Die Rhizomorphen einiger Ritterlinge

(*Tricholoma*, Agaricales, Basidiomycota)

Heinz Clémençon

Clémençon H (2014): Rhizomorph anatomy of some *Tricholoma* species. Zeitschrift für Mykologie **80**/2: 457-468.

Key words: plectology, tubular hyphae, thromboplerous hyphae, protein crystals, glycogen.

Abstract: Based on stained microtome sections, the basidiomal rhizomorph anatomy of *Tricholoma album, T. fulvum, T. lascivum, T. scalpturatum, T. sulphureum* and *T. ustale* is described and illustrated. Tubular hyphae with reduced septa, thromboplerous hyphae, protein crystals, and H-connections between hyphae are present in all six rhizomorphs studied. Rhizomorph anatomy seems to match with the infrageneric taxonomy of the genus *Tricholoma*, but in view of the small sample size (6 species of about 300) and the unavailability of extensive molecular data for a sufficiently large number of *Tricholoma* species this correlation may not be relevant.

Zusammenfassung: Die Anatomie der basidiomalen Rhizomorphen von *Tricholoma album, T. fulvum, T. lascivum, T. scalpturatum, T. sulphureum* und *T. ustale* wird anhand von Mikrotomschnitten beschrieben und illustriert. Röhrenhyphen mit teilweise abgebauten Septen, Thromboplerен, Proteinkristalle und H-Verbindungen zwischen Hyphen kommen bei allen sechs untersuchten Rhizomorphen vor. Die Rhizomorphenanatomie scheint gut mit der infragenerischen Taxonomie der Gattung *Tricholoma* übereinzustimmen, aber angesichts der geringen Anzahl der untersuchten Arten (6 von etwa 300) und des Fehlens umfassender molekularer Daten einer genügend grossen Anzahl *Tricholoma*-Arten ist diese Übereinstimmung vielleicht nicht aussagekräftig.

Einführung

Manche Arten der Gattung *Tricholoma* (Fr.) Staude bilden Rhizomorphen an der Stielbasis der Basidiome («basidiomale Rhizomorphen» Clémençon 1997: 167), aber in der taxonomischen Literatur werden diese selten erwähnt und deren Anatomie nur oberflächlich oder gar nicht beschrieben. Ricken (1915: 348) gibt beim Unverschämten Ritterling "Stiel ... mit weißen Wurzelfasern" an und beschreibt den Stiel des Strohblassen Ritterlings "... mit faserigen Würzelchen." Dieser Pilz wird auch von Noordeloos & Christensen (1999: 143) als "Stipe ... at base sometimes with white mycelial strands" beschrieben. Comandini et al. (2004) geben gelbe Rhizomorphen für den Schwefelritterling an und beschreiben deren Oberflächenstrukturen und schließlich schreiben Christensen & Heilmann-Clausen (2013: 194) beim Schwefelritterling "basal mycelium sulphur yellow", womit vielleicht die gelben, in der Fotografie dieser Autoren deutlich sichtbaren Rhizomorphen gemeint sind. Von einigen weiteren Arten geben

Anschrift des Autors: Heinz Clémençon, Musée botanique cantonal, Avenue de Cour 14bis, CH-1007 Lausanne, Schweiz

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

die gleichen Autoren weißes "basal mycelium" an, ohne über dessen Anatomie etwas auszusagen, aber nach den entsprechenden Fotografien zu urteilen, handelt es sich um feine Rhizomorphen. In den Beschreibungen der sechs von mir untersuchten Arten erwähnen Christensen & Heilmann-Clausen (2013) die Rhizomorphen mit Ausnahme des Schwefelritterlings nicht, obschon sie in den entsprechenden Fotografien meist deutlich zu sehen sind.

Zusätzlich zu den basidiomalen Rhizomorphen lassen manche Ritterlinge auch Rhizomorphen aus Ektomykorrhizen auswachsen (Uhl 1988, Agerer 2001), aber diese «mycorrhizal rhizomorphs» (Clémençon 2012a: 90) werden hier nicht berücksichtigt.

In der vorliegenden Arbeit wird zum ersten Mal die Anatomie der basidiomalen Rhizomorphen einiger Ritterlingsarten detailliert beschrieben.

Material und Methoden

Die Basidiome der untersuchten Aufsammlungen werden im Musée botanique cantonal in Lausanne (LAU) aufbewahrt. Die Autorenzitate folgen den Angaben in der MycoBank (www.mycobank.org).

Tricholoma album (Schaeff.) P. Kumm., Kollektion HC 09/007; det. H. Clémençon 30.10.2009, Umgebung von Belp BE (Schweiz), Finder und genauer Standort unbekannt.

Tricholoma fulvum (Bull.) Sacc., Kollektion HC 74/095; leg./det. M. Moser & H. Clémençon (als *T. flavobrunneum* (Fr.) P. Kumm.), 12.9.1974, Bosseberg, Småland, Schweden, 150 m.ü.M.

Tricholoma lascivum (Fr.) Gillet, Kollektion HC 84/088; leg./det. H. Clémençon 21.10.1984, Fanelwald bei Gampelen BE (Schweiz), 430 m.ü.M.

Tricholoma scalpturatum (Fr.) Quél., Kollektion HC 09/009; leg./det. H. Clémençon 1.11.2009, Bois Faucan bei Froideville VD (Schweiz), 860 m.ü.M.

Tricholoma sulphureum (Bull.) P. Kumm., Kollektion HC 08/020; leg./det. H. Clémençon 14.9.2008, Bois du Sépey VD (Schweiz), 593 m.ü.M.

Tricholoma ustale (Fr.) P. Kumm., Kollektion HC 03/056; leg./det. H. Clémençon 8.10.2003, Les Corbessières, Lausanne (Schweiz), 820 m.ü.M.

Fixierung und Einbettung der Rhizomorphen sowie die Färbung und Mikrofotografie der Mikrotomschnitte sind ausführlich bei Clémençon (2013) beschrieben.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Resultate

Die Rhizomorphen von ***Tricholoma album*** (Abb. 1), ***T. lascivum*** (Abb. 2) und ***T. sulphureum*** (Abb. 3) sind aus dünnen Hyphen locker geflochten und lassen stellenweise große, leere Zwischenräume frei. Die Röhrenhyphen sind nicht oder nur wenig dicker als die generativen Hyphen, die fast alle zu Röhrenhyphen geworden sind, die an ihren häufig teilweise reduzierten Septen und an ihrer Armut an Zytoplasma erkannt werden können (Abb. 1D, 1F, 2G, 2H, 3D, 3E). Die wenigen undifferenzierten generativen Hyphen sind paarkernig (Abb. 1I, 3I), aber die Kerne liegen oft weit voneinander entfernt. Querverbindungen (H-Verbindungen) zwischen benachbarten Hyphen sind häufig (Abb. 1E, 2E, 3F). Thrombopleren kommen nur in geringer Anzahl vor (Abb. 1B, 1G, 2F, 3G); ihr Deuteroplasma ist dicht und homogen und kann sogar die Schnallen ausfüllen. Oktaedrische Proteinkristalle sind häufig und sehr verschieden groß, oft an den Septen gehäuft oder im Porus einer Querwand steckend (Abb. 1D, 1F, 2G, 3D, 3E). Schnallen sind sehr häufig und oft in entgegengesetzten Richtungen orientiert (in den Abbildungen nach «links» oder nach «rechts» offen. Abb. 1J, 2I, 3H). Eine Rinde oder auch nur leicht differenzierte Außenzone fehlt, und die Rhizomorphen sind von einem spärlichen «Halo» dünner Hyphen umwoben (Abb. 1C, 2C, 3C). Das Geflecht der Rhizomorphen ist nirgends gelatinös. Bei *T. album* wurde in einigen Hyphenzellen Glykogen gefunden (Abb. 1H).

Die Rhizomorphen von ***Tricholoma scalpturatum*** (Abb. 4) sind kompakt gebaut, fast ohne Lücken zwischen den Hyphen. Sie sind nicht in Mark und Rinde gegliedert, und ihre Oberfläche ist klar definiert. Die Rhizomorphen sind von einem deutlichen «Halo» dünner Hyphen umwoben (Abb. 4C). Die Röhrenhyphen entstehen durch teilweisen Abbau ihrer Septen (Abb. 4I), ohne dass ihr Durchmesser dabei wesentlich vergrößert wird. Proteinkristalle und Querverbindungen sind häufig (Abb. 4D, 4G, 4H; 4K), Thrombopleren hingegen selten und sehr dünn (Abb. 4M, 4N). Die Rhizomorphen nehmen in Barals Jodlösung eine intensiv rotbraune Färbung an (nicht gezeigt) und entsprechend häufig ist Glykogen in den Hyphen erkennbar (Abb. 4L). Die generativen Hyphen sind paarkernig (Abb. 4E) und in einigen treten mehrere Kernpaare auf (Abb. 4F), Schnallen fehlen.

Auch die Rhizomorphen von ***Tricholoma fulvum*** (Abb. 5) und ***T. ustale*** (Abb. 6) sind kompakt gebaut, besitzen aber eine deutliche Außenzone, und die Röhrenhyphen sind oft bedeutend dicker als die übrigen Hyphen. Ein «Halo» aus begleitenden Hyphen fehlt. Auch bei diesen beiden Arten sind Thrombopleren und Proteinkristalle selten. Die Markhyphen der Rhizomorphen von *T. fulvum* sind stellenweise auffallend chaotisch verflochten und lassen eine schmale, gelatinöse Zone zwischen ihnen offen (Abb. 5 I), die den Hyphen der Rinde fehlt (Abb. 5J). Gelegentlich sind die Lücken zwischen den Markhyphen größer und enthalten kleine, kugelige Bakterien unbekannter taxonomischer Identität (Abb. 5H). Schnallen kommen in den Rhizomorphen von *T. fulvum* nicht vor, sind aber bei *T. ustale* vorhanden, wenn auch selten (Abb. 6F, 6G). Reduzierte Septen und H-förmige Querverbindungen sind bei beiden Arten häufig (Abb. 5D, 6J; 5G, 6H, 6I).

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

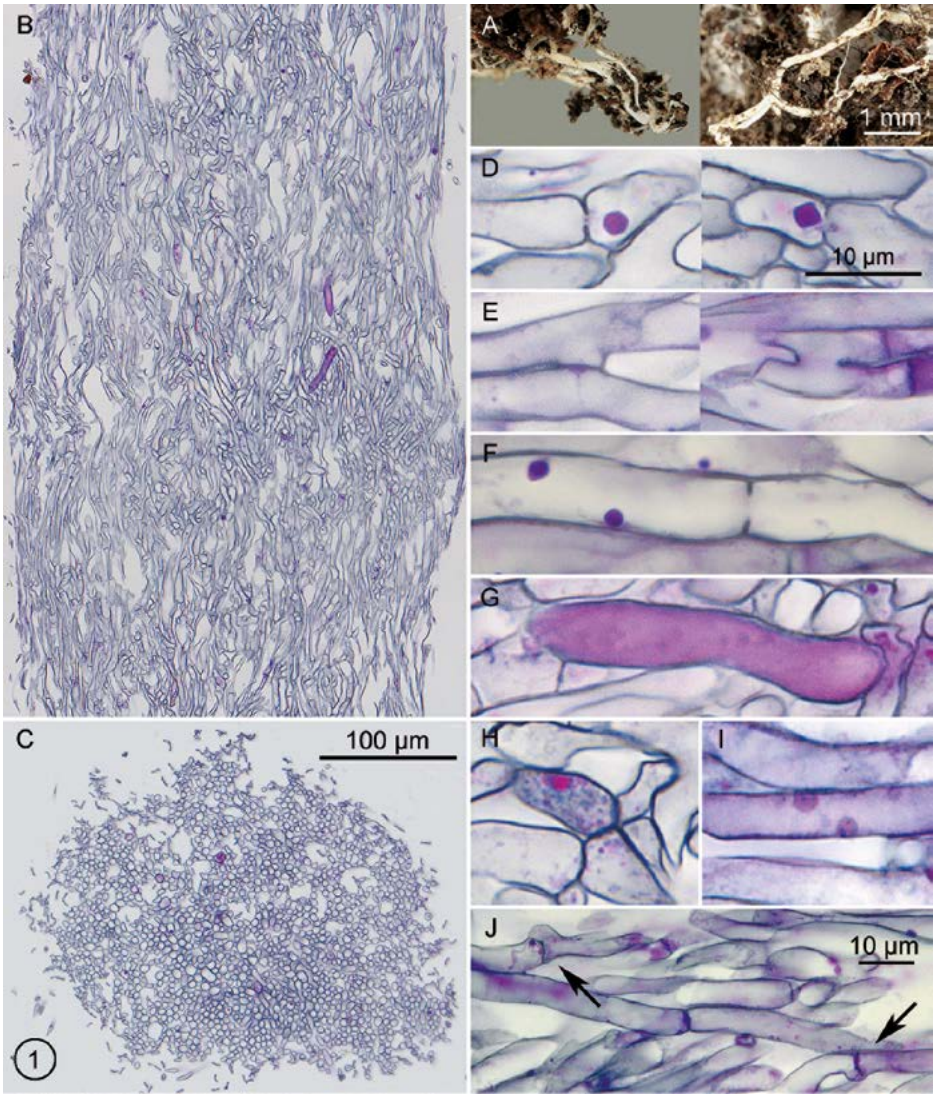

Abb. 1: *Tricholoma album* - A: Rhizomorphen auf der Stielbasis eines Basidioms. - B, C: Längsschnitt und Querschnitt, Übersichtsbilder bei gleicher Vergrößerung, zwei verschiedene Rhizomorphen. Die Rhizomorphen bestehen aus locker verflochtenen, dünnwandigen Hyphen, deren Durchmesser nur wenig schwankt. Zwischen den Hyphen befinden sich unregelmäßig verteilte große Hohlräume. Eine Differenzierung in Mark und Rinde oder in eine Innenzone und Außenzone fehlt. Einige wenige Thrombopleren sind rot angefärbt. Die Rhizomorphen sind nirgends gelatinös. - D: Oktaedrische Proteinkristalle in Viereck- und Sechseck-Projektion in Röhrenhyphen mit durchbrochenen Septen. - E: H-Verbindungen zwischen Röhrenhyphen, mit und ohne Septe in der Brücke. - F: Röhrenhyphe mit teilweise aufgelöster Septe und zwei Proteinkristallen. - G: Thromboplere mit fast homogenem Deuteroplasma. - H: Flockiges Glykogen (grau) und ein Proteinkristall. - I: Kernpaar in einer generativen Hyphe. - J: Entgegengesetzt gerichtete Schnallen. – Säurefuchsin - Tannin - Eisenchlorid - Hämatoxylin - Kupfersulfat - Entellan. D-J Längsschnitte gleicher Vergrößerung.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

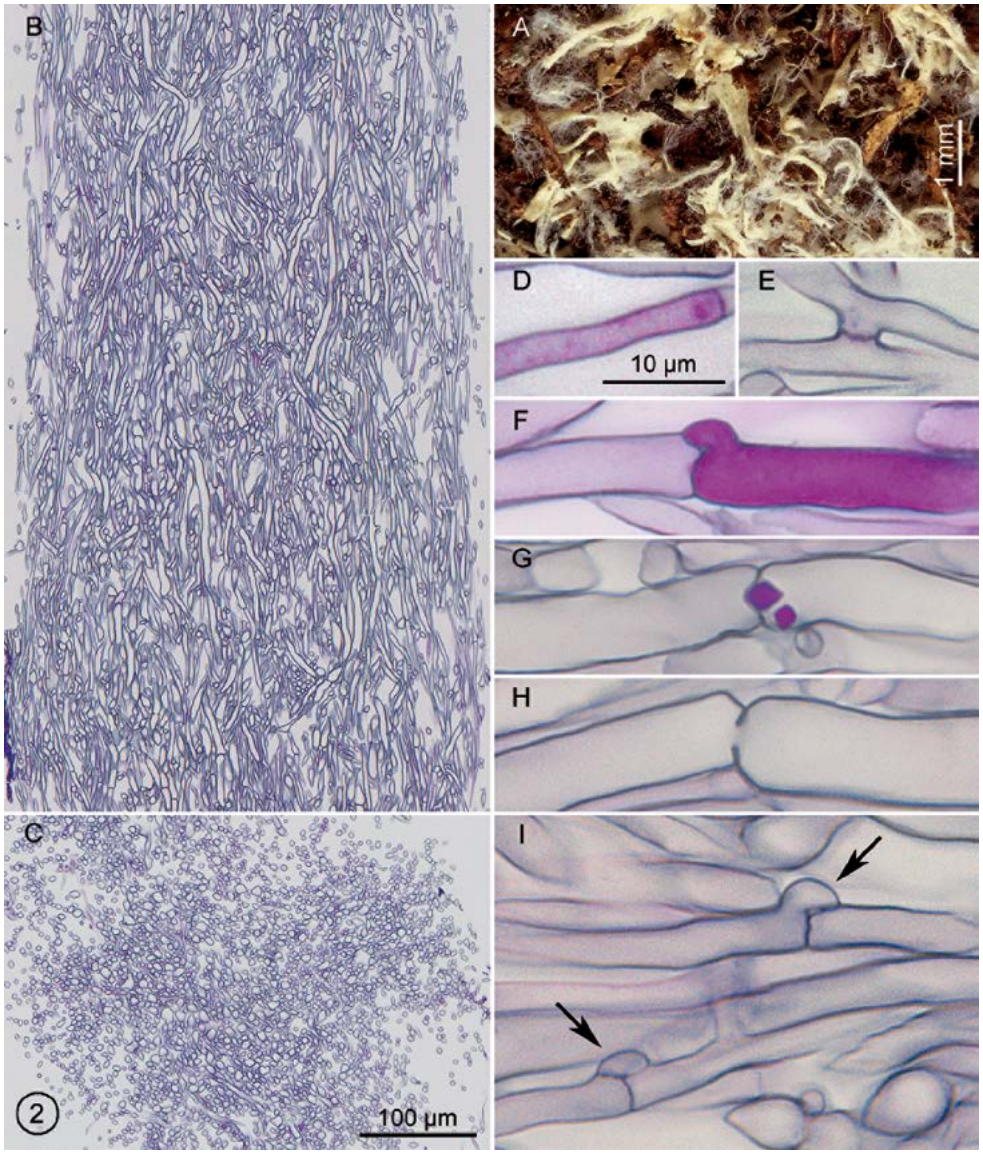

Abbildung 2: *Tricholoma lascivum* - A: Rhizomorphen auf der Stielbasis eines Basidioms. - B, C: Längsschnitt und Querschnitt, Übersichtsbilder bei gleicher Vergrößerung, zwei verschiedene Rhizomorphen. Die Rhizomorphen bestehen aus stellenweise dicht gedrängten, schwach verwobenen generativen Hyphen und Röhrenhyphen ohne Differenzierung in Mark und Rinde. Thrombopleren sind selten, gelatinöse Stellen fehlen. - D: Generative Hyphe mit einem undeutlich erkennbaren Kern. - E: Eine H-Verbindung mit Septe in der Brücke. - F: Thromboplere Hyphe, deren homogenes Deuteroplasma auch die Schnalle ausfüllt. - G: Ein Proteinkristall steckt im Porus einer Septe einer Röhrenhyphe. Ein kleinerer Proteinkristall liegt nahe darunter. - H: Teilweise abgebaute Septe einer Röhrenhyphe. - I: Zwei entgegengesetzt gerichtete Schnallen. – Säurefuchsin - Tannin - Eisenchlorid - Hämatoxylin - Kupfersulfat - Entellan. D-I Längsschnitte gleicher Vergrößerung.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

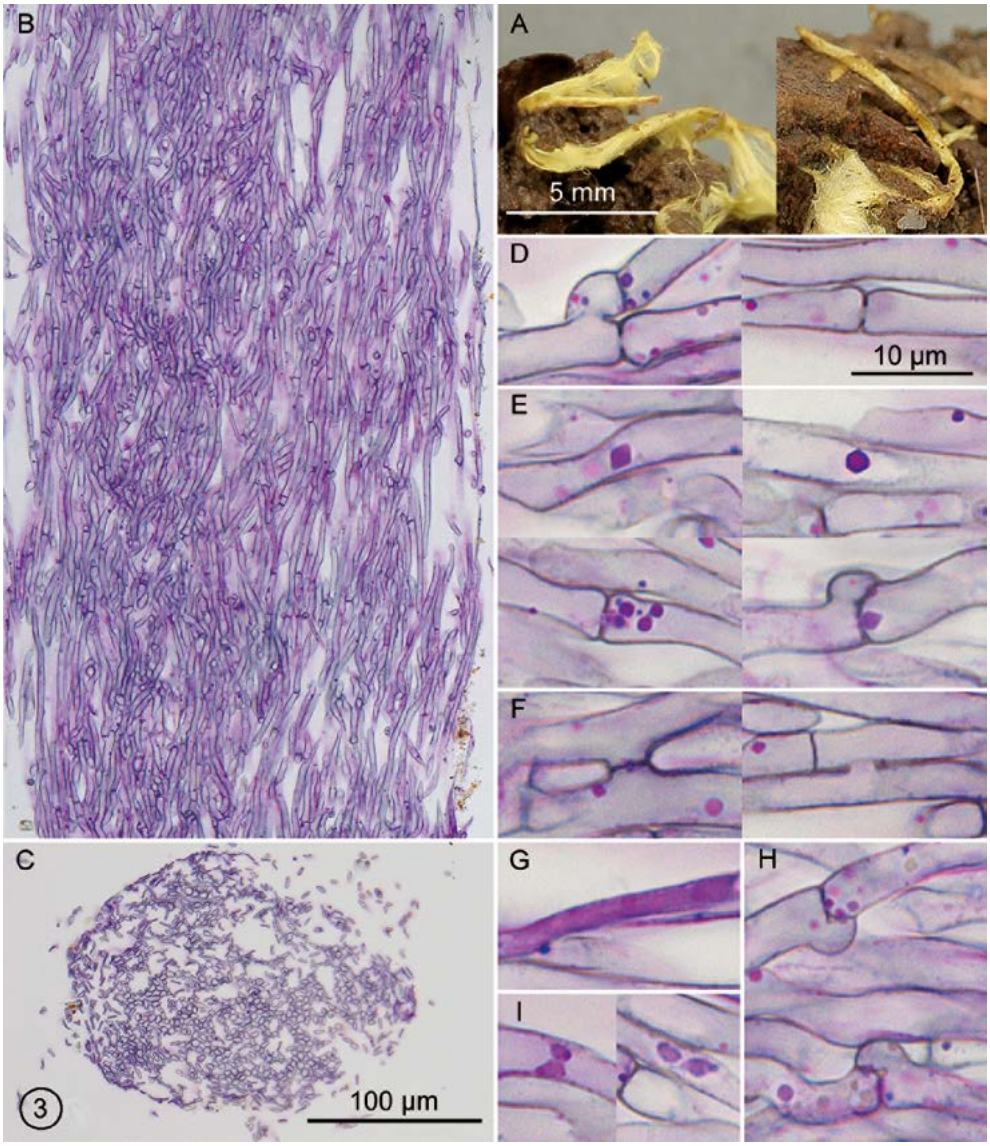

Abb. 3: *Tricholoma sulphureum* - A: Gelbe Rhizomorphen auf der Stielbasis eines Basidioms. - B, C: Längsschnitt und Querschnitt, Übersichtsbilder bei gleicher Vergrößerung, zwei verschiedene Rhizomorphen. Die Rhizomorphen bestehen aus schwach verwobenen Hyphen etwa gleichen Durchmessers, die große Lücken frei lassen; ohne Differenzierung in Mark und Rinde. Thromboplere Hyphen sind sehr dünn und selten. - D: Teilweise abgebaute Septen und kleine Proteinkristalle. - E: Größere Proteinkristalle in Viereck- und Sechseck-Projektion. Oft häufen sie sich bei den Septen an und können in deren Porus stecken bleiben. - F: H-Verbindungen mit und ohne Septe in der Brücke. - G: Eine dünne Thromboplere. - H: Entgegengesetzt gerichtete Schnallen und einige kleine Proteinkristalle. - I: Zwei Kernpaare. – Säurefuchsin - Tannin - Eisenchlorid - Hämatoxylin - Kupfersulfat - Entellan. D-I Längsschnitte gleicher Vergrößerung.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

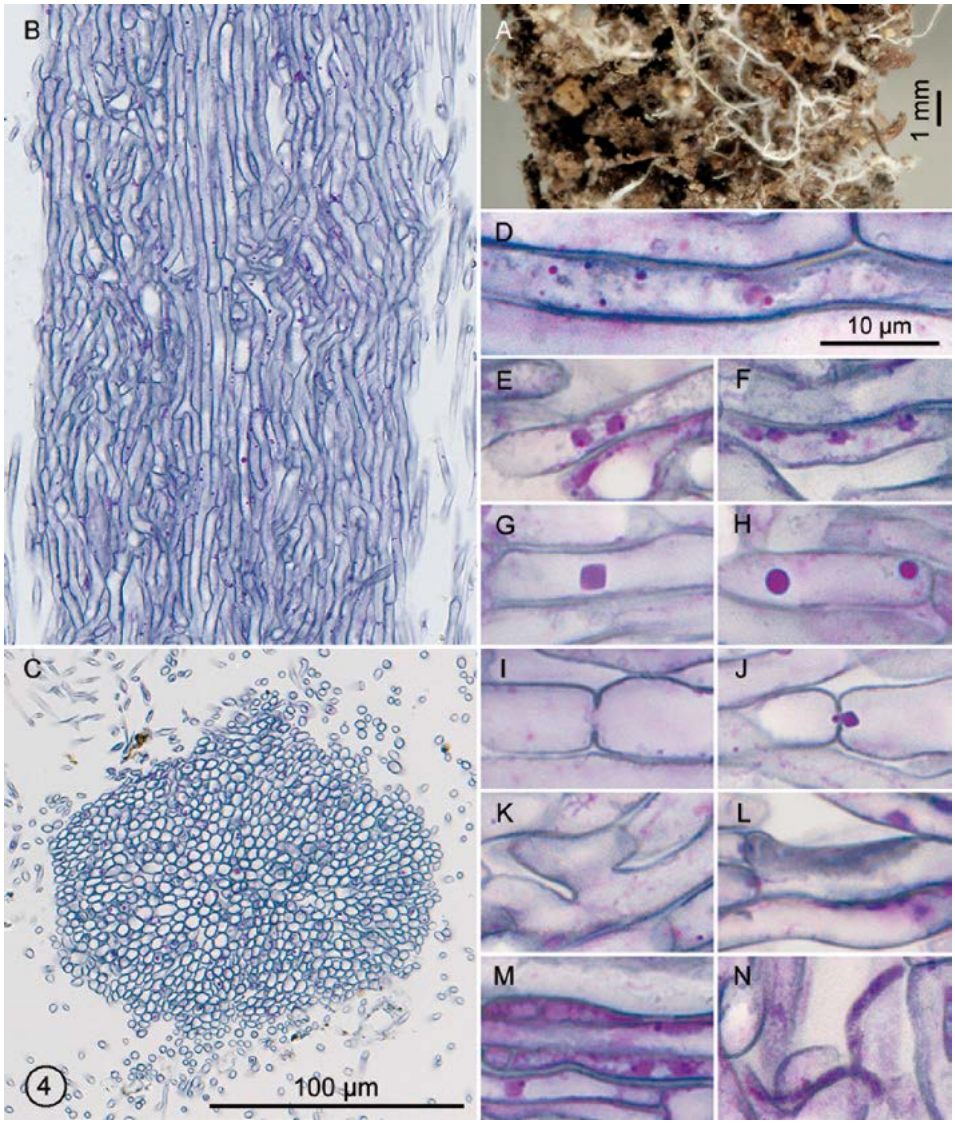

Abb. 4: *Tricholoma scalpturatum* - A: Rhizomorphen auf der Stielbasis eines Basidioms. - B, C: Längsschnitt und Querschnitt, Übersichtsbilder bei gleicher Vergrößerung, zwei verschiedene Rhizomorphen. Die Rhizomorphen bestehen aus schwach verwobenen, dicht gedrängten, in der Achse fast regulär parallelen Hyphen etwa gleichen Durchmessers ohne Differenzierung in Mark und Rinde. Thromboplere Hyphen sind sehr dünn und selten. Die Rhizomorphen sind von einem Halo sehr locker angeordneter Hyphen umgeben. - D: Eine Hyphe mit einem Kern und sehr kleinen Proteinkristallen. - E, F: Kernpaare in generativen Hyphen. - G, H: Große Proteinkristalle in Röhrenhyphen; in H mit abgerundeten Ecken und Kanten. - I, J: Teilweise abgebaute Septen in Röhrenhyphen; in J mit einem im Porus steckenden Proteinkristall. - K: H-Verbindung zwischen zwei Röhrenhyphen. - L: Grau angefärbtes Glykogen in Röhrenhyphen. - M, N: Sehr dünne Thrombopleren. – Säurefuchsin - Tannin - Eisenchlorid - Hämatoxylin - Kupfersulfat - Entellan. D-N Längsschnitte gleicher Vergrößerung.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

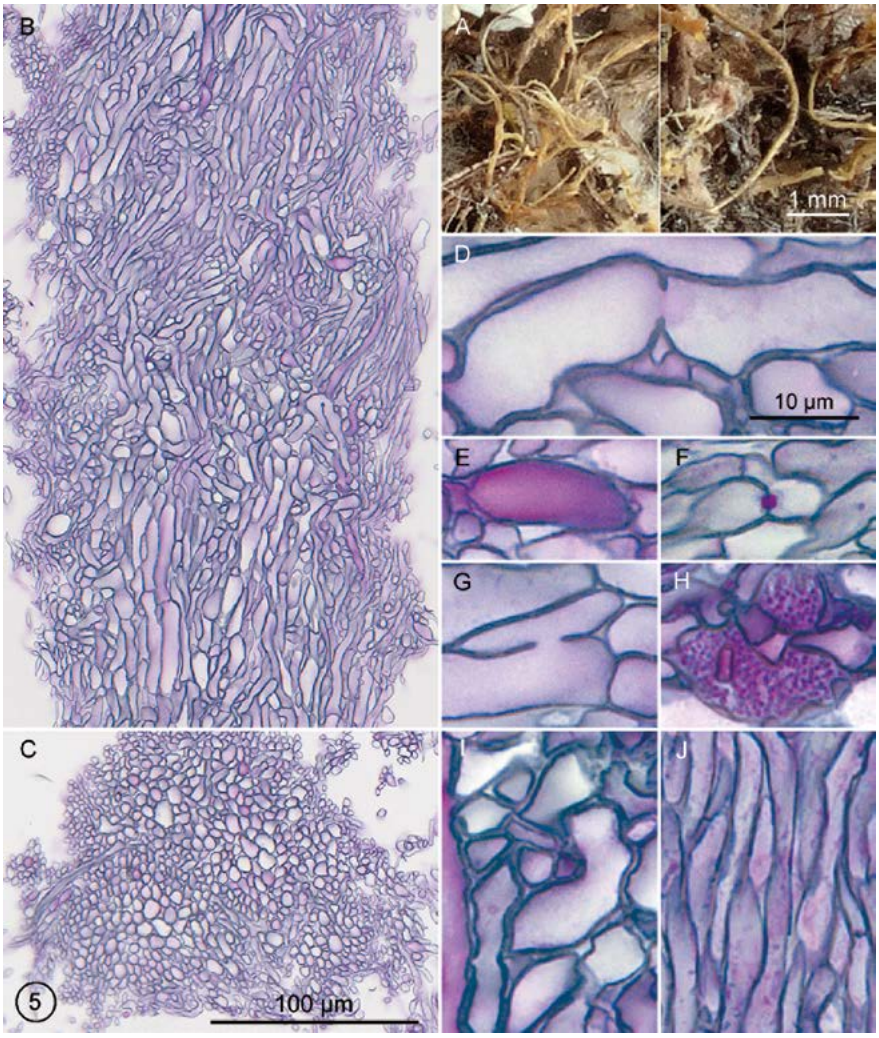

Abb. 5: *Tricholoma fulvum* - A: Rhizomorphen auf der Stielbasis eines Basidioms; zwei Aufnahmen. - B, C: Längsschnitt und Querschnitt, Übersichtsbilder bei gleicher Vergrößerung, zwei verschiedene Rhizomorphen. Die Rhizomorphen bestehen aus dicht gedrängten, verwobenen Hyphen stark verschiedenen Durchmessers, zwischen denen sich stellenweise kleine Hohlräume befinden, und einer unscharf abgegrenzten aber deutlich erkennbaren Außenzone. Die Hyphen sind auffallend stark verkrümmt und verbogen. Die Thrombopleren sind nur schwach rot angefärbt worden. - D: Röhrenhyphe mit teilweise abgebauter Septe. - E: Thromboplere mit homogenem Deuteroplasma. - F: Ein Proteinkristall sitzt im Porus einer Septe. - G: H-Verbindung. - H: In den Zwischenräumen zwischen den Hyphen siedeln sich bisweilen Bakterien unbekannter taxonomischer Identität an. - I: die Hyphen im Mark der Rhizomorphe lassen sehr oft einen schmalen Zwischenraum frei, der mit einer grau anfärbbaren, gelatinösen Masse gefüllt ist. Am linken Bildrand eine angeschnittene, quer zur Längsachse der Rhizomorphen liegende Thromboplere. - J: Die dünnen und dünnwandigen Hyphen der Außenzone schmiegen sich im Gegensatz zu den Hyphen des Markes fast lückenlos einander an. – Säurefuchsin - Tannin - Eisenchlorid - Hämatoxylin - Kupfersulfat - Entellan. D-J Längsschnitte gleicher Vergrößerung.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

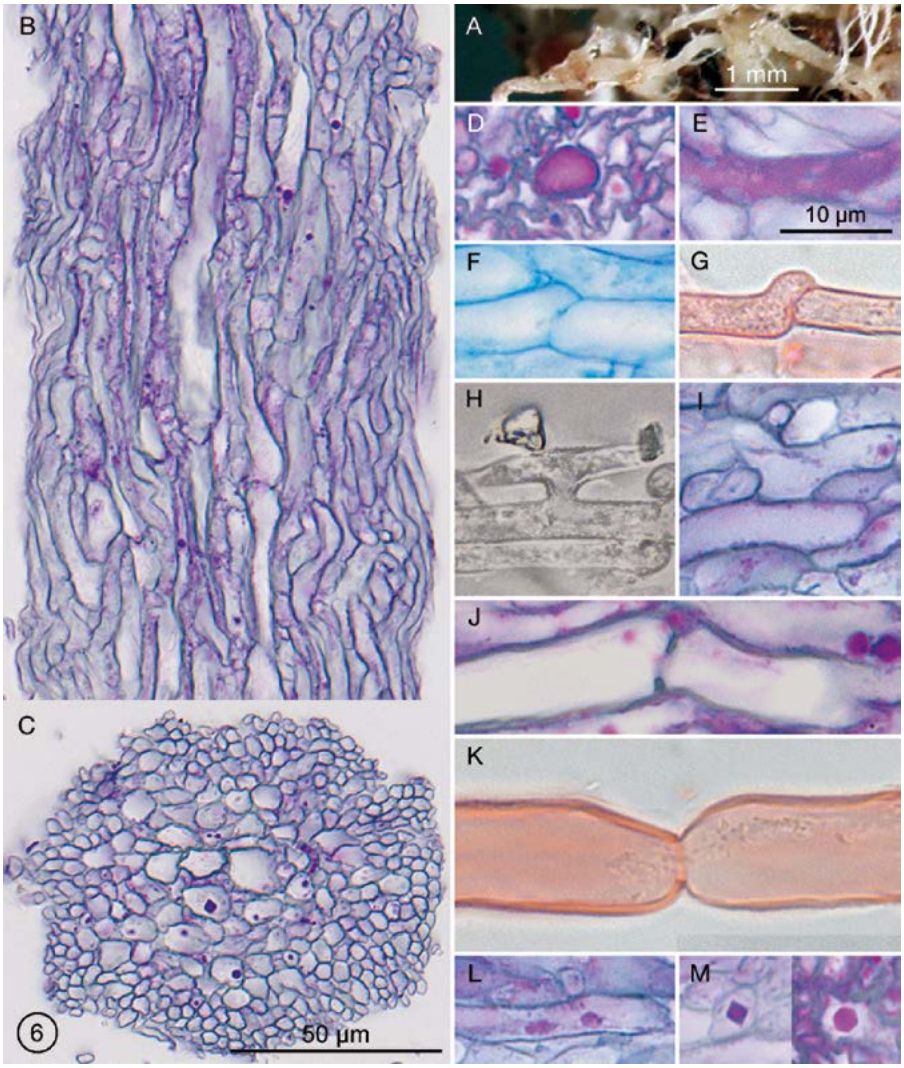

Abb. 6: *Tricholoma ustale* - A: Rhizomorphen auf der Stielbasis eines Basidioms. - B, C: Längsschnitt und Querschnitt, Übersichtsbilder bei gleicher Vergrößerung, zwei verschiedene Rhizomorphen. Die Rhizomorphen bestehen aus dicht gedrängten, unregelmäßig schwach verwobenen und oft auffallend unregelmäßig gestalteten, weiten Röhrenhyphen im zentralen Teil und dünneren Röhrenhyphen und generativen Hyphen im peripheren Teil. Im Querschnitt erkennt man einen großen Proteinkristall nahe der Mitte. - D, E: Thrombopleren im Quer- und Längsschnitt. - F: Eine Schnalle im Längsschnitt. - G: Eine Schnalle in einem Quetschpräparat. - H: Eine H-Verbindung im ungefärbten Quetschpräparat, ohne Septe in der Brücke. - I: Eine H-Verbindung im Längsschnitt, mit einer Septe in der Brücke. - J: Röhrenhyphe mit teilweise abgebauter Septe. Die Reste der Doliporusstruktur noch als diffuse, rötlich gefärbte Masse erkennbar. - K: Röhrenhyphe mit aufgelöster Septe im gefärbten Quetschpräparat. - L: Kernpaar. - M: Oktaedrische Proteinkristalle in 4eck und 6eck Projektion. – B-E, I, J, L und M: Säurefuchsin - Tannin - Eisenchlorid - Hämatoxylin - Kupfersulfat - Entellan. - F: Azur A in dest. Wasser - Entellan. - G, K: SDS-Kongorot. – D-M in gleicher Vergrößerung.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Diskussion

Die großen, **nicht gelatinös gefüllten Lücken** in den Rhizomorphen von *Tricholoma album*, *T. lascivum* und *T. sulphureum* ermöglichen vielleicht der Rhizomorphe wie ein Docht zu wirken.

Die **H-förmigen Querverbindungen** tragen wohl zur mechanischen Stabilität der Rhizomorphen bei, was besonders beim lockeren Bau der Rhizomorphen von *T. album*, *T. lascivum* und *T. sulphureum* von Bedeutung sein dürfte. Solche Verbindungen wurden auch von Comandini et al. (2004) in den Rhizomorphen von *T. sulphureum* beschrieben und abgebildet. Auffallend ist die Tatsache, dass die Septe in der Brücke zwischen den beiden Hyphen oft fehlt. Ob dies genetischen oder mechanischen Funktionen, oder nur verschiedenen Entwicklungsstadien entspricht, ist unbekannt.

Proteinkristalle sind in Rhizomorphen sehr verbreitet (z. B. Clémençon 2013) und meist auch häufig. Alkalische Lösungen greifen die Kristalle an und lösen sie in wenigen Minuten auf. Dabei runden sich die Kristalle zunächst ab, werden zunehmend kleiner und verschwinden schließlich. Frisch gesammeltes und innerhalb weniger Stunden fixiertes Material zeigt in der Regel viele Proteinkristalle verschiedener Dimensionen; aber mit Ammoniak aufgequollenes Trockenmaterial ist arm an solchen Kristallen (z. B. *T. fulvum*, Abb. 5). Glykogen und das Deuteroplasma der Thrombopleren überstehen eine Behandlung mit 2%-iger Ammoniaklösung während 30-60 Minuten unbeschadet. Das Auftreten von Proteinkristallen, Glykogen und Thrombopleren ist vom physiologischen Zustand der Rhizomorphe abhängig und deshalb veränderlich. Diese sollten daher nicht zur Typifizierung von Rhizomorphen verwendet werden.

Die **Schnallen** besitzen einen gewissen taxonomischen Wert bei den Basidiomyceten, und mit einigen Ausnahmen tragen auch die Hyphen der Basidiome Schnallen, wenn die Mycelhyphen Schnallen zeigen (eine Ausnahme ist z. B. *Strobilurus esculentus* (Wulf.) Sing., dessen Basidiome im Gegensatz zu den Mycelhyphen keine Schnallen zeigen (vgl. Clémençon 2012: 58). Von den sechs hier untersuchten Ritterlingen haben drei Schnallen sowohl in den Rhizomorphen, als auch in den Basidiomen (*T. album*, *T. lascivum* und *T. sulphureum). T. scalpturatum* und *T. fulvum* besitzen keine Schnallen, weder in den Rhizomorphen, noch in den Fruchtkörpern, und *T. ustale* hat schnallenlose Basidiome und nur sehr wenige Schnallen in den Rhizomorphen. Die Übereinstimmung zwischen Rhizomorphen und Basidiomen ist bei den sechs Arten also gut, wenn auch nicht perfekt.

Bakterien kommen in den Basidiomen vieler Pilze vor (unveröffentlichte Beobachtungen; vgl. Clémençon 2012a und 2012b) und spielen bei der Entstehung von Mykorrhizen oft eine wichtige Rolle (Tarkka & Frey-Klett 2008). Es erstaunt deshalb nicht, wenn Bakterien gelegentlich auch in Rhizomorphen angetroffen werden, auch wenn deren biologische Funktion hier unklar ist.

Morphologische Zuordnungen nach der Terminologie von Agerer (1999) **-** Beim Betrachten der Längs- und Querschnitte der Rhizomorphen von *Tricholoma album*, *T. lascivum* und *T. sulphureum* (Abb. 1, 2 und 3) denkt man zunächst an einfache

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Hyphenstränge, da eine plectologische Differenzierung fehlt. Aber das Auftreten von teilweise abgebauten Septen in fast leeren Hyphen bezeugt die Anwesenheit von Röhrenhyphen, auch wenn diese meist nicht dicker als die generativen Hyphen sind. Meines Erachtens trennt dieses Merkmal Rhizomorphen von Hyphensträngen (ohne Röhrenhyphen) ab. Die Rhizomorphen von *T. album*, *T. lascivum* und *T. sulphureum* entsprechen dem "uniform-loose type". *T. scalpturatum* hat Rhizomorphen des "uniform-compact type", und *T. fulvum* mit seinen unregelmässig verteilten Röhrenhyphen kann vielleicht dem "phlegmacioiden Typ", *T. ustale* aufgrund der zentralen Anordnung der Röhrenhyphen dem "agaricoiden Typ" zugerechnet werden; aber die Anwendung dieser Bezeichnungen auf die beiden letztgenannten Ritterlinge scheint mir unsicher, da ich bei beiden wiederholt Variationen in der Verteilung der Röhrenhyphen gesehen habe.

Beziehungen zur taxonomischen Gliederung der Gattung *Tricholoma* - Es fällt auf, dass *Tricholoma album*, *T. lascivum* und *T. sulphureum* mit ihrem "uniform-loose rhizomorph type" alle auch unangenehm riechen und schmecken, weder braune noch graue inkrustierende Pigmente besitzen und zahlreiche Schnallen an den Hyphen zeigen. Diese drei Ritterlinge werden von Singer (1986) in die Sektion *Sericella* (Fr.) Quél., von Noordeloos & Christensen (1999) in die Sektion *Lasciva* M. Bon gestellt. In der auf DNA- Sequenzanalysen beruhenden, vorläufigen Gliederung der Gattung *Tricholoma* liegen *T. album* und *T. lascivum* im Klad 15 (Sektion *Lasciva*), *T. sulphureum* im Klad 16 (Sektion *Sericella*), aber diese Klade befinden sich nicht in benachbarten Stellungen und sind nicht Schwesterklade (Christensen & Heilmann-Clausen 2013: 25; von diesen Autoren als « vorläufig » bezeichnetes Kladogramm).

T. fulvum und *T. ustale* mit kompakt gebauten Rhizomorphen mit differenzierter Außenzone und deutlich erweiterten Röhrenhyphen zeichnen sich durch mehlartigen Geruch und Geschmack, braune, inkrustierende Pigmente und fehlende Schnallen in den Basidiomen aus. Sie werden von Singer (1986) in die Sektion *Genuina* (Fr.) Sacc., von Noordeloos & Christensen (1999) in die Sektion *Albobrunnea* (Konr. & Maubl.) Bon gestellt. In der auf DNA-Sequenzanalysen beruhenden, vorläufigen Gliederung der Gattung *Tricholoma* (Christensen & Heilmann-Clausen 2013: 25) liegen *T. fulvum* und *T. ustale* im Klad 1 (Sektion *Genuina*).

Und schließlich zeigt *T. scalpturatum* aus der Sektion *Tricholoma* (= Sektion *Terrea* Konr. & Maubl.) den "uniform-compact rhizomorph type", Hyphen ohne Schnallen und graue, inkrustierende Pigmente in den Basidiomen. Auch die molekularen Daten von Christensen & Heilmann-Clausen (2013: 25) verweisen *T. scalpturatum* in Klad 12 (Sektion *Terrea*).

Soweit bestätigt die Anatomie der basidiomalen Rhizomorphen sowohl die morphologisch-taxonomische, als auch die (vorläufige, nur auf ITS-Daten basierende) molekulartaxonomische Gliederung der Gattung *Tricholoma*. Aber diese Gattung umfasst bei Singer (1986) weltweit etwa 108, im Dictionary of the Fungi (Kirk & al. 2011) rund 200, nach Christensen & Heilmann-Clausen (2013: 11) wenigstens 300 Arten, und damit bleibt die taxonomische Aussagekraft von nur sechs Arten ungesichert. Eine taxonomische Interpretation der Rhizomorphenanatomie war nicht das Ziel

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

dieser Arbeit, die Übereinstimmung der Anatomie mit der Taxonomie kam eher als eine willkommene Überraschung. Diese Übereinstimmung, falls sie sich in weiteren Analysen bestätigen sollte, ist vielleicht eine Folge der vermuteten Monophylie der Gattung *Tricholoma* und deren Sektionen, während die totale Abwesenheit einer solchen Übereinstimmung bei den clitocyboiden Blätterpilzen (Clémençon 2013) vielleicht auf deren Polyphylie zurückgeführt werden kann. Weitere Analysen könnten diese Spekulationen und Vermutungen stützen oder stürzen.

Literaturverzeichnis

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 (2001): Exploration types of ectomycorrhizae. Mycorrhiza **11**: 107-114.

Christensen M, Heilmann-Clausen J (2013): The Genus *Tricholoma*. Fungi of Northern Europe. vol. **4**. 227 Seiten.

Clémençon H (1997): Anatomie der Hymenomyceten. Kommissionsverlag Flück-Wirth, Teufen. 996 Seiten.

Clémençon H (2012a): Cytology and Plectology of the Hymenomycetes. 2. Auflage. J. Cramer, Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 520 Seiten.

Clémençon H (2012b): Großpilze im Mikroskop. Beiheft zur Zeitschrift für Mykologie. Band 12. IHW-Verlag Eching. 176 Seiten.

Clémençon H (2013): Rhizomorphen-Anatomie einiger clitocyboider Agaricales. Zeitschrift für Mykologie **79**/1: 43-77.

Comandini O, Haug I, Rinaldi AC, Kuyper TW (2004): Uniting *Tricholoma sulphureum* and *T. bufonium*. Mycological Research **108**: 1162-1171.

Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA (2011): Dictionary of the Fungi. Tenth edition. CABI Europe, 784 Seiten.

Noordeloos ME, Christensen M (1999): *Tricholoma*. In: Bas et al. (ed.): Flora Agaricina Neerlandica vol. 4: 107-148. Balkema, Rotterdam.

Ricken A (1915): Die Blätterpilze. Verlag Th. O. Weigel, Leipzig. 480 Seiten.

Singer R (1986): The Agaricales in Modern Taxonomy. 4. Auflage, Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 980 Seiten + 88 Tafeln.

Tarkka MT, Frey-Klett P (2008): Mycorrhiza Helper Bacteria. In: Mycorrhiza. (A. Varma edit.). Springer Verlag Berlin Heidelberg. Seiten113-132.

Uhl M (1988): Studies on ectomycorrhizae XVI. Mycorrhizae formed by *Tricholoma flavobrunneum* and *Betula pendula* and *Tricholoma auratum* and *Pinus silvestris*. Mycotaxon **33**: 1-21.

Heinz Clémençon

Besondere Interessen: Cytologie, Anatomie, Entwicklungsbiolgie und Taxonomie der Agaricomyceten; Technische Weiterentwicklung der Mikrotomie und Mikroskopie der Pilze, speziell der Methoden zur Untersuchung der Fruchtkörperentwicklung und der Anatomie der Rhizomorphen

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

DGfM 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. 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: 2014

Band/Volume: 80_2014

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

Artikel/Article: Die Rhizomorphen einiger Ritterlinge (Tricholoma, Agaricales, Basidiomycota) 457-468