

Zur Kenntnis von *Agaricus depauperatus* s. l. unter Berücksichtigung weiterer rötender Champignon-Arten

CHRISTIAN GUBITZ, MATTHIAS REUL, ALFONS WEIG

GUBITZ C, REUL M, WEIG A (2022) Contribution to the knowledge of *Agaricus depauperatus* s. l. Zeitschrift für Mykologie 88(1):23-44

Abstract: Six reddening, white to pale brown scaly *Agaricus* collections are documented mostly by macroscopic as well as by microscopic photos. With the available literature, five of them could be assigned to *A. depauperatus* without great difficulty. However, there are only a brief description and some photos of an older find. For the more recent samples, the conventional determination was supplemented with molecular genetic barcoding and confirmed by a negative Schäffer test on the exsiccatae. One collection attracted attention due to macroscopic deviations, which needed exploration. Other reddening species and their synonyms were included in the overall assessment.

Keywords: Basidiomycota, Agaricales, *Agaricus depauperatus*, climate change, description, molecular phylogeny.

Zusammenfassung: Es werden sechs rötende, weiße bis blassbräunlich geschuppte *Agaricus*-Aufsammlungen beschrieben und größtenteils durch Makro- und Mikroaufnahmen dokumentiert. Mit der zur Verfügung stehenden Literatur konnten fünf ohne große Schwierigkeiten *A. depauperatus* zugeordnet werden. Von einem älteren Fund liegen nur eine Kurzbeschreibung und Fotos vor. Bei den anderen konnte die konventionelle Bestimmung durch molekulargenetische Untersuchungen sowie einen negativen Schäffer-Test am Exsikkat bestätigt werden. Eine Kollektion fiel durch makroskopische Abweichungen auf, welche zur Diskussion stehen. In die Gesamtbetrachtung mit einbezogen wurden weitere rötende Sippen und ihre Synonyme.

Stichwörter: Basidiomycota, Agaricales, *Agaricus depauperatus*, Beschreibung, Klimawandel, molekulare Phylogenie.

Einleitung

Im Jahre 2018 wurde uns der Klimawandel erstmals durch eine sehr lang anhaltende Trockenperiode auf drastische Weise vor Augen geführt. Nordbayern und damit auch die Bayreuther Region zählte zu den am härtesten betroffenen Gebieten Deutschlands. Die Niederschläge erreichten im Sommer und Herbst nur 40 % des langjährigen Mittels. Schlechter konnten die Voraussetzungen für das Pilzwachstum kaum sein. An bodenbewohnenden, bemerkenswerten und auffälligen Großpilzen

Anschriften der Autoren: Christian GubitZ, Robert-Koch-Str. 2a, 95447 Bayreuth, E-Mail: christian.gubitZ@t-online.de; Matthias Reul, Ostenstr. 19, 95615 Marktredwitz, E-Mail: matthias-reul@live.de (korrespondierender Autor); Alfons Weig, Genomanalytik & Bioinformatik Universität Bayreuth, Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth

notierte der Erstautor im Sommer für das Stadtgebiet Bayreuth lediglich *Agaricus bohusii* Bon und *Caloboletus radicans* (Pers.) Vizzini.

Aus mykologischer Sicht ganz anders präsentierten sich die Jahre 2019 und 2020. Obwohl die Niederschlagsmenge in der Hauptpilzsaison (Juni-Okt.) auch nur ca. 75 % des mehrjährigen Durchschnitts erreichte, ließ das Pilzwachstum sowohl quantitativ als auch qualitativ keine Wünsche offen und hielt so manche Überraschung bereit. Absolute Highlights und Erstfunde für das nördliche Franken waren 2019 *Volvariella volvacea* (Bull.) Singer und für den gesamten Fränkischen Raum *Tricholoma colossus* (Fr.) Quél., letzterer als erfreulicher Nebeneffekt einer 50-jährigen Pilzberatung. Hinzu kommt ein noch nie erlebtes Massenvorkommen von *Leucoagaricus leucothites* (Vittad.) Wasser, zumeist in Gesellschaft von *Agaricus campestris* L. Aber auch andere Champignonarten waren keine Seltenheit. Allen voran *Agaricus arvensis* Schaeff. s. l. und *A. xanthoderma* Genev. s. l., *A. bernardii* Quél., bislang eine Rarität, konnte fast an jedem begrünten Straßenrand gefunden werden. Von dem als sehr selten geltenden trockenresistenten und seit Jahren standorttreuen *A. bohusii* (vgl. GUBITZ & REUL 2019) kam 2020 eine neue Fundstelle hinzu.

Das besondere Augenmerk galt jedoch vier Aufsammlungen weißer rötender Champignons, von denen drei relativ leicht als *Agaricus depauperatus* (F.H. Møller) Pilát zu bestimmen waren. Bei einer vierten bestehen trotz molekularer Übereinstimmung Zweifel. Hinzu kommt ein früherer, als *A. annae* Pilát dokumentierter Fund.

Material und Methoden

Die Pilze wurden vom Erstautor mit einer Panasonic DMC-TZ 41 fotografiert. Mikroskopische Untersuchungen erfolgten mit einem Hund V 300 bei 800- und 1.000-facher Vergrößerung in Wasser oder Kongorot/SDS unter Verwendung von Immersionsöl, teilweise ergänzt durch Handskizzen. Nachuntersuchungen, z. T. am Trockenmaterial, führte der Zweitautor durch. Er arbeitete mit einem Mikroskop vom Typ Zeiss Axio Lab A1, wobei Details mittels einer adaptierten Canon EOS 100D fotografisch erfasst wurden. Für mikroskopische Messungen kam eine kalibrierte Skala zum Einsatz, die mit Photoshop maßstabsgetreu über die Bilder gelegt werden konnte.

Makrofotos und die Mikroskizze stammen vom Erstautor, Mikrofotos vom Zweitautor.

Den molekulargenetischen Untersuchungen lagen getrocknete Proben von drei Funden zugrunde, dabei kam der ITS-Abschnitt (internal transcribed spacer) zur Anwendung. Die genomische DNA davon wurde mit Hilfe des NucleoMag Tissue Kits (Fa. Macherey-Nagel) gewonnen. Über eine Polymerase-Kettenreaktion (PCR) mit Hilfe der Primer-Paare ITS1F/ITS4, ITS1F/ITS2, bzw. ITS3/ITS4 (GARDES & BRUNS 1993, WHITE et al. 1990) erfolgte eine mehrfache und unabhängige Amplifizierung und Sequenzierung.

Die Berechnung des Phylogramms basiert auf multiplen Sequenzvergleichen mit MAFFT (KATO et al. 2019) der ITS-Regionen aus allen drei vorgestellten Kollektionen

mit den zehn ähnlichsten Einträgen der UNITE Datenbank sowie ausgewählten GenBank-Sequenzen von *A. depauperatus* (DQ182530) und *Agaricus langei* (F.H. Møller) F.H. Møller (JF797181). Als Außengruppe kam *Leucoagaricus meleagris* (Gray) Singer (MH856308) in Frage. Davon ausgehend wurde mit Mr Bayes (RONQUIST & HUELSENBECK 2003) (Substitutionsmodell: HKY85, rate variation: gamma) ein phylogenetischer Baum aus informativen Merkmalen rekonstruiert („masked Alignment“).

Die für jede Kollektion separat erstellten Konsensus-Sequenzen der ITS-Regionen wurden für die phylogenetischen Analysen verwendet und sind unter den Zugangsnummern MT731302 (OeBG_000001), MT731303 (OeBG_000002), MW446172 (OeBG_000003) und OK679246 (OeBG_000004) bei Genbank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) hinterlegt.

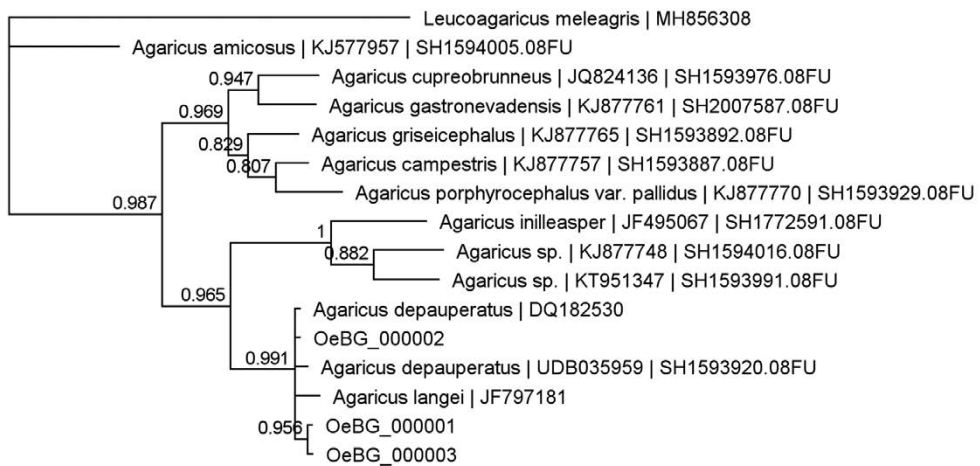


Abb. 1: Phylogenetischer Baum von auf *Agaricus*-Arten basierenden ITS nrDNA-Sequenzen (MrBayes, *L. meleagris* als Außengruppe). Die posterior probabilities sind bei den Verzweigungen angegeben.

Beschreibungen

Beschrieben werden

- 1) eine ursprünglich als *A. annae* bestimmte Kollektion
- 2) drei Kollektionen vom selben Standort aus drei aufeinanderfolgenden Jahren (Typ I: Koll. 1-3)
- 3) eine makroskopisch abweichende Kollektion (Typ II)
- 4) eine Kollektion unklarer Zuordnung zu Typ I (Ring unterseits sternförmig beschuppt) oder Typ II (Ring unterseits glatt)

1) Ursprünglich als *A. annae* bestimmte Kollektion (Abb. 2, 3)

Hut bis 6,5 cm breit, auf weißlichem Grund hellbräunlich anliegend faserschuppig. **Lamellen** jung rosabräunlich, später graurosa. **Stiel** bis 5 x 1 cm, leicht spindelig, oberhalb des Ringes fast glatt, darunter etwas faserig bis leicht schuppig, weiß; **Ring** hängend, jung dicklich und Rand unregelmäßig gezackt, älter häutig. **Trama** weiß, im Hut oberhalb Stielspitze sowie im Stiel selbst rötend. Geruch banal.

Sporen 7-10 (-11) x 4,5-5,5 (-6) µm, elliptisch. **Basidien** 4-sporig. **Cheilozystiden** groß, gestielt-ballonförmig, birnenförmig, bis ca. 40 x 25 µm.

Funddaten: Deutschland, Bayern, Unternschreez, MTB 6135/2, kleine Grünanlage (Kinderspielplatz), bei *Betula pendula* Roth, *Quercus spec.* und *Picea abies* (L.) H. Karsten, 07.11.2011.



Abb. 2: *Agaricus depauperatus* (= *annae*), Standortaufnahme



Abb. 3: *Agaricus depauperatus* (= *annae*), Rötung

2a) Typ I, Kollektion 1 (= OeBG_000001)**(Abb. 4-7, 18A)**

Hut bis 11 cm breit, jung glatt und fast weiß, mit rosa Hauch, später zunehmend anliegend fein graubraun- oder grauorangefarben beschuppt oder etwas radialfaserig, im Zentrum teilweise verdichtet; aufgeschirmt am Rand mit überstehenden Velumresten. **Lamellen** jung rosa, reif grau-, braunrot. **Stiel** bis 9 x 2 cm, zylindrisch oder an Basis verjüngt, glatt, weiß, auch mit leicht rosa Tönung, auf Druck oder Reiben deutlich rötend. **Ring** hängend, dicklich (zweischichtig); oben glatt, Unterseite von zahnkranzartig-schuppiger oder fransig-flockiger Struktur. **Trama** im Stiel rötend (fleischrosa), besonders im Bereich der Spitze und der Rinde, nach einigen Minuten verblassend. Geruch unauffällig. Schäffer-Reaktion am Exsikkat negativ.

Sporen ellipsoid, (6-) 7-7,36-7,6 (-10) x (3,8-) 4-4,4-4,8 (-5,1) μm , Quotient (1,31-) 1,55-1,66-1,76 (-1,96), n = 25. (Abb. 18A). **Basidien** 4-sporig. **Cheilozystiden** zumeist breitkeulig bis gestielt-ballonförmig, subzylindrisch, nur 1-gliedrig beobachtet, dichtstehend, ca. 25-40 (-60) x 15-30 μm (Abb. 7).



Abb. 4: *Agaricus depauperatus*, Typ I Koll. 1 (OeBG_000001); Standortaufnahme



Abb. 5: *Agaricus depauperatus*, Typ I Koll. 1 (OeBG_000001); Makroskopische Details



Abb. 6: *Agaricus depauperatus*, Typ I Koll. 1 (OeBG_000001); Schnittbild

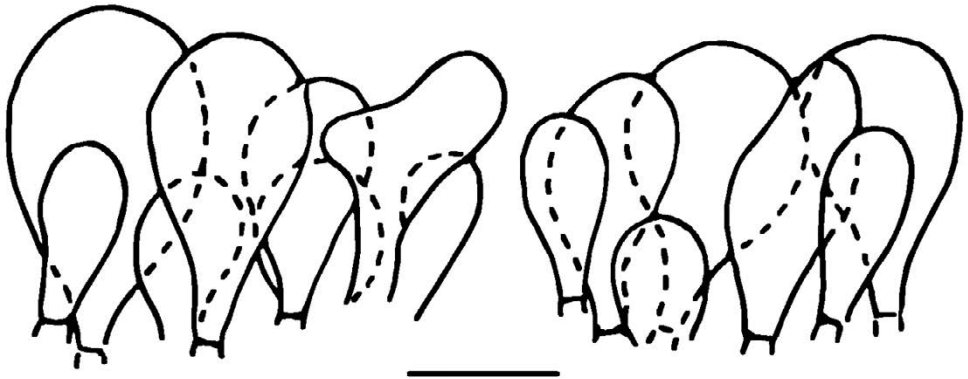


Abb. 7: *Agaricus depauperatus* Typ I Koll. 1 (OeBG_000001), Cheilozystiden (Strichzeichnung), Maßstab = 20 μ m

2b) Typ I, Kollektion 2 (= OeBG_000003) (Abb. 8- 10, 18B, 19A)

makroskopisch wie 2a), aber Stielbasis teilweise auch verdickt, Rötung schwach. **Sporen** elliptisch, (7,3-) 7,5-7,97-8,9 (-9,3) $\times$ 4,5-4,96-5,0 (-5,5) μ m, Quotient (1,32-) 1,52-1,61-1,72 (-1,78), $n = 20$ (Abb. 18B). **Basidien** 4-sporig. **Cheilozystiden** überwiegend breitkeulig bis gestielt-ballonförmig, seltener subzylindrisch, nur 1-gliedrig beobachtet, dichtstehend, 15-40 $\times$ 10-22 (-27) μ m (Abb. 19A).



Abb. 8: *Agaricus depauperatus* Typ I Koll. 2 (OeBG_000003), Standortaufnahme



Abb. 9: *Agaricus depauperatus* Typ I Koll. 2 (OeBG_000003), Makroskopische Details



Abb. 10: *Agaricus depauperatus* Typ I Koll. 2 (OeBG_000003), Details der Unterseite und des Rings

2c) Typ I, Kollektion 3 (nicht sequenziert)**(Abb. 11)**

2 Exemplare, ohne nennenswerte makroskopische Unterschiede zu den vorherigen Aufsammlungen. **Sporen** ellipsoid, $7,1\text{--}8,03\text{--}8,5$ (-9) $\times$ $4,5\text{--}4,83\text{--}5$ ($-5,2$) μm , Quotient $1,5\text{--}1,66\text{--}1,76$ ($-1,8$), $n = 25$. **Cheilozystiden**: $13\text{--}40$ (-50) $\times$ $10\text{--}20$ (-30) μm , stets eingliedrig, dichtstehend.

Funddaten Koll. 2a-c: Deutschland, Bayern, Bayreuth, Park der Klinik Herzoghöhe, MTB 6035/1, grasige Stelle unter *Carpinus betulus* L., 16.08.2019, leg. Ch. Gubitz (Koll. 2a), 09.09.2020, leg. A. Bröckel (Koll. 2b), 07.09.2021, leg. Ch. Gubitz (Koll. 2c).

Abb. 11: *Agaricus depauperatus* Typ I Koll. 3, Schnittbild

**3) Typ II (OeBG_000002)****(Abb. 12-15, 18C, 19B)**

Hut bis 12 cm breit, lange weiß bleibend und glatt, ohne erkennbaren Rosaton; älter feinfaserig beschuppt, sehr ähnlich Typ I; Rand wenig überstehend. **Lamellen** wie Typ I.



Abb. 12: *Agaricus depauperatus* Typ II (OeBG_000002), Standortaufnahme



Abb. 13: *Agaricus depauperatus* Typ II (OeBG_000002), Makroskopische Details



Abb. 14: *Agaricus depauperatus* Typ II (OeBG_000002), Hutoberfläche



Abb. 15: *Agaricus depauperatus* Typ II (OeBG_000002), Schnittbild

Stiel bis 10x3,5 cm, zylindrisch oder Basis verjüngt, weiß, rötend wie Typ I. **Ring** hängend, eher dünn, beidseitig glatt. **Trama** Rötung wie Typ I und ansatzweise im Hutfleisch über den Lamellen. Geruch neutral bis angenehm. Schäffer-Reaktion am Exsikkat negativ.

Sporen meist elliptisch (Abb. 18C), (7-) 7,3-8,07-8,7 (-10) x 4,3-4,8-5 (-5,3) μm , Quotient (1,48-) 1,50-1,66-1,75 (-1,92), n=20 (Abb. 18C). **Basidien** 4-sporig. **Cheilozystiden** breitkeulig bis ballonförmig, subzylindrisch; zumeist 1-, selten 2-gliedrig, stellenweise gedrängt, ca. 20-40 x 10-22 μm (Abb. 19B).

Funddaten: Deutschland, Bayern, Park der Klinik Herzoghöhe, MTB 6035/1, Rand eines Komposthaufens, zwischen angehäuften Laub, bei *Acer pseudoplatanus* L., *Carpinus betulus* L., *Tilia platyphyllos* Scop. und *Quercus robur* L., entfernt *Picea abies*, 13.10.2019, leg. Ch. Gubit.

4) Typ unklar (= OeBG_000004)**(Abb. 16-17, 18D)**

Makroskopische Unterschiede zu den vorigen Funden beschränken sich auf die Ringstruktur, an der keine Zahnkranzbildung erkennbar war, sowie auf die fehlende Rötung der Stielaußenseite. Beides lässt sich mit dem Fehlen junger Fruchtkörper erklären, weswegen eine Zuordnung zu Typ I oder II nicht möglich ist.



Abb. 16: *Agaricus depauperatus* Typ unklar (OeBG_000004), Studioaufnahme



Abb. 17: *Agaricus depauperatus* Typ unklar (OeBG_000004), Schnittbild

Sporen meist elliptisch, **Länge:** (7-) 7,5-7,96-8,5 (-9) × (4,7-) 4,9-5,08-5,2 (-6) µm, Quotient (1,4-) 1,5-1,56-1,67 (-1,76), n = 25 (Abb. 18D).

Funddaten: Deutschland, Bayern, Bayreuth, Lessingweg; zwischen dürren Laub und Ästen unter *Lonicera xylosteum* L., neben *Tilia* spec., 13.10.2021, leg. Ch. Gubitzi.

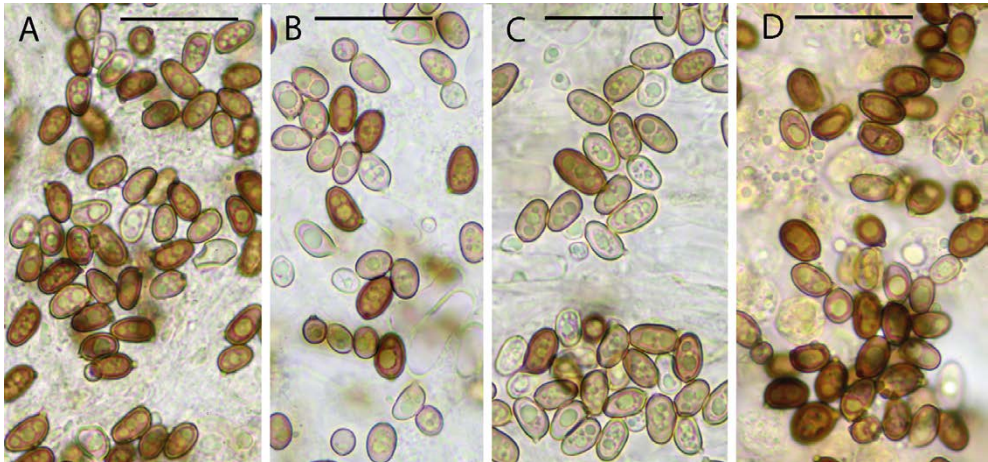


Abb. 18: *Agaricus depauperatus* Sporenvergleich der vier untersuchten Aufsammlungen
A: Typ 1, Koll. 1 (OeBG_000001), B: Typ 1, Koll. 2 (OeBG_000003), C: Typ 2 (OeBG_000002),
D: Koll. OeBG_000004, Maßstab = 20 µm

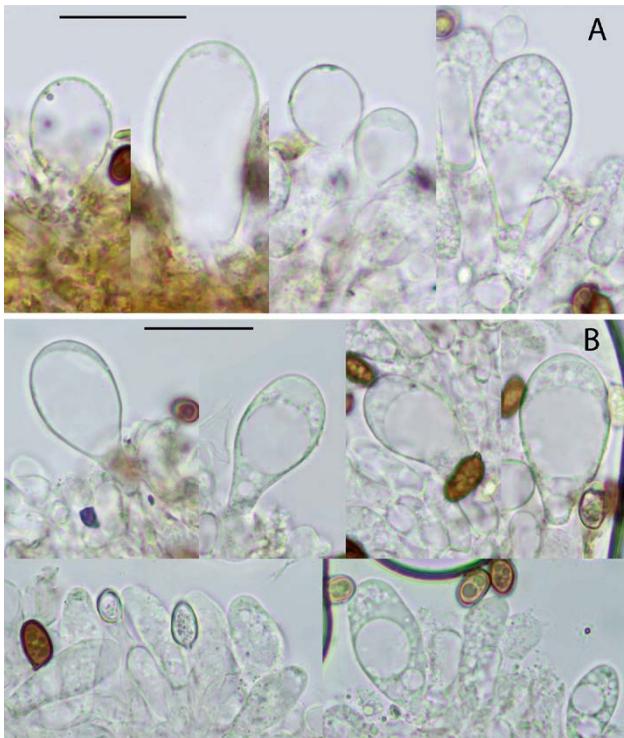


Abb. 19: *Agaricus depauperatus* Cheilozystiden,
A: Typ 1 Koll. 2 (OeBG_000003),
B: Typ 2 (OeBG_000002),
Maßstab = 20 µm

Genetische Charakterisierung

Ein Vergleich der vier Bayreuther Belege mit den taxonomisch als *A. depauperatus* bezeichneten Sequenzen aus öffentlich zugänglichen Einträgen in GenBank ergab eine Übereinstimmung von mehr als 99,4 %. Eine Aufsammlung (DQ182530) ist als *Agaricus depauperatus* (Strain RWK 1189) beschriftet (KERRIGAN et al. 2005), drei weitere aus Thüringen sind als ‚uncultured *Agaricus*‘ benannt (HF675439, HF675461, HF675465) und nicht publiziert. Hinzu kommen zwei Datenbankeinträge unter der Bezeichnung *A. langei* (JF495067, AY484699). Bei Vergleichen mit der in mykologischen Arbeiten häufig verwendeten Referenzdatenbank UNITE (<https://unite.ut.ee/>) ergaben sich ebenfalls kaum Unterschiede zu *A. depauperatus* (SH1593920) sowie phylogenetisch nahe verwandten *Agaricus*-Arten. In dieser Datenbank sind bereits *A. langei* und *A. depauperatus* zu einer einzigen sog. ‚Spezies-Hypothese‘ zusammengefasst und werden deswegen nicht mehr einzeln geführt.

Auch die *A. langei*-Sequenz JF797181 zeigt nur sehr geringe Unterschiede, die aber an vier Positionen auf nicht eindeutige aufgelöste Basensequenzen in den Datenbankeinträgen zurückzuführen sind. Deutliche Differenzen ergeben sich erwartungsgemäß zu phylogenetisch benachbarten, jedoch geografisch entfernten Spezies wie dem aus Australien beschriebenen *A. inilleasper* T. Lebel oder anderen *Agaricus*-Arten, deren Übereinstimmung mit *A. depauperatus* ausnahmslos weniger als 95 % betrug.

Diskussion

Die Anzahl der rötenden mehr oder weniger weißen Champignonarten (Sekt. *Sanguinolenti* Jul. Schäff. & F.H. Möller ex L.A. Parra) ist überschaubar. Nach den gängigen Schlüsseln (z. B. MEUSERS 1986, PARRA 2008, KNUDSEN & VESTERHOLT 2012, GRÖGER 2014) und unter Einbeziehung älterer Literatur (MÖLLER 1949-50, PILÁT 1951, 1953, BOHUS & BOHUS 1978, CAPELLI 1984) stehen folgende Taxa zur Debatte: *Agaricus annae* Pilát, *A. benesii* Pilát, *A. depauperatus* (F.H. Möller) Pilát, *A. deylii* Pilát, *A. subfloccosus* (J.E. Lange), *A. squamulifer* (F.H. Möller) Pilát sowie *A. bernardii* Quél. (Sekt. *Chitoniodes* Romagn.). Hinzu kommen zwei gewöhnlich braunschuppige Arten, die auch in sehr blassen Formen auftreten können: *A. langei* und *A. sylvaticus* Schaeff.

Mit Ausnahme von *A. annae* haben alle nachfolgend aufgeführten, zumeist weißhütigen Taxa kleinere Sporen. Bereits 2011 hat der Erstautor eine Aufsammlung mit Hilfe des Schlüssels in GMINDER (2010) aufgrund der etwas größeren Sporen als *A. annae* und nicht als *A. depauperatus* bestimmt (Abb. 2, 3). Signifikante makroskopische Trennmerkmale sind auch in Literaturbeschreibungen und Abbildungen nur schwer auszumachen (PILÁT 1951, CAPELLI 1984, MOSER & JÜLICH 1985 ff., Internet). Sogar aus phylogenetischer Sicht gibt es keine, einer Synonymisierung widersprechenden Befunde, wenngleich der Typus noch nicht sequenziert wurde (PARRA 2008). Dennoch kursiert *A. annae* auch weiterhin als eigenständige Art (z. B. MYKOBANK, online-Kartierung (DGFm 2020)).

A. benesii wird vielfach zu *A. squamulifer* gestellt (NAUTA 2001, PARRA 2008, GMINDER 2010, KNUDSEN & VESTERHOLT 2012, INDEX FUNGORUM) und mit der Übereinstimmung der Mikrodaten oder auch dem Auftreten von Übergangsformen begründet. Diesem Artkonzept stehen aber ganz erhebliche makroskopische Unterschiede entgegen, wie es nicht wenige Darstellungen in der Fachliteratur (BREITENBACH & KRÄNZLIN 1995 ((als aff. *benesii*)), LUDWIG 2007:47, GRÖGER 2014:118 ff., MOSER & JÜLICH 1985 ff.) oder Internet-Foren deutlich machen. Und auch eine eigene *A. squamulifer*-Aufsammlung (Abb. 20) hat wenig mit dem eher schwächtigen und schlankstieligen Pilz von PILÁT (PILÁT 1951) gemein. Ohne phylogenetische Studien dürfte dieses Problem wohl kaum zu lösen sein. Sehr hellhütig und kompakt zeigt sich auch ein als *A. subfloccosus* bestimmter Fund. Er ist in zweierlei Hinsicht diskussionswürdig: Zum einen durch deutlich rhizoide Stielwurzeln (Abb. 23), was von namhaften Autoren offenbar nur LUDWIG (2007) beobachtet hat. Zum anderen lässt sich nicht zweifelsfrei klären, ob der Ring – wie gefordert – nach unten abziehbar ist (Abb. 21-23).



Abb. 20: *Agaricus squamulifer*, Görschnitz-Au, 10.11.2015



Abb. 21: *Agaricus subfloccosus*; Standortaufnahme, Ringbildung; Harsdorf, 16.09.2008



Abb. 22: *Agaricus subfloccosus*; Standortaufnahme, Schnittbild; Harsdorf, 16.09.2008



Abb. 23: *Agaricus subfloccosus*; Standortaufnahme, Ring- und Wurzelbildung; Harsdorf, 16.09.2008

A. bernardii (Abb. 24) ist durch seine kräftige Statur und grobschollig-schuppigen Hut schon makroskopisch gut gekennzeichnet, hinzu kommen noch ein nur schwaches Rötten sowie ein unangenehmer Geruch. Ein wichtiges Schlüsselmerkmal ist der aufsteigende (nach unten abziehbare) Ring.



Abb. 24: *Agaricus bernardii*; Bayreuth, Scheffelstr., 14.08.2019

Was *A. deylii* betrifft, so hat Pilát nach seiner Erstbeschreibung und darauffolgenden Funden (PILÁT 1951, 1953) noch eine Verwandtschaft mit *A. benesii* gesehen (PILÁT 1957). Durch spätere Untersuchungen von Typusmaterial konnten jedoch keine überzeugenden Unterschiede zu *A. depauperatus* festgestellt werden (WASSER 1989, NAUTA 2001, PARRA 2008). Dabei verweist letzterer auch auf molekularbiologische Studien an neueren Funden mit den morphologischen Merkmalen von *A. annae* und *A. deylii*. Von den zwei, in der Regel deutlich braunschuppigen, Arten *A. langei* (Abb. 25) und *A. sylvaticus* (Abb. 26), lässt sich zumindest letzterer wegen der kleinen Sporen von vornherein ausschließen. Für *A. langei* trifft dies nicht zu - sind doch die Größenunterschiede bei den Sporen nur gering. Ganz im Gegensatz zur Hutbeschaffenheit und dem intensiven Röten sowie - nach PARRA (2008) - der positiven Schäffer-Reaktion am Exsikkat. Eine solche war an den Bayreuther Proben nicht festzustellen, was eine Bestimmung als *A. langei* ausschließt. Andererseits verweisen genetische Analysen der ITS auf eine sehr nahe Verwandtschaft oder sogar Identität von *A. langei* mit *A. depauperatus* (s. auch PARRA 2008, UNITE-Datenbank).



Abb. 25: *Agaricus langei*, „Arzloch“ bei Eckersdorf, 20.10.2004

Da jedoch weder von *A. langei* noch von *A. depauperatus* Typusmaterial sequenziert wurde (PARRA 2008), zudem von den derzeit in den Sequenz-Datenbanken hinterlegten Kollektionen keine ausführlichen morphologischen Beschreibungen und nur Daten aus dem ITS-Abschnitt vorliegen, bleibt die genetische Trennung beider Sippen unklar. Sicher ist nur eine nahe Verwandtschaft.



Abb. 26: *Agaricus silvaticus*, bei Obergräfenthal, 08.11.2020

Ungeachtet der problematischen genetischen Datenlage spricht bei Typ I und dem *annae*-Fund nichts gegen eine Gleichstellung mit *A. depauperatus* s. str. Zu hinterfragen ist hingegen die Aufsammlung des Typs II, denn makroskopische Unterschiede zu Typ I sind nicht zu übersehen. Neben Hutfarbe und Stielform ist es die Beschaffenheit des Ringes: hier dünnhäutig und beidseitig glatt (Abb. 13, 14), dort kompakt und mit zahnradartig ausgebildeter Unterseite (Abb. 9, 10).

Während man die Stielform noch als standortbedingt (dicke Laubschicht) ansehen kann, passt insbesondere der einfache Ring nicht in das bekannte Merkmalsprofil von *A. depauperatus* (MØLLER 1951, PILÁT 1951, CAPPELLI 1984, ARRILAGA & ITURRIOZ 2003, KNUDSEN & VESTERHOLT 2012).

Ein Sporenvergleich zwischen den beiden Typen stellt sich wie folgt dar (Abb. 18): Der mittlere Quotient ist identisch, bei der Streuung gibt es nur geringfügige Abweichungen. Hingegen sind Breite und besonders die mittlere Länge von Typ I deutlich kleiner als von Typ II. Zu erkennen ist dies auch an den Sporenfotos: Bei Typ I finden sich viel mehr kleine Sporen zwischen den größeren als bei Typ II.

Auch hinsichtlich der ökologischen Ansprüche bestehen offensichtlich Abweichungen (s. auch Beschreibungen). Bei Typ I handelt es sich um leicht abschüssiges, relativ trockenes Gelände mit schütterem Graswuchs. Typ II wuchs auf deutlich feuchterem, aus verrotteten Pflanzenresten bestehendem Untergrund ohne Bodenvegetation.

Wider Erwarten zeigte sich gentechnisch ebenfalls eine fast hundertprozentige Übereinstimmung mit Typ I bzw. den in Datenbanken unter der Bezeichnung *A. depauperatus* hinterlegten Sequenzen; wobei die verbleibenden einzelnen Basenunterschiede

auf innerartliche Variation hindeuten. Lässt man die morphologischen Unterschiede außer Acht, so wäre auch Typ II als konspezifische Sippe zu *A. depauperatus* zu stellen. Die genaue Abgrenzung innerhalb der Gruppe um *A. depauperatus* ist noch nicht hinlänglich bekannt, sowohl was die Unterschiede der beiden Typen zueinander als auch zu *A. langei* betrifft.

In diesem Zusammenhang wäre die variable Beschaffenheit des Ringes erwähnenswert. Abgesehen von dessen genereller Altersabhängigkeit, war an den Bayreuther Kollektionen vielfach keine Zahnkranzbildung erkennbar.

Neben neuen Funden von Typ II könnte die Untersuchung weiterer Loci zur Aufklärung beitragen, schließlich definiert sich die Morphologie einer Art durch alle genetischen Variationen im gesamten Genom. Ein Identitätsnachweis ist jedoch auch durch eine sehr ähnliche oder gar identische ITS noch nicht erbracht, wurde doch bereits in anderen Gattungen wie etwa *Hebeloma* festgestellt, dass einige Arten über diese Region allein nicht zu unterscheiden sind (vgl. BEKER et al. 2016).

Verbreitung

Wie aus der Literatur ersichtlich ist, dürfte *A. depauperatus* europaweit verbreitet sein. Von Skandinavien (KNUDSEN & VESTERHOLT 2012) über Russland (damals UdSSR), Ukraine (WASSER 1989), Tschechien (PILÁT 1951) und Ungarn (BOHUS & BOHUS 1978) bis nach Italien (CAPPELLI 1984). Gut dokumentiert ist sie aus Spanien (ARRILAGA & ITURRIOZ 2003) und auch aus Nordafrika ist sie bekannt (NAUTA 2001). In Österreich hat HAUSKNECHT (pers. Mitt.) sieben Fundorte notiert. Die online-Kartierung Deutschlands (DGfM 2020) zeigt für *A. depauperatus* neun Nachweise: einen in Baden-Württemberg, zwei in Schleswig-Holstein, alle anderen in den neuen Bundesländern. Unter *A. annae* sind 27 Funde markiert, keiner davon in Schleswig-Holstein, Sachsen und Rheinland-Pfalz. In BY sind es vier, weit verstreut. Diese großen Verbreitungslücken beruhen sicher nicht nur auf unzureichende Kartierungsarbeit, treten sie doch auch in mykologisch sehr gut erforschten Gebieten auf, z. B. Oberfranken (OSTROW mdl. Mitt., Zweitautor). Zudem gehört die kaum zu übersehende Art zu einer Gruppe beliebter Speisepilze.

Ausblick

Das genannte Parkgelände ist als mykologischer Hotspot bekannt und wird seit vielen Jahrzehnten vom Erstautor in unregelmäßigen Abständen, in Zeiten besonderen Wachstums meist wöchentlich kontrolliert. Daher kann man vermuten, dass *A. depauperatus* vor der Klimaveränderung gar nicht fruktifizierte und zu den seltenen und wärmeliebenden Arten zählt. Eine weitere und sehr überraschende Erkenntnis war das reichliche Pilzwachstum bis in den November im Jahre 2020, trotz sehr geringer Niederschläge (Sept.-Nov. 56 % des langjährigen Mittels). Inwieweit sich die heimische Funga in den nächsten Jahren und Jahrzehnten verändern wird bleibt abzuwarten. Immerhin nähren diese Anpassungseffekte die Hoffnung, dass sich die negativen Auswirkungen der künftigen Trockenjahre in Grenzen halten, und auch

anderenorts mit einem vermehrten Auftreten von *A. depauperatus* s. l. zu rechnen ist, was weiterführenden Studien zugutekäme.

Danksagung

Der Erstautor möchte sich besonders bei Anton Hausknecht (Maisau) für die Mitteilung von *A. depauperatus*-Funden in Österreich bedanken. Für die Durchführung der Schäffer-Reaktion sei Andreas Gminder (Goslar) gedankt. Außerdem gilt der Dank Herrn Dr. Gregor Aas für Kontaktvermittlung an der Uni Bayreuth.

Stellungnahme

Die Autoren versichern, dass keine speziellen Genehmigungen für die Durchführung der Arbeit nötig waren. Die Arbeit wurde aus den Mitteln der Autoren finanziert.

Literaturverzeichnis

- ARRILAGA P, ITURRIOZ JI (2003) El genero *Agaricus* L.: Fr. *Agaricus depauperatus* (F.H. Möller) Pilát. Primera cita para el Pais Vasco y para Espana. Munibe. Ciencias Naturales Zientziak **54**:123-128.
- BEKER HJ, EBERHARDT U, VESTERHOLT J (2016) Fungi Europaei Vol. 14 *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. Edizioni Tecnografia. 1126 S.
- BOHUS G, BOHUS M (1978) Fungorum Rariorum Icones Colorate Pars **VIII**: 1-7.
- BREITENBACH J, KRÄNZLIN F (1995) Pilze der Schweiz 4, Blätterpilze 2. Teil, Dunkelsporer. Mykologia, Luzern, 371 S.
- CAPPELLI A (1984) *Agaricus* L.: Fr. ss. Karsten. Fungi europaei 1. Libreria editrice Biella Giovanna, Saronno. 560 S.
- DGFm (2020) <http://www.pilze-deutschland.de> (zuletzt abgerufen am 19.12.2020)
- GARDES M, BRUNS TD (1993) ITS primers with enhanced specificity for *basidiomycetes* application to the identification of mycorrhiza and rusts. Molecular Ecology Resources **2**(2):113-118.
- GENBANK <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> (zuletzt abgerufen am 19.12.2020)
- GMINDER A (2010) *Agaricus*. In: KRIEGLSTEINER G, GMINDER A (Hrsg.) Die Großpilze Baden-Württembergs 5, Ständerpilze: Blätterpilze III, Ulmer, Stuttgart, 671 S.
- GRÖGER F (2014) Bestimmungsschlüsse für Blätterpilze und Röhrlinge in Europa II. Regensburger Mykologische Schriften **17**:1-185.
- GUBITZ C, REUL M (2019) Seltene und bemerkenswerte Pilze aus Nordost-Bayern. Mycologia Bavaria **19**:49-100.
- INDEX FUNGORUM <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> (zuletzt abgerufen: 24.01.2021)
- KATO H, ROZEWICKI J, YAMADA KD (2019) MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. Briefings in Bioinformatics **20**(4):1160-1166.
- KERRIGAN RW, CALLAC P, GUINBERTEAU J, CHALLEN MP, PARRA LA (2005) *Agaricus* section *Xanthodermatei*: a phylogenetic reconstruction with commentary on taxa. Mycologia **97**(6):1292-1315. DOI: 10.3852/mycologia.97.6.1292.
- KNUDSEN H, VESTERHOLT J (2012) Funga Nordica. Nordsvamp Copenhagen, 1084 S.
- LUDWIG E (2007) Pilzkompendium 2 (Textband). Fungicon-Verlag, Berlin, 723 S.
- MEUSERS M (1986) Bestimmungsschlüsse für europäische Arten der Gattung *Agaricus* L.: Fr. Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas **II**:27-56.

- MØLLER FH (1951) Danish *Psalliota* Species. Preliminary Studies for a Monograph on the Danish *Psalliota*. Friesia IV(1-2), København.
- MOSER M, JÜLICH W (1985 ff.) Farbatlas der *Basidiomyceten*. Spektrum Akademischer Verlag.
- NAUTA MM (2001) *Agaricus* L. In NOORDELOOS ME, KUYPER THW, VELLINGA EC (Hrsg.) Flora Agaricina Neerlandica 5: 23-61.
- PARRA LA (2008) *Agaricus* L., *Allopsalliota* Nauta & Bas. Fungi Europaei 1. Edizione Candusso. Alassio, 824 S.
- PILÁT A (1951) The Bohemian species of the genus *Agaricus*. Acta Musei Nationalis Pragae VII B1.
- PILÁT A (1953) *Hymenomyces* novi vel minus cogniti Cechoslovakiae II: 33-37. Prag.
- PILÁT A (1957) Böhmische *Agaricus*-Arten. Zeitschrift für Pilzkunde 23(3/4):77-84.
- RONQUIST F, HUELSENBECK JP (2003) MRBAYES 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics 19:1572-1574.
- WASSER SP (1989) Tribe *Agaricaceae* Pat. of the Soviet Union. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 120 S.
- WHITE TJ, BRUNS T, LEE S, TAYLOR JW (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS MA, GELFAND DH, SNINSKY JJ, WHITE TJ (Hrsg.) PCR protocols: A guide to methods and applications. San Diego: Academic Press, S. 315–322.



Christian Gubitz

ist Hobbymykologe und -ornithologe. Besonders am Herzen liegt ihm dabei der Schutz der Natur im allgemeinen. 1972 legte er die Prüfung zum Pilzsachverständigen (bei Dr. Haas) ab.



Matthias Reul

ist Hobbymykologe seit 2012
Schwerpunktinteressen sind Ascomyceten sowie mycenoide und marasmioide Pilze
Seit 2014 an der Erfassung der Pilze im Ökologisch-Botanischen Garten Bayreuth beteiligt



Alfons Weig

ist Molekularbiologe und leitet das zentrale Labor für Genomanalytik und Bioinformatik an der Universität Bayreuth. In dieser Funktion ist er an verschiedenen Forschungsarbeiten in der Ökologie- und Umweltforschung beteiligt.



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: 2022

Band/Volume: [88_2022](#)

Autor(en)/Author(s): Gubitz Christian, Reul Matthias, Weig Alfons

Artikel/Article: [Zur Kenntnis von *Agaricus depauperatus* s. l. unter Berücksichtigung weiterer rötender Champignon-Arten 23-44](#)