

# Die Sektion *Phlegmacioida* der Gattung *Phlegmacium* in Europa eine aktuelle Übersicht

GÜNTER SAAR\*, GEERT SCHMIDT-STOHN\*\*, TOR ERIK BRANDRUD\*\*\* & BÁLINT DIMA\*\*\*\*

eingegangen am 16. August 2022

## Zusammenfassung

Auf der Basis vieler eigener sequenzierter Funde aus der Gattung *Phlegmacium*, Sektion *Phlegmacioida*, wird hier ein aktueller Überblick über diese Sektion gegeben. Ein Phylogramm macht die verwandtschaftlichen Beziehungen der heute abgrenzbaren Arten deutlich. Zur Charakterisierung der Sektion werden morphologische Merkmale (z. B. Blautöne am Fruchtkörper, keuliger Stiel, erdiger Geruch) und makrochemische Reaktionen (z. B. Laugenreaktion im Fleisch) herangezogen. Die Sektion *Phlegmacioida* umfasst nach heutigem Stand 31 Arten. Von rezenten Funden seltenerer Arten werden Fotos und Sporogramme gezeigt, die Charakteristika der einzelnen Arten werden herausgearbeitet sowie ein Bestimmungsschlüssel vorgelegt.

## Résumé

Sur la base de nombreuses récoltes personnelles séquencées du genre *Phlegmacium*, Section *Phlegmacioida*, on donne ici une vue générale actuelle de cette section. Un phylogramme met en évidence les relations de parenté entre les espèces qu'on peut distinguer aujourd'hui. Pour caractériser la section, on prend en considération des caractères morphologiques (par exemple les colorations des carpophores en bleu, le pied clavé, l'odeur de terre) et les réactions macrochimiques (par exemple la réaction de la chair aux bases). La section *Phlegmacioida* compte, en l'état actuel des connaissances, 31 espèces. On montre des photos et des sporogrammes de récoltes récentes d'espèces rares, on met en évidence les caractéristiques des différents taxons, et on propose une clé de détermination.

## Riassunto

Sulla base di numerosi nostri reperti sequenziati del genere *Phlegmacium*, sezione *Phlegmacioida*, viene fornita una panoramica aggiornata di questa sezione. Un filogramma mette in evidenza le relazioni di parentela delle specie attualmente delimitabili. Per caratterizzare la sezione, vengono utilizzate le caratteristiche morfologiche (per esempio, i toni blu del corpo fruttifero, il gambo bulboso, l'odore terroso) e le reazioni macrochimiche (per esempio, la reazione alcalina nella carne). Attualmente, la sezione *Phlegmacioida* comprende 31 specie. Di recenti ritrovamenti di specie più rare, vengono presentate immagini e sporogrammi, evidenziate le caratteristiche delle singole specie nonché presentata una chiave per la loro determinazione.

\* Günter Saar, Dammenmühle 7, D-77933 Lahr-Sulz; [saar.guenter@t-online.de](mailto:saar.guenter@t-online.de)

\*\* Geert Schmidt-Stohn, Burgstraße 25, D-29553 Bienenbüttel; [geert.schmidt-stohn@t-online.de](mailto:geert.schmidt-stohn@t-online.de)

\*\*\* Tor Erik Brandrud, Norsk institut for naturforskning (NINA), Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo; [tor.brandrud@nina.no](mailto:tor.brandrud@nina.no)

\*\*\*\* Bálint Dima, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológiai Intézet, Növényismeret Tanszék, Pázmány Péter sétány 1/c, H-1117 Budapest; [cortinarius1@gmail.com](mailto:cortinarius1@gmail.com)

## Resumen

Aprovechándonos del gran número de secuencias propias sobre el género *Phlegmacium*, sect. *Phlegmacioida*, ofrecemos aquí una puesta al día sobre esta sección. El filograma pone de manifiesto claramente las relaciones filogenéticas de las especies que se pueden diferenciar actualmente. Las características morfológicas (p.e. tonos azulados en los cuerpos fructíferos, estípite claviforme, olor terroso) y las reacciones macroquímicas (p.e. reacción de la carne al KOH) son utilizadas para distinguir las especies. La secc. *Phlegmacioida* incluye unas 31 especies. Se muestran fotos y esporogramas de especies raras, recientemente encontradas, cuyas características de cada una de ellas se ponen de manifiesto, presentándose además una clave de identificación.

## Abstract

Based on a large number of our own sequenced finds from the genus *Phlegmacium*, sect. *Phlegmacioida*, an up-to-date overview of this section is given here. A phylogram makes clear the phylogenetic relationships of the species that can be distinguished today. Morphological features (e.g. blue tones on the fruit body, clavate stem, earthy smell) and macrochemical reactions (e.g. KOH-reaction in the flesh) are used to distinguish the species. The *Phlegmacioida* sect. currently includes 31 species. Photos and sporograms of recent finds of rarer species are shown, the characteristics of the individual species are worked out and an identification key is presented.

**Schlüsselwörter • Mots-clés • Parole chiave • Paraules clau • Key words:** *Phlegmacium*, section *Phlegmacioida*.

## Einleitung

In zurückliegenden Jahren wurden von vielen Arten der Großgattung *Cortinarius* morphologische, ökologische und chemische Merkmale untersucht (BRANDRUD 1996, 1998; BIDAUD 1996; LIIMATAINEN et al. 2014, 2021) und seit 2003 auch zunehmend DNA-Sequenzanalysen durchgeführt (GARNICA et al. 2003, 2005, 2009; FRØSLEV et al. 2005, 2006, 2007; LIIMATAINEN et al. 2014, 2020 A). Viele Ergebnisse dieser Untersuchungen sind bereits in die Funga Nordica (KNUDSEN & VESTERHOLT 2012) eingeflossen und in Bestimmungsschlüsseln umgesetzt worden. Leider sind spätere Sequenzierungsergebnisse noch nicht in umfassende Bestimmungswerke eingeflossen und stehen nur als einzelne Publikationen zur Verfügung. Diese Arbeit soll einen Einstieg in die Sektion *Phlegmacioida* nach aktuellem Stand und eine Bestimmung aller Arten nach einem Schlüssel ermöglichen.

MOSER (1961) führte in seiner Monographie bereits 27 Arten der *Phlegmacioida* innerhalb der Sektion *Coerulescentes* in der Untersektion *Variocolores* und in den Kreisen *Variicolor*, *Latum* und *Balteatum* auf. BRANDRUD (1998) stellte in einer ersten Übersicht über die Sektion *Phlegmacioides* 21 Arten und Varietäten in 3 Subsektionen (*Variocolores*, *Balteati* und *Serarii*) in Europa vor, während BIDAUD et al. (1996) für die Sektion *Patibiles* 82 Taxa (Arten, Varietäten und Formen in 4 Subsektionen (*Balteati*, *Crassi*, *Cyanipedes*, *Patibiles*) vorstellt, die sich aber zum größeren Teil als Synonyme erwiesen haben.

GARNICA hat bereits 2005 gezeigt, dass es sich bei der Sektion *Phlegmacioida* um eine molekulargenetisch gut abgrenzbare, monophyletische Gruppe innerhalb der Großgattung *Cortinarius* handelt.

Bei den *Phlegmacioida* brachten in den letzten Jahren sowohl die Sequenzierungen von Typuskollektionen durch LIIMATAINEN et al. (2014) als auch eigener Funde große Fortschritte bei der Klärung dieses Artenkomplexes.

Während der Arbeit an diesem Artikel publizierten LIIMATAINEN et al. (2022) ihre revidierte Klassifikation der *Cortinariaceae*, deren Ergebnisse hier schon berücksichtigt wurden, um nomenklatorisch wirklich auf dem letzten Stand zu sein. Danach wird die bisherige Gattung *Cortinarius* in zehn Gattungen aufgeteilt, wovon sieben neu aufgestellt wurden (vgl. hierzu K. Soop, Dix genres pour remplacer *Cortinarius*, Seiten 22-24 in diesem *Journal des J.E.C.*). Damit gehören alle in dieser Arbeit behandelten Taxa jetzt in die Gattung *Phlegmacium*, Untergattung *Phlegmacium* und hier in die Sektion *Phlegmacioida* (Fr.) Niskanen & Liimat.

In der Sektion *Phlegmacioida* werden aktuell 31 Arten geführt, die in dieser Arbeit aufgeteilt in sechs Klades und in einer Gruppe mit isoliert stehenden Arten behandelt werden.

Nach aktueller Datenlage kommen Vertreter dieser Sektion fast ausschließlich in der nördlichen Hemisphäre vor. Bisher ist nur eine Art aus Australien (GASPARINI & SOOP 2008) beschrieben, während HORAK & MOSER (1975) in ihrer Monographie über *Phlegmacium* in Südamerika keinen Vertreter dieser Sektion erwähnen.

## Material und Methoden

Eigene Funde wurden in frischem Zustand im Gelände oder Labor fotografiert und detailliert beschrieben. Die Tests mit 30%iger KOH wurden an Frischmaterial durchgeführt und beobachtet. Mikroskopische Strukturen wurden lichtmikroskopisch untersucht (siehe GARNICA et al. 2005; MÜNZMAY & SAAR 2005; SCHMIDT-STOHN 2011). Die Sporen wurden am Bildschirm mit dem Programm Zen core Version 3.1.88.0000 vermessen und in Microsoft Excel statistisch ausgewertet. Da es nicht immer möglich war, eine ausreichende Menge von Sporen am Stiel oder an der Cortina zu finden, wurde wegen der besseren Vergleichbarkeit der Messwerte für jede Kollektion eine Sporenpräparation aus den Lamellen hergestellt. Sporen aus Lamellenpräparaten können im Durchschnitt ca. 0,2 bis 0,5  $\mu\text{m}$  länger als ausgefallene, völlig reife Sporen sein. Dies liegt daran, dass die Sporen in Lamellenpräparaten stets einen bestimmten Anteil unreifer oder weniger reifer Sporen enthalten, die während der Reifung ihren Wassergehalt reduzieren und somit schrumpfen.

Die Messungen und Fotografien wurden in L4-Lösung nach Cléménçon (CLÉMENÇON 1972; ERB et al. 1983) durchgeführt. Die im Text angegebenen Sporengrößen beziehen sich auf ein 95%-Konfidenzintervall, um aberrante Sporen auszuschließen. In den Beschreibungen ist die Anzahl der analysierten Kollektionen, Fruchtkörper und einzelnen Sporen (in dieser Reihenfolge) in eckigen Klammern angegeben. MV ist der Mittelwert und  $Q_{MV}$  der durchschnittliche Längen- / Breitenquotient ( $Q = L / B$ ). Beim Fokusstacking der Sporenfotos wurden 20 bis 30 Einzelbilder bei unterschiedlichen Fokuseinstellungen (ca. 0,2  $\mu\text{m}$  pro Schritt) zum endgültigen Bild verrechnet (SCHMIDT-STOHN 2011).

Die Dextrinoidität der Sporen wurde mit Melzers-Reagenz geprüft und nach NISKANEN (2008) in vier Stufen klassifiziert: nicht dextrinoid (z. B. *C. ectypus*), leicht dextrinoid (z. B. *C. melleo-pallens* und *C. camphoratus*), mäßig dextrinoid (die meisten Arten) und stark dextrinoid (z. B. *C. armeniacus* und *C. armillatus*). Die in Klammern angegebenen Arten dienen zum Vergleich.

Die Sporenfotos wurden mit einer Zeiss Axiocam 208 color Digitalkamera angefertigt und in Adobe Photoshop freigestellt, ausgerichtet und zu einem Sporogramm zusammengestellt.

Herbarbelege befinden sich zurzeit noch zum überwiegenden Teil in den Privatherbarien der Autoren oder sind zum Teil im «Herbarium Tubingense» in Tübingen (TUB) hinterlegt.

Von den hier vorgestellten Arten sind Kollektionen aus fast allen Teilen Europas sequenziert worden (Tabelle 1).

**Tabelle 1. Für phylogenetische Analysen und morphologische Studien verwendete Kollektionen**

DB = B. Dima; DNA = Labornummer JEC; FB = F. Bellù; G = Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Schweiz; H = Helsinki; IK = I. Kytövuori; ISO = Isolationsnummer Universität Tübingen; JK = J. Kleine; KS = K. Soop; MD = M. Dondl; MK = Maren Kamke; SSt = G. Schmidt-Stohn; TEB = T. E. Brandrud; TUB = Universität Tübingen; WU = Universität Wien

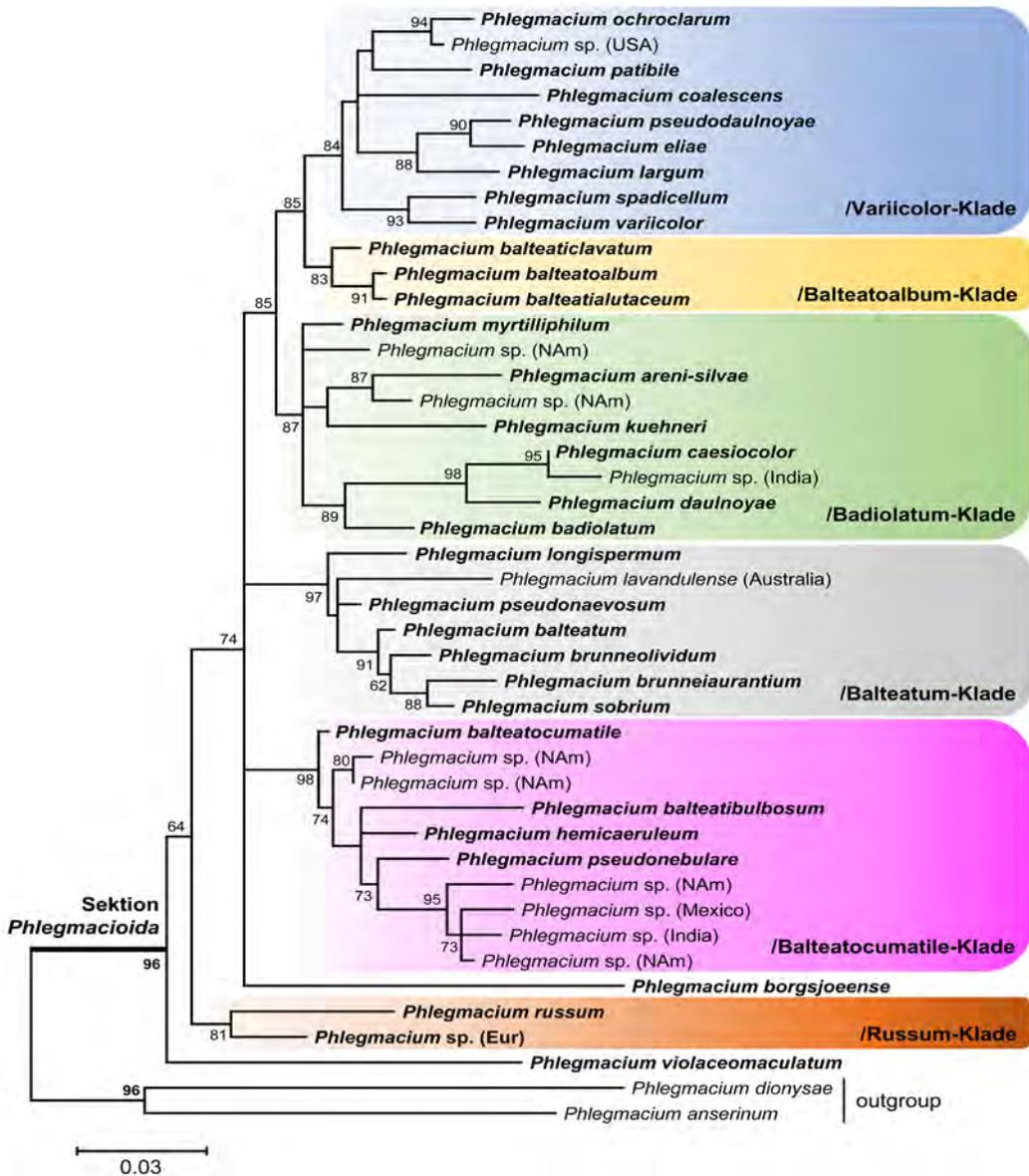
Art	Fundort, Begleitbäume	Datum	Leg.	Herbar-Beleg	GenBank-Nummer
<i>P. areni-silvae</i>	Schweden, Mora, Bonäsheden, <i>Pinus</i>	31.08.2014	K. Soop	KS-CO2147	keine Sequenz
<i>P. areni-silvae</i>	Schweden, Storuman, Luspe Park, <i>Pinus</i>	19.08.1993	K. Soop	KS-CO633	keine Sequenz
<i>P. badiolatum</i>	Norwegen, Brennabu, <i>Betula</i>	11.08.2019	G. Schmidt-Stohn	SSt19-004	keine Sequenz
<i>P. balteatibulbosum</i>	Finnland, Uusimaa, Espoo, Nuuksio, <i>P. tremula</i> , <i>Betula</i> , <i>Alnus</i> u. a.	02.09.1993	I. Kytövuori	IK93-639, H6032755	KF732593
<i>P. balteatibulbosum</i>	Fland, Uusimaa, Espoo, <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Corylus</i> , <i>Populus</i> , <i>Prunus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Salix</i>	04.09.1998	I. Kytövuori	IK98-1624	KF732589
<i>P. balteatibulbosum</i>	Finnland, Vihti, Lintumäki, <i>Daphne mezereum</i>	19.08.2004	H. Tuovila	H6027358	KF732592
<i>P. balteatibulbosum</i>	Schweden, Öland, Ekerum, <i>Quercus</i>	07.09.2016	G. Schmidt-Stohn	SSt16-073	MK358084
<i>P. balteaticlavatum</i>	Finnland, Pohjois-Häme, Virrat, <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Picea</i> , <i>Populus</i> , <i>Salix</i>	23.08.1996	I. Kytövuori	IK95-382, H6032729	KF732597
<i>P. balteaticlavatum</i>	Finnland, Etelä-Savo, Mäntyharju, <i>Pinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Populus tremula</i>	02.09.1996	I. Kytövuori	IK96-782, H6032415	KF732598
<i>P. balteatoalbum</i>	Deutschland, Bayern, Gerold, <i>Picea</i> , <i>Betula</i>	29.08.2012	M. Dondl	MD2012-07	keine Sequenz
<i>P. balteatialutaceum</i>	Norwegen, Telemark, Bamble, Grasmyr, <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Populus</i>	21.09.2014	E. Johannesen, I. Kristoffersen	TEB652-14, DB5543	OP304808
<i>P. balteatocumatile</i>	Deutschland, Bayern, Pfarrkirchen, <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i>	01.09.2008	W. Spengler	GS-15.09.2014	OP304809
<i>P. balteatocumatile</i>	Deutschland, Hamburg, Ohlsdorfer Friedhof, <i>Tilia</i>	26.08.2011	G. Schmidt-Stohn	SSt11-007	OP304826
<i>P. balteatocumatile</i>	Schweden, Öland, Ekerum, <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i>	16.08.2017	G. Schmidt-Stohn	SSt17-019	KF732468
<i>P. balteatum</i>	Schweden, Mora, Brunnmyren, <i>Pinus</i>	22.08.2019	K. Soop	KS-CO2255	OP304810
<i>P. balteatum</i>	Norwegen, Vaset, Semeleng, <i>Picea</i>	16.08.2019	K. Soop	KS-CO2251	keine Sequenz
<i>P. balteatum</i>	Deutschland, Bayern, Klais, <i>Picea</i> , <i>Betula</i>	20.08.2014	M. Dondl	MD2014-55	OP304811
<i>P. balteatum</i>	Norwegen, Oppland, Gran, Elkensætertjern, <i>Picea</i>	24.07.2012	T. E. Brandrud	TEB77-12	keine Sequenz
<i>P. borgsjoeense</i>	Norwegen, Oppland, Vestre Slidre, Skogstad, Vikastolen, <i>Picea</i>	30.09.2018	S. Khalsa	TEB 140-19	keine Sequenz
<i>P. brunneiaurantium</i>	Deutschland, Sachsen, Zwenkau, Imnitzer Lachen, <i>Populus tremula</i>	07.09.2014	J. Kleine	JK14090701	OP304812

Art	Fundort, Begleitbäume	Datum	Leg.	Herbar-Beleg	GenBank-Nummer
<i>P. brunneiaurantium</i>	Deutschland, Sachsen, Leipzig, <i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Tilia</i>	27.08.2010	J. Kleine	JK10082701	OP304827
<i>P. brunneiaurantium</i>	BRD, Sachsen, Leipzig, <i>Carpinus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i>	24.08.2010	J. Kleine	JK10082401	keine Sequenz
<i>P. brunneolividum</i>	Deutschland, Bayern, Passau, <i>Abies</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Fagus</i> , <i>Picea</i> , <i>Quercus</i>	16.08.2014	M. Dondl	MD2014-65	OP304813
<i>P. brunneolividum</i>	Spanien, Bizkaia, Laukiz, Talleri, <i>Quercus</i>	24.08.2015	E. Fidalgo A. Meléndez	GS-6-15	OP304814
<i>P. caesiocolor</i>	Finnland, Uusimaa, Helsinki, <i>Quercus</i>	17.08.1997	I. Kytövuori	IK97-207 H6032730	KF732604
<i>P. longisporum</i>	Frankreich, Ile-de-France, Fleury-Mérogis, <i>Picea</i>	15.10.1987	A. Bidaud	G 286393/1	KF732284
<i>P. coalescens</i>	Belgien, Boussu-les-Walcourt, <i>Carpinus</i> , <i>Quercus</i>	07.09.2011	G. Saar	SS11-017	OP304828
<i>P. coalescens</i>	Belgien, Doische <i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i>	08.09.2011	C. Rossi	SS11-021	OP304815
<i>P. daulnoyae</i>	BRD, Brandenburg, Niederstetten, <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i>	24.09.2010	M. Schmidt	SS10-161	keine Sequenz
<i>P. daulnoyae</i>	Italien, Marche, Aqua Partita, <i>Quercus cerris</i>	26.10.2015	M. Dondl	SS15-097	OP304816
<i>P. eliae</i>	Deutschland, Saarland, Hüttersdorf, <i>Picea</i>	03.10.2001	G. Saar	ISO 4862	keine Sequenz
<i>P. eliae</i>	Deutschland, Baden-Württ., Freudenstadt, <i>Tilia</i>	21.10.2004	G. Saar	TUB 019754	KJ420993
<i>P. eliae</i>	Deutschland, Baden-Württ., Locherhof, Nadelwald	24.09.2007	G. Saar	ISO 9493	keine Sequenz
<i>P. eliae</i>	Deutschland, Schleswig-Holstein, Niendorf, <i>Quercus</i>	27.09.2017	G. Schmidt-Stohn	SS17-123	OP304817
<i>P. hemicaeruleum</i>	Italien, Sardinien, Vallicciola, <i>Abies</i> , <i>Cedrus</i>	09.11.2012	L. Lorenzon	Lorenzon 09.11.2012	AY669526
<i>P. kuehneri</i>	Österreich, Tirol, <i>Alnus</i>	30.08.2005	A. Hausknecht	WU-MYC 0024187	keine Sequenz
<i>P. largum</i>	Österreich, Kärnten, Jerischach, <i>Fagus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Picea</i>	04.10.2003	G. Saar	ISO 8128	keine Sequenz
<i>P. largum</i>	Schweden, Hunnebostrand, Sotenäs, <i>Fagus</i>	17.10.2007	M. Kamke	119/07-MK	keine Sequenz
<i>P. ochroclarum</i>	Italien, Bozen	27.09.2018	F. Bellù	FB 27.09.2018	OP304818
<i>P. patibile</i>	BRD, Baden-Württ., Reichenbach-L'schiltach, <i>Picea</i>	20.09.2013	G. Saar	GS-20-09- 2013	OP304829
<i>P. patibile</i>	Norwegen, Oppland, Hilmeshaugen, <i>Picea</i>	15.08.2019	G. Schmidt-Stohn	SS19-026	keine Sequenz
<i>P. pseudodaulnoyae</i>	BRD, Sachsen-Anhalt, Huy, <i>Fagus</i> , <i>Carpinus</i>	09.09.2010	G. Schmidt-Stohn	SS10-140	OP304819
<i>P. pseudodaulnoyae</i>	Deutschland, Sachsen, Zwenkau, <i>Quercus</i>	25.09.2011	J. Kleine	JK11092502	OP304820
<i>P. pseudonaevosum</i>	Norwegen, Oppland, Svedalen, <i>Picea</i>	13.08.2019	G. Schmidt-Stohn	TEB146-19, SS19-037	OP304821
<i>P. pseudonebulare</i>	Frankreich, Haute-Savoie, <i>Picea</i>	22.09.1985	A. Bidaud	G 00126831	KF732398

Art	Fundort, Begleitbäume	Datum	Leg.	Herbar-Beleg	GenBank-Nummer
<i>P. pseudonebulare</i>	BRD, B <sup>+</sup> -Württ., Stuttgart, <i>Fagus, Carpinus, Taxus</i>	08.10.2006	A. Bollmann	TUB 024022	KJ421133
<i>P. spadicellum</i>	Schweden, Värmdö, Myttinge, <i>Betula, Picea</i>	03.10.2015	K. Soop	KS-CO2218	OP304822
<i>P. spadicellum</i>	Schweden, Västergötland, Timmele, <i>Picea</i>	16.09.1992	K. Soop	KS-CO589	keine Sequenz
<i>P. russum</i>	Deutschland, Bayern, Unterammergau, <i>Picea</i>	31.07.2011	M. Dondl	MD2011-01	OP304823
<i>P. russum</i>	Schweden, Östersund, Nat.-res. Andersjön, <i>Picea</i>	29.08.2010	G. Schmidt-Stohn	SS10-099	keine Sequenz
<i>P. sobrium</i>	Schweden, Värmdö, Saltarö, <i>Picea</i>	28.08.2009	K. Soop	KS-CO1944	OP304824
<i>P. sobrium</i>	Norwegen, Telemark, Bamble, <i>Populus, Pinus</i>	25.08.2009	T.E. Brandrud	TEB381-09	keine Sequenz
<i>P. varicolor</i>	Deutschland, Nordrhein-Westf., Weyerer, <i>Fagus</i>	23.08.2002	T. Münzmay	TM-H-30.02	OP304830
<i>P. varicolor</i>	Deutschland, Sachsen-Anhalt, Huy, <i>Fagus</i>	30.10.2019	G. Schmidt-Stohn	SS19-188	OP304825
<i>P. violaceomaculatum</i>	BRD, Baden-Württ., Unterbränd, <i>Abies, Picea, Pinus</i>	29.10.2013	D. Knoch	TUB 019751	KJ420990
<i>P. violaceomaculatum</i>	Österreich, Lech, <i>Picea</i>	24.08.2014	G. Schmidt-Stohn	SS14-034	keine Sequenz

Die molekulargenetischen Analysen wurden an der Universität Greifswald (Deutschland) von Martin Unterseher, am Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum (Frankfurt a. M.) von Ali Tahir und Marco Thines, an der Universität Kopenhagen (Dänemark) von Tobias G. Frøslev und an der Eötvös Loránd Universität Budapest (Ungarn) von Bálint Dima durchgeführt. Für die DNA-Extraktion wurden die Extraktionskits Mag Attract (Qiagen) und Phire® Plant Direct PCR Kit (ThermoScientific) verwendet. Die ITS Region der nrDNA wurde mit den Primer-Paaren ITS1/ITS4, ITS1F/ITS4 oder ITS1F/ITS4B vervielfältigt. Die Mehrheit der PCR Produkte wurde dann mit LGC Genomics (Berlin, Deutschland) mit den gleichen Primern, die bei der PCR Reaktion verwendet wurden, sequenziert. Die Elektropherogramme wurden geprüft, zusammengesetzt und mit den Programmen 4.Peaks (Nucleobytes.com) und CodonCodeAligner 8.0.3. (CodonCode Corporation, Centerville, MA, U.S.A) analysiert.

Zusätzlich zu den von uns erstellten Sequenzen wurden Sequenzen aus den Datenbanken GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) und UNITE (<http://unite.ut.ee/>) benutzt, ebenso wurden verschiedene Typusequenzen von LIMATAINEN et al. (2014) in unsere Analyse mit einbezogen. Die Alinierung der Sequenzen wurde mit MAFFT v7 (<http://mafft.cbrc.jp/alignment/server>) durchgeführt. Maximum Likelihood Analysen wurden mit PhyML 3.1 (GUINDON & GASCUEL 2003) durchgeführt. Als Outgroup wurden die Sequenzen von *P. dionysae* und *P. anserinum* gewählt.



Bálint Dima

Fig. 1 – Phylogramm

## Phylogramm

Das Phylogramm (Fig. 1) ist das Ergebnis der Verrechnung von 42 ITS-Sequenzen der Sektion *Phlegmacioida*. Vorausgegangen war die Sequenzierung vieler Kollektionen der J.E.C-DNA-Gruppe in den letzten 5 Jahren aus vielen Ländern Europas, um zur Klärung einiger offener taxonomischer Fragen in dieser Sektion beizutragen. Die Funde reichen geographisch von Skandinavien bis Italien und Spanien (siehe Tabelle 1) und stellen damit eine gute Basis für eine fundierte Taxonomie der Sektion in ganz Europa dar.

## Morphologische Merkmale

Kennzeichnend für alle Taxa der Sektion *Phlegmacioida* außer *P. borgsjoeense* ist eine gelbe Laugenreaktion im Fleisch. Der Stiel ist meist keulig, nur bei wenigen Arten wie *P. balteatibulbosum* kann die Stielknolle auch stumpf, aber deutlich gerandet oder spindelig zuspitzend (*P. pseudodaulnoyae*) sein. Die Sporen sind meist mandelförmig, citriform bis subcitriform und stark bis mäßig warzig.

Die Vertreter der Sektion *Phlegmacioida* sind überwiegend fleischige Arten mit einem anomaloiden, tricholomatoiden bis boletoiden Habitus. Bei den Hutfarben findet man alle Übergänge von violett bis braun. Die Hüte sind mehr oder weniger trocken und die Hutdeckschicht ist faserig bis filzig; nur wenige Arten haben einen glatten Hut (*P. largum*). Die Huthaut kann als Übergang von einer Simplex- zu einer Duplexstruktur gedeutet werden. Schnallen sind an allen Septen zu beobachten.

Das weiße bis violettblaue Universalvelum ist am Stiel meist spärlich vorhanden.

Auffällig in manchen Klades sind die inkonstanten Blautöne am Fruchtkörper, die im Laufe des Älterwerdens fast völlig verschwinden, aber bisweilen auch bereits im Jugendstadium fehlen können. Dazu kommt ein Bräunen von Hut und Stiel bei Berührung und im Alter.

Charakteristisch ist das Fehlen von Blautönen in den (auch jungen) Lamellen einiger Arten wie *P. balteatocumatile* und *P. daulnoyae*.

Bemerkenswert ist die Entwicklung eines intensiven (süßlichen) Erdgeruches bei vielen Arten (z. B. *P. variicolor*, *P. pseudodaulnoyae* und *P. daulnoyae*), der als diagnostisches Merkmal Bedeutung hat.

Ein weiteres Charakteristikum der Sektion *Phlegmacioida* ist die gelbe Reaktion des Fleisches mit Laugen (NH<sub>3</sub>, KOH), die meist in Form eines gelben Ringes sichtbar wird.

Die Bindung an bestimmte Baumarten ist bei den Taxa der Sektion nicht sehr streng, so dass bei vielen Arten eine Symbiose sowohl mit einer Vielzahl von Laub- als auch Nadelbäumen möglich ist.

Die Verbreitung der Arten hat einen Schwerpunkt auf der Nordhalbkugel, von der borealen (*P. patibile*, *P. balteatialutaceum*) und arktisch alpinen Zone (*P. badiolatum*) bis in den mediterranen Raum (*P. hemicaeruleum*, *P. balteatocumatile*, *P. coalescens*) mit Vorkommen sowohl in Laub- als auch in Nadelwäldern über Kalk oder auf sauren Böden. Oft werden offene Standorte wie Waldränder, Parks oder Friedhöfe bevorzugt. Im Vergleich zu anderen Sektionen/Klades der Gattung *Phlegmacium* hat diese Gruppe einen größeren Anteil von Arten im sauren Nadelwald der borealen/montanen Zone (BRANDRUD 1998), und einige Arten fruktifizieren dort bereits früh im Sommer.

## Sporengröße und Sporenmorphologie, Sporogramme

Leider standen für die Messungen nicht von allen Arten Exsikkate zur Verfügung. Die Sporenmaße reichen von 8 bis 14 µm Länge und 4.5 bis 7.5 µm Breite. Die Sporenmorphologie wird an den Sporogrammen deutlich und wird bei den jeweiligen Arten beschrieben (Fig. 2, 9, 12, 16, 23, 29 und 32).

Viele Arten haben bemerkenswert ähnliche Sporen hinsichtlich Größe und Gestalt. So liefern die Sporen der *Phlegmacioida* nur in seltenen Fällen gute Trennmerkmale zwischen nahe verwandten Arten.

Art	n Koll.	n Sporen	LxB (alle) + MW; µm	LxB 95 %-conf. + MW; µm	Q L/B (alle) + MW	Q L/B 95%-conf. + MW
<i>P. areni-silvae</i>	2	71	7.4–8.5–9.5 × 3.9–4.8–5.5	7.5–8.5–9.5 × 4.2–4.8–5.4	1.60–1.78–2.07	1.58–1.78–1.98
<i>P. badiolatum</i>	1	31	9.9–10.5–11.5 × 5.1–5.7–6.4	9.7–10.5–11.3 × 5.1–5.7–6.3	1.61–1.84–2.08	1.58–1.84–2.10
<i>P. balteatibulbosum</i>	3	99	8.7–9.9–11.0 × 4.7–5.5–6.0	8.9–9.9–10.9 × 4.9–5.5–6.1	1.62–1.82–2.09	1.64–1.82–2.00
<i>P. balteaticlavatum</i>	2	64	6.4–8.9–10.4 × 4.1–4.8–5.3	7.1–8.9–10.7 × 4.4–4.8–5.2	1.23–1.86–2.41	1.48–1.86–2.24
<i>P. balteatoalbum</i>	1	32	8.8–9.7–10.7 × 4.9–5.3–5.8	8.9–9.7–10.5 × 4.9–5.3–5.7	1.59–1.82–1.98	1.64–1.82–2.00
<i>P. balteatocumatile</i>	2	65	9.2–10.4–11.9 × 5.1–5.7–6.2	9.4–10.4–11.4 × 5.1–5.7–6.3	1.56–1.81–2.09	1.59–1.81–2.02
<i>P. balteatum</i>	3	101	8.8–10.5–12.6 × 5.2–5.7–6.3	8.9–10.5–12.1 × 5.1–5.7–6.3	1.57–1.84–2.19	1.56–1.84–2.12
<i>P. borgsjoeense</i>	1	31	11.5–13.2–14.5 × 6.4–7.1–7.7	11.8–13.2–14.6 × 6.5–7.1–7.7	1.58–1.86–2.06	1.64–1.86–2.08
<i>P. brunneiaurantium</i>	2	67	7.3–8.2–9.4 × 3.9–4.7–5.5	7.4–8.2–9.0 × 4.1–4.7–5.3	1.51–1.77–2.10	1.49–1.77–2.05
<i>P. brunneolividum</i>	2	69	9.1–10.8–12.7 × 4.9–5.8–6.6	9.4–10.8–12.2 × 5.0–5.8–6.6	1.59–1.86–2.37	1.50–1.86–2.14
<i>P. caesiocolor</i>	1	31	9.7–10.5–11.1 × 5.5–5.9–6.6	9.7–10.5–11.3 × 5.3–5.9–6.5	1.56–1.78–1.96	1.60–1.78–1.96
<i>P. coalescens</i>	1	31	10.3–11.1–11.9 × 5.5–6.0–6.3	10.3–11.1–11.9 × 5.6–6.0–6.4	1.71–1.85–2.00	1.69–1.85–2.01
<i>P. daulnoyae</i>	2	62	9.9–10.9–12.2 × 5.5–6.3–7.0	10.1–10.9–11.7 × 5.7–6.3–6.9	1.54–1.74–2.07	1.52–1.74–1.96
<i>P. eliae</i>	4	132	8.5–10.0–11.7 × 4.9–5.7–6.5	8.4–10.0–11.6 × 4.9–5.7–6.5	1.56–1.76–1.98	1.56–1.76–1.96
<i>P. hemicaeruleum</i>	1	33	8.3–9.6–10.5 × 4.6–5.3–6.2	8.4–9.6–10.8 × 4.5–5.3–6.1	1.61–1.80–2.02	1.60–1.80–2.00
<i>P. kuehneri</i>	1	32	10.0–10.9–11.6 × 5.0–5.6–6.0	10.1–10.9–11.7 × 5.2–5.6–6.0	1.76–1.96–2.09	1.80–1.96–2.12
<i>P. largum</i>	2	62	9.9–10.9–12.2 × 4.6–6.1–6.7	9.9–10.9–11.9 × 5.5–6.1–6.7	1.61–1.80–2.28	1.58–1.80–2.02
<i>P. longispermum</i>	1	29	10.8–11.8–13.1 × 5.3–5.7–6.1	10.6–11.8–13.0 × 5.3–5.7–6.1	1.92–2.09–2.27	1.89–2.09–2.29
<i>P. ochroclarum</i>	1	31	9.9–11.0–13.6 × 4.3–5.0–5.6	9.4–11.0–12.6 × 4.4–5.0–5.6	1.90–2.19–2.83	1.79–2.19–2.59
<i>P. patibile</i>	2	65	9.6–10.9–13.2 × 5.4–6.2–7.2	9.1–10.9–12.7 × 5.4–6.2–7.0	1.57–1.75–1.98	1.55–1.75–1.95
<i>P. pseudodaulnoyae</i>	2	62	9.0–10.8–13.0 × 5.2–5.8–6.5	8.8–10.8–12.8 × 5.2–5.8–6.4	1.52–1.86–2.36	1.36–1.86–2.36
<i>P. pseudonaevosum</i>	1	33	10.3–11.5–12.1 × 5.9–6.5–7.2	10.7–11.5–12.3 × 5.9–6.5–7.1	1.61–1.77–1.95	1.59–1.77–1.95
<i>P. pseudonebulare</i>	2	62	8.1–9.4–10.2 × 5.0–5.7–6.2	8.6–9.4–10.2 × 5.3–5.7–6.1	1.47–1.67–1.92	1.51–1.67–1.83
<i>P. russum</i>	1	32	9.4–10.1–10.6 × 5.0–5.4–5.8	9.5–10.1–10.7 × 5.0–5.4–5.8	1.71–1.85–1.98	1.71–1.85–1.99
<i>P. sobrium</i>	1	34	9.7–10.7–11.4 × 4.9–5.5–5.9	9.7–10.7–11.7 × 5.1–5.5–5.9	1.71–1.93–2.17	1.69–1.93–2.17
<i>P. spadicellum</i>	1	30	8.9–10.0–10.8 × 5.1–5.7–6.2	9.0–10.0–11.0 × 5.1–5.7–6.3	1.54–1.75–1.94	1.55–1.75–1.95
<i>P. varicolor</i>	2	64	9.3–10.6–12.1 × 5.3–6.0–6.8	9.2–10.6–12.0 × 5.2–6.0–6.8	1.57–1.77–2.06	1.57–1.77–1.97
<i>P. violaceomaculatum</i>	2	64	8.1–9.5–10.8 × 4.7–5.3–5.7	8.1–9.5–10.5 × 4.9–5.3–5.7	1.56–1.82–2.08	1.58–1.82–2.06
	<b>47</b>	<b>1519</b>				

Geert Schmidt-Stohn

Tabelle 2: Sporengröße

Arten	Erdger.	ark/alp.	bor.	mont.	memor.	mediter.	Kalk	Sauer	Abies	Cedrus	Larix	Picea	Pinus	Pseud.	Alnus	Betula	Carp.	Cast.	Cistus	Coryl.	Fagus	Popul.	Querc.	Salix	Tilia	
<i>P. daulnoyae</i>	x				x			x									x				x		x		x	
<i>P. caesiocolor</i>			x																	(x)		(x)	x			
<i>P. badiolatum</i>	x	x	x					x				x				x								x		
<i>P. kuehneri</i>	x			x											x											
<i>P. myrtillophilum</i>			x					x				x														
<i>P. areni-silvae</i>	x		x					x				x	x													
<i>P. balteatum</i>			x	x				x			x	x	x													
<i>P. brunneaaurantium</i>	x				x			x								(x)	(x)			(x)		x	(x)		(x)	
<i>P. sobrium</i>	x			x	x											(x)						x				
<i>P. brunneolividum</i>					x	x	x	x									(x)	x			x		x			
<i>P. pseudonaevosum</i>			x					x				x														
<i>P. longispermum</i>					x							x														
<i>P. hemicaeruleum</i>	x			x		x	x		x	x		x	x	x												
<i>P. balteatibulosum</i>			x		x							(x)	(x)			(x)				(x)	x	(x)	x		x	
<i>P. pseudonebulare</i>	x			x	x			x				x					(x)				(x)					
<i>P. balteatocumatile</i>	x				x	x		x	x							x	x		x	x	x		x		x	
<i>P. balteatialutaceum</i>			x										(x)			(x)				(x)		(x)		(x)		
<i>P. balteatoalbum</i>	x			x	x							x				x						x		x		
<i>P. balteaticlavatum</i>			x									(x)	(x)			(x)						(x)		(x)		
<i>P. patibile</i>			x	x				x				x														
<i>P. coalescens</i>	x				x			x									x	x					x		x	
<i>P. ochroclarum</i>				x				x				x										(x)		(x)		
<i>P. largum</i>					x			x				(x)				(x)	x	x		x	x		x		x	
<i>P. eliae</i>					x			x				x												x		x
<i>P. pseudodaulnoyae</i>	x				x			x	x			(x)					x					x		x		x
<i>P. spadicellum</i>			x	x								x														
<i>P. variicolor</i>	x		x	x				x	x			x										x				
<i>P. borgsjoeense</i>			x						x			x	x													
<i>P. violaceomaculatum</i>	x			x				x				x	x													
<i>P. russum</i>			x					x				x														

x = sicher

(x) = möglich

Geert Schmidt-Stohn

Tabelle 3: Ökologie, Mykorrhiza und Geruch

## Ergebnisse und Diskussion

Die Sektion ist in 6 Klades und einige isoliert stehende Arten gegliedert, aufgeführt sind die in Europa vorkommenden Arten:

### 1. *Variicolor*-Klade:

*P. coalescens*, *P. eliae*, *P. largum*, *P. ochroclarum*, *P. patibile*, *P. pseudodaulnoyae*, *P. spadicellum* und *P. variicolor*

### 2. *Balteatoalbum*-Klade:

*P. balteatialutaceum*, *P. balteaticlavatum* und *P. balteatoalbum*

### 3. *Badiolatum*-Klade:

*P. areni-silvae*, *P. badiolatum*, *P. caesiocolor*, *P. daulnoyae*, *P. kuehneri*, *P. myrtillophilum*

### 4. *Balteatum*-Klade:

*P. balteatum*, *P. brunneiaurantium*, *P. brunneolividum*, *P. longispermum*, *P. pseudonaevosum* und *P. sobrium*

### 5. *Balteatocumatile*-Klade:

*P. balteatibulbosum*, *P. balteatocumatile*, *P. hemicaeruleum* und *P. pseudonebulare*

### 6. *Russum*-Klade:

*P. russum*, *P. spec.*

### 7. Im Phylogramm isoliert stehende Arten:

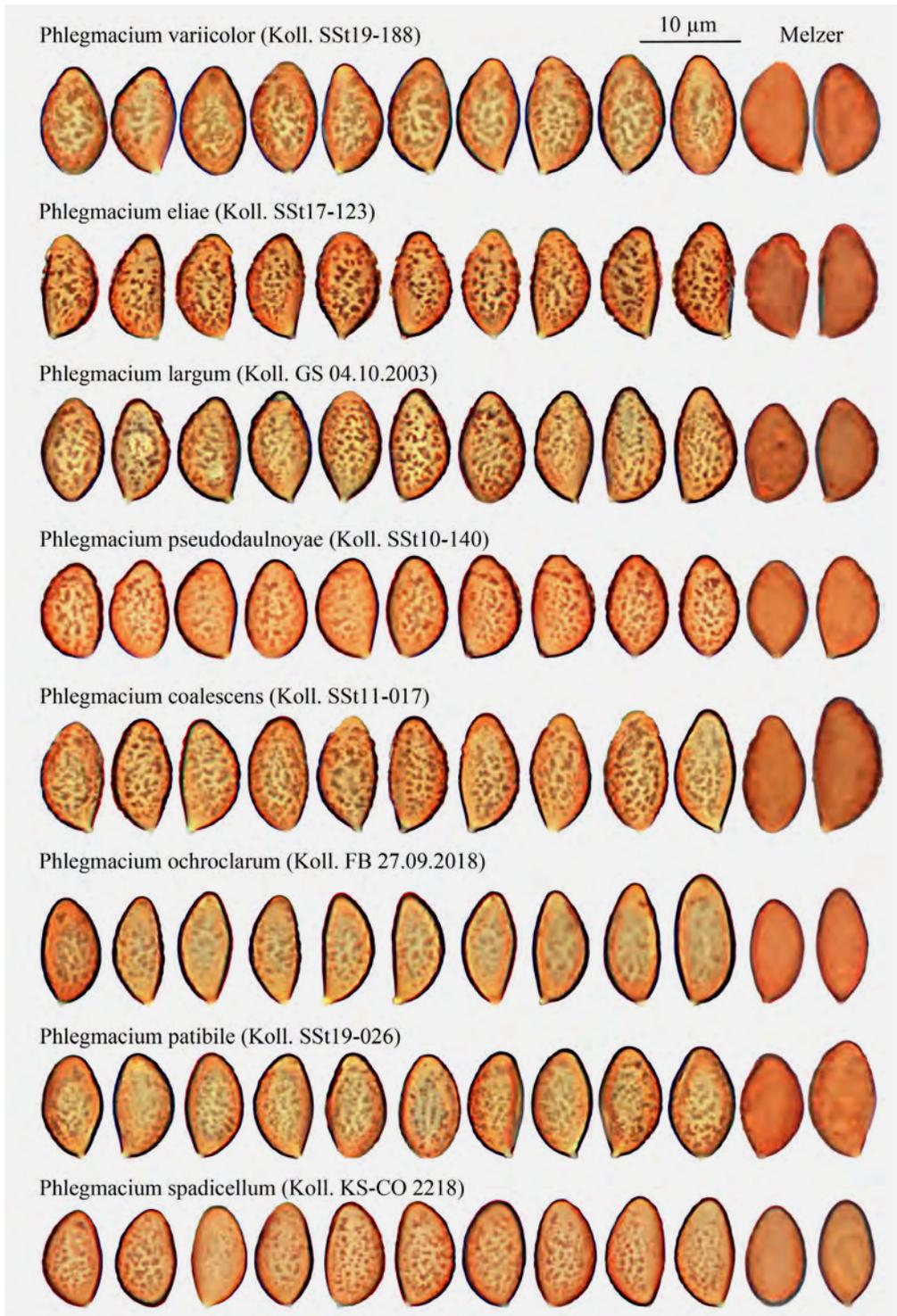
*P. borgsjoeense*, *P. violaceomaculatum*

## Die Klades und die charakteristischen Merkmale der einzelnen Arten

### 1. *Variicolor*-Klade:

Die meistens Arten (außer *P. spadicellum*) zeigen von Anfang an violette und im Alter braune Farbtöne auf dem Hut, wobei die diesbezügliche innerartliche Variationsbreite bei einigen Arten (*P. eliae*, *P. pseudodaulnoyae*) sehr groß ist. Die Lamellen sind zumindest im sehr jungen Zustand blauviolett, im Alter oft noch am Hutrand sichtbar. Der Stiel ist meist weiß, bisweilen findet man violette Velumreste bei jungen Fruchtkörpern und violette Farbtöne im Fleisch.

Einige Arten entwickeln sehr rasch einen (süßlichen) Erdgeruch (*P. coalescens*, *P. pseudodaulnoyae*, *P. variicolor*), die Laugenreaktion fällt in der Regel stark aus. Bei den Arten *P. largum*, *P. eliae*, *P. patibile* und *P. pseudodaulnoyae* schlägt die gelbe Farbreaktion nach einer halben Stunde nicht nach braun, wie bei den übrigen Arten dieses Klades, sondern nach rosabraun um. Junge Exemplare können diese Reaktion auch bei Berührung zeigen. Die Sporen sind meist deutlich amygdaloid, meist mit deutlicher Papille (citriform bis subcitriform), stark bis mäßig ornamentiert und stark bis mäßig dextrinoid (Fig. 2).



Photos und Grafik: Geert Schmidt-Stohn

Fig. 2 — Sporogramme ausgewählter Kollektionen der *Variicolor*-Klade

**Synonyme:** *C. crassorum* Rob. Henry 1988, *C. pardinus* Reumaux 1995, *C. parargutus* Bidaud, Moënne-Locc. & Reumaux 1999.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. parargutus* pl. 233, (1999) als *C. pardinus* pl. 302, BOROVICKA et al. (2017) als *C. coalescens*, KÄRCHER et al. (1988 und 1991) als *C. coalescens*, SAAR et al. (2012) als *C. tomentosus*.

Mittelgroße Art mit schwach faserigem bis braunfilzigem Hut und keuligem, auf Berührung bräunendem Stiel. Der Geruch ist jung schon deutlich erdig. Die gelbe Laugenreaktion im Fleisch färbt sich nicht nach rosabraun um. Sporen [1, 1, 31],  $10.3\text{--}11.9 \times 5.6\text{--}6.4 \mu\text{m}$ ,  $M = 11.1 \times 6.0 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.69\text{--}2.01$ ,  $Q_m = 1.85$ , amygdaloid-citriform mit meist deutlicher Papille, stark und grobwarzig ornamentiert, Ornamentation deutlich am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, stark dextrinoid. *P. coalescens* ist die Schwesterart von *P. patibile*, aber letztere hat einen schlankeren, anomaloiden Habitus und kommt in einem gänzlich verschiedenen Habitat vor.

Die Art kommt unter *Carpinus*, *Castanea*, *Quercus* und *Tilia* auf Kalkböden vor, ist bislang nur in Mitteleuropa gefunden worden und scheint selten zu sein. BOROVICKA et al. (2017) gelang es, den ziemlich schlecht erhaltenen Holotypus aus einem alten Eßkastanienwald zu sequenzieren. In BRANDRUD (1998) war *C. coalescens* in ein weites Artkonzept von *C. largum* eingebettet. Solche blassstieligen Formen von *P. largum* sind makroskopisch ohne Berücksichtigung des Geruchs schwer zu unterscheiden (BOROVICKA et al. 2017).



Photo: G. Saar

Fig. 3 — *Phlegmacium coalescens*

***Phlegmacium eliae*** (Bidaud, Moëgne-Locc. & Reumaux) Niskanen & Liimat. 2022 **Fig. 4**

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) pl. 194. SAAR (2010) als *C. lividoviolaceus* KRIEGLSTEINER et al. (2010) als *C. lividoviolaceus*.

Eine mittelgroße Art mit violettbraunem Hut, dem die Violetttöne aber auch ganz fehlen können. Die Hutmitte ist oft verwaschen schmutzig braun, der Randbereich ist netzig bis eingewachsen radialfaserig. Die Lamellen sind gedrängt und jung violettlich, der Stiel manchmal keulig verdickt, aber auch basal zugespitzt und weiß. Das Fleisch ist weißlich, selten mit schwachen Blautönen in der Stielrinde oder unter der Huthaut, der Geruch ist brotartig und nie erdig. Die gelbe KOH-Reaktion im Fleisch färbt sich nach ca. 10 Min. rosalich (Rhabarberkompott) um. Sporen [4, 4, 132],  $8.4\text{--}11.6 \times 4.9\text{--}6.5 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.0 \times 5.7 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.56\text{--}1.96$ ,  $Q_m = 1.76$ , amygdaloid-citriform mit meist deutlicher Papille, sehr deutlich grobwarzig ornamentiert, Ornamentation deutlich am Sporenumriss sichtbar, teilweise mit deutlicher suprahilärer Plage, stark dextrinoid. Epikutishyphen auffallend inkrustiert, aber auch mit vakuolärem Pigment, 2–5  $\mu\text{m}$  im Durchmesser. BRANDRUD (1998) erwähnt die unterschiedlich dicken Epikutishyphen: 4–6  $\mu\text{m}$  bei *P. variicolor* und 2–4  $\mu\text{m}$  bei *P. largum*. Möglicherweise war *P. eliae* in die Artbeschreibung von *C. largum* mit eingegangen, da auch bei dieser *P. largum* nahestehenden Art vergleichbare Maße vorliegen. *P. eliae* kommt unter *Picea*, *Quercus* und *Tilia* auf sauren bis lehmigen Böden vor. Belegt ist die Art bislang aus Frankreich und Deutschland.

Verblüffend ist die Unbeständigkeit der blauen Farbtöne an Fruchtkörpern verschiedener Kollektionen von *P. eliae* – wie auf den Fotos erkennbar. Deutlich ist aber auch die schmutzig-verwaschene Hutmitte zu sehen, die für diese Art typisch zu sein scheint.



Photo: G. Saar

**Fig. 4** — *Phlegmacium eliae*

**Synonyme:** *C. cephalixolargus* Rob. Henry 1977, *C. clarus* Reumaux 1996, *C. claviceps* Reumaux 1996, *C. congeminus* Moëgne-Loec. & Reumaux 1995, *C. cupreoviolaceus* Bidaud & Reumaux 1996, *C. largusiellus* Reumaux 1996, *C. lilacinicolor* Reumaux 1996, *C. lintrisporus* Reumaux 1997, *C. lividoviolaceus* Rob. Henry 1987, *C. occultus* Moëgne-Loec. & Reumaux 1996, *C. patibilis* var. *scoticus* Brandrud 1997, *C. paracrassus* Reumaux 1995, *C. paracyanopus* Moëgne-Loec. & Reumaux 1996, *C. subspadiceus* Reumaux 1996, *C. subtomentosus* Reumaux 1988.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. clarus* pl. 171, *C. claviceps* pl. 171, *C. congeminus* pl. 168, *C. cupreoviolaceus* pl. 189, *C. largusiellus* pl. 191, *C. lilacinicolor* pl. 188, *C. occultus* pl. 173, *C. paracrassus* pl. 160, *C. paracyanopus* pl. 190 und *C. subspadiceus* pl. 183, BRANDRUD et al. (1996) D22, LUDWIG (2017), SAAR (2010), SCHMIDT-STOHN et al. (2015).

Die Art hat jung einen graubraunen Hut mit Violetttönen am Hutrand, der Stiel ist auffallend steif und hart (kaum mit den Fingern eindrückbar), im Fleisch der Stielbasis ist oft ein blauviolettetes «Dreieck» zu beobachten, was zur Aufstellung einer Art *C. cyanobasalis* Rob. Henry 1986 Anlass gegeben hat. Leider ist der Typus nicht sequenziert. Die unter diesem Namen vorgestellten Kollektionen stimmen aber mit unserer Artauffassung von *P. largum* überein. *P. largum* riecht nie erdig, dafür in der Stielbasis gelegentlich jodoformartig. Das mit Lauge versetzte Fleisch färbt sich nach ca. 10–20 Min. von gelb nach rosabraun um. Sporen [2, 2, 62],  $9.9\text{--}11.9 \times 5.5\text{--}6.7$   $\mu\text{m}$ ,  $M = 10.9 \times 6.1$   $\mu\text{m}$ ,  $Q = 1.58\text{--}2.02$ ,  $Q_m = 1.80$ , amygdaloid-citriform mit meist deutlicher Papille, deutlich und grobwarzig ornamentiert, Ornamentation meist deutlich am Sporenumriss sichtbar, stark dextrinoid. *P. largum* ist in Mitteleuropa ein häufiger Buchenbegleiter auf Kalk oder Lehm, ist aber auch schon im Schwarzwald unter *Abies* auf Kalk beobachtet worden sowie in Skandinavien und Schottland auch unter Moorbirke. In Südsandinavien fruktifiziert *P. largum* auch im Eichen-Linden-Haselwald.



Photo: G. Schmidt-Stohn

Fig. 5 — *Phlegmacium largum*

***Phlegmacium ochroclarum*** (Rob. Henry) Niskanen & Liimat. 2022

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. ochroclarus*.

Nach dem Protolog handelt es sich hierbei um eine mittelgroße Art mit ockerfarbenem Hut und einer angedrückt faserschuppigen bis radial rinnigen Hutdeckschicht. Die Lamellen sind gedrängt und jung violettlich, der Stiel ist schwach keulig verdickt. Das Fleisch ist weißlich und hat einen süßen, an Löwenzahnblüten erinnernden Geruch. Der Holotypus entstammt einem Laubmischwald mit eingestreuten Fichten auf Kalk. Sporen [1, 1, 31],  $9.4\text{--}12.6 \times 4.4\text{--}5.6 \mu\text{m}$ ,  $M = 11.0 \times 5.0 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.79\text{--}2.59$ ,  $Q_m = 2.19$ , länglich amygdaloid-citriform mit meist deutlicher Papille, mäßig deutlich, aber grob ornamentiert, Ornamentation nur sehr undeutlich am Sporenumriss sichtbar, mäßig dextrinoid. Mit einem  $Q_m = 2.19$  nehmen die Sporen von *P. ochroclarum* eine Sonderstellung innerhalb der Variicolor-Klade ein.

Außer am Typusstandort ist die Art erst einmal in Südtirol (Italien) gefunden worden.

***Phlegmacium patibile*** (Brandrud & Melot) Niskanen & Liimat. 2022

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BRANDRUD et al. (2020) als *C. patibilis*, LUDWIG (2017) als *C. patibilis*.

*P. patibile* ist eine anomaloider Art mit blassbraunem Hut und zylindrischem, auf Berührung stark bräunendem Stiel und einer intensiven Laugenreaktion. Sporen [2, 2, 65],  $9.1\text{--}12.7 \times 5.4\text{--}7.0 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.9 \times 6.2 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.55\text{--}1.95$ ,  $Q_m = 1.75$ , amygdaloid-subcitriform mit meist nur undeutlicher Papille, mäßig grobwarzig ornamentiert, Ornamentation kaum am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, stark dextrinoid.

Die Art ist boreal und montan unter *Picea* auf sauren bis anmoorigen Böden weit verbreitet und fruktifiziert bereits ab Sommer.

***Phlegmacium pseudodaulnoyae*** (Rob. Henry & Ramm) Niskanen & Liimat. 2022 **Fig. 6**

**Synonyme:** *C. daulnoyae* var. *pseudodaulnoyae* (Rob. Henry & Ramm) Bidaud, Moënné-Locc. & Reumaux 1996, *C. squamosocephalus* Bidaud, Moënné-Locc. & Reumaux 1999.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) pl. 203, KIBBY (2019) als *C. squamosocephalus*, SAAR (2010) als *C. nemorensis*.

Mittelgroße Art, schwach mit radial eingewachsen faserigem, braun-violettbraunem Hut, schmalen, gedrängten Lamellen und hartem, zylindrisch-spindelrig zugespitztem, oft leicht wurzelndem Stiel, Fruchtkörper oft büschelig wachsend. Die Stielbasis ist stark bräunend. Der Geruch ist jung angenehm, brotartig, wird dann deutlich erdig (rote Bete). Die gelbe Laugenreaktion im Fleisch färbt sich nach ca. 30 Min. nach rosabraun um. Sporen [2, 2, 62],  $8.8\text{--}12.8 \times 5.2\text{--}6.4 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.8 \times 5.8 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.36\text{--}2.36$ ,  $Q_m = 1.86$ , amygdaloid-citriform mit meist deutlicher Papille, mäßig grobwarzig ornamentiert, Ornamentation nur teilweise am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig bis stark dextrinoid. Erwähnenswert sind die teilweise sehr großen Schnallen von 5 bis 11  $\mu\text{m}$  Länge an den Septen der Epikutishyphen. Diese messen 2–6  $\mu\text{m}$  im Durchmesser und haben überwiegend gelbes, vakuoläres Pigment.

*P. pseudodaulnoyae* ist nicht selten und wächst unter *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus* und *Tilia* auf Kalk oder Lehm, möglicherweise auch unter *Picea* und ist in Mitteleuropa in Eichen-Hainbuchenwäldern auf Kalk weit verbreitet, kommt aber auch in den Nachfolgelandschaften des Braunkohletagebaus in Ostdeutschland vor. Charakteristische Merkmale wie die engstehenden

Lamellen und die meist zugespitzten, teilweise verwachsenen Stiele unterscheiden die Art von dem nahestehenden, auch erdig riechenden *P. variicolor*. Auch bei dieser Art können die Blautöne auf dem Hut stark variieren.

Diese Art wurde lange als *C. nemorensis* im Sinne von M. M. Moser angesprochen, bis die Sequenzierung des Holotypus den Namen *C. squamosocephalus* ins Spiel brachte. Schließlich epitypifizierten Bidaud & Bellanger (2016) die Art mit *C. pseudodaulnoyae*.



Photo: J. Kleine

**Fig. 6** — *Phlegmacium pseudodaulnoyae*

***Phlegmacium spadicellum*** M. M. MOSER 1953

**Fig. 7**

**Synonyme:** *Phlegmacium rufolatum* (Moëgne-Locc.) Niskanen & Liimat. 2022.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. rufolatus* pl. 184, BRANDRUD et al. (1998) als *C. spadicellus* D10, LUDWIG (2017) als *C. spadicellus*.

Mittelgroße Art mit einheitlich braunem Hut, violetten Lamellen, keuligem bis zylindrisch-spindeligen Stiel, mit Blautönen von Anfang an, oft mit violettblauem Fleisch in der Stielbasis. Der Geruch ist hefeartig, nicht erdig. Sporen [1, 1, 30],  $9.0\text{--}11.0 \times 5.1\text{--}6.3 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.0 \times 5.7 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.55\text{--}1.95$ ,  $Q_m = 1.75$ , amygdaloid ohne deutliche Papille, deutlich bis mäßig stark ornamentiert, Ornamentation nicht am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.

Die Art ist boreal-montan unter *Picea* auf sauren bis neutralen Böden verbreitet.



Photo: K. Soop

**Fig. 7** — *Phlegmacium spadicellum*

**Synonyme:** *C. muricinicolor* Moëgne-Loec. 1996, *C. piriadolens* Moëgne-Loec. 1996.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. piriadolens* pl. 182 und *C. muricinicolor* pl. 201, BRANDRUD et al. (1993) B20, SAAR (2010) als *C. varicolor*, LUDWIG (2017) als *C. varicolor*.

Große, oft in Hexenringen vorkommende Art mit violettbraunen Farbtönen, bräunendem Fleisch und deutlich erdigem Geruch. Die KOH-Reaktionsstelle färbt nicht von gelb nach rosabraun um. Sporen [2, 2, 64],  $9.2\text{--}12.0 \times 5.2\text{--}6.8 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.6 \times 6.0 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.57\text{--}1.97$ ,  $Q_m = 1.77$ , amygdaloid-citriform mit meist deutlicher Papille, stark und grobwarzig ornamentiert, Ornamentation deutlich am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, stark dextrinoid. *P. variicolor* ist eine der häufigsten Arten der Sektion *Phlegmacioida* und wächst in Nadelwäldern auf Kalk und auf basischen Gneisen, kommt aber auch in Kalk-Laubwäldern bei *Fagus* und *Tilia* vor. Die Art hat im borealen und montanen Bereich eine weite Verbreitung. Bei BRANDRUD (1998) wird die Laubwaldform *C. nemorensis* (Fr.) J. Lange sensu Lange genannt.

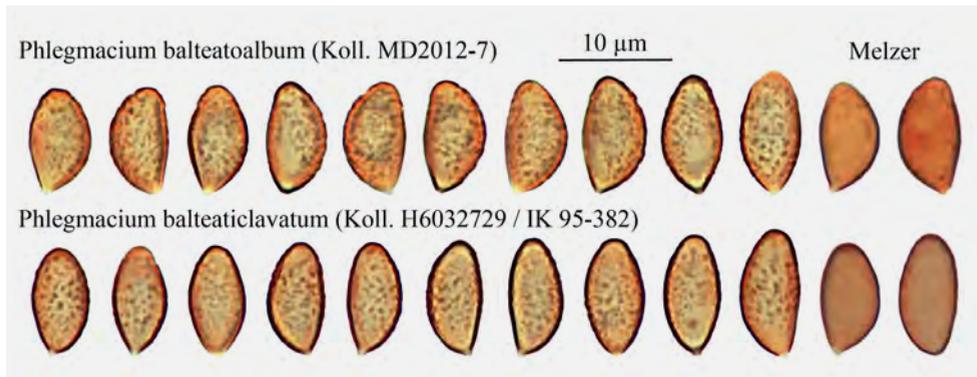


Photo: G. Schmidt-Stohn

Fig. 8 — *Phlegmacium variicolor*

## 2. *Balteatoalbum*-Klade:

Den 3 Vertretern dieser Klade gemeinsam sind Fruchtkörper ohne blauviolette Farbtöne und mit relativ kleinen Sporen. Ihre Hauptverbreitung haben sie nach heutiger, noch dürftiger Datenlage in den Mischwaldgebieten Nord- und Mitteleuropas.



Photos und Grafik: Geert Schmidt-Stohn

**Fig. 9** — Sporogramme ausgewählter Kollektionen der *Balteatoalbum*-Klade

***Phlegmacium balteatialutaceum*** (Kytöv., Liimat. & Niskanen) Niskanen & Liimat. 2022

**Abbildungen sequenzierter Funde:** LIIMATAINEN et al. (2014) als *C. balteatialutaceus*. **Fig. 10**

Wir kennen die Art nur von ihrer Originalbeschreibung in der Typusstudien-Veröffentlichung von LIIMATAINEN et al. (2014) und von einem sequenzierten Fund von SO Norwegen. In dem Artikel werden ausschließlich Funde von Mischwaldstandorten in Finnland genannt. Auch der Norwegische Fund stammt aus einem feuchten Mischwald mit *Alnus incana*, *Populus tremula* und möglicherweise auch *Betula*. Als Symbiosepartner kommen also *Betula*, *Picea*, *Pinus*, *Populus* und *Salix* in Betracht. Die Art hat auch eine basal verdickte Stielbasis, die bisweilen stumpf gerandet sein kann, ähnlich *C. balteatoalbum*. Sporen nach LIIMATAINEN et al. (2014): [1, 5, 140], 9.1–10.9 × 5.0–5.9 µm, M = 10.0 × 5.4 µm, Q = 1.75–1.98, Q<sub>m</sub> = 1.85, amygdaloid-fusoid, mäßig bis stark ornamentiert, Warzen meist isoliert, schwach dextrinoid.

Die Art hat keinerlei blaue Farbtöne und einen keuligen bis knolligen Stiel und ähnelt daher *P. balteatoalbum*.



Photo: T. E. Brandrud

**Fig. 10** — *Phlegmacium balteatialutaceum*

*Phlegmacium balteaticlavatum* (Kytöv., Liimat. & Niskanen) Niskanen & Liimat. 2022

**Abbildungen sequenzierter Funde:** LIIMATAINEN et al. (2014) als *C. balteaticlavatus*, SOOP (2020) als *C. balteaticlavatus*.

Die Art zeigt keinerlei blaue Farbtöne. Die Fruchtkörper sind kompakt und der Stiel keulig bis rübenförmig verdickt.

Wir kennen die Art nur aus ihrer Originalbeschreibung in der Typusstudien-Veröffentlichung (loc. cit.), worin ausschließlich über Funde von Mischwaldstandorten in Finnland berichtet wird. *Betula* scheint der Mykorrhizapartner zu sein, aber auch *Pinus*, *Corylus*, *Populus* und *Salix* kommen in Betracht. Sporen [2, 2, 64],  $7.1-10.7 \times 4.4-5.2 \mu\text{m}$ ,  $M = 8.9 \times 4.8 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.48-2.24$ ,  $Q_m = 1.86$ , länglich amygdaloid, deutlich isoliert-warzig ornamentiert, Ornament am Sporenumriss kaum sichtbar, mit suprahilärer Plage, deutlich bis mäßig dextrinoid. *P. balteaticlavatum* gehört zu den wenigen kleinsporigen Arten der Sektion *Phlegmacioida*.

*Phlegmacium balteatoalbum* (Rob. Henry) M. M. Moser 1961

**Fig. 11**

**Synonyme:** *C. conrescens* Secr. ex Bidaud, Moëgne-Loec. & Reumaux 1995.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1995) als *C. conrescens* pl. 159, BRANDRUD et al. (1998) D21 als *C. balteatoalbum* var. *balteatoalbum*, LANDRY (2021) als *C. balteatoalbum*, LUDWIG (2017) als *C. balteatoalbum*.

*Phlegmacium balteatoalbum* bildet kompakte, fleischige Fruchtkörper mit blassbraunen Farben und keuligen, bislang auch stumpf gerandet knolligen Stielen aus. Das Fleisch ist weiß und hat im Alter einen erdigen Geruch. Gute Abbildungen der Art finden sich bei BIDAUD (1995) unter den Namen *C. conrescens* und sehr wahrscheinlich auch als *C. crassus* im AdC. Sporen [1, 1, 32],  $8.9-10.5 \times 4.9-5.7 \mu\text{m}$ ,  $M = 9.7 \times 5.3 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.64-2.00$ ,  $Q_m = 1.82$ , amygdaloid-subcitriform, deutlich ornamentiert, Ornamentation verwaschen, am Sporenumriss deutlich sichtbar, mit suprahilärer Plage, mäßig dextrinoid. Mikroskopisch auffallend sind die für einen Vertreter der Sektion *Phlegmacioida* breiten, besonders im Alter stark pigmentierten Huthauthyphen.

Die Art ist in kalkarmen Nadel- und Laubwäldern der nemoralen (= kühl gemäßigten) Klimazone heimisch und bildet eine Mykorrhiza mit *Picea*, kann aber auch unter *Betula*, *Fagus* und *Quercus* vorkommen.



Photo: M. Dondl

**Fig. 11** — *Phlegmacium balteatoalbum*

### 3. *Badiolatum*-Klade:

Dieser Klade umfasst sechs Arten, die sich morphologisch kaum ähneln. Sie kommen auf kalkfreien, sauren Böden vor.



Photos und Grafik: Geert Schmidt-Stohn

Fig. 12 — Sporogramme ausgewählter Kollektionen der *Badiolatum*-Klade

### *Phlegmacium areni-silvae* (Brandrud) Niskanen & Liimat. 2022

Fig. 13

**Abbildungen sequenzierter Funde:** ANDERSSON et al. (2019), LANDRY (2021) als *C. areni-silvae*. Nicht sequenziert: BRANDRUD et al. (2012) E43 als *C. areni-silvae*.

*Phlegmacium areni-silvae* wurde 1997 als *C. balteatoalbus* var. *areni-silvae* Brandrud beschrieben und 2012 auf Artebene gehoben (BRANDRUD et al. 2012). *P. areni-silvae* bildet kompakte, fleischige Fruchtkörper mit blassbraunen Farben und oft stumpf gerandet-knolligen Stielen aus. Das Fleisch ist weiß und hat im Alter einen erdigen Geruch. Sporen [2, 2, 71], 7.5–9.5 × 4.2–5.4 µm, M = 8.5 × 4.8 µm, Q = 1.58–1.98, Q<sub>m</sub> = 1.78, ellipsoid bis amygdaloid mit teilweise angedeuteter Papille, relativ schwach ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss kaum sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid. Die Sporen sind für einen Vertreter der *Phlegmacioida* relativ klein.

Die Art ist ein typischer Vertreter der Funga trockener sandiger Kiefernwälder, wo sie in Mykorrhiza mit *Pinus* steht. In West-Dänemark wurde sie auch in *Picea*-Pflanzungen im

Dünenbereich gefunden. Sie ist wahrscheinlich sehr weit in sandigen Kiefernwäldern im nördlichen Taiga-Gebiet Eurasiens verbreitet, von Skandinavien bis Tomsk in Sibirien (ANDERSSON et al. 2019). Seit wenigen Jahren gibt es auch sequenzanalytisch gesicherte Nachweise aus Quebec, Kanada (LANDRY 2021). Möglicherweise hat die Art eine mehr oder weniger circumboreale Verbreitung.



Photo: K. Soop

Fig. 13 — *Phlegmacium areni-silvae*

***Phlegmacium badiolatum*** M. M. Moser 1961

**Synonyme:** *C. hyssinicolor* Bidaud 1995, *C. chamaesalicis* Bon 1985, *C. durus* P. D. Orton 1960 sensu Cort. *Fl. Photogr.*

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. hyssinicolor* pl. 161, BRANDRUD et al. (1993) E41 und E42 als *C. durus*.

*Phlegmacium badiolatum* ist ein in Nordeuropa nicht selten vorkommender, erdig riechender Birkenbegleiter, der jung fast weiß ist und sehr rasch nach ockerbraun umfärbt. Die Art ist sehr variabel in der Größe und kann mit eher schwächlichem, anomaloidem Habitus als auch mit kräftigeren Fruchtkörpern auftreten. Neben der Birke sind im borealen und arktisch-alpinen Bereich auch *Picea* und *Salix* als Partner bekannt. Der Typus von *C. durus* wurde von T. G. Frøslev sequenziert und stellte sich als verschieden von *P. badiolatum* heraus (pers. Mitt. T. G. Frøslev). Demzufolge ist *P. durum* kein anzuwendender Name für diese Art, auch wenn Orton *P. badiolatum* in sein Konzept von *C. durus* eingeschlossen hatte. Sporen [1, 1, 31],  $9.7\text{--}11.3 \times 5.1\text{--}6.3$   $\mu\text{m}$ ,  $M = 10.5 \times 5.7$   $\mu\text{m}$ ,  $Q = 1.58\text{--}2.10$ ,  $Q_m = 1.84$ , amygdaloid-citriform, teilweise mit deutlicher Papille, mäßig stark ornamentiert, fast isoliert warzig, Ornamentation am Sporenumriss wenig sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.

***Phlegmacium caesiocolor*** (Kytöv., Liimat. & Niskanen) Niskanen & Liimat. 2022

**Abbildungen sequenzierter Funde:** LIIMATAINEN et al. (2014) als *C. caesiocolor*.

*P. caesiocolor* besticht durch die intensiv violetten Farben auf dem Hut und am Stiel. Die Art kommt bei *Quercus*, möglicherweise auch bei *Corylus* und *Populus* vor und ist bislang nur aus Südfinnland bekannt. Mit seinen von Anfang an blauen Lamellen ist die Art gut von den nahestehenden *P. chromatophilus/daulnoyae* und *P. badiolatum* zu trennen. Sporen [1, 1, 31],  $9.7\text{--}11.3 \times 5.3\text{--}6.5 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.5 \times 5.9 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.60\text{--}1.96$ ,  $Q_m = 1.78$ , amygdaloid-citriform, meist mit deutlicher Papille, stark und grobwarzig ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.

***Phlegmacium daulnoyae*** (Quél.) Niskanen & Liimat. 2022

**Fig. 14**

**Synonyme:** *C. argutipes* Bidaud & Reumaux 1996, *C. chromatophilus* Rob. Henry 1989, *C. herculeolens* Bidaud 1996, *C. sabuletorum* Redeuilh & Reumaux 1995.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1995) als *C. argutipes* pl. 175, *C. herculeolens* pl. 176 und *C. sabuletorum* pl. 164, SAAR (2010) als *C. sabuletorum*, BRANDRUD et al. (2012) als *C. sabuletorum*, SCHMIDT-STOHN et al. (2016) als *C. chromatophilus*.

*P. daulnoyae* zeigt jung weißliche bis lilabräunliche Farben und bräunt stark. Die Lamellen sind jung creme-beige und zeigen keinerlei Blautöne. Der Stiel ist keulig, sehr hart und stark bräunend, auch das Fleisch bräunt und hat einen starken süßlich erdigen Geruch. Die Laugenreaktion ist sehr intensiv und schlägt nach ca. einer halben Stunde nach rosabräunlich um. Sporen [2, 2, 62],  $10.1\text{--}11.7 \times 5.7\text{--}6.9 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.9 \times 6.3 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.52\text{--}1.96$ ,  $Q_m = 1.74$ , amygdaloid-subcitriform mit kaum deutlicher Papille, stark und grobwarzig ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid. Die Art wächst unter *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus* und *Tilia* auf sauren, sandigen, aber auch lehmigen Böden in Mitteleuropa und im südlichen Nord-Europa.

Lange wurde diese Laubwaldart als *C. nemorensis* im Sinne von M. M. Moser angesprochen, bis die Sequenzierung des Holotypus den Namen *C. chromatophilus* ins Spiel brachte. BIDAUD & BELLANGER 2016 deuteten die Art dann auf den Quélet'schen Namen *C. daulnoyae* und epitypifizierten sie damit. Es bleibt dabei aber das Problem, dass unsere Art, im Gegensatz zum Protolog von *C. daulnoyae*, niemals bläuliche, sondern auch jung immer weißliche Lamellen hat.



Photo: G. Schmidt-Stohn

**Fig. 14** — *Phlegmacium daulnoyae*

*Phlegmacium kuehneri* ist der einzige Vertreter der Sektion *Phlegmacioida*, der mit *Alnus viridis* vergesellschaftet ist. Seine Fruchtkörper sind schwächlich, haben einen anomaloiden Habitus und einen stark erdigen Geruch. Für *P. kuehneri* gibt es möglicherweise mehrere Synonyme: *C. alneti* Bidaud 1996, *C. hebelomoides* Murrill 1945 und *C. sinapizans* M. M. Moser 1967, die alle eine phlegmacioide Art unter Grünerlen beschreiben. Allerdings gibt es davon noch keine Typussequenzen, so dass ihre Synonymie nur vermutet werden kann. Sporen [1, 1, 32],  $10.1\text{--}11.7 \times 5.2\text{--}6.0 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.9 \times 5.6 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.80\text{--}2.12$ ,  $Q_m = 1.96$ , länglich ellipsoid bis amygdaloid-subcitriiform, relativ schwach ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss kaum sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.



Photo: A. Hausknecht

Fig. 15 — *Phlegmacium kuehneri*

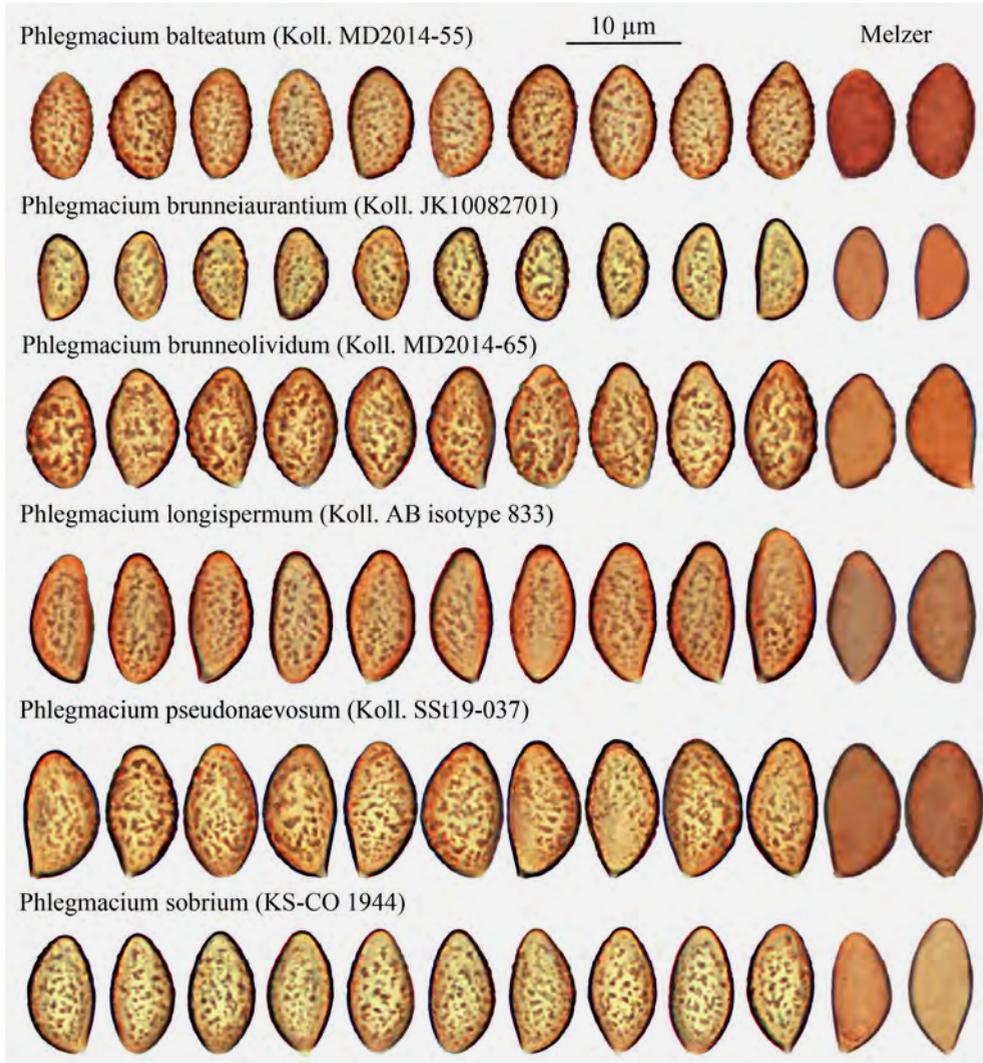
*Phlegmacium myrtilliphilum* (Kytöv., Liimat., Niskanen & Brandrud) Niskanen & Liimat. 2022

Die Art zeigt keinerlei blaue Farbtöne und hat relativ große Sporen für die Sektion. Makroskopisch erinnert sie an *P. pseudonaevosum*. Leider kennen wir die Art nur aus kurzen Notizen und ihrer Originalbeschreibung in LIIMATAINEN et al. (2014). Sporen nach LIIMATAINEN et al. (2014): [1, 2, 100],  $10.9\text{--}13.4 \times 6.3\text{--}7.5 \mu\text{m}$ ,  $M = 12.1 \times 6.9 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.63\text{--}1.91$ ,  $Q_m = 1.79$ , amygdaloid-fusoid mit einer deutlichen suprahilären Depression und einem längeren apikalen Teil, mäßig stark ornamentiert, schwach dextrinoid.

Die Art ist bislang nur von 2 Standorten aus Norwegen und vom Typusstandort in Finnland bekannt, wo sie unter *Picea* fruktifiziert. Leider gibt es keine Fotos von diesen zwei Kollektionen.

#### 4. *Balteatum*-Klade:

Zu diesem Klade gehören kalkmeidende Arten mit eher anomaloidem bis boletoidem (*P. balteatum*) Habitus. Bis auf *P. brunneaurantium* haben alle Vertreter der Klade relativ große Sporen im Vergleich zu anderen Arten der Sektion *Phlegmacioida*.



Photos und Grafik: Geert Schmidt-Stohn

**Fig. 16** — Sporogramme ausgewählter Kollektionen der *Balteatum*-Klade

***Phlegmacium balteatum*** (Fr.) Blytt 1905

**Fig. 17**

**Synonyme:** *C. subbalteatus* Kühner 1955, *C. balteatotomentosus* Rob. Henry 1958, *C. subopimus* Bidaud 1995.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1995) als *C. subopimus* pl. 156, BRANDRUD (1994) als *C. balteatus* C60, LUDWIG (2017) als *C. balteatus*.

*P. balteatum* ist eine boreale-montane Art des Nadelwaldes, die auf vielen Böden außer Kalkböden vorkommt und die in Mitteleuropa selten ist (nur ein eigener Fund im Schwarzwald). Auffällig ist der braunfilzige Hut mit violetterm Hutrand, fehlendes Blau in den Lamellen und der fehlende Erdgeruch. *P. balteatum* ist eine der am frühesten fruktifizierenden Arten der Sektion *Phlegmacioida* und unterscheidet sich in einigen Eigenschaften von seinen nah verwandten Arten: zum einen bildet sie fleischigere Fruchtkörper, zum anderen hat sie eine sehr trockene faserfilzige Huthaut. Diese zeigt unter dem Mikroskop eine komplex aufgebaute Pileipellis-Struktur. (Brandrud 1998, fig. 7): Sporen [3, 3, 101],  $8.9-12.1 \times 5.1-6.3 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.5 \times 5.7 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.56-2.12$ ,  $Q_m = 1.84$ , elliptisch-amygdaloid, subcitriform, stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss deutlich sichtbar, ohne suprahiläre Plage, stark dextrinoid.



Photo: T. E. Brandrud

**Fig. 17** — *Phlegmacium balteatum*

***Phlegmacium brunneiaurantium*** (Kytöv., Liimat. & Niskanen) Niskanen & Liimat. 2022

**Fig. 18**

**Abbildungen sequenzierter Funde:** KLEINE (2016) als *C. brunneiaurantius*, LIIMATAINEN et al. (2014) als *C. brunneiaurantius*, LUDWIG (2017) als *C. brunneiaurantius*.

Die Art entwickelt im Alter – wie auch viele andere Arten aus der Sektion *Phlegmacioida* – einen erdigen Geruch und zeigt eine auffällig orangegelbe Reaktion mit Laugen. Sie ist bislang nur in Finnland und Deutschland in Laubmischwäldern gefunden worden, in Ost-Deutschland besonders in Auwäldern entlang Flussläufen (KLEINE 2016). Als Baumpartner konnte bisher eindeutig *Populus tremula* festgestellt werden, darüber hinaus kommen als potenzielle Begleiter *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Quercus* und *Tilia* in Betracht. KLEINE (2016) gibt eine detaillierte Beschreibung und Illustration der Art. Sporen [2, 2, 67],  $7.4\text{--}9.0 \times 4.1\text{--}5.3 \mu\text{m}$ ,  $M = 8.2 \times 4.7 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.49\text{--}2.05$ ,  $Q_m = 1.77$ , amygdaloid-subcitriform, Papille nur teilweise ausgebildet, stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss meist deutlich sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid. *P. brunneiaurantium* ist die Art mit den kleinsten Sporen in der Sektion *Phlegmacioida*.



Photo: J. Kleine

**Fig. 18 — *Phlegmacium brunneiaurantium***

***Phlegmacium brunneolividum*** (Bidaud) Niskanen & Liimat. 2022

**Fig. 19, 20**

**Synonyme:** *C. brunneoviolaceus* Bidaud 1996.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. brunneolividus* pl. 187 und *C. brunneoviolaceus* pl. 188.

*Phlegmacium brunneolividum* fällt durch seine violettgrauen Farben auf dem Hut in Kombination mit einem hellviolett-blauen Stiel auf. Der Geruch ist eher unangenehm.

Außer an den beiden Typusstandorten in Frankreich ist die Art noch in Deutschland und Spanien gefunden worden. Als Mykorrhizapartner findet man *Castanea*, *Fagus* und *Quercus*, möglicherweise kommt auch *Carpinus* in Betracht. Sporen [2, 2, 69],  $9.4\text{--}12.2 \times 5.0\text{--}6.6 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.8 \times 5.8 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.50\text{--}2.14$ ,  $Q_m = 1.86$ , amygdaloid-citriform, sehr stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss deutlich sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.



Photo: M. Dondl

**Fig. 19** — *Phlegmacium brunneolividum*



Photo: A. Meléndez

**Fig. 20** — *Phlegmacium brunneolividum*

***Phlegmacium longispermum*** (Reumaux) Brandrud, Dima, Saar & Schmidt-Stohn 2022

comb. & stat. nov. MB 844431, Basionym: *Cortinarius clarobaltoides* var. *longispermus* Reumaux, in Bidaud, Moënné-Loccoz, Reumaux & Henry, *Atlas des Cortinaires* (Meyzieu) 8: 291 (1996).

**Abbildung sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) pl. 207.

Wir kennen nur die Originalbeschreibung aus dem *Atlas des Cortinaires*. Darin wird *Cortinarius clarobaltoides* var. *longispermus* als Nadelwaldvariante der Stammart mit auffällig schmalen und langen ( $Q_m > 2$ ) Sporen beschrieben. Der Hut weist graubraune Farben, ebenso gefärbte Lamellen und einen keuligen Stiel auf. Der Geruch soll fruchtig sein und die Laugenreaktion soll kräftig ausfallen. Sporen [1, 1, 29],  $10.6\text{--}13.0 \times 5.3\text{--}6.1 \mu\text{m}$ ,  $M = 11.8 \times 5.7 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.89\text{--}2.29$ ,  $Q_m = 2.09$ , länglich amygdaloid-subcitriform, deutlich ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss teilweise sichtbar, teilweise mit suprahilärer Plage, stark dextrinoid. Durch die schmal-länglichen Sporen nimmt *P. longispermum* zusammen mit *P. ochroclarum* eine Sonderstellung innerhalb der Sektion *Phlegmacioida* ein. Bisher ist nur eine Fundstelle in der Nähe von Paris unter *Picea* bekannt.

Leider ist es LIIMATAINEN et al. (2014) nicht gelungen, von der Typusart *Cortinarius clarobaltoides* eine Sequenz zu generieren, wohl aber von der Varietät *longispermus*. Da diese sich molekulargenetisch als eigenständig herausgestellt hat, haben wir uns entschlossen, sie auf Artniveau neu zu kombinieren.

***Phlegmacium pseudonaevosum*** (Rob. Henry) Brandrud, Dima, Saar & Schmidt-Stohn 2022

comb. nov. MB 844430, Basionym: *Cortinarius pseudonaevosus* Rob. Henry in *Bull. trimest. Soc. mycol. Fr.* 73(1): 54 (1957) **Fig. 21**

**Synonyme:** *C. acidophilus* Brandrud 1997, *C. vacciniophilus* Brandrud 1997, *C. maculatipes* Bidaud 1996, *C. sphagnetorum* Bidaud 1996, *C. subcrassoides* Moënné-Locc. & Reumaux 1995.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. maculatipes* pl. 181, und *C. sphagnetorum* pl. 179, BRANDRUD et al. (1998, 2012) D09 als *C. patibilis*, E45 als *C. acidophilus*, E44 als *C. vacciniophilus* BRANDRUD et al. (2020).



Photo: G. Schmidt-Stohn

**Fig. 21** — *Phlegmacium pseudonaevosum*

*Phlegmacium pseudonaevosum* fruktifiziert bereits im Sommer und wächst in sauren Fichtenwäldern. Der Habitus ist anomaloid mit spärlichen Blautönen am Fruchtkörper. Sporen [1, 1, 33],  $10.7\text{--}12.3 \times 5.9\text{--}7.1 \mu\text{m}$ ,  $M = 11.5 \times 6.5 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.59\text{--}1.95$ ,  $Q_m = 1.77$ , amygdaloid-citriform, sehr stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss deutlich sichtbar, teilweise mit suprahilärer Plage, stark dextrinoid. Die Art wächst in Skandinavien oft zusammen mit *P. balteatum*, ist aber schlanker und oft mit schleimigerem Hut und Velumschuppen auf Hutmitte und hat normalerweise deutlich grössere Sporen.

Außer in Skandinavien ist die Art bisher nur in Frankreich gefunden worden. Für Kommentare bzgl. Synonymie, siehe Brandrud et al. 2020.

***Phlegmacium sobrium* (P. Karst.) Niskanen & Liimat. 2022**

**Fig. 22**

**Abbildungen sequenzierter Funde:** LANDRY (2021) als *C. sobrius*, SOOP (2020) als *C. sobrius*.

*P. sobrium* hat einen anomaloiden Habitus mit einem keulig bis spindelig zugespitzten Stiel, nur jung mit graublauen Tönen in den Lamellen und jung fruchtigem, alt erdigem Geruch. Die Art scheint selten zu sein, ist bisher nur in Skandinavien, Deutschland, Estland, Frankreich und Kanada gefunden worden und scheint strikt an *Populus tremula* gebunden zu sein. *Betula* bzw. *Picea* als Baumpartner sind noch in der Diskussion. Sporen [1, 1, 34],  $9.7\text{--}11.7 \times 5.1\text{--}5.9 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.7 \times 5.5 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.69\text{--}2.17$ ,  $Q_m = 1.93$ , amygdaloid-citriform, stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss teilweise sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.

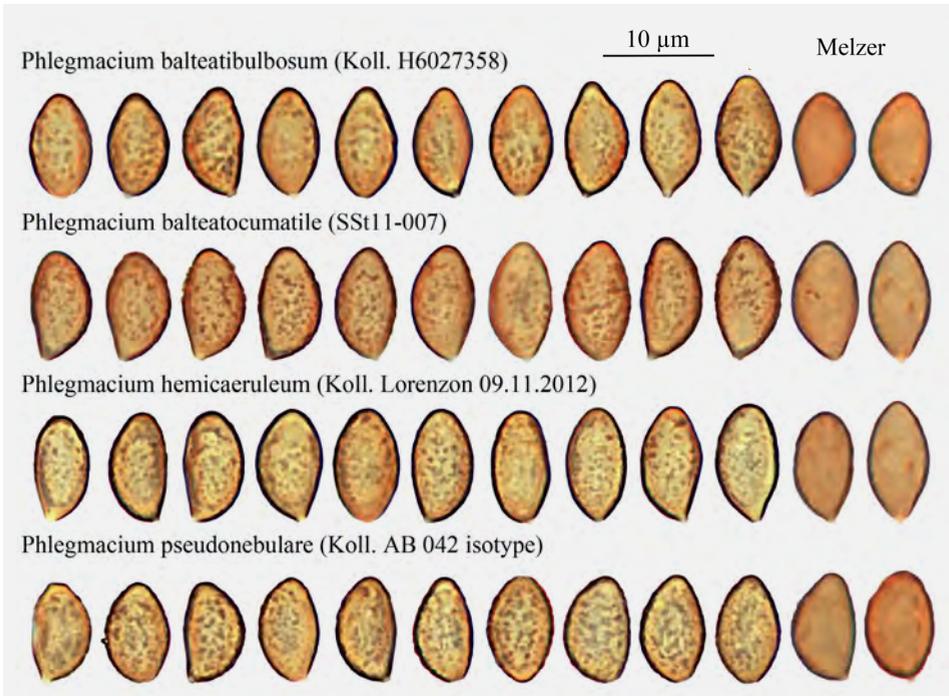


Photo: T. E. Brandrud

**Fig. 22 — *Phlegmacium sobrium***

## 5. *Balteatocumatile*-Klade:

In diesem Klade finden sich Arten mit einem mehr oder weniger boletoiden Habitus, violett-braunen Hutfarben (außer *P. balteatibulbosum*), Lamellen ohne Blautöne (außer *P. hemicaeruleum*) und erdigem Geruch (außer *P. balteatibulbosum*). Die Arten zeigen eine mittel- bis nordeuropäische Verbreitung.



Photos und Grafik: Geert Schmidt-Stohn

**Fig. 23** — Sporogramme ausgewählter Kollektionen der *Balteatocumatile*-Klade

***Phlegmacium balteatibulbosum*** (Kytöv., Niskanen, Liimat., Bojantchev & A. F. S. Taylor) Niskanen & Liimat. 2022 **Fig. 24**

**Abbildungen sequenzierter Funde:** LIIMATAINEN et al. (2014), SOOP (2018, 2020) alle als *C. balteatibulbosus*.

Das auffälligste Merkmal der großen braunhütigen Art mit jung graubraunen Lamellen ist die für einen Vertreter der Sektion *Phlegmacioida* auffällig stumpf gerandete Stielknolle. Die Art ist bislang in Bulgarien, Deutschland, Finnland und Schweden gefunden worden, wo sie oft an offenen Standorten unter *Fagus*, *Quercus* und *Tilia* vorkommt. Möglicherweise kommen auch *Betula*, *Corylus*, *Populus*, *Picea* und *Pinus* als Mykorrhizapartner in Betracht. Sporen [3, 3, 99], 8.9–10.9 × 4.9–6.1 µm, M = 9.9 × 5.5 µm, Q = 1.64–2.00, Q<sub>m</sub> = 1.82, amygdaloid-citriform, Papille meist deutlich, stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss teilweise sichtbar, ohne suprahiläre Platte, mäßig dextrinoid.



Photo: G. Schmidt-Stohn

**Fig. 24** — *Phlegmacium balteatibulbosum*

***Phlegmacium balteatocumatile*** (Rob. Henry ex P. D. Orton) M. M. Moser 1961 **Fig. 25, 26**

**Synonyme:** *C. balteatus* var. *praestantoides* Reumaux 1996, *C. veneris* Bidaud, Moëgne-Locc. & Reumaux 1996, *C. flavescens* Reumaux 1996.

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) als *C. balteatus* var. *praestantoides*, *C. flavescens* und *C. veneris*, BRANDRUD (2012), SOOP (2018) als *C. balteatocumatilis*.



Photo: W. Spengler

**Fig. 25** — *Phlegmacium balteatocumatile*



Photo: G. Schmidt-Stohn

**Fig. 26** — *Phlegmacium balteatocumatile*

*Phlegmacium balteatocumatile* ist eine große, fleischige Art mit meist violettbraunen Farben auf dem Hut, wobei die Violetttöne auch bei jungen Exemplaren völlig fehlen können. Den Lamellen fehlt stets jedes Violett. Am Stiel ist bei jungen Fruchtkörpern das violette Velum zu erkennen, aber auch das kann ganz fehlen. Im Alter entwickelt sich ein stark erdiger Geruch. Sporen [2, 2, 65],  $9.4\text{--}11.4 \times 5.1\text{--}6.3 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.4 \times 5.7 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.59\text{--}2.02$ ,  $Q_m = 1.81$ , amygdaloid-subcitriform, Papille wenig abgesetzt, mäßig stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss teilweise sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.

Die Art ist von der nemoralen (kühlgemäßigte Klimazone) bis zur mediterranen Zone unter *Abies*, *Betula*, *Carpinus*, *Cistus*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus* und *Tilia* auf lehmigen Böden oder auch an eher sauren Standorten und häufig in Parks und auf Friedhöfen zu finden.

***Phlegmacium hemicaeruleum*** (Brotzu, Lorenzon, Padovan, Bellù & Dima) Brandrud, Dima, Saar & Schmidt-Stohn 2022 **Fig. 27**

comb. nov. MB 844429, Basionym: *Cortinarius hemicaeruleus* Brotzu, Lorenzon, Padovan, Bellù & Dima, Index Fungorum no. 402: 1 (2019)

**Abbildungen sequenzierter Funde:** GUTIÉRREZ et al. (2006) als *C. veneris*. LUDWIG (2017) als *C. hemicaeruleus*.

Auffälligstes Merkmal dieser schönen violettbraunen Art ist ein intensiv lilablaues Hutfleisch, das scharf abgegrenzt ist gegenüber dem weißlichen Stielfleisch. Der Geruch wird im Alter erdig.

*Phlegmacium hemicaeruleum* ist eine seltene Nadelwaldart, die bislang unter *Abies*, *Cedrus*, *Picea*, *Pinus* und *Pseudotsuga* auf Kalkböden in Deutschland, Italien und Spanien gefunden wurde. Sporen [1, 1, 33],  $8.4\text{--}10.8 \times 4.5\text{--}6.1 \mu\text{m}$ ,  $M = 9.6 \times 5.3 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.60\text{--}2.00$ ,  $Q_m = 1.80$ , ovoid-amygdaloid, mäßig stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss kaum sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid.



Photo: L. Lorenzon

**Fig. 27** — *Phlegmacium hemicaeruleum*

*Phlegmacium pseudonebulare* (Moënne-Locc.) Niskanen & Liimat. 2022

**Fig. 28**

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BIDAUD et al. (1996) pl. 206, SAAR (2010) als *C. balteatus* ss. AdC.

*Phlegmacium pseudonebulare* ist eine fleischige, büschelig wachsende Art mit weißlichen Lamellen ohne Blautöne und ohne erdigen Geruch.



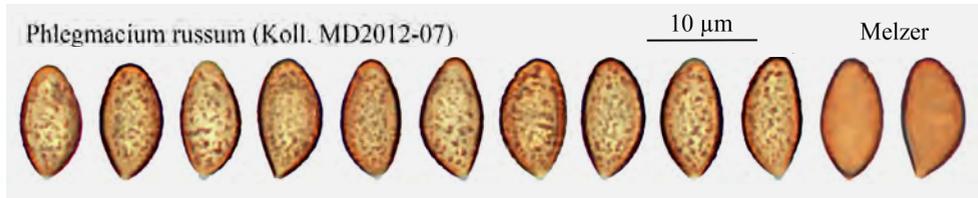
Photo: A. Gminder

**Fig. 28** — *Phlegmacium pseudonebulare*

Die Art scheint sehr selten zu sein. Genetisch belegte Funde liegen nur vom montanen Typusstandort unter *Picea* und von einem Fund auf einem Stuttgarter Friedhof unter *Carpinus*, *Fagus* und *Taxus* vor. Über den bevorzugten Boden-pH-Wert ist noch nichts bekannt. Ein weiterer möglicher Fund aus Deutschland aus einer Parkanlage unter *Carpinus* und *Quercus* muss noch sequenzanalytisch abgesichert werden. Sporen [2, 2, 62],  $8.6\text{--}10.2 \times 5.3\text{--}6.1 \mu\text{m}$ ,  $M = 9.4 \times 5.7 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.51\text{--}1.83$ ,  $Q_m = 1.67$ , Sporen im Vergleich zu allen anderen Arten der Sektion *Phlegmacioida* recht breit, amygdaloid-citriform, stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss deutlich sichtbar, ohne suprahiläre Platte, mäßig dextrinoid. Die Sporen sind für einen Vertreter der Sektion *Phlegmacioida* auffällig klein.

## 6. *Russum*-Klade:

Dieser Klade umfasst zwei Arten, die sich morphologisch sehr ähneln, *P. russum* und *P. spec.* Während *P. russum* eine boreale Verbreitung hat und gerne schon früh im Jahr wächst, ist von der Schwesterart noch wenig bekannt. Da hierzu bislang nur wenige Funde aus Italien und Spanien vorliegen, sehen wir vorerst noch von einer Neubeschreibung ab.



Photos und Grafik: Geert Schmidt-Stohn

Fig. 29 — Sporogramm ausgewählter Kollektionen der *Russum*-Klade

*Phlegmacium russum* (Fr.) Blytt 1905

Fig. 30, 31

Abbildungen sequenzierter Funde: BRANDRUD et al. (1995) C35, C44 als *C. russus*.



Photo: M. Dondl

Fig. 30 — *Phlegmacium russum*



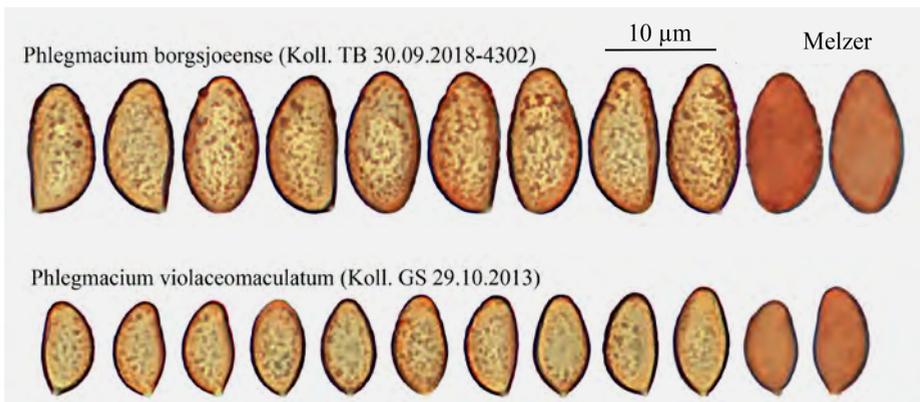
Photo: G. Schmidt-Stohn

Fig. 31 — *Phlegmacium russum*

*Phlegmacium russum* bildet kompakte Fruchtkörper mit braunen Farben auf Hut und Lamellen aus. Der Stiel ist meist spindelig-keulig ausgebildet. Auf Druck bräunen alle Teile der Fruchtkörper. Sporen [1, 1, 32],  $9.5\text{--}10.7 \times 5.0\text{--}5.8 \mu\text{m}$ ,  $M = 10.1 \times 5.4 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.71\text{--}1.99$ ,  $Q_m = 1.85$ , amygdaloid-subcitriform, stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss sichtbar, ohne suprahiläre Plage, mäßig dextrinoid. Die Art ist weiterhin durch ihre breiten Pileipellis-Hyphen mit auffällig braunen Wänden charakterisiert.

*P. russum* kommt im borealen Nadelwald Nordeuropas unter *Picea* vor. Der einzige, sequenzanalytisch abgesicherte Fund außerhalb dieses Verbreitungsgebietes stammt aus den nördlichen Alpen (Deutschland).

## 7. Im Phylogramm isoliert stehende Arten



Photos und Grafik: Geert Schmidt-Stohn

Fig. 32 — Sporogramme ausgewählter Kollektionen der isoliert stehenden Arten

***Phlegmacium borgsjoense*** (Brandrud) Niskanen & Liimat. 2022

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BRANDRUD et al. (1993) B26 als *C. borgsjoensis*, LUDWIG (2017) als *C. borgsjoensis*.

*Phlegmacium borgsjoense* ist sowohl von der Morphologie (BRANDRUD 1998) als auch der Phylogenie her eine gänzlich isolierte Art. Sie bildet anomaloid, blassbraune Fruchtkörper, deren spitz zulaufende Stiele durch ein violettblaues Velum gebändert sind. Das Fleisch ist weiß und riecht nach Kunsthonig. Sporen [1, 1, 31],  $11.8\text{--}14.6 \times 6.5\text{--}7.7 \mu\text{m}$ ,  $M = 13.2 \times 7.1 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.64\text{--}2.08$ ,  $Q_m = 1.86$ , ellipsoid bis amygdaloid, stark ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss gut sichtbar, ohne suprahiläre Plage, stark dextrinoid. *P. borgsjoense* hat die größten Sporen aller Arten der *Phlegmациoida*. Auch die Pileipellis-Struktur ist abweichend von den anderen *Phlegmациoida* (Duplex-Struktur fast gänzlich ohne inkrustierte Hyphen) (BRANDRUD 1998). Als einziger Vertreter dieser Sektion reagiert das Fleisch nicht mit Laugen.

Die Art ist im borealen Nadelwald heimisch und bildet Mykorrhiza mit *Picea* und *Pinus* auf nicht kalkhaltigen Böden. Sie gehört zu einer kleinen Gruppe von Arten der nördlichen Taiga, die bisher sehr selten in mitteleuropäischen subalpinen Wäldern (Italien, Südtirol) gefunden wurden.

***Phlegmacium violaceomaculatum*** (Brandrud) Niskanen & Liimat. 2022

**Fig. 33, 34**

**Abbildungen sequenzierter Funde:** BRANDRUD et al. (2012) E39, E40 als *C. violaceomaculatus* (beide nicht sequenziert), SAAR (2010) als *C. violaceomaculatus*.



Photo: G. Saar

**Fig. 33** — *Phlegmacium violaceomaculatum*



Photo: G. Schmidt-Stohn

**Fig. 34** — *Phlegmacium violaceomaculatum*

Diese Art kommt im borealen-montanen Nadelwald auf Kalk vor und besitzt auch den erdigen Geruch. Der Hut ist stark eingewachsen faserig, die Lamellen sind ohne Blautöne und der Stiel zeigt im Idealzustand eine auffallend leuchtend violette Zone im unteren Teil. Die Laugenreaktion ist intensiv gelb-orange und selbst auf dem Hut positiv! Sporen [2, 2, 64],  $8.1-10.5 \times 4.9-5.7 \mu\text{m}$ ,  $M = 9.5 \times 5.3 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1.58-2.06$ ,  $Q_m = 1.82$ , amygdaloid-subcitriform, deutlich ornamentiert, Ornamentation am Sporenumriss teilweise sichtbar, ohne suprahiläre Plage, stark bis mäßig dextrinoid.

Die Art ist boreal und montan – ausschließlich auf Kalkböden – unter *Picea* und *Pinus* weit verbreitet, aber nicht häufig. Verbreitungsschwerpunkte sind Deutschland (Schwarzwald), Estland, Frankreich (Jura), Italien (Alpen), Südost-Schweden und Schweiz (Alpen) (BRANDRUD 1998).

**Viele Arten sind erst in den letzten Jahren beschrieben worden oder noch sehr wenig bekannt!!**

- 1 Sporen bis 13,5 µm, im Schnitt über 11,5 µm lang ..... **Schlüssel A**
- 1\* Sporen im Bereich von 8–10 µm, im Schnitt kürzer als 9,5 µm ..... **Schlüssel B**
- 1\*\* Sporen im Bereich von 9,5–11,5 µm Länge ..... **Schlüssel C**

**Schlüssel A (große Sporen) - Nadelwaldarten**

- 1 Sporen spindelig, 5–6 µm breit, Q > 2, Geruch fruchtig ..... *P. longispermum*
- 1\* Sporen mandelförmig, 6,5–7,5 µm breit, Q < 2 ..... 2
- 2 (1) Geruch maisartig, Stielvelum weiß, bisher nur in Skandinavien ..... *P. myrtillophilum*
- 2\* Geruch kunsthonigartig, Stielvelum blauviolett ..... *P. borgsjoeense*

**Schlüssel B (kleine Sporen)**

- 1 boletoide, kompakte Fruchtkörper, büschelig wachsend, unter *Fagus, Carpinus, Picea*, Geruch alt erdig ..... *P. pseudonebulare*
- 1\* anderes Erscheinungsbild ..... 2
- 2 (1) Geruch nicht erdig, Stiel spindelig, im Mischwald (Zugehörigkeit noch unbekannt), bisher nur in Skandinavien ..... *P. balteaticlavatum*
- 2\* Geruch im Alter erdig ..... 3
- 3 (2) im feuchten Laubwald, starke KOH-Reaktion ..... *P. brunneaaurantium*
- 3\* im Nadelwald oder bei Birke ..... 4
- 4 (3) unter Kiefer auf sandigen Böden, bisher nur in Skandinavien ..... *P. areni-silvae*
- 4\* im Kalk-Nadelwald ..... 5
- 5 (4) Stiel auffallend violettfleckig, Huthaut eingewachsen faserig, starke KOH-Reaktion (auch auf dem Hut) ..... *P. violaceomaculatum*
- 5\* Stiel nicht auffallend fleckig, Fleisch nur im Hut auffallend blau, sehr fest ..... *P. hemicaeruleum*

**Schlüssel C (mittelgroße Sporen)**

- 1 Geruch im Alter erdig ..... 2
- 1\* Geruch nie erdig werdend ..... 14
- 2 (1) im Nadelwald ..... 3
- 2\* im Laubwald wachsend ..... 6
- 3 (2) im Kalk-Nadelwald häufig ..... *P. variicolor*
- 3\* im sauren Nadelwald ..... 4

4 (3)	Fruchtkörper mit Blautönen, Stiel jung von violetter Velum überzogen .....	<i>P. balteatocumatile</i>
4*	Fruchtkörper gänzlich ohne Blautöne.....	5
5 (4)	Kompakte Fruchtkörper mit keulig-knolligem Stiel.....	<i>P. balteatoalbum</i>
5*	Fruchtkörper anomaloid mit zylindrischem Stiel .....	<i>P. badiolatum</i>
6 (2)	unter Grünerlen oder Pappeln .....	7
6*	unter Birke und Edellaubhölzern .....	8
7 (6)	unter Zitterpappeln (ausschließlich?), bereits ab Juli .....	<i>P. sobrium</i>
7*	unter Grünerlen, montan .....	<i>P. kuehneri</i>
8 (6)	Lamellen auch jung nie mit Blautönen, auf eher neutralen bis sauren Böden.....	9
8*	Lamellen jung mit Blau-/Violettönen .....	12
9 (8)	bei Birke und Weide, Fruchtkörper anomaloid mit zylindrischem Stiel ..	<i>P. badiolatum</i>
9*	unter Eiche, Buche, Linde etc.....	10
10 (9)	Kompakte Fruchtkörper ohne Blautöne, mit keulig-knolligem Stiel ..	<i>P. balteatoalbum</i>
10*	Fruchtkörper mit Blautönen.....	11
11 (10)	am ganzen Fruchtkörper stark bräunend, Stiel ohne auffallendem violetter Velum .....	<i>P. daulnoyae</i>
11*	Fruchtkörper schwach bräunend, Stiel jung von violetter Velum überzogen .....	<i>P. balteatocumatile</i>
12 (8)	gerne büschelig wachsend, Stielbasis spindelig, mit auffällig großen Schnallen (>10 µm) in der Huthaut .....	<i>P. pseudodaulnoyae</i>
12*	einzeln wachsend .....	13
13 (12)	Hut glatt, jung mit auffallend blauem Stiel und kittfarbenem Hut ...	<i>P. brunneolividum</i>
13*	Hut filzig, ganzer Fruchtkörper stark bräunend .....	<i>P. coalescens</i>
13**	Hut faserschuppig, wenig bräunend .....	<i>P. variicolor</i>
14 (1)	Laubwaldarten .....	15
14*	Nadelwaldarten .....	20
15 (14)	Stiel mit gerandeter Knolle, ohne auffallende Blautöne, schon ab Juli .....	<i>P. balteatibulbosum</i>
15*	Stiel nie mit gerandeter Knolle .....	16
16 (15)	Stiel keulig bis rübenförmig, unter Birke oder Pappel wachsend, bisher nur in Skandinavien .....	<i>P. balteatialutaceum</i>
16*	unter Buche, Eiche, Linde, etc.....	17

17 (16)	Fruchtkörper jung tief blauviolett, bisher nur in Skandinavien.....	<i>P. caesiocolor</i>	18
17*	Fruchtkörper nur jung mit Blautönen, mitteleuropäische Arten.....		18
18 (17)	auf sauren Böden (auch unter Fichte), Hut mit «schmutzig» strukturierter Oberfläche, KOH-Reaktion im Fleisch nach ca.10 Min. rosabraun ausblassend .....	<i>P. eliae</i>	
18*	auf Kalkböden unter Buche wachsend .....		19
19 (18)	Stiel hart, in der Basis mit violetter Zone, Geruch jodartig, Sporen-Q < 2....	<i>P. largum</i>	
19*	Hut schuppig, Geruch fruchtig, Sporen-Q > 2.....	<i>P. ochroclarum</i>	
20 (14)	stark bräunende Arten, schon ab Juli vorkommend.....		21
20*	kaum oder schwach bräunende Arten, teilweise auch ab Juli wachsend.....		22
21 (20)	Hut hellbraun, Habitus anomaloid, im sauren Nadelwald.....	<i>P. patibile</i>	
21*	Hut jung schon dunkelbraun.....	<i>P. russum</i>	
22 (20)	Hut auffallend filzig mit blauvioletter Zone am Rand, schon ab Juli.....	<i>P. balteatum</i>	
22*	Hut nicht auffallend filzig.....		23
23 (22)	im sauren oder oberflächlich versauerten Fichtenwald .....		24
23*	eher im Kalk-Nadelwald.....		25
24 (23)	Habitus anomaloid, Hut ockerbraun, im feuchten, anmoorigen Fichtenwald, schon ab Juli.....	<i>P. pseudonaevosum</i>	
24*	Hut mit «schmutzig» strukturierter Oberfläche, KOH-Reaktion im Fleisch nach ca.10 Min. rosabraun ausblassend.....	<i>P. eliae</i>	
25 (23)	Hut einheitlich ockerbraun, eingewachsen faserig, eher im trockenen, reichen Fichtenwald .....	<i>P. spadicellum</i>	
25*	Hut eher kittbraun und glatt, unter Tanne, Stiel hart, in der Basis mit violetter Zone....	<i>P. largum</i>	

## Vergleich von Morphologie-basierter Taxonomie 1998 mit heutiger Taxonomie nach phylogenetisch-morphologischem Konzept 2022

In einer detaillierten Monographie der Sektion *Phlegmacioides* erkannte BRANDRUD (1998) 18 europäische Arten incl. 3 Varietäten an, verglichen mit den 31 Arten, die hier als valide, genetisch unterstützte Arten, kombiniert mit morphologischem Konzept vorgestellt werden. Auch das Konzept von MOSER (1961) vor 60 Jahren umfasste 18 Taxa. Das bedeutet, dass sich die Artenzahl in dieser Sektion seit 1998 fast verdoppelt hat und dass gleichzeitig die meisten Synonyme von 1998 immer noch diesen Status haben, gestützt durch Sequenzierung der Typen (LIIMATAINEN et al. 2014).

Man beachte, dass BRANDRUD (1998) schon folgendermaßen argumentierte: « ...many species delimitations are critical and ... sect. *Phlegmacioides* is one of the most complex and poorly understood groups in subgen. *Phlegmacium*. Some of the rare taxa remain little known, there will probably be adjustments to their taxonomy in the future». Heute können wir noch deutli-

cher feststellen, dass manche Artenkomplexe innerhalb der Sekt. *Phlegmacioida* vor 25 Jahren fast gar nicht verstanden waren, bedingt durch geringe morphologische Unterschiede und die Seltenheit mancher Arten. Auch stand damals die boreale Funga kaum im Blick der Mykologen. Auch wurde noch nicht erkannt, dass der Einsatz der neuen molekulargenetischen Methoden dringend notwendig war, diese taxonomischen Probleme befriedigend zu lösen. Nachfolgend seien einige Beispiele vorgestellt, die in den letzten 25 Jahren eine bedeutsame Entwicklung in der Artenkenntnis zur Folge hatten.

Sektion *Variocolores* sensu Brandrud 1998: Hier wurden 1998 acht Taxa vorgestellt. Heute wissen wir, dass drei davon (*C. violaceomaculatus*, *C. kuhneri* und *C. russus*) phylogenetisch nicht zu dieser Klade gehören. Zu den verbleibenden fünf Arten sind heute wieder drei hinzugekommen, die aber Brandrud bis 1998 wahrscheinlich schon vorgelegen hatten. Die Änderungen in dieser Gruppe sind also nicht so gravierend.

Sektion *Balteati* sensu Brandrud 1998: In dieser Gruppe sind die Änderungen durch Artaufspaltungen auffälliger. Brandrud hatte 1998 neun Arten akzeptiert. Wenn wir nun die nur entfernt verwandte Art *C. borgsjoense* außer Acht lassen, stellt man fest, dass die restlichen acht Taxa heute in sechzehn gute Arten innerhalb vier verschiedener Klades aufgespalten worden sind. Zum Beispiel sind von der 1998 als *C. balteatoalbus* geführten Art heute *P. balteatialutaceum* und *P. balteaticlavatum* abgespalten worden. Und in der Klade *Balteatum* treffen wir heute vier neue, noch wenig studierte Arten an, die vor 25 Jahren nicht bekannt waren. Auf der anderen Seite haben die molekularen Daten gezeigt, dass *C. vacciniophilus* und *C. acidophilus* ITS-identisch sind (LIIMATAINEN et al. 2014) und von daher als Synonyme zu führen sind und heute *P. pseudo-naevosum* genannt werden müssen, obwohl BRANDRUD (1998) auffällige Unterschiede zwischen beiden Arten besonders hinsichtlich der Sporengröße gefunden hat.

### Schlussfolgerung

Diese Arbeit fasst aktuelle molekulargenetische Daten in der Sektion *Phlegmacioida* mit 31 auch morphologisch deutlich getrennten Arten zusammen. Es werden sowohl die typischen und trennenden als auch die variablen Merkmale herausgearbeitet.

Weitere Beobachtungen an Frischmaterial sind allerdings noch notwendig, um die Konstanz der hier genannten Charakteristika zu bestätigen und die Arten besser zu verstehen.

### Dank

Für zahlreiche wichtige Informationen, Zusendungen von gut dokumentiertem Material und hilfreiche Diskussionen bedanken wir uns bei Francesco Bellù † (I-Bozen), Konstanze Bensch (D-München), André Bidaud (F-Vézéronce-Curtin), Tatiana Bulyonkova (R-Novosibirsk), Matthias Dondl (D-München), Irmgard Greilhuber (Ö-Wien), Anton Hausknecht (Ö-Maisau), Jesko Kleine (D-Leipzig), Antton Meléndez Arranz (E-Getxo), Bernd Oertel (D-Alfter), Karl Soop (S-Sollerön), Wolfgang Spengler (D-Emmerting). Besonders danken wir Martin Unterseher (D-Greifswald) sowie Marco Thines (D-Frankfurt) und Ali Tahir (D-Frankfurt) für die Sequenzierung einiger Kollektionen. Dem Botanischen Museum der Universität Helsinki, insbesondere O. Miettinen, danken wir sehr für die Ausleihe von Exsikkaten der Arten *C. balteati-bulbosus*, *C. balteaticlavatus* und *C. caesiocolor*. Und schließlich gebührt unser Dank der J.E.C., die unsere Arbeiten stets sehr aufgeschlossen verfolgt und diese sowohl aus Vereinsmitteln als auch durch Zuweisungen aus einer Spende des Kantons Schwyz finanziell unterstützt hat. Erst dadurch wurden die dieser Publikation zugrunde liegenden Forschungen ermöglicht.

## LITERATUR

- ANDERSSON, M., T. E. BRANDRUD & A. DAHLBERG (2019) — Svampresa till västra Sibirien – XV International Workshop on the study of Macromycetes, Tomsk 19-26 augusti 2018. *Svensk Mykologisk Tidsskrift* 40(2):84–95.
- BIDAUD, A. & J. M. BELLANGER (2016) — À propos de *Cortinarius daulnoyae* Quél. *Journ. J.E.C.* 18: 13–23.
- BIDAUD, A., R. HENRY, P. MOËNNE-LOCCOZ & P. REUMAUX (1995, 1996) — *Atlas des Cortinaires* VII und VIII. S.A.R.L. Editions fédérations mycologique Dauphiné-Savoie. Annency.
- BOROVICKA, J., S. BRAEUER, A. ZIGOVÁ, M. GRYNDLER, B. DIMA, W. GOESSLER, T. G. FRØSLEV, J. KAMENÍK & R. KÄRCHER (2017) — Resurrection of *Phlegmacium coalescens*: taxonomy, chemistry and ecology. *Mycol. Progress*. DOI 10.1007/s11557-017-1331-z
- BRANDRUD, T. E., H. LINDSTRÖM, H. MARKLUND, J. MELOT & S. MUSKOS (1990–2012) — *Cortinarius Flora Photographica* Vol. 1–5. Cortinarius HB, Matfors.
- BRANDRUD, T. E. (1996) — *Phlegmacium* subgenus *Phlegmacium*, sect. *Phlegmacium*, *Mycol. Res.* 100(4): 471–485.
- BRANDRUD, T. E. (1998) — *Phlegmacium* subgenus *Phlegmacium* section *Phlegmacioides* (= *Variecolores*) *Edinb. J. Bot.* 55(1): 65–156.
- BRANDRUD, T. E., G. SCHMIDT-STOHN & B. DIMA (2020) — Some interesting and little known *Phlegmacium* species found at the 37<sup>th</sup> J.E.C. congress at Brennabu, Valdres, Norway, in 2019. *Journ. J.E.C.* 22: 50–63.
- CLÉMENÇON, H. (1972) — Zwei verbesserte Präparierlösungen für die mikroskopische Untersuchung von Pilzen. *Zeitschrift f. Pilzkunde* 38 (1–4): 49–53.
- FRØSLEV T. G., T. S. JEPPESEN, T. LAESSØE & R. KJØLLER (2007) — Molecular phylogenetics and delimitations of species in *Phlegmacium* section *Calochroi* (Basidiomycota, Agaricales) in Europe, *Mol. Phylogenetics and Evolution* 44: 217–227.
- FRØSLEV, T. G., P. B. MATHENY & D. S. HIBBETT (2005) — Lower-level relationship in the mushroom genus *Phlegmacium* (Basidiomycota, Agaricales): A comparison of RPB1, RPB2, and ITS phylogenies, *Mol. Phylogenetics and Evolution* 37: 602–618.
- FRØSLEV, T. G., T. S. JEPPESEN & T. LAESSØE (2006) — Seven new calochroid and fulvoid species of *Phlegmacium*, *Mycological research* 110: 1046–1058.
- GARNICA, S., M. WEISS, B. OERTEL & F. OBERWINKLER (2005) — A framework for a phylogenetic classification in the genus *Cortinarius* (Basidiomycota, Agaricales) derived from morphological and molecular data, *Canadian Journal of Botany* 83: 1457–1477.
- GARNICA, S., M. WEISS, B. OERTEL, J. AMMIRATI & F. OBERWINKLER (2009) — Phylogenetic relationships in *Phlegmacium*, section *Calochroi*, inferred from nuclear DNA sequences, *BMC Evolutionary Biology* 90, doi: 10.1186/1471-2148-9-1.
- GARNICA, S., M. WEISS, B. OERTEL & F. OBERWINKLER (2003) — Phylogenetic relationships of European *Phlegmacium* species (*Phlegmacium*, Agaricales), *Mycologia* 95: 1155–1170.
- GASPARINI, B. & K. SOOP (2008) — Contribution to the knowledge of *Phlegmacium* [Agaricales, Cortinariaceae] of Tasmania (Australia) and New Zealand, *Australasian Mycologist* 27(3): 173–203.
- GUINDON, S. & O. GASCUEL (2003) — A simple, fast and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology* 52(5): 696–704.
- GUTIÉRREZ, C., J. BALLARÀ, J. A. CADIÑANOS, F. PALAZÓN & R. MAHIQUES (2006) — *Phlegmacium* de las XXIII J.E.C. de Morella – 2005, *Journ. J.E.C.* 8: 43–60.
- HORAK, E. & M. MOSER (1975) — *Phlegmacium* Fr. und nahe verwandte Gattungen in Südamerika – *Beihefte zur Nova Hedwigia* 52: 1–607.
- KÄRCHER, R. & D. SEIBT (1988) — Beitrag zur Kenntnis der Pilzflora des Rhein-Main-Gebietes. Teil 1 – Pilzgesellschaften im Kronberger Edelkastanienhain – *Phlegmacium* subgenus *Phlegmacium* und *Myxarium*. *Z. Mykol.* 54: 77–92.

- KÄRCHER, R. & D. SEIBT (1991) — Beitrag zur Kenntnis der Pilzflora des Rhein-Main-Gebietes. Teil 3 — Neues über *Phlegmacium* (*C.*) *coalescens* Kärcher & Seibt (1988) sowie Diskussionen über nahestehende Taxa aus Laubwaldgesellschaften. *Z. Mykol.* 57: 249–252.
- KIBBY, G., A. OVERALL, M. TORTELLI, T. NISKANEN & K. LIIMATAINEN (2019) — Some interesting *Phlegmacium* species newly recognised as British. *Field Mycology* 20(1): 12–20.
- KLEINE, J. (2016) — Der orangebraune Schleimkopf (*Phlegmacium brunneiaurantium*) in der Elster-Pleißeaue (Sachsen) *Boletus* 37(1): 47–54.
- KNUDSEN, H. & J. VESTERHOLT (eds) (2012) — Funga Nordica. Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera. Nordsvamp, Kopenhagen.
- KRIEGLSTEINER, G. J. & A. GMINDER (HRSG.) (2010) — *Die Großpilze Baden-Württembergs*. Bd. 5: Ständerpilze: Blätterpilze III. Ulmer, Stuttgart.
- LANDRY, J., Y. LAMOUREUX, R. LEBEUF, A. PAUL, H. LAMBERT & R. LABBÉ (2021) — Répertoire des Cortinaires du Québec, *Mycoquébec*, Québec.
- LIIMATAINEN, K., T. NISKANEN, B. DIMA, J. F. AMMIRATI, P. KIRK & I. KYTÖVUORI (2020A) — Mission impossible completed: unlocking the nomenclature of the largest and most complicated subgenus of *Phlegmacium*, *Telamonia*. *Fungal Divers* 104:291–331.  
<https://doi.org/10.1007/s13225-020-00459-1>.
- LIIMATAINEN, K., T. NISKANEN, B. DIMA, I. KYTÖVUORI, J. F. AMMIRATI & T. FRØSLEV (2014) — The largest type study of Agaricales species to date: bringing identification and nomenclature of *Phlegmacium* (*Phlegmacium*, Agaricales) into the DNA era. *Persoonia* 33:98–140.
- LUDWIG, E. (2017) — *Pilzkompedium* Bd. 4, Berlin, Fungicon-Verlag.
- MOSER, M. (1961) — Die Gattung *Phlegmacium* (Schleimköpfe). *Die Pilze Mitteleuropas IV*. Verlag Julius Klinkhardt. Bad Heilbrunn/Obb.
- MÜNZMAY, TH. & G. SAAR (2005) — Beiträge zu kritischen Arten der Gattung *Cortinarius* Subgenus *Phlegmacium* 2. *Journ. J.E.C.* 7: 25–39.
- NISKANEN, T. (2008) — *Cortinarius* subgenus *Telamonia* p.p. in North Europe. Academic dissertation, Helsinki, 1–33.
- SAAR, G. & R. DOST (2012) — J.E.C. 2011 in Belgien. *Der Tintling*. 74: 21–30.
- SAAR, G. (2010) — Die Arten aus dem *Phlegmacium largus*-/*variecolor*-Komplex, Sektion *Phlegmacioides* (= *Variocolores*). *Journ. J.E.C.* 12: 42–56.
- SCHMIDT-STOHN, G. (2011) — Fotografie ornamentierter Sporen mit der Methode des «Focus-Stacking». *Journ. J.E.C.* 13: 79–87.
- SCHMIDT-STOHN, G., G. SAAR, T. E. BRANDRUD & B. DIMA (2016) — Interessante *Phlegmacium*-Funde um Urbino. *Journ. J.E.C.* 18: 86–105.
- SCHMIDT-STOHN, G. & B. OERTEL (2015) — Warum DNA-Sequenzierungen an Pilzen auch für Amateur-Mykologen wichtig sind. *Journ. J.E.C.* 17: 79–92.
- SOOP, K. (2018) — *Phlegmacium in Sweden*. 17<sup>th</sup> revised Edition. Éditions Scientrix. Mora.
- SOOP, K. (2020) — En intressant grupp av spindlingar (*Cortinarius*, *Agaricales*) inom undersläktet *Phlegmacium* – *Cortinarius* section *Phlegmacioides* in Sweden. *Svensk Mykologisk Tidskrift* 41 (2): 37–45.
- SOOP, K. (2022) — Dix genres pour remplacer *Cortinarius*. *Journ. J.E.C.* 24: 22–24.