

Ultrastruktur der Sporen bei *Hebeloma* (Pers.: Fr.) Kummer (Agaricales)

T. RÜCKER

Schießstandstraße 9, A-5061 Elsbethen/Salzburg

Eingegangen am 7.11.1986

Rücker, T. (1987) – Ultrastructure of *Hebeloma* spores (Agaricales). Z. Mykol. 53(1): 59–72.

Key Words: *Agaricales*, *Hebeloma*, surface and walls of spores.

Abstract: The present article investigates the surface structure of spores of 55 – apart from *H. moseri* – exclusively European species of *Hebeloma* (Agaricales) and describes some typical examples. The sculpture consists of isolated warts, reticulate-branched ribs of a certain width and of broad patches which can have ridge-like connections. Three types of ornamentation (Types A, B, C) are distinguished here according to the constancy of these structures. Furthermore the distinctive features of these types are discussed. In many species the sculpture in the region of the suprahilar depression is constantly different to such an extent that it can be described as plage. The collections of taxa of the respective ornamentations types are compared with traditional systems (Bruchet 1970, Moser 1983).

The structure of the wall of spores of some *Hebeloma* species were investigated by TEM and shows homologies with the results of Clemencón (1973) in *Cortinarius*.

Zusammenfassung: Von insgesamt 55 – mit Ausnahme von *H. moseri* – ausschließlich europäischen Arten der Gattung *Hebeloma* (Agaricales) werden die Sporenoberflächen untersucht und an Hand einiger Beispiele beschrieben. Die Skulpturen setzen sich aus isolierten Warzen, netzig-verzweigten, mehr oder weniger breiten Rippen und aus scholligen Strukturen zusammen, die untereinander brückenartig verbunden sein können. Je nach Ausbildung und Konstanz dieser Strukturen werden drei Ornamentationstypen (Typ A, B, C) unterschieden und die Abgrenzung zueinander diskutiert. Bei vielen Arten sind in der Region der suprahilaren Depression derart konstante Veränderungen der Skulptur zu beobachten, daß diese dann als Plage bezeichnet werden. Vergleiche der Artenzusammenfassungen der einzelnen Ornamentationstypen mit den herkömmlichen Systemen (Bruchet 1970, Moser 1983) werden angestellt.

Bei der Untersuchung der Sporenwand einiger *Hebeloma*-Arten ergeben sich weitgehend strukturelle Homologien mit den Befunden bei *Cortinarius* (Clemencón 1973).

Vorliegender Aufsatz ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse über die Sporenu-
ltrastruktur der Gattung *Hebeloma*. Diese Befunde sollen als Erweiterung in der sich durch
große Merkmalsarmut auszeichnenden Gattung dienen.

Material und Methoden

Die Untersuchung von – mit Ausnahme von *H. moseri* – ausschließlich europäischen Taxa erfolgte an Herbarmaterial. Die meisten Exsikkate stammen aus dem Herbar der Universität Innsbruck (IB), die mir von Herrn Prof. Dr. M. Moser in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt wurden. In gleicher Weise gilt ihm mein Dank für die Durchsicht des Manuskripts vorliegenden Aufsatzes. Weiter bin ich noch Prof. Dr. D. Lamoure, M. Bon und H. Romagnesi für die Zusendung von Belegen zu großem Dank verpflichtet (vgl. Tab. 1).

Für die Herstellung der Trockenpräparate für die Rasterelektronenmikroskopie (REM) wurden, sofern vorhanden, Sporenpulverabdrücke verwendet. Diese wurden auf einen mit Selbstklebeband versehenen Objektträger aufgebracht. Waren nur Fruchtkörper verfügbar, wurden diesen kleine Lamellenteile entnommen und auf gleiche Weise befestigt. Als Objektträger dienten Aluminiumnieten.

Die Herstellung von fixierten Präparaten erfolgte größtenteils nach der Methode von N i l s s o n (1983). Das Vorquellen von Herbarmaterial erfolgte in einer feuchten Kammer während 24 Stunden. Nach der Fixierung und der Entwässerung wurden die Proben in einem Kritischen-Punkt-Apparat getrocknet und anschließend genauso wie die Trockenpräparate mit Gold-Palladium-Ionen bedampft.

Die Herstellung von Präparaten für die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) erfolgte in Anlehnung an die Arbeiten von C l é m e n ç o n (1970; 1973) und K i e r m a y e r (1968). Nach Fixierung, Entwässerung und Einbettung in das Einbettungsharz (EPON) wurden Dünnschnitte (Silber- bis Grauschnitte) auf einem Ultramikrotom (Reichert Ultracut) mit einem Diamantmesser (Diatome) angefertigt. Diese wurden auf mit Formvar befilmte „grids“ (Balzers Union Nr. 1080) aufgebracht. Für Vergleichszwecke wurden einige Schnitte wenige Stunden vor der Beobachtung im TEM mit Uranylacetat und Bleicitrat (nach R e y n o l d s 1963) kontrastiert.

Beobachtung und Photographie erfolgten in einem „JEOL JSM-U3“ (REM) sowie in einem „AEI Corinth 500“ und einem „Philips EM-400“ (TEM).

Oberflächenstrukturen

Die ersten Beschreibungen von Oberflächenstrukturen von Pilzsporen finden sich bei B i g e l o w & R o w l e y (1968). 1971 haben P e g l e r & Y o u n g Oberflächenstrukturen von *Hebeloma* Sporen an Hand von Carbon-Replikas veröffentlicht. REM-Aufnahmen, die einzelne Details noch besser erkennen lassen als Carbon-Replikas, gibt es nur wenige (vgl. S m i t h et al. 1983).

Die in vorliegender Arbeit trocken präparierten Sporen (ohne vorhergehende Quellung und Fixierung) erscheinen in vielen Fällen eingedellt und geschrumpft. Diese Trockenartefakte wurden aber meist in Kauf genommen, da sie die eigentliche Skulptur nicht wesentlich beeinflussen und nachteilige Veränderungen der Skulptur durch Quellungs-, Fixierungs- und Trocknungsprozesse unterbleiben, wie Vergleiche gezeigt haben. Bei manchen Arten finden sich sowohl trockene als auch fixierte Sporen in den Abbildungen (vgl. Abb. 1, 2). Es wurden zum Teil große Unterschiede im Ornamentationsgrad der einzelnen Sporen beobachtet. Die Sporen mancher Arten weisen eine dichte Skulptur auf, andere wiederum sind nur spärlich ornamentiert. Die Konstanz der Skulptur ist von Art zu Art verschieden, d. h. bei einigen Arten sind alle Sporen nahezu gleich ornamentiert, bei anderen wiederum sind Unterschiede bezüglich der Skulptur zu beobachten. Im Detail lassen sich alle Skulpturen auf folgende Einzelstrukturen zurückführen, die unterschiedlich stark ausgeprägt sein können:

1. mehr oder weniger breite Rippen,
2. isolierte Warzen,
3. schollige Gebilde, in die
4. kraterartige Gruben eingesenkt sein können.

In vielen Fällen wird ein Netzwerk sichtbar, das sich aus rippigen bis scholligen Strukturen zusammensetzt. In dieses Netzwerk sind isolierte Warzen, die meist aus „Abschnürungen“ von Einzelrippen hervorgehen, eingestreut.

Von besonderer Bedeutung in bezug auf die Skulptur erwies sich der Bereich der suprahilaren Depression, der bei *Hebeloma* häufig ausgeprägt ist. Kühner (1926; 1935) hat bei *Galerina* einen im Lichtmikroskop abgegrenzten und glatten Bereich in dieser Region als „Plage“ beschrieben. Elektronenmikroskopische Untersuchungen von Pegler & Ydun (1972) haben gezeigt, daß diese Region zwar deutlich abgegrenzt ist, aber nicht glatt erscheint, sondern aus vielen isoliert warzigen bis runzeligen Strukturen besteht. Da der Bereich der suprahilaren Depression bei *Hebeloma* auch deutlich abgegrenzt und meist gehäuft isoliert warzig erscheint (vgl. Abb. 3), wird er im Sinne von Pegler & Ydun (1972) als „Plage“ bezeichnet, obwohl lichtmikroskopische Beobachtungen allenfalls nur Andeutungen einer solchen erkennen lassen.

Auf Grund von gemeinsamen Merkmalen wurden die 55 untersuchten *Hebeloma* Arten drei verschiedenen Ornamentationstypen zugeordnet (Typ A, Typ B und Typ C) und tabellarisch dargestellt, wobei der Typ C noch in eine Untergruppe Typ C* aufgespalten wird.

Typ A: (vgl. Tab. 2)

In dieser Gruppe werden alle Arten zusammengefaßt, die im trockenen Zustand nahezu glatte Sporen aufweisen und die gequollen und fixiert dann eine geschlossene und mehr oder weniger verzweigt-faltige Oberfläche erkennen lassen. Eine Plage ist bei fast allen Arten konstant zu beobachten. Die Apexregion hingegen ist in bezug auf die Ornamentation kaum verschieden.

(Abb. 1, 2 *H. anthracophilum*, Abb. 3 *H. subsaponaceum*, Abb. 4 *H. clyptrosporium*, Abb. 5, 6 *H. fuisporum*).

Typ B: (vgl. Tab. 3)

Die Ornamentation der Sporen dieses Typs besteht aus netzig verzweigten, mehr oder weniger schmalen Rippen, die sich gleichmäßig und dicht über die gesamte Sporenoberfläche erstrecken. Zum Teil sind einzelne Rippen zu breiteren Strukturen verschmolzen, große schollige Komplexe fehlen hingegen. Eine Plage ist wenn überhaupt nur undeutlich zu erkennen.

(Abb. 7 *H. mesophaeum*, Abb. 8 *H. eburneum*).

Typ C: (vgl. Tab. 4)

Die deutlich skulpturierte Oberfläche der Sporen der Arten dieses Typs setzt sich vorwiegend aus breiten Rippen, isolierten Warzen und mehr oder weniger großen scholligen Strukturen zusammen, die durch Verschmelzungen von Einzelstrukturen entstanden sein können. Die Verteilung der Skulpturen über die Sporenoberfläche ist zufällig, d. h. schollige Komplexe wechseln mit schmal- bis breitrippigen Strukturen ab. Manche Arten zeichnen sich durch einen abgegrenzten und fast glatten Apexbereich aus (vgl. Abb. 11). Strukturveränderungen in der Region der suprahilaren Depression (Plage) sind bei den meisten Arten zumindest andeutungsweise zu erkennen. Die Untergruppe C* umfaßt alle Arten, bei denen Sporen mit nur spärlicher Skulptur beobachtet wurden.

(Abb. 9 *H. albocolossum*, Abb. 10 *H. sinapizans*, Abb. 11 *H. perpallidum*, Abb. 12 *H. sarcophyllum*, Abb. 13 *H. crustuliniforme*, Abb. 14 *H. nigellum*, Abb. 15 *H. longicaudum*, Abb. 16 *H. testaceum*, Abb. 17 *H. repandum*, Abb. 18 *H. spoliatum*).

Wandstrukturen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch der Sporenwandaufbau bei einigen *Hebeloma*-Arten untersucht. Methodisch und nomenklatorisch erfolgte die Bearbeitung in Anlehnung an die Untersuchungen über *Cortinarius* (vgl. Clémencin 1973; 1977). Der direkte Vergleich der Sporenwände zwischen *Cortinarius* und *Hebeloma* ergibt kaum große Unterschiede.

Im wesentlichen besteht die Sporenwand bei *Hebeloma* aus zwei Schichten: der Coriotunica und der Epitunica. Bei einigen Arten liegt das noch mehr oder weniger erhaltene Sporothezium darüber. Diese von Clémencin (1973) beschriebene Schichte konnte nur bei den Sporen des Typs A beobachtet werden. Bei allen anderen Arten verschwindet offensichtlich das Sporothezium mit zunehmender Sporenreife. Verantwortlich für die eigentliche Skulptur ist die Epitunica, die Clémencin (1970) an *Cortinarius* beschrieben hat. Innerhalb dieser im TEM dunklen Schichte lassen sich weitere Differenzierungen treffen, unter anderem fällt ein mächtiges Mucostratum bei den meisten Arten auf (vgl. Abb. 19, 20). Bei *Hebeloma* wurden Höhlenbildungen vom Typ I H, wie sie Clémencin (1973) bei *Cortinarius* beschrieben hat, in der Epitunica beobachtet.

Die von Clémencin (1970) definierte Coriotunica stellt auch bei *Hebeloma* die Basisschichte dar. Ähnlich wie bei *Cortinarius* erscheint sie zoniert und ist je nach Art in unterschiedlicher Mächtigkeit zu beobachten (vgl. Abb. 20). Die Schichte verleiht den Sporen eine ziemlich große mechanische Festigkeit.

Diskussion

Die unmittelbare Voraussetzung der Verwendung der Sporenoberflächenstruktur als morphologisches Kriterium ist die Konstanz dieses Merkmals. Clémencin hat 1977 ausdrücklich auf die Konstanz der Sporenornamentation bei *Cortinarius* hingewiesen. Untersuchungen der Sporen von *H. subsaponaceum* (vgl. Abb. 3) in dieser Arbeit haben gezeigt, daß trotz einer gewissen Variabilität in der Skulptur, Sporen verschiedener Fruchtkörper unterschiedlicher Kollektionen ziemlich ähnlich und praktisch nicht zu unterscheiden sind, sodaß eine weitgehende Konstanz der Oberflächenstruktur auch bei *Hebeloma* angenommen werden muß. Diese Konstanz der Ornamentation ermöglicht auch die Abgrenzung der drei Ornamentationstypen. Arten des Typs A (vgl. Tab. 2) weisen eine relativ glatte bis faltige und geschlossene Oberfläche auf, die auf das noch gut erhaltene Sporothezium zurückzuführen ist. In der suprahilaren Depression läßt sich bei allen Arten dieses Typs eine Plage erkennen. Die Arten des Ornamentationstyps B weisen eine dichte und feine Skulptur auf (vgl. Tab. 3). Eine Plage ist selten zu beobachten bzw. fällt die Abgrenzung dieser Region durch die übrige Skulptur schwer. Einige Sporen weisen eine glatte Scheitelregion auf. Im Typ C vereinigen sich die meisten Arten (vgl. Tab. 4), wobei sich die Untergruppe C* durch spärlich skulpturierte Sporen auszeichnet. Vergleichbare Aufnahmen der Oberflächenstruktur finden sich bei Pegler & Young (1971). Bei *H. anthracophilum*, *H. crustuliniforme* und *H. longicaudum* sind die Abbildungen denen der vorliegenden Arbeit sehr ähnlich. *H. anthracophilum* ist bei Pegler & Young l. c. nur lateral abgebildet, sodaß eine mögliche Plage nicht zu erkennen ist.

Zu neuen Ergebnissen führte auch die genaue Untersuchung der suprahilaren Depression. Durch die konstant veränderte Skulptur in dieser Region bei vielen Arten (vgl. Ornamentationstyp A), scheint mir dafür die Verwendung des Begriffes „Plage“ (sensu Pegler & Young 1972) gerechtfertigt, obwohl Kühner (1972) darauf hinweist, daß bei *Hebeloma* keine Plage zu beobachten ist.

Eine systematische Einteilung ausschließlich basierend auf den ultrastrukturellen Merkmalen der Sporen ist nicht zielführend, als Ergänzung bzw. Erweiterung zu den bisher hauptsächlich morphologischen Merkmalen können diese Befunde sicherlich angesehen werden.

Beispielsweise gehören alle *Hebeloma*-Arten mit Sacchariolens Geruch (nach Gröger & Zieschang 1981) dem Ornamentationstyp A an, wobei bei allen auch konstant eine Plage zu beobachten ist (vgl. Tab. 2 bzw. Abb. 5, 6). Die Sporenuhtrastruktur bestätigt in diesem Fall die enge verwandtschaftliche Beziehung dieser Taxa. Ähnliches gilt auch für *H. anthracophilum* und *H. calyptosporum*. Diese beiden eng verwandten Arten (Bruchet 1970, Jansen 1979) sind ultrastrukturell nicht zu unterscheiden. Dagegen weisen *H. sarcophyllum* und *H. radicosum* – nach Moser 1983, Singer 1975 und Bruchet 1970 werden diese Taxa in eigene Sektionen gestellt – keinerlei Besonderheiten in der Sporenskulptur auf. Moser (1983) teilt *Hebeloma* in zwei Untergattungen und drei Sektionen ein. Die Arten des Ornamentationstyps A (vgl. Tab. 2) findet man mit Ausnahme von *H. cylindrosporum*, die Moser l. c. in die Sektion *Hebeloma* stellt, in der Sektion *Denudata*. Die Arten des Ornamentationstyps B (vgl. Tab. 3) finden sich mit Ausnahme von *H. truncatum* und *H. eburneum* in der Sektion *Hebeloma*. Die Zugehörigkeit von *H. truncatum* zum Typ B ist jedoch nicht eindeutig (Übergang zu Typ C), sodaß diese Artenzusammenfassung des Typs B weitgehend mit den Arten der Sektion *Hebeloma* (nach Moser 1983) übereinstimmt. Hingegen sind in allen Sektionen (Bruchet 1970, Moser 1983) Arten zu finden, die nach vorliegender Arbeit bezüglich der Sporenskulptur zum Typ C bzw. C* gezählt werden müssen.

Untersuchungen der Sporenwandstruktur von *Hebeloma* wurden bereits von Perreault-Bertrand & Melendez-Howell 1966, Besson & Bruchet 1971, Besson 1972 und Clémenton 1977 angestellt. Leider sind bis auf die letzte Arbeit die Befunde auf Grund der mangelnden Abbildungsqualität mit vorliegenden Ergebnissen kaum vergleichbar. Außerdem verwende ich ausschließlich die von Clémenton (1970) eingeführten und 1977 verfeinerten Bezeichnungen für die einzelnen Wandschichten. Er hat 1973 bereits für *Cortinarius* die verschiedenen Terminologien tabellarisch gegenübergestellt und die Problematik der älteren Begriffe diskutiert. Der Sporenwandaufbau von *H. truncatum* (vgl. Abb. 20) entspricht dem von *Cortinarius collinitus* Fr. (nach Clémenton 1973), weitere Untersuchungen haben die Homologie im Sporenwandaufbau zwischen *Cortinarius* und *Hebeloma* eindeutig bestätigt.

Tabelle 1: Untersuchungsobjekte

| |
|---|
| <i>H. albocolossum</i> Mos. IB 81/313 |
| <i>H. album</i> Peck. ss. Bruchet IB/80/525 |
| <i>H. alpinum</i> Bruchet IB 82/319; IB 84/170 |
| <i>H. angustifolium</i> Rom. Hb. Romagnesi Nr. 6583 Holotypus |
| <i>H. anthracophilum</i> R. Mre. IB 82/207 |
| <i>H. aprile</i> Rom. Hb. Romagnesi Nr. 7034 |
| <i>H. birrum</i> Fr. IB 84/303 |
| <i>H. bulbosum</i> Rom. Hb. Romagnesi Nr. 77348 Holotypus |
| <i>H. calyptosporum</i> Bruchet IB 82/227; IB 83/435 |
| <i>H. candidipes</i> Bruchet IB 71/221 |
| <i>H. cistophilum</i> R. Mre. IB 82/504 |
| <i>H. circinans</i> Quel. IB 82/331 |
| <i>H. claviceps</i> ss. Mos. Ri. IB 79/481 |
| <i>H. crustuliniforme</i> (Bull. ex St. Am.) Quel. IB 82/425; IB 83/452 |
| <i>H. cylindrosporum</i> Rom. IB 70/400 |
| <i>H. dunense</i> Corb.-Heim. IB 77/11 |
| <i>H. eburneum</i> Mal. IB 74/598 |
| <i>H. edurum</i> Metr. IB 81/435; IB 83/449 |

- H. elatum* Fr. IB 82/336
H. fastibile (Fr.) Kummer IB 51/45
H. fastibile f. *ammophilum* Bon Hb. Bon Nr. 90832 Holotypus
H. funariophilum Mos. IB 65/143 Typus
H. fusisporum Gröger & Zieschang IB 76/284
H. gigaspermum Gröger & Zieschang IB 67/247
H. helodes Favre IB 80/381; IB 84/63
H. hiemale Bres. IB 77/286
H. kühneri Bruchet Hb. Lamoure Typus
H. latifolium Gröger & Zieschang IB 79/419
H. leucosarx Orton IB 81/424
H. longicaudum (Pers.: Fr.) Quéf. IB 75/172; IB 84/80; IB 84/292
H. marginatum Bruchet IB 75/136
H. mesophaeum (Pers.: Fr.) Quéf. IB 82/428; IB 83/450
H. moseri Sing. IB 63/359 Typus
H. nigellum Bruchet IB 84/140
H. perpallidum Mos. IB 62/69 Holotypus
H. populinum Rom. IB 74/469; 84/195
H. pusillum Lge. IB 78/294; IB 83/432
H. pyrophilum Moreno & Mos. (syn. *flamuloides* Rom.) Hb. Romagnesi Nr. 55390 Typus
H. radicosum (Bull.: Fr.) Kummer IB 82/279
H. remyi Bruchet IB 78/281; IB 84/81
H. repandum Bruchet IB 65/53; IB 84/169
*H. sacchariolen*s Quéf. IB 82/270
H. sarcophyllum (Peck.) Sacc. IB 83/503
H. sinapizans (Paulet: Fr.) Gill. IB 80/450
H. spoliatum (Fr.) Karst. IB 83/463
H. stenocystis Favre IB 84/284
H. strophosum (Fr.) Sacc. IB 81/5
H. subcaespitosum Bon Hb. Bon Nr. 771107 Holotypus
H. subsaponaceum Karst. Ib 71/10; IB 78/326
H. testaceum (Batsch.: Fr.) Quéf. IB 80/236; 84/418
H. tomentosum (Mos.) Gröger & Zieschang IB 69/86 Typus
H. truncatum (Schff.: Fr.) Kummer IB 83/448; IB 82/300
H. truncatum var. *pruinatum* Mos. IB 80/524 Holotypus
H. vaccinum Rom. Hb. Lamoure Nr. L82-541A
H. velutipes Bruchet IB 78/285

Tabelle 2: Sporenornamentation Typ A

| Spezies | Sporenform | Plage | Papille | Apex glatt | Kraterartige Gruben |
|-----------------------|-------------------|-------|---------|------------|---------------------|
| <i>anthracophilum</i> | mandelförmig | + | - | - | vorhanden |
| <i>calyptosporum</i> | mandelförmig | + | - | - | nicht häufig |
| <i>cylindrosporum</i> | elliptisch | + | - | - | fehlen |
| <i>elatum</i> | lang mandelförmig | + | - | - | vorhanden |
| <i>fusisporum</i> | spindelförmig | + | - | - | vorhanden |
| <i>gigaspermum</i> | zitronenförmig | + | + | - | nicht häufig |
| <i>latifolium</i> | zitronenförmig | + | + | - | nicht häufig |
| <i>sacchariolen</i> s | mandelförmig | + | ± | - | vorhanden |
| <i>subsaponaceum</i> | mandelförmig | + | - | ± | vorhanden |
| <i>tomentosum</i> | mandelförmig | + | ± | - | vorhanden |
| <i>aprile</i> | elliptisch | - | - | - | fehlen |

Tabelle 3: Sporenornamentation Typ B

| Spezies | Sporenform | Plage | Papille | Apex glatt | Sonstiges |
|--------------------------------|--------------------|-------|---------|------------|----------------------|
| <i>candidipes</i> | mandelförmig | — | — | ± | Übergang zu C |
| <i>cistophilum</i> | breit mandelförmig | — | — | — | |
| <i>dunense</i> | elliptisch | — | — | ± | Übergang C |
| <i>eburneum</i> | mandelförmig | — | ± | — | |
| <i>fastibile</i> | eiförmig | — | — | — | |
| <i>marginatulum</i> | eiförmig | — | — | — | |
| <i>mesophaeum</i> | eiförmig | — | — | — | |
| <i>moseri</i> | mandelförmig | — | — | — | |
| <i>pyrophilum</i> | mandelförmig | — | — | — | |
| <i>remyi</i> | lang mandelförmig | — | — | ± | Übergang zu C |
| <i>subcaespitosum</i> | mandelförmig | — | — | — | |
| <i>truncatum</i> | mandelförmig | — | — | — | |
| <i>trunc. var. pruinatum</i> | mandelförmig | — | — | — | |
| <i>fastibile f. ammophilum</i> | lang mandelförmig | — | — | — | Übergang zu A bzw. C |
| <i>strophosum</i> | lang elliptisch | — | — | — | Übergang zu A bzw. C |

Tabelle 4: Sporenornamentation Typ C

| Spezies | Sporenform | Plage | Papille | Apex glatt | Sonstiges |
|----------------------|--------------------|-------|---------|------------|----------------------|
| <i>albocolossum</i> | mandelförmig | — | — | ± | |
| <i>album</i> | lang mandelförmig | ± | ± | ± | gequollen ± faltig |
| <i>alpinum</i> | sublimoniform | — | ± | — | |
| <i>angustifolium</i> | mandelförmig | ± | ± | — | |
| <i>bulbosum</i> | mandelförmig | — | — | — | |
| <i>circinans</i> | mandelförmig | ± | ± | — | Orn. unterschiedlich |
| <i>claviceps</i> | mandelförmig | — | — | — | |
| <i>edurum</i> | mandelförmig | + | — | — | Orn. unterschiedlich |
| <i>funariophilum</i> | mandelförmig | — | — | ± | |
| <i>hiemale</i> | mandelförmig | — | ± | — | |
| <i>kühneri</i> | mandelförmig | + | ± | ± | |
| <i>leucosarx</i> | mandelförmig | — | — | — | gequollen ± faltig |
| <i>longicaudum</i> | lang mandelförmig | ± | — | ± | |
| <i>perpallidum</i> | mandelförmig | + | — | + | |
| <i>pusillum</i> | mandelförmig | + | — | — | |
| <i>radicosum</i> | breit mandelförmig | — | — | — | Übergang zu A |
| <i>repandum</i> | ei-mandelförmig | — | — | ± | |
| <i>sarcophyllum</i> | mandelförmig | + | ± | + | Orn. unterschiedlich |
| <i>sinapizans</i> | lang mandelförmig | + | — | ± | |
| <i>spoliatum</i> | mandelförmig | + | — | — | Übergang zu A |
| <i>vaccinum</i> | mandelförmig | + | ± | ± | |
| <i>velutipes</i> | mandelförmig | — | — | — | |

Untergruppe Typ C*

| | | | | | |
|------------------------|--------------------|---|---|---|--|
| <i>birrum</i> | mandelförmig | — | ± | — | |
| <i>crustuliniforme</i> | lang mandelförmig | — | ± | — | |
| <i>helodes</i> | elliptisch | — | — | — | |
| <i>nigellum</i> | lang mandelförmig | — | — | — | |
| <i>populinum</i> | sublimoniform | — | ± | — | |
| <i>stenocystis</i> | breit mandelförmig | — | — | — | |
| <i>testaceum</i> | lang mandelförmig | + | — | — | |

Literatur

- BESSON, M. (1972) – Contribution à la connaissance de l'infrastructure de la paroi sporique de Hyménomycètes. – Thèse de doctorat, Univ. Claude Bernard, Lyon (30 S.).
- & G. BRUCHET (1970) – Recherches sur les spores des *Hebeloma* (*Basidiomycetes*, *Agaricales*). – Bull. Soc. Mycol. France, 263–292.
- BIGELOW, H. E. & J. R. ROWLEY (1968) – Surface replicas of the spores of fleshy fungi. – Mycologia 60: 869–887.
- BRUCHET, G. (1970) – Contribution à l'étude du genre *Hebeloma* (Fr.) Kummer: Partie speciale. Bull. Soc. Linn. Lyon 39, suppl. au. no. 6 (132 S.).
- CLÉMENÇON, H. (1970) – Bau der Basidiosporenwände und ein Vorschlag zur Benennung ihrer Schichten. – Z. Pilzk. 36 (1&2): 113–133.
- (1973) – Die Wandstrukturen der Basidiomyceten III. *Cortinarius* und *Dermocybe*. – Z. Pilzk. 39: 121–144.
- (1977) – Die Strukturen der Basidiosporenwand und des Apikulus, und deren Beziehung zur Exogenisation der Spore. Persoonia, Vol. 9, Part 3: 360–380.
- GRÖGER, F. & G. ZIESCHANG – *Hebeloma*-Arten mit sacchariolens-Geruch. – Z. Mykol. 47 (2): 195–210.
- JANSEN, P. B. (1979) – *Hebeloma calyptosporum*. – Cooloa 22 (1): 30–31.
- KIERMAYER, O. (1968) – The distribution of microtubules in differentiating cells of *Micrasterias denticulata* Breb. – Planta 83: 223–236.
- KÜHNER, R. (1926) – Contribution à l'étude des hyménomycètes et spécialement des Agaricacées. – Le Botaniste 17: 5–218.
- (1935) – Le genre *Galera* (Fr.) Quélet. – Enc. Mycol. Paris 71: (238 S.).
- (1972) – *Galerina* Earle et *Phaeogalera* gen. nov. – Bull. Soc. Myc. France 88: 119–153.
- MOSER, M. (1983) – Die Röhrlinge und Blätterpilze, in G a m s, Kleine Kryptogamenflora II b/2 (5. Auflage), Stuttgart, New York.
- NILSSON, S. (1983) < Editor > – Atlas of airborne fungal spores in Europe. – Verl. Springer, Heidelberg, New York (139 S.).
- PEGLER, D. N. & T. W. K. YOUNG (1971) – Basidiospore morphology in the *Agaricales*. – Bh. Nov. Hed. (210 S.).
- (1972) – Basidiospore form in the British species of *Galerina* and *Kuehneromyces*. – Kew Bull. Vol. 27 (3): 483–500.
- PERREAU-BERTRAND, J. & L. M. MELENDEZ-HOWELL (1966) – Observations sur la structure tégumentaire sporale de quelques Basidiomycètes chromosporés. – C. R. Acad. Sci. Paris 262 D: 454–457.
- REYNOLDS, E. S. (1963) – The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. – J. Cell. Biol. 17: 208–2.
- SINGER, R. (1975) – The *Agaricales* in modern taxonomy. Vaduz.
- SMITH, A. H., D. H. MITCHEL, V. S. EVENSON – The veiled species of *Hebeloma* in the Western United States. – Univ. Mich. Press (219 S.).

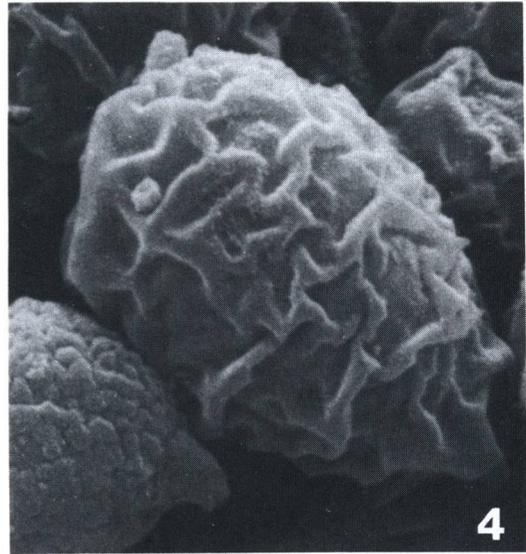
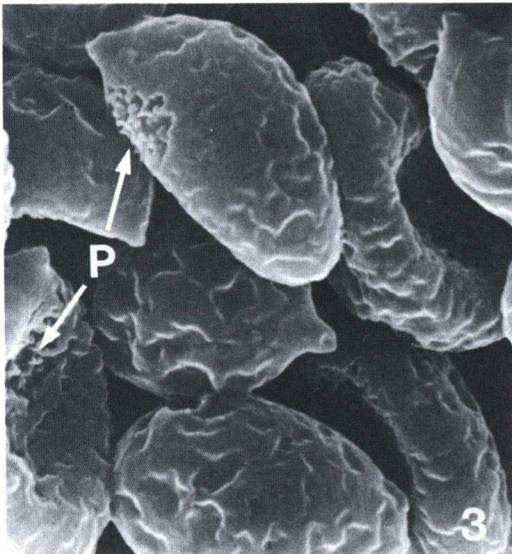
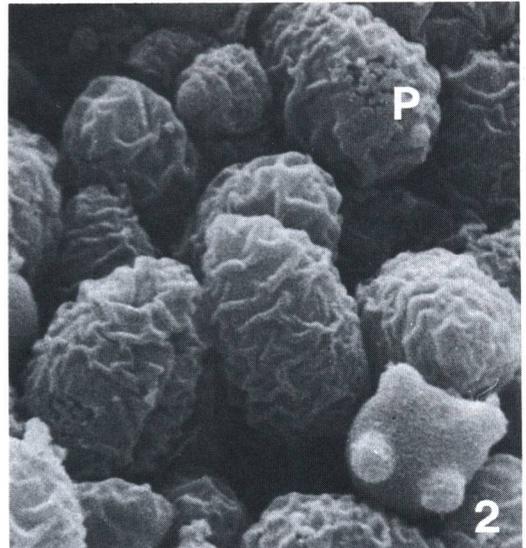
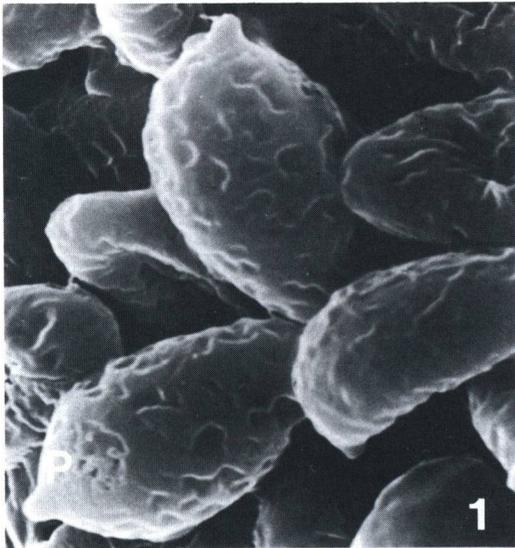


Abb. 1: *H. anthracophilum* X 5500, trockene Sporen mit nahezu glatter geschlossener Oberfläche, adaxial Plage (P) deutlich, Typ A.

Abb. 2: *H. anthracophilum*, X 4700, gequollene und fixierte Sporen mit faltiger Oberfläche, Plage (P), Typ A.

Abb. 3: *H. subsaponaceum*, X 6000, trockene Sporen, wobei sowohl in der lateralen als auch adaxialen Ansicht eine Plage (P) zu erkennen ist, Typ A.

Abb. 4: *H. calyptosporum*, X 8400, fixierte und gequollene Spore mit der für Typ A charakteristischen Oberfläche.

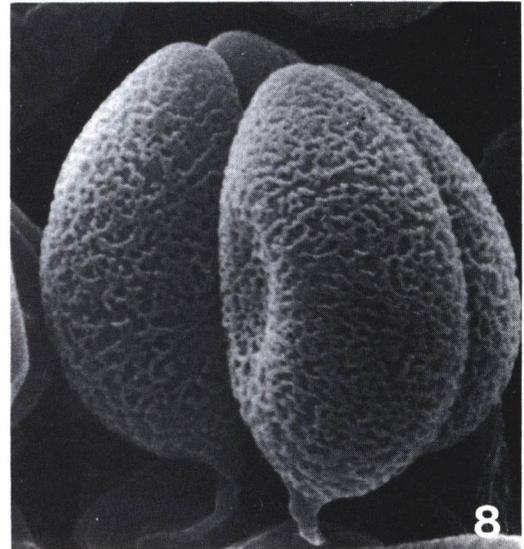
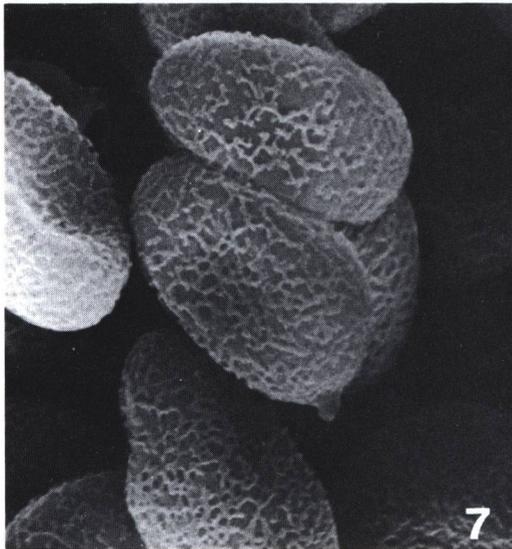
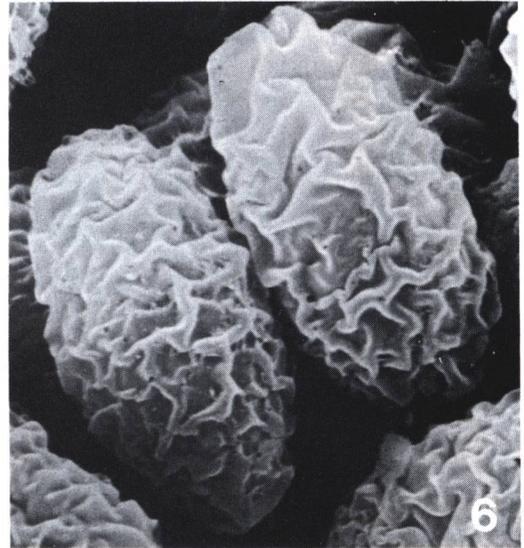
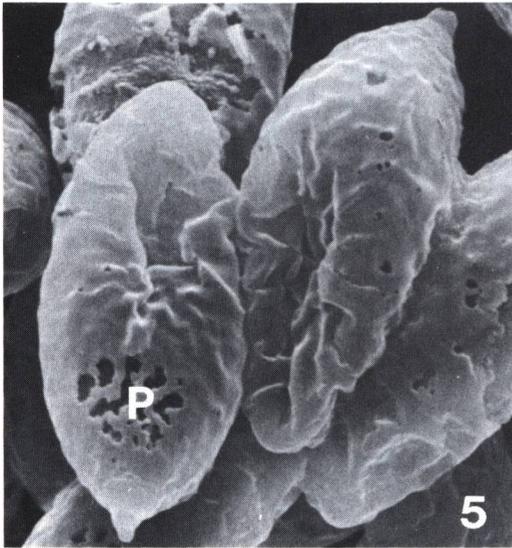


Abb. 5: *H. fusisporum*, X 5500, trockene Sporen mit deutlicher Plage (P), Typ A.

Abb. 6: *H. fusisporum*, X 5500, gequollene und fixierte Sporen als direkter Vergleich zu Abb. 5, Typ A.

Abb. 7: *H. mesophaeum*, X 6000, trockene Sporen mit einer dichten und feinen Skulptur ohne erkennbare Plage, charakteristisch für Typ B.

Abb. 8: *H. eburneum*, X 6000, Sporentetrade trocken, wobei schon in diesem Entwicklungszustand die typische Oberflächenstruktur sichtbar wird, Plage fehlt, Typ B.

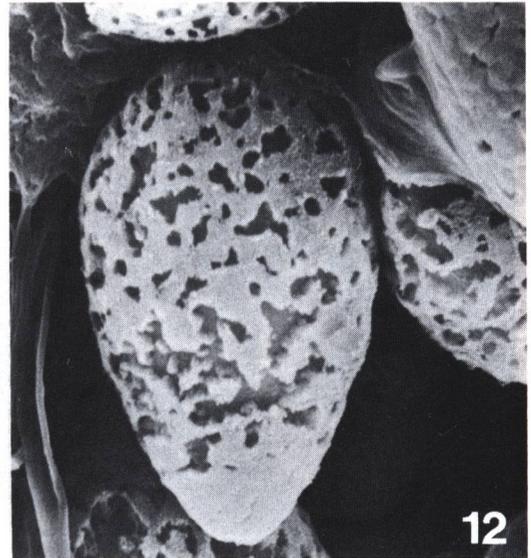
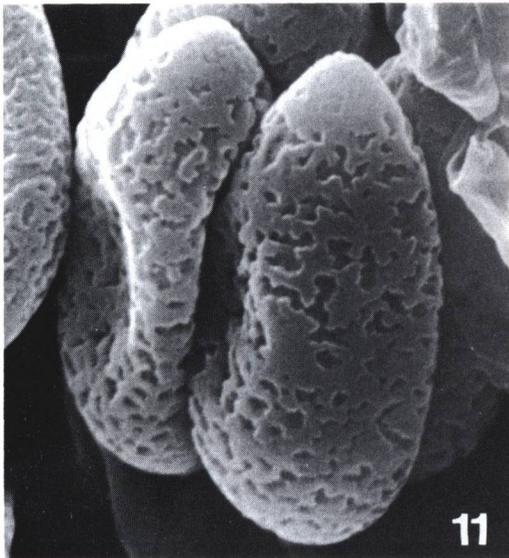
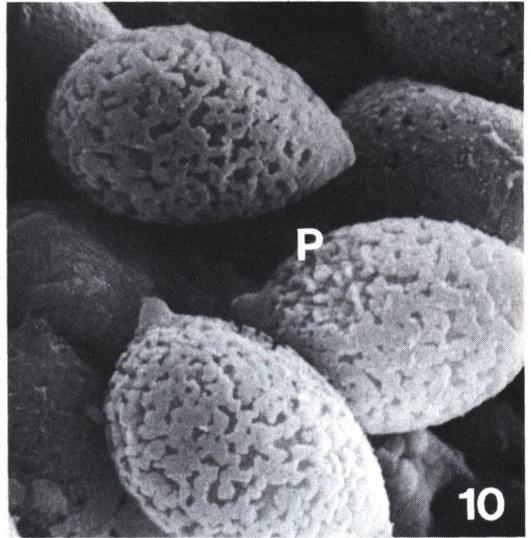
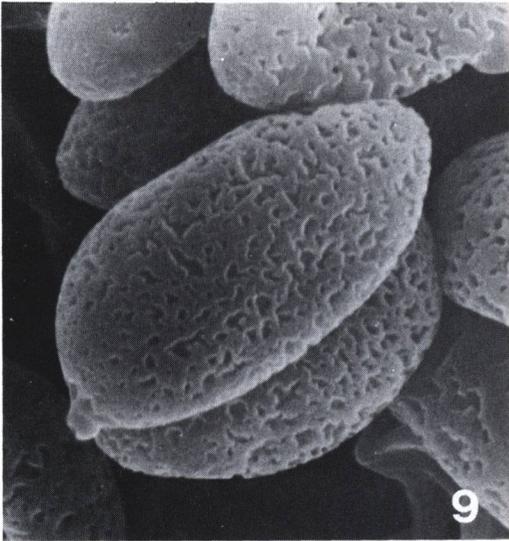


Abb. 9: *H. albocolossum*, X 6000, Oberflächenstruktur der trockenen Sporen besteht aus mehr oder weniger breiten Rippen, die netzig verbunden sind, charakteristisch für Typ C.

Abb. 10: *H. sinapizans*, X 5500, Sporen gequollen und fixiert, Mittelspore mit Plageandeutung (P), Typ C.

Abb. 11: *H. perpallidum*, X 7000, trockene Sporen mit der für Typ C charakteristischen Skulpturen mit abgegrenztem glattem Apexbereich.

Abb. 12: *H. sarcophyllum*, X 7900, gequollene und fixierte Spore mit glattem Apex, Typ C.

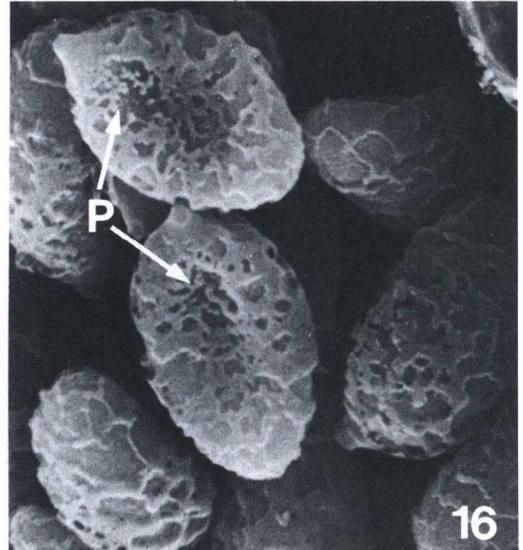
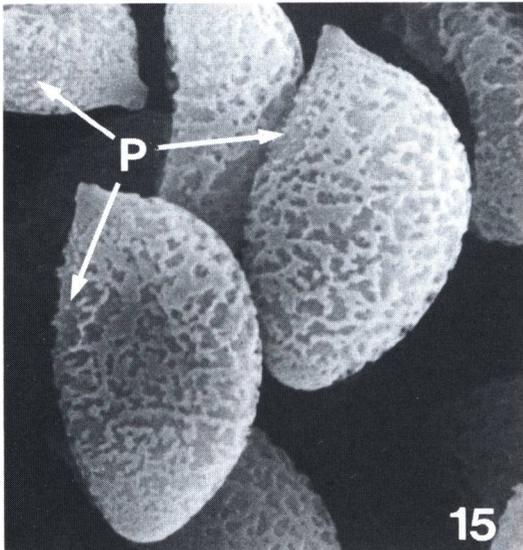
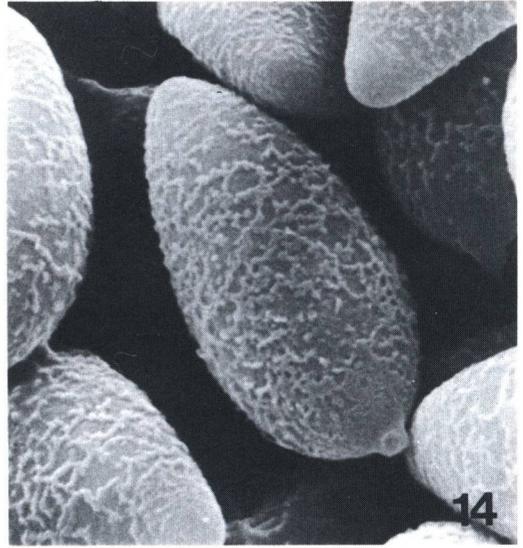
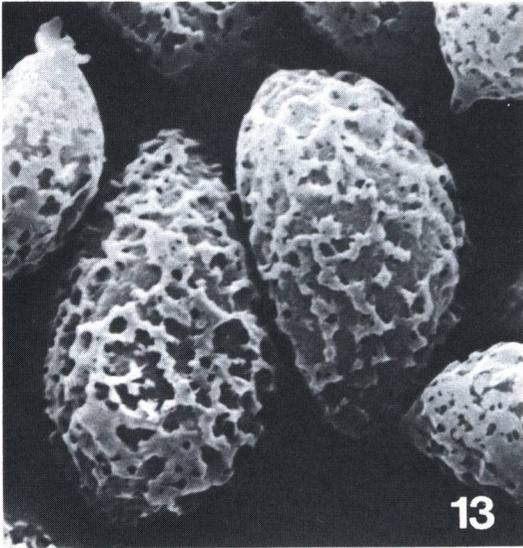


Abb. 13: *H. crustuliniforme*, X 6000, trockene Sporen mit zum Teil spärlicher Skulptur, Typ C*.

Abb. 14: *H. nigellum*, X 6000, trockene Sporen mit für Typ C* charakteristischen Ornamentation.

Abb. 15: *H. longicaudum*, X 6000, trockene Sporen lateral gesehen mit deutlicher Plage (P), Typ C.

Abb. 16: *H. testaceum*, X 6000, trockene Sporen mit zum Teil spärlicher Skulptur, aber deutlicher Plage (P), Typ C*.

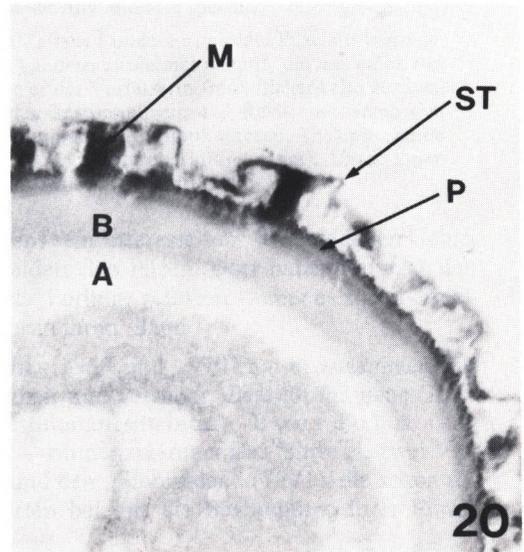
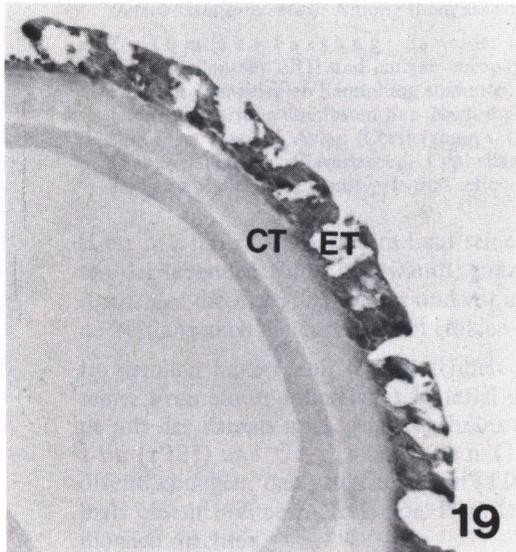
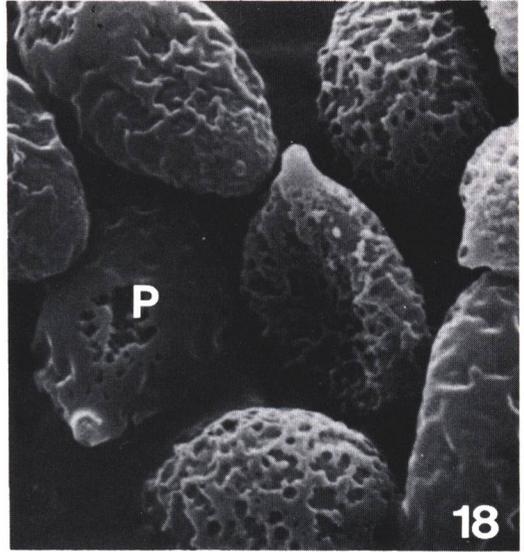


Abb. 17: *H. repandum*, X 6000, trockene Sporen mit netzig-rippiger bis scholliger Ornamentation ohne erkennbare Plage, Typ C.

Abb. 18: *H. spoliatum*, X 6000, trockene Sporen mit unterschiedlichster Skulptur und deutlicher Plage (P), Typ C.

Abb. 19: *H. sinapizans*, X 22000, Sporenquerschnitt, deutliche Abgrenzung der ornamentbestimmenden Epitunica (ET) von der eigentlichen Sporenwand der Coriotunica (CT), die gezont erscheint; Sporothezium nicht mehr zu beobachten.

Abb. 20: *H. truncatum*, X 30000, Sporenausschnitt längs, Zonen der Coriotunica (A, B), Epitunica mit dünnem Podostratum (P) und mächtigem Mucostratum (M), darüber zum Teil noch das dünne Sporothezium (ST) erkennbar.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

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

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. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - 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: 1987

Band/Volume: [53_1987](#)

Autor(en)/Author(s): Rucker Thomas

Artikel/Article: [Ultr;istrukur der Sporen bei Hebeloma \(Pers.: Fr.\) Kummer \(Agaricales\) 59-71](#)