

Diversität der Gattung *Omphalina* (*Tricholomataceae*, *Basidiomycota*) mit Beschreibung einer neuen Art

SÖNKE LETTAU, HEINRICH LEHMANN, MARCO THINES,
SEBASTIAN PLOCH

LETTAU S, LEHMANN H, THINES M, PLOCH S (2022) Diversity in the genus *Omphalina* (*Tricholomataceae*, *Basidiomycota*) with description of a new species. *Zeitschrift für Mykologie* **82**(1):3-21

Abstract: A bryophilous macromycete, growing during the winter months and hitherto unknown to Schleswig-Holstein, was encountered in five different sand- or gravel-pits since 2016. It was found fructifying from November to March and was always associated with the terricolous moss *Polytrichum piliferum*. The specimen was compared to several taxa similar in anatomy, morphology, and molecular characteristics. Taking into consideration the notable habitat and potential host as well as morphological differences, we conclude this species to be a new member of the genus *Omphalina*. A detailed description of this potential relict taxon *Omphalina periglacialis* sp. nov. is given, including descriptions of its anatomy, morphology, ecology, and phylogeny. In addition, *Omphalina mutila* is combined into the genus *Clitopilus*, due to its phylogenetic position and overall characteristics matching to that genus.

Key words: *Agaricales*, *Omphalina*, *Clitopilus*, moos associated, *Polytrichum piliferum*, taxonomy, phylogeny, glacial relict.

Zusammenfassung: Ein in den Wintermonaten wachsender und in Schleswig-Holstein bisher unbekannter bryophiler Makromycet wurde seit 2016 in fünf verschiedenen Sand- oder Kiesgruben gefunden. Im Zeitraum von November bis März fruchtend wuchs dieser Pilz stets assoziiert mit dem terricolen Moos *Polytrichum piliferum*. In dieser Studie wurden Vergleiche mit mehreren Taxa durchgeführt, die in Anatomie, Morphologie und molekularen Eigenschaften ähnlich sind. Unter Berücksichtigung des besonderen Habitats und potentiellen Wirtes sowie morphologischer Unterschiede wird diese Art als neues Mitglied der Gattung *Omphalina* beschrieben. Eine detaillierte Charakterisierung dieser potenziellen Reliktart *Omphalina periglacialis* sp. nov. einschließlich der Anatomie, Morphologie, Ökologie und Phylogenie wird in diesem Artikel vorgenommen. Darüber hinaus wird *Omphalina mutila* aufgrund ihrer phylogenetischen Position und der morphologischen Merkmale, die mit der Gattung *Clitopilus* übereinstimmen, in diese transferiert.

Schlüsselwörter: *Agaricales*, *Omphalina*, *Clitopilus*, moos-assoziiert, *Polytrichum piliferum*, Taxonomie, Phylogenie, Glazialrelikt.

Anschriften der Autoren: Sönke Lettau, Grödeweg 11, 24107 Kiel, soenke.lettau@gmx.de; Heinrich Lehmann, Am Blöcken 80, 24111 Kiel, h.lehmann@ki.tng.de (korrespondierender Autor); Prof. Dr. Marco Thines, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main und Goethe Universität, Fachbereich Biowissenschaften, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Max-von-Laue-Str. 13, 60438 Frankfurt am Main; Dr. Sebastian Ploch, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main.

Einleitung

Die Gattung *Omphalina* Quél. in ihrer klassischen Umschreibung umfasst eine Vielzahl meist kleinerer, genabelter Pilze, die teils mit Moosen assoziiert sind. Molekularbiologische Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die Gattung *Omphalina* polyphyletisch ist und das makroskopische Erscheinungsbild der Nabelinge mehrfach unabhängig voneinander entstanden ist (MORENO et al. 2007).

In Schleswig-Holstein, westlich einer Linie Flensburg-Schleswig-Rendsburg-Neumünster-Bad Segeberg und südlich von Mölln verläuft eine durch periglaziale Bildungen geprägte geologische Zone von Schmelzwassersanden und -kiesen. Diese als Sander bezeichneten Lagen aus Geröll, Kies und Sand formen eine der drei Hauptlandschaftstypen in Schleswig-Holstein, nämlich die „Niedere Geest“. Hier werden Kiese und Sande abgebaut. Aus einer Reihe von im Trockenabbau ausgebeuteten Gruben sind „Lebensräume Kiesgruben“ entstanden. Im Rahmen von Dünentagungen sind einzelne dieser Kiesgruben bereits kartiert worden und es sind reichlich Funde zu Tage getreten. Einige der Gruben sind noch nicht renaturiert, es hat sich jedoch schon eine hauptsächlich aus Flechten und Moosen bestehende Pioniervegetation entwickelt. Infolge der Kiesentnahme wurden in den Gruben voreiszeitliche Bodenoberflächen wieder offengelegt, was die Wiederansiedlung von Reliktarten, besonders solcher mit alpin-arktischen Habitatansprüchen, begünstigt.

In solchen Kiesgruben wurden seit 2017 wiederkehrend Pilze der Gattung *Omphalina* s.l. gefunden, deren Artzugehörigkeit unklar war. Die Pilze wuchsen von November bis März immer zwischen und in der Nähe des Widerton-Mooses *Polytrichum pilifera* Schreb. ex Hedw. Im gleichen Biotop als Begleitfunga in derselben Pioniervegetation wurden folgende Arten kartiert: *Neottiella vivida* (Nyl.) Dennis, *Arrhenia peltigerina* (Peck) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys, *Arrhenia chlorocyanea* (Pat.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys, *Cystoderma amianthinum* (Scop.) Fayod, *Entoloma sericeum* Quél., *Galerina terrestris* V.L. Wells & Kempton, *Gamundia striatula* (Kühner) Raithelh., *Omphalina pyxidata* (Bull.) Quél., *Deconica montana* (Pers.) P.D. Orton, *Rickenella fibula* (Bull.) Raithelh., *Rickenella fibula* var. *hydrina* (Fr.) Krieglst..

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Funde einer unbekanntten Art der Gattung *Omphalina* s.l. morphologisch, ökologisch und molekularbiologisch zu charakterisieren.

Material und Methoden

Die mikroskopischen und makroskopischen Abbildungen wurden anhand von Frischmaterial erstellt. Sie stammten von Aufsammlungen über einen Zeitraum von drei Jahren und beinhalteten Fruchtkörpern aller Altersstufen. Mikroskopische Präparate wurden in Leitungswasser hergestellt und zum Teil mit Melzers Reagenz oder Kongorot in Kaliumhydroxidlösung behandelt. Die Zeichnungen wurden nach mikroskopischen Bildern angefertigt und die Fotos mit einer Olympus F2.0 Kamera bzw. eines Handys (HUAWEI) gemacht. Exsikkate der hier beschriebenen Art liegen

im Herbarium Senckenbergianum (Herbarnummer FR-0246051), Frankfurt am Main, Hessen sowie im Privatherbar von Heinrich Lehmann, Kiel-Russee, Schleswig-Holstein. Die Bestimmung der Pilze wurde mit Schlüsseln (BON 1997, BREITENBACH & KRÄNZLIN 1991, CLÉMENÇON 1982, GRÖGER 2006, KNUDSEN & VESTERHOLT 2008, GMINDER 2001, LUDWIG 2001) und dem Heranziehen weiterer Werke (BON 1988, DÄHNCKE 2004) durchgeführt. Die Flechten wurden mittels WIRTH (1995) und die Moose mittels NEBEL & PHILIPPI (2000) bestimmt.

DNA-Extraktion

Die DNA wurde mit einer auf CTAB basierenden Extraktionsmethode isoliert. Dazu wurde ein kleines Stück des getrockneten Pilzes mit Hilfe einer Retsch MM200 (Retsch GmbH, Deutschland) in einem 2-ml Reaktionsgefäß mit mehreren Metallkugeln (3 mm und 1 mm im Durchmesser) für 5 min bei 25Hz gemahlen. Anschließend wurden 900 µl CTAB-Puffer (100m M TRIS, 1,4 M NaCl, 20mM EDTA, 2 % CTAB), welcher 100 µg ml⁻¹ Proteinase K enthielt, hinzugegeben und bei 65 °C für 60 min unter regelmäßigem Schütteln in einem Peqlab Thriller (VWR Peqlab, Teil von Avantor, USA) inkubiert. Nach der Zugabe von 900 µl Chloroform-Isoamylalkohol (Roti-CI, Carl Roth GmbH, Deutschland), invertieren für 1 min und Zentrifugation für 10 min bei 5.000 g, wurden 700 µl Überstand in ein neues Reaktionsgefäß überführt. Nach der Zugabe von 700 µl Roti-CI wurde dieser erneut wie zuvor beschrieben invertiert und zentrifugiert. Dem in ein neues Reaktionsgefäß überführten Überstand (600 µl) wurden 6 µl RNase A (10 mg ml⁻¹) beigefügt und dieser anschließend für 15 min bei 37 °C inkubiert. Anschließend wurden 600 µl Roti-CI hinzugegeben und erneut wie oben beschrieben invertiert und zentrifugiert. Die 500 µl Überstand wurden in 1,5-ml Reaktionsgefäße überführt in denen 250 µl Ammoniumacetat (7,5 M) vorgelegt waren, wozu anschließend 750 µl Isopropanol (100 %) hinzugefügt wurden. Nach kurzem Invertieren wurde wie oben beschrieben zentrifugiert, wobei die Kühlfunktion der Zentrifuge auf -11 °C gestellt wurde. Der Überstand wurde abgossen und 500 µl Ethanol (70 %) hinzugefügt, um das Pellet zu waschen. Das Gefäß wurde für 2 min bei 5.000 g zentrifugiert und der Schritt wiederholt. Der Restalkohol wurde mit einer Pipette entfernt und die DNA-Pellets bei 50 °C im Thermoinkubator getrocknet. Das DNA-Pellet wurde in 100 µl TE Puffer (10 mM TRIS, 1 mM EDTA) gelöst. PCR und Sequenzierung der Internal Transcribed Spacer region (ITS) wurden wie in Bandini et al. (2019) beschrieben mit den Primern ITS1-F und ITS4-B (GARDES & BRUNS 1993) durchgeführt.

In Vorbereitung der phylogenetischen Analyse wurden die Vorwärts- und Rückwärtssequenzen mit Genious 5.6 (Biomatter, New Zealand) assembliert und wenn notwendig editiert. Referenzsequenzen wurden entweder über Trease (MISHRA et al. unveröffentlicht) oder direkt von NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) gewonnen. Dabei wurden schlechte Sequenzen mit einer großen Anzahl an Ns oder anderen nicht-aufgelösten Basen verworfen, wenn sie nicht die einzige Sequenz dieser Art darstellten. Nach Trimmung der Enden auf gleiche Länge wurde sowohl eine

Minimum Evolution-Analyse mit MEGA 7 (KUMAR et al. 2016) unter Verwendung des Tamura-Nei Algorithmus (TAMURA & NEI 1993) durchgeführt als auch mittels Trease (MISHRA et al. unveröffentlicht) eine phylogenetische Berechnung auf der Basis des Maximum Likelihood Algorithmus (ML) mit dem GTR-CAT Modell in RAxML (STAMATAKIS 2014) durchgeführt. Zur statistischen Absicherung der Äste wurden bei beiden Analysen 1.000 Bootstraps durchgeführt (FELSENSTEIN 1985).

Ergebnisse

Molekularphylogenie

Die Gattung *Omphalina* grenzt sich mit sehr gutem Bootstrapsupport klar von den Außengruppen wie *Infundibulicybe* Harmaja ab (Abb. 1). Die in dieser Studie neu eingeführte Art grenzt sich mit maximaler Bootstrapunterstützung und großer

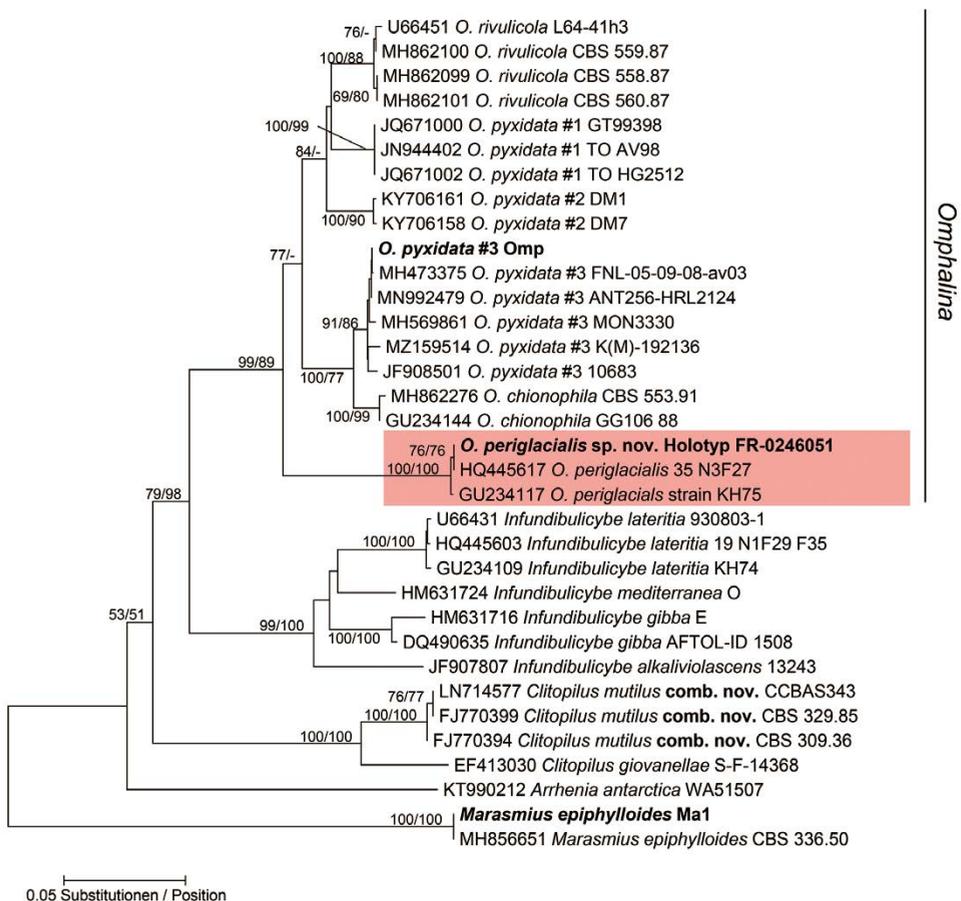


Abb. 1: Phylogenetischer Baum (Minimum Evolution) auf Basis von ITS-Sequenzen. Die Zahlen an den Ästen geben die statistische Unterstützung (Bootstrapwerte) der Minimum Evolution und Maximum Likelihood Analyse an. Werte unter 50 % sind nicht angegeben.

genetischer Distanz klar von den anderen Arten innerhalb der Gattung *Omphalina* ab. Des Weiteren deutet die Phylogenie eine Reihe taxonomischer Probleme an, da sie z.B. drei gut gestützte Cluster enthält, welche mit *O. pyxidata* bezeichnete Belege enthält, wobei einer davon die Varietät *O. pyxidata* var. *cystidiata* Curti, Contu & Vizzini repräsentiert. Eine im Vorfeld morphologisch als *O. pyxidata* bestimmte Aufsammlung (*Omp*) gruppiert klar mit einer dieser Gruppen. Sequenzen, die als *O. rivulicola* (J. Favre) Lamoure veröffentlicht wurden, sind ebenfalls an verschiedenen Stellen der Phylogenie vertreten.

Die Art *Omphalina mutila* (Fr.) P.D. Orton zeigt sich als der Gattung *Clitopilus* (Fr. ex Rabenh.) P. Kumm. zugehörig, mit maximaler Unterstützung durch beide phylogenetischen Algorithmen.

Habitat und Morphologie

Alle Funde der unbekanntnen Art wurden in Sand- und Kiesgruben in Schleswig-Holstein gemacht. Abb. 2 zeigt ein typisches Habitat.



Abb. 2: Lebensraumtyp Kiesgrube, Hauptfundort

Foto: H. LEHMANN

Die unbekanntne Art der Gattung *Omphalina* wuchs zumeist gesellig bis büschelig zwischen den Individuen der vermuteten Wirtsart, *Polytrichum pilifera* (Abb. 3a-c). Sie wies breite, samtig überzogene Lamellen und Lamellulae auf, letztere undulierten deutlich (Abb. 4a-c).

In der mikroskopischen Betrachtung fielen besonders die zahlreichen Basidiolen mit Öltröpfchen und die langgestreckten Cheilozystidien auf (Abb. 5a), deren Spitzen in Melzers Reagenz eine deutliche Orangefärbung aufwiesen. Die Stielhyphen zeigten auffallende, teils medallionartige Schnallen (Abb. 5b).



Abb. 3a-c: Fruchtkörper von *Omphalina periglazialis* spec. nov., gesellig bis büschelig wachsend zwischen Moos und Kies

Fotos: H. LEHMANN



Abb. 4a-c: Ansicht der Lamellen von *Omphalina periglazialis* spec. nov.

Fotos: H. LEHMANN



Abb. 5a-b: a) Lamellenschneide mit Basidiolen und cystodioiden Elementen; b) Stielhyphen mit Medaillon-Schnallen.
Foto: D. DETLOFF-SCHEFF (5a) und H. LEHMANN (5b)

Bestimmung

Es wurden jeweils 13 bestimmungsrelevante Parameter in den Vergleichsgruppen untersucht, nämlich Habitat, Hut, Lamellen, Stiel, Basidien, Sporen, Hymenialzystiden, Pseudozystiden, Huthaut, Hutdeckschicht, Schnallen, Trama, Phänologie. Bei den Vergleichsarten handelt es sich um Taxa, die im Baum im gleichen oder einem benachbarten Clade gruppieren und um ähnlich geschlüsselte Arten (nach BON 1997, BREITENBACH & KRÄNZLIN 1991, CLÉMENÇON 1982, GRÖGER 2006, KNUDSEN & VESTERHOLT 2008, GMINDER 2001, LUDWIG 2001), die ökologische, farbliche und anatomisch-morphologische Ähnlichkeiten aufweisen. Die Gegenüberstellung dieser Arten mit hier beschriebenen Art der Gattung *Omphalina* auf der Basis dieser Bestimmungsschlüssel und dem Heranziehen weiterer Werke (BON 1988, DÄHNCKE 2004, LAMOURE 1974, LAMOURE 1980) ergab nachfolgende Merkmalsübersicht (Tab. 1).

Zusammenfassend wird deutlich, dass weder phylogenetisch verwandte Spezies, noch die morphologisch-anatomisch ähnlichen Taxa mehr als drei gemeinsame Merkmale mit der unbekanntem Art der Gattung *Omphalina* haben, jedoch zahlreiche Unterschiede aufweisen, weshalb sie als eigenständige, bisher unbeschriebene Art angesehen werden muss. Insbesondere die langen, haarähnlichen Hymenialelemente, die bei anderen Vertretern der Gattung bisher nicht nachgewiesen wurden und intrazelluläre, farbliche Pigmente enthalten, unterscheiden die Art von allen vorgenannten.

Tab. 1: Übersicht wichtiger Merkmale von *Omphalina periglacialis* spec. nov. sowie von morphologisch, molekular oder ökologisch ähnlichen Arten

	<i>O. periglacialis</i>	<i>Omphalina galericolor</i>	<i>Contumyces rosellus</i>	<i>Omphalina lilacinicolor</i>
Habitat	Siedler auf Sand- und Kiesflächen, nur Binnendünen; bryophil, acidophil (pH 5), alle Funde an dem Moos <i>Polytrichum</i>	trockene, sonnen-exponierte Grasflächen auf Sandböden (Küsten, Binnendünen) zwischen Moosen und in nassen arktischen Tundrasümpfen	auf unfruchtbarer Erde im moosigen Grasland	auf sandiger Erde, zwischen niedrigen Moosen (<i>Tortula ruraliformis</i>), in sandigen grasigen Dünen, oder unter Holunderbüschen, auch an Waldrändern
Hut	8-15 mm, jung konvex, dann wellig verbogen, teils genabelt, glatt, Rand gezähnelte, keine gekerbte Riefung, pastellorange bis fleischfarben	7-12 (-25) mm, konvex bis flach konvex, teils genabelt, oft mit Papille, Rand gerade, gezähnelte, durchscheinend griefte, hygrophane, ockergelb-braun	5-20 mm, plan-konvex, ± genabelt, Rand gezähnelte, hygrophane, nicht durchscheinend geriefte, rosa-lila, trocken aufhellend cremegraue, angedrückt feine wollig-faserige	2-20 mm, flach bis konvex, Mitte leicht genabelte, Rand eingerollte, wellig, nicht geriefte, glatte, feine samtig bis faserige, schülferig-bereifte, hygrophane, rosabraune, ocker, trocken braun-gelbe.
Lamellen	L = 13-20, l = 0-3; dick, wenige, kaum herablaufende, gegabelte, Schneide feine bewimperte, hell pastell	weit herablaufende, dicke, oft gegabelte, absteheude, blass isabell bis cremeweisse.	L = 4-11, l = 0-3, entfernt, bogig herablaufende, rosa mit gleichfarbener Schneide.	L ± 14, herablaufende bis breite angewachsene, dicke, manchmal gegabelte, entfernt, blass-rosatonbraune
Stiel	20-30 x 1-2 mm, zentral, voll, spindelig bis zylindrische, Farbe wie Hut	7-25 x 1-2 mm, abwärts erweiterte, kahl, ocker bis ockerbraune,	10-30 x 1-2 mm, zylindrische, weiß oder durchsichtige rosa	3-20 x 0,5 -3 mm, zylindrische, stumpfe, glatte, kahl, hutfarbige, apikal weißliche bis lilarosa, basal weißfilzige
Basidien	keulig, 25 x 8 µm, 2- und 4-sporig, lange Sterigmen	4-sporig, mit Basalschnallen	bis 35 x 10 µm, 2- und 4-sporig, mit Basalschnallen	2- und 4-sporig, mit Basalschnallen

Sporen	7,5-9 x 5-7 µm, Q: 1,2 bis 1,5; globos, subglobos bis dacryoid, dickwandig, dicker Apikulus, kein Keimporus sichtbar	6-8,5 x 4,5-7 µm, globos bis breit ovoid bis ellipsoid	8,5-10,5 x 4-6 µm, Q: 2,0; ellipsoid bis oblong bis tropfenförmig, dünnwandig	5,5-8,5 x 5-7 µm, Q: 1,2; globos, subglobos breit, tropfenförmig
Hymenial zystiden	PsZ: 10-60 x 2 µm, apikal abge- rundet, selten leicht kopfig; schlank, zylindrisch, einige leicht kantig- knorrig, lageniform, rasig, mit intrazellulärem Pigment; an der Fläche kürzer. PsZ in manchen Fruchtkörpern nur spärlich oder fehlend	keine Zystiden	ChZ: 30-50 x 4-10 µm, lageniform	ChZ keine oder nur spärlich; zylindrisch oder verbogen, lageniform, schmal keulig; dünnwandig, hyalin
Huthaut, HDS Pileipellis	Kutis mit Übergang zum Hymeniderm. Gewebe irregulär, teilweise auf- gebläht, diverti- kulate Auswüchse, feines intrazelluläres Pigment, Hyphenenden langkeulig	Kutis (?), Hyphen der HDS nicht inkrustiert;	Kutis mit Übergang zum Trichoderm, Hyphenenden keulig bis lageniform (bis 65 x 11 µm).	Kutis (?)
Stielbe- kleidung Stipitipellis	liegende Kutis, mit in Büscheln abstehenden Hyphenenden	kahl	sehr fein bepudert, büschelige Caulozystiden	kahl
Trama	weich, glasig-weißlich	Farbe wie Hutoberfläche, ockergelbbraun	weiß im Hut, rosa im Stiel	weißlich
Phänologie	November bis März	im späten Herbst, spät im Jahr	Oktober bis November	spät im Jahr

	<i>O. periglacialis</i>	<i>Omphalina chionophila</i>	<i>Omphalina arctica</i>	<i>Omphalina rivulicola</i>
Habitat	Siedler auf Sand- und Kiesflächen, nur Binnendünen; bryophil, acidophil (pH 5), alle Funde an dem Moos <i>Polytrichum</i>	hoch-alpin, sub-arktisch, bei Schneefeldern, zwischen z.B. <i>Salix herbacea</i> , eher trocken, acidophil	arktisch-subarktisch, saprophytisch in tiefen, nassen Moospolstern, in saurem Wasser	Quellfluren, Ufer kalkhaltiger Gewässer, bei hygrophilen Moosen, calciphil
Hut	8-15 mm, jung konvex, dann wellig verbogen, teils genabelt, glatt, Rand gezähnt, keine gekerbte Riefung, pastellorange bis fleischfarben	8-17 mm, jung flach konvex, später genabelt, sehr dunkelbraun,	10-20 (-28) mm, trichterförmig, Rand eingerollt, abfallend, durchscheinend gerieft, grau-braun (ohne Rotton)	10-40 mm, jung: flach, ungerieft, alt bis tief trichterig, stark durchscheinend gerieft, Rand glatt bis feinwellig, purpur-, gelb- bis rotbraun
Lamellen	L = 13-20, l = 0-3; dick, wenige, kaum herablaufend, gegabelt, Schneide fein bewimpert, hell pastell	herablaufend, eng bis entfernt, beige	mäßig gedrängt, l = 2-3, bogig herablaufend bis breit angewachsen, weiß bis blass-braun	L = 12-16, l = 1-2; erst gerade, dann bogig weit herablaufend, wenige gegabelt oder aderig; blass bis hell ockerbräunlich
Stiel	20-30 x 1-2 mm, zentral, voll, spindelig bis zylindrisch, Farbe wie Hut	11-23 x 1-3 mm, heller als Hut	24-34 x 2-3 mm, blasser bräunlich als der Hut, zur Basis hin fast farblos	15-30 (-50) x 1-3 mm, einige basal verschlankend, hohl, dem Hut etwa gleichfarben, basal blasser, weißfaserig übersponnen,
Basidien	25 x 8 µm, 2- und 4-sporig, lange Sterigmen	4-sporig	4-sporig	35 x 10 µm, 4-sporig
Sporen	7,5-9 x 5-7 µm, Q: 1,2 bis 1,5; globos, subglobos bis dacryoid, dickwandig, dicker Apikulus, kein Keimporus sichtbar	(7-) 8-11 x 5-5,5 (-6) µm, ellipsoid, dacryoid	9-10 x 5-5,5 µm schmal ovoid bis mandelförmig	8-10 x 6-7 µm, breitelliptisch, gedrunken, apikal breit gerundet (6,5-8,5 x 5-7,5 µm globos bis breito-void nach LUDWIG 2001)

Hymenialzysten	PsZ: 10-60 x 2 µm, apikal abgerundet, selten leicht kopfig; schlank, zylindrisch, einige leicht kantig-knorrig, lageniform, rasig, mit intrazellulärem Pigment; an der Fläche kürzer. PsZ in manchen Fruchtkörpern nur spärlich oder fehlend	keine	keine	keine; aber 25-40 x 3-4,5 µm bei BREITENBACH & KRÄNZLIN (1991)
HDS	Kutis mit Übergang zum Hymeniderm. Trama irregulär, teilweise aufgebläht, divertikuläre Auswüchse, feines intrazelluläres Pigment, Hyphenenden langkeulig	Kutis, Hyphen 3-4 µm, Pigment bräunlich, fein inkrustierend	Kutis, Hyphen 4-6 µm breit, Pigment bräunlich, stark inkrustierend	Kutis, Hyphen 3,5-20 µm breit, Pigment gelbbraun, inkrustierend
Stielbekleidung	Kutis ähnlich wie Huthaut, in Büscheln abstehende Endhyphen-Haare	Kutis ähnlich wie Huthaut, Pigment hyalin bis hell bräunlich, fein inkrustierend	k.a.	Abstehende Endhyphenhaare ca. 100 µm lang
Trama	weich, glasig-weißlich	blass-braun	k.a.	bräunlich in der Stielrinde, rosa-lich in Hut und Stiel
Phänologie	November bis März	August bis September	August	Juni bis November

Da bei allen Arten Schnallen vorhanden sind wurde auf dieses Merkmal in der Tabelle verzichtet.

Taxonomie

Da die hier diskutierte unbestimmte *Omphalina* keiner bisher bekannten Art zugeordnet werden konnte, basierend auf morphologischen Merkmalen und molekularer Phylogenie, wird sie hier als neue Art vorgestellt.

Omphalina periglacialis S. Lettau & H. Lehmann **sp. nov.**

Registration number: MB 842526

Diagnosis: *Omphalina periglacialis* differs from all other taxa in the genus by the thin cylindrical cystidoid hymenial elements, the cutis with trichodermic tendency and the club-shaped end cells in the cuticle.

Holotype: Germany, Schleswig-Holstein, gravel-pit near the village of Jagel (MTB 1523,141), 06.12.2020, leg. H. Lehmann. (FR-0246051, in Herbarium Senckenbergianum (FR), holotype)

Etymologie: peri (greek) = near, around; glacies (lat.) = ice, glacier

Habit: rather collyboid/marasmielloid than omphalinoid; **Cap:** 8-15 mm, convex when young, then more discoid to navel-like, rarely funnel-shaped, often wavy, margin wavy-grooved, ± rounded over the lamella, surface smooth, matte or slightly glossy, aeriferous, in young stage uniformly light straw colored with a touch of pink, later orange to flesh colored in the centre, with lighter colored translucent radial stripes towards the edge; cuticle slightly gelatinized, slightly elastic but not peeling off; not hygrophanous; pale straw yellow to milk-coffee colored when dried. **Context:** whitish, watery in the whole fruitbody, soft; odour and taste insignificant to absent.

Lamellae and lamellulae: L = 13-20, l = 0-3, mostly 1; lighter in color than cap and stipe, some forked or wavy (especially the lamellulae) or anastomosing; moderately distant; broad, some of them slightly descending the stipe; somewhat collyboid in habit; gill edge significantly lighter, broad, finely crenulate. **Stipe:** 20-30 × 2 mm, at base 1 mm; **centric** centric, solid; often bent to slightly wavy; spindle-shaped to cylindrical, mostly tapering towards the base; stipe color similar to cap, rose to flesh colored when young, somewhat darker when old; surface slightly rough under the lens, but smooth to the naked eye; not whitish-tomentose towards and at the base; stipe context fibrous to granular. **Growth habit:** solitary to gregarious, sometimes clustered close together.

Spores: (7-) 7.5-9 (-10) × (5-) 5-7 (-8) µm, somewhat larger in the rare 2-spored basidia; Q = 1.2-1.5; inamyloid; mostly subglobose to globose, sometimes elliptical to dacryoid; hyaline; without oil droplets but with rather diffuse content; thick-walled, smooth; apiculus large, sometimes up to 20% of the spore length, no germ pore visible. **Basidia:** varying in length, up to 25 × 8 µm, cylindrical to club-shaped, sometimes slightly head-shaped, often with granulate filling, with 4, rarely 2 sterigmata (7-8 µm long), basidial clamps present. **Basidiols:** as palisade in the hymenium near the stem and in the middle of the gills, but varying significantly in number, size and shape towards the edge of the cap; often with granulate fillings. **Cystidoid hymenial elements:** Lamellar edge and sides with pseudocystida that are hyaline, inamyloid, 10-60 × 2 µm, apically rounded, without septa, rarely slightly capitate; very slender, cylindrical to lageniforme, some slightly angular and bent, often with intracellular, colored pigments, which can still be observed after rehydration of dried basidiocarps.

Note: *Omphalina periglacialis* has conspicuous hymenial elements that have not been found in the other members of the genus. They are hyaline, elongated threads, rather long but without intermediate septa, change their hyphal shape only slightly throughout the entire length, and contain intracellular, coloured pigments. Because of their anatomy and conceptual overlap, these hymenial elements cannot be clearly assigned to either cystides, hyphidia, or hairs. **Pileipellis:** transitions from a regular cutis into a trichodermic clavicutis; consisting of irregular, slender, thin-walled hyphae with large buckles, some of which look like sarcodimitic cells up to 7 μm , and with diverticulate, bridge-like branches, hyphal diameter appr. 4 μm , clavate hyphal ends up to 9 μm ; occasionally fine incrustations on the hyphae; with scattered amorphous, yellowish, crystalloid inclusions between the hyphae. **Pileocystida:** absent. **Stipitipellis:** hyphae smooth, similar to those of the top layer hyphae, but without incrustations; on whole length tufts of protruding hyphae, which create the macroscopic impression of a pruinose stem. Hyphae slightly glassy, whitish; of the cap

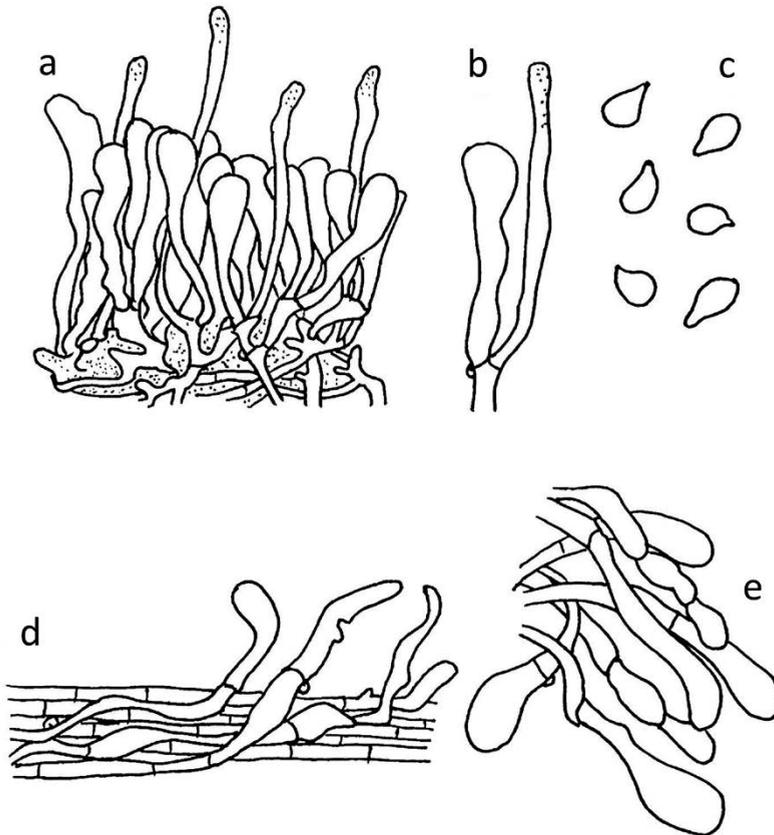


Abb. 6: Skizzen von Mikromerkmalen von *Omphalina periglacialis* sp. nov. a) Hymenialausschnitt mit Basidiolen und Cheilozystiden, b) Detail mit Basidiole und Cheilozystide c) Sporen, d) absteigende Hyphenhaare der Kortikalschicht des Stiels, e) clavate Terminalzellen der Pileipellis
Zeichnung: M. THINES nach einer Vorlage von H. LEHMANN

trama. **Caulocystida:** similar to hymenial cystida, very scattered between the tufts of protruding hyphae.

Habitat: all five collections always in abandoned gravel or sand pits and always with or near *Polytrichum piliferum*. The pH value of the soil was slightly acidic (pH 5). **Fructification period:** November to March.

Omphalina periglacialis S. Lettau & H. Lehmann, **sp. nov.**

Deutscher Namensvorschlag: Relikt-Nabeling

Etymologie: peri (griech.) = bei, um; glaciers (lat.) = Eis, Gletscher

Makroskopische Beschreibung

Habitus eher collyboid/marasmielloid als omphalinoid. **Hut** 8 bis 15 mm Durchmesser; jung eher konvex, dann mehr scheibig bis genabelt bis wellig, leicht flatterig verbogen, am Rand wellig-riefig, nur selten trichterartig; Rand \pm abgerundet über der Lamelle, zwischen den Lamellen fein bis grob eingesenkt gezähnt, regelrecht bis wellig; Oberfläche glatt, matt glänzend, aerifer, ohne Rillen oder Kerben; jung einfarbig hell strohbräunlich mit einem rosafarbenen Hauch, später orangefarben bis fleischfarbig im Zentrum, zum Rand hin durchscheinend, breit radialstreifig aufhellend; Huthaut leicht gelatinisiert, sich leicht elastisch dehnend beim erfolglosen Abziehversuch; nicht hygrophan; getrocknet hell strohgelblich bis milchkaffee-farbig. **Trama:** In Hut und Stiel gleichfarbig weißlich, wässrig, weich. Geruch und Geschmack unauffällig bis fehlend. Tramahyphen leicht glasig, weißlich. Zwischen den Hyphen der Huttrama gelegentlich amorphe, gelbliche kristalloide Einschlüsse. **Lamellen und Lamelletten:** L = 13 bis 20, l = 0 bis 3, meistens 1; heller als Hut und Stiel, einige gegabelt oder wellig oder anastomisierend; nicht dicht stehend; breiter bis leicht herablaufender, teils bogiger Lamellenansatz am Stiel; insgesamt Silhouette eher collyboid; Lamellenschneide deutlich heller, breit, fein bewimpert. **Stiel:** 20-30 x 2 mm, basal 1 mm; zentral, voll; spindelrig bis zylindrisch, basal meistens verjüngend, oft leicht wellig verbogen; Stielfarbe ähnlich der Hutfarbe, jung rosa-fleischfarben, alt etwas dunkler; Kortikalschicht der Stieloberfläche leicht aufgeraut, ohne Handlupe glatt erscheinend; Stiel mit abstehenden, teils aufgeblähten, manchmal leicht verzweigten und büschelbildenden Hyphenenden ausgestattet (Lupe), gegen die Basis keine Ankerhyphen, nicht weißlich-filzig. Stieltrama längsfaserig bis körnig. **Wuchsform:** Einzeln bis gesellig, einige büschelig dicht zusammen.

Mikroskopische Beschreibung

Sporen: (7-) 7,5-9 (-10) x (5-) 5-7 (-8) μm ; Q = 1,2-1,5; von den seltenen 2-sporigen Basidien etwas größer; inamyloid; vorherrschend subglobos bis globos, auch oval-elliptisch bis tropfenförmig; hyalin, dickwandig, glatt; ohne Öltropfen, mit diffussem Inhalt; mit großem Apikulus (bis 20 % der Sporenlänge), ohne sichtbaren Keimporus. **Basidien:** bis 25 x 8 μm , zylindrisch-keulig, teilweise leicht kopfig, oft mit

granuliertem Inhalt, mit 4, seltener mit 2 Sterigmen (7-8 µm lang), Schnallen an der Basis vorhanden. **Basidiolen:** im Hymenium in Stielnähe und in der Mitte pallisadenförmig, variieren zum Hutrand hin jedoch deutlich in Anzahl, Größe und Form; oft mit granuliertem Inhalt. **Zystidoide Elemente aus dem Hymenium:** Pseudozystiden rasig an der Schneide und Fläche, hyalin, inamyloid, 10 bis 60 x 2 µm, sehr schlank, apikal abgerundet, selten leicht kopfig, zylindrisch, einige leicht kantig-knorrig, lageniform, ohne Septen; oft mit intrazellulären farbigen Pigmenten, auch im Exsikkat nach dem Rehydrieren noch zu finden.

Bemerkung: *O. periglacialis* hat auffällige Hymenialelemente, die bei den anderen Vertretern der Gattung so nicht nachgewiesen wurden. Sie sind hyalin, länglich wie Haare, recht lang aber ohne Zwischensepten, verändern ihre hyphale Form nur wenig, beinhalten intrazelluläre farbliche Pigmente, erscheinen wie rasig gesät auf den Lamellenschneiden und an den Lamellenflächen. Diese Hymenialelemente lassen sich wegen ihrer Anatomie und aufgrund begrifflicher Überschneidungen weder Zystiden, noch Hyphidien oder Haaren eindeutig zuordnen.

Hutdeckschicht (Pileipellis): Übergänge von einer Cutis in eine Mischung aus Trichoderm und Clavicutis. Diese besteht aus irregulären, schlanken, dünnwandigen, teilweise wie sarcodimitische Zellen aussehenden, bis 7 µm keulig aufgeblähten, auch mit diverticulaten, brückenartig verbundenen Abzweigungen versehenen Hyphen mit großen Schnallen. Gelegentlich sind feine Inkrustierungen auf den Hyphen erkennbar. Hyphendurchmesser ± 4 µm, clavate Hyphenenden bis 9 µm.

Pileozystiden: nicht vorhanden. **Stielbekleidung (Stipitipellis):** glattes, anliegendes Hyphengewebe. Hyphen ähnlich denen der Hyphen der Hutdeckschicht, aber ohne Inkrustierungen. Über den Stiel verteilt entwickeln sich abstehende Hyphenhaarbüschel, die den Eindruck eines bereiften Stieles erzeugen. **Kaulozystiden:** Nur wenige Zystiden zwischen den ausgestülpten Hyphenenden gefunden. **Trama:** Tramahyphen leicht glasig, weißlich. Zwischen den Hyphen der Huttrama gelegentlich amorphe, gelbliche, kristalloide Einschlüsse.

Habitat: Alle fünf Kollektionen ausschließlich in aufgelassenen Kies- oder Sandgruben und nur mit/bei *Polytrichum piliferum* gefunden. An den Entnahmestellen wurde der pH-Wert 5 (leicht sauer) ermittelt. **Fruktifikationsperiode:** November bis März.

Typus: Deutschland, Schleswig-Holstein, Kiesgrube bei Jagel (MTB 1523,141), 06.12.2020, leg. H. Lehmann. Holotypus im Herbarium Senckenbergianum (FR), Frankfurt, unter der Hinterlegungsnummer FR-0246051. Isotypen im Privatherbar von H. Lehmann, Kiel, Schleswig-Holstein.

Aufgrund ihrer phylogenetischen Gruppierung, zusammen mit verschiedenen morphologischen Merkmalen (z. B. der kurze Stiel und fehlende Pigmentierung), wird *O. mutila* hier in die Gattung *Clitopilus* transferiert.

Clitopilus mutilus (Fr.) Thines, **comb. nov.**

MB 842525

Basionym: *Agaricus mutilus* Fr. 1821, Systema mycologicum 1:191.

- ≡ *Pleurotus mutilus* (Fr.) Gillet 1878 ("1876"), Hyménomycètes (Alençon): 344.
- ≡ *Omphalia mutila* (Fr.) P. Karst. 1879, Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk 32:128.
- ≡ *Clitopilus scyphoides* f. *mutilus* (Fr.) Singer 1946, Farlowia 2(4):555.
- ≡ *Omphalina mutila* (Fr.) P.D. Orton 1960, Transactions of the British Mycological Society 43(2):180.

Diskussion

Seit 2017 fanden die Autoren die hier neu beschriebene Art in verschiedenen Kiesgruben in Schleswig-Holstein. 2020 fruktifizierte diese Sippe üppiger und zeigte sich vermehrt auf den noch karg bewachsenen, kiesreicheren Seitenhängen der Gruben, jedoch immer nur zwischen, nahe oder in direkten Kontakt mit der Moosart *Polytrichum piliferum*. Als nach mehreren Frosteinbrüchen im Januar 2021 alle Begleitpilzarten außer *Deconica montana* ihr Wachstum beendet hatten, wuchs *O. periglacialis* weiter und es erschienen Ende Februar noch mehrere, junge Fruchtkörper. Die frischen, jungen Fruchtkörper zeigen im Feld eine wässrige, hell fleischfarbene Färbung mit rosa bis orangen Anteilen, die im Zentrum teilweise etwas dunkler ist. Die Farbgebung ändert sich etwas während des Abtrocknens bzw. bei künstlichem Licht.

Die phylogenetische Analyse der ITS-Sequenz zeigt die Verortung der Art sowohl innerhalb der Gattung *Omphalina* als auch die phylogenetisch nähere Verwandtschaft zu *Omphalina pyxidata* und zu *Omphalina rivulicola*. Sie steht aber auch arktisch-alpinen Arten, wie *O. chionophila* nahe. Diese Nähe zu alpin-arktischen Arten lässt vermuten, dass es sich bei diesem Taxon um ein Eiszeitrelikt handeln könnte. Auch das Vorkommen im Winter, die Gesellschaft mit einem Moos, welches ebenfalls alpin-arktische Bedingungen toleriert, machen diese Annahme möglich. Zudem tritt die Art in einem Gebiet auf, das durch periglaziale Prägungen überformt wurde (Sander), die infolge von Oberflächenverwerfungen beim Kiesabbau wieder zu Tage treten. Die Art *O. pyxidata*, die in engerer phylogenetischer Beziehung zu *O. periglacialis* steht, gilt als eine Sammelart, der mehrere Varietäten zugeschrieben werden (Vizzini et al. 2012). Dies wird auch in der vorliegenden Arbeit deutlich, in der drei phylogenetisch deutlich getrennte Linien mit ersterem Artnamen belegt sind. Für die Auflösung dieses Artkomplexes sind jedoch weiterführende morphologische und molekularphylogenetische Untersuchungen nötig, die nicht Inhalt der vorliegenden Arbeit sein konnten.

Im Vergleich mit *O. periglacialis* bestehen jedoch eminente morphologische Unterschiede. Von den 13 wichtigen Vergleichsparametern Habitat, Hut, Lamellen, Stiel, Basidien, Sporen, Hymenialzystiden, Pseudozystiden, Huthaut, Stielbekleidung,

Schnallen, Trama, Phänologie gibt es nur eine geringe Ähnlichkeit bei den Habitatsansprüchen und bei der Anatomie der HDS. *Omphalina periglacialis* befindet sich somit anatomisch nicht innerhalb der deutlich rotbraunen Arten in der Sektion *Pyxidatae* (Fr.) M. Bon, jedoch innerhalb der Gattung *Omphalina*. Folglich schlagen wir vor, dieses Taxon als eine eigenständige Art aufzufassen.

Danksagung

Wir möchten allen herzlich danken, die an dieser Bestimmungsarbeit teilgenommen haben. Ursula Niss hat freundlicherweise das Moos bestimmt, Rainer Niss stellte uns Pilzmaterial für die Sequenzierung zur Verfügung, Maren Kamke hat Untersuchungsdaten erstellt, Matthias Lüderitz konnte zielführende Hinweise geben und Dagmar Detloff-Scheff half beim Mikroskopieren.

Stellungnahme

Die Autoren versichern, dass keinerlei Genehmigungen Dritter für die Erstellung dieser Arbeit nötig war. Die entstandenen Kosten wurden von den Autoren getragen werden.

Literatur

- ANTONÍN V, NOORDELOOS ME (2004) A monograph of the genera *Hemimycena*, *Delicatula*, *Fayodia*, *Gamundia*, *Myxomphalia*, *Resinomycena*, *Rickenella*, and *Xeromphalina* (tribus *Myce-nae* sensu Singer, *Mycena* excluded) in Europe. IHW-Verlag, Eching, Deutschland. 280 S.
- BANDINI D, OERTEL B, PLOCH S, ALI T, VAURAS J, SCHNEIDER A, SCHOLLER M, EBERHARDT U, THINES M (2019) Revision of some central European species of *Inocybe* (Fr. : Fr.) Fr. subgenus *Inocybe*, with the description of five new species. *Mycological Progress* **18**:247-294.
- BON M (1988) Pareys Buch der Pilze. Verlag Paul Parey, Hamburg und München. 362 S.
- BON M (1997) Flore Mycologique d'Europe Vol. 4: Les Clitocybes, Omphales et Ressemblants. Documents Mycologiques, hors série **4**:1-182.
- BREITENBACH J, KRÄNZLIN F (1991) Pilze der Schweiz, Band 3. Mykologia Verlag, Luzern. 362 S.
- CLÉMENÇON H (1982) Kompendium der Blätterpilze. Europäische omphalinoide *Tricholomataceae*. *Zeitschrift für Mykologie* **48**:195-237.
- DÄHNCKE RM (2004) 1200 Pilze in Farbfotos. Bechtermünz Verlag, Augsburg. 1178 S.
- FELSENSTEIN J (1985) Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* **39**:783-791.
- FRIES EM (1821) *Systema mycologicum : sistens fungorum ordines, genera et species, hucusque cognitae, quas ad normam methodi naturalis determinavit*. Lundae, Ex Officina Berlingiana, Volumen 1.
- GARDES M, BRUNS TD (1993) ITS primers with enhanced specificity for *Basidiomycetes* – application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* **2**:113-118
- GILLET CC (1874) *Les Hyménomycètes, ou, Description de tous les champignons (fungi) : qui croissent en France, avec l'indication de leurs propriétés utiles ou vénéneuses*. Alençon.

- GMINDER A (2001) *Omphalina*. In KRIEGLSTEINER G (2001) Die Großpilze Baden-Württembergs, Band 2. Ulmer Verlag, Stuttgart, Deutschland. 620 S.
- GRÖGER F (2006) Bestimmungsschlüssel für Blätterpilze und Röhrlinge in Europa, Teil 1. Regensburger Mykologische Schriften, Band 13:1-638.
- GRUBE A (2012) Zur periglaziären Bildung und Überformung rinnenartiger Strukturen im Jungmoränengebiet Süd-Holsteins. E & G Quaternary Science Journal 61:69-81.
- KARSTEN PA (1879) Rysslands, Finlands och den Skandinaviska halföns Hattsvampar. Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk utgifua af Finska Vetenskaps-Societeten 32:1-571.
- KNUDSEN H, VESTERHOLT J (2008) Funga nordica. Nordsvamp, Kopenhagen. 966 S.
- KUMAR S, STECHER G, TAMURA K (2016) MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. Molecular Biology and Evolution 33:1870-1874.
- LAMOURE D (1974) Agaricales de la zone alpine. Genre *Omphalina*. 1ère partie. Travaux Scientifiques du Parc National de la Vanoise 5:149-164.
- LAMOURE D (1980) Alpine and circumpolar *Omphalina* species. In: LAURSEN GA, AMMIRATI JF (Hrsg.) Arctic and Alpine Mycology. The first International Symposium on Arcto-Alpine Mycology:201-210.
- LUDWIG E (2001) Pilzkompendium, Band 1. IHW Verlag, Eching. 784 S.
- MISHRA B, PLOCH S, WEILAND C, THINES M (unveröffentlicht) The TrEase web-server – inferring phylogenetic trees with ease (<http://www.thines-lab.senckenberg.de/trease>).
- MORENO G, CONTU M, ORTEGA A, PLATAS G, PELÁEZ F (2007) Molecular phylogenetic studies show *Omphalina giovanellae* represents a new section of *Clitopilus* (*Agaricomycetes*). Mycological Research 111:1399-1405.
- NCBI database <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> aufgerufen 7. Juli 2021
- NEBEL M, PHILIPPI G (2000) Die Moose Baden-Württembergs, Band 1, Ulmer Verlag, Stuttgart. 512 S.
- ORTON PD (1960) New check list of British agarics and boleti: Part III. Notes on genera and species in the list. Transactions of the British Mycological Society 43:159-384.
- REDHEAD SA, MONCALVO J-M, VILGALYS R, LUTZONI F (2002) Phylogeny of agarics: Partial systematics solutions for bryophilous omphalinoid agarics outside of the *Agaricales* (Euaragics). Mycotaxon 82:151-168.
- SCHMIDTKE KD (1995) Die Entstehung Schleswig-Holsteins. Wachholtz Verlag, Kiel. 128 S.
- SINGER R (1946) The *Boletineae* of Florida with notes on extralimital species, IV. The lamellate Families (*Gomphidiaceae*, *Paxillaceae*, and *Jugasporaceae*. Farlowia 2:527-567.
- STAMATAKIS A (2014) RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. Bioinformatics 30:1312-1313.
- TAMURA K, NEI M (1993). Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. Molecular Biology and Evolution 10:512-526.
- VIZZINI A, CURTI M, CONTU M, ERCOLE E (2012). A new cystidiate variety of *Omphalina pyxidata* (*Basidiomycota*, tricholomatoid clade) from Italy. Mycotaxon 120:361-371.
- WIRTH V (1995) Die Flechten Baden-Württembergs, Teil 2. Ulmer Verlag, Stuttgart. 474 S.

Sönke Lettau

Kartierung der Großpilze in Schleswig-Holstein, gerne in Dünen. Schwerpunkte liegen bei den Gasteromyceten. Durchführung von Pilzlehrwanderungen



Heinrich Lehmann

Kartierung der Großpilze in Schleswig-Holstein, gerne in Mooren, Feuchtgebieten und Sümpfen. Vorliebe für Cyphelloide und kleinere Arten, wie *Hemimycena* u.ä.



Marco Thines

arbeitet über die Evolution, Ökologie und Taxonomie von Oomyceten und Kleinpilzen, insbesondere von obligaten Pflanzenparasiten



Sebastian Ploch

ist promovierter Biologe und arbeitet als Labormanager bei der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung in Frankfurt. Schwerpunkte seiner Arbeit sind molekulare Phylogenie und Evolution phytoparasitischer Pilze.





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. Freigibiger 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): Lettau Sönke, Lehmann Heinrich, Thines Marco, Ploch Sebastian

Artikel/Article: [Diversität der Gattung Omphalina \(Tricholomataceae, Basidiomycota\) mit Beschreibung einer neuen Art 3-21](#)