

Bestimmungsschlüssel der kremplingsartigen Boletales Europas

CHRISTOPH HAHN

Grottenstr. 17, 82291 Mammendorf

hahn@mykologie-bayern.de

Eingereicht am 01.02.2012

HAHN, Ch. (2012): A Key for the European paxilloid Boletales. Mycol. Bav. 13: 59-68.

Key words: Paxilloid Boletales, Paxillaceae, Tapinellaceae, key, Europe

Summary: A key for 14 predominantly European species of paxilloid Boletales (gilled members of Paxillaceae and Tapinellaceae) is presented. Besides a short outline of new concepts in the systematics of Boletales, various characters for determination are presented and briefly discussed. Some characters normally only rarely used for species determination (structures of rhizomorphs and sclerotia) are presented, commented upon and integrated in the determination key. Two new combinations are introduced: "*Paxillus*" *polychrous* is transferred to *Tapinella* and "*Agaricus*" *acheruntius* is combined as a *forma* of *Tapinella panuoides*.

Zusammenfassung: Ein Schlüssel für 14 Arten kremplingsartiger Boletales (Tapinellaceae und agaricoide Paxillaceae) für die euopäische Funga wird vorgestellt. Einführend wird kurz auf neuere Erkenntnisse in Bezug auf die Systematik der Boletales im Allgemeinen und der Kremplinge im Speziellen eingegangen. Als neue Merkmale werden insbesondere Rhizomorphenmerkmale (Kristalle, Cystiden) und Sklerotien in den Bestimmungsschlüssel integriert. *Paxillus polychrous*, ein naher Verwandter von *Tapinella atrotomentosa*, wird formell in die Gattung *Tapinella* überführt und Humboldts *Agaricus acheruntius* wird als Form von *Tapinella panuoides* kombiniert.

1. Einführung

SZCZEPKA (1987) stellte bereits einen Schlüssel der Gattung *Paxillus* s.l. vor, der insgesamt sechs Arten und zwei Varietäten trennt. Der nun vorliegende Schlüssel enthält 14 Arten, zwei Varietäten und eine Form, da er um seitdem neu beschriebene Taxa ergänzt wurde. Hierfür werden bislang wenig berücksichtigte Merkmale (z. B. Rhizomorphen, Sklerotien), wo möglich, mit einbezogen. Zudem wird der Begriff „kremplingsartig“ in einem weiten, nicht systematischen Sinn aufgefasst.

Die Ordnung Boletales ist bezüglich der Fruchtkörpermorphologie äußerst vielgestaltig. Typische boletoide Fruchtkörper (i.e. in Hut und Stiel gegliedert und Hymenophor in Form einer ablösbaren Röhrenschicht) sowie Arten bzw. Gattungen mit corticioiden (z.B. *Coniophora*, *Serpula*), gastroiden (z. B. *Scleroderma*, *Pisolithus*, *Rhizopogon*, *Melanogaster* etc.) und agaricoiden Fruchtkörpern (z. B. *Paxillus*, *Tapinella*, *Hygrophoropsis*) treten auf.

Die Ordnung lässt sich anatomisch mit Ausnahme von *Tapinella* und *Gomphidius/Chroogomphus* anhand ihres Rhizomorphenaufbaus definieren (z. B. AGERER 1999). Neuere Stammbäume

anhand des Vergleichs von DNA-Sequenzen (z. B. BINDER & HIBBET 2006) bestätigen die morphologisch-anatomischen und chemotaxonomischen Erkenntnisse ebenso wie die basale Stellung von *Tapinella* innerhalb der Boletales.

Eine Folge dieser neueren Erkenntnisse über die Systematik der Boletales ist auch die Abspaltung der Gattung *Tapinella* von *Paxillus* s.str., welche bereits von GILBERT (1931) initiiert und später von ŠUTARA (1992) unter Einbezug von *Tapinella atrotomentosa* untermauert wurde. Wie HAHN (1999) und HAHN & AGERER (1999b) zeigen konnten, ist *Tapinella* aufgrund der einfachen Rhizomorphenanatomie ein sehr ursprüngliches Taxon und bedarf einer eigenen Familie (*Tapinellaceae*) und Unterordnung (*Tapinelloideae*), der auch *Pseudomerulius* hinzuzufügen ist (HAHN 1999, HAHN & AGERER 1999b).

Um einen Bestimmungsschlüssel der heimischen „Kremplinge“ zu erstellen, liegt es jedoch nahe, auch die *Tapinellaceae* mit einzubinden, zumal diese bis in jüngste Zeit in populären Bilderbüchern bei den Kremplingen im engeren Sinne geführt werden. Selbst in der deutschlandweiten Online-Kartierung des Portals <http://brd.pilzkartierung.de/> werden die *Tapinella*-Arten noch immer in der Gattung *Paxillus* geführt.

Aus diesem Grund wird der Begriff „kremplingsartige Boletales“ in diesem Beitrag rein makromorphologisch und nicht in einem systematischen Sinne verstanden und verwendet. Er umfasst ocker- bis braunsporige Boletales mit Hutbildung und – zumindest in gewissen Entwicklungsstadien – ausgeprägt lamelligem Hymenophor. *Pseudomerulius aureus* wurde aus zweierlei Gründen hier mit einbezogen: Die eher als corticioid zu bezeichnende Art bildet kleine Hutkanten aus und besitzt ein merulioides Hymenophor, das zumindest an Lamellenstrukturen denken lässt. Außerdem gibt es mit *Pseudomerulius curtisii* eine nah verwandte Art mit deutlicher Hutbildung und teilweise lamelligem Hymenophor.

Die Gattung *Hygrophoropsis* wurde aufgrund ihres sehr blassen Sporenpulvers nicht mit einbezogen.

Der vorgestellte Schlüssel stützt sich nur partiell auf neuere anatomische Merkmale (insbesondere Rhizomorphenmerkmale und Sklerotien, siehe HAHN 1999, HAHN & AGERER 1999a), da noch nicht alle beschriebenen Arten daraufhin untersucht wurden. Sklerotien, die sich im Bereich des unterirdischen Myzels bilden, sind zudem nur mit Mühe nachzuweisen, da sie zumindest bei den Kremplingen im engeren Sinne sehr klein sein können und das aufwändige Auswaschen von Bodenproben erfordern. Sie wurden daher nur in Ausnahmefällen als Hilfsmerkmal verwendet. Da neben Kremplingen auch andere Gattungen der Boletales Sklerotien bilden (z. B. *Coniophora* – s. GINNS 1976, *Gyrodon* – s. HAHN 1999 oder *Hygrophoropsis* – s. ANTIBUS 1989, HAHN 1999), sollte zukünftig auf dieses Merkmal – neben den Rhizomorphenstrukturen – besonderes Augenmerk gelegt werden.

Die Kremplingsartigen im engeren Sinne, also die Paxillaceae s. str., bestehen in unserer Funga aus den Gattungen *Paxillus* s. str., *Gyrodon* und *Melanogaster*. Diese drei Gattungen sind im Bereich des Myzels praktisch nicht trennbar (siehe HAHN 1999, HAHN & AGERER 1999a, WIEDMER et al. 2004). Aufgrund der engen Verwandtschaft mit *Paxillus* s. str. und des möglichen Auftretens von lamelligem Hymenophor im extremen Jungzustand wurde *Gyrodon* in diesen Schlüssel mit aufgenommen, während die gastroide, hypogäische Gattung *Melanogaster* aufgrund ihrer Fruchtkörpermorphologie nicht geschlüsselt wird.

2. Wichtige Bestimmungsmerkmale kremlingsartiger Boletales

Makroskopie

Hymenophor:

- Mehr meruloid als lamellenförmig: *Pseudomerulius*
- Nur sehr jung angedeutete Lamellen, später Röhren bildend: *Gyrodon*
- Deutlich ausgeprägte Lamellen, die nur stellenweise angedeutet röhrenartig oder meruloid sein können (Anastomosen, v. a. in Stielnähe): *Paxillus* s. str., *Tapinella*

Fruchtkörperform bzw. Stielansatz:

Die Fruchtkörperform kann im Einzelfall stark variieren, ermöglicht aber meist sehr gut bereits im Gelände eine grobe Einordnung des Fundes.

- Kein Stiel, Fruchtkörper an der Rückseite am Substrat angewachsen: *Pseudomerulius* und *Tapinella panuoides* fm. *acheruntius*
- Stiel deutlich reduziert, seitlich am Fruchtkörper: *Tapinella*
- Stiel in unterschiedlichem Grade exzentrisch, sehr kurz im Vergleich zum Hutdurchmesser: *Tapinella atrotomentosa*, *Tapinella polychrous*, *Paxillus validus* (bei dieser Art Stiel gewöhnlich zentral inseriert)
- Stiel mehr oder weniger zentral inseriert, deutlich ausgebildet: *Paxillus* s. str.

Stielbasis (*Paxillus-involutus*-Formenkreis):

Dieses Merkmal dient nur als Hilfsmerkmal, da es leider nicht konstant ist!

- Stiel basal meist ausspitzend (nicht immer!): *Paxillus rubicundulus*, *P. obscurisporus*, *Gyrodon lividus*
- Stiel basal abgerundet: Rest der Gattung *Paxillus*

Stielbekleidung:

- Zottiger Haarfilz: *Tapinella atrotomentosa*, *T. polychrous*
- Glatt: *Paxillus* s.str., *Gyrodon*

Sporenpulverfarbe (*Paxillus-involutus*-Formenkreis):

Wichtiges Merkmal zur Feinaufgliederung des *Paxillus-involutus*-Formenkreises

- Frisch ockerlich rostbraun, 5D4 nach KORNERUP & WANSCHER (1978), nach längerer Zeit und getrocknet sich mehr in Richtung Rostbraun verfärbend, ca. 5D6 - 5E6: *Paxillus albidulus* (vermutlich, keine Angaben nach KORNERUP & WANSCHER 1978 in der Originalbeschreibung bei ŠUTARA 1991), *P. involutus*, *P. rubicundulus*, *P. validus*
- Frisch ein deutlich dunkleres, braunes Sporenpulver (8F7), mit weinrotem Farbeinschlag, erst beim Trocknen und längerem Lagern ebenfalls in Richtung Rostbraun, ca. 5D6 - 5E6 verfärbend: *Paxillus obscurisporus*, *Paxillus vernalis*

Sklerotien und Rhizomorphen (makroskopisch; *P.-involutus*-Formenkreis):

Noch nicht bei allen Arten erhobenes Merkmal. Die Sklerotien von *Paxillus* s. str. (und *Gyrodon*) befinden sich im Boden und lassen sich durch ihre Verbindung mit den Rhizomorphen nachweisen. Hierfür muss man eine Bodenprobe um den zu erntenden Fruchtkörper stechen (z. B. 5 cm x 5 cm x 10 cm) und sollte die Stielbasis in der zu untersuchenden Bodenprobe belassen. Nun kann man unter einer Binokularlupe vorsichtig unter Wasser Bodenpartikel entfernen (Präpariergefäß, regelmäßig Wasser auchwechseln, da es schnell trüb wird), Wurzeln und Rhizomorphen, die keine Verbindung zur Stielbasis haben (Fremdpilze), entfernen. Bei sorgfältiger Bearbeitung erhält man das Rhizomorphengeflecht des zu untersuchenden Krenplings. Die Sklerotien sitzen gerne an dünneren, feinen Rhizomorphen, also in tieferen Schichten. Die Rhizomorphen der Stielbasis können bis mehrere Millimeter dick werden und bilden daher einen guten Ausgangspunkt für die Freilegung des gesamten Geflechts.

Sklerotiengröße:

- Sklerotien klein, meist unter 0,5 mm Durchmesser: *Paxillus involutus* s. str.
- Sklerotien größer, bis 2 mm Durchmesser: *Paxillus rubicundulus* (meist bis 1 mm), *P. validus*

Sklerotienform:

- Rundlich bis oval: *Paxillus involutus* s. str., *P. rubicundulus*
- Unregelmäßig: *Paxillus validus*

Rhizomorphenfarbe:

- Rosa: *Paxillus rubicundulus* (meistens), *P. validus* (angedeutet, nicht konstant)
- Creme: *Paxillus involutus* s. str., *P. obscurisporus*, *P. validus*

Mikroskopie

Hutdeckschicht:

Bei allen Arten ist die HDS jung ein Trichoderm mit Übergang zum Tomentum (nach CLÉMENÇON 1997), welches im Laufe der Entwicklung kollabieren kann. Verschleimungen können altersbedingt sein (z. B. Bakterienbefall), sind aber typische Ausprägungen bei *Paxillus* s. str. und *Gyrodon*. Die Hutdeckschicht ist daher bei feuchter Witterung durchaus leicht schleimig. Einzig bei *Paxillus albidulus* ist diese Verschleimung so deutlich ausgeprägt, dass im Mikroskop deutliche Gelscheiden um die HDS-Hyphen sichtbar sind (Untersuchung am Holotypus, siehe HAHN 1999, HAHN & AGERER 1999a).

Sporen:

- Sporengröße (*Tapinella* und *Pseudomerulius*: kleine Sporen, *Paxillus* s.str.: größere Sporen; *Paxillus rubicundulus* besitzt wiederum kleinere Sporen als die übrigen Arten des *Paxillus-involutus*-Formenkreises)

- Dextrinoidie [*Tapinella*: deutlich dextrinoid; *Paxillus* s.str. und *Pseudomerulius*: schwach (*Paxillus*) oder nicht dextrinoid (*Pseudomerulius*)]

Hymenophoraltrama:

Da dieses Merkmal nur schwer erkennbar ist (z. B. mit Hilfe von Kryotomschnitten), wird es für den Bestimmungsschlüssel nicht verwendet. Dennoch ist es für die Systematik innerhalb der Boletales wertvoll.

- Divergierend (Mediostratum teils deutlich ausgeprägt, Hyphen hier parallel verlaufend; Lateralstrata divergierend): *Paxillus* s. str. und *Gyrodon*
- Bidirektional (Neben Hyphen, die vom Hutfleisch ausgehend in Richtung Lamellenschneide verlaufen, wachsen einzelne bis zahlreiche Hyphen auch parallel zur Lamellenschneide quer dazu.): *Tapinella*
- Irregulär (Keine Vorzugsrichtung der Hyphen erkennbar): *Pseudomerulius*

Hymenialzystiden:

- Vorhanden: *Paxillus* s. str. und *Gyrodon* (die Maße sind auch auf Artebene verwendbar)

Caulohymenium:

- Vorhanden: *Paxillus* s. str. und *Gyrodon*
- Fehlend: *Tapinella* und *Pseudomerulius*

Sklerotien und Rhizomorphen:

Sklerotien:

Die Sklerotien sind in sich sehr ähnlich aufgebaut und bestehen aus einer dünnen Rindenschicht und aufgeblähten Zellen im Inneren. Die Wanddicke der Zellen kann variieren. Kristalle kommen gewöhnlich nicht vor, wurden jedoch bei einer Kollektion von *Paxillus* cf. *validus* auch innerhalb eines Sklerotiums nachgewiesen (siehe HAHN 1999, HAHN & AGERER 1999a). Aufgrund der Schwierigkeit, Sklerotien im Boden nachzuweisen, ist die Konstanz der Merkmale bezüglich der Sklerotienanatomie noch nachzuweisen.

Rhizomorphen:

Rhizomorphen treten bei allen Boletales auf. Typisch für diese Ordnung sind hochdifferenzierte Rhizomorphen mit zentralen, voluminösen Gefäßhyphen, deren Septen reduziert werden und so tracheenartige Strukturen ausbilden (siehe AGERER 1999). Die Tapinellaceae besitzen hingegen nur einfacher aufgebaute Rhizomorphen, die untypisch für die Ordnung sind (siehe HAHN 1999, HAHN & AGERER 1999b, AGERER 1999).

3. Bestimmungsschlüssel

- 1 Hymenialzystiden vorhanden; ektomykorrhizabildend **9** (*Paxillaceae* Lotsy)
- 1* Hymenialzystiden fehlend; saprotroph-lignicol (eine Art terricol und möglicherweise ektomykorrhizabildend) **2**

- 2 Sporen klein, kürzer als 8 µm; lignicol (wenn am Boden wachsend, vermutlich an vergrabenem Holzsubstrat) **3** (*Tapinellaceae* C. Hahn)
- 2* Sporen länger als 8 µm, über (9,5) 10-12 (13) µm lang; terricol (Mykorrhiza mit *Pinus*?); bislang nur aus sandigen Kiefernwäldern der Ukraine bekannt
 „*Paxillus*“ *zerovae* Wasser
Bem.: Die systematische Stellung dieser von WASSER (1973) beschriebenen Art ist noch unklar. Neuere Kollektionen mit Rhizomorphen wären wünschenswert, um die Art genauer fassen zu können bzw. um zu entscheiden, ob sie zu *Paxillus* s. str. gehört.
- 3 Sporen stark dextrinoid, 3-4 µm breit **5** *Tapinella* E.-J. Gilbert
- 3* Sporen nicht dextrinoid, bis 2,5 µm breit, dünnwandig **4** (*Pseudomerulius* Jülich)
- 4 Sporen 3-4,5 x 1,5-2,5 µm; Fruchtkörper effuso-reflex, mit meist deutlichen Hutkanten bzw. seitlingsartige Hüte bildend; Hymenophor am resupinaten Teil des Fruchtkörpers merulioide, an den Hutkanten auch Lamellen bildend
 *Pseudomerulius curtisii* (Berk.) Redhead & Ginns
Bem.: Bislang noch kein europäischer Nachweis
- 4* Sporen 3-4 x 1-2 µm; Fruchtkörper völlig resupinat bis effuso-reflex mit schmalen, nur wenige Millimeter abstehenden Hutkanten, niemals mit seitlingsartigen Fruchtkörpern; Hymenophor rein merulioide *Pseudomerulius aureus* (Fr.) Jülich
- 5 Stiel deutlich entwickelt, dunkel braun oder violett, filzig-zottig behaart, meist an morschen Nadelholzstümpfen fruktifizierend, aber auch terricol (dann vermutlich über vergrabenem Holzsubstrat) **6**
- 5* Stiel fehlend oder stark reduziert, nicht filzig-zottig behaart; immer direkt an Holz fruktifizierend (vornehmlich Nadelholz)
 *Tapinella panuoides* (Fr.: Fr.) E.-J. Gilbert s. l.
- 6 Lamellentrama violett, in NH₄OH kräftig indigoblau; Stiel braunviolett behaart; Sporen 6-7 µm lang; vornehmlich an Kiefernstümpfen; Russland (Kaukasus und Oblast Voronezh) *Tapinella polychrous* (Singer) C. Hahn comb. nov.
[Basionym: *Paxillus polychrous* Singer, Revue Mycol., Paris 2(6): 226 (1937)]
Bem.: SINGER (1937) beschrieb diese Art, die sich hauptsächlich durch etwas größere Sporen, Färbung der Lamellentrama und die Ammoniakreaktion von *Tapinella atrotomentosa* unterscheidet, als Besiedler von *Pinus*-Stümpfen. Beiden Arten fehlen jegliche Zystiden (wie für *Tapinella* üblich) und sie sind Nadelholzbesiedler. Daher wird, auch ohne den Typus studiert zu haben, eine Umkombinierung für sinnvoll erachtet, um die Gattung *Paxillus* s. str. von saproben, zystidenlosen Arten zu bereinigen, die systematisch sicherlich anderswo einzuordnen sind. Violettliche Farbtöne können auch bei überalterten, durchwässerten Fruchtkörpern von *Tapinella atrotomentosa* auftreten (Eigenbeobachtung, unveröff.).
- 6* Lamellentrama gelblich, in NH₄OH nicht indigoblau verfärbend; Stiel einheitlich braunschwarz behaart; Sporen 5-6 µm lang
 *Tapinella atrotomentosa* (Batsch: Fr.) Šutara

- 7 Stiel völlig fehlend, Fruchtkörper resupinat bis schüsselförmig hängend; Lamellen meist zu meruloiden Adern reduziert; unter Lichtausschluss gebildete Wuchsform, z. B. in Bergwerken an Grubenholz
 *Tapinella panuoides* fm. *acheruntius* (Humb.) C. Hahn, comb. nov.
 [Basionym: *Agaricus acheruntius* Humb., *Fl. Friberg. Spec. (Berlin): 73 (1793)*]
Bem.: Die Kombination *T. panuoides* fm. *acheruntius* (Humb. ex Schröd.) Hahn 1999 ist nach Art. 33.3 des Nomenklaturcodes ungültig, da ich mich damals auf die Validierung von Schröder bezog. Die Beschreibung Humboldts wurde aber durch das Verlegen des Startpunktes auf 1753 gültig, weshalb sich die Kombination auf Humboldt direkt beziehen muss. Dies wird hiermit nachgeholt.
- 7* Fruchtkörper nicht völlig resupinat; seitlingsartige Hüte bildend, diese entweder direkt oder zumeist mit kurzem, lateral sitzendem Stiel am Substrat angewachsen 8
- 8 Hut und Stiel mit violetten Farbtönen, Basismyzel kräftig violett gefärbt, seltener cremegelb *Tapinella panuoides* var. *ionipus* (Quél.) C. Hahn
- 8* Hut und Stiel ohne violette Farbtöne, Basismyzel nie violett gefärbt
 *Tapinella panuoides* (Fr.: Fr.) E.-J. Gilbert s. str.
- 9(1) Hymenophor nur bei sehr jungen Fruchtkörpern gewunden lamellenförmig, sehr bald durch Anastomosen Röhren bildend; Fleisch an der Luft schmutzig blauend; Poren auf Druck blauend *Gyrodon lividus* (Bull.) Fr.
Bem.: *Gyrodon lividus* ist im unterirdischen Myzel nicht von der Gattung *Paxillus* unterscheidbar und bildet auch Sklerotien aus (siehe HAHN & AGERER 1999a; HAHN 1999). Die Art gehört daher sicherlich in die Familie der Paxillaceae bzw. die nächste Verwandtschaft zu *Paxillus* s. str., weshalb sie auch nicht als Speisepilz freigegeben werden sollte.
- 9* Hymenophor auch bei ausgewachsenen Fruchtkörpern lamellig, höchstens am Lamellenansatz durch Anastomosen angedeutet meruloid bis fast porig werdend, aber es werden keine echten Röhren ausgebildet; Fleisch an der Luft schmutzig bräunlich anlaufend; Lamellen auf Druck meist bräunend 10 *Paxillus* Fr. s. str.
- 10 Hut im Alter deutlich gefärbt, ockerbraun, rostbraun, braunfuchsig, rotbraun, tabakbraun, höchstens jung blass pigmentiert, jedoch nie rein weiß und dann nur im Hymenophor auf Druck bräunend; Hutdeckschicht nicht bis allenfalls schwach gelatinös 11
- 10* Hut auch alt weiß bis schmutzig creme-weißlich, auf Druck am gesamten Fruchtkörper bräunend (und nicht nur im Hymenophor, wie bei den braunen Kremplingsarten); Hutdeckschicht stark gelatinös, z. T. Hyphen von Gelscheiden umhüllt
 *Paxillus albidulus* Šutara
- 11 Lamellen auf Druck deutlich bräunend (rostbraun, rötlich braun, schmutzig braun); Lamellen alter Fruchtkörper mit deutlich erkennbaren Anastomosen 11
- 11* Lamellen auf Druck nicht bräunend; Lamellen nicht anastomosierend
 *Paxillus filamentosus* Scop.: Fr. s. str. non ss. auct. plur.

Bem.: ungenügend geklärtes Taxon; eine rezente Kollektion stellt WATLING (1970: 92) vor: „Moser found what he considered this taxon in Bristol in 1955: this collection represents the only British record. Recognised by the yellow flesh, the gills not anastomosing and neither bruising reddish nor darkening on handling.“ Meist wurde und wird dieser Name für den Erlenkrempling (*Paxillus rubicundulus*) verwendet, doch sowohl die Originalbeschreibung als auch Watlings Bemerkung zu Mosers Fund lassen eine Synonymie mit *Paxillus rubicundulus* zweifelsfrei verneinen.

- 12 Huthaut mit Ammoniakdampf deutlich grün verfärbend
 *Paxillus ammoniavirescens* Contu & Dessi
- 12* Huthaut mit Ammoniakdampf nicht grün verfärbend 13
- 13 Frisches Sporenpulver dunkel rotbraun, weinrötlich braun bis dunkel schokoladenbraun mit weinrötlicher Komponente; beim Eintrocknen können die weinrötlichen Farbkomponenten verschwinden und das Sporenpulver erscheint dann heller rostockerbraun
 14
- 13* Frisches Sporenpulver mit deutlicher gelb-ockerlicher Komponente, hell rostbraun, ohne weinrote bis dunkelbraune Töne 15
- 14 Fruchtkörper nur sehr jung blass, bald dunkel pigmentiert, rostbraun bis tabakbraun, sehr groß werdend (bis 40 cm Hutdurchmesser); Hutdeckschichthyphen 4 - 6 (-8) µm breit; Pleurozystiden bis 130 µm lang; Cheilozystiden bis 85 µm lang; Myzelzystiden auffällig gestielt-kopfig; Hyphen der Rhizomorphenoberfläche fein, aber dicht punktiert, ohne größere Kristalle; Sklerotien noch unbekannt (noch keine nachgewiesen); Vorkommen auf lehmigem, tiefgründigem Boden
 *Paxillus obscurisporus* C. Hahn
- 14* Fruchtkörper jung sehr blass pigmentiert, erst im Alter dunkler bräunlich werdend; Fruchtkörper robust (bis 20 cm Hutdurchmesser); Hutdeckschichthyphen sehr schmal, 2 - 4,5 µm breit; Pleurozystiden kürzer, nur bis 75 µm lang; Cheilozystiden bis 60 µm lang; Myzelzystiden noch ungenügend bekannt; Rhizomorphenoberfläche vermutlich nur punktiert (Typus praktisch ohne Rhizomorphen); Sklerotien noch unbekannt; auf sandigen, sauren Böden, auch in Parkanlagen (USA: Michigan; Dänemark);
 *Paxillus vernalis* Watling
- 15 Mittlere Sporenlängen unter 7,8 µm; Fruchtkörper meist mit im Verhältnis zur Hutbreite zierlichem Stiel; Hutoberfläche mit feinen, dunklen, radial eingewachsenen Fasern oder mit angepressten Schuppen und dann häufig mit rötlichen Farbtönen; Lamellen bereits jung deutlich gelb gefärbt, mit warmem, zu Goldgelb tendierendem Reflex; Rhizomorphen meist ausgeprägt rosa gefärbt (an *Suillus collinitus* erinnernd); Ektomykorrhiza mit *Alnus incana* und *A. glutinosa*; sowohl auf sauren als auch sehr kalkreichen Böden (z.B. Kalkschotterfluren); Sklerotien 0,6 - 1 (1,5) mm groß; Hyphen der Rhizomorphenperipherie fein, aber dicht punktiert
 *Paxillus rubicundulus* P. D. Orton
- 15* Mittlere Sporenlänge über 7,8 µm; Stiel im Verhältnis zur Hutbreite meist robust; Hutoberfläche ohne radiale, eingewachsene Fasern; meist ohne angepresste Schuppen;

- wenn Hut doch schuppig aufreißend, dann erst im Alter; Lamellen jung blass cremegespig oder, wenn kräftiger gelb, dann mit kaltem, zu Zitronengelb tendierendem Reflex; Rhizomorphen nicht oder nur wenig ausgeprägt schmutzig rosulich gefärbt; Ektomykorrhiza mit verschiedenen Laub- und Nadelbäumen, jedoch nicht mit *Alnus* assoziiert **16**
- 16** Sklerotien winzig, nur 0,1 - 0,4 (0,5) mm im Durchmesser, kugelförmig; Hyphen der Rhizomorphenoberfläche fein punktiert (Wandverdickungen, keine Kristalle); Fruchtkörper mittelgroß, selten 15 cm Hutdurchmesser überschreitend; Stiel zylindrisch, langgestreckt; Lamellen jung sehr blass creme-ockerlich, nie kräftig gelb gefärbt; nur an bodensauren Standorten *Paxillus involutus* (Batsch: Fr.) Fr. s. str.
- 16*** Sklerotien größer, 0,8 - 2,0 mm im Durchmesser, oval bis unregelmäßig geformt; Hyphen der Rhizomorphenperipherie mit bis zu 1,5 (-2,0) µm großen Kristallen dicht besetzt; Fruchtkörper groß und sehr robust, gedrunen, häufig bis 20 cm Hutdurchmesser erreichend; Stiel meist sehr kurz, gedrunen, bisweilen fast reduziert, basal deutlich ausspitzend, verjüngt; Lamellen jung mit auffällig kühlem, zitronengelbem Farbton; häufig mit roten Exsudattropfen an der Stielbasis; nicht auf saure Böden beschränkt (säuremeidend?); gerne unter *Tilia*, *Populus* *Paxillus validus* C. Hahn

4. 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.
- ANTIBUS, R. K. (1989) – Formation and structure of sclerotia and sclerotium-specific proteins in *Hygrophoropsis aurantiaca*. *Mycologia* **81**: 905-913.
- BINDER, M. & D. S. HIBBET (2006) – Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* **98**: 971-981.
- CLÉMENCON, H. (1997) – Anatomie der Hymenomyceten. Teufen.
- GILBERT, E.-J. (1931) – Les Bolets. Les Livres du Mycologue III.
- GINNS, J. (1976) – Sclerotium-producing species of *Leucogyrophana* (Aphylophorales). *Mem. New York Bot. Gard.* **28(1)**: 86-97.
- HAHN, C. (1999) – Studien zur Systematik und Taxonomie der Gattung *Paxillus* s. l. Unver. Diplomarbeit an der Fakultät für Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, Fachgebiet Mykologie und Mykorrhiza des Instituts für Systematische Botanik München (Prof. Dr. Agerer). 187 pp.
- HAHN, C. & R. AGERER (1999a) – Studien zum *Paxillus-involutus*-Formenkreis. *Nova Hedwigia* **69**: 241-310.
- (1999b) – Studien zur Systematik der Paxillaceae. *Sendtnera* **6**: 115-133.
- KORNERUP, A. & J. H. WANSCHER (1978) – Methuen Handbook of Colours. 3. Aufl., London.
- SINGER, R. (1937) – Notes sur quelques Basidiomycètes, III^e série. *Rev. Mycol.* **2**: 226-242.
- ŠUTARA, J. (1991) – *Paxillus albidulus*, a new species of the family Paxillaceae. *Česká Mykol.* **45**: 129-133.
- (1992) – The genera *Paxillus* and *Tapinella* in Central Europe. *Česká Mykol.* **46**: 50-56.

- SZCZEPKA, M. Z. (1987) – Bestimmungsschlüssel für europäische Arten der Gattung *Paxillus* Fr. Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleuropas **3**: 79-94.
- WASSER, S.P. (1973) – *Paxillus zerovae* S. Wasser sp. nov. (Boletales) – novij vid z stepovoi zoni Ukranskoi RSR. Ukr. Bot. žurn. **30**: 667-668.
- WATLING, R. (1970) – Boletaceae, Gomphidiaceae, Paxillaceae, in HENDERSON, D. M., P. D. ORTON & R. WATLING (Hrsg.): British Fungus Flora, Agaricus and Boleti **1**: 1-125. Edinburgh
- WIEDMER, E., SENN-IRLET, B., HAHN, C. & R. AGERER (2004) – *Melanogaster broomeianus* Berk. ex Tul. + *Alnus viridis* (Chaix) DC. Descr. Ectomycorrh. **5**: 1-8.