

***Clitocybula familia* und *Clitocybula lacerata* aus Oberbayern**

MATTHIAS DONDL¹, URSULA EBERHARDT², CHRISTOPH HAHN³

DONDL M, EBERHARDT U, HAHN C (2021) – *Clitocybula familia* and *Clitocybula lacerata* in Bavaria. Mycol. Bav. **21**: 7-26.

Key words: Basidiomycota, Agaricales, Porothelaceae, *Clitocybula*, *Clitocybula familia*, *Clitocybula lacerata*, Bavaria, Germany

Summary: *Clitocybula familia*, collected in the Bavarian Limestone Alps (Ester-Mountains), is presented and discussed in detail as first record for Bavaria. A remarkable feature of the collection is a pronounced heterosporism. Nonetheless the determination as *Clitocybula familia* is based upon sequence data (ITS-region) and on macro- and microscopical features. The circumscription of the species is emended by the possible heterosporism. Additionally two macro- and microscopical distinctly different Upper Bavarian collections of *Clitocybula lacerata*, are described in detail, depicted, and discussed. Sequence data (ITS-region) confirm the conspecificity with the neotype of *Clitocybula lacerata*.

Zusammenfassung: Eine Kollektion von *Clitocybula familia* aus den bayerischen Kalkalpen (Estergebirge) wird vorgestellt und diskutiert. Auffällig ist eine ausgeprägte Heterosporie. Die Artbestimmung ist durch molekulare Daten (ITS) und durch weitere mikro- und makroskopische Merkmale jedoch gut begründet. Die Artumschreibung wird daher hinsichtlich der Variationsbreite der Sporen erweitert. Es handelt sich wahrscheinlich um den ersten Nachweis der Art in Bayern. Zwei makroskopisch und mikroskopisch sehr unterschiedliche Kollektionen von *Clitocybula lacerata* aus Bayern werden vorgestellt und diskutiert. Molekulare Daten (ITS) belegen ihre Übereinstimmung mit dem Neotyp von *Clitocybula lacerata*.

Einleitung

Bei einer Exkursion im bayerischen Estergebirge nahe der Ortschaft Eschenlohe im September 2016 fand der Erstautor auf einem morschen Nadelholzstamm dicht büschelig wachsende Pilze mit mycenoidem Habitus, die sich auf den ersten Blick nicht eindeutig einer Gattung zuordnen ließen. Die Gattung *Clitocybula* (Singer) Singer ex Métrod (Faserrüblinge) wurde zunächst ausgeschlossen, da die Hüte der Kollektion keine radialfaserige Oberflächenstruktur aufwiesen. Bei der späteren mikroskopischen Untersuchung (am Herbarmaterial) fielen die kleinen, amyloiden Sporen auf. Mit Hilfe der Schlüssel von HOLEC (2012), BARRASA et al. (2006) und GRÖGER (2006) konnte bald als Arbeitsname *Clitocybula familia* (Peck) Singer gefunden werden. Die Ähnlichkeit mit den von ANTONÍN et al. (2011) aus Tschechien und der Slowakei als *Clitocybula familia* beschriebenen Kollektionen (jeweils Erstnachweise für

Anschrift der Autoren: ¹ Lipowskystraße 12a, D-81373 München, matthias.dondl@pilzemuennen.de, ² Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart, ³ Hobelwirthstr. 3, D-86911 Dießen-Dettenschwang

beide Länder) sowie mit der Interpretation von BIGELOW (1973), der die Gattung *Clitocybula* in Nordamerika bearbeitet hat, ist zudem auffällig. Allerdings weicht die bayerische Kollektion durch eine ausgeprägte Heterosporie sowie koralloid verzweigte Hutdeckschichthyphen von bisherigen Kollektionen von *Clitocybula familia* ab (vgl. z.B. BIGELOW 1973, LANNOX 1979, ANTONÍN et al. 2011). Um die Bestimmung dieser offenbar sehr seltenen und damit auch hinsichtlich der Variationsbreite der anatomischen Merkmale nicht ausreichend bekannten Art abzusichern, wurde die Kollektion im Rahmen des GBOL-Projekts im Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart durch die Zweitautorin sequenziert.

Im Rahmen des erwähnten GBOL-Projekts wurden von der Zweitautorin noch zwei weitere *Clitocybula*-Aufsammlungen des Erstautors sequenziert. Die erste hatte Letzterer 2015 im westlichen Mangfallgebirge gefunden und mithilfe der Schlüssel von HOLEC (2012), BARRASA et al. (2006) und GRÖGER (2006) nicht zuletzt aufgrund des Vorhandenseins auffälliger Cheilozystiden zunächst als *Clitocybula cf. abundans* abgelegt. Die zweite Kollektion wurde 2017 im Voralpenland aufgesammelt und mithilfe derselben Bestimmungsliteratur aufgrund fehlender Cheilozystiden als klare *Clitocybula lacerata* eingestuft. Bei der molekularen Untersuchung stellte sich nun überraschenderweise heraus, dass beide Aufsammlungen eine identische ITS-Sequenz aufweisen. Überraschend war dies vor allem insofern, als die beiden Kollektionen makroskopisch derart unterschiedlich aussehen, dass ein durchschnittlich begabter Hobbymykologe wohl nie auf die Idee käme, sie im Feld für konspezifisch zu erachten (vgl. Abb. 4 und Abb. 6). Mittlerweile wurde von ANTONÍN et al. (2019) ein Neotyp für *Clitocybula lacerata* designiert, mit dem beide Aufsammlungen in ihrer ITS-Sequenz übereinstimmen. Die genannten Autoren haben auch aufgeklärt, dass eine falsche Interpretation zystidenartiger Zellen zu Fehlbestimmungen von *Clitocybula lacerata* als *Clitocybula abundans* führen könnte. Um diese wichtigen Informationen weiterzutragen und die Variabilität von *Clitocybula lacerata* zu illustrieren, stellen wir auch diese beiden Aufsammlungen hier vor.

Material und Methoden

Untersuchtes Material

Clitocybula familia: Deutschland, Bayern, Oberbayern, Landkreis Garmisch-Partenkirchen, Gemeinde Eschenlohe, nahe dem Wanderweg Nr. 15 Richtung Krottenkopf, MTB 8433/123, 923 m ü.NN, Koordinaten 11.216398 E, 47.583587 N, leg./det. Matthias Dondl, 01.09.2016; zahlreiche Exemplare dicht büschelig an liegendem morschem Nadelholzstamm (vermutlich Tanne); Beleg im Privatfungar von Matthias Dondl, MD *Clitocybula*-fam-1, sowie im Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. **SMNS-STU-F-0900926**. GenBank (ITS) MF627834.

Clitocybula lacerata: Deutschland, Bayern, Oberbayern, Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, Gemeinde Greiling, Vorberg, am Wanderweg von Greiling zum Sulzkopf/Sigrizalm, MTB 8235/412, 900 m ü. NN; Koordinaten: 11.62154 E, 47.74036 N, leg./

det. Matthias Dondl, 11.09.2015; auf feucht liegendem morschem Nadelholzstammstück (wahrscheinlich Tanne), gesellig bis kleinbüschelig (>15 Fk); Beleg im Privatfungar von Matthias Dondl, MD *Clitocybula-lacer-1*, sowie im Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. **SMNS-STU-F-0900898**. GenBank (ITS) MF627833.

Clitocybula lacerata: Deutschland, Bayern, Oberbayern, Landkreis Miesbach, Gemeinde Holzkirchen, Kleinhartpenning, Hackensee, am Ostufer des Hackensees, MTB 8135/441, 710 m ü. NN, Koordinaten: 11.646458 E, 47.847836 N, leg./det. Matthias Dondl, 05.11.2017; auf liegendem Nadelholzstamm (Fichte oder Tanne), büschelig (>50 Fk); Beleg im Privatfungar von Matthias Dondl, MD *Clitocybula-lacer-2*, sowie im Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart Nr. **SMNS-STU-F-0900965**. GenBank (ITS) MN270413.

Methoden

Die makroskopischen Beschreibungen beruhen auf Frischmaterial. Die Makrofotos wurden mit einer Olympus E3 Digitalkamera aufgenommen. Die Mikromerkmale wurden anhand von Trockenmaterial und am im Frischzustand erhaltenen Sporenabwurf ermittelt. Zum Aufquellen wurde KOH (3 %), zum Kontrastieren Kongorot in Ammoniak und zum Überprüfen der Amyloidie Melzers Reagenz verwendet. Die Mikrofotos wurden mit einer Moticam 3, die mikroskopischen Messungen mit dem Programm Motic Images Plus 2.0 vorgenommen. Als Mikroskop stand ein Zeiss Axio LabA1 zur Verfügung.

Sporenparameter: [(1) n = 20] bedeutet, es wurde 1 Kollektion untersucht und dabei 20 Sporen vermessen. Die Maße wurden in 0,25 µm-Schritten gerundet. Das Gesamtsporenmaß ist ein ± subjektiver Wert der von den gemessenen Sporen abgeleitet wird.

Die Angabe der Koordinaten und Höhe über NN in den Funddaten erfolgte näherungsweise mithilfe des Koordinatenermittlers auf www.orchids.de (HAYNOLD 2018).

Die DNA der Belege wurde mithilfe des PureGene Kits (Qiagen, Hilden) nach dem Protokoll von EBERHARDT et al. (2016) extrahiert. Die ITS wurde mit Standardmethoden amplifiziert (EBERHARDT 2012), bei der Firma LGC in Berlin und in beiden Richtungen sequenziert. Die Editierung der Sequenz erfolgte mit der Sequencher-Software.

Nach Sequenzen derselben Art wurde über den Artnamen gesucht. Nach ähnlichen Sequenzen wurde über BLAST via <https://unite.ut.ee/analysis.php> (KÖLJALG et al. 2005) gesucht, wobei als „ähnlich“ nur Sequenzen gezählt wurden, die über die gesamte ITS-Länge gerechnet bis maximal 3 % unterschiedlich sind. Als ITS-Gesamtlänge wurde der Bereich zwischen den CATTA- und dem TTGAC-Motiven jeweils nahe den Fragmentenden gerechnet. Dieser Bereich schließt die ITS1, 5.8S und ITS2 ein. Die gefundenen Sequenzen und die Sequenz der beschriebenen Kollektion wurden von Hand in SeAl (Version 2.0a11, <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/seal/>) aliniert. Die angegebenen Distanzwerte schließen die Leerstellen (gaps) zur Herstellung der Homologie im Alignment ein, nicht aber fehlende Daten an den Sequenzenden.

Ergebnisse

***Clitocybula familia* (Peck) Singer**, Sydowia 8 (1-6): 110 (1954)

Tafel 1-2, Abb. 1

- ≡ *Agaricus familia* Peck, Annual Report on the New York State Museum of Natural History 23: 79 (1872)
- ≡ *Collybia familia* (Peck) Sacc., Sylloge Fungorum 5: 241, 1887
- ≡ *Gymnopus familia* (Peck) Murrill, North American Flora 9(5): 365, 1916
- ≡ *Baeospora familia* (Peck) Singer, Revue de Mycologie (Paris) 3: 193, 1938
- ≡ *Fayodia familia* (Peck) Singer, Agaricales (Ed. 1): 349, 1951
- ≡ *Clitocybula familia* (Peck) Singer, Sydowia 15(1-6): 53, 1962
- = *Collybia familia* var. *compressa* Romagn., Collect. Bot. 7(2), 58: 1090, 1968 fide ANTONÍN et al. (2011).
- ≡ *Clitocybula familia* var. *compressa* (Romagn.) H.E. Bigelow, Mycologia 65(5): 1102, 1973

Makroskopische Beschreibung

Hut: bis gut 2 cm breit, konvex, leicht schmierig, aber nicht klebrig, fettig glänzend, glatt bis fein radialrunzelig, ungestreift, bzw. nur am äußersten Rand durchscheinend gestreift, khakifarben bis olivbraun, in der Hutmitte stets am dunkelsten, sehr farbvariabel, sehr junge Fk sind fast komplett düster olivbraun; **Stiel:** bis 6 x 0,3 cm, zylindrisch oder etwas abgeplattet und mit Längsfurche, glasig weiß, auf ganzer Länge fein weiß bereift; **Lamellen:** abrupt abgerundet und breit angewachsen, sehr gedrängt (>40 erreichen den Stiel), schmal (unter 2 mm breit), weiß; **Fleisch:** sehr wässrig; im Hut beige, im Stiel cremeweiß; **Geruch:** etwas säuerlich; **Sporenpulver:** weiß.

Mikroskopische Beschreibung

Sporen: Der untersuchte Sporenabwurf enthält Sporen zweier deutlich getrennter Größenkategorien, die keinerlei Übergänge aufweisen (ausgeprägte Heterosporie). Es werden daher zwei getrennte Maße angegeben: Sporentyp A: [(1) n = 20] 5,0-6,25 x 4,0-5,0 µm, Lm = 5,6 µm, Bm = 4,4 µm; Quotient 1,16-1,51, Qm = 1,26; subglobos bis (breit) ellipsoid, schwach amyloid; Sporentyp B: [(1) n = 20] 3,5-4,0 x 3,0-4,0 µm, Lm = 3,9 µm, Bm = 3,4 µm; Quotient 1,05-1,32, Qm = 1,13; eine Kontrollmessung am Lamellenpräparat ergab folgende Werte: [(1) n = 10] 3,5-4,0 x 3,0-3,5 µm Lm = 3,7, Bm = 3,2; Qm = 1,19; globos bis breit ellipsoid, schwach amyloid; beiden Sporenpopulationen ist gemein, dass viele Sporen kollabiert sind (auch in Kongo-rot); **Basidien:** 4-sporig, mit Schnallen, ca. 19-26 x 4-4,5 µm; **Lamellenschneide:** fertil, ohne Zystiden, vereinzelt jedoch mit etwas irregulär aussehenden sterilen Zellen; **Pleurozystiden:** fehlend; **Lamellentrama:** indextrinoid, regulär; **Thrombopleren:** Sowohl in der Lamellen- als auch in der Huttrama finden sich „gefüllte“ Zellen, die als Thrombopleren (Safthyphen) interpretiert werden können. Dieser Befund korrespondiert mit dem wässrigen Fleisch der Fruchtkörper; **Hutdeckschicht:** Ixocutis,



Tafel 1 – *Clitocybula familia*, Koll. 2016-09-01

Fotos M. DONDL

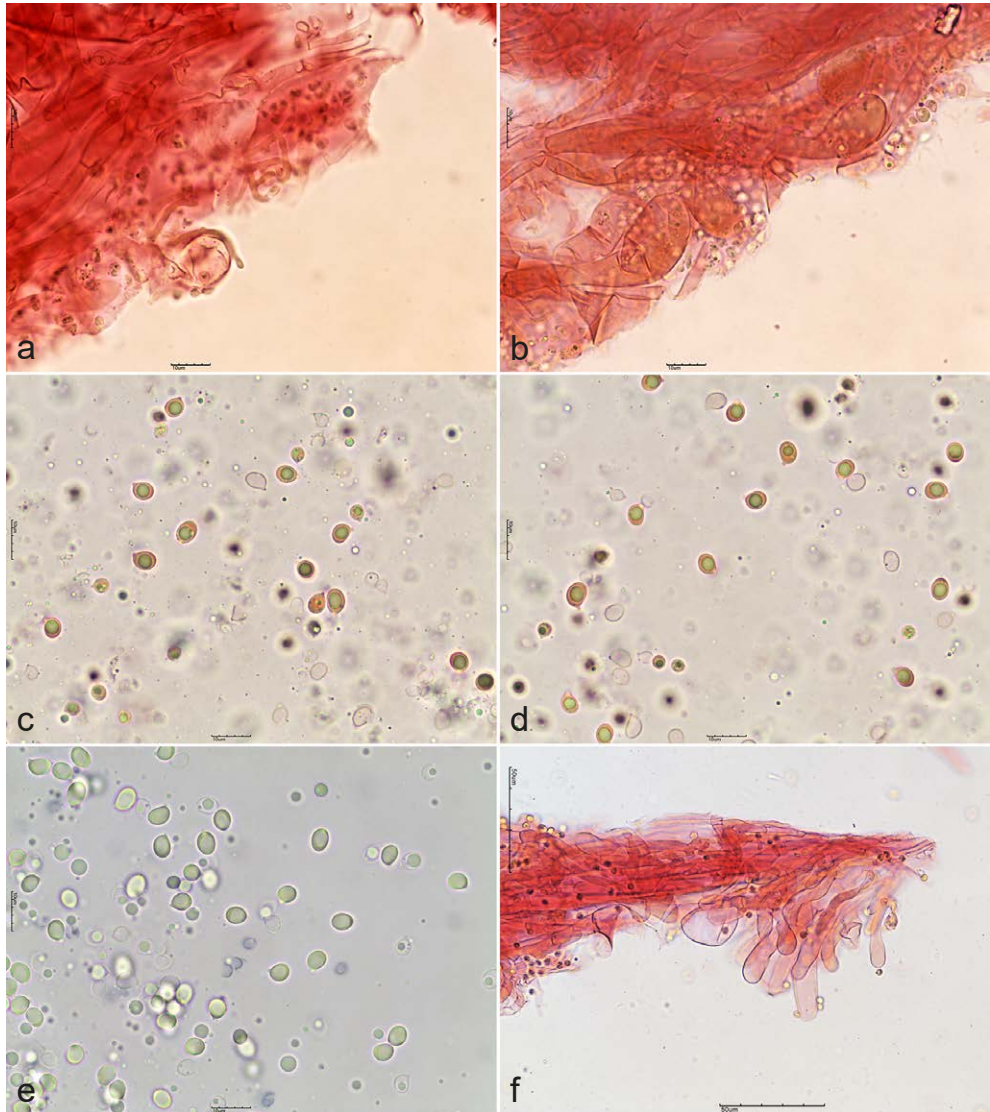
Zellen schmal, in der obersten Lage mit koralloiden Verzweigungen, darunter glatt, ca. 1,75-5,75 μm breit, die koralloiden Auswüchse ca. 1,25-2,5 μm breit, dazu keulig aufgeblasene, ca. 6,5-15 μm breite Endzellen, alles in eine gelatinöse Matrix eingebettet und mit \pm kollabierten Sporen verklebt; Schnallen zahlreich; Pigment intrazellulär blassbraun bis unauffällig, höchstens sporadisch und sehr fein inkrustierend; **Stielrinde:** Zellen glatt, mindestens in Apexnähe (makroskopisch auf ganzer Länge) mit büscheligen, zylindrischen bis keuligen, oft etwas irregulär geformten, ca. 6-20 μm breiten Kaulozystiden besetzt.

Ökologie

Der Fundort befindet sich im nordwestlichen Randbereich des Estergebirges in der kalkalpinen Zone über Hauptdolomit. Der Standort ist ein naturnaher Bergmischwald (Fichte, Tanne, Buche, Bergahorn) mit hohem Tannenanteil und intakter Tannenverjüngung, in dem gelegentlich auch stärkeres Totholz anzutreffen ist. Fruktifikation dicht büschelig (zahlreiche Fruchtkörper) an liegendem morschem Nadelholzstamm (vermutlich Tanne).

Molekulare Untersuchung

Bei der BLAST-Suche (12. April 2021) wurden fünf ITS-Sequenzen gefunden, alle veröffentlicht unter dem Namen *C. familia*, die über die alinierte ITS-Gesamtlänge



Tafel 2 – *Clitocybula familia*, Koll. 2016-09-01, **a, b** HDS in Kongorot/Ammoniak; **c, d** Sporen in Kongorot/Ammoniak; **e** Sporen in Melzers Reagens; **f** Kaulozystiden Fotos M. DONDL

von 640 bp (Basenpaare) 0–5 bp bzw. 0–0,8 % von der Sequenz der beschriebenen Kollektion abweichen. Dabei ist die Sequenz der hier vorgestellten Kollektion identisch mit den beiden europäischen Sequenzen (JF730327–JF730328, aus Tschechien bzw. Slowakei, veröffentlicht im Zusammenhang mit der Studie von ANTONÍN et al. 2011) und einer amerikanischen Sequenz (LN714532, USA). Allein KM406970 (Kanada) und MH979253 (USA) unterscheiden sich von den übrigen Sequenzen leicht, wobei jeweils ein Basenpaar Unterschied auf eine unbestimmte Position entfallen und 3 bp auf ein Indel in einem Poly-T-Motiv. Die nächstähnliche Sequenz (KX897414, als *Clitocybula* sp.) ist bereits mehr als 10% abweichend.

Diskussion

Einordnung der molekularen Untersuchung

Die ITS-Sequenz der vorgestellten Kollektion stimmt mit fünf anderen als *Clitocybula familia* hinterlegten Sequenzen (Tschechien, Slowakei, USA, Kanada) weitgehend bzw. vollständig überein, wobei eine US-amerikanische und die kanadische Sequenz leicht abweichen. Von den amerikanischen bzw. kanadischen Kollektionen liegen keine Beschreibungen vor. Sofern allein ITS-Daten und keine weiteren Erkenntnisse vorliegen, wurde in der Vergangenheit häufig ein Schwellenwert von 97 % Ähnlichkeit als operative Artgrenze verwendet (z.B. NILSSON et al. 2011). Die beobachteten Unterschiede von unter 1 % und die Art der Unterschiede geben keinen Hinweis darauf, dass es sich bei den fünf sequenzierten Kollektionen um Vertreter unterschiedlicher Arten handelt. Der große Abstand zur nächstähnlichen Sequenz und das Fehlen stärker abweichender Sequenzen unter dem Namen *C. familia* legen den Schluss nahe, dass *C. familia* eine taxonomisch unproblematische Art ist. Die geringe Zahl der verfügbaren Sequenzen könnte ein Hinweis sein, dass die Art auch auf dem amerikanischen Kontinent nicht häufig ist.

Taxonomie

Clitocybula familia wurde von PECK (1873) aus Nordamerika aus den Adirondack Mountains (U.S.A., Bundestaat New York) beschrieben. PECK (1873) hob hervor, dass die neue Art in dichten Büscheln unterschiedlicher Größe an alten Stämmen fruktifiziert (vgl. Abb. 1), wodurch möglicherweise das Epithet „familia“ herrührt. PECK (1873) beschreibt die Art auch als sehr blass, weißlich, häufig mit gelblichen Tönen, gibt jedoch keine Mikromerkmale an.

35. AGARICUS FAMILIA n. sp.

Pileus thin, hemispherical or convex, smooth, whitish, often tinged with yellow, the disk darker; lamellæ narrow, crowded, reaching the stem, rounded at the inner extremity, almost free; stipe slender, white, smooth, hollow; plant caespitose. Height 2–3', breadth of pileus 6"–12", stipe 1" thick.

80 TWENTY-THIRD REPORT ON THE STATE CABINET.

Grows in dense tufts of individuals of various sizes, on old logs in woods. Adirondack Mountains. August.
The disk is clouded with brown. The plant becomes dark colored in drying.

Abb. 1 – Originaldiagnose von *Agaricus familia* (PECK 1873: 79-80).

SACCARDO (1887) übersetzt die Originaldiagnose ins Lateinische, gibt aber auch keine ergänzenden Mikromerkmale an. SINGER (1954), bzw. SINGER (1962) kombiniert die Peck'sche Art schließlich aufgrund der amyloiden Sporen in die Gattung *Clitocybula*, gibt aber wiederum keine weiteren mikroskopischen Merkmale an.

BIGELOW (1973) definiert *Clitocybula familia* im nordamerikanischen Sinn anhand einer ausführlichen makro- wie auch mikroskopischen Beschreibung sowie einem Schwarzweißfoto eines Fruchtkörperbüschels. BIGELOW (1973) gibt an, dass man *Clitocybula familia* neben der Makroskopie auch an den kleinen, globosen (!) Sporen erkennen könne. Er gibt als Maße 3,5-4(-5) µm an (BIGELOW 1973: 1107). Dies passt zunächst nur sehr bedingt auf die bayerische Aufsammlung, deren Sporen doch deutlich variabler, bis hin zu klar ellipsoid sind und zudem aufgrund der Heterosporie der Kollektion auch in den Maßen nach oben abweichen.

LENNOX (1979: 157) trennt *Clitocybula familia* in seinem Gattungsschlüssel im ersten Schlüsselpunkt als „Cap smooth, subglabrous, not fibrillous, lubricous-moist, spores globose, 3.5-5 μm “ vom Rest der Gattung ab. Die Schlüsselalternative bezieht sich u.a. auf den radialstreifigen Hut und größere, ellipsoide Sporen. In der ausführlichen Artbeschreibung gibt LENNOX (1979: 158) die Sporen an als „3.5-5.5 x 3.5-4.5 μm , globose to subglobose“. Die Sporenform wird hier also als variabler als von BIGELOW (1973) angegeben. Letzten Endes entsprechen die Angaben bei LENNOX (1979) denen der Sporenpopulation „B“ der bayerischen Kollektion.

Hinsichtlich der Makroskopie ist jedoch eine gute Übereinstimmung zwischen dem bayerischen Fund und der nordamerikanischen Interpretation feststellbar – so unterscheidet sich *Clitocybula familia* von anderen Vertretern der Gattung durch das dicht büschelige Wachstum, den mycenoiden Habitus, am Scheitel nur ausnahmsweise niedergedrückte Hüte und die nicht oder nur kaum radialfaserige Huthautstruktur (vgl. PECK 1873, BIGELOW 1973, LENNOX 1979, ANTONÍN et al 2011).

ANTONÍN et al. (2011) stellen mehrere Kollektionen aus Tschechien und der Slowakei vor, die makroskopisch ebenfalls der hier vorgestellten Kollektion entsprechen. Sie kompilieren zudem die Sporenmaße verschiedener europäischer und nordamerikanischer Kollektionen, darunter auch des Typusbelegs von *Collybia familia* var. *compressipes* Romagnesi (ANTONÍN et al. 2011: 5). Hierbei fällt auf, dass der Sporenquotient bei allen untersuchten nordamerikanischen Proben zwischen 1,0 und 1,25 schwankt (nur bei einer Probe zwischen 1,06 und 1,25). Die europäischen Aufsammlungen sind hier variabler und erreichen nach ANTONÍN (2011: 5) einen Quotienten von bis zu 1,43. Dies entspricht bereits fast der in der bayerischen Aufsammlung festgestellten Schwankung bis zu 1,51 (hinsichtlich der Sporenpopulation „A“).

Der Typus von *Collybia familia* var. *compressa* – von ROMAGNESI (1968) aus Frankreich beschrieben – zeigt hingegen nur subglobose Sporen ($Q = 1,00\text{-}1,25$ fide ANTONÍN et al. 2011). Es fällt daher schwer, zwischen einem europäischen und einem nordamerikanischen (intraspezifischen) Taxon zu trennen, zumal die von ROMAGNESI (1968) angegebenen Differentialmerkmale nach ANTONÍN et al. (2011) noch in die normale Variationsbreite von *Clitocybula familia* gehören. Dementsprechend synonymisieren ANTONÍN et al. (2011) *Collybia familia* var. *compressa* mit *Clitocybula familia* s. str. Da amerikanische und europäische Kollektionen unabhängig von der Variationsbreite der Sporenmaße auch hinsichtlich der ITS zusammenfallen (vgl. ANTONÍN et al. 2011, bzw. in dieser Studie), ist trotz der unterschiedlichen Variationsbreiten der Sporenformen von einem beide Kontinente besiedelnden Taxon, welches den Namen *Clitocybula familia* führt, auszugehen. Da bisher auch nur wenige nordamerikanische Kollektionen untersucht wurden, ist davon auszugehen, dass bei einer größeren Anzahl untersuchter Funde auch für Nordamerika eine größere Variationsbreite hinsichtlich der Sporenmaße zu erwarten ist.

Die bei der bayerischen Kollektion festgestellte Heterosporie ist auffällig, zumal die Sporenpopulation „A“ nicht nur durch andere Maße, sondern auch durch eine andere Form (Q bis 1,51) von der Sporenpopulation „B“ verschieden ist. Da ein

Sporenabwurf untersucht wurde, sind Fremdsporen auszuschließen. Es wurde auch bei der Untersuchung des Hymeniums kein Parasit festgestellt. Zudem entsprechen die Sporen beider Populationen einander in Merkmalen wie Wandstärke, Pigmentierung, Inhalt und insbesondere der für die Gattung *Clitocybula* typischen Amyloidie.

Ein Erklärungsversuch könnte eine besonders hohe Zahl zweisporiger (bzw. einsporiger) Basidien sein. Berechnet man nämlich die durchschnittlichen Sporenvolumina, so fällt auf, dass das Volumen bei Sporenpopulation „A“ mit $57 \mu\text{m}^3$ nur etwas mehr als doppelt so groß ist wie das der Sporenpopulation „B“ mit $24 \mu\text{m}^3$. Als Berechnungsgrundlage wurde die Form als Rotationsellipsoid angenommen und damit die Volumenformel als $V = 4/3 \pi a b^2$ mit a gleich halber Sporenlänge (große Halbachse) und b gleich halber Sporenbreite (kleine Halbachse) – vgl. BRONSTEIN & SEMENDJAJEW (1991: 233). Geht man davon aus, dass zweisporige Basidien im Schnitt das doppelte Volumen (\cong Plasmamenge) an die eben nur halbe Anzahl Sporen abgeben als viersporige Basidien, wäre dies durchaus denkbar. Der nach oben verschobene Schnitt ist durch zudem auftretende einsporige Basidien denkbar. Dieser Vermutung widerspricht aber, dass bei der Untersuchung des Hymeniums nur viersporige Basidien beobachtet wurden. Es müssten folglich nur nestweise vermehrt zweisporige Basidien auftreten, die beim Sporenpulverabwurf die Heterosporie auslösen. Entsprechende Nester konnten aber auch bei mehreren Stichproben nicht gefunden werden.

Auch konnte keine anders geartete Unterscheidung zweier Basidientypen, z.B. durch Auftreten von Sklerobasidien, wie sie bei anderen clitocybeoiden Pilzen wie der Gattung *Hygrophorocybe* Vizzini & Contu (VIZZINI 2014) oder auch Gattungen mit amyloiden Sporen wie bei *Porpoloma* Singer (vgl. HAUSKNECHT & ZUCCHERELLI 1999) bekannt sind (sowie von vielen weiteren Gattungen), getroffen werden.

Die Grundlage der Heterosporie der untersuchten Kollektion von *Clitocybula familia* bleibt damit ungeklärt, jedoch sollte auf dieses Merkmal auch zukünftig geachtet werden. Hierfür wird die Untersuchung von Sporenabwürfen – wenn vorhanden – empfohlen, damit möglichst nur reife Sporen vermessen werden. Eine Kontrollmessung am Lamellenpräparat ergab auch bei dem bayerischen Material nur Sporen der Population „B“.

Als weitere anatomische Abweichung neben der Heterosporie sind die koralloid verzweigten und schwach gelifizierten Huthauthyphen zu nennen. ANTONÍN et al. (2011) beschreiben eine Cutis (liegende Hyphen) mit teils erekten, zylindrischen bis fusoiden Endzellen. BIGELOW (1973) und LENNOX (1979) beschreiben für die Hutmitte sogar keulenförmige Pileocystiden. Auch hier muss festgestellt werden, dass bisher nur wenige Kollektionen von beiden Kontinenten untersucht wurden und die Variationsbreite der Hutdeckschichtmerkmale im Laufe des Alters der Fruchtkörper noch nicht ausgeleuchtet wurde. Das Auftreten von koralloiden Verzweigungen ist allerdings sehr ungewöhnlich und lässt (neben der Heterosporie) an ein eigenständiges Taxon hinsichtlich der bayerischen Kollektion denken. Die ITS-Ergebnisse ergeben zwar keinerlei Hinweis darauf, dass es sich bei der bayerischen Kollektion um eine eigene Art handelt, grundsätzlich ausschließen kann man die Möglichkeit allerdings nicht.

Verbreitung in Deutschland

Clitocybula familia ist in den Roten Listen für Deutschland (DÄMMRICH et al. 2016) und Bayern (KARASCH & HAHN 2010) nicht aufgeführt und fehlt auch in der Checkliste der Basidiomycota von Bayern (BESL et al. 2009). Auch KRIEGLSTEINER (1999) konnte sie (bzw. Vertreter der Gattung *Clitocybula*) für Nordbayern nicht nachweisen.

In den online abrufbaren Verbreitungskarten der Deutschen Gesellschaft für Mykologie sind nur zwei Funde von *Clitocybula familia* aus Deutschland dokumentiert: ein Fund aus Niedersachsen als *Clitocybula familia* (DGFM 2018a) und ein Fund aus Schleswig-Holstein als *Clitocybula familia* var. *compressa* (DGFM 2018b), wobei die niedersächsische Kollektion bei SCHILLING (2018) mittlerweile zu *Clitocybula spec.* revidiert wurde. Somit dürfte es sich bei dem vorliegenden Fund um einen bayerischen Erstnachweis handeln.

Ökologie

PECK (1873) gibt in der Originalbeschreibung nur an, dass *Clitocybula familia* (als *Agaricus familia*) an alten (dicken?) Stämmen in Wäldern wachse. BIGELOW (1973) konkretisiert das Vorkommen als überwiegend an Nadelholz, nennt aber auch gelegentliches Vorkommen an Laubholz, ohne hier jeweils genauer zu differenzieren. ANTONÍN et al. (2011) geben *Acer* für einen Beleg aus Quebec, Kanada, an, worauf sich BIGELOW (1973) möglicherweise bezieht. LENNOX (1979) nennt wiederum nur Nadelholzstämmen und -stümpfe als Substrat.

ANTONÍN et al. (2011) geben für europäische Funde als Hauptsubstrat *Abies alba* Mill. an und als seltener Vorkommen an *Picea abies* (L.) H. Karst.

Clitocybula familia wächst also überwiegend auf morschen Nadelholzstämmen und scheint zumindest in Europa eine Vorliebe für die Tanne zu haben. Die größten Chancen, den Pilz zu finden, sollte man demnach in naturnahen Wäldern im Tannenareal, in denen auch starkes Totholz liegen bleibt, haben.

Clitocybula lacerata (Scop.) Métrod, Rev. Mycol. 17: 74, 1952

Tafel 3-4

≡ *Agaricus laceratus* Scop., Fl. Carniolica, Ed. 2, Vol. 2: 439, 1772

≡ *Collybia lacerata* (Scop.) Gillet, Hyménomycètes: 310, 1876

≡ *Fayodia lacerata* (Scop.) Singer, Annales Mycologicae 43: 63, 1944

Makroskopische Beschreibung der Kollektion 2015-09-11

Hut: 1,5-2,5 cm breit, gewölbt bis fast halbkugelig, am Scheitel ohne Buckel oder sogar angedeutet genabelt, Rand lange eingerollt, glatt, nicht durchscheinend gestreift, aber deutlich radialfaserig und etwas glimmerig streifig, schokobraun, hygrophan, heller graubraun ausblassend; **Stiel:** bis 5 x 0,5 cm, recht stämmig, hohl, blass graubraun mit Olivton, vor allem im obersten Viertel weißlich (etwas glimmerig) überreift, sonst irgendwie rau, stellenweise auch etwas dunkler gesprenkelt;



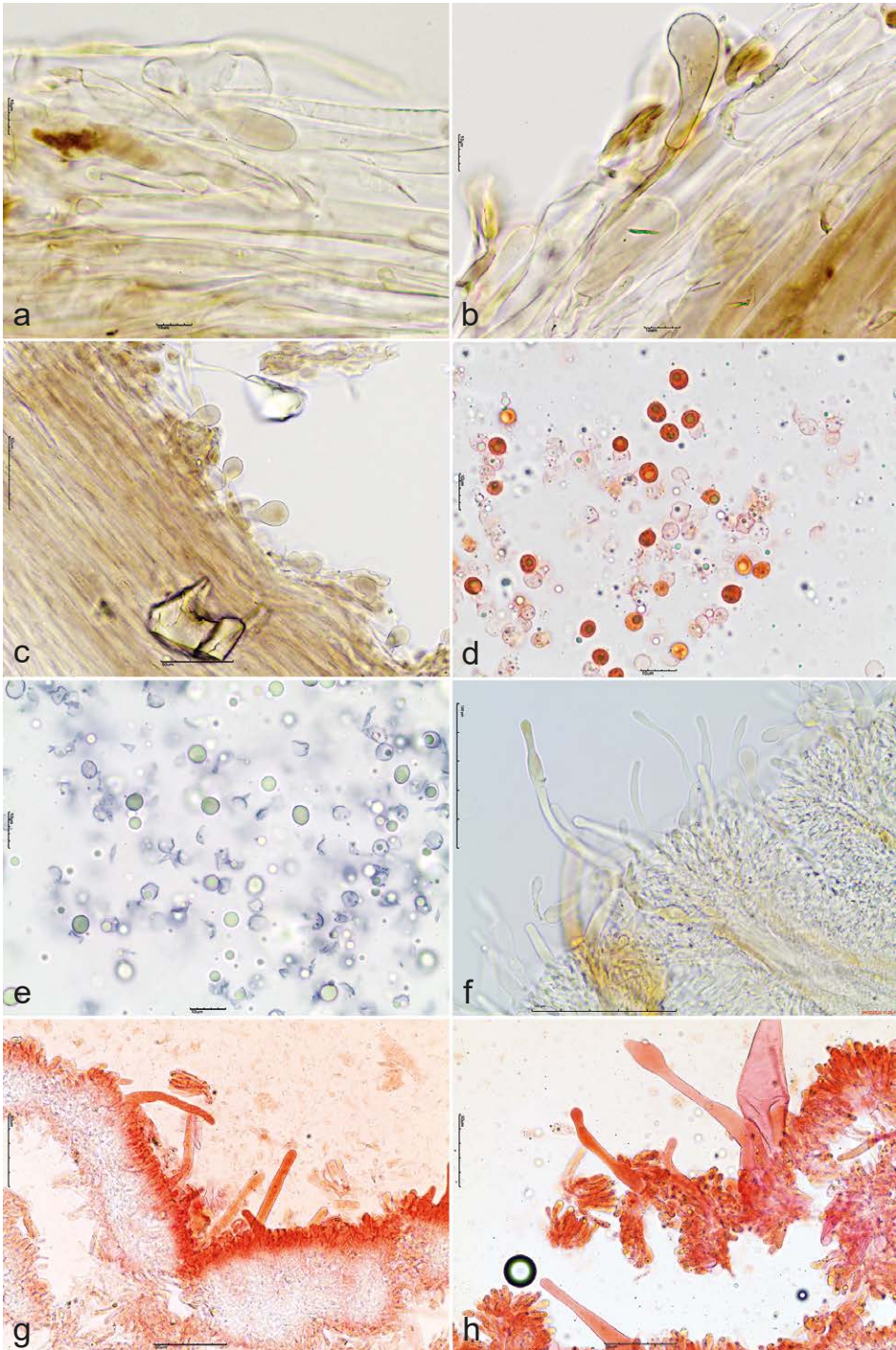
Tafel 3 – *Clitocybula lacerata*, Koll. 2015-09-11

Fotos M. DONDL

Lamellen: aufsteigend und schmal angewachsen, gedrängt, nicht bauchig, gerade bis leicht bogig mit konkaver Schneide, hellgrau; Schneiden weiß und auffallend schütter fransig beflockt, an der Fläche ohne solche „Fransen“; **Fleisch:** siehe Schnittbild; **Geruch:** angenehm aromatisch, kein Mehl; **Geschmack:** mild, fad; **Sporenpulver:** weiß.

Mikroskopische Beschreibung der Kollektion 2015-09-11

Sporen: Maße: [(1) n = 20] 5,0-6,3 x 4,3-5,9 μm , Lm = 5,5 μm , Bm = 4,9 μm ; Quotient 0,98-1,23, Qm = 1,13; globos bis subglobos, hyalin, deutlich amyloid, kongophil; **Basidien:** 4-sporig, schlank, ca. 25-37 x 5-7 μm , mit Schnallen; **Gloeopleren Hyphen:**



Tafel 4 – *Clitocybula lacerata*, Koll. 2015-09-11, a-c HDS in KOH, Kaulozystiden, d Sporen in Kongorot/Ammoniak, e Sporen in Melzers Reagens, f gloeoplere Hyphen in KOH; g, h gloeoplere Hyphen in Kongorot/Ammoniak Fotos M. DONDL

an der Schneide sehr häufig (Schneide aber nicht steril), Zellen polymorph, aber meistens schlank zylindrisch und sehr lang, schlangenförmig, oder irregulär lageniform mit langem Hals, aber auch keulig oder kopfig, oft septiert, verzweigt, divertikuliert oder mit einzelnen fingerigen Auswüchsen, in KOH bisw. mit gelblichem Inhalt, ca. 43-200 x 7-12 µm; an der Schneide bis ca. 170 µm überstehend (das sind die „Franzen“, die man in der Stereolupe an der Schneide sieht), an der Lamellenfläche sind diese gloeopleren Hyphen nur sehr sporadisch vorhanden (in etlichen Präparaten wurden gar keine gefunden, in den übrigen nie mehr als 1-2), nicht so schlangenförmig schlank zylindrisch wie an der Scheide, meist irregulär unförmig zylindrisch; **Cheilozystiden:** fehlend; **Pleurozystiden:** fehlend; **Lamellentrama:** regulär, am Trockenbeleg schwer zu beurteilen, aber Zellen sehr lang, indextrinoid; mit zahlreichen unseptierten, bisw. verzweigten Lactiferen durchzogen; **Hutdeckschicht:** Cutis, Zellen glatt, überwiegend 3-7 µm breit (einzelne auch breiter), zumindest in Hutscheitel-Nähe mit meist keuligen, ca. 10-20 µm breiten Endzellen; Pigment doppelt, teils fein inkrustierend, teils diffus intrazellulär; **Kaulozystiden:** zumindest im oberen Stieldrittel sehr zahlreich vorhanden, oft büschelig, auch vereinzelt, polymorph, meistens keulig, die meisten intrazellulär braun pigmentiert, ca. 23-58 x 7-22 µm.

Ökologie

Der Fundort befindet sich im westlichen Mangfallgebirge in der Flyschzone. Der Standort ist ein naturnaher Bergmischwald (Fichte, Tanne, Buche), in dem gelegentlich auch stärkeres Totholz anzutreffen ist. Fruktifikation gesellig bis kleinbüschelig an liegendem morschem Nadelholzstamm (vermutlich Tanne).

Makroskopische Beschreibung der Kollektion 2017-11-05

Hut: bis 3,8 cm breit, flach gewölbt, trocken, glatt, deutlich eingewachsen faserig, cremegrau bis graubeige, im Alter dunkler; **Stiel:** bis 6 x 0,45 cm, basal gleichdick, hutfarben bis olivgrau, schwach durchscheinend genattert, glatt, scheinbare Bereifung vermutlich durch Sporenpulver verursacht; **Lamellen:** abgerundet und breit angewachsen, mäßig gedrängt (ca. 24 erreichen den Stiel), cremeweiß; **Fleisch:** siehe Schnittbild; **Geruch:** aromatisch-pilzig; **Geschmack:** nicht geprüft; **Sporenpulver:** weiß.

Mikroskopische Beschreibung der Kollektion 2017-11-05

Sporen: [(1) n = 20] 5,7-6,8 x 5,0-6,1 µm, Lm = 6,2 µm, Bm = 5,5 µm; Quotient 1,07-1,20, Qm = 1,13; subglobos, amyloid, nicht kongophil; **Basidien:** überwiegend 4-sporig, aber 2-sporige Basidien eingemischt, mit Basalschnalle; ca. 24-33 x 6-8 µm; **Gloeoplere Hyphen:** spärlich vorhanden und nur selten aus der Lamellenschneide ragend, überwiegend breit keulig, aber auch sehr schlank und fusoid bis subzylindrisch mit abgerundetem Apex, vereinzelt mucronat, sehr unterschiedlich groß, bei sehr großen schwer in ganzer Länge freizupräparieren, Maße: ca. 51-155 x 13-51 µm, im Einzelnen gemessen: 70 x 32, 151 x 13, 105 x 51, 78 x 36, 109 x 12, 51 x 10, 66 x 29, 153 x 22, 71 x 14 µm; **Cheilozystiden:** fehlend; **Pleurozystiden:** fehlend; **Hutdeckschicht:** Cutis, Zellen glatt, in Scheitelnähe mit vereinzelt blasigen Pileozystiden, die in KOH intrazellulär braun pigmentiert sind; auch HDS-Zellen



Tafel 5 – *Clitocybula lacerata*, Koll. 2017-11-05

Fotos M. DONDL

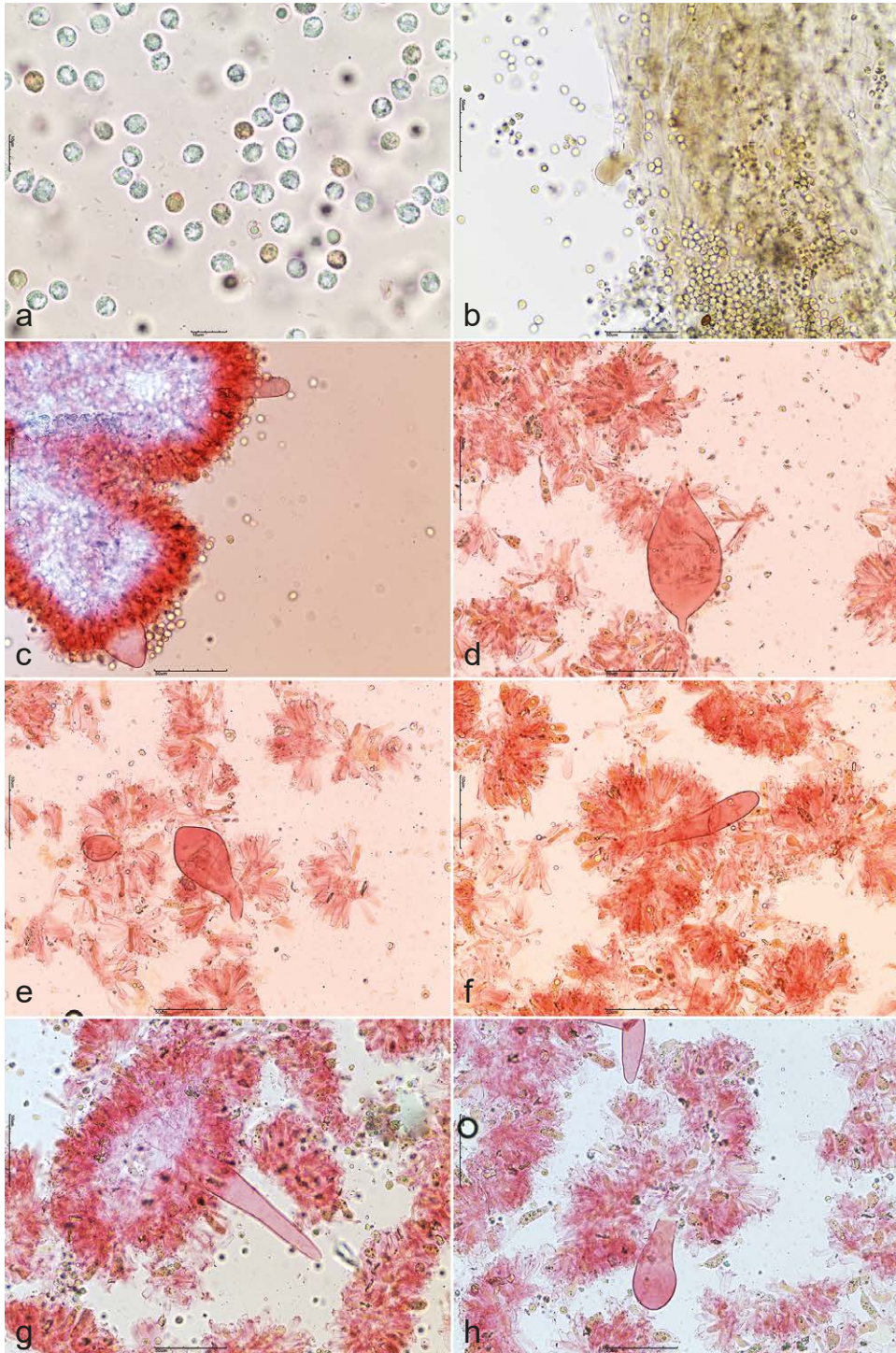
intrazellulär blass braun pigmentiert; **Kaulozystiden:** in Apexnähe schwach büschelig, überwiegend keulig, farblos oder intrazellulär blass bräunlich pigmentiert, ca. 24-62 x 11-23 μm ;

Ökologie

Der Fundort befindet sich bayerischen Oberland in Ufernähe des Hackensees. Der Standort ist ein Mischwald (Fichte, Tanne, Buche) über fluviatilen Ablagerungen, in dem gelegentlich auch stärkeres Totholz anzutreffen ist. Fruktifikation in vielen Büscheln (über 50 Fruchtkörpern) an liegendem morschem Nadelholzstamm (vermutlich Tanne).

Molekulare Untersuchung

Die beiden ITS-Sequenzen von dem hier beschriebenen Material sind identisch mit der Sequenz des Neotyps von *C. lacerata* PRM 951559 (GenBank MK713541).



Tafel 6 a-h: *Clitocybula lacerata*, Koll. 2017-11-05, **a** Sporen in Kongorot/Ammoniak; **b** HDS in KOH; **c-h** gloeoplerer Hyphen in Kongorot/Ammoniak Fotos M. DONDL

Diskussion

1974 hat J. Kuthan R. Singer in Mähren zum Fundort einer *Clitocybula* geführt, die dieser als die aus Nordamerika beschriebene *Clitocybula abundans* identifizierte und darauf hinwies, dass sie sich durch auffällige Cheilozystiden von *C. lacerata* unterscheidet (SINGER 1977). Zwar hat MOSER (1983) dieses Merkmal in seinem Schlüssel ausdrücklich und mit Ausrufezeichen erwähnt, aber auch auf unterschiedliche Hutfarben hingewiesen: *Clitocybula lacerata* „rissig braun bis graubraun faserig“, *Clitocybula abundans* „weißlich, Scheibe oft dunkler bis graubraun“. Genau so beschreibt BIGELOW (1973) diesen Pilz in seiner Arbeit über die Gattung *Clitocybula*: „withish, often with disc darker to fuscous“. Vor diesem Hintergrund ist es schon ein wenig erstaunlich, dass inzwischen eine ganze Reihe von europäischen *Clitocybula*-Kollektionen (zeitweise auch unsere Kollektion 2015-09-11) als *Clitocybula abundans* firmieren, die vom Scheitel bis zum Rand düster rußbraun gefärbt sind und nicht den Hauch von hellen, geschweige denn weißlichen Hutfarben aufweisen.

Als Beispiel sei die Kollektion erwähnt, die BREITENBACH & KRÄNZLIN (1991) unter Nummer 181 abgebildet haben. Fritz Müller, der diese schöne Kollektion im Herbst 1978 fand, war durch MOSER (1978) und SINGER (1977) auf *Clitocybula abundans*, eine „amerikanische“ Art mit Cheilozystiden, aufmerksam geworden: „Ich staunte daher nicht schlecht, als gerade meine Funde Cheilozystiden aufwiesen. Diese waren zwar nicht massenweise vorhanden, doch konnte man sie bei jedem Fadenschnitt von Lamellenschneiden beobachten, einmal häufiger, dann wieder seltener. Es blieb mir also keine Wahl, als den Pilz als *Clitocybula abundans* (Peck) Sing. zu bestimmen.“ (MÜLLER 1979: 118). Die von MÜLLER (1979) abgebildeten Mikrofotos der dort als Cheilozystiden bezeichneten Strukturen zeigen genau dieselben langgestreckten, oft irregulär geformten zystidenartigen Enden der gloeopleren Hyphen, die auch bei der hier vorgestellten Kollektion 2015-09-11 festgestellt wurden. Auch die von MÜLLER (1979) angegebenen Maße mit 50-150 (200) x 10-20 µm sind ebenfalls ziemlich groß. Das Farbfoto von Müllers Kollektion in BREITENBACH & KRÄNZLIN (1991: Nr. 181) zeigt Pilze mit durchgehend rußbraunen Farben, die makroskopisch exakt unserer bayerischen Kollektion 2015-09-11 entsprechen. Makroskopisch vergleichbar ist auch die im Farbatlas der Basidiomyceten III abgebildete Kollektion. Auf eben diese beiden Kollektionen verweist HOLEC (2012) im Bestimmungsschlüssel unter *Clitocybula abundans* und liefert auch eine Kurzbeschreibung dazu, die exakt unserem Fund entspricht.

An dieser Stelle lohnt es sich, noch einmal einen Blick in Bigelows Beschreibung zu werfen. Zu den Cheilozystiden schreibt er: „basidioid to subsaccate, 33-50 µm long, 7-16 µm broad“ und fügt eine Skizze mit keuligen Zystiden an, die nicht die geringste Ähnlichkeit mit den langen, oft über 100 µm langen „Schläuchen“ der Kollektionen von Müller und Dondl haben.

Angesichts der aufgezeigten Unterschiede musste bereits vor Erscheinen des Artikels von ANTONÍN et al. (2019) bezweifelt werden, dass die europäischen als

Clitocybula abundans bestimmten Kollektionen tatsächlich mit den amerikanischen übereinstimmen. Auch GRÖGER (2006) setzt zumindest ein Fragezeichen hinter diesen Schluss.

Mit ihrem Artikel haben ANTONÍN et al. (2019) nun zumindest teilweise Licht ins Dunkel gebracht. Zum einen haben sie für *Clitocybula lacerata* einen Neotyp designiert und entsprechende DNA-Sequenzen hinterlegt. Zum anderen haben sie bei der Untersuchung des von ihnen sequenzierten Materials festgestellt, dass *Clitocybula lacerata* sowohl makro- als auch mikroskopisch sehr variabel ist. Die großen schlauchartigen zystidoiden Zellen, die bisweilen aus der Lamellenschneide ragen, interpretieren sie als die Endzellen bzw. den oberen Teil von gloeopleren Hyphen, die in der Lamellentrama entspringen. Die Autoren sind überzeugt, dass die Interpretation dieser Zellen als vermeintliche Cheilozystiden zu Fehlbestimmungen von *Clitocybula lacerata* als *Clitocybula abundans* geführt haben könnten und nennen explizit die Kollektion in BREITENBACH & KRÄNZLIN (1991: Nr. 181). Gleichwohl geben sie an, dass *Clitocybula lacerata* Cheilozystiden von sehr diskreter Größe (30-32 x 8-9 µm) besitzt, die an der Lamellenschneide allerdings nur zerstreut, selten oder auch gar nicht zu finden sind. Wir haben bei unseren beiden Kollektionen keine solchen Cheilozystiden festgestellt. Auch LUDWIG (2001) hat bei zwei Kollektionen aus dem Bayerischen Wald bzw. dem Schwarzwald keine Cheilozystiden gefunden. Die von ANTONÍN et al. (2019) beschriebenen gloeopleren Hyphen haben wir bei beiden hier beschriebenen Kollektionen gefunden, allerdings in sehr unterschiedlichem Ausmaß. Bei der Kollektion 2015-09-11 ragen sie massenhaft und weit über die Lamellenschneide hinaus, was Letztere schon unter der Stereolupe fransig bewimpert erscheinen lässt. Bei der Kollektion 2017-11-05 dagegen haben wir bei den ersten Präparaten der Lamellenschneide überhaupt keine „Cheilozystiden“ gesehen. Erst viele weitere Präparate förderten an der Schneide einige wenige, stark „eingebaute“ zystidoide Zellen zutage, die nur durch relativ rabiates Quetschen freizulegen waren und auch erheblich breiter (bis 51 µm!) ausfielen als bei der Kollektion 2015-09-11. Derart breite und keulig erweiterte Gloeopleren haben auch ANTONÍN et al. (2019) nicht dokumentiert. Da die einschlägigen Bestimmungswerke *Clitocybula lacerata* mit fehlenden (MOSER 1983, GRÖGER 2006) oder fehlenden bis sehr seltenen (HOLEC 2012) Cheilozystiden ausschließen, ist davon auszugehen, dass über die Lamellenschneide hinausragende gloeopleren Hyphen bei den meisten so bestimmten Kollektionen nicht gefunden oder schlimmstenfalls gar nicht gesucht wurden.

Die mittlere Sporenlänge unserer beiden Kollektionen differiert um 0,7 µm bei identischem mittlerem Q-Wert, was innerhalb der von ANTONÍN et al. (2019) festgestellten Variabilität liegt. Die Sporen der Kollektion 2015-09-11 sind deutlich kongophil, die der Kollektion 2017-05-11 höchstens ganz schwach. ANTONÍN et al. (2019) machen keine Angabe zur Kongophilie der Sporen.

Sehr anschaulich dokumentieren unsere beiden Kollektionen die makroskopische Variabilität von *Clitocybula lacerata*. Relativ dickstielige kräftige Fruchtkörper mit schokoladenbraunen Hüten bei der Kollektion 2015-09-11 stehen den

vergleichsweise schlankstieligen, dünnfleischigen und viel blasser gefärbten Exemplaren der Kollektion 2017-11-05 gegenüber. Dies dürfte zumindest teilweise dem Umstand geschuldet sein, dass es sich bei der Aufsammlung 2015-09-11 um durchwegs junge, wenn auch bereits fertile Fruchtkörper handelte, während die Kollektion 2017-11-05 sich bereits am Rande der Überständigkeit bewegte.

Der von ANTONÍN et al. (2019) ermittelte phylogenetische Baum legt nahe, dass es mit *Clitocybula lacerata* nah verwandte kryptische Arten gibt, zu deren Abgrenzung weitere Studien erforderlich sind. Die Autoren empfehlen aus diesem Grund, *Clitocybula lacerata* vorläufig als Artenaggregat zu behandeln. Ob die aus Amerika beschriebene *Clitocybula abundans* auch in Europa vorkommt, bleibt auch nach ihrer Studie ungeklärt, da es nicht gelungen ist, DNA aus amerikanischem Material zu isolieren. Bei der Bestimmung von *Clitocybula*-Arten sollte jedenfalls in Zukunft darauf geachtet werden, dass möglicherweise aus der Lamellenschneide ragende gloeoplere Hyphen nicht zu einer Fehlbestimmung als *Clitocybula abundans* führen.

Verbreitung von *Clitocybula lacerata* in Deutschland

Clitocybula lacerata ist in der Roten Liste Bayern (KARASCH & HAHN 2010) als stark gefährdet (Kategorie 2) eingestuft, in der Roten Liste für Deutschland (DÄMMRICH et al. 2016) in der Kategorie G (Gefährdung unbekanntes Ausmaßes). Die Checkliste der Basidiomycota von Bayern (BESL et al. 2009) enthält *Clitocybula lacerata*.

KRIEGLSTEINER (1999 bzw. 2004) konnte sie weder im Maindreieck noch im Biosphärenreservat Rhön nachweisen.

In den online abrufbaren Verbreitungskarten der Deutschen Gesellschaft für Mykologie (DGfM 2020) sind 72 Datensätze zu *Clitocybula lacerata* aus Deutschland dokumentiert mit einem Verbreitungsschwerpunkt in Baden-Württemberg. Für Bayern sind 9 Datensätze hinterlegt, die meisten Funde stammen aus den oberbayerischen Alpen und dem Bayerischen Wald.

Danksagungen

Die molekularen Arbeiten wurden im Rahmen von GBOL Fungi vom deutschen Bundesministerium für Forschung und Bildung (BMBF) gefördert als Forschung für nachhaltige Entwicklung (FONA); www.fona.de (Förderkennzeichen BMBF FKZ 01LI1501I).

Literatur

- ANTONÍN V, BERAN M, BOROVIČKA J, DVOŘÁK D, HOLEC J (2011) – *Clitocybula familia* (Fungi, Agaricales) – taxonomy, distribution, ecology and first records in the Czech Republic and Slovakia. *Czech Mycology* **63**(1): 1-11.
- ANTONÍN V, BOROVIČKA J, HOLEC J, PILTAVER A, KOLAŘÍK M (2019) – Taxonomic update of *Clitocybula* sensu lato with a new generic classification. *Fungal Biology* **123**(6): 431-447.
- BARRASA JM, ESTEVE-RAVENTÓS F, DÄHNCKE RM (2006) – *Clitocybula canariensis* (Tricholomataceae), a new brown-rot fungus from the Canary Islands (Spain). *Fungal Diversity* **22**: 1-11.

- BIGELOW EH (1973) – The genus *Clitocybula*. *Mycologia* **65**(5): 1101-1116.
- BREITENBACH J, KRÄNZLIN F (1991) – Pilze der Schweiz. Band 3: Röhrlinge und Blätterpilze, 1. Teil. Verlag Mykologie, Luzern/Schweiz.
- BRONSTEIN IN, SEMENDJAJEW KA (1991) – Taschenbuch der Mathematik. 25. Aufl., B.G. Teubner, Stuttgart, Leipzig. 824 S.
- BESL H, BRESINSKY A (2009) – Checkliste der Basidiomycota von Bayern (Agaricomycotina, Urediniomycotina, Ustilaginomycotina). *Regensburger Mykologische Schriften* **16**, Regensburg, 868 S.
- DÄMMRICH F, LOTZ-WINTER H, SCHMIDT M, PÄTZOLD W, OTTO P, SCHMITT JA, SCHOLLER M, SCHURIG B, WINTERHOFF W, GMINDER A, HARDTKE HJ, HIRSCH G, KARASCH P, LÜDERITZ M, SCHMIDT-STOHN G, SIEPE K, TÄGLICH U, WÖLDECKE K (2016) – Rote Liste der Großpilze und vorläufige Gesamtartenliste der Ständer- und Schlauchpilze (Basidiomycota und Ascomycota) Deutschlands mit Ausnahme der Flechten und der phytoparasitischen Kleinpilze. In: MATZKE-HAJEK G, HOFBAUER N, LUDWIG G (Red.) Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Bd. 8: Pilze (Teil 1) – Großpilze. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* **70**(8): 1-440.
- DGFM (2018a) – *Clitocybula familia* (Peck) Singer 1954. – <http://www.pilze-deutschland.de/organismen/clitocybula-familia-peck-singer-1954> (zuletzt aufgerufen am 21.05.2018).
- DGFM (2018b) – *Clitocybula familia* var. *compressa* (Romagn.) H.E. Bigelow 1973. – <http://www.pilze-deutschland.de/organismen/clitocybula-familia-var-compressa-romagn-hebigelow-1973> (zuletzt aufgerufen am 21.05.2018).
- DGFM (2020) – *Clitocybula lacerata* (Scop.) Métrod 1954. – <http://www.pilze-deutschland.de/organismen/clitocybula-lacerata-scop-m%C3%A9trod-1954-1> (zuletzt aufgerufen am 13.04.2020).
- DONDL M (2015) – Nr. 1 – *Clitocybula lacerata* (Scop.) Métrod. – <http://www.interhias.de/schwammerlseiten/bestimmungen/2015/marasmiaceae/marasmiaceae.html#ank1>.
- DONDL M (2016) – Nr. 4 – *Clitocybula familia* (Peck) Singer. – <http://www.interhias.de/schwammerlseiten/bestimmungen/2016/tricholomataceae/tricholomataceae.html#ank4>.
- DONDL M (2017) – Nr. 1 – *Clitocybula lacerata* (Scop.) Métrod. – <http://www.interhias.de/schwammerlseiten/bestimmungen/2017/marasmiaceae/marasmiaceae.html#ank1>.
- EBERHARDT U (2012) – Methods for DNA barcoding fungi. In: KRESS JW, ERICKSON DL (Hrsg.) *DNA Barcodes: Methods and Protocols*. Humana Press, S. 183-205.
- EBERHARDT U, BEKER HJ, VESTERHOLT J, SCHÜTZ N (2016) – The taxonomy of the European species of *Hebeloma* section *Denudata* subsections *Hiemalia*, *Echinospora* subsect. nov. and *Clepsydroida* subsect. nov. and five new species. *Fungal Biology* **120**: 72-103.
- GRÖGER F (2006) – Bestimmungsschlüssel für Blätterpilze und Röhrlinge in Europa. Teil 1. *Regensburger Mykologische Schriften* **13**: 1-638.
- HAUSKNECHT A, ZUCCHERELLI A (1999) – *Porpoloma juncicola*, eine neue Art aus Ravenna (Italien). *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde* **8**: 153-155.
- HAYNOLD B (2018) – KoordinatenErmittler (nicht nur für Orchideen). Arbeitskreis Heimische Orchideen Baden-Württemberg. – <https://www.orchids.de/haynold/tkq/KoordinatenErmittler.php> (zuletzt aufgerufen am 21.05.2018).

- HOLEC J (2012) – *Clitocybula* (Singer) Métrod. In: KNUDSEN H, VESTERHOLT J (Hrsg.), Funga Nordica, Copenhagen: 338f.
- KÖLJALG U, LARSSON K-H, ABARENKOV K, NILSSON HR, ALEXANDER IJ, EBERHARDT U, ERLAND S, KJØLLER R, LARSSON E, PENNANEN T, SEN R, TAYLOR AFS, TEDERSOO L, VRÅLSTAD T, URSING BM (2005) – UNITE – a database providing web-based methods for the molecular identification of ectomycorrhizal fungi. *New Phytologist* **166**: 1063-1068.
- KRIEGLSTEINER L (1999) – Pilze im Naturraum Mainfränkische Platten und ihre Einbindung in die Vegetation. *Regensburger Mykologische Schriften* **9(a/b)**: 1-905.
- KRIEGLSTEINER L (2004) – Pilze im Biosphären-Reservat Rhön und ihre Einbindung in die Vegetation. *Regensburger Mykologische Schriften* **12**.
- LUDWIG E (2000) – Pilzkompedium. Band **1**. Abbildungen. Tafel 22, Nr. 14.1.
- LUDWIG E (2001) – Pilzkompedium. Band **1**. Beschreibungen. 56f.
- MOSER M (1983) – Die Röhrlinge und Blätterpilze. 5., bearbeitete Auflage. In: GAMS H, Kleine Kleine Kryptogamenflora **2b/2**: 1-533.
- MÜLLER F (1979) – *Clitocybula abundans* (Peck) Singer aus der Zentralschweiz. *Schweizerische Zeitung für Pilzkunde* **57**: 118-120.
- NILSSON RH, ABARENKOV K, LARSSON K-H, KÖLJALG U (2011) – Molecular Identification of Fungi: Rationale, Philosophical Concerns, and the UNITE Database. *The Open Applied Informatics Journal* **5** (Suppl 1-M9): 81-86.
- ÖSTERREICHISCHE MYKOLOGISCHE GESELLSCHAFT (2018) – Datenbank der Pilze Österreichs. Bearbeitet von DÄMON W, HAUSKNECHT A, KRISAI-GREILHUBER I. – <http://austria.myko-data.net> (zuletzt aufgerufen am 21.04.2018).
- PECK CH (1873) – Report of the Botanist (1869). *Annual Report of the New York State Museum of Natural History* **23**: 27-135.
- ROMAGNESI H (1968) – Sur un *Collybia* à spores amyloïdes. *Collect. Bot.* **7(2)**: 1083–1090. (fide ANTONÍN et al. 2011 – nicht im Original eingesehen).
- SACCARDO PA (1887) – Sylloge Hymenomycetum, Vol. I. Agaricineae. *Sylloge Fungorum* **5**: 1-1146.
- SCHILLING A (2020) – Pilzkartierung 2000 Online – <http://brd.pilzkartierung.de/index.html> (zuletzt aufgerufen am 13.04.2020: <http://brd.pilzkartierung.de/bwsqlart.php?csuchsatz=khl>).
- SINGER R (1954) – Agaricales von Nahuel Huapi. *Sydowia* **8(1-6)**: 100-157.
- SINGER R (1962 „1961“) – Diagnoses fungorum novorum Agaricalium II. *Sydowia* **15(1-6)**: 45-83.
- VIZZINI A (2014) – Nomenclatural novelties. *Index Fungorum* **161**: 1.