

Sind die Ektomykorrhizen von *Xerocomus subtomentosus* und *X. armeniacus* anatomisch unterscheidbar?*)

G. PALFNER & R. AGERER

Institut für Systematische Botanik der Universität München
Section Mykologie, Menzinger Straße 67, D-80638 München

Eingegangen am 23.2.1995

Palfner, G. & R. Agerer (1995) - Are the ectomycorrhizae of *Xerocomus subtomentosus* and *X. armeniacus* anatomically distinguishable? *Z. Mykol.* 61(1): 45 - 58.

Key Words: Ectomycorrhizae, anatomy, morphology, *Quercus robur*, *Xerocomus armeniacus*, *X. subtomentosus*.

Summary: The ectomycorrhizae of *Xerocomus subtomentosus* and *X. armeniacus* on *Quercus robur* are comprehensively described and compared. Although there are some hints, a reliable distinction by anatomical characteristics has not been possible so far. Both species are characterized by a bright yellow pigment in their ectomycorrhizae, especially in their rhizomorphs, and by warty incrustations on the surface of the outer hyphae of mantle and rhizomorphs. Due to these attributes they can easily be distinguished from the otherwise anatomically similar *X. chrysenteron* and *X. badius*.

Zusammenfassung: Die Ektomykorrhizen von *X. subtomentosus* und *X. armeniacus* an *Quercus robur* werden ausführlich beschrieben und verglichen. Trotz einiger Hinweise ist eine zuverlässige Unterscheidung anhand anatomischer Merkmale bislang nicht möglich. Beide Arten besitzen in ihren Ekto-mykorrhizen, speziell in ihren Rhizomorphen, ein auffälliges, gelbes Pigment; außerdem sind die äußeren Hyphen von Mantel und Rhizomorphen durch warzige Inkrustationen gekennzeichnet. Anhand dieser Eigenschaften können die Ektomykorrhizen dieser beiden Arten leicht von jenen der anatomisch ähnlichen *X. chrysenteron* und *X. badius* getrennt werden.

Sicherlich nicht zu Unrecht besteht die Annahme, die Arten der Familie Boletaceae würden mit zu den wichtigsten Ektomykorrhizabildnern gehören. Ausführliche Beschreibungen von Ektomykorrhizen sind denn auch bereits aus folgenden Gattungen bekannt: *Boletus*, *Leccinum*, *Suillus*, *Tylopilus* und *Xerocomus* (AGERER 1995). Aus dem Genus *Xerocomus* waren bislang nur *X. badius* (Fr.) Kühn.: Gilb. (GRONBACH 1988) und *X. chrysenteron* (Bull. ex St. Amans) Quél. (BRAND 1989) bezüglich ihrer Ektomykorrhizen untersucht. Mit *X. armeniacus* und *X. subtomentosus* werden hier zwei weitere Arten vorgestellt.

*) Gilt als Studien an Ektomykorrhizen LVIII.- Studien an Ektomykorrhizen LVII (PALFNER & AGERER 1995).

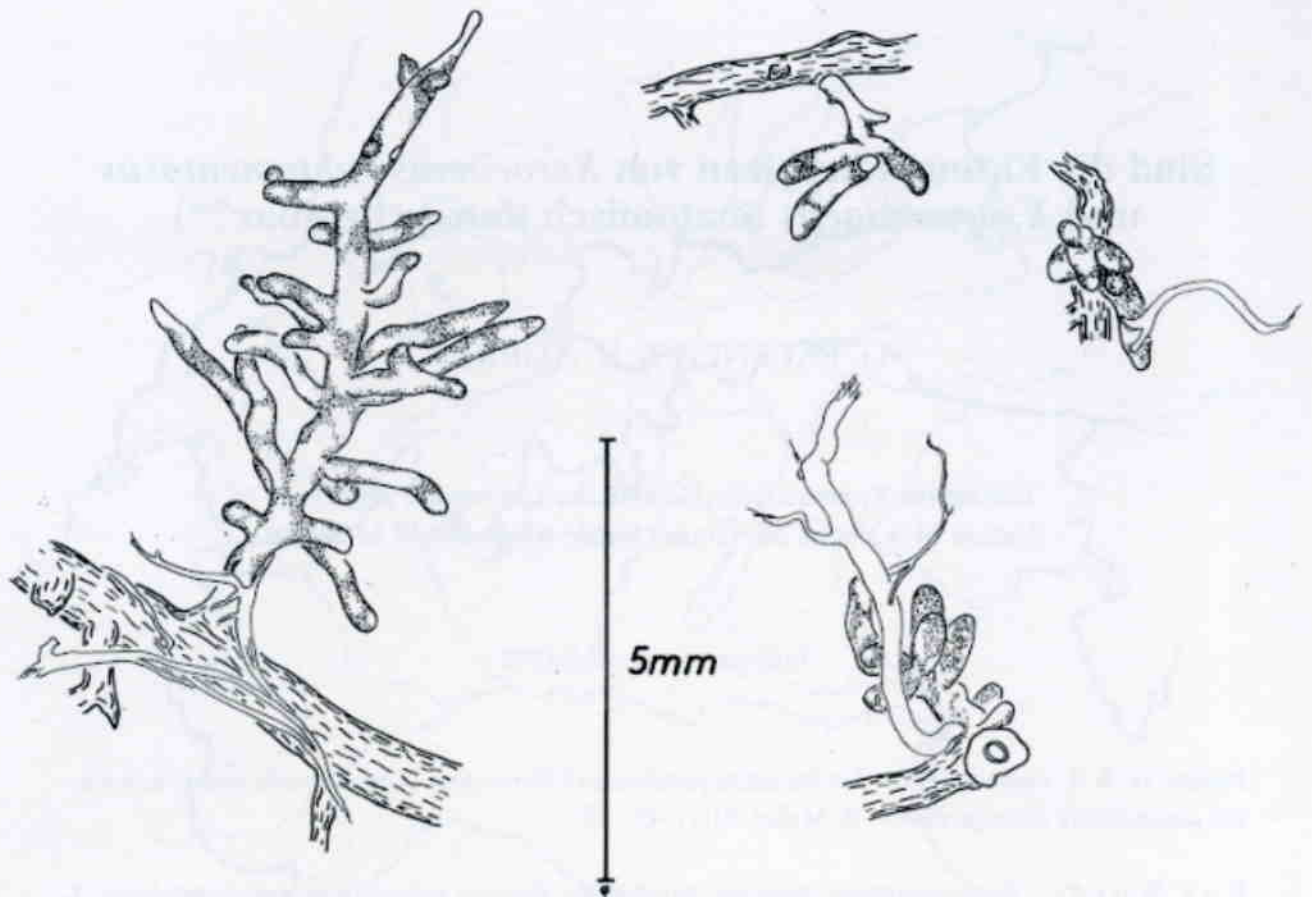


Abb. 1: *Xerocomus subtomentosus*; Mykorrhizen in unterschiedlichen Wachstumsstadien; Abb. von GP 304 (großes System) und GP 506.

MATERIAL UND METHODEN

Methoden der Isolierung und Charakterisierung von Ektomykorrhizen sind bereits ausführlich beschrieben (AGERER 1986, 1987-1994, 1991), die Termini zusammenfassend erklärt (AGERER 1987-1994). Die Schnitte wurden nach Einbettung in Historesin untersucht (AGERER 1991). Zur Ermittlung des CCq (AGERER 1987-1994) wurden die Längenmaße der äußeren, vom Hartigschen Netz umgebenen Rindenzellen im medianen Längsschnitt nicht streng radial, sondern entlang ihrer geneigten Längsachse gemessen. Die unterstrichenen Maße sind Mittelwerte aus zumindest 15 Messungen; Minimal- und Maximalwerte sind beigefügt. Die Bestimmung der Pilze erfolgte nach MOSER (1983) unter Zuhilfenahme von BREITENBACH & KRÄNZLIN (1991) und RYMAN & HOLMASEN (1992).

I. *Xerocomus subtomentosus* (L.: Fr.) Qué. - *Quercus robur* L.

Referenzbeleg: Slowenien, Krakovski Gozd, 16.7.1993, leg. G. Palfner, GP 304 in M.

1. HABITUS (Abb. 1)

Systeme der kleinen bis mittelgroßen Mykorrhizen meist einzeln, nur selten in kleinen Verbänden, bevorzugt unterhalb der Laubstreu im Boden; Wachstum monopodial, Verzweigung meist unregelmäßig, seltener pyramidal, unverzweigte Enden gebogen und, wie auch die Hauptachsen, teilweise spindelig verjüngt; Färbung zitronengelb (wie auch das Hymenophor der jungen Fruchtkörper) oder durch reflektierende Lufteinschlüsse weißlichgelb; Oberfläche samtig, glatt bis angedrückt netzig, an glatten Flecken Wurzeloberfläche bräunlich durchscheinend; verzweigte Rhizomorphen fast immer, oft sogar mehrfach an jedem

System vorhanden, zitronengelb bis weißlichgelb, glatt, ziemlich dick; abziehende Hyphen selten. Achsen der Verzweigungssysteme 1,4-3,4-7,6 mm lang, 0,3-0,4-0,5 mm im Durchmesser; unverzweigte Enden 1,1-2,6 mm lang und 0,3-0,4 mm im Durchmesser.

2. MIKROSKOPISCHE MERKMALE

2.1 Anatomie des Mantels in Flächenansicht

Mantel durchgehend plectenchymatisch und schnallenlos, Manteltyp A (nach AGERER 1987-1994).

Manteloberfläche (Abb. 2a, b) mehrschichtig, aus meist gelb gefärbten, locker vernetzten, reich verzweigten und anastomosierenden Hyphen, Hyphen 4-5-7 µm im Durchmesser, Septenabstand 7-28-46 µm, Wände bis 0,5 µm dick, mit dicht körnig-warzig inkrustierter Oberfläche, Inkrustationen bis 0,5-1-1,5 µm im Durchmesser; einige Hyphenenden nach außen abstehend und kurze, länglich bis ovale, vereinzelt auch blasig verdickte, cystiden-ähnliche Enden bildend (Abb. 4c); Hyphennetz unregelmäßig strukturiert, nach innen Hyphennetz mit zunehmender Organisation, maschenartig miteinander verknüpfte Ringe unterschiedlichen Durchmessers bildend.

Mittlere Mantelschichten (Abb. 2c) kompakt plectenchymatisch, Hyphen 3-6-10 µm im Durchmesser, oft stark verkürzt, Septenabstand 5-18-40 µm, Wände bis 0,5 µm dick; oft fast pseudoparenchymatische Stellen bildend, Hyphenringe oft „Nester“ aus rundlichen Zellen umschließend, Wände deutlich weniger warzig, meist farblos-hyalin.

Mantelinnenseite (Abb. 2d) unregelmäßig plectenchymatisch, aus dünnen, langen Hyphen und aus rundlichen Elementen bestehend, teilweise fast ein Pseudoparenchym bildend, Hyphen 2-4-6 µm im Durchmesser, Septenabstand 4-15-35 µm, Wände bis 0,5 µm dick, glatt, farblos-hyalin.

2.2 Abziehende Elemente

Abziehende Hyphen selten.

Rhizomorphen (Abb. 3a-d) Rhizomorphen glatt, meist gleichmäßig dick, unterschiedliche Entwicklungsstadien in fließenden Übergängen vorhanden; jüngere und dünnere Rhizomorphen kaum differenziert, 6-16-22 µm dick, aufgebaut aus parallelen, gestreckten und miteinander verklebten Hyphen, Hyphendurchmesser 3-4-5 µm, Septenabstand 6-31-51 µm, Wände bis 0,5 µm; ältere und dickere Rhizomorphen 32-73-160 µm dick, äußere Hyphen mit länglichen bis gedrunge-faßförmigen Zellen, 5-15-22 x 5-8-12 µm groß, meist zentralgelegene, gefäßartige Hyphen 6-13-28 µm im Durchmesser, Septenabstand 20-101-344 µm, Wände 0,5-1 µm dick, Septenränder bis 4 µm, Septen sich z.T. auflösend, (Typ F nach AGERER 1991, 1987-1994), gefäßartige Hyphen streckenweise mit lichtbrechenden oder orange bis bräunlich gefärbtem Inhalt, manchmal mit Kristallen; äußere Hyphen fast immer dicht mit körnig-warzigen Auflagerungen bedeckt und gelb gefärbt; Gliederung der Rhizomorphen in Internodi und Knoten, aus denen meist in mehrere Richtungen dünnere Verzweigungen ausstrahlen, zentrale, gefäßartige Hyphen meist in die Verzweigung einbezogen, äußere Hyphen an den Knoten aus vorstehenden, rundlichen oder gedrungeenen Zellen bestehend.

Cystiden: s. Manteloberfläche.

2.3 Anatomie im Querschnitt (Abb. 4b-c)

Mantel (Abb. 4b) 12-35-50 µm dick, ein- bis undeutlich zweischichtig, aus rundlichen Zellen bestehend; äußerer Bereich mehr oder weniger locker geschichtet, Hyphen tangential 4-12-48 µm, radial 2-4-6 µm, Wände bis 0,5 µm dick und meist warzig, vom Mantel abstehende, teilweise cystidenartige Enden vorhanden; mittlere Schichten dagegen dichter,

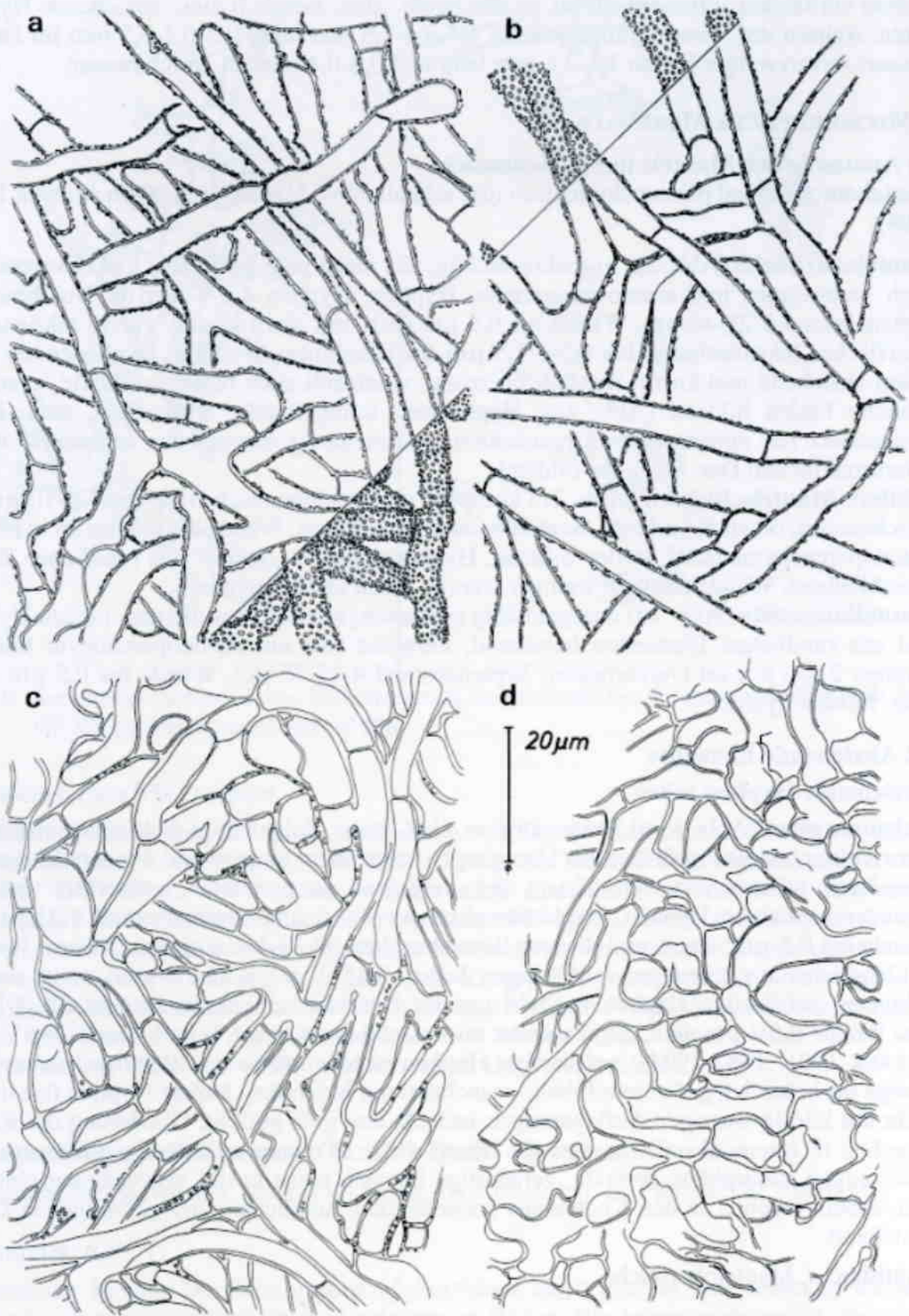


Abb. 2: *Xerocomus subtomentosus*; Mantel in Aufsicht: a: Manteloberfläche: lockeres Hyphennetz, warzige Zellwände teilweise in Aufsicht gezeichnet, cystidenartiges Hyphenende erkennbar. - b: Tieferer Bereich, Ringstruktur erkennbar, warzige Zellwände teilweise in Aufsicht gezeichnet. - c: Mittlere Mantelschicht, kompaktere Ringe um „Zellnester“ zu erkennen. - d: Mantelinnenseite, unregelmäßiges Plectenchym. (Alle Abb. von GP 506).

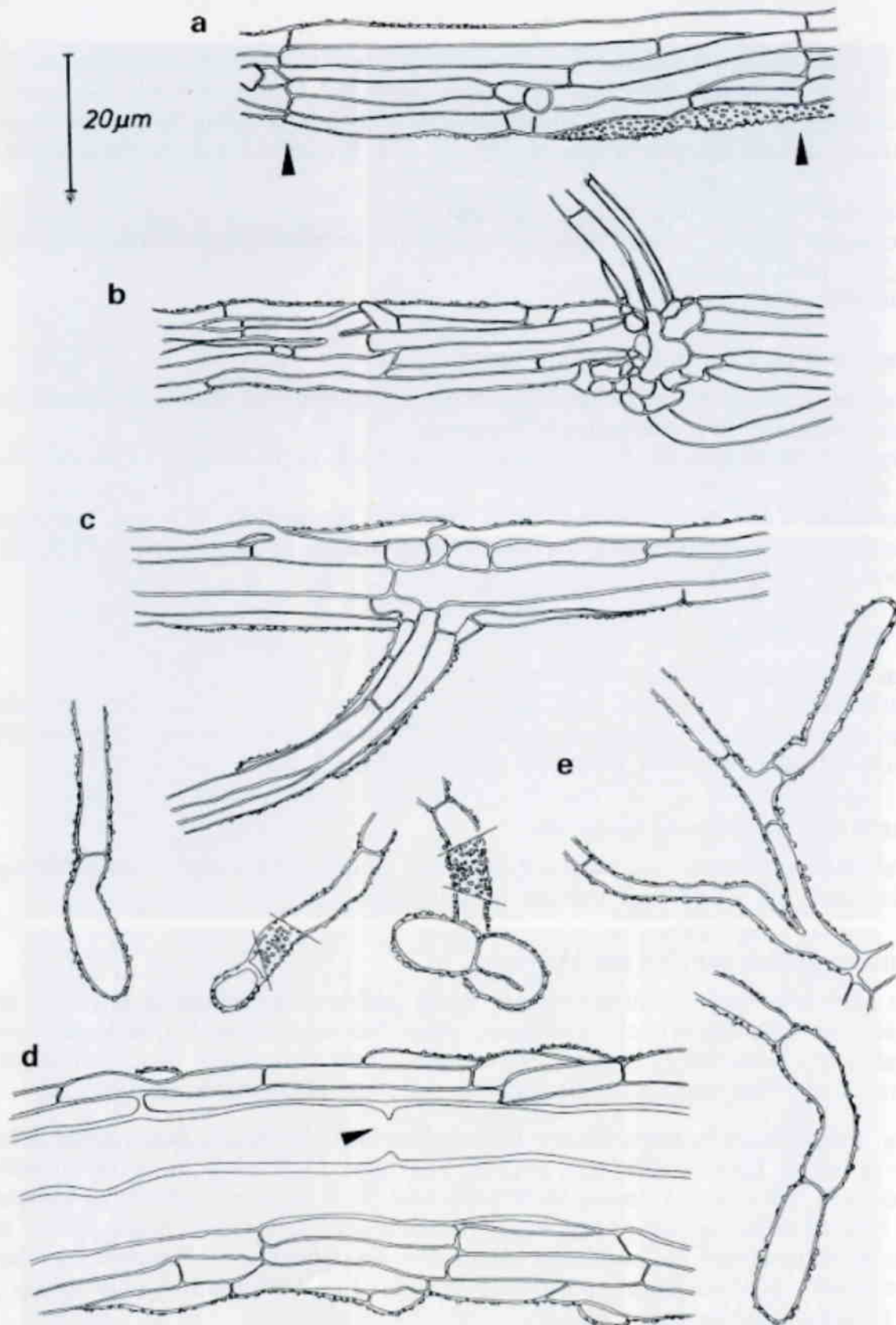


Abb. 3: *Xerocomus subtomentosus*; abziehende Elemente im optischen Längsschnitt; a: Dünne, undifferenzierte Rhizomorphe mit abschnittsweise koordinierten Septen (Pfeilköpfe). - b: Dünne Rhizomorphe mit Verzweigungsknoten. - c: Rhizomorphe mit bereits erkennbarer Differenzierung, verdickte Zentralhyphae noch mit vollständigem Septum. - d: Differenzierte Rhizomorphe mit sich auflösendem Septum (Pfeilkopf). - e: Kurze abziehende Hyphen der Manteloberfläche, mit cystidenartigen Enden, warzige Zellwand teilweise in Aufsicht gezeichnet. (Abb. a-d von GP 304, Abb. e von GP 506).

mit z.T. sehr großen, manchmal wie zusammengefaltet oder gelappt aussehenden Zellen, pseudoparenchymatisch, tangential 3-9-26 μm , radial 2-7-15 μm , Wände bis 0,5 μm dick; Mantelinnenseite nicht auffallend abgesetzt, kleinzellig pseudoparenchymatisch, tangential 3-5-10 μm , radial 2-4-6 μm , Wände bis 0,5 μm dick, bräunliche Wurzelzellwandreste vorhanden.

Hartigches Netz einreihig, gerade, 1-2-3 μm dick.

Rindenzellen mit Hartigschem Netz (Abb. 4c) radial orientiert, tangential 4-8-11 μm , radial 7-13-20 μm ; CCq = 0,6.

Tanninzellen fehlend.

2.4 Anatomie im Längsschnitt (Abb. 4a; 4d-f)

Mantel: Schichtung und Maße dem Querschnitt entsprechend; Mantel der unmittelbaren Mykorrhizenspitze ohne abweichende Merkmale.

Hartigches Netz (Abb. 4e, f) in Aufsicht labyrinthisch-fächerförmig (= Palmetti), Loben 2-3-5 μm breit.

Rindenzellen (Abb. 4d) mit Hartigschem Netz: eine Rindenzellschicht tief, radial verlängert und schrägt nach vorne außen orientiert, tangential 10-12-20 μm , radial 35-51-60 μm ; CCq = 0,24.

3. AUTOFLUORESCENZ

Ganze Mykorrhiza: 254 nm: -; 366 nm: -

Schnittpräparate: UV-Filter (340-380 nm): Einzelne Mantelzellen verstreut oder in Gruppen auffällig weißlich-hellgrau leuchtend; Blaufilter (450-490 nm): dieselben Zellen gelblichweiß oder gelbbraun; Grünfilter (530-560 nm): -.

4. KERNFÄRBUNG (Karmin-Essigsäure)

In den Rhizomorphen vereinzelt Paarkerne, meist unmittelbar aneinanderliegend. Durchmesser: 1,2-1,4-1,6 μm , Abstand: 0-0,3-1,6 μm .

5. CHEMISCHE REAKTIONEN DES MANTELS

Blaue Farbstoffe geben natürlicherweise durch additive Farbmischung mit dem gelben Pigment der Manteloberfläche Grüntöne, ohne daß eine echte Farbreaktion zustande kommt. Die Graufärbung der inneren Mantelschichten, z.B. durch Anilin, verstärkt den Kontrast des gelben Oberflächenpigments, so daß dieses scheinbar intensiver wird.

Anilin: innere Mantelschichten grau; Brillantkresylblau: grünblau; Baumwollblau/Milchsäure: grünblau, Ethanol 70%: k.R. (= keine Reaktion); Eisensulfat: graugrün bis gelblich; Formol 40%: k.R.; Guaiak: innere Mantelschichten grau; Kalilauge: hellbraun; Milchsäure: k.R.; Melzers Reagens: k.R.; Phenol: untere Mantelschichten grau; Phenol-Anilin: innere Mantelschichten grau; Rutheniumrot: graubraun bis tabakbraun; Safranin: gleichmäßig tiefrot; Saures Fuchsin: gleichmäßig dunkelrosa bis lila; Sulfovanillin: kurz stärker gelb, dann bräunlich ausblassend.

6. UNTERSUCHTES MATERIAL

Referenzbeleg. - Folgendes weiteres Material: Slowenien, Krakovski Gozd, 23.9.1993, GP 502 (Blindprobe) in M; GP 506 a in M. Die Identifizierung des Referenzbeleges und von GP 506 a erfolgte durch Nachweise von Rhizomorphenverbindungen zum Fruchtkörper. GP 502 stimmt in allen Merkmalen überein und wurde nahe der anderen beiden Standorte gefunden.

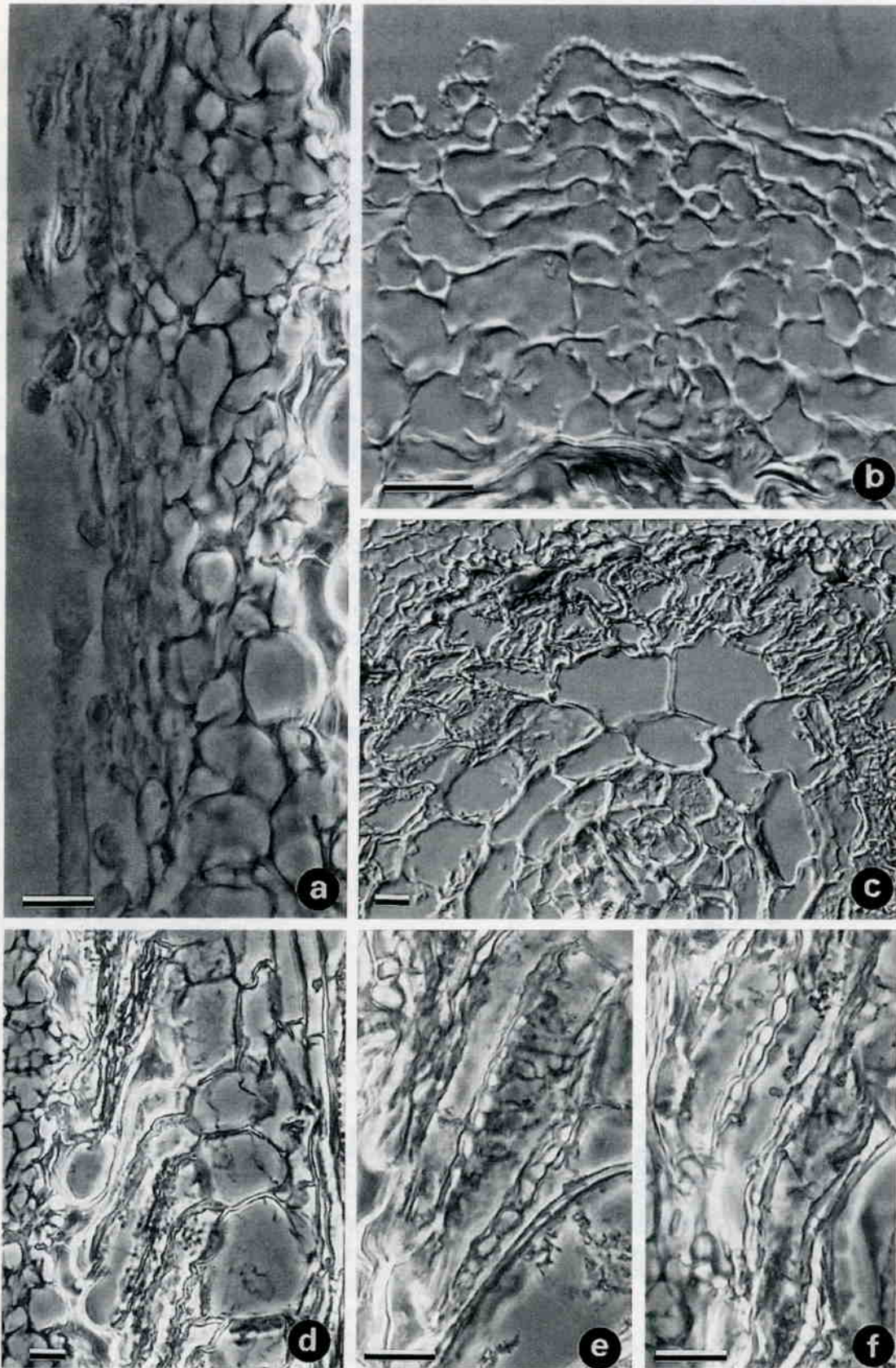


Abb. 4: *Xerocomus subtomentosus*. - a. Längsschnitt, von Manteloberfläche mit locker aufliegenden Hyphen bis Derivate der Calyptrazellen. - b. Querschnitt, von Mantelaußenseite mit äußeren, warzigen Hyphen bis Derivate der Calyptrazellen. - c. Querschnitt, Mantel bis Zentralzylinder. - d. Längsschnitt, Mantelinnenbereich bis Endodermis. - e. Längsschnitt, Hartigsches Netz im Schnitt und in Aufsicht. - f. Längsschnitt, Hartigsches Netz im Schnitt. (Alle Abb. von GP 304. Meßstriche entsprechen jeweils 10 μ m.)

