

Anatomie der Rhizomorphen von *Resinicium bicolor*

H. CLÉMENÇON

CLÉMENÇON, H. (2008): Rhizomorph Anatomy of *Resinicium bicolor*. Z. Mykol. 74/2: 263-272

Key words: Basidiomycota, rhizomorphs, plectology, vessel hyphae, basic hyphae, residual hyphae, astrocystidia, halocystidia.

Summary: Rhizomorphs of the fully resupinate white-rot basidiomycete *Resinicium bicolor* (Hymenochaetales) were collected in nature and their cytology and architecture studied using light microscopy and stained microtome sections. Three hyphal types, here called basic hyphae, residual hyphae and vessel hyphae can be distinguished. Undifferentiated vegetative hyphae, fibre hyphae and fully differentiated secretory hyphae are absent, but a few short thromboplerous hyphal segments are present in some basic hyphae. Octahedral crystals are present in many vessel hyphae, but occur only rarely in basic hyphae. Most basic hyphae and vessel hyphae are slightly thick-walled and surrounded by a thin but firm gelatinous sheath that glues them together into a solid strand with only few spaces left between the hyphae. The strand is surrounded by a loose hyphal thatch that contains numerous astrocystidia and halocystidia. None of the architectural types described so far in literature fully accommodates this anatomy. The findings are briefly discussed in the light of the information available from other publications.

Zusammenfassung: Rhizomorphen des voll resupinaten Weißfäule-Basidiomyceten *Resinicium bicolor* wurden in der Natur gesammelt und ihre Zytologie und Architektur anhand gefärbter Mikrotomschnitte untersucht. Drei verschiedene Hyphentypen können unterschieden werden, die hier Basishyphen, Residualhyphen und Röhrenhyphen genannt werden. Undifferenzierte vegetative Hyphen, Faserhyphen und voll differenzierte Sekrethyphen fehlen, aber einige kurze thrombopler Hyphenabschnitte sind in wenigen Basishyphen vorhanden. Oktaedrische Kristalle sind in manchen Röhrenhyphen vorhanden, seltener in Basishyphen. Die meisten Basishyphen und Röhrenhyphen zeigen verdickte Wände und sind von einer dünnen, knorpelig anmutenden Gallerthülle umgeben, die sie zu einem festen Strang zusammenklebt, der nur wenige Zwischenräume zwischen den Hyphen aufweist. Die Stränge sind von einer locker geflochtenen Hyphenhülle umgeben, die zahlreiche Astrozystiden und Halozystiden enthält. Keiner der bisher beschriebenen Architekturtypen trifft vollständig auf diese Anatomie zu. Die Befunde werden kurz diskutiert.

In den meisten taxonomischen und anatomischen Arbeiten bleiben die Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* ungenannt (z.B. REA 1922; ERIKSSON et al. 1981; JÜLICH 1984; BREITENBACH & KRÄNZLIN 1986; AGERER 1999, 2004; CLÉMENÇON 2004), aber sie sind Objekt einiger physiologischer und ökologischer Untersuchungen (z.B. KIRBY et al. 1990; WORRALL 1999; ZAKARIA & BODDY 2002; HUCKFELDT & SCHMIDT 2006; TORDOFF et al. 2006). Da *Resinicium bicolor* als Frucht-

körper leicht anhand der Astrozystiden und Halozystiden erkannt werden kann, werden die im Holz verborgenen Rhizomorphen von Mykologen mit vorwiegend taxonomischem Interesse kaum je wahrgenommen. Deshalb ist die Anatomie der *Resinicium* Rhizomorphen nur summarisch bekannt geworden, so wie sie etwa aus dem Schlüssel von HUCKFELDT & SCHMIDT (2006) rekonstruiert werden kann (aus dem Englischen übersetzt): «Strang schneeweiß bis creme, 0,2–1 mm diam.; Seten und Fasern fehlen; kristallinische Astrozystiden ... bis 20 µm diam, Zystiden-Stiel bis 11 µm lang, 2 µm diam; generative Hyphen mit Schnallen, 1,5–3 µm; Röhrenhyphen dünnwandig, bis 15 µm diam...»; aber die räumliche Anordnung und die gegenseitigen Beziehungen dieser Elemente werden nicht beschrieben, und genaue Illustrationen der Plectologie dieser Rhizomorphen fehlen bislang. Deshalb werden hier Einzelheiten der Anatomie frisch gesammelter Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* anhand von Mikrotomschnitten beschrieben und abgebildet.

Material und Methoden

Voll entwickelte Fruchtkörper von *Resinicium bicolor* (Alb. & Schwein.) Parmasto wurde bei mildem, regnerischem Wetter am 5. Februar 2008 von der Innenseite eines großen, hohlen und stark verwitterten Fichtenstrunkes im «Bois Clos» N von Lausanne (Schweiz) auf einer Höhe von 860 m.ü.M. gesammelt. Dabei kamen die weißen, im morschen Holz verborgenen Rhizomorphen zum Vorschein und wurden zusammen mit dem Substrat gesammelt. Belegmaterial wurde im Musée cantonal de botanique Lausanne (LAU) unter der Nummer HC 08/002 deponiert.

Frisch gesammelte Rhizomorphen wurden in einer gepufferten Lösung von Glutaraldehyd und Formaldehyd fixiert, mit Methylcellosolve entwässert und über Ethanol, Propanol und Butanol in ein Gemisch aus Glycolmethacrylat, Butylmethacrylat und Terpeneol eingebettet (CLÉMENÇON 2000). Die 2–3 µm dicken Mikrotomschnitte wurden während 1 h mit einer Lösung aus 8% Aluminiumchlorid und 0,3% Zirkonylchlorid gebeizt, zweimal mit destilliertem Wasser ausgewaschen, mit einer 0,1% Lösung von Haematoxylin gefärbt, wiederum mit destilliertem Wasser gewaschen und die Färbung mit kalkhaltigem Leitungswasser stabilisiert. Einige Schnitte wurden zuerst mit einer Lösung von 0,1% Amidoschwarz 10B (Merck) in 7% Essigsäure während 20–30 min gefärbt. Dadurch werden die Proteine intensiv blau dargestellt, während die andern Zellbestandteile ungefärbt bleiben. Die nachfolgende Färbung mit Aluminium-Zirkonyl-Haematoxylin stellt die Wände und Gallerten in roten Farben dar. Auch diese Präparate wurden mit kalkhaltigem Leitungswasser stabilisiert. Zur spezifischen Färbung der Wände und Gallerten wurde die Tannin-Eisen-Reaktion eingesetzt. Nach Beizen der Schnitte während 1 h in einer 3%igen Tanninlösung und nachfolgendem Auswaschen mit destilliertem Wasser werden sie für 3–5 Minuten in eine frisch bereitete Lösung von 1% Ferrichlorid gestellt. Dabei nehmen die Kohlenhydrate eine graue Färbung an, die mit Haematoxylin 0,1% verstärkt werden kann, ohne dass weitere Zellbestandteile angefärbt werden. Die Schnitte wurden mit einer Olympus DP11 Digitalkamera auf einem Leitz Orthoplan Mikroskop fotografiert und die Bilder mit Photoshop CS3 weiter verarbeitet.

Resultate

Den Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* fehlt eine gut abgrenzbare Rinde. An deren Stelle tritt eine locker verflochtene und stellenweise gelatinöse Hyphenhülle unregelmäßiger Dicke und klumpigen Aussehens (Abb. 1–3). Diese Hülle haftet der Rhizomorphe nur schlecht an und kann durch mechanische Einflüsse geschädigt oder abgelöst werden (Abb. 2). Die tieferen Lagen dieser Hülle bilden einen durchgehenden aber sehr unregelmäßigen, gelatinösen Belag mit lose ange-

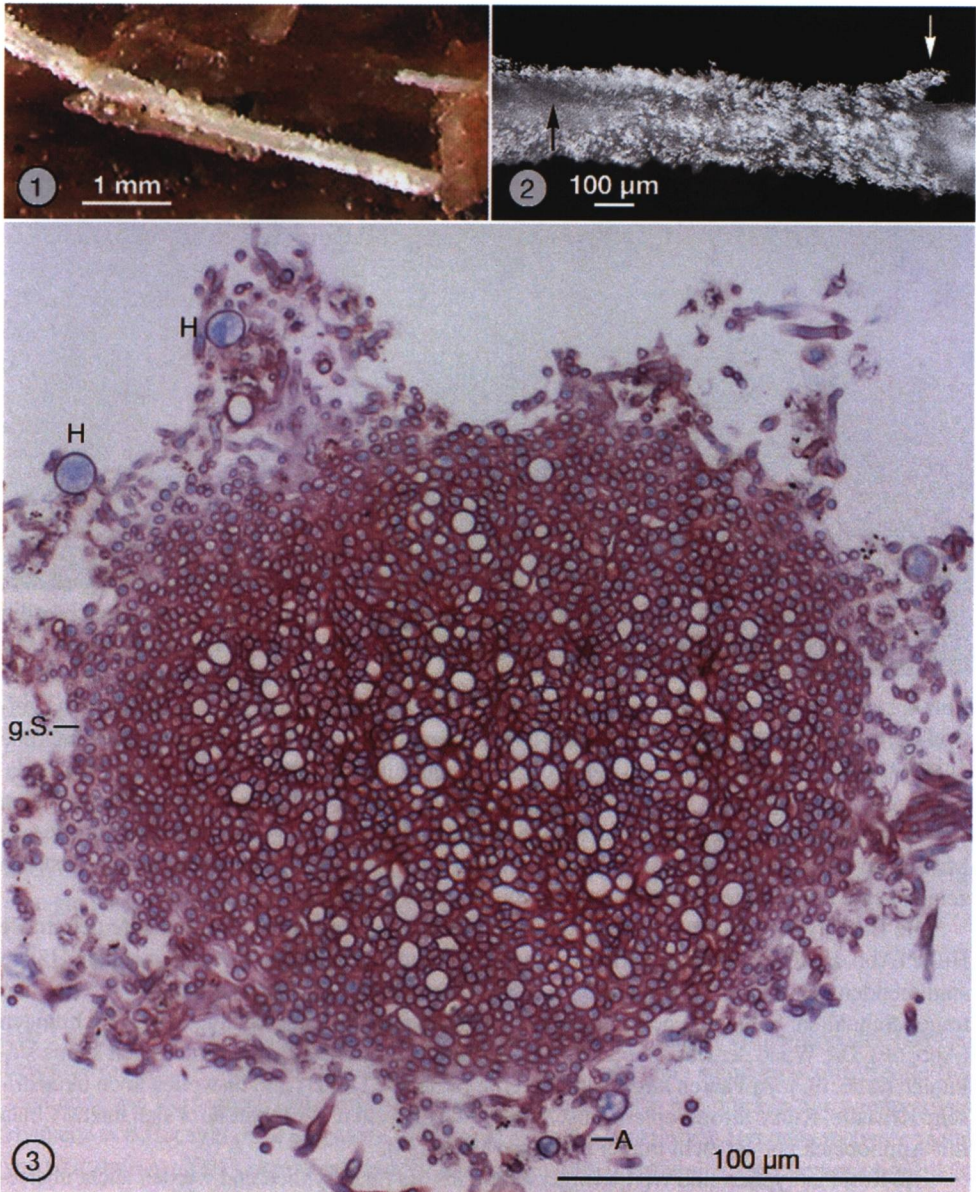


Abb. 1: Frisch gesammelte Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* im morschen Holz von *Picea*. Die rauhe Oberfläche wird von der lockeren Hyphenhülle gebildet.

Abb. 2: Die lockere Hyphenhülle kann leicht beschädigt (schwarzer Pfeil) oder gar abgelöst werden (weißer Pfeil). In Wasser fotografiert.

Abb. 3: Querschnitt durch den dichten Strang mit weiten Röhrenhyphen, bedeckt von der lockeren Hyphenhülle über einer unregelmäßigen gelatinösen Schicht (g.S.). Bei H sind quer geschnittene Halozystiden sichtbar; bei A sieht man eine Astrozystide mit blasigem Kopf zwischen zwei Halozystiden. Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin.

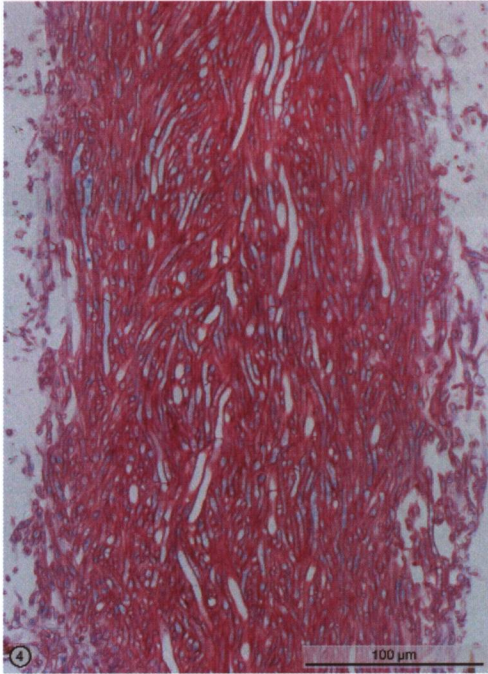


Abb. 4: Längsschnitt. Die Hyphen verlaufen in Längsrichtung in dreidimensionalen Wellen. Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin.

ordneten, meist längs laufenden Hyphen. Die Dicke dieses Belags verändert sich stark innerhalb kurzer Distanzen, sowohl in der Längsrichtung, als auch entlang des Umfangs der Rhizomorphe (Abb. 3).

Die Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* sind aus drei verschiedenen Hyphentypen aufgebaut, die hier Basishyphen, Residualhyphen und Röhrenhyphen genannt werden. Überraschenderweise fehlen echte, undifferenzierte generative Hyphen, oder sie kommen in so geringen Mengen vor, dass sie nicht gefunden wurden. Weitaus am häufigsten sind die Basishyphen, gefolgt von den Röhrenhyphen.

Im Strang der Rhizomorphe sind die Hyphen zu einem dreidimensionalen, leicht gewellten, längs laufenden Muster verwoben. Viele Röhrenhyphen sind über den gesamten Querschnitt mehr oder weniger gleichmäßig verteilt, ohne dass dabei eine besondere Anordnungsweise erkennbar würde, obwohl die dickeren Hyphen eine leichte Tendenz zeigen, eher in tieferen Lagen der Rhizomorphe aufzutreten (Abb. 3, 4).

Astrozystiden und Halozystiden befinden sich in der lockeren Außenhülle. Die Astrozystiden sind so häufig, dass sie eine beeindruckende Masse von Kristallaggregaten in der Peripherie der Rhizomorphe bilden (Abb. 5). Die Zystiden zeigen keine bevorzugte Orientierung; alle zeigen willkürlich in alle Richtungen.

Die Basishyphen haben deutlich verdickte Wände und tragen meist eine dichte gelatinöse Hülle (Abb. 6; 7B). Benachbarte Basishyphen liegen oft in einer gemeinsamen, von den Hüllen stammenden gelatinösen Masse (Abb. 6B). Sie haben einen Durchmesser von 1,4–4,5 µm und tragen Schnallen. Schnallen benachbarter Hyphen zeigen oft in entgegengesetzten Richtungen (Abb. 6F). Die Wand der Basishyphen ist 0,3–0,7 µm dick, und das Zytoplasma enthält kleine Vakuolen (Abb. 6C), zu Paaren angeordnete Kerne (Abb. 6C,D; 7B) und bisweilen auch oktaedrische Kristalle. Kurze thromboplerische Abschnitte sind eher selten. Ihr Inhalt färbt sich intensiv blau mit Amidoblack und ist nicht immer homogen (Abb. 6G).

Die Residualhyphen sind weit weniger häufig als die Basishyphen und werden leicht übersehen. Sie sind häufiger in den äußeren Zonen der Rhizomorphe und werden seltener mit zunehmender Tiefe. Sie haben einen Durchmesser von 0,5–1,9 µm, sind dünnwandig und in der Regel leer (Abb. 7). Es ist nicht immer leicht, sie von leeren Zwischenräumen in der gallertigen Masse zu unterscheiden.

Die Röhrenhyphen sind über den ganzen Querschnitt der Rhizomorphe verteilt, fehlen aber in der äußeren, lockeren Hyphenhülle (Abb. 3). Sie sind 3,7–8,9 µm dick, haben 0,3–0,8 µm dicke Wände und sind von einer stark färbbaren Gallerthülle umgeben. Meist sind sie leer, enthalten aber oft oktaedrische, mit Amidoblack stark blau färbbare Kristalle. Viele Septen sind teilweise oder gänzlich aufgelöst, und Schnallen sind häufig (Abb. 8).

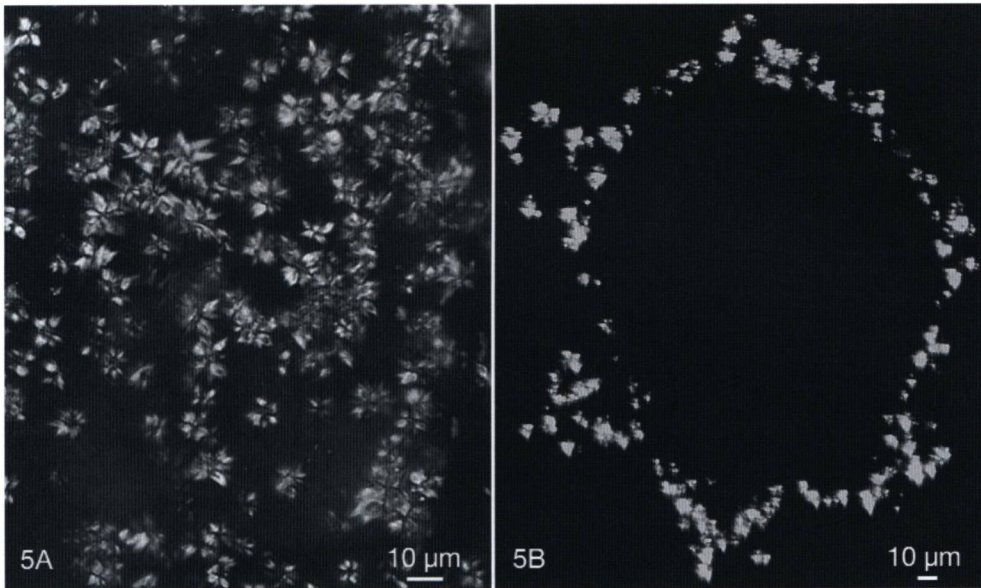


Abb. 5: Kristallaggregate der Astrozystiden im polarisierten Licht. **A:** Schwach abgeflachtes Quetschpräparat. **B:** Im ungefärbten Querschnitt ist die periphere Lage der Kristalle gut erkennbar.

Die Astrozystiden, bisweilen auch Asterozystiden genannt, sind sehr häufig in der äußeren lockeren Hyphenhülle (Abb. 5). Die Kristallaggregate werden entweder von einer dünnen Hyphe oder von einer apikalen Blase getragen (Abb. 9F,G). Die Halozytisten sind deutlich weniger häufig als die Astrozystiden und ebenfalls in der lockeren Hyphenhülle zu finden; aber sie können auch in den peripheren Lagen der Rhizomorphen auftreten (Abb. 9E). Manchen Halozytisten fehlt eine gut ausgebildete apikale Blase.

Diskussion

Die Terminologie der drei in den Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* vorkommenden Hyphen bereitete einiges Kopfzerbrechen, denn nur für die Röhrenhyphen stand eine zutreffende Bezeichnung zur Verfügung. Die Basishyphen und Residualhyphen entsprechen den «generativen Hyphen» von HUCKFELDT & SCHMIDT (2006), aber nicht den generativen Hyphen im engeren Sinn von CLÉMENÇON (2004), der unter dieser Bezeichnung völlig undifferenzierte, dünnwandige, nicht turgeszente, lebende Hyphen der Basidiome versteht, die in der Lage sind, verschiedene Hyphen- und Zelltypen durch sekundäre Veränderungen wie etwa Turgeszenz, Wandverdickung, Gelifikation, Sekretion, Exkretion oder Zelltod hervorzubringen. So definierte generative Hyphen wurden in den Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* nicht gesehen. Werden aber «generative Hyphen» negativ definiert, als solche Hyphen, die in keine andere Kategorie (Sklerohyphen, Sekrethyphen) passen, so werden die Bezeichnungen Basishyphen und Residualhyphen überflüssig. Die hier gewählte Terminologie entspricht nicht dieser weiten Auffassung.

Die Basishyphen unterscheiden sich von den generativen Hyphen im engeren Sinn durch die Struktur ihrer Wand und durch den reichlicheren Inhalt. Sie bilden die Grundmasse der Rhizo-

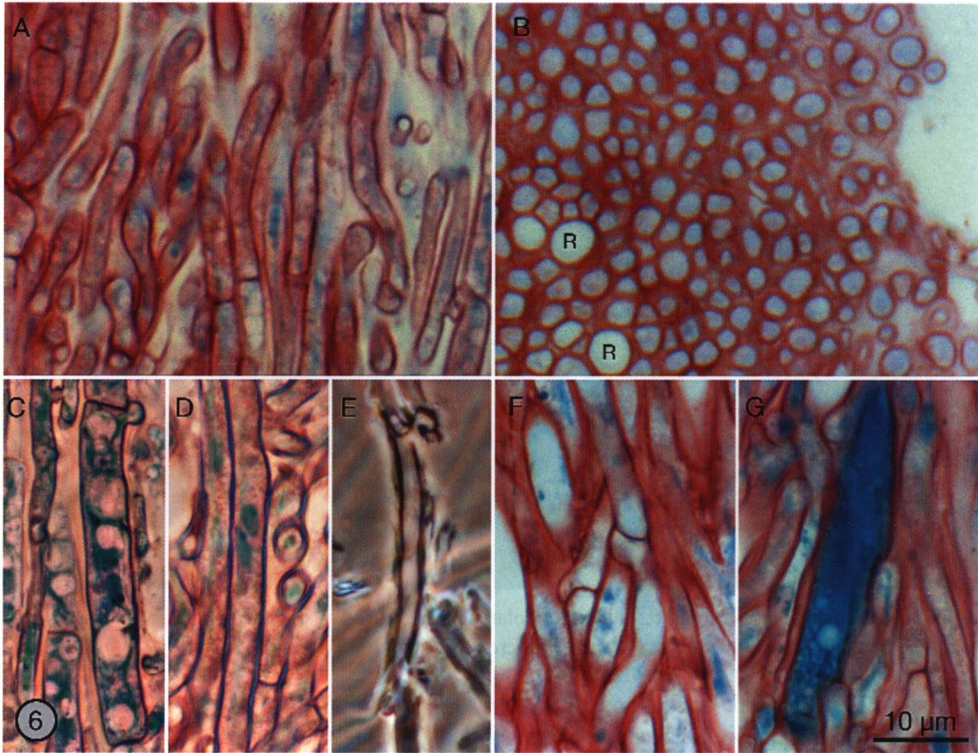


Abb. 6: Zytologie der Basishyphen. **A:** Längsschnitt (Oberfläche rechts) einer Rhizomorphe. Die Basishyphen enthalten ein gut färbbares Zytoplasma. Gegen innen (links) wird die gelatinöse Masse dichter und färbt sich stärker. **B:** Querschnitt (Oberfläche rechts). Die gelatinöse Masse um und zwischen den Hyphen ist innen (links) dichter und stärker färbbar als außen. R = Röhrenhyphen. **C:** Eine dünne und eine sehr weite Basishyphe, beide mit dichtem Inhalt. In der Mitte der dickeren Hyphe können zwei Kerne mit ihren Nukleoli gesehen werden. Eine kleine Schnalle und mehrere Vakuolen sind vorhanden. Die dünnere Hyphe bildet eine H-Verbindung mit einer anderen Hyphe (oben im Bild). **D:** Eine Basishyphe mit teilweise reduziertem Zytoplasma, die beiden Kerne mit ihren Nukleoli sind noch intakt. **E:** Eine Basishyphe mit unregelmäßigem gelatinösem Belag. Die Hyphe ist verletzt und hat ihren Inhalt verloren. **F:** Zwei gegenläufig orientierte Schnallen auf benachbarten Basishyphen. **G:** Ein thromboplerer Abschnitt einer Basishyphe. Im unteren Teil ist das Deuteroplasma noch heterogen. – Amidoblack-Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin. A,C,D,F,G Längsschnitte; B Querschnitt; E Quetschpräparat. C,D,E Phasenkontrast.

morphen und erinnern dadurch an die «Fundamentallyphen» der meisten Blätterpilz-Basidiome (FAYOD 1889); aber diese sind stark turgeszent erweiterte Physalohyphen mit wenig Zytoplasma und dünner, nicht verdickt-gelatinös umkleideter Wand, so dass FAYOD's Bezeichnung nicht recht passt.

Die Residualhyphen zeichnen sich durch das stark reduzierte oder gar gänzlich fehlende Zytoplasma aus, für die ebenfalls keine ältere Bezeichnung zur Verfügung steht. Sie sind wahrscheinlich tote Überreste einstiger generativer Hyphen, und diese Annahme wird in der hier gebrauchten Terminologie ausgedrückt.

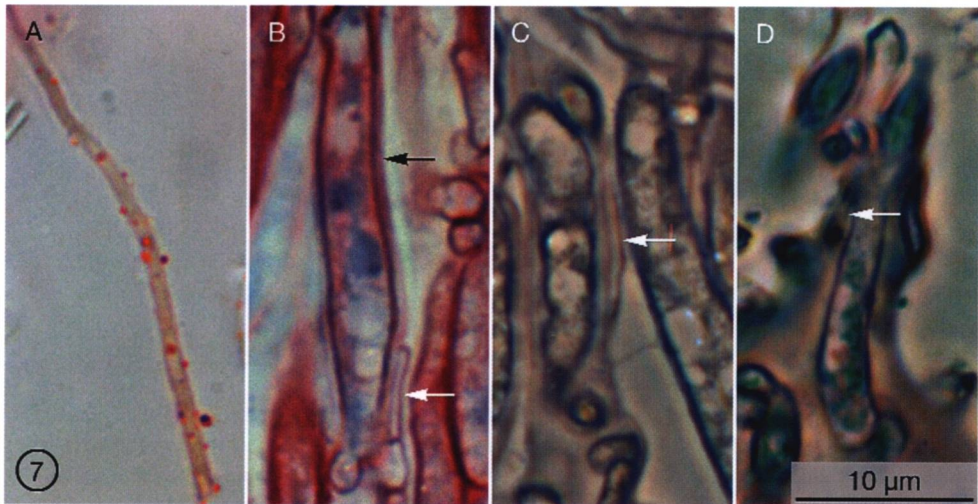


Abb. 7: Residualhyphen. **A:** Eine isolierte Residualhyphe in einem Quetschpräparat. Die roten Pigmentreste sind ein Artefakt und stammen von einem Versuch, die Hyphenwand zu färben. **B:** Eine dünne, leere Residualhyphe (weißer Pfeil) entlang der gelatinösen Hülle (schwarzer Pfeil) einer zweikernigen Basishyphe. Längsschnitt, Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin, Hellfeld. **C:** Eine Residualhyphe (weißer Pfeil) zwischen zwei Basishyphen. Längsschnitt, Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin, Phasenkontrast. **D:** Eine Residualhyphe (weißer Pfeil) neben einer Basishyphe in gemeinsamer gelatinöser Masse in der lockeren Hyphenhülle, Querschnitt, Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin, Phasenkontrast.

Die Röhrenhyphen sind wahrscheinlich von den Basishyphen durch Auflösen des Hypheninhaltes und Abbau der Querwände sowie durch das Auftreten von oktaedrischen Kristallen abgeleitet. (Abb. 8). Seit ROSEN (1892) die oktaedrischen Kristalle als Proteinkristalle ansprach werden solche Kristalle meist als Proteinablagerungen aufgefasst (z.B. BAMBEKE 1902, MAIRE 1902, LOHWAG 1938, CLÉMENÇON 2004), und bisweilen wurde dies auch bestätigt (z.B. EIBEL et al. 2000). Die starke Färbung der Kristalle mit Amidoblack und Aluminium-Haematoxylin deutet in der Tat auf Proteine, aber weitere Tests wurden nicht gemacht. Manche Kristalle sind klar oktaedrisch, manche haben gerundete Ecken und andere sind fast rund. Dies lässt vermuten, dass viele Kristalle im Begriff waren teilweise aufgelöst zu werden. Oktaedrische Kristalle sind häufig in Rhizomorphen anzutreffen, meist in den Röhrenhyphen.

Die Durchmesser der drei Hyphenarten überlagern sich leicht, 0,5–1,9 µm für die Residualhyphen, 1,4–4,5 µm für die Basishyphen und 3,7–9 µm für die Röhrenhyphen; aber der Hypheninhalt und die Wanddicke erlauben eine gute Unterscheidung der Hyphenarten. Die Mittelwerte der Hyphendurchmesser liegen mit 1,2 µm, 3,0 µm und 6,4 µm immer außerhalb der Überlappungszonen. Da HUCKFELDT & SCHMIDT (2006) den Durchmesser ihrer «generativen Hyphen» mit 1,5–3 µm angeben, muss vermutet werden, dass sie die leicht übersehbaren Residualhyphen nicht erfassten. In unserem Material konnten keine Röhrenhyphen dicker als etwa 9 µm gesehen werden, während HUCKFELDT & SCHMIDT (2006) Durchmesser bis 15 µm fanden. Es ist möglich, dass dickere Röhrenhyphen in unserem Material fehlen, da dieses im Winter gesammelt wurde, als die Röhrenhyphen noch nicht voll entwickelt waren. Die Tatsache, dass viele intermediäre

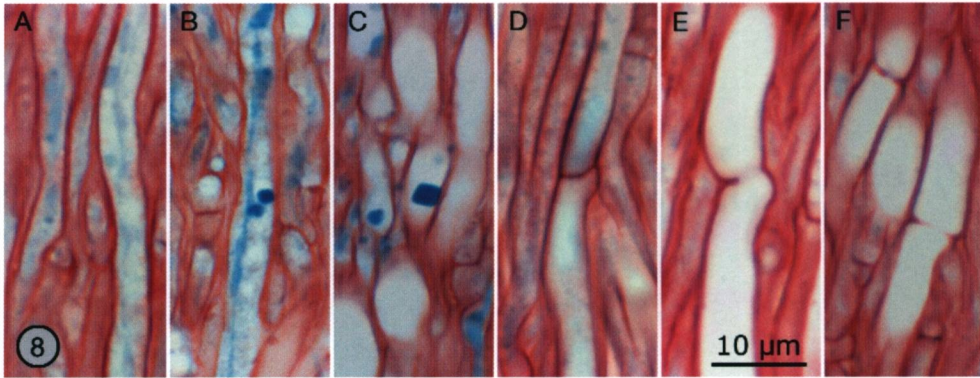


Abb. 8: Röhrenhyphen in einem Längsschnitt. **A, B:** Der Hypheninhalt ist noch nicht völlig aufgelöst; in B sind bereits zwei oktaedrische Kristalle vorhanden. **C:** Ein großer oktaedrischer Kristall. Die Hyphen laufen nicht parallel zur Schnittebene. **D:** Ein vorgerücktes Stadium in der Bildung der Röhrenhyphen. Der Hypheninhalt ist fast vollständig verschwunden, aber die Querwand ist noch voll intakt und die Schnalle leicht als solche erkennbar. **E, F:** Rückgebildete Septen. Bei E ist die Ausbuchtung rechts auf eine ehemalige Schnalle zurückzuführen. – Amidoblack-Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin.

Formen zwischen den Basishyphen und den Röhrenhyphen vorlagen deutet ebenfalls in diese Richtung (Abb. 8).

Gegenläufig orientierte Schnallen zeigen möglicherweise «backward growing hyphae» an, wie sie von AGERER (1999, 2004) beschrieben wurden. Dieser Autor fand auch, dass die meisten Rhizomorphen bildenden Pilze rückwärts orientierte Hyphen bilden. Dies lässt vermuten, dass solche auch bei *Resinicium bicolor* auftreten, aber ohne ontogenetische Untersuchungen bleibt dies eine Hypothese.

Die dichten gelatinösen Hyphenscheiden und die Basishyphen sind die beiden auffallenden Strukturen der *Resinicium* Rhizomorphen. Die rote Färbung mit Zirkonium-Haematoxylin und die graue Tannin-Eisenreaktion zeigen an, dass die gelatinöse Masse reich an Kohlenhydraten ist. Die nach innen zunehmende Intensität dieser Färbungen ist wohl ein Anzeichen dafür, dass die Konzentration der Kohlenhydrate gegen innen zunimmt. Das Auftreten der unauffälligen Residualhyphen könnte vielleicht ein weiteres Charakteristikum sein, obschon sie wahrscheinlich nur degenerierte Hyphen sind und als solche kaum eine biologische Bedeutung haben. Bislang ist kein anderer Basidiomycet mit einer solchen knorpelig-gelatinösen Struktur und zwei so verschiedenen Typen «generativer» Hyphen bekannt geworden; und keiner der von AGERER (1999, 2004) beschriebenen Architekturtypen passt völlig auf diese Rhizomorphen.

Neuere molekularsystematische Untersuchungen verweisen *Resinicium bicolor* trotz ganz andersartiger Morphologie in die Hymenochaetales (LARSSON et al. 2004, BINDER et al. 2005, LARSSON et al. 2006, LARSSON 2007). Aber kein anderer Pilz aus dieser Ordnung (ob morphologisch oder molekular definiert) wurde auf mögliche Rhizomorphen und deren Struktur untersucht. Deshalb ist zur Zeit jegliche phylogenetische Interpretation der hier beschriebenen Architektur unmöglich.

Die Astrozystiden können vielleicht in zwei Untertypen aufgeteilt werden, einer mit spitzen Enden, ein anderer mit blasigen Hyphenenden (Abb. 9). Die gleichen morphologischen Varianten

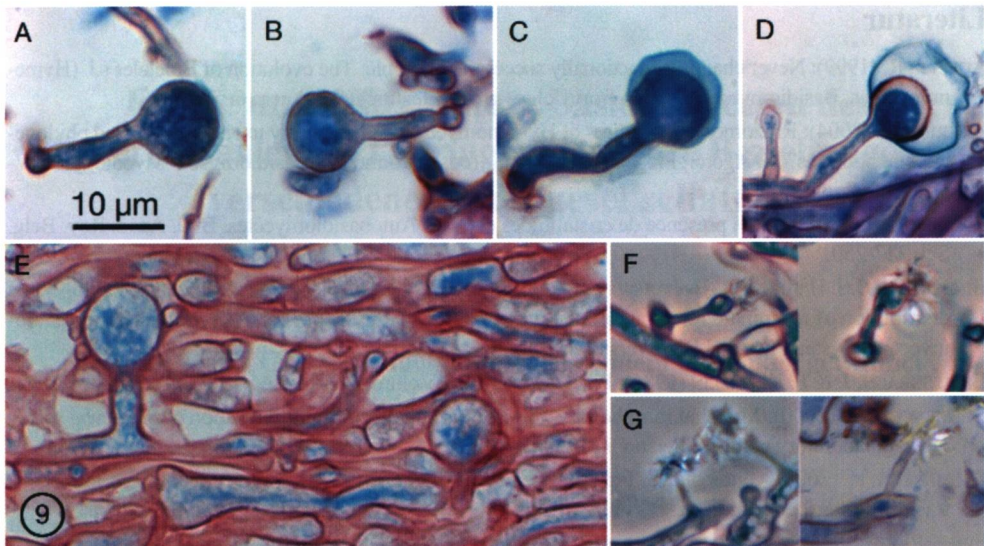


Abb. 9: Zystiden aus der oberflächlichen, lockeren Hyphenhülle. **A, B:** Halozytisten ohne apikale Blase, vielleicht Jungendstadien. **C:** Halozytiste mit beginnender Blase. **D:** Reife Halozytiste. Links im Bild eine Astrozytiste auf der gleichen Trägerhyph; das Kristall-Aggregat ist in diesem Bild nicht sichtbar. **E:** In den peripheren Hyphenschichten eingebettete Halozytisten ohne apikale Blasen. **F:** Astrozytisten mit apikaler Blase. **G:** Astrozytisten ohne solche Blase. – Amidoblack-Aluminium-Zirkonium-Haematoxylin. Die Wände der apikalen Blasen wurden durch die Präparation verformt. A-E Hellfeld; F,G Phasenkontrast. – Die Skala gilt für alle Bilder.

können auch bei den Astrozytisten der Basidiome beobachtet werden (z.B. ERIKSSON et al. 1981), aber es liegen noch keine Untersuchungen zur Entwicklung dieser Zystiden vor, die eine solche Unterteilung befürworten würden. Die Halozytisten mit einer schwach entwickelten apikalen Blase könnten junge Stadien darstellen, wobei die Blase durch Aufteilung der Zystidenwand in zwei Wände entstehen könnte. Ein solches Modell wäre in Einklang mit den elektronenoptischen Befunden (CLÉMENÇON 2004), aber auch in diesem Fall fehlen ontogenetische Studien.

Es ist denkbar, dass die zahlreichen peripheren Zystiden der *Resinicium* Rhizomorphen einen Schutz vor gefräßigen Kleintieren wie Springschwänze und Milben darstellen, die Astrozytisten mit mechanischer, die Halozytisten mit chemischer Wirkung; aber die Resultate von TORDOFF et al. (2006) bestätigen eine solche Hypothese in keiner Weise. Im Gegenteil, die Rhizomorphen von *Resinicium bicolor* wurden von Springschwänzen stärker geschädigt als die der andern getesteten Pilze.

Verdankung

Es ist mir eine angenehme Pflicht Herrn Professor R. Agerer für seine aufbauende und präzise Kritik meines Manuskriptes zu danken.

Literatur

- AGERER, R. (1999): Never change a functionally successful principle: The evolution of Boletales s.l. (Hymenomycetes, Basidiomycota) as seen from below-ground features. *Sendtnera* **6**: 5-91.
- AGERER, R. (2004): Rhizomorph structures of Hymenomycetes: A possibility to test DNA-based phylogenetic hypotheses? In: Agerer, Piepenbring & Blanz (eds): *Frontiers in Basidiomycote Mycology*. IHW-Verlag, Eching.
- BAMBEKE, C. (1902): Sur la présence de cristalloïdes chez les Autobasidiomycètes. *Bull. Acad. Roy. Belg. Sci.* 227-250.
- BINDER, M., D.S. HIBBETT, K.-H. LARSSON, E. LARSSON, E. LANGER & G. LANGER (2005): The phylogenetic distribution of resupinate forms across the major clades of mushroom-forming fungi (Homobasidiomycetes). *Systematics and Biodiversity* **3**: 1-45.
- BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN (1986): *Pilze der Schweiz*, Volume 2. Mykologische Gesellschaft Luzern.
- CLÉMENÇON, H. (2000): Mycelial morphology, mitospores and primordium formation of *Simocybe sumptuosa* in laboratory cultures. *Persoonia* **17**: 407-433.
- CLÉMENÇON, H. (2004): Cytology and Plectology of the Hymenomycetes. J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, Stuttgart.
- EIBEL, P., C. SCHIMEK, V. FRIES, F. GROLIG, T. SCHAPAT, W. SCHMIDT, H. SCHNECKENBURGER, T. OOTAKI & P. GALLAND (2000): Statoliths in *Phycomyces*: Characterization of octahedral protein crystals. *Fungal Genetics and Biology* **29**: 211-220.
- ERIKSSON, J., K. HJORTSTAM & L. RYVARDEN (1981): The Corticiaceae of North Europe. Volume 6, *Fungi-flora*, Oslo.
- FAYOD, V. (1889): Prodrome d'une histoire naturelle des Agaricinés. *Ann. Sci. Nat. Bot.* **VII**: 9, 181-441.
- HUCKFELDT, T. & O. SCHMIDT (2006): Identification key for European strand-forming house-rot fungi. *Mycologist* **20**: 42-56.
- JÜLICH, W. (1984): *Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze*. Fischer Stuttgart, New York.
- KIRBY, J.J.H., J. STENLID & O. HOLDENRIEDER (1990): Population structure and response to disturbance of the basidiomycete *Resinicium bicolor*. *Oecologia* **85**: 178-184.
- LARSSON, K.-H. (2007): Re-thinking the classification of corticioid fungi. *Mycological Research* **111**: 1040-1063.
- LARSSON, K.-H., E. LARSSON & U. KOLJALG (2004): High phylogenetic diversity among corticioid homobasidiomycetes. *Micol. Res.* **108** (9): 983-1002.
- LARSSON, K.-H., E. PARMASIO, M. FISCHER, E. LANGER, K.K. NAKASONE & S.A. REDHEAD (2006): Hymenochaetales: a molecular phylogeny for the hymenochaetoid clade. *Mycologia* **98**: 926-936.
- LOHWAG, H. (1938): Eiweisskristalle in den Gefässen des Hausschwammes. *Mikrochemie* **24**: 4-9.
- MAIRE, R. (1902): Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes. *Bull. soc. mycol. France* **18**: 1-209.
- REA, C. (1922): *British Basidiomycetae*. Cambridge University Press.
- ROSEN, F. (1892): Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen. II. Studien über die Kerne und die Membranbildung bei Myxomyceten und Pilzen. *Beitr. Biol. Pfl.* **6**: 237-264.
- TORDOFF, G.M., L. BODDY & T.H. JONES (2006): Grazing by *Folsomia candida* (Collembola) differentially affects mycelial morphology of the cord-forming basidiomycetes *Hypholoma fasciculare*, *Phanerochaete velutina* and *Resinicium bicolor*. *Mycological Research* **110**: 335-345.
- WORRALL, J.J. (1999): *Structure and Dynamics of Fungal Populations*. Ed. Springer London. ISBN 0412804301.
- ZAKARIA, A.J. & L. BODDY (2002): Mycelial foraging by *Resinicium bicolor*: interactive effects of resource quantity, quality and soil composition. *FEMS Microbiology Ecology* **40**: 135-142.



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 Heftreihe 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. Freigegebiger 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: 2008

Band/Volume: [74_2008](#)

Autor(en)/Author(s): Clemencon Heinz

Artikel/Article: [Anatomie der Rhizomorphen von Resinicium bicolor 263-272](#)