veränderung der Schleimkappen hervorrufen konnten. Konzentrierte Mineralsäuren lösten in der Kälte langsam, beim Erwärmen dagegen rasch die Kappen auf und veränderten dabei in annähernd gleicher Weise die unverschleimte Wandpartie des Cystiden. Essigsäure hellt in konzentriertem Zustande die Kappen auf und macht sie anscheinend ein wenig quellen — doch konnte ich auch beim Erwärmen keine weitere Veränderung nachweisen. Natronlauge (1 : 1) löste die Kappen weder kalt noch bei längerer Einwirkung in erhitztem Zustande. Es zeigten also die in Alkohol „gehärteten" Kappen in ihrem Verhalten gegen Reagentien eine auffallende Ähnlichkeit mit der unverschleimten Zellwand der Cystiden. An diesen Kappen sieht man oft eine stärkere äußere Begrenzung (vgl. Fig. 62), welche wohl in gleicher Weise wie die Haut der Schleimkappen der Trichomhydathoden von *Psathyrella disseminata* ein durch die Einwirkung des Alkohols entstandenes Kunstprodukt darstellt. Doch wäre es nicht ganz ausgeschlossen, daß beim Verschleimungsprozeß in manchen Fällen die äußerste Lamelle der Chitinwand sich in mehr oder weniger unveränderter Beschaffenheit erhält und so eine scharfe Umgrenzung des gebildeten Schleimtropfens bewirkt. Häufig sieht man solche scharfen Konturen an jener Stelle, wo der untere Rand der Schleimkappe an die unveränderte Membran des Halsteils angrenzt. Dieses Bild könnte auch dadurch zustande kommen, daß die Verschleimung an dieser Stelle eine geringere ist, als am Scheitel des Organs, so daß dort der Schleim eine dichtere Beschaffenheit und damit eine deutlichere Außengrenze hätte. Damit würde auch das in Figur 59 dargestellte Verhalten übereinstimmen. Nach dem Übertragen eines frischen Schnittes in Wasser findet man, daß während der Auflösung der Kappe häufig die in ihr enthaltenen Exkrettröpfchen am Rande der Kappe länger erhalten bleiben, als am Scheitel, wo sie beim rascheren

Lösen des Schleims von den Strömungen in der Flüssigkeit früher fortgerissen werden. Daß dieser Schleim ein aus der Membran des Cystidenendes entstandener Membranschleim ist, kann an diesen Cystiden leicht durch die Möglichkeit einer künstlichen, streng lokalen Verquellung der im natürlichen Zustande noch unverquollenen Membranpartie des Cystidenendes gezeigt werden. Aus frischem Material angefertigte Schnitte zeigten nach der Behandlung mit heißer Natronlauge und Chlorzinkjod bei der Färbung mit geeigneten Anilinfarben (Kongorot) eine dicke, streng auf die Stelle der natürlichen Lagerung des Schleims beschränkte verquollene Haube (Fig. 63). Der ursprüngliche Schleimüberzug des Cystidenendes wird natürlich bei dieser Behandlung sogleich aufgelöst. An solchen Schnitten sah man an der eingeschnürten Stelle des Cystidenhalses ein scharf begrenztes Häutchen, das sich bis gegen den Bauchteil von der Wandung der Cystide abgehoben hatte. Dieses Verhalten könnte auch zugunsten der oben angeführten Erklärung der an manchen Cystidenkappen vorhandenen scharf ausgeprägten Kontur erwähnt werden. Die unterhalb des Bauchteils gelegene Membranpartie weist jedoch nach der Einwirkung der Quellungsmittel keine Gestaltsveränderung auf. Die unter der Schleimkappe befindliche Partie der Cystidenwand zeigte in manchen Fällen nach der Behandlung mit verdünnter Salzsäure eine bedeutend dünnere Beschaffenheit als die übrige Wand der Cystide (Fig. 58). An anderen Exemplaren konnte ich jedoch von einem solchen Dickenunterschied nichts oder nur sehr wenig wahrnehmen. Ich glaube, daß bei den Fällen, welche der Figur 58 entsprechen, diese Beschaffenheit dadurch bedingt ist, daß hier die Wand der Cystide im allgemeinen etwas dicker (2,5 μ) war, als bei jenen, welche diese Dickenunterschiede nicht so auffallend zeigten. In Übereinstimmung mit anderen klareren Befunden (*Peniophora glebulosa*, S. 486) muß dieses Verhalten so gedeutet werden, daß trotz der bei manchen Cystiden stärker ausgebildeten allgemeinen Wandverdickung stets das Cystidenende aus Gründen, die mit der Funktion als Hydathoden zusammenhängen, vollständig unverdickt bleibt.

Ich habe bereits von dem körnigen Aussehen gesprochen, das die Kappe bei der Untersuchung in Wasser zeigt, ehe sie der Auflösung anheimfällt. Bei diesem Lösungsprozesse sieht man sehr deutlich, daß dieses körnige Aussehen von sehr zahlreichen, dichtgedrängten Tröpfchen mit starkem Lichtbrechungsvermögen her-

rührt, welche in dem glashellen Schleim suspendiert sind und sich beim Auflösen des Schleims ringsum im Wasser verteilen. Zunächst verquillt dabei, wie schon erwähnt, der Kappenscheitel, worauf die Lösung des Schleims allmählich nach unten vorschreitet (Fig. 59). Wenn man zu Cystidenkappen, welche sich erst kurze Zeit in Wasser befinden, so daß der Schleim sich noch nicht gelöst hat, 95 % Alkohol zuführt, so kann man bei ununterbrochener mikroskopischer Beobachtung leicht wahrnehmen, daß sich die Tröpfchen, wenn das Wasser durch den Alkohol verdrängt ist, sehr rasch lösen und daß dabei die Schleimkappe vollständig durchsichtig wird. Der genaue Nachweis der chemischen Natur der erwähnten Tröpfchen bietet Schwierigkeiten, da die sonst für diesen Zweck verwendbaren Reagentien auch die Schleimkappe lösen und dadurch die nunmehr befreiten Tröpfchen der Beobachtung entziehen. Doch gelang es mir, diese Gebilde mit Alkannatinktur zu färben und ihre Unlöslichkeit in heißer Kalilauge festzustellen. Aus diesem Verhalten, sowie aus ihrer leichten Löslichkeit in Alkohol und Unlöslichkeit in Wasser muß darauf geschlossen werden, daß diese Tröpfchen von einem Harz oder einer harzähnlichen Substanz gebildet werden. Die Tröpfchen besitzen, wie mir schien, eine dickflüssige Beschaffenheit. Bei dieser Gelegenheit muß erwähnt werden, daß *Collybia esculenta* nur in Nadelwäldern wächst und daß ihre Fruchtkörper nach Bresadola (*Fungi Tridentini* II, 1892, S. 85) immer aus den im Boden befindlichen alten Koniferenzapfen entspringen. Vielleicht handelt es sich hier um ein Harz, das mit anderen Stoffen aus den Koniferenresten aufgenommen und dann nach größeren oder geringeren chemischen Umwandlungen wieder als Harz in den Cystiden zur Ausscheidung gelangt. Andere Substanzen habe ich in den Cystidenkappen dieser Art nicht gefunden.

Die Cystiden derselben Art hat auch Topin untersucht, doch stimmen die Angaben Topins mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen vielfach nicht überein. Topin führt an (1901, S. 19), daß jede der bauchigen Cystiden von *C. conigena* Fr. [= *C. esculenta* (Wulf) Quél.] an ihrem oberen Teile von einer lichtgelben, kugeligen Kappe mit sphärokristallinischer Struktur bedeckt ist. Diese Kappen sollen an die Sphärokristalle von *Phallus impudicus* (De Bary 1884, S. 12, Fig. 4) erinnern. Dementsprechend ist auch die von Topin gegebene Zeichnung ausgeführt. Eine solche Struktur habe ich an den Kappen von *C. esculenta* jedoch niemals beobachtet. Topin bespricht diese „Exkret-

kappen" bei den „depôts cireux" (S. 20). Merkwürdig ist, daß das, was hier über das Verhalten der Kappen gegen verdünnte Mineralsäuren und Natronlauge gesagt wird, nach meinen Untersuchungen nur für die in Alkohol gehärteten Schleimkappen paßt. Doch sagt Topin nichts von einer solchen Vorbehandlung mit Alkohol; auch spricht das von ihm angeführte Verhalten der Kappen gegen konzentrierte Essigsäure nicht für die Verwendung von Alkoholmaterial. Es wird erwähnt, daß nach der Behandlnng mit konzentrierter Essigsäure eine schleimartige Substanz mit ölähnlichen Tröpfchen zurückbleibt (oft soll auch eine Luftblase zurückbleiben!). Die Angaben über das chemische Verhalten der Tröpfchen stimmen größtenteils mit meinen Untersuchungsergebnissen überein; doch habe ich kein Verseifen der Tropfen durch heiße Natronlauge bewirken können. — Meine Ansicht über die Natur der Kappe unterscheidet sich also vor allem dadurch von der Meinung Topins, daß dieser anscheinend die ganze Kappe als Exkret auffaßt. Dabei bleibt mir überdies die von Topin erwähnte sphärokristallinische Struktur der Kappe unverständlich. Weiter will ich hier auf die Ausführungen Topins nicht eingehen.

8. *Galera tenuissima* (Weinm.) Gillet und *G. tenera* (Schaeff.) Quél.

An den Schneiden der Hymeniallamellen und an der Oberfläche des Fruchtkörperstiels von *Galera tenuissima* (aus Graz) fand ich zahlreiche Trichomhydathoden, die sich bei dieser Art dadurch auszeichnen, daß ihr gedrungener Körper die Gliederung in Fuß-, Bauch-, Hals- und Kopfteil unter allen von mir untersuchten Hydathoden am schärfsten ausgeprägt zeigt (Fig. 64). Ganz gleich verhält sich *G. tenera* (aus S. Michele a. E., Tirol). Die Haare des Fruchtkörperstiels beider Arten besitzen eine Länge von 20—25 μ, sind also relativ klein. Die Haare der Lamellenschneiden haben die gleiche Größe. Der Fuß des Haares ist kurz und verbreitert sich rasch in den Bauchteil, an dem das Organ eine Breite von etwa 9 μ erreicht. Der Bauchteil besitzt eine eiförmige Gestalt und verschmälert sich nach oben in den kurzen, dünnen, scharf abgesetzten Hals, der den fast kugeligen Kopfteil trägt. Der Durchmesser des Kopfteils beträgt meist etwa 4—5 μ, doch kommen auch etwas größere und kleinere Werte vor.

Die Flüssigkeitsausscheidung habe ich nur bei *G. tenuissima* untersucht. Bei dieser Art bilden die Hydathoden an den Lamellen-

rändern eine dichte, manchmal unterbrochene Leiste, an der man bei verhinderter Verdunstung und genügender Wasserzufuhr schon mit freiem Auge das Auftreten großer Tropfen (bis zu 0,5 mm Durchmesser) wahrnehmen kann. Auch an der Stieloberfläche sieht man unter den erwähnten Umständen häufig auffallend große Tropfen. Diese kommen dadurch zustande, daß die Tropfen zahlreicher, eng beisammen stehender Hydathoden sich zu gemeinsamen Tropfen vereinigen. Die Ausscheidung der Tropfen geht am apikalen Ende des Kopfteils vor sich (Fig. 67); die basale Hälfte des Kopfteils ragt aus dem Tropfen heraus. Auch diese Hydathoden bilden an der Austrittstelle der Flüssigkeit einen Membranschleim aus, von dessen Vorhandensein man sich leicht nach der auf S. 463 angegebenen Methode überzeugen kann. In Alkohol ist dieser Schleim unlöslich, weshalb man auch am Alkoholmateriale

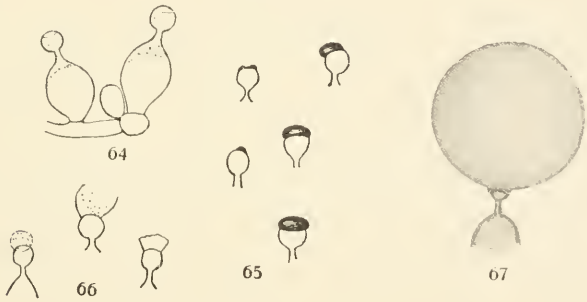


Fig. 64—67. *Galera tenera* (64—66) u. *G. tenuissima* (67). Hydathoden der Stieloberfläche und des Lamellenrandes. Vergr. ca. 650.

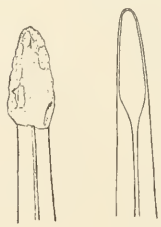
die Beschaffenheit dieser Schleimkappen gut untersuchen kann. In Wasser betrachtet zeigen die lebenden Haare einen vollständig glatten Kopfteil, weil sich der vorhandene Schleim sogleich im Wasser löst. Fixiert man (am besten etwas welkes) Material mit Alkohol, so kann man sehen, daß jedem Kopfteile eine laibartig geformte Schleimkappe aufsitzt (Fig. 65). Diese Kappe erscheint in Alkohol stark lichtbrechend. Nach längerem Verweilen in Alkohol verliert die Kappe ihre Löslichkeit in kaltem Wasser; doch wird die Kappe nicht so stark verändert, wie bei anderen von mir untersuchten Hydathoden, da man durch Aufkochen in Wasser die in Alkohol gehärteten Schleimkappen zum Quellen und an ihrem apikalen Teile zum Platzen bringen kann (Fig. 66). Die scharfe Kontur bleibt dabei an den seitlichen Partien der geplatzten Kappe

erhalten. Diese scharfe Begrenzung der in Alkohol fixierten Kappen stellt wohl auch hier ein Kunstprodukt dar, das durch die Behandlung mit Alkohol entsteht, da ich bei der Untersuchung des frischen Materials in Wasser keine Spur einer solchen Haut beobachten konnte.

9. *Peniophora glebulosa* (Fr.) Sacc. et Syd.

Bei der Gattung *Peniophora* kommen zweierlei Cystiden vor, „glatte" und „inkrustierte" Cystiden. Die glatten Cystiden besitzen an ihrem freien Ende eine unverdickte Membranpartie, während der übrige Teil der Cystidenwand stark verdickt ist. Eine solche unverdickte Membranstelle fehlt den inkrustierten Cystiden, wie z. B. *P. Aegerita* (Hoffm.) v. H. et L. (vgl. v. Höhnel u. Litschauer, 1907, S. 813, Fig. 7). Diese Art von Cystiden scheint mir einen eigenen Haartypus darzustellen, weshalb ich sie hier nur erwähnen will.

Im Hymenium von *Peniophora glebulosa* (Fr.) Sacc. et Syd.[1]) findet man die erwähnten glatten Cystiden in sehr großer Zahl. In ihrer Länge übertreffen sie alle von mir bisher beschriebenen Cystiden. Ich fand an dem von mir untersuchten Material Cystiden von 70 bis 110 (meist 85) μ Länge, die 40—55, oft sogar 85 μ über das Niveau der Basidien emporragten. Die größte Dicke der Haare betrug etwa 8 μ. Die Cystidenwand war ihrer ganzen Länge nach stark verdickt (größte Wandstärke 4 μ) und besaß am unteren, im Hymenium liegenden Teile sehr kurze, stumpfe Fortsätze von wurzelartiger Gestalt. Die Wand des freien Endes der Cystiden war dagegen stets dünnwandig (Fig. 69). An dieser Stelle (und manchmal von dort auch etwas weiter herab gegen die Haarmitte) waren die meisten Cystiden mit einem schleimartigen Überzug versehen, der verschiedene, zum Teil in Salzsäure lösliche Stoffe (wahrscheinlich Kalziumoxalat) enthielt (Fig. 68). An manchen Cystidenenden fehlte dieser Schleim (Fig. 69). In diesem Falle ist der ursprünglich wohl stets vorhandene Schleim wahrscheinlich nur zufällig abgestreift oder weggespült worden. In ihrem Aufbau



68 69

Fig. 68—69. *Peniophora glebulosa.* Beschaffenheit des freien Cystidenendes. Vergr. ca. 750.

1) Das aus Westfalen stammende getrocknete Material verdanke ich der Freundlichkeit von Prof. V. Litschauer-Innsbruck.

unterscheiden sich diese Cystiden also nicht wesentlich von den früher beschriebenen Typen, z. B. von *Psathyrella consimilis.*

Über die Flüssigkeitsabsonderung kann ich keine eigenen Beobachtungen anführen, da ich frisches Material noch nicht in den Händen hatte; doch sei hier auf das S. 455 dieser Arbeit wiedergegebene Zitat nach Massee hingewiesen. Auch wenn bei dieser Gattung noch keine Wasserabsonderung beobachtet worden wäre, müßte man doch aus der Beschaffenheit des Cystidenendes auf eine Einrichtung zur Erleichterung des Flüssigkeitsaustritts, also auf die Hydathodennatur dieser Haare schließen, besonders, wenn man sie mit den von mir beschriebenen Einrichtungen anderer Pilzhydathoden vergleicht.

Als Hydathoden stellen diese Haare einen vollkommenen Typus dar, weil die Stelle der Tropfenausscheidung durch die dünne Wandpartie des Haarendes genau eingegrenzt ist und diese Stelle sehr weit über das Niveau der Basidien emporragt. Noch mehr gilt letzteres von *P. chaetophora* v. H. et L., deren Cystiden bis 250 μ lang werden (vgl. v. Höhnel u. Litschauer, 1907, Fig. 1, S. 749).

Diese Cystiden sind deshalb sehr interessant, weil sie auch die Rolle von Schutzorganen übernommen haben, da das Hymenium dieser Familie sich vollständig frei entwickelt und nicht wie bei anderen Hymenomyceten durch sein Vorkommen an eingesenkten und dadurch geschützten Stellen des Fruchtkörpers die Ausbildung solcher Schutzorgane überflüssig macht. Diese Funktion wird durch die starke Verdickung der Zellwand ermöglicht. Überdies sind diese Cystiden (besonders bei Arten mit lockerem Hymenium) oft durch weit ausladende basale Fortsätze verankert, was sehr an das Verhalten vieler mechanisch wirksamer Haare der Phanerogamen erinnert. Für die Ausführung der ursprünglichen Funktion, der Hydathodentätigkeit, ist dabei durch die dünne Wand der Haarspitze in vollkommener Weise gesorgt.

III. Allgemeiner Teil.

Ausscheidungen von Flüssigkeitstropfen sind bei den höheren Pilzen schon lange Zeit bekannt. Zuerst hat J. Schmitz (1843, S. 472) die Ansicht ausgesprochen, daß die Tröpfchen, welche bei *Sphaeria carpophila* Pers. [= *Xylaria c.* (Pers.) Fr.] an den Stielen

der Stromata zu beobachten sind, nicht etwa von Taubildungen herrühren, sondern daß es sich hier um eine aus den Geweben des Pilzes austretende Flüssigkeit handelt. Im Laufe der Zeit wurde sowohl an vegetativen Teilen, als auch an den Fortpflanzungsorganen zahlreicher Pilzarten eine mehr oder weniger lebhafte Flüssigkeitsabsonderung beobachtet. Eine Zusammenstellung der darüber vorhandenen älteren Literatur (bis 1896) gibt Pfeffer in seinem Handbuch der Pflanzenphysiologie (1897, I, S. 256).

Als Grundlage für die Beurteilung der an den Hymenomycetenfruchtkörpern beobachteten Flüssigkeitsabgabe will ich zunächst auf das Verhalten der Mucoraceen-Sporangiumträger eingehen, weil hier die Verhältnisse ziemlich einfach sind. Die jungen Sporangiumträger dieser Familie dienen, während die Stielstreckung und damit die Emporhebung der Sporangiumanlage erfolgt, als Reservestoffbehälter. Die großen Wassermengen, welche zum Transporte der vom Mycel aufgenommenen und zubereiteten plastischen Bildungsstoffe gedient hatten, sowie diejenigen, welche beim Atmungsstoffwechsel entstehen, werden, soweit sie nicht wieder bei chemischen Vorgängen gebunden werden oder für die Vermehrung des Zellsaftes Verwendung finden, in die Zellmembran abgegeben, aus der sie dann durch Verdunstung rasch in die umgebende Luft übergehen oder zunächst, bei verhinderter Transpiration, in Tropfenform austreten. Solche Tropfen sieht man recht gut an der unteren Partie der Sporangiumträger von *Mucor*-Arten, die man auf feuchtem Pferdemist in geschlossenen Gefäßen kultiviert. Von der Art dieser Tropfenabsonderung gibt die von Brefeld (1881, IV, Taf. 2, Fig. 9) entworfene Zeichnung der Sporangiumträger von *Mucor mucilagineus* eine gute Vorstellung. Sehr bekannt ist in dieser Hinsicht die Flüssigkeitsabsonderung an den Sporangiumträgern von *Pilobolus*, von der Pfeffer (1897, S. 256, Fig. 37) eine gute Abbildung gegeben hat. Die ganze Oberfläche eines solchen Sporangiumträgers ist bei hinreichend großer Luftfeuchtigkeit von zahlreichen großen Flüssigkeitstropfen bedeckt. Bei *Pilobolus Kleinii* (Artengruppe im Sinne von Palla, 1909) habe ich diese Tropfen genau untersucht und dabei gefunden, daß sie außer den bereits von Pfeffer beobachteten Kristallen (Pfeffer, 1897, S. 256) beim Eintrocknen auf dem Objektträger auch eine Kolloid-Substanz zurücklassen. Wenn man einen solchen Tropfen auf einen reinen Objektträger bringt und dann das allmähliche Verdunsten des Lösungswassers bei schwacher Vergrößerung verfolgt, so sieht man, wenn man kurz vor

dem gänzlichen Vertrocknen mit einer feinen Nadel durch den nunmehr vollständig abgeflachten Tropfen fährt, daß er eine gelatinöse Beschaffenheit angenommen hat. Diese Kolloidsubstanz ist vollständig glashell, sehr leicht in Wasser löslich, jedoch unlöslich in Alkohol. In der glashellen Masse liegen dann die bereits von Pfeffer erwähnten farblosen Kriställchen. Das Kolloid ist seiner Entstehung nach als Membranschleim zu bezeichnen. Dieses wasserlösliche Kolloid wird natürlich ebenso wie die erwähnte, in Kristallen sich ausscheidende Substanz eine osmotische Saugwirkung auf das in der Zellwand imbibierte Wasser ausüben. Doch ist diese Saugwirkung nur von ganz untergeordneter Bedeutung, da ich nachweisen konnte, daß der Wasseraustritt bei den Sporangienträgern von *P. Kleinii* vor allem durch den Turgordruck erfolgt, daß also die Flüssigkeit ausgepreßt wird. Die Möglichkeit des Wasseraustrittes ist in diesem Falle eine Ventileinrichtung, die ein dauerndes Ansteigen des Turgordruckes und damit ein vorzeitiges Abschleudern des Sporangiums verhindert. Weiter will ich auf diese Erscheinung hier nicht eingehen, da ich die Absicht habe, an anderer Stelle darüber ausführlicher zu berichten. Dagegen ist mit Rücksicht auf das Verhalten der Hydathoden von *Coprinus radiatus* auf eine andere Eigentümlichkeit hinzuweisen. Es ist sehr auffallend, daß die an den Sporangiumträgern von *Pilobolus* ausgeschiedene Flüssigkeit sich nicht sofort gleichmäßig an seiner ganzen Oberfläche verteilt, sondern dauernd in isoliert stehenden Tropfen auftritt. Diese Tropfen haften mit einer kleinen Fläche an der Zellwand. Ein Zusammenfließen benachbarter Tropfen tritt erst dann ein, wenn bei der allmählichen Größenzunahme (in feuchter Luft) die Oberflächen zweier Tropfen einander berühren. Diese Erscheinung kommt bei *Pilobolus* dadurch zustande, daß die Außenfläche der Wand des Sporangiumträgers unbenetzbar ist. An den Hydathodenenden von *Coprinus radiatus* wird ein größerer Endtropfen abgeschieden und darunter noch kranzartig angeordnet eine oder mehrere Reihen kleinerer, getrennt stehender Tröpfchen (vgl. Fig. 35, 36, S. 471). Nur bei dieser Art wird, ähnlich wie bei *Pilobolus*, an den Hydathoden die Flüssigkeit gleichzeitig an mehreren Stellen der Oberfläche des einzelligen unverzweigten Organs ausgeschieden. Ob dieser Ausscheidung in getrennten Tropfen eine Bedeutung für den Wasserhaushalt der genannten Organismen zukommt, will ich dahingestellt lassen.

Bei den erwähnten Sporangiumträgern ist hinsichtlich der Wasserabgabe noch keine Arbeitsteilung eingetreten, da an allen Teilen eines solchen Sporangiumträgers, sowie am jungen Sporangium selbst unter den genannten Umständen die Ausscheidung von Flüssigkeitstropfen erfolgt. Es ist hier die Absonderung von Wasser eine Teilfunktion neben anderen ebenso wichtigen Funktionen des Organs. Bei den Hymenomycetenfruchtkörpern dagegen, die vielfach einen ziemlich komplizierten histologischen Aufbau besitzen, läßt sich dementsprechend auch hinsichtlich der Wasserabsonderung eine wohlausgeprägte Arbeitsteilung erkennen. An der Oberfläche des Stiels, des Hutes, sowie an den Hymenophoren lassen sich bei verschiedenen Arten wasserabsondernde Trichome nachweisen, für die sowohl der Ort des Auftretens, als auch Gestalt und Funktion bei der betreffenden Art konstant ist. Diese Haare sind am besten als Trichomhydathoden zu bezeichnen.

Alle Trichomhydathoden der Hymenomycetenfruchtkörper sind einzellige Organe, die in funktionierendem Zustande stets einen lebenden Protoplasmakörper besitzen. Hinsichtlich der Gestalt stellen die Trichomhydathoden von *Galera tenera* (Fig. 64, S. 485) den vollkommensten Typus dar: der Körper dieser Hydathoden ist eiförmig und verschmälert sich nach rückwärts in einen kurzen Fuß, der mit einer schmalen Querwand einer Hyphe aufsitzt. Den eiförmigen Teil, in dem das Organ seine größte Dicke erreicht, habe ich als Bauchteil bezeichnet. Dann folgt gegen das freie Haarende zu ein sehr stark verschmälerter Halsteil, dem der scharf abgegrenzte, kugelförmige Kopfteil (Haarende) aufsitzt. Die Absonderung von Flüssigkeit erfolgt hier an der obersten Partie (Scheitel) des Kopfteils. Wenn auch diese Gestalt an den Trichomhydathoden mancher Hymenomyceten weniger stark hervortritt, so läßt sich doch stets ein Bauchteil und ein Halsteil erkennen. Bei den Hydathoden des Hymeniums, den Cystiden (etwa von *Psathyrella consimilis)*, ist meist der Fußteil gut ausgebildet, weil sie mit diesem verschmälerten Teile ihres Körpers zwischen den Basidien eingefügt sind und mit diesem oft noch etwas unter das Niveau des Hymeniums hinabreichen. Bauchteil und Halsteil gehen bei diesen Cystiden allmählich ineinander über. Der Kopfteil ist meist nicht ausgeprägt, oder höchstens durch eine flache, kaum sichtbare Einschnürung vom Halsteile abgegliedert. Wenn das Cystidenende von hakenförmigen Fortsätzen gekrönt ist, kann man diese zum Kopfteile rechnen (vgl. Fig. 37 II, S. 322 in Zopf, 1890).

Bei den Trichomhydathoden der sterilen Fruchtkörperoberfläche überwiegt meistens der Halsteil, wie z. B. bei *Psathyrella disseminata* (Fig. 4, S. 460). Dadurch, daß an einem Bauchteile mehrere Halsteile entstehen, kommen die verzweigten Trichomhydathoden von *Coprinus ephemerus* (Fig. 26, 27, 28, S. 469) zustande.

Die im speziellen Teil dieser Arbeit angeführten Beispiele von Trichomhydathoden besitzen ohne Rücksicht darauf, ob sie an der sterilen oder (als Cystiden) an der fertilen Fruchtkörperoberfläche auftreten, hinsichtlich Bau und Funktion eine Anzahl wichtiger, gemeinsamer Merkmale. Diese lassen sich in drei Sätze vereinigen: 1. Die Absonderung von Flüssigkeit ist auf eine scharf umschriebene Stelle des Haarendes beschränkt. 2. Die Stelle der Flüssigkeitsabsonderung zeichnet sich dadurch aus, daß ihre Membran stets unverdickt bleibt, auch wenn die übrige Wand des Haares eine sehr starke Verdickung erfahren hat. 3. Im ausgeschiedenen Flüssigkeitstropfen ist stets eine Kolloidsubstanz gelöst, die aus der Membran des Haarendes infolge einer streng lokalen Verschleimung hervorgegangen ist. Diese Merkmale sollen in den folgenden Abschnitten ausführlicher erörtert werden.

Der Ort der Flüssigkeitsabsonderung ist die Spitze der Trichomhydathoden. Die ausgeschiedene Flüssigkeit bildet bei allen Cystiden und den einfachen Trichomhydathoden von *Psathyrella disseminata* und *Coprinus ephemerus* einen einzigen, genau axial oder nur wenig schräg aufsitzenden Tropfen. Die bedeutende relative Größe dieses Tropfens ist in den Figuren 1, S. 459 und 19 und 20, S. 467 sichtbar. Bei *Coprinus radiatus* kann außer dem endständigen, größeren Tropfen auch noch ein Kranz kleinerer Tröpfchen in einem geringen Abstande von der Haarspitze zur Ausscheidung gelangen (Fig. 35, 36, S. 471). Einen anderen Typus stellen die mehrarmigen Trichomhydathoden dar, die ich am Stiele der Fruchtkörper von *Coprinus ephemerus* gefunden habe. Hier entspringen einem Haarkörper oft zwei oder drei Haarschäfte, von denen jeder einen endständigen Flüssigkeitstropfen trägt. Diese Haarschäfte (Halsteile) stimmen mit den gleichen Teilen der einfachen Haare von *C. ephemerus* vollständig überein; auch in der Art der Flüssigkeitsabsonderung fand ich keinen Unterschied zwischen einarmigen und mehrarmigen Hydathoden. Letztere stellen somit hinsichtlich ihres Baues nur eine Vervielfältigung eines einfachen Hydathodenhaares dar (Fig. 26—28, S. 469).

Die Membran des wasserabsondernden Haarendes war bei allen von mir untersuchten Hydathoden der Hymenomyceten unverdickt. Dies kommt besonders bei denjenigen Arten sehr gut zum Ausdruck, deren Cystidenwand bei fortschreitendem Alter sich zu verdicken pflegt. Als Beispiel führe ich die Cystiden von *Peniophora glebulosa* (S. 486, Fig. 69) an, deren Cystidenende auch dann noch keine Wandverdickung besitzt, wenn die übrige Cystidenwand sich so sehr verdickt hat, daß das Zellumen des Halsteils nur mehr als schwacher Streifen sichtbar ist. Die Cystiden dieser Art (die oft eine Länge von über 100 μ erreichen) ragen 40—55 μ, ja oft noch höher über das Niveau der Basidien empor und bilden somit infolge ihres reichlichen Vorkommens jedenfalls einen wirksamen Schutz des vollkommen freiliegenden Hymeniums, wenn sich ihre Zellwand hinreichend stark verdickt hat. Diese Schutzwirkung steigert sich mit der Zunahme der Wandverdickung; eine allgemeine Wandverdickung tritt jedoch nicht ein, sondern die Haarspitze bleibt unverdickt, so daß die auf die Spitze des Haares beschränkte Wasserabsonderung durch diesen Prozeß nicht beeinträchtigt wird.

An dem geschützt liegenden Hymenium mancher Agaricaceen-Arten zeigen die Cystiden oft ebenfalls eine deutliche Wandverdickung, wenn sie auch den Grad der Verdickung der *Peniophora*-Cystiden bei weitem nicht erreichen. Diese Eigentümlichkeit wurde schon von Fayod (1889, S. 258) dadurch zu erklären gesucht, daß solche Cystiden infolge der in ihrem Innern vorhandenen osmotisch wirksamen Substanzen einen starken Druck auszuhalten hätten. Doch hat Fayod die Höhe des osmotischen Druckes nirgends angegeben. Auch die Cystiden von *Psathyrella consimilis* besitzen eine kräftige Zellwand mit einer unverdickten terminalen Stelle (vgl. S. 475 und 477). Diese Cystiden enthalten nach meinen eigenen Untersuchungen einen Zellsaft, dessen osmotischer Wert etwa 3,7 % KNO_3 beträgt. Dieser Gehalt entspricht einem Drucke von über 12 Atmosphären. Doch ist mir über die osmotischen Eigenschaften der Cystiden noch nicht soviel bekannt, um angeben zu können, ob auch wirklich ein Turgordruck von solcher Höhe in den Cystiden zustande kommt. Wenn letzteres wirklich der Fall wäre, würde sich die dicke Beschaffenheit der Wand des Bauchteils auf diese Weise sehr leicht erklären lassen, zumal dieser ja oft frei über das Niveau der übrigen Elemente des Hymeniums emporragt, also gerade in der durch den tangentialen Zug am meisten be-

anspruchten Wandpartie keine Unterstützung durch den Gegendruck benachbarter Zellen erhält. Auch die Cystiden von *Collybia esculenta* (Fig. 58, S. 480) und besonders die von *Panus rudis* (hier nicht eigens besprochen) zeigen einen solchen Unterschied in der Dicke der Zellwand des Bauchteils und des Cystidenendes.

In allen von mir untersuchten Fällen ist die Membran der Hydathoden an jener Stelle, welche den ausgeschiedenen Tropfen trägt, verschleimt. Dieser Membranschleim läßt sich entweder dadurch nachweisen, daß man die ausgeschiedenen Tropfen auf Deckgläser überträgt und dann eintrocknen läßt, oder dadurch, daß man frisches Material etwas welken läßt und dann in absoluten Alkohol legt. Es empfiehlt sich deshalb nicht, Material mit lebhafter Wasserausscheidung gleich direkt in Alkohol zu geben, weil der stark verdünnte Schleim der Hydathodenenden durch die im Alkohol auftretenden Strömungen hinweggespült wird, während er in etwas konzentrierterem Zustande an Ort und Stelle ausgefällt wird und dadurch für die Untersuchung erhalten bleibt. Dieser Schleim trocknet an den Haarenden entweder glatt ein, wie an den Trichomhydathoden von *Psathyrella disseminata* (wie Fig. 2 und 3, S. 459), oder er nimmt beim Eintrocknen eine runzelige Oberfläche an, so daß er dann von einem vielfach gefalteten Häutchen eingeschlossen zu sein scheint. Letzteres ist bei *Coprinus ephemerus* der Fall (Fig. 21—24, S. 467). Um die dickflüssige Konsistenz der eintrocknenden Tropfen zu zeigen, kann man die auf ein Deckglas oder einen Objektträger übertragenen Tropfen kurz vor dem gänzlichen Vertrocknen mit einer Nadel ritzen, wobei man am besten diese Manipulation unter Anwendung einer schwachen Vergrößerung unter dem Mikroskop vornimmt. Bei *Psathyrella disseminata* läßt sich dies auch in der Weise zeigen, daß man an einem auf dem Objektträger frei liegenden Fruchtkörper einen von zwei Haarenden festgehaltenen Tropfen betrachtet, während das in ihm vorhandene Wasser allmählich verdunstet. Der ursprünglich kugelige oder eiförmige Tropfen nimmt nach und nach eine Sanduhrform an, bis er schließlich in der Mitte durchreißt: nach diesem Durchreißen kann man bemerken, daß die beiden kegelförmigen Teilstücke dieses Tropfens diese Gestalt noch durch mehrere Sekunden beibehalten, um langsam eine birnförmige Gestalt und schließlich Kugel- und Halbkugelform anzunehmen. Es kann aber auch sein, daß sich der Tropfen zunächst verkleinert und daß dann die Trennung direkt an einem Haarende erfolgt: auch in diesem Falle bleibt die nach

dem Abreißen entstehende Birngestalt des Tropfens durch einige Sekunden sichtbar (vgl. die Figuren 2 und 3, S. 459). Bei dieser Untersuchung ist gleichzeitig zu sehen, daß der Tropfen ziemlich fest an den Haarenden haftet, da sonst kein Durchreißen des Tropfens erfolgen könnte.

Es ist naheliegend, danach zu fragen, ob nicht auch hier, ähnlich wie bei verschleimenden Haarzellen der Phanerogamen, die Abhebung einer Art von Cuticula vor sich geht. Das Alkoholmaterial der Hydathoden von *Psathyrella disseminata* schien dafür zu sprechen, doch bin ich jetzt zur Ansicht gekommen, daß es sich bei den hierfür in Betracht kommenden Bildern um ein bei der Alkoholeinwirkung entstehendes Kunstprodukt handelt. Am ehesten würde noch der Befund an den Cystiden von *Inocybe petiginosa* dafür sprechen; doch bin ich auch hier zu keinem sicheren Resultate gelangt, so daß vorläufig diese Frage offen bleibt.

Über die chemische Natur des Membranschleimes dieser Hydathoden läßt sich nicht viel aussagen. Er ist in Wasser, Mineralsäuren und Alkalien sehr leicht löslich, wird aber aus der wässerigen Lösung durch Alkohol ausgefällt. Diese Eigentümlichkeit hat er mit den bis jetzt (freilich nur sehr ungenau) bekannten Pilzschleimen gemeinsam (vgl. darüber Zellner, 1907, S. 118). Bei längerem Liegen in Alkohol verliert er seine Löslichkeit für Wasser vollständig und ist dann auch in starken Mineralsäuren nur beim Erwärmen rasch löslich. In diesem „gehärteten“ Zustande erinnert er in seinem Verhalten gegen Lösungsmittel vielfach an die Chitinmembran der Pilzhyphen. Leider sind diese Objekte zu zart, um in den gehärteten Schleimkappen einen Chitinnachweis nach Wisselingh ausführen zn können.

Die Frage, ob der von mir beobachteten Schleimbildung der Pilzhydathoden im allgemeinen eine ökologische Bedeutung zukommt, kann nicht unbedingt bejaht, aber auch nicht ohne weiteres verneint werden. Es ist möglich, daß der eben besprochene Schleim immer dann entsteht, wenn sich an sonst undurchlässigen Chitinmembranen für Wasser durchlässige Stellen bilden. Der Schleim wäre dann als ein bei diesem Prozeß entstehendes Abfallsprodukt aufzufassen. Dabei könnte sich aber trotzdem die Schleimbildung in vielen Fällen als eine im Haushalte der Pflanze wertvolle Eigentümlichkeit erweisen. So wird durch die streng lokale Verschleimung des Haarendes ermöglicht, daß der ausgeschiedene Wassertropfen genau an der Spitze der Hydathode festgehalten

wird, da dieser durch den in ihm gelösten Membranschleim eine mehr dickflüssige Beschaffenheit erhält, so daß ein Verfließen des Tropfens von der Spitze weg gegen den Halsteil zu bedeutend erschwert wird. Dazu kommt noch, daß ein Flüssigkeitstropfen an einer Membranstelle, welche nach außen in eine schleimige Beschaffenheit übergeht, leicht festgehalten wird. Dieses Haften an der verschleimten Stelle wird auch durch das früher (Fig. 2 und 3, S. 459 und S. 493) geschilderte Verhalten beim Verdunsten eines von zwei Haarenden festgehaltenen Tropfens gezeigt. Ein Wegfließen des ausgeschiedenen Tropfens dürfte auch dadurch verhindert werden, daß der Membranschleim vielfach an der Grenze zwischen der verschleimten und unverschleimten Membranpartie des Haarendes eine dichtere Beschaffenheit zu besitzen scheint; dafür spricht besonders das Verhalten der Cystiden von *Collybia esculenta* (Fig. 57, 59, S. 480). Eine Einrichtung zum Festhalten der Tropfen an der Hydathodenspitze erscheint sofort als ein unbedingtes Erfordernis, wenn solche Haare zwischen den Basidien angeordnet sind. Soviel ich weiß, wurde an den Basidien der Agaricaceen niemals an der den Sterigmen zugekehrten Wandpartie irgendwelche Absonderung von Flüssigkeit oder anderer Stoffe beobachtet (vgl. auch Topin 1901, cap. IV, S. 25). Solche Ausscheidungen würden auch die normale Ablösung der reifen Sporen verhindern oder doch wenigstens vielfach ungünstig beinflussen. Wenn sich also Hymenialelemente als Hydathoden ausbilden, so muß auch dafür gesorgt sein, daß die Flüssigkeit hinreichend hoch über dem Niveau der Basidien ausgeschieden und während ihres allmählichen Verdunstens und der fortdauernden Erneuerung in dieser Lage festgehalten wird. Nach diesen Gesichtspunkten ist auch die ausschließliche Anordnung der Hydathoden an der Lamellenschneide (was bei zahlreichen Arten, z. B. *Galera tenera* der Fall ist) ein großer Vorteil.

Ich habe mich in den vorliegenden Zeilen hauptsächlich auf die Anführung der charakteristischen anatomischen Details beschränkt und diese mit meinen eigenen Beobachtungen über die Tätigkeit dieser Organe, sowie mit unserem bisherigen Wissen über den Wasserhaushalt der Hymenomyceten-Fruchtkörper in Einklang zu bringen gesucht. Es ist jedoch noch von größter Wichtigkeit, auch die Mechanik der Flüssigkeitsabsonderung klarzustellen. Da ich die Untersuchungen über die Pilzhydathoden in dieser Hinsicht noch fortzusetzen beabsichtige, so habe ich die Darlegung dieser Verhältnisse einer späteren Publikation vorbehalten.

Über den Wasserhaushalt der Hymenomyceten-Fruchtkörper ist nur sehr wenig bekannt. Den Stand unserer Kenntnisse hat Lakon (1907) im Zusammenhang mit den Ergebnissen seiner Untersuchungen über *Coprinus plicatilis* zusammengefaßt. Durch diese Arbeit wurde festgestellt, daß für die Ausbildung der Fruchtkörper der genannten Art „die Transpiration als eine der wichtigsten Bedingungen in Betracht kommt und daß alle anderen, früher hierfür verantwortlich gemachten Faktoren nur mittelbar von Bedeutung sind, nämlich nur soweit, als sie zur Herbeiführung einer gesteigerten Transpiration beitragen" (Lakon 1907, S. 171 f.). Leider hatte ich noch nicht Gelegenheit. den Bau der Fruchtkörper von *C. plicatilis* genauer untersuchen zu können. Die Ausbildung von Hydathoden an den Fruchtkörpern von *C. ephemerus* und *C. radiatus* läßt darauf schließen, daß auch diese Fruchtkörper größere Mengen von Wasser abzugeben haben, deren sie sich durch die Transpiration allein an ihrem feuchten Standorte nicht entledigen können. Jedenfalls hoffe ich, in der nächsten Zeit das Transpirationsbedürfnis der erwähnten *Coprinus*-Arten auf experimentellem Wege feststellen zu können.

Einem solchen Transpirationsbedürfnisse würde die Lage der ausgeschiedenen Tropfen und die Art der Anordnung der Hydathoden vielfach entgegenkommen. Die Ausbildung zahlreicher lebender Haare bedingt an und für sich schon durch die dabei erzielte Oberflächenvergrößerung eine Erleichterung der Transpiration. Betrachtet man in dieser Hinsicht z. B. einen Fruchtkörper von *Coprinus radiatus*, so ergibt sich folgende Erwägung: Alle Teile der Fruchtkörperoberfläche geben Wasserdampf an die umgebende Luft ab. Es muß demnach die Luft unmittelbar an der Oberfläche des Fruchtkörpergewebes die größte Feuchtigkeit besitzen. Durch ein Emporheben des ausgeschiedenen Tropfens über das Niveau größter Luftfeuchtigkeit wird eine Beschleunigung in dem Verdampfen des ausgeschiedenen Wassers hervorgerufen, was besonders bei hygrophiler Lebensweise sehr in Betracht kommt. Das wird besonders bei einem jungen Fruchtkörper zutreffen, der sich noch nicht im Stadium der raschen Stielstreckung befindet und sich deshalb noch nicht sehr viel über die feuchte Oberfläche des Substrats (Pferdemist) erhoben hat. Dazu kommt noch, daß durch die Ausbildung dünnwandiger Haare, deren Tropfenausscheidung an eine streng abgegrenzte kleine Fläche des Haarendes gebunden ist, die durch die Ausbildung von Haaren vergrößerte tran-

spirierende Fruchtkörperoberfläche bei der Wasserabsonderung nicht wesentlich verkleinert wird.

Die Cystiden und die „Cystidiformzellen" des Lamellenrandes sind die Hydathoden des Hymeniums. Sind die wasserabsondernden Organe des Hymeniums größtenteils oder ausschließlich am Rande der Hymenophore angeordnet, was bei vielen Arten der Fall ist, so wird dadurch ein rascheres Verdunsten der ausgeschiedenen Flüssigkeit ermöglicht. Wird aber durch große Luftfeuchtigkeit und niedere Temperatur die Verdunstung der Tropfen verhindert, so vereinigen sich bei fortschreitender Größenzunahme die benachbarten Tropfen, so daß dann große, nach abwärts hängende Flüssigkeitsperlen zustande kommen, die sich weiterhin zu kontinuierlichen Flüssigkeitssäumen der Lamellenränder vereinigen können. An den Lamellen der Fruchtkörper von *Hypholoma lacrimabundum* findet man aber außer den Hydathoden der Lamellenschneide auch auf der Fläche der Hymenophore Hydathoden, die aber fast immer in Gruppen so eng beisammen stehen, daß bei lebhafter Wasserabsonderung die einzelnen Flüssigkeitstropfen einer Cystidengruppe zu einem einheitlichen großen Tropfen sich vereinigen, der dann in ähnlicher Weise, wie ich das auch bei *Galera tenuissima* beschrieb, von einer größeren Anzahl von Haaren festgehalten wird. Der an den Rändern der Hymenophore oft sehr reichlich ausgeschiedenen Flüssigkeit verdankt wohl *Hypholoma lacrimabundum* seinen Namen.

Wie bei den Hydathoden der Gefäß-Pflanzen (vgl. Haberlandt 1909, S. 453) nicht reines Wasser ausgeschieden wird, so werden auch aus den Hydathoden der Hymenomycetenfruchtkörper mit dem Wasser verschiedene andere Stoffe abgegeben. Deshalb scheidet sich an der Grenze zwischen dem Schleim und der verschleimenden Membranpartie vielfach Kalziumoxalat aus, das dort oft in sehr schönen Kristallen abgelagert wird. Als Beispiele habe ich *Psathyrella consimilis* und zwei *Inocybe*-Arten beschrieben, wobei ich besonders auf die schönen Zwillingskristalle der Cystidenkappen von *I. trechispora* (S. 478, Fig. 53—55) hinweisen möchte. In anderen Fällen enthalten die Schleimkappen harzähnliche Stoffe in Form kleiner Tröpfchen, wie bei *Collybia esculenta*. Das Auftreten dieser Stoffe im Schleime der Cystidenkappen erinnert unwillkürlich an das Auftreten von Harzen und ätherischen Ölen in den von Tschirch als „resinogene Schichte" bezeichneten Schleimbildungen der Phanerogamendrüsen. Ob diese Ähnlichkeit nicht

nur eine äußere ist, muß durch weitere Untersuchungen klargestellt werden.

In den zuletzt genannten Fällen haben die Hydathoden ihre Funktion erweitert und in ausgedehnterem Maße als Nebenfunktion die Abscheidung von Endprodukten des Stoffwechsels übernommen. Ein eigentlicher Funktionswechsel — wenn auch nur im Verlaufe der Ontogenese — tritt nur dann ein, wenn, wie bei manchen Corticieen (*Peniophora glebulosa*, vgl. S. 486 f. und 492) die Cystiden auch eine mechanische Funktion zu erfüllen haben. Wenn diese Cystiden bei ihrem Altern schließlich auch die Hydathodenfunktion nicht mehr ausführen können, so vermögen sie dann doch noch (selbst in abgestorbenem Zustande) infolge ihrer großen Länge und der stark verdickten Zellwand als Schutzhaare des vollkommen freiliegenden Hymeniums zu dienen. Bei der Erneuerung des Hymeniums werden die alten Cystiden von den neuen Hymenialelementen vollständig überwachsen, so daß sie dann auch noch (nach Art der Spongiennadeln) zur Festigung des Fruchtkörpergewebes beitragen können. Damit ist ein vollständiger Funktionswechsel eingetreten.

Die Cystiden von *Coprinus atramentarius* und einiger anderer *Coprinus*-Arten sind jedoch im Gegensatz zu allen anderen Cystiden keine Hydathoden. Ob auch dieser Cystidentypus aus Hydathoden sich entwickelt hat, könnte nur durch vergleichende Untersuchung zahlreicher *Coprinus*-Arten festgestellt werden. Bezüglich der Auffassungen über die Bedeutung dieser Organe verweise ich auf meine Ausführungen auf S. 454 dieser Arbeit.

Stellt man die Hydathoden der Phanerogamen den von mir beschriebenen Pilzhydathoden gegenüber, so zeigt sich, daß diese mit den aktiven (epidermalen) Hydathoden der ersteren verglichen werden können. Die Einzelligkeit haben die Pilzhydathoden mit den epidermalen Hydathoden von *Gonocaryum pyriforme* und *Anamirta Cocculus* (vgl. Haberlandt, 1909, S. 445) gemeinsam. Auch darin zeigt sich ein gemeinsames Merkmal, daß an der Austrittsstelle des Wassers die Zellmembran verschleimt. Doch besitzen die Pilzhydathoden keine durch die Verschleimung hervorgerufene Öffnung an der Spitze (wie bei *Gonocaryum pyriforme*), sondern die Flüssigkeit dringt durch eine geschlossene Schleimmembran nach außen. Während ferner die einzelligen Hydathoden der Phanerogamen im Niveau der Epidermiszellen liegen, sind die Hydathoden der Pilze

als Trichome entwickelt, so daß sie über das Niveau der Fruchtkörperoberfläche emporragen.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Gleich den Hygrophyten unter den höheren Pflanzen besitzen auch viele Fruchtkörper der Hymenomyceten eigene Organe für die Absonderung von Wasser in tropfbarflüssiger Form. Diese Organe (Hydathoden) können an der sterilen Oberfläche des Fruchtkörpers, aber auch an den Hymenophoren zur Ausbildung gelangen. Von dieser Region der Fruchtkörper sind die Hydathoden schon seit langer Zeit (unter der Bezeichnung Cystiden) bekannt, doch hat man bisher die Hauptfunktion dieser Organe, die Hydathodenfunktion, übersehen. Die Cystiden sind, wie alle hier beschriebenen Hydathoden, einzellige Haare, die an ihren Enden Flüssigkeitstropfen abscheiden. Diese Tropfen bestehen zum größten Teile aus Wasser, enthalten aber auch Endprodukte des Stoffwechsels und einen aus der Membran des Haarendes hervorgegangenen, in Wasser leicht löslichen Schleim. Die Hydathoden des Hymeniums sind entweder gleichmäßig über die ganze Fläche des Hymeniums verteilt oder nur am freien Rande der Hymenophore ausgebildet.

Die Hydathoden der sterilen Fruchtkörperoberfläche unterscheiden sich in ihrem Baue in keinem wesentlichen Punkte von den Hydathoden des Hymeniums. Auch die Flüssigkeitsabsonderung erfolgt in gleicher Weise. Doch konnte ich typische Hydathoden der sterilen Fruchtkörperoberfläche nur bei wenigen Arten nachweisen, während Hydathoden des Hymeniums bei sehr vielen Arten vorkommen.

Die Trichomhydathoden der Hymenomyceten besitzen ein engbegrenztes Längenwachstum. Dadurch weichen sie von anderen freien Hyphenenden der Fruchtkörperoberfläche (z. B. der „Rhizoiden“) wesentlich ab. Aber auch ihre Gestalt zeigt einige charakteristische Eigentümlichkeiten. An den am weitesten differenzierten Trichomhydathoden konnte ich einen Fußteil, einen Bauchteil, einen Halsteil und einen Kopfteil unterscheiden. Bauchteil und Halsteil sind wohl immer ausgebildet. Der Fußteil ist am besten bei den Cystiden entwickelt, da diese mit dem Fußteil zwischen den Elementen des Hymeniums stecken; bei den Hydathoden der sterilen Fruchtkörperoberfläche fehlt er dagegen häufig. Auch der Kopfteil ist nicht bei allen Hydathoden gleich gut ausgeprägt. Die

Flüssigkeitsabsonderung und Schleimbildung erfolgt an der äußersten Partie (Scheitel) des Haares, hier ist bei Cystiden mit stark verdickten Zellwänden eine unverdickte Membranstelle (also eine Art Tüpfel mit nach außen verschleimter Schließhaut) vorhanden.

Neben der Hauptfunktion erfüllen manche Hydathoden als Nebenfunktion in ausgedehnterem Maße noch die Abscheidung von Endprodukten des Stoffwechsels. In diesem Falle tragen die Hydathoden oft sehr schön ausgebildete Kristalldrusen von Kalziumoxalat. An allseitig freiliegenden Hymenien (Corticieen) können die Hydathoden infolge allmählicher Dickenzunahme der Zellwand in späteren Stadien der Entwicklung auch als Schutzorgane des Hymeniums dienen, also neben der Hydathodenfunktion auch eine mechanische Funktion erfüllen.

Die einzigen Cystiden, welche von dem allgemeinen Typus abweichen, sind die Cystiden einiger *Coprinus*-Arten. Sie sind keine Hydathoden; ihre Funktion ist jedoch trotz mancher Versuche noch immer nicht aufgeklärt.

Graz, Anfang Dezember 1911.

Literatur-Verzeichnis.

Bary, A. de (1884), Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Leipzig, 1884.

Brefeld, O. (1877, 1881), Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, III., IV. Heft. Leipzig, 1877 u. 1881.

Bresadola, G. (1892), Fungi Tridentini novi vel nondum delineati. 2 Vol., c. 217 tab., Tridenti, 1881—1900.

Buller, A. H. R. (1910). The function and fate of the cystidia of *Coprinus atramentarius*, together with some general remarks on *Coprinus* fruit-bodies. Annals of botany, vol. XXIV, No. XCVI, p. 613—629, w. pl. 50, 51; 1910.

Fayod, V. (1889), Prodrome d'une histoire naturelle des Agaricinées. Annales des sciences naturelles, VII. sér., tom. IX, p. 182—411, pl. 6, 7; 1889.

Haberlandt, G. (1909), Physiologische Pflanzenanatomie, 4. Aufl., Leipzig, 1909.

Höhnel, F. v. und Litschauer, V. (1907), Beiträge zur Kenntnis der Corticieen (II. Mitteilung). Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, math.-nat. Kl., CXVI B, Abt. I, S. 739—852, m. 4 Taf., 1907.

Lakon, G. B. (1907), Die Bedingungen der Fruchtkörperbildung bei *Coprinus*. Annales mycologici, V, N. 2, S. 155—176; 1907.

Massee, G. (1904), A monograph of the genus *Inocybe* Karsten. Annals of botany, XVIII, N. LXXI, p. 459—504, w. pl. 32: 1904.

— (1906), A textbook of Fungi. London, 1906.

1

2

3

4

5

6

Palla, E. (1900), Zur Kenntnis der *Pilobolus*-Arten. Österr. botan. Zeitschrift, 1900, Nr. 10, m. 1 Taf.

Patouillard, N. (1887), Les Hyménomycètes d'Europe. Paris, 1887.

Pfeffer, W. (1897), Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. Leipzig, 1897—1904.

Schmitz, J. (1843), Über das Wachstum von *Sphaeria carpophila* Pers. Linnaea, Bd. XVII, Jahrg. 1843.

Seynes, J. de (1863), Essai d'une flore mycologique de la région de Montpellier et du Gard. Avec 5 planches et 1 carte. Paris, 1863.

Topin, J. (1901), Notes sur les cristaux et concrétions des Hyménomycètes et sur le rôle physiologique des cystides. Thèse pharm. Paris. Avec 4 pl. St. Germain-en-Laye, 1901.

Wettstein, R. v. (1887), Zur Morphologie und Biologie der Cystiden. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, mathem.-nat. Kl., Bd. XCV, Abt. I, S. 10—21, m. 1 Taf.; 1887.

Zellner, J. (1907), Chemie der höheren Pilze. Leipzig, 1907.

Zopf, W. (1890), Die Pilze, in A. Schenk, Handbuch der Botanik, IV. Breslau, 1890.

Figuren-Erklärung.

Tafel VI. (Mikrophotographien.)

Fig. 1. *Psathyrella disseminata.* Längsprofil eines jungen Fruchtkörpers mit Trichomhydathoden. Vergr. ca. 15.

Fig. 2. *Psathyrella disseminata.* Stück des Fruchtkörperstiels (im Längsprofil) mit Hydathoden. An der linken Seite sind die von den Hydathoden ausgeschiedenen Tropfen teils verdunstet, teils abgestreift; die rechte Seite zeigt die großen Schleimtropfen der Hydathodenenden. Vergr. ca. 30.

Fig. 3. *Coprinus ephemerus.* Junger Fruchtkörper (auf Pferdemist) mit Hydathoden. Tropfen größtenteils verdunstet (Längsprofil). Vergr. ca. 25.

Fig. 4. *Coprinus ephemerus.* Stück des Fruchtkörperstiels (Längsprofil) in der feuchten Luft des Kulturgefäßes. Die Hydathoden tragen große Tropfen. Vergr. ca. 25.

Fig. 5. *Coprinus radiatus.* Oberer Teil eines jungen Fruchtkörpers (Längsprofil) mit Hydathoden. Tropfen verdunstet. Vergr. ca. 20.

Fig. 6. *Psathyrella consimilis.* Rand der Lamelle eines Fruchtkörpers im Stadium der Sporenaussaat (Präparat in feuchter Luft, lebend). Die Enden der Hydathoden (Cystiden) sind von einer deutlich sichtbaren Schleimkappe bedeckt. Vergr. ca. 150.