

## Membranaggregate und Filamente in den Zystiden von *Volvariella bombycina*

CH. THIELKE

Institut für Pflanzenphysiologie und Zellbiologie  
der Freien Universität Berlin  
D-1000 Berlin 33, Königin-Luise-Straße 12-16a

Eingegangen am 5.10.1982

Thielke, Ch. (1982) – Membrane aggregates and filaments in cystides of *Volvariella bombycina*. Z. Mykol. 49(2): 257–264.

**Key Words:** *Volvariella*, cystides, membrane complex, filament, hydathode.

**Abstract:** In young fruitbodies of *Volvariella bombycina* the pleurocystides in adjacent lamellae often develop in an opposite position. When later the basidia are ripening these special cells behave like hydathodes. During this stage they contain obvious complexes of cisternes besides bundles of filaments.

**Zusammenfassung:** In jungen Fruchtkörpern von *Volvariella bombycina* entwickeln sich die Pleurocystiden benachbarter Lamellen oft in opponierter Stellung. Wenn die Basidien später heranreifen, verhalten sich diese Zellen wie Hydathoden. In diesem Stadium enthalten sie auffällige Komplexe von Zisternen und daneben filamentöse Büschel.

Die Vertreter der Gattung *Volvariella* besitzen relativ große, flaschenförmige Zystiden, die an den Lamellen sowohl als Pleuro- als auch als Cheilozystiden auftreten können. Beide haben etwa den gleichen Habitus, die Cheilozystiden sind jedoch etwas länger, stehen dichter beieinander und entwickeln sich früher. In einem Hymenium, dessen Basidien zu reifen beginnen, zeigen sie relativ große Vakuolen, weisen daneben aber auch ein stark lichtbrechendes Material auf und sehen dadurch den früher beschriebenen Chrysozystiden von *Stropharia rugosoannulata* Farlow ex Murr. (Thielke, 1972) und von *Hypholoma fasciculare* (Huds. ex Fr.) Kummer (Thaler u. Gailhofer, 1981) ähnlich, zeigen aber nicht die kennzeichnenden Reaktionen mit Alkalien und mit Sulfbenzaldehyd. Diese Partikel sind jedoch mit Janusgrün, Toluidinblau und mit Lugol'scher Lösung darstellbar. Da die Funktion solcher Zystiden immer noch unterschiedlich diskutiert wird (Clémencçon, 1972 a u. b), war es von allgemeinerem Interesse, ihre Entwicklung sowie den Feinbau ihres Zellinhaltes bei diesem Objekt kennenzulernen.

### 1. Material und Methoden:

Der hier vorwiegend benutzte Stamm von *Volvariella bombycina* (Schaeffer ex Fr.) Singer (CBS Baarn 367.33) wurde auf Häcksel aus Weizenstroh bzw. auf Zeitungspapier mit einem Vitaminzusatz aus V-8-Gemüsesaft + 0,5 % Hefeextrakt (Thielke, 1982) herangezogen. Auf diesem Substrat erfolgte die Fruktifikation unter sterilen Bedingungen nach 3–4 Monaten. Die Fruchtkörper erreichten dabei eine Größe, die der des Freilandmaterials entspricht.

Die lichtmikroskopische Beobachtung wurde an Handquerschnitten durch die Lamellen im einfachen Wasserpräparat durchgeführt. Zur Kontrolle der Hydathodenfunktion kamen dickere Handschnitte in eine abgedichtete Luftkammer zwischen Objektträger und Deckglas. An ihnen ließ sich die Ausscheidung von Guttationstropfen bequem nachweisen (Abb. 4).

Für die elektronenoptische Untersuchung wurden die Lamellen verschiedener Altersstufen in Glutaraldehyd und Osmiumtetroxyd fixiert und in ERL (S p u r r, 1969) eingebettet. Während der Entwässerung erfolgte eine Stückkontrastierung in 1% Uranylacetat gelöst in 70% Aceton. Die weitere Kontrastierung wurde an den Ultradünnschnitten mit Bleizitrat vorgenommen.\* Zur Herstellung der TEM-Aufnahmen diente das Siemens-Elmiskop 51 (50 KV) mit einer Primärvergrößerung von meist 5000 x.

## 2. Ergebnisse

Bei der Untersuchung eines jungen Fruchtkörpers, dessen Hut noch von der Volva eingeschlossen ist, fiel zunächst auf, daß die hier vorwiegend untersuchten Pleurozystiden häufig auf benachbarten Lamellen in opponierter Stellung entstehen (Abb. 1), wie dies für die Gattung *Coprinus* mehrfach beschrieben und diskutiert wurde (B u l l e r, 1910). Ob diese Situation während der Entwicklung immer regelmäßig auftritt, kann nicht gesagt werden. Etwas ältere Zystiden gleiten dann offenbar beim Streckungswachstum aneinander vorbei. Sie besitzen anfänglich eine rundliche Form und enthalten neben wandständigem Cytoplasma eine apikale Vakuole. Während der Fixierung kondensiert sich ein proteinhaltiges Material (Abb. 2), wie es in Vakuolen vieler Objekte zu finden ist. Die Zahl der Zellkerne beträgt anfangs 2–4, kann sich aber im Laufe der weiteren Entwicklung auf 8–12 erhöhen. Im Gegensatz zu den Zellkernen der Basidien sind die der Zystiden stets stark kondensiert. Wie weit das als Beginn einer Degeneration zu werten ist, muß dahingestellt bleiben. Die spätere Flaschenform der ausdifferenzierten Zelle, die eine Länge von 98 µm erreichen kann, entsteht dadurch, daß an ihrem Scheitel die Zellwand lokal begrenzt erst zu einer Papille auswächst und sich später verlängert. Dieser apikale Teil der Zellwand ist dementsprechend dünner und verfügt über eine besondere Elastizität. In Kontakt mit einem wässrigen Medium erhöht sich die Turgeszenz und die Zellwand erweitert sich, wie es für die beiden äußeren Zystiden in Abb. 3 dargestellt ist.

Wenn man in einem Stadium, in dem die ältesten Basidien Sterigmen entwickeln, die Lamellen derart präpariert, daß sie in einer abgedichteten Luftkammer lichtmikroskopisch beobachtet werden können, dann läßt sich der Austritt von Guttationstropfen feststellen. Diese Sekretion erfolgt nur im Bereich des dünnwandigen Flaschenhalses (Abb. 4). Mit Hilfe verschiedener Reaktionen konnten sich an diesem Ort bisher keine Rückstände nachweisen lassen. Offenbar wird hier lediglich Wasser sezerniert.

Da nur bei den ausdifferenzierten Zellen der oben erwähnte stark lichtbrechende Zellinhalt vorkommt, war die Kenntnis seiner Feinstruktur von besonderem Interesse. Die Zystiden verfügen in diesem Stadium immer über mehrere Zellkerne von ebenfalls verdichtetem Habitus. Im wandständigen Plasma befinden sich neben den üblichen Organellen auch kleinere Ansammlungen von Glykogen. Im Bereich der zentralen Vakuole treten nun erst Strukturen auf, die in dieser Form bei Pilzen bisher nicht bekannt geworden sind. Unter ihnen sind Aggregate von Membranen, die sowohl basal (Abb. 5 u. 6) als auch terminal (Abb. 7 u. 8) liegen können, besonders bemerkenswert. Sie bilden unterschiedliche Muster von Membranen, die im Schnittbild als perforierte Zisternen erscheinen. In einer bestimmten Schnittebene stellt sich ein regelmäßiges Gitterwerk dar, das jedoch partiell von

\* Frau Marina Hensel danke ich für die präparative Arbeit.

einem Muster anderer Art abgelöst werden kann. Danach scheint ein dreidimensionales Wabenwerk vorzuliegen, das einem stark verdichteten ER ohne Ribosomenbesatz gleicht. Die Beziehung zum ER wird auch dann deutlich, wenn gelegentlich innerhalb eines solchen Membrankomplexes parallele, dictyosomenähnliche Zisternen mit endständiger Erweiterung auftreten, die offenbar Vesikel mit kontrastreichem Material abgliedern (Abb. 6, Mitte). Die Tatsache, daß eine ähnlich dichte Substanz nicht nur innerhalb des Membranaggregates sondern auch außerhalb in Vesikeln vorkommen kann (Abb. 6, unten), läßt vermuten, daß hier eine Exkretion stattfindet. Versuche, mit Hilfe verschiedener Farbreaktionen die Natur dieses Materials nachzuweisen, sind bisher nicht gelungen. Die Vakuolen der reifen Zystiden sind außerdem dadurch gekennzeichnet, daß mehrere filamentöse Strukturen auftreten, die einerseits in Zusammenhang mit dem eben beschriebenen Membrankörper, andererseits oft auch in Verbindung mit dem Tonoplasten gesehen werden (Abb. 5, 7 u. 8). Da sie nie in jungen Zystiden gefunden wurden, könnten sie ebenfalls eine funktionelle Bedeutung für den Vorgang der Guttation haben.

Außer *Volvariella bombycina* wurde in einer nur flüchtigen Untersuchung auch die kommerziell in Asien verwendete *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Singer geprüft (Stamm V-5, erhalten von S. - T. C h a n g, Hong Kong). Die Zystiden erreichen bei diesem Pilz eine ähnliche Form und Größe. Bezüglich der Feinstruktur bestehen keine Unterschiede zu *V. bombycina*. Danach scheint der Hydathodentyp von Zystiden innerhalb dieser Gattung häufiger vorzukommen.

### 3. Diskussion

Daß die Zystiden den Charakter von Ex- oder Sekretionszellen haben können, wurde von P a t o u i l l a r d (1883) in Zusammenhang mit der Ausscheidung von Ca-Oxalat vermutet. Für *Inocybe* wurde ebenfalls die exkretorische Natur von Zystiden diskutiert (H e i m, 1931), und R o m a g n e s i konnte 1944 nachweisen, daß neben Wasser und Mineralien auch Schleime, Fette, Harze u. a. abgegeben werden können. Die Funktion der Zystiden als reine Hydathoden erkannte aber schon K n o l l (1912) sowohl bei den Haaren an der Oberfläche junger Fruchtkörper als auch bei Cheilo- und Pleurozystiden verschiedener *Agaricales* und bei *Peniophora*. Er hatte bereits mitgeteilt, daß die Wasserausscheidung bei *Psathyrella* lokal begrenzt an der Spitze der Zystiden erfolgt. Seine Befunde an diesem Pilz stimmen sehr gut mit denen an *Volvariella* überein; das gilt auch für die Mitteilung, daß die Zellwand des Zystidenhalses unverdickt bleibt.

Die Feinstruktur des Zystideninhaltes ist inzwischen bei unterschiedlichen Objekten beschrieben worden. C l é m e n ç o n (1972 a) bringt die Ausscheidung einer farblosen Inkrustation an der Spitze der Zystiden von *Baeospora* in Zusammenhang mit apikal angereichertem ER, das bei diesem Objekt jedoch nicht zu komplexen Aggregaten verdichtet ist, dafür aber in Kontakt mit dem Plasmalemma auftritt. Die bei diesen Untersuchungen verwendete KMnO<sub>4</sub>-Fixierung ergibt allerdings einen grundsätzlich andersartigen Aspekt vom ER, da z. B. die Ribosomen nicht erhalten bleiben. Die Tatsache, daß die für *Volvariella* beschriebenen Membranaggregate auch im terminalen Bereich der Zystiden dort auftreten, wo diese als Ausscheidungsorgan fungieren, deutet auf einen direkten Zusammenhang hin. Damit scheint ein wesentlicher Unterschied zur Funktion der Chrysozystiden vorzuliegen, bei denen die Zisternen in größeren parallel liegenden Stapeln vorkommen (T h i e l k e, 1972; T h a l e r u. G a i l h o f e r, 1981). Man kann danach vermuten, daß diese parallele Anordnung von Zisternen vor allem für spezielle Syntheseleistungen besser geeignet ist.

Ein weiterer Unterschied zu den Chrysozystiden besteht in dem Vorkommen des filamen-

tösen Strukturelements. Bei der von Thaler u. Gailhofer (1981) untersuchten *Hypholoma* besitzt es einen dominierenden Charakter und ist durch parallele Anordnung auffällig. In den Zystiden der *Volvariella* sind Filamente in vergleichbarer Größenordnung zwar auch vorhanden, treten jedoch in einer büscheligen Konfiguration auf. Sie sind fast ausschließlich im Raum der Vakuole zu finden und können dort oft in Nachbarschaft des Tonoplasten gesehen werden, finden sich aber auch im Bereich der Membrankomplexe. Ein Zusammenhang mit der Hülle des Zellkerns konnte nirgends gefunden werden; die Filamente sind bei diesem Objekt sicher kein Produkt einer Kerndegeneration. Die Zellkerne erscheinen zwar in allen Entwicklungsstadien stark kondensiert, sie sind aber auch noch in ausdifferenzierten Zystiden intakt. In älteren Hymenien lassen sich diese Spezialzellen leicht abtrennen. Mit Hilfe des Fluorochroms Coriphosphin läßt sich auch dann noch die relativ hohe Zahl von Zellkernen nachweisen.

#### Literatur

- BULLER, R. (1910) – The function and fate of the cystidia of *Coprinus atramentarius* together with some general remarks on *Coprinus* fruitbodies. Ann. Bot. 24: 613–629.
- CLEMENCON, H. (1972 a) – Die exkretorischen Zystiden von *Baeospora myosura* (Agaricales). Zeitschr. f. Pilzkunde 38: 55–71.
- (1972 b) – Die Phaeozystiden von *Fayodia deusta* (Agaricales). Zeitschr. f. Pilzkunde 38: 73–87.
- HEIM, R. (1931) – Le genre *Inocybe*. Lechevalier, Paris.
- KNOLL, F. (1912) – Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Zystiden und verwandter Organe. Jahrb. wiss. Bot. 50: 453–501.
- PATOUILLARD, N. (1883) – Quelques observations sur l'hymenium des basidiomycetes. Rev. mycologique 5: 167.
- ROMAGNESI, H. (1944) – La cystide chez les Agaricacees. Suppl. Rev. Mycologie 9: 4–21.
- SPURR, A. R. (1969) – A low viscosity epoxy resin emedding medium for electron microscopy. J. Ultrastruct. Res. 26: 31–43.
- THALER, I. & M. GAILHOFER (1981) – Die Feinstruktur der Chrysocystiden von *Hypholoma fasciculare* (Basidiomycetes, Agaricales). Protoplasma 108: 289–300.
- THIELKE, Ch. (1972) – Zisternenaggregate bei höheren Pilzen. Protoplasma 75: 335–339.
- (1982) – Kultur von Speisepilzen der Gattung *Volvariella* auf Zeitungspapier. Forum Mikrobiologie 5: 132.

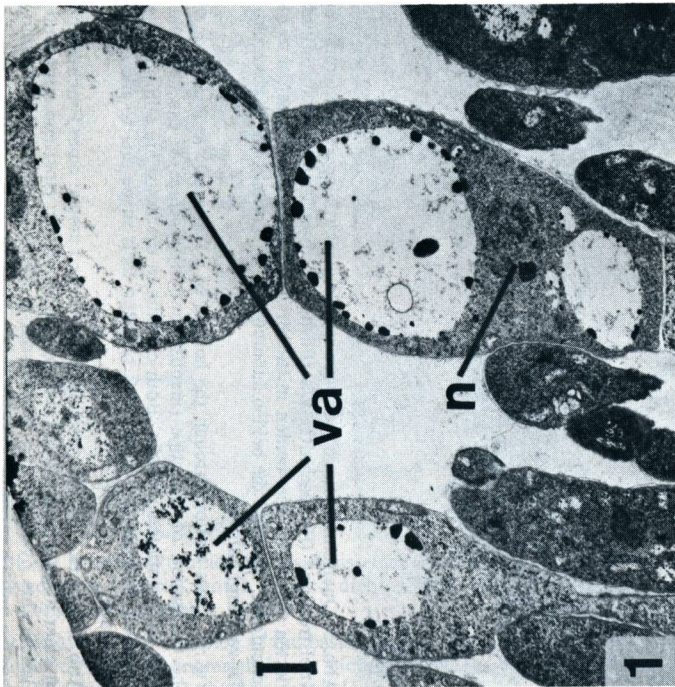


Abb. 1: Querschnitt durch die Lamellen eines jungen Fruchtkörpers mit opponiert stehenden Zystiden. va = Vakuole, n = Zellkern, Maßstrich = 1  $\mu$ m.

Fig. 1: Cross section through the lamellae of a young fruit body with opposite cystidia. va = vacuole, n = nucleus, bar = 1  $\mu$ m.

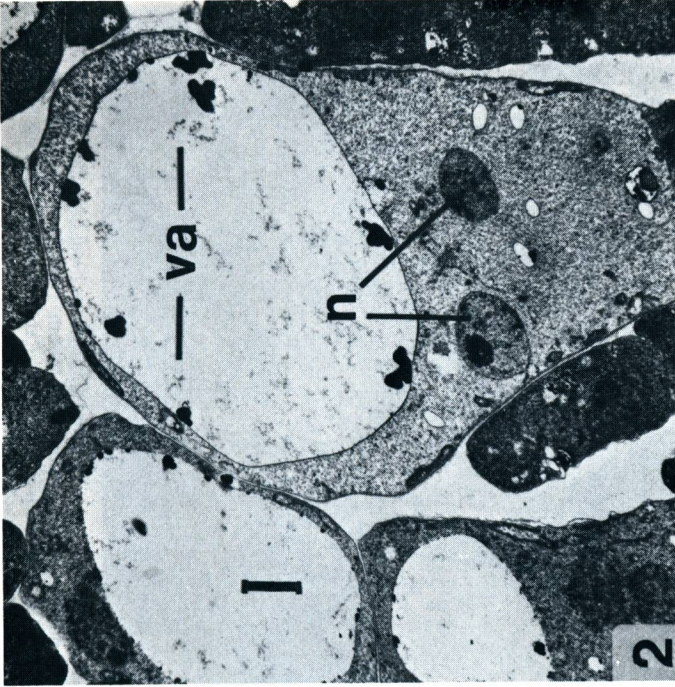


Abb. 2: Querschnitt durch die Lamellen eines wenig älteren Fruchtkörpers. Die Zystide befindet sich noch in Kontakt mit dem gegenüberliegenden Hymenium, va = Vakuole, n = Zellkern, Maßstrich = 1  $\mu$ m.

Fig. 2: Cross section through the lamellae of an older fruit body. The cystidium is in contact with the adjacent hymenium. va = vacuole, n = nucleus, bar = 1  $\mu$ m.

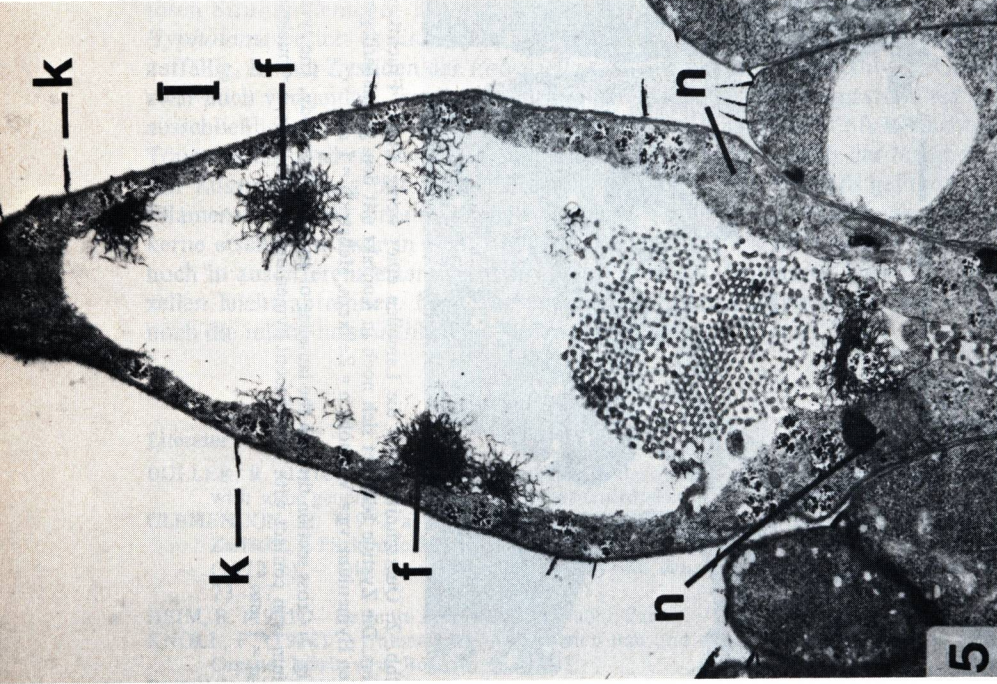
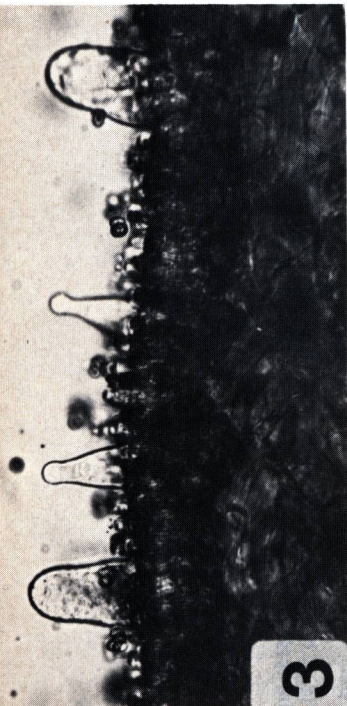
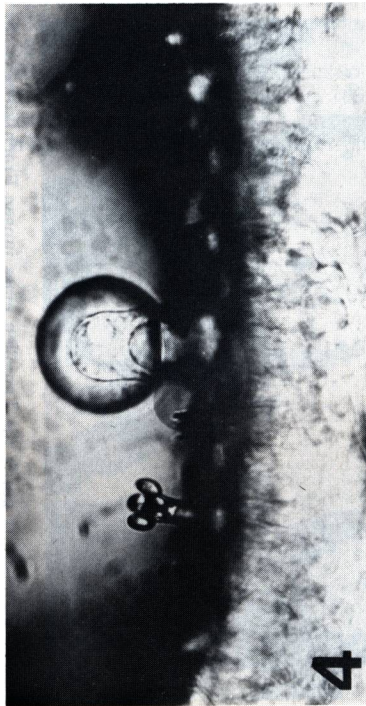


Abb. 5: Zystide im Längsschnitt mit einem basal liegenden Zisternenaggregat und mehreren Filamentbüscheln am Tonoplasten. f = Filamente, n = Zellkern, k = Kristalle von Uranylacetat, verursacht durch die Stückkontraktion, Maßstrich = 1 µm.

Fig. 5: A cystidium in a longitudinal section with a basal cisternal aggregate and several bundles of filaments near the tonoplast. f = filaments, n = nucleus, k = crystals of uranyl acetate caused by the staining during dehydration, bar = 1 µm.



3



4

Abb. 3: Querschnitt durch die Lamelle eines Fruchtkörpers im Stadium der Stielstreckung (Handschnitt). Oberfläche des Hymeniums mit ausdifferenzierten Zystiden. Die beiden mittleren Zystiden besitzen noch ihre Flammenform, während die beiden äußeren sich im Kontakt mit Wasser sekundär verformt haben.

Fig. 3: Cross section through the lamella of a fruit body at a stage during the elongation of the stipe (manual section). Surface of the hymenium with differentiated cystidia. Both cystidia in the midst are still ampulliformous, whereas the outer ones changed their shape due to the contact with water.

Abb. 4: Querschnitt (Handschnitt) durch die Lamelle eines Fruchtkörpers in einer abgedichteten Luftkammer liegend. Neben einer sporentragenden Basidie eine Zystide, deren Scheitel durch den ausgeschiedenen Guttations-tropfen optisch vergrößert erscheint.

Fig. 4: Cross section (manual section) through the lamella of a fruit body situated in a closed chamber filled with air. Besides a basidium with spores, a cystidium with an apex which seems to be optically enlarged by an exsudated drop.

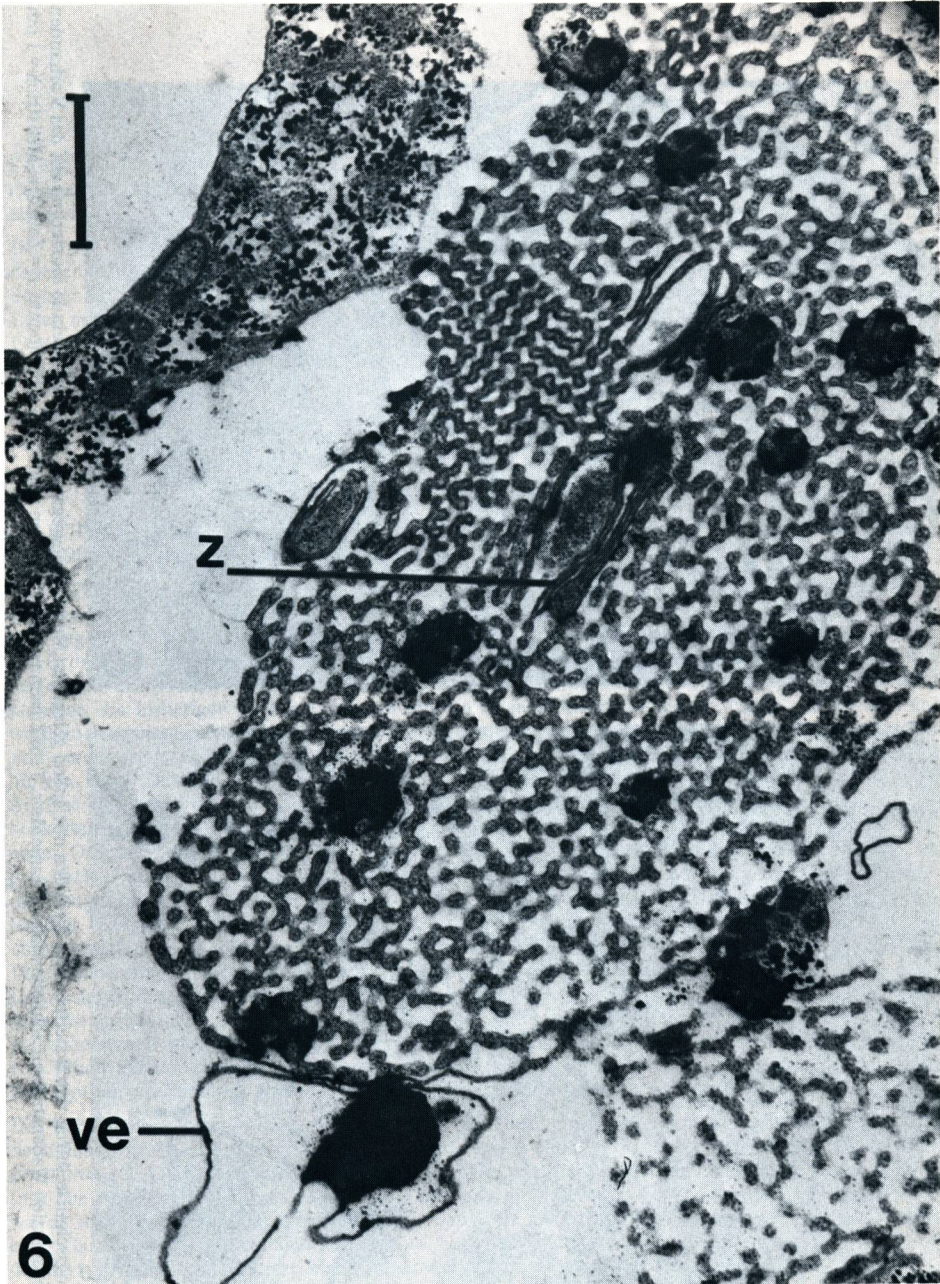


Abb. 6: Membrankomplex in der Basis einer Zystide. Im Zentrum wenige parallele Zisternen mit kontrastreichem Material, unten im Bild dichtes Material im Vesikel. z = dictyosomenähnliche Zisternen, ve = Vesikel, Maßstrich = 1  $\mu$ m.

Fig. 6: Membrane complex at the basis of a cystidium. In the centre are a few parallel cisternes containing electron dense material, in the picture below there is dense material inside the vesicle. z = dictyosome like cisternes, ve = vesicle, bar = 1  $\mu$ m.

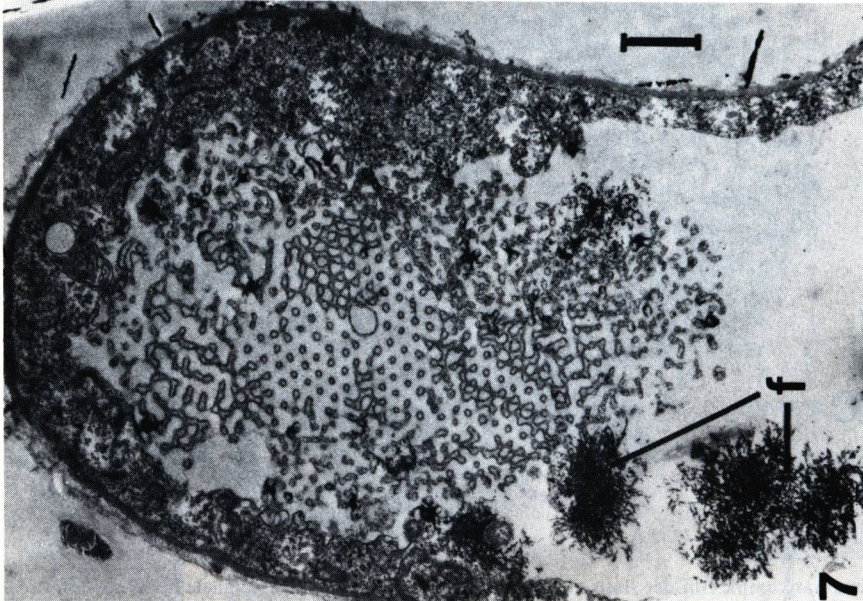
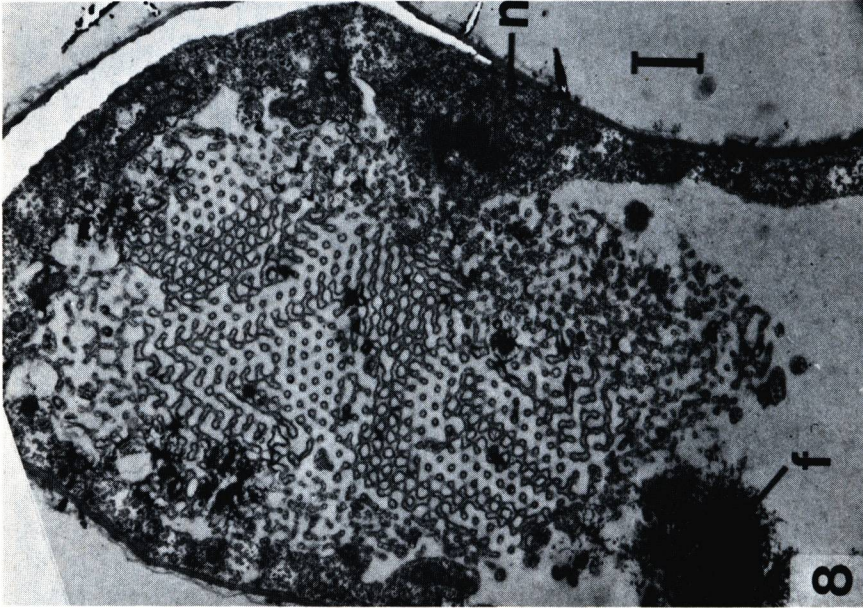


Abb. 7 u. 8: Längsschnitte durch den Scheitel reifer Zysten mit apikal gelegenen Membranaggregaten, deren wechselnde Musterung auf das Vorhandensein einer 3-dimensionalen Wabenstruktur schließen läßt; Filamente z. T. in Zusammenhang mit dem Aggregat. f = Filamente, n = Zellkern, Maßstrich = 1 µm.  
 Figs. 7 and 8: Longitudinal sections through the apex of differentiated cystidia with terminal membranous aggregates which pattern indicates the presence of a three-dimensional comb like structure; filaments partially in contact with the aggregate. f = filaments, n = nucleus, bar = 1 µm.





Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.  
German Mycological Society

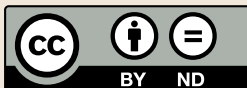
Dieses Werk stammt aus einer Publikation der **DGfM**.

[www.dgfm-ev.de](http://www.dgfm-ev.de)

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**  
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**  
(Name der Hefreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**  
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**  
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigibiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [49\\_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Thielke Charlotte

Artikel/Article: [Membranaggregate und Filamente in den Zystiden von Volvariella bombycina 257-264](#)