

Über Thallosporen bei einigen Krustenflechten

von
J. Poelt und W. Obermayer

Key Words: Lichens, thallospores, diaspores, prothallus, *Protoparmelia*, *Rhizoplaca*, *Sporastatia*.

Abstract: Thallospores, hitherto (almost) exclusively known from several species within the genus *Umbilicaria*, occur also in crustaceous lichens, belonging to different families. They arise from parts of the thallus which morphologically represent a primary or secondary prothallus, and they are surprisingly uniform in structure and colour. The following thallosporogenous taxa are treated: *Protoparmelia leproloma*, *Protoparmelia nephaea*, *Rhizoplaca peltata*, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Sporastatia testudinea* var. *karakorina*. In *Protoparmelia* the thallospores seem to be the more important diaspores. Accordingly, fully developed ascocarps are quite rare. Within the other species, thallospores are developed as supplementary diaspores, possibly only under extreme environmental conditions. - *Protoparmelia nephaea* is a new combination, *Sporastatia testudinea* var. *karakorina* is described as a new variety.

Zusammenfassung: Thallosporen, bei Flechten bisher (fast) nur von einer Reihe von Arten der Gattung *Umbilicaria* bekannt geworden, kommen auch bei Krustenflechten verschiedener Familienzugehörigkeit vor, in erster Linie bei Arten mit peltaten bis umbilicaten Thalli. Sie entstehen in Lagerbereichen, die der Struktur nach primären oder sekundären Prothallus darstellen, und sind in Bau und Färbung überraschend einheitlich. Folgende thallosporogenen Sippen werden behandelt: *Protoparmelia leproloma*, *Protoparmelia nephaea*, *Rhizoplaca peltata*, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Sporastatia testudinea* var. *karakorina*. Bei den *Protoparmelia*-Arten scheinen die Thallo-

sporen die hauptsächlichlichen Diasporen zu sein; voll entwickelte Ascocarprien sind entsprechend selten. Bei den anderen Arten werden Thallosporen als zusätzliche Diasporen entwickelt, möglicherweise nur unter besonderen, extremen Umweltbedingungen. - *Protoparmelia naphaea* wird neu kombiniert, *Sporastatia testudinea* var *karakorina* neu beschrieben.

Einleitung:

Thallosporen (HAWKSWORTH & al. 1983: 378) sind asexuelle, von Pilzmycelien direkt, d.h. ohne Vermittlung spezieller Konidienträger mitotisch gebildete vegetative Diasporen. Sie sind von vielen nicht-lichenisierten Pilzen bekannt, bei Flechten aber höchst wenig beachtet worden. Mit den Pyknidien und ihren intern gebildeten Pyknosporen (zur Definition und den verschiedenen Bautypen vgl. zuletzt VOBIS 1980), die wir zumindest in den meisten Fällen für männliche Sexualorgane bzw. -zellen halten, haben sie nichts zu tun. Sie sind ebenfalls verschieden von den echten Konidien, die bei relativ wenigen Flechtengruppen auftreten und hier nicht näher diskutiert werden können.

HESTMARK 1990: 548 verwendet aus verschiedenen Gründen den Terminus Thalloconidien anstelle von Thallosporen; wir bleiben hier bei der älteren Bezeichnung.

Im Bereich der lichenisierten Ascomyceten sind Thallosporen unseres Wissens - mit einer Ausnahme - nur bei Arten der Gattung *Umbilicaria* gefunden worden (POELT 1977, HASENHÜTTL & POELT 1978, HESTMARK 1990, dort weitere Angaben). Es konnte nachgewiesen werden, daß die Thallosporen bei *Umbilicaria* in einer ganzen Reihe verschiedener Bautypen auftreten und daß sie in der Lage sind, zu keimen. HESTMARK 1990 ist der Geschichte der Kenntnis dieser Körperchen nachgegangen und hat die Vielfalt der Formen anhand zahlreicher REM- und SEM-Bilder illustriert. Der Fall bedarf hier keiner näheren Schilderung.

Der einzige weitere Fall von Thallosporen betrifft *Lecidea leproloma* R. SANTESSON (in MOBERG 1986), deren Autor in der Originaldiagnose speziell auf das Vorkommen von Thallosporen hinweist. Die Art, die fast ausschließlich 'steril', d.h. ohne Ascocarprien gefunden worden ist, scheint sich bei ihrer Fortpflanzung der Thallosporen zu bedienen. Im übrigen gehört sie in die Verwandtschaft von *Protoparmelia* (= *Lecanora atriseda*); sie wird an anderer Stelle näher behandelt werden (POELT & LEUCKERT 1990).

"*Lecidea leproloma*" war Anlaß, der Frage nachzugehen, ob Thallosporen bei Flechten - in erster Linie Krustenflechten - häufiger sind als bisher angenommen. Im folgenden werden einige Fälle dargestellt, die darauf schließen lassen, daß Thallosporen bei ganz verschiedenen Verwandtschaftsgruppen vorkommen. Wenn dabei von Krustenflechten die Rede ist, so muß darauf hingewiesen werden, daß Thallosporen vorzugsweise bei durch peltate bis umbilicate Lager ausgezeichneten Flechten aufzutreten scheinen, bei denen der Begriff "Kruste" nur mit Vorbehalt verwendet werden kann.

Herzlichen Dank sei gesagt den Herren Prof. Dr. H. HERTEL, München, für einige Hinweise, Prof. Dr. R. SANTESSON, Uppsala, für wertvolles Material und Dr. V. WIRTH, Stuttgart, für Diskussionen und Verleih mehrere Proben.

1. *Protoparmelia leproloma* (R. SANT.) RAMBOLD & POELT in POELT & LEUCKERT 1990 (in Druck)

Untersuchte Exsiccate: MOBERG Lich. sel. Upsal. 14. ("*Lecidea leproloma*")

Die Flechte ist mit kleinen Gruppen etwas peltater Schüppchen - auf den Lagern von *Lecidea paupercula* parasitierend - stets an Steilflächen kalkarmer Gesteine zu finden. Die Thallosporen werden am Rand und auch an der Unterseite der Areolen gebildet, die dadurch rußig gesäumt erscheinen (vgl. Abb. 1a,b). Die sporogenen Hyphen sind verzweigt, am Grunde um 5 µm breit, nach außen zu sich auf rund 8 µm erweiternd. Die Thallosporen sind anfangs zweizellig (im Mittel 10 - 12 x 7 µm), später auch schwach mehrzellig, die mehrschichtigen Zellwände sind oberflächlich schollig-warzig aufgerissen, von dunkelblauer Farbe, in KOH leicht aufgehell, sie geben in HNO₃ eine dunkelpurpurne Lösung ab; das plasmahaltige Lumen ist in Lactophenol-Baumwollblau stark anfärbbar.

Untersuchte Proben: SCHWEDEN, Härjedalen Prov., Tännäs par., Mt. Gruvvälen, 0.2 km SSW of Lake Glimsjön (c. 1,8 km NE of Ramundbergets Fjällgård). 62°43'N 12°25'E. Alt. c. 920 m. On a vertical rock wall. 1985-05-19 (Nr. 31390). leg. R. SANTESSON. MOBERG Lich. sel. Upsal. 14. (GZU) -- Torne Lappmark, Block, Steilfläche, im Birkenwald oberhalb Stenbacken. 1972-08 leg. J. POELT, det. R. SANTESSON 1982. (GZU) -- Torne Lappmark, the Torneträsk area, Jebrinjokk. Alt. 700 m. 1919-07-16, leg. A.H. MAGNUSSON, det. R. SANTESSON. (GZU)

2. *Protoparmelia naphaea* (SOMMERF.) R. SANTESSON comb. nov. hoc. loco

Basionym: *Lecanora naphaea* SOMMERF. (non auct.), Suppl. Flor. Lappon.: 103 (1826)

Untersuchte Exsiccate: H. MAGNUSSON Lich. sel. scand. 96 ("*Lecanora naphaea*")

(Der Name *Lecanora naphaea* ist, wie SANTESSON 1984: 141 festgestellt hat, lange Zeit fälschlicherweise für die davon gut getrennte *Lecanora* (= *Protoparmelia*) *atriseda* verwandt worden. Hier ist von *Protoparmelia naphaea* im ursprünglichen Sinne die Rede.)

Die Flechte wächst in Überhangsflächen schwermetallhaltiger Gesteine; sie zeigt zerstreute Areolen auf dunklem, rußig wirkendem Prothallus (vgl. Abb. 2a); gut entwickelte Apothecien sind (sehr) selten. Die Thallosporen werden auf der Unterseite der schwach gebanelten Areolen sowie direkt auf dem Prothallus gebildet. Sie sind dunkelblau, zumindest anfangs zweizellig und etwa 10 - 12 x 6 µm messend, später häufig 4 - 6 - (mehr-)zellig, wobei "Längs" wände gebildet werden (siehe Diskussion). Die mehrschichtigen Wände werden in KOH etwas aufgehell, in HNO₃ bildet sich eine purpurne Lösung. Das Plasma ist in Lactophenol-Baumwollblau deutlich anfärbbar.

Bisher dürften sterile Proben von *Protoparmelia naphaea* öfter als vermutliche Rhizocarpen gesammelt worden sein, da bei gewissen Überhangsformen von graubraunen *Rhizocarpon*-Arten ähnliche Lagerschuppen auftreten. Die Analyse der Thallosporen sollte hier in Zukunft eine eindeutige Zuordnung ermöglichen.

Untersuchte Proben:

ÖSTERREICH, Steiermark, Seetaler Alpen-W-Abhang, 10 km E von Neumarkt W-Abhang des Kreiskogels, im Grotscher, ca. 1800 m (GF 8953/1), schwermetallhaltiger Überhang 1987-09-13 leg. W. OBERMAYER (Nr. 2100) (GZU) TLC: Stictinsäure, Constictinsäure -- Kärnten, Nationalpark Nockberge, Erlacher Bockscharte, Quarzit, 1989-07-23 leg. W. PETUTSCHNIG (GZU)

SCHWEDEN, Bohuslän: par Ödsmål, Starrkärr, under overhanging lax schistose rocks, sterile. 1930-07-09 leg. A.H. MAGNUSSON. H. MAGNUSSON Lich sel. Scand. 96 (GZU) TLC u. FMS (LEUCKERT): Stictinsäure, Constictinsäure -- Härjedalen: Tännäs par., the valley of the river Ljusnan, Mt. Gruvvålen, Hälliden (1,1 km NNE of Hotel Ramundberget). Alt. 830 m. On overhanging rock in the subalpine birch forest. 1985-08-15 leg. R. SANTESSON (Nr. 31362) (GZU, V. WIRTH) -- Torne Lappmark, Umgebung von Abisko: Überhangsflächen eines schwermetallhaltigen Schiefers im oberen Laktavagge, um 1000 m, mit *Haematomma lapponicum* var. *cuprigenum* und *Grimmia atrata* 1967-07-16 leg. J. POELT (Nr. 5176) (GZU, V. WIRTH Nr. 1461) TLC (LEUCKERT): Stictinsäure, Constictinsäure -- Torne Lappmark, Jukkasjärvi sn: Felssturzgebiet SE von Vassijaure stn, entlang des Kärkejåkka, 700 m, 68°25'N/18°19'E. 1980-08-05 leg. J. POELT (GZU) TLC (LEUCKERT): Stictinsäure, Constictinsäure

BRD, Bayern, Bayerisch-Böhmischer Wald, Kaitersberg bei Kötzing, ca. 980 m, an südexponierten Überhängen, stark abwitternde Gneise, 1968-08-20 leg. V. WIRTH (V. Wirth, Nr. 933) -- Baden, südl. Schwarzwald, Feldberg, Felsen am östlichen Talabschluß des Zastlerloches, über der Zastlerhütte, 1350 m, an senkrechten Wänden zusammen mit *Acarospora chlorophana*, Substrat zumindest bei Regen feucht (*Acarosporium chlorophanae*), 1968-09-16 leg. V. WIRTH (V. Wirth, Nr. 868 u. 2133)

3. *Rhizoplaca peltata* (RAM.) LEUCKERT & POELT

Syn. *Lecanora peltata* (RAM.) STEUD.

Untersuchte Exsiccate: STEINER & POELT Lichenotheca Afghanica 21. - W. WEBER Lich. exs. Colorado Mus. Boulder 119, 460.

Die peltat bis deutlich umbilicat gestalteten Thalli der Art sitzen auf gedüngten, kalkarmen Felsen trockener Gebirgsgebiete der ganzen Holarktis. Die Thallosporen werden an Rand und Unterseite der Thalli abgegliedert, am stärksten am Rand selbst. Die Thalli erscheinen daher häufig kräftig schwarz gesäumt (vgl. Abb. 3a). Die sporogenen Hyphen stehen vergleichsweise locker, sie sind deutlich dreidimensional verzweigt, an der schwach gefärbten Basis sehr englumig mit stark gequollenen Zellwänden; nach außen zu werden die Lumina breiter und die Zellwände dunkler gefärbt und dabei weniger gequollen (vgl. Abb. 3d). Die Thallosporen sind 2- bis wenigzellig, einreihig (2-zellig messen sie im Mittel um $13 \times 7 \mu\text{m}$), die mehrschichtigen, blauen Wände werden in KOH etwas aufgehellt, in HNO₃ scheidet sich eine purpurne Lösung ab. Das Plasma ist wiederum deutlich anfärbbar.

Ganz ähnliche Thallosporen konnten bei einigen Belegen von *Rhizoplaca melanophthalma* (RAM.) LEUCKERT & POELT (Syn. *Lecanora melanophthalma* (RAM.) RAM.) gefunden werden, und zwar bei jenem dicklagerigen, psoromsäurehaltigen Typus, der bei POELT 1958: 520 als *Lecanora melanophthalma* var. *obscura* (STEINER) POELT bezeichnet worden ist und einer erneuten Bearbeitung bedarf.

Untersuchte, Thallosporen-tragende Proben von *Rhizoplaca peltata*

AFGHANISTAN, Großer Pamir, Issiktal: freistehender mannshoher Felsen, W-exponiert, 4090 m 1975-08-24 leg. H. HUSS (Nr. 51). (GZU) -- Ost-Hindukusch: Wakhan, Quazi-deh-Tal, großer freistehender Felsblock auf sehr alter Moräne, 3200 m 1964-Juni-August leg. H. ROEMER (Nr. 1718). (GZU) TLC (HÄHNEL & LEUCKERT): Usninsäure, Pannarin, Zeorin -- Prov. Kabul, Paghman-Gebirge, oberhalb des Ortes Paghman, an der Talgabelung Chap-Darrah und Rast-Darrah, linke Talseite. 68°56'E/34°37'N, 2550 m, Silikatfelswände, S-SE-exponiert. 1970-05-30 leg. M. STEINER (Nr.

36/8). (GZU) -- Prov. Baghlan, oberes Khinjan-Tal, bei der Brücke über den Khinjan-Fluß, 69°00'E/35°25'N, 2600 m, Silikatblöcke am Fuße eines Steppenhanges, mit *Juniperus subglobosa*. 1970-06-04 leg. M. STEINER (Nr. 40/8). (GZU) -- Prov. Kabul, rechtes (östliches) Seitental des Logartales, Guldara, 69°16'E/34°25'N, 2050 m. N-Hang, Felsblöcke (Kalkschiefer in NE-Exposition) 1970-05-01 leg. A. DIETERLE (Nr. Pod. 34/1). (GZU) TLC (HÄHNEL & LEUCKERT): Usninsäure, Psoromsäure, Zeorin -- Prov. Kabul, Logar-Tal, Stupa Guldara, S von Saydkhel. 69°16'E/34°23'N, 2100 m, auf kalkfreien Felsen 1978-11-25 leg. D. PODLECH (Nr. 68). (GZU) -- Prov. Kabul, Tal des Paghman-Flusses, etwa 4 km oberhalb des Ortes Paghman, 68°55'E/34°37'N, ca. 2450 m, zumeist N-W-exponierte Stirnflächen von Granitblöcken. 1970-04-24, 07-01 leg. M. Steiner (Nr. 2/6 u. 60/3). STEINER & POELT Lichenotheca Afghanica 21 (GZU) TLC (HÄHNEL & LEUCKERT): Usninsäure, Pannarin, Zeorin

IRAN, Prov. Gorgan/Sennan, Tilabad-Paß, 66 km S Shahpassand, nördlich der Paßhöhe, zwischen Felsblöcken, in Spalten, 1800 m 1977-09-05 leg. S.-W. BRECKLE & R. BHADRASA. (GZU) -- Elbursgebirge, Karadjal, Gachsar (rechte Flußseite), SW-exponierter Hang, 2400 m 1970-08-16 leg. PROBST. (GZU) TLC (HÄHNEL & LEUCKERT): Usninsäure, Pannarin, Zeorin -- Elbursgebirge, Prov. Gilan, von Loshan (Sefidrudtal, Strecke Ghazvin - Rasht) Richtung Kohlenmine bei 1050 m, trockenes Paliurus etc.-Gebüsch, Flechten auf Kalkstein 1970-08-06 leg. PROBST. (GZU) TLC (HÄHNEL & LEUCKERT): Usninsäure, Psoromsäure, Zeorin -- Teheran, in declivibus praeruptis ad pedem montis Elburs supra Evine-Tehran, alt. 2300 m. Ad saxa silicea. 1973-03-14 leg. J. SOJAK. (GZU)

MONGOLISCHE VOLKSREPUBLIK, westliche Mongolei, Chavel, Climak, Nanchan Sum, Nordrand des Mongolischen Altai 1974-06-15 leg. W. HILBIG & Z. SCHAUMAN. (GZU)

UDSSR, Tadschikistan, im Tal des Warsob, etwa, 25 km nördlich von Duschambe, auf Granitblöcken, etwa 1500 m (2 Belege) 1975-07-12 leg. S. HUNECK. (GZU)

TÜRKEI, Armenien, Südflanke des Ararat, über Ganikor-Su, in der Nähe von Dogubayazit, 3160 m 1969-08 leg. TH. SCHAUER. (GZU)

U.S.A., Colorado, Mesa County: north-facing vertical sides of isolated sandstone boulders on clay knolls, base of Little Book Cliffs about 14 miles north of Loma, valley of Colorado River, ca. 4500 ft. alt. 1964-05-25 leg. W.A. WEBER & K. KHANNA. W. WEBER, Lich. exs. Colorado Mus. Boulder 119 (GZU) -- Colorado, Garfield County: 8 km N of Rifle: sandstone ridge on west side of Rifle Creek along south edge of Grand Hogback 3.2 km SW of Rifle Gap, 1800 m m.s.m., on talus blocks on steep-facing slope. 1974-06-12 leg. W.A. WEBER, G. KUNKEL & J. MUNGER. W. WEBER Lich. exs. Colorado Mus. Boulder 460 (GZU) -- Nevada, Churchill Co., along US 50, 135 km E of Fallon, north end of Desatoya Mountains, 1830 m; 39°34'30"N/117°31'W, on conglomerate 1984-07-30 leg. T.H. NASH (Nr. 22,894). (GZU)

Untersuchte Probe von *Rhizoplaca melanophthalma*:

CHINA, Chinjiang Prov., Karakorum, östl. des K2-Gletschers, oberhalb der Einmündung des Siangkiang-Gletschers, (N 35°58' E 76°28'), 5000 m, steile nord-exponierte Felswände (Schiefer, Sandstein/Quarzit) 1986-09-23, leg. B. DICKORÉ - Deutsch-chinesische K2-Expedition 1986 (Nr. F23). (GZU)

4. *Sporastatia testudinea* (ACH.) MASSAL. var. *karakorina* OBERMAYER & POELT var. nov. hoc. loco

Similis var. *testudinea*, differt sporis distincte globosis ad subglobosis (in var. *testudinea* spora plerumque late ellipsoideae), medulla acidum gyrophoricum vel lecanoricum non vel vix continenti et thallosporis prothallinis.

Typus: CHINA, Xinjiang Prov., Karakorum, östlich des K2-Gletschers (N 35°58' E 76°28'), 4900 m, großer Sandstein/Quarzit-Block, NW-exponiert, 80°, 24.09.1986, leg. B. DICKORÉ - Deutsch-chinesische K2-Expedition 1986 (Nr. F 24). (GZU) TLC: Gyrophorsäure, Lecanorsäure

Thallus bis zu 3 cm im Durchmesser, meist deutlich radiat mit randlich \pm verlängerten und strahlig angeordneten Areolen von konkaver bis konvexer Oberfläche und brauner Farbe. Der Prothallus ist kräftig entwickelt, er umgibt die Areolen als wulstig vorstehender, rußig schwarzer Saum. Die verlängerten Randareolen sind oft von einer \pm deutlichen Epinekralschicht weißlich gefärbt. Rinde um 60 μ m hoch, die Endzellen der Rindenhypnen gebräunt; die auf der Rinde liegende Epinekralschicht erreicht um 150 - 200 μ m Höhe. Algenschicht 70 - 90 μ m; die Medulla kann 200 - 300 μ m dick werden. Die Thallosporien variieren etwas in der Färbung; am Rand der Areolen sind sie dunkelblau, auf dem Prothallus zwischen den Areolen dagegen dunkelbraun. Sie sind meist zweizellig und dickwandig (ca. 10 - 11 x 6 μ m). Rinde C+ schwach rötlich, K-; Mark C-. Die Thallosporien geben in HNO₃ eine purpurrote Lösung ab; sind sie braun, reagieren sie K+ rotbraun, C+ gelbbraun, sind sie dunkelblau dagegen K-, C-. Nach Ausweis von TLC enthält der Thallus - offenbar nur in der Rinde - Gyrophor- und Lecanorsäure.

Apothecien zahlreich, eingesenkt, konkav, anfangs rundlich, später von der Seite her eingefaltet, schließlich in Teile aufgegliedert, schwarz, ihr Rand aber häufig von einer feinen Epinekralschicht weißlich gezeichnet. Auch die Apothecien sind nicht selten von einem wulstigen Prothallus gesäumt. Hypothecium farblos bis braun, Hymenium basal farblos, Epihymenium blaugrün. Asci breitkeulig, mit JJK+ tiefblauem Tholus und Apikalkappe. Sporen sehr zahlreich, farblos, sehr breit ellipsoid bis kugelig, um 3,5 x 4 μ m oder 4 x 4 μ m. Spermarien länglich-zylindrisch 3,5 - 4 μ m x 1 - 1,5 μ m (wenn etwas länger dann gebogen).

Die Gattung *Sporastatia* scheint in den innerasiatischen Gebirgen ein Mannigfaltigkeitszentrum zu besitzen, wenigstens nach Ausweis der von dort beschriebenen Arten. Dabei ist freilich nicht zu vergessen, daß *Sporastatia testudinea* eine genetisch sehr variable Art ist; auch in den Alpen lassen sich oft verschiedene Phänotypen Seite an Seite unter gleichen Standortsbedingungen beobachten, ein klarer Hinweis auf eine gewisse genetische Inkonzistenz.

Die hier beschriebene neue Sippe weicht, wie in der Diagnose angegeben, von den Formen der Alpen und anderer Hochgebirge durch die (fast) kugeligen Sporen, das mächtig entwickelte Mark, in dem Gyrophor- und Lecanorsäure zu fehlen scheinen, und das stark entwickelte Vorlager mit reichlicher Thallosporienbildung ab (vgl. Abb. 4b,c). Zum Vergleich sind zahlreiche Belege der Art aus den Alpen wie anderen Bereichen des weiten Areals geprüft worden; die Sporen waren stets breit ellipsoid, mit einem Länge-Breiten-Index von 1,5 - 1,7. Tendenzen zur Thallosporienbildung fanden sich bei einigen Proben aus den Alpen, die über 2500 m gesammelt worden sind. Ob dabei wirklich funktionsfähige Thallosporien abgegliedert werden, sei dahin gestellt. - Vielfach ist der Prothallus, der das radiate Lager nach außen begrenzt, von einer weißlichen Epinekralschicht bedeckt (vgl. Abb. 4a).

Untersuchte Proben:

Außer dem Typusbeleg befinden sich 3 weitere Belege (Isotypen) vom selben Fundort im GZU.

Diskussion:

Die wenigen vorstehend behandelten, Thallosporien bildenden Arten gehören verschiedenen Genera und Familien an, in denen Arten ohne Thallosporien weitaus die überwiegende Mehrheit bilden. Trotz der verwandtschaftlichen Entfernung der Arten - *Protoparmelia* und *Lecanora* rechnen auch nach der neuesten Übersicht von ERIKSSON & HAWKSWORTH 1990 zu den Lecanoraceae, *Sporastatia* zu den Acarosporaceae; *Umbilicaria*, deren Thallosporien durchaus vergleichbar sind, ist Glied der Umbilicariaceae - ist die Ähnlichkeit der Thallosporien und ihrer Genese frappierend. Es fragt sich, ob die Ähnlichkeiten auf Analogien oder auf Konvergenzen zurückgehen; diese Frage dürfte erst zu beantworten sein, wenn mehr Arten sehr verschiedener Zugehörigkeit im Hinblick auf ihre Thallosporien untersucht sein werden. Es lassen sich folgenden Gemeinsamkeiten finden:

Die Thallosporien entstehen in Bereichen der Vegetationskörper, die durchwegs Prothalluscharakter aufweisen, entweder am primären Vorlager - so teilweise bei *Protoparmelia nephaea* - oder zumindest ganz überwiegend im Bereich sekundärer Vorlagerbildungen an den Rändern oder auf den Unterseiten der meist etwas peltaten Schuppen (vgl. Abb. 6a,b,c,d); in diesen Fällen sind die Geflechte, an denen die Thallosporien entstehen, in größerer Tiefe algenfrei als es der normalen, ursprünglich den Abschluß nach außen bildenden Rinde entspräche. Alle die Bereiche zeigen auffällig dickwandige Hypnen, die sich vom Mark nach außen betrachtet, zusehends stärker färben, d.h. in die meist sehr dicken und schließlich deutlich mehrschichtigen (vgl. unten) Hypnenwände werden chemisch unbekannte Pigmente eingelagert. In der Regel sind die Pigmente blau. Sie variieren je nach der Konzentration von hell- zu dunkel blau; bei *Sporastatia* gibt es Bereiche, in denen braune Farben vorherrschen, die in Blau übergehen, bei *Umbilicaria* sind die Wände \pm dunkelbraun gefärbt. Die Färbung, die bei den Bildungshypnen einsetzt, wird am stärksten im Bereich der Thallosporien selbst, die sich durch Abrundung der Trennwände langsam von den Bildungshypnen abgliedern. Während der Ablösung teilen sich die Zellen, sodaß die reifen Thallosporien in der Mehrzahl der Fälle zumindest zweizellig sind. Bei einem Teil der *Umbilicaria*-Arten, wie - in geringerem Ausmaß - bei den beiden Vertretern von *Protoparmelia* können weitere Teilungen schief oder senkrecht zur ursprünglichen Teilungsebene auftreten; die daraus resultierenden Zellkomplexe entsprechen aber nicht parenchymatischen Zellverbänden, sondern stellen gestauchte Verzweigungen dar. Die Bildungshypnen wie die Thallosporien selbst sind reich an Plasma, nachzuweisen an der starken Färbung mit Lactophenol-Baumwollblau.

Die Wände der Thallosporien sind ausnahmslos, wie schon lichtmikroskopisch (wenigstens nach Behandlung mit KOH, HNO₃ oder Lactophenol-Baumwollblau) festgestellt werden kann, mehr-, zumindest deutlich 2-schichtig. Die äußerste Schicht wird beim Wachstum der Zellen offenbar aufgerissen und umgibt dann die Thallosporien in Form grober scholliger Warzen (vgl. Abb. 1d). Für *Umbilicaria* hat dies HESTMARK 1990 geschildert und mit zahlreichen Beispielen illustriert. Die Strukturen ähneln denen, die sich bei vielen Arten von Caliciales an den Ascosporen finden (vgl. etwa TIBELL 1980 für *Chaenotheca*). Man kann vermuten, daß bei beiderlei Diasporen ähnliche Ausbreitungsmodalitäten wirksam sind.

Die Thallosporen entstehen, nach dem freilich nicht übermäßig reichlichen Material zu urteilen, bei den beiden Protoparmelien sehr regelmäßig und sehr frühzeitig. Gleiches dürfte auch für die neubeschriebene *Sporastatia testudinea* var. *karakorina* gelten, doch liegt von der Sippe zu wenig Material vor, um eine sichere Aussage zu gestatten. Wie von HESTMARK 1990 bestätigt, sind die Thallosporen bei *Umbilicaria* artspezifische Bildungen; manche Arten entwickeln sie regelmäßig, andere nie. An der genetischen Basis der Thallosporenbildung herrscht in all diesen Fällen kein Zweifel. Etwas schwieriger liegen die Dinge bei den beiden Arten von *Rhizoplaca*. Bei *Rhizoplaca peltata* wurden Thallosporen bei Proben aus asiatischen und amerikanischen trockenen Gebirgen nachgewiesen; die von MAGNUSSON 1940: 122 beschriebene *Lecanora regalis* ist eine kräftig entwickelte *Rhizoplaca peltata* mit stark entwickelten randständigen Thallosporenbordüren. Ähnliches gilt für *Rhizoplaca melanophthalma*. Es ist unklar ob die Thallosporenbildung in diesen Fällen umweltgesteuert wird oder ob sie auf bestimmte Genotypen beschränkt ist. Die Klärung dieser Frage erfordert weitere Untersuchungen.

Es fällt auf, daß es sich bei den behandelten Taxa vorwiegend um Bewohner von Extremstandorten handelt. *Protoparmelia nephaea* besiedelt Überhangsflächen schwermetallhaltiger Silikate. Die beiden *Rhizoplaca*-Arten sitzen auf gedüngten Felsköpfen und Gipfeln, die Stürmen, Wind- und Schneeschliff ausgesetzt sind; dabei scheinen die klimatisch besonders extremen trocken-kalten innerasiatischen Hochgebirge der Bildung von Thallosporen besonders förderlich zu sein. *Sporastatia testudinea* erreicht ihre maximale Entwicklung auf sturmtostesten Gipfeln der hochalpinen und nivalen Stufe.

Daß die Potenz zur Bildung dieser vegetativen Diasporen bei *Umbilicaria* und *Protoparmelia* genetisch gesteuert und hier gleichzeitig mit einer starken Reduktion im Bereich sexuellen Fruchtkens gekoppelt ist, wurde bereits bemerkt. Bei der genannten *Sporastatia* und den beiden *Rhizoplaca*-Arten stehen die Dinge vielleicht anders. Es mag sein, daß die Fähigkeit, Thallosporen zu differenzieren, diesen Arten generell inhärent ist, aber nur unter extremen Standortbedingungen realisiert wird, es mag aber auch sein, daß Rassen mit verschiedenen Potenzen existieren. Ein breites Feld von Problemen bleibt vergleichend und experimentell zu beackern.

Ein letzter Gedanke darf angefügt werden: bei der Benetzung Thallosporenbildender Bereiche fällt auf, daß die dunklen Ränder bzw. Unterseiten außerordentlich rasch und begierig Wasser an sich reißen. Es erscheint denkbar, daß die Funktion der lagerbürtigen Prothalli hier primär etwas mit Wasseraufnahme zu tun hatte und daß diese Funktion die Bildung von vegetativen Diasporen erst ermöglicht hat. Dies ist eine Spekulation, die weitere Untersuchungen anregen sollte.

Für die Abbildungen verwendete Herbarproben:

Protoparmelia leproloma

SCHWEDEN: Torne Lappmark, the Torneträsk area, Jebrinjokk. Alt. 700 m. 1919-07-16, leg. A.H. MAGNUSSON, det. R. SANTESSON. (GZU)

Protoparmelia nephaea

ÖSTERREICH, Steiermark, Seetaler Alpen-W-Abhang, 10 km E von Neumarkt, W-Abhang des Kreiskogels, im Grottscher, ca. 1800 m (GF 8953/1), schwermetallhöl-

tiger Überhang 1987-09-13 leg. W. OBERMAYER (Nr. 2100) (GZU) TLC: Stictinsäure, Constrictinsäure

Rhizoplaca peltata

AFGHANISTAN, Großer Pamir, Issiktal: freistehender mannshoher Felsen, W-exponiert, 4090 m 1975-08-24 leg. H. HUSS (Nr. 51). (GZU)

Sporastatia testudinea var. *karakorina*

Typus - siehe oben

Literatur:

- ERIKSSON, O. & HAWKSWORTH, D. 1990: Outline of the Ascomycetes - 1989. - Systema Ascomycetum 8 (2): 119 - 318.
- HAWKSWORTH, D.L., SUTTON, B.C. & AINSWORTH, G.C. 1983: Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 7.ed. - Commonwealth Mycol. Inst., Kew.: 1 - 445.
- HESTMARK, 1990: Thalloconidia in the genus *Umbilicaria*. - Nord. J. Bot. 9 (5): 547 - 574.
- HASENHÜTTL, G. & POELT, J. 1978: Über die Brutkörner bei der Flechtengattung *Umbilicaria*. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 91: 275 - 296.
- MAGNUSSON, H. 1940: Lichens from Central Asia. - Rep. Sci. Expedition to the North-Western Provinces of China under the Leadership of Dr. Sven Hedin. XI. Botany 1. Stockholm: 1 - 168.
- MOBERG, R. 1986: Lichenes selecti exsiccati Upsalienses. Fasc. 1 (Nos 1-25). - Thunbergia 2: 1 - 10.
- POELT, J. 1958: Die lobaten Arten der Flechtengattung *LECANORA* ACH. sensu ampl. in der Holarktis. - Mitt. Bot. Staatssamml. München 19-20: 411 - 573.
- POELT, J. 1977: Die Gattung *Umbilicaria*. (Flechten des Himalaya 14). - Khumbu Himal 6: 397 - 435.
- POELT, J. & LEUCKERT, CH. 1990: Die Flechte *Protoparmelia atriseda* und ihre Verwandten (*Lecanoraceae*). - Nova Hedwigia (in Druck)
- SANTESSON, R. 1984: The lichens of Sweden and Norway. - Stockholm and Uppsala.
- TIBELL, L. 1980: The lichen genus *Chaenotheca* in the Northern Hemisphere. - Symb. Bot. Upsal. 23 (1): 1 - 65.
- VOBIS, G. 1980: Bau und Entwicklung der Flechten-Pycnidien und ihrer Conidien. - Bibl. Lich. 14: 1 - 141.

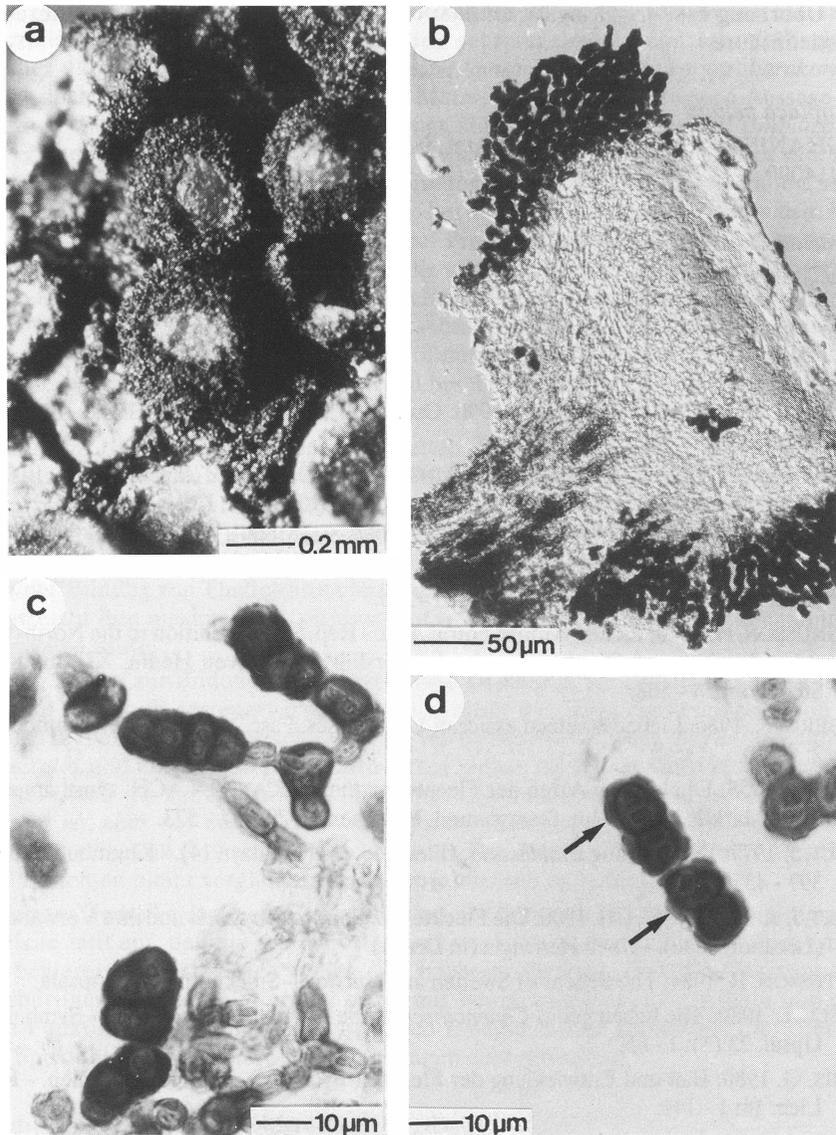


Abb. 1: *Protoparmelia leproloma*

- a) Habitus (Areolen mit dickem, ringförmigen Thallosporensaum)
- b) Querschnitt einer Areole, die beiderseits von Thallosporen gesäumt ist
- c) + d) Thallosporen (in HNO₃ + Lactophenol-Baumwollblau; die Pfeile weisen auf die schollig-warzigen Strukturen der Außenwände)

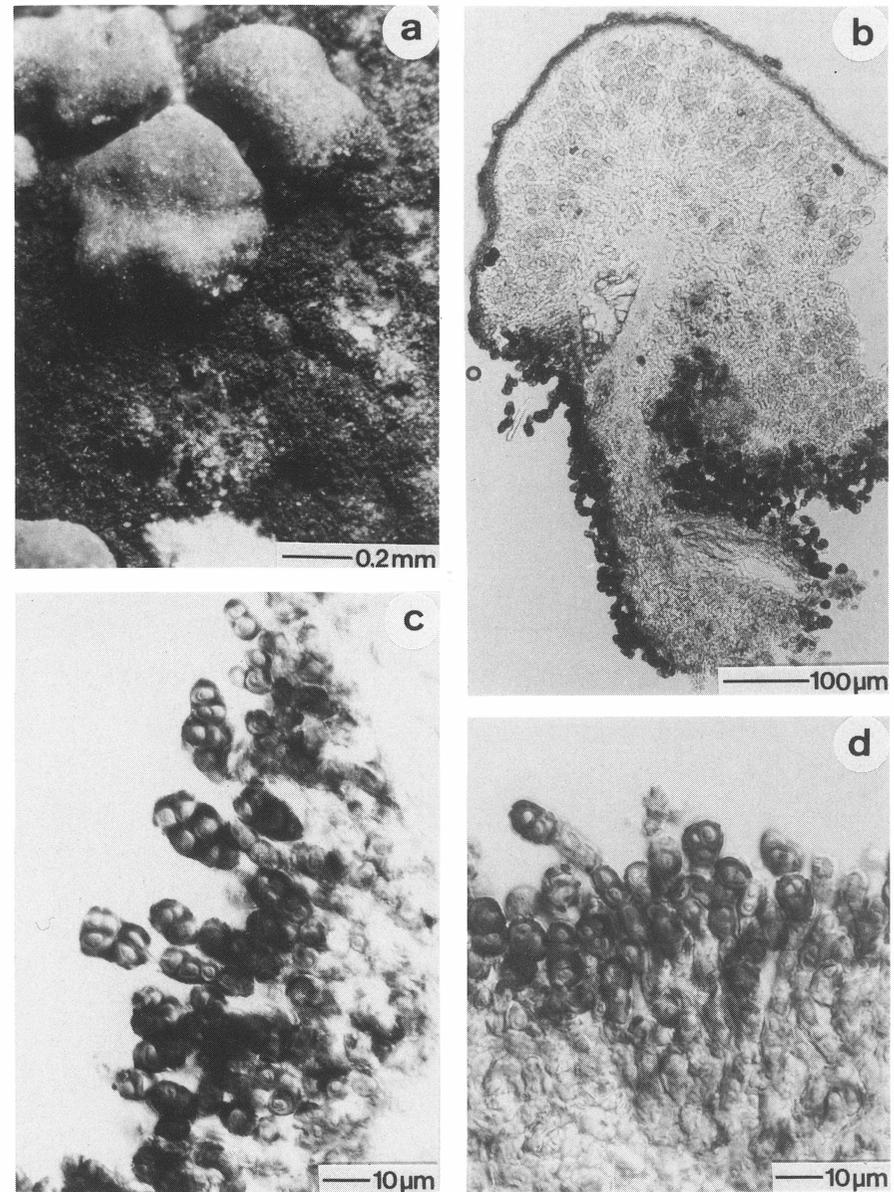


Abb. 2: *Protoparmelia nephaea*

- a) Habitus in Aufsicht (Areolen und Thallosporen-bildender Prothallus)
- b) Querschnitt durch eine sehr unregelmäßig gestaltete Areole, die unterseits Thallosporen abschnürt
- c) + d) Querschnitt durch den Thallosporen-bildenden Saum einer Areole

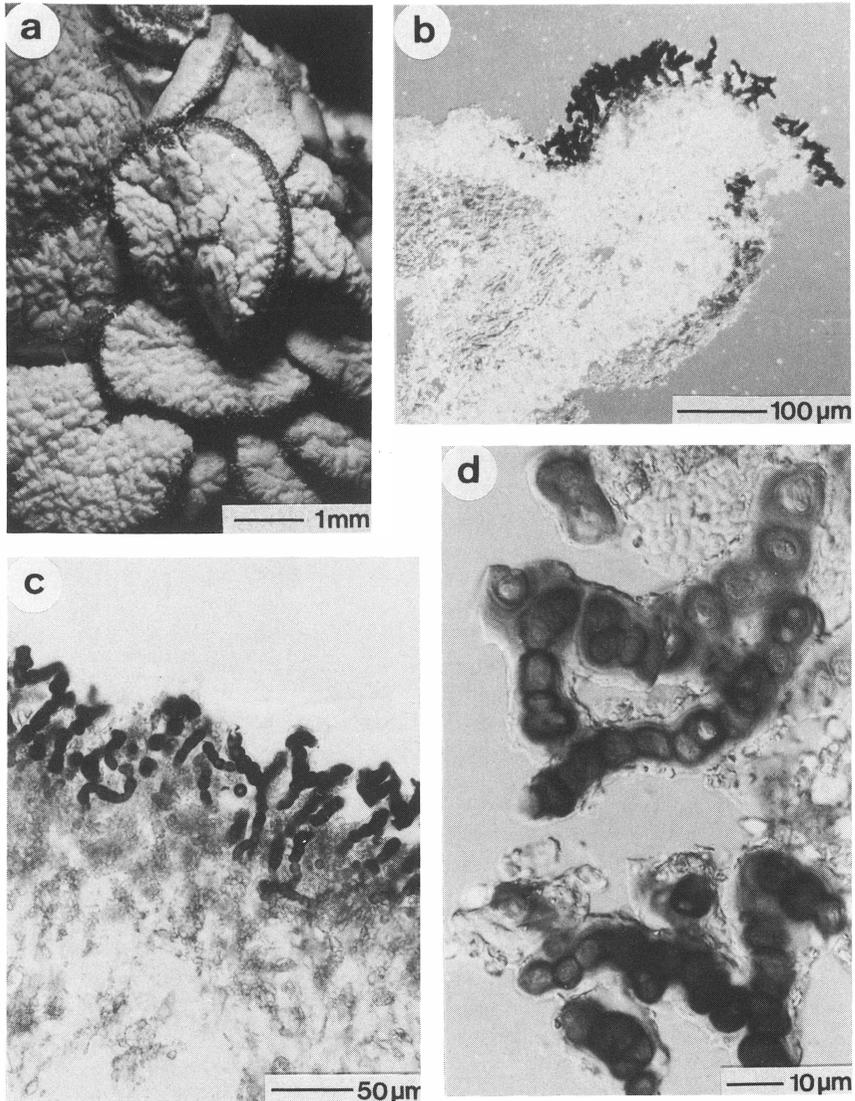


Abb. 3: *Rhizoplaca peltata*

- a) Habitus (Ränder der Schuppen teilweise von Thallosporen gesäumt)
- b) Querschnitt durch den Randbereich einer Lagerschuppe
- c) + d) Schnitte durch Thallosporensäume; in d) kontinuierlich stärkere Pigmentierung der kettig gebildeten Thallosporen von rechts nach links

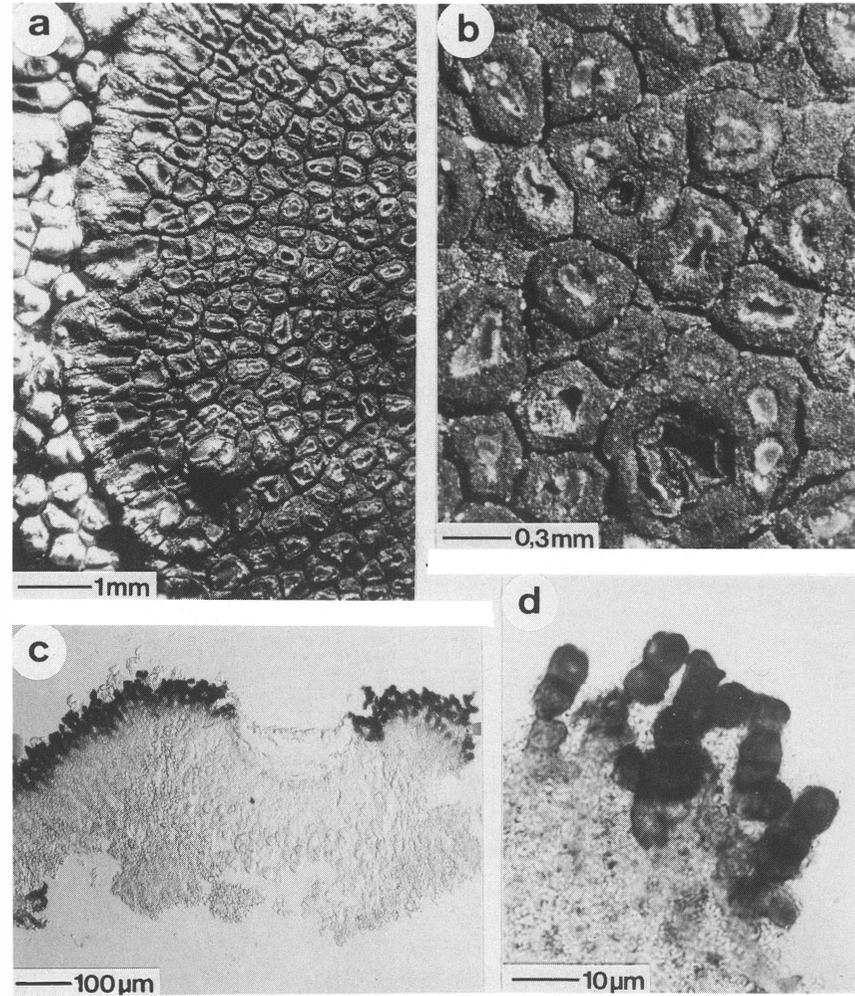


Abb. 4: *Sporastatia testudinea* var. *karakorina*

- a) Randbereich eines Lagers in Aufsicht
- b) Areolen mit kräftigen Thallosporensäumen in Aufsicht; mitte unten ein eingefaltetes Apothecium
- c) Schnitt durch eine Areole mit breiten Thallosporensäumen
- d) Thallosporen

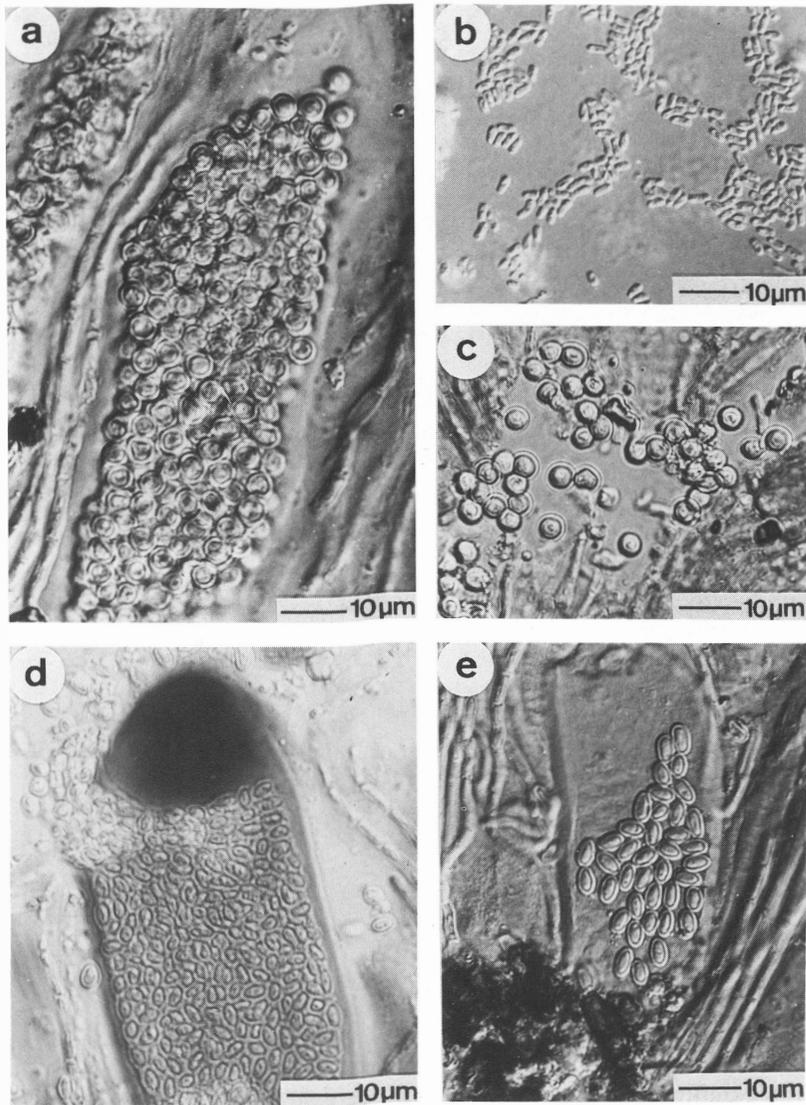


Abb. 5: a),b),c) *Sporastatia testudinea* var. *karakorina*
 a) Teil eines Ascus
 b) Spermatien
 c) Ascosporen (freigequetscht)
 d),e) *Sporastatia testudinea* (Probe aus den Alpen)
 d) Teil eines Ascus (Apikalapparat mit JJK gefärbt)
 e) Ascosporen

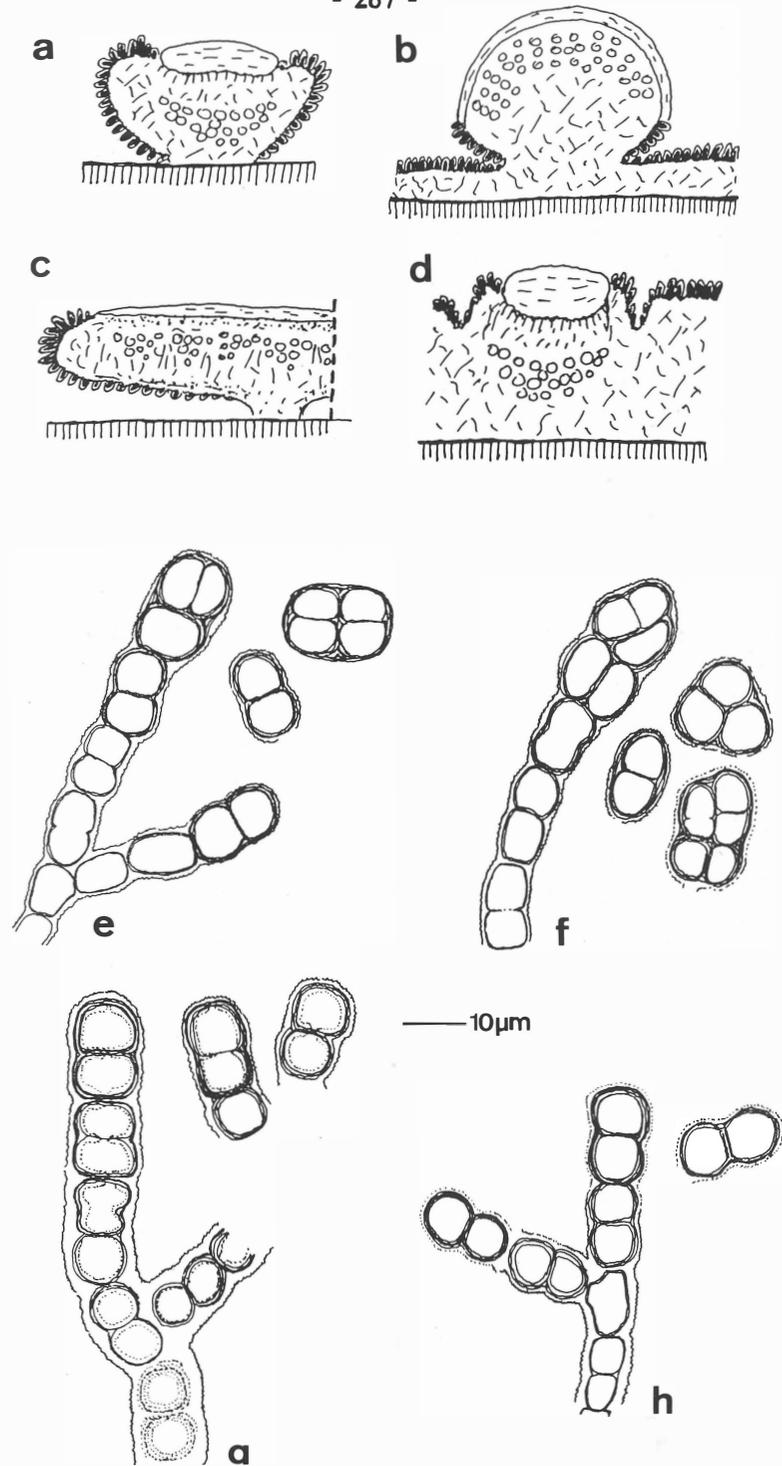


Abb. 6: a),b),c),d) Bildungsbereiche der Thallosporen (Epinekralschicht waagrecht schraffiert)

a) *Protoparmelia leproloma*, b) *Protoparmelia nephaea* c) *Rhizoplaca peltata*, d) *Sporastatia testudinea* var. *karakorina*

Abb. 6: e),f),g),h) Thallosporogene Hyphen und Thallosporen

e) *Protoparmelia leproloma* f) *Protoparmelia nephaea* g) *Rhizoplaca peltata*, h) *Sporastatia testudinea* var. *karakorina*