

Coprin in *Boletus torosus*:

Beruht die angebliche Alkoholunverträglichkeit durch den Verzehr des Netzstieligen Hexenröhrlings (*Boletus luridus*) auf einer Verwechslung?

ULRICH KIWITT & HARTMUT LAATSCH*

Institut für Organische Chemie, Universität Göttingen,
Tammannstraße 2, D-37077 Göttingen

Eingegangen am 18.6.1994

Herrn Prof. Dr. W. Lüttke zum 75. Geburtstag gewidmet

U. Kiwitt & H. Laatsch* (1994) - Coprine in *Boletus torosus*: Is the alleged alcohol hypersensitivity by ingestion of *B. luridus* caused by a mistake? - Z. Mykol. 60(2): 423 - 430.

Key Words: Coprin, *Boletus luridus*, *Boletus torosus*, Antabus, Alcohol sensitivity

Summary: The basidiomycete *Boletus luridus* is supposed to produce, together with alcohol, an enhanced alcohol sensitivity which is closely related to the antabus syndrome by an intoxication with coprine. Newly investigated collections of *B. luridus* were free of coprine, the active constituent of the inky cap (*Coprinus atramentarius*). But we were able to demonstrate that the rare *Boletus torosus* contains coprine and therefore that this amino acid also occurs outside the *Coprinaceae*. Mistake of *B. torosus* for *B. luridus* may be responsible for the reported incidents.

Zusammenfassung: Der Netzstielige Hexenröhrling (*Boletus luridus*) steht im Verdacht, zusammen mit Alkohol Unverträglichkeiten auszulösen, die einer Vergiftung durch Coprin, dem Wirkstoff des Faltenintlings (*Coprinus atramentarius*), ähnlich sind (Antabus-Syndrom). Die von uns untersuchten Aufsammlungen von *B. luridus* enthielten kein Coprin. Wir konnten nun jedoch zeigen, daß der seltene *B. torosus* Coprin enthält und diese Aminosäure somit auch außerhalb der *Coprinaceae* vorkommt. Die angeblichen Vergiftungen durch *B. luridus* könnten daher auf einer Verwechslung mit *B. torosus* beruhen.

Der Netzstielige Hexenröhrling (*Boletus luridus*) ist in unseren Breiten vor allem auf Kalkböden ein bereits im Frühsommer recht häufig anzutreffender Pilz. Er gilt als eßbar, sofern zu den Mahlzeiten kein Alkohol getrunken wird. Andernfalls treten angeblich Vergiftungserscheinungen auf, die denen einer Faltenintling/Alkohol-Vergiftung (Antabus-Syndrom) sehr ähnlich sind.

Verantwortlich hierfür ist beim Faltenintling (*Coprinus atramentarius*) das N⁵-(1-Hydroxycyclopropyl)-L-glutamin (Coprin **1**), eine 1975 erstmals isolierte nicht-proteinogene Aminosäure (LINDBERG et al. 1975, 1977, HATFIELD & SCHAUMBERG 1975). Coprin ruft wie auch verschiedene synthetische Verbindungen [z.B. Cyanamid (**2**) im Kalkstickstoff oder das als Antabus bekannte Disulfiram (**3**)] eine Überempfindlichkeit gegen Alkohol hervor, indem es dessen Abbau durch Blockierung der Acetaldehyd-Dehydrogenase stört:

* Sonderdruckanforderungen an Prof. Dr. H. Laatsch

sierung), woran sich eine Extinktionsmessung anschließt, deren Ergebnisse von einem Schreiber aufgezeichnet werden. Bei einem von der jeweiligen Struktur abhängigen pH-Wert, dem isoelektrischen Punkt, erreicht die Konzentration der zwitterionischen Form der Aminosäure ihr Maximum, während die kationischen und anionischen Strukturen in einander gleicher (geringer) Konzentration vorliegen. Die Aminosäure ist nach außen neutral und kann in diesem Zustand nicht an das Harz der Säule gebunden werden. Der Vorteil dieser Analysenmethode besteht neben der hohen Nachweisempfindlichkeit in der sehr guten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.

Nach früheren Untersuchungen (MATTHIES 1986, 1991) liegt der isoelektrische Punkt - und damit auch die Retentionszeit - von Coprin (**1**) zwischen denen der Aminosäuren Asparaginsäure und Threonin. Die Abgrenzung der Signale ist jedoch schlecht, und bei Konzentrationen von Threonin und Coprin (**1**) im Verhältnis 3 : 1 wurde nur noch ein symmetrisches Signal erhalten, bei dem kein Rückschluß mehr auf zwei sich überlappende Peaks möglich war. Die jetzige Untersuchung von wäßrigen Pilzextrakten aus *Boletus luridus* ergab keinen Hinweis auf **1**, das demnach allenfalls in sehr geringen Mengen enthalten war.

Elutionsdiagramme des Preßsaftes von *Boletus luridus* enthielten zwar das schon früher beobachtete Signal zwischen Threonin und Glycin im Retentionsbereich des Coprins (**1**), das sich von diesem jedoch bei Co-chromatographie eindeutig unterschied. Auch in Fraktionen, die an Anionen- oder Kationenaustauschern wie bei unseren früheren Arbeiten an Tintlingen (MATTHIES & LAATSCH 1992) angereichert worden waren, ließ sich auf diesem Weg kein Coprin nachweisen.

In verdünnter wäßriger Lösung ist Coprin (**1**) nicht stabil, und selbst bei -20 °C nimmt der **1**-Gehalt der Pilze allmählich ab. Bei den langwierigen Trennungen an Ionenaustauschern sind die Verluste dadurch erheblich, und der Nachweis kleiner Mengen ist dementsprechend schwierig. Alternativ haben wir deshalb auch Anreicherungen durch präparative Schichtchromatographie an Cellulose und Kieselgel versucht, jedoch nur an letzterem eine Trennung von Coprin und Threonin erreichen können.

Die chromatographische Trennung an Kieselgel mußte wegen der Zersetzlichkeit von **1** an diesem Träger rasch erfolgen. Die besten Trennungen wurden an Testmischungen mit einem Gemisch von 30 % Wasser in Ethanol erhalten, in dem eine vollständige Separation von Coprin (**1**) und Threonin zu zwei gut unterscheidbaren Zonen erfolgte; dies war für eine nachfolgende Analyse der isolierten Inhaltsstoffe durch Ionenaustausch oder HPLC der Dabsylderivate (KNECHT et al. 1985) besonders wichtig.

Auch bei der DC- oder HPLC-Trennung eines wäßrigen Gesamtextraktes aus *Boletus luridus* gab der Bereich mit den Laufeigenschaften von authentischem **1** bzw. seinem Umsetzungsprodukt mit 4-Dimethylaminoazobenzol-4'-sulfonylchlorid keinen Hinweis auf Coprin. Durch zweidimensionale Dünnschichtchromatographie der fluoreszierenden Dansyl-Aminosäuren an Polyamid (LAATSCH 1979) konnte ein Nachweis von **1** in Pilzproben verschiedener Herkunft sowie in durch Ionenaustausch angereicherten Extrakten ebenfalls nicht erbracht werden.

***Boletus torosus* (Ochsenröhrling), ein Doppelgänger des *Boletus luridus*?**

Zwar kann es bei der Aufarbeitung des Pilzmaterials zu erheblichen Verlusten an **1** gekommen sein; auch ist bekannt, daß der Coprin-Gehalt in Tintlingen verschiedener Fruktifikationsstadien stark schwanken kann. Da aber Aufsammlungen von *B. luridus* verschiedener Jahrgänge von unterschiedlichen Standorten und in unterschiedlichen Entwicklungsstadien zusammen verarbeitet wurden, ist es höchst unwahrscheinlich, daß es sich bei dem bearbei-

teten Pilzmaterial ausschließlich um Exemplare mit sehr unterdurchschnittlichen Copringehalten gehandelt haben könnte.

Geht man weiter davon aus, daß es aufgrund der Lagerung bei -30°C nicht zu einem vollständigen Verlust der aktiven Substanz gekommen ist, so bleiben nur noch zwei Erklärungsmöglichkeiten für die beschriebenen Vergiftungen: Entweder enthält *B. luridus* anstatt **1** einen anderen Pilzinhaltsstoff mit Antabus-Wirkung, oder es muß andere Pilze mit gleicher Wirkung geben, die in ihrem Erscheinungsbild dem *Boletus luridus* zum Verwechseln ähnlich sind. Diese Doppelgänger-Theorie würde erklären, warum es beim Verzehr des *Boletus luridus* zusammen mit Alkohol zwar teilweise, jedoch nicht immer zu Vergiftungserscheinungen kam.

Besonders auffällig sind bei *Boletus luridus* das rote, den Stiel umfassende Netz und die Blaufärbung im Anschnitt. In der Familie der Röhrlinge gibt es noch weitere Arten, die dieselben Merkmale in mehr oder weniger deutlicher Ausprägung besitzen: Dies sind z.B. *Xerocomus spadiceus* (Brauner Filzröhrling), *Boletus satanas* (Satansröhrling), *Boletus rhodoxanthus* (Dunkler Purpurröhrling), *Boletus calopus* (Schönfußröhrling) oder *Boletus torosus* (Ochsenröhrling). Einige dieser Pilze gelten als eßbar (Brauner Filzröhrling und Dunkler Purpurröhrling) und Vergiftungserscheinungen beim gleichzeitigen Genuß von Alkohol sind nicht bekannt. Andere (Schönfußröhrling und Satansröhrling) rufen gastrointestinale Störungen hervor; Unwohlsein mit Symptomen ähnlich einer Coprinvergiftung ist daher auch ohne Alkoholeinfluß möglich.

Bei *Boletus satanas* ließ sich am Aminosäureanalysator und durch HPLC kein Coprin (**1**) nachweisen. Interessanter erschien in diesem Zusammenhang jedoch der *Boletus torosus*: Neben der bereits erwähnten Übereinstimmung der netzförmigen Stieloberfläche und Bläuungsreaktion sind auch weitere Gemeinsamkeiten in Bezug auf Farbe, Form und Größe zu erkennen. In keinem der gängigen Pilzbüchern wird er beschrieben, was auf sein spärliches Vorkommen besonders in Norddeutschland zurückzuführen sein dürfte. Man findet ihn zwar in der wissenschaftlichen Bestimmungsliteratur (z.B. MOSER 1983), in der allerdings Hinweise auf eine Ungenießbarkeit bzw. Unverträglichkeit sowohl allein oder auch zusammen mit Alkohol fehlen.

Die HPLC-Analyse eines wäßrigen Rohextraktes aus *Boletus torosus* erbrachte nach Dabsylierung (KNECHT et al. 1985) zwischen Threonin und Glycin zwar kein getrenntes Signal mit der Retentionszeit des Coprins (**1**); jedoch war am abfallenden Threonin-Signal eine Schulter sichtbar, deren Intensität durch zugesetztes synthetisches Coprin (**1**) verstärkt wurde.

Das Dünnschichtchromatogramm des Rohextraktes zeigte eine Zone mit den Laufeigenschaften des synthetischen Coprins (**1**), die sich durch Ansprühen mit frisch angesetzter Eisen(III)-chlorid-/Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung wie **1** blau anfärben ließ. Diese Farb-reaktion tritt zwar bei allen reduzierenden Verbindungen auf, ist jedoch gemeinsam mit dem R_f -Wert ein wichtiger Hinweis auf **1**. In Chromatogrammen von *Coprinus atramentarius*-Extrakten trat diese Blaufärbung mit stärkerer Intensität auf, während sie bei *Boletus luridus* vollständig fehlte.

Trotz der Zersetzlichkeit von **1** an Kieselgel haben wir den Rohextrakt daher durch präparative Dickschichtchromatographie aufgetrennt, den Bereich mit dem R_f -Wert von synthetischem Coprin eluiert und die Fraktion durch DC, HPLC und Ionenaustausch analysiert: Die Übereinstimmung der R_f -Werte bzw. Retentionszeiten bei allen Trennungen und die typische Anfärbung mit Eisen(III)-chlorid-/Kaliumhexacyanoferrat(III) bei DC sichern die Identität mit Coprin (**1**) weitgehend ab (Abb. 1).



Abb. 1: Dünnschichtchromatogramm der Aminosäure mit den Laufeigenschaften von Coprin (**1**) aus *Boletus torosus* (links Gesamtextrakt, rechts Zonen nach Anreicherung durch präparative DC) und von authentischem **1** (Mitte) an Kieselgel nach Anfärbung mit Eisen(III)-chlorid/Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung.

Ein weiterer Beweis ließ sich durch die Zersetzlichkeit der isolierten Aminosäure führen: Bei Raumtemperatur kommt es in Lösungen von **1** oder seinem Dabsyl-Derivat innerhalb weniger Tage zu einer stetigen Verringerung des Coprin-Gehaltes bei gleichzeitiger Erhöhung der Konzentration einer kurz nach Glutaminsäure bzw. deren Dabsyl-Derivat eluierten Aminosäure. Exakt das gleiche Verhalten zeigte auch die aus *B. torosus* isolierte Fraktion: In Proben, die bei Raumtemperatur stehengelassen und nach Ablauf einiger Tage erneut am Aminosäure-Analysator oder durch HPLC untersucht wurden, hatte das Coprin-Signal stark abgenommen, während sich die Konzentration des Zersetzungsproduktes erhöht hatte; Abb. 2 zeigt die erhaltenen Chromatogramme.

Zusammenfassung

Unsere Befunde lassen sich kaum anders deuten, als daß der Ochsenröhrling (*B. torosus*) Coprin (**1**) enthält: Es ist dies der erste Nachweis dieser Aminosäure außerhalb der *Coprinaceae*.

Unsere Ergebnisse liefern dagegen keinerlei Hinweise auf einen Gehalt von Coprin (**1**) in *Boletus luridus*. Sie schließen allerdings auch nicht aus, daß es weitere den Alkoholabbau hemmende Inhaltsstoffe in diesem Pilz gibt, deren Identität bzw. Wirkungsweise bislang nicht bekannt ist. Ob Alkohol unter bestimmten Umständen ein Cofaktor bei den beschriebenen Vergiftungsfällen war, muß daher weiter offen bleiben.

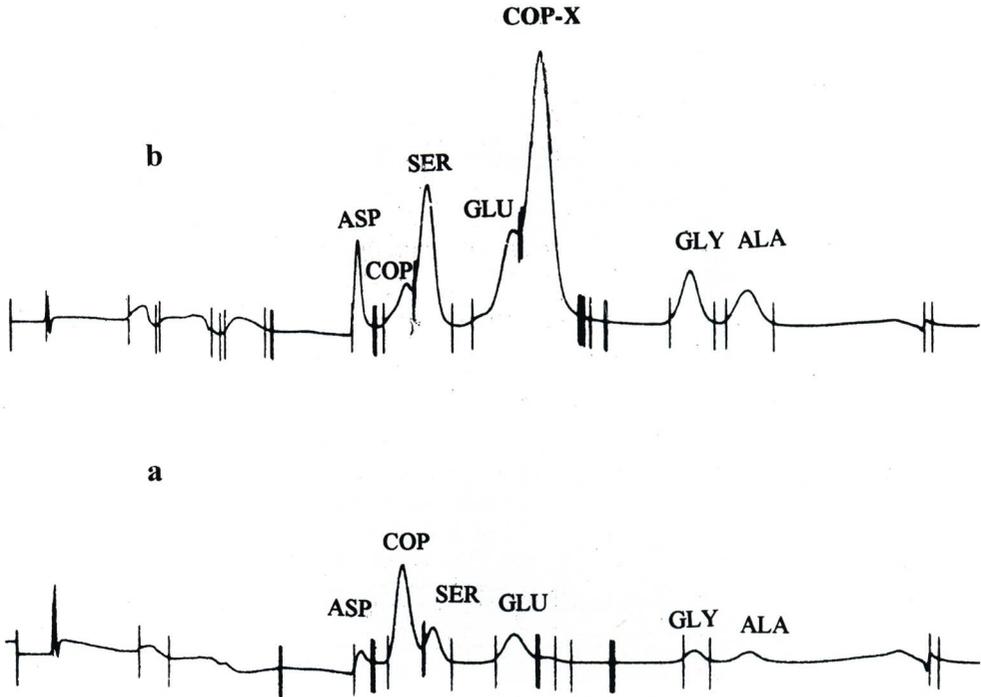


Abb. 2: a) Ionenaustausch-Chromatogramm der durch präparative DC aus *B. torosus* isolierten Substanz mit den chromatographischen Eigenschaften von **1**; b) gleiche Probe bei Wiederholungsmessung nach 4 Tagen, in der das Zersetzungsprodukt COP-X nachweisbar ist.

Die Doppelgänger-Theorie liefert jedoch eine plausible Erklärung, für die alle experimentellen Befunde sprechen. Wir möchten deshalb anregen, bei neuerlichen Atabus-Intoxikationen mit netzstieligen bläuenden Röhrlingen das Untersuchungsmaterial einer genauen mykologischen Bestimmung und wenn möglich auch chemischen Untersuchung zuzuführen.

Experimenteller Teil

Herkunft der Pilze: *Boletus luridus* wurde 1988-1991 im Raum Göttingen gesammelt und seither bei -30 °C aufbewahrt. Die Exemplare des *Boletus torosus* wurden anlässlich der Tiroler Pilzschau in Jenbach (Österreich) im August 1993 im Raum Innsbruck (Österreich) gesammelt und frisch verarbeitet.

Gewinnung des Pilzpreßsaftes: Das frische oder tiefgefrorene Pilzmaterial wurde homogenisiert und 20 min bei 3000 rpm zentrifugiert. Der klare braune Überstand wurde im Anschluß i. Vak. über Celite filtriert und anschließend lyophilisiert.

Aminosäurevollanalysen am automatischen Aminosäure-Analysator: In einem 2 ml-Flachbodenglas wurden 0.05 ml des zentrifugierten Pilzsaftes bei 15 Torr/40 °C bis zur Trockene eingedampft. Der Rückstand wurde in 0.2 ml Natriumcitrat-Puffer (pH 2.2, 0.2 % Phenol und 2 % Thiodiglycol enthaltend, Pierce Chemical Comp. Illinois, USA) aufgenommen. Zur Unterstützung des Lösevorgangs beschallte man die Proben wenige Sekun-

den mit Ultraschall und zentrifugierte im Anschluß erneut. Vom Überstand wurden 0.02 ml am Aminosäureanalysator (Typ D500, Fa. Durrum, Palo Alto, USA) chromatographiert. Bei zu hohen Konzentrationen wurden die Proben nach Bedarf mit Puffer weiter verdünnt oder ein geringeres Volumen chromatographiert.

Dünnschichtchromatographie (DC) von Aminosäuren an Kieselgel: Die Trennung aminosäurehaltiger Fraktionen wurde an Kieselgel-DC-Folien (Polygram Sil G/UV₂₅₄, Macherey, Nagel & Co) mit Ethanol/Wasser (7 : 3) als Laufmittel durchgeführt. Zur Referenzierung wurden die R_f -Werte der folgenden Aminosäuren durch Besprühen der entwickelten Chromatogramme mit Ninhydrin-Sprühreagenz bestimmt: Alanin 0.49; Arginin 0.08; Asparaginsäure 0.52; Cystein 0.56; Glutaminsäure 0.63; Glycin 0.43; Histidin 0.34; Isoleucin 0.74; Leucin 0.73; Lysin 0.06; Methionin 0.65; Phenylalanin 0.63; Prolin 0.37; Serin 0.52; Threonin 0.54; Tyrosin 0.78; Tryptophan 0.80; Valin 0.61; Coprin 0.72.

Präparative Schichtchromatographie (PDC) an Kieselgel: Je 50 mg des Rohextrakt-Lyophilisats wurden als wäßrige Lösung auf Kieselgel Fertigplatten (60 F254, Schichtdicke 0.5 mm, 20 × 20 cm, Merck) aufgetragen und mit Ethanol/Wasser (7 : 3) entwickelt (Laufzeit ca. 3.5 h). Die Zone mit dem R_f -Wert von authentischem Coprin wurde ausgekratzt, das Kieselgel in wenig dest. Wasser suspendiert und das Filtrat zur Analyse eingesetzt.

Eisen(III)-chlorid/Hexacyanoferrat(III)-Sprühreagenz: Gleiche Volumina einer frisch angesetzten 2% Eisen(III)-chlorid- und einer 1proz. Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung jeweils in 20% Ethanol wurden unmittelbar vor Gebrauch gemischt. Coprin wird nach dem Ansprühen der Chromatogramme durch eine sofort auftretende Blaufärbung sichtbar.

Dank:

Für die Beschaffung und Bestimmung von *Boletus torosus* sind wir Herrn J. THIEN (Innsbruck) zu großem Dank verpflichtet. Für zahlreiche Aminosäureanalysen danken wir Frau M. PRÄTOR und Herrn Dr. H. KRAZIN, Max Planck-Institut f. Exp. Medizin, Göttingen.

Literatur:

- BRESADOLA, G. (1906) - I funghi mangerecci e velenosi dell'Europa media. - 2. Edit., Scantini, Trento.
- BRESINSKY, A. & H. BESL (1985) - Giftpilze. - 1. Aufl., Wissenschaftl. Verlagsges., Stuttgart.
- CHIFFLOT, M. J. (1916) - Sur un cas de rubéfaction de la face tendant à se généraliser à la suite de l'ingestion de *Coprinus atramentarius*. - Bull. Soc. Mycol. France **32**, 63.
- CHRISTENSEN, C. M. (1975) - Molds, Mushrooms and Mycotoxins. - University of Minnesota Press, Minneapolis.
- CLEGHORN, C. D. (1910) - Mushroom Poisoning. - Good Housekeeping **51**, 442-443.
- COCHRAN, K. W. & M. W. COCHRAN (1978) - *Clitocybe clavipes*: Antabus-like Reaction to Alcohol. - Mycologia **70**, 1124-1126.
- HATFIELD, G. M. & J. P. SCHAUMBERG (1975) - Isolation and Structural Studies of Coprine, the Disulfiram-like Constituent of *Coprinus atramentarius*. - Lloydia **38**, 489-496.
- KNECHT, R. & J. Y. CHANG (1985) - Liquid Chromatographic Determination of Amino Acids after Gas-Phase Hydrolysis and Derivatization with (Dimethylamino)azobenzenesulfonyl chloride. - Anal. Chem. **58**, 2375-2379.
- LAATSCH, H. (1979) - Identifizierung seltener Aminosäuren durch Mikrodansylierung. - J. Chromatogr. **173**, 398-402.
- LINCOFF, G. & D. H. MITCHEL (1977) - Toxic and Hallucinogenic Mushroom Poisoning. - Van Nostrand Reinhold Company, New York, S. 62-66.
- LINDBERG, P., R. BERGMAN & B. WICKBERG (1977) - Isolation and Structure of Coprine, the *in vivo* Aldehyde Dehydrogenase Inhibitor in *Coprinus atramentarius*; Syntheses of Coprine and Related Cyclopropanone Derivatives. - J. Chem. Soc., Perkin Trans. **2**, 684-691.
- LINDBERG, P., R. BERGMAN & B. WICKBERG (1975) - Isolation and Structure of Coprine, a Novel Physiologically Active Cyclopropanone Derivative from *Coprinus atramentarius* and its Synthesis via 1-Aminocyclopropanol. - J. Chem. Soc. Chem. Comm. 946-947.

- MATTHIES, L. & H. LAATSCH (1992) - Ungewöhnliche Pilzvergiftungen: Coprin, ein Hemmstoff des Alkohol-Abbaus. - Pharmazie i.u. Zeit 21, 14-20.
- MATTHIES, L. (1986) - Nachweis und Quantifizierung von Hemmstoffen der Acetaldehyd-Dehydrogenase in Basidiomyceten. - Staatsexamensarbeit, Göttingen.
- MATTHIES, L. (1991) - Aminosäuren, Peptide und andere niedermolekulare Inhaltsstoffe aus Macromyceten. - Dissertation, Göttingen.
- MILLER, O. K. (1972) - Mushrooms of North America. - E. P. Dutton, New York.
- MOSER, M. (1983) - Die Röhrlinge und Blätterpilze. - Gustav Fischer Verlag, 5. Aufl., S. 66.
- PHILLIPS, R. (1981) - Mushrooms and other Funghi of Great Britain and Europe, Pan Books, London. Deutsche Ausgabe: Das Kosmosbuch der Pilze. - Franckh, Stuttgart (1982).
- POUCHET, A. (1927) - Troubles circulatoires causés par l'absorption consécutive de Coprins et de Vin. - Bull. Soc. Linneenne de Lyon 59, 45-47.
- SÜB, W. (1936) - Zur Genießbarkeit des Faltenintlings (*Coprinus atramentarius*). - Z. Pilzk. 45, 54-56.
- ZEITLMAYR, L. (1955) - Knairs Pilzbuch. - Droemer Knaur Verlag, S. 197-198.



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 Hefreihe 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: 1994

Band/Volume: [60_1994](#)

Autor(en)/Author(s): Kiwitt Ulrich, Laatsch Hartmut

Artikel/Article: [Coprin in Boletus torosus: Beruht die angebliche Alkoholunverträglichkeit durch den Verzehr des Netzstieligen Hexenröhrlings \(Boletus luridus\) auf einer Verwechslung? 423-430](#)