



## Fünfzehn neue Arten aus der Gattung der Myxomyceten *Lycogala*

Dmytro Leontyev <sup>a</sup>, Yury Ishchenko <sup>c</sup>, und Martin Schnittler <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Abteilung für Botanik, H.S. Skovoroda Kharkiv Nationale Pädagogische Universität, Kharkiv 61018, Ukraine; <sup>b</sup> Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Universität Greifswald, Greifswald 17487, Deutschland; <sup>c</sup> unabhängiger Forscher

### ABSTRACT

Auf der Grundlage einer Studie von 255 Sammlungen aus vier Kontinenten und vier floristischen Königreichen beschreiben wir 15 neue Arten der Gattung *Lycogala*. Die neuen Arten, die alle morphologisch eng mit *L. epidendrum* verwandt sind, *L. exiguum* und *L. confusum* unterscheiden sich voneinander durch die Struktur des Peridiums und in einigen Fällen auch durch die Farbe der frischen Sporenmasse und die Verzierung des Capillitiums und der Sporen. Die Abgrenzung der Arten wird durch zwei unabhängig voneinander vererbte molekulare Marker *s o w i e* durch zuvor durchgeführte Tests zur reproduktiven Isolation und zu genetischen Abständen bestätigt. Wir untersuchten authentisches Material von *L. exiguum* und *L. confusum* und fanden frische Exemplare dieser Arten, die es uns ermöglichten, molekulare Barcodes zu erhalten und die Abgrenzung der neuen Arten von diesen Taxa zu bestätigen. Wir schlagen vor, den Namen *L. epidendrum* für die weltweit am häufigsten vorkommende Art beizubehalten, für die wir eine genauere Beschreibung und eine Neotypisierung vornehmen. Zwei früher beschriebene Arten, *L. leiosporum* und *L. fuscoviolaceum*, erachten wir als zweifelhaft. Die Art *L. terrestre* erkennen wir nicht an.

### ARTIKELGESCHICHTE

Eingegangen am 22. Dezember 2022  
Angenommen 31. März 2023

### SCHLÜSSELWÖRTER

Amoebozoa; Kapillitium; molekulares Barcoding; Myxogastrea; Peridium; Reticulariaceae; SEM; Artabgrenzung; Sporen; 1 neue Typisierung; 15 neue Taxa

### EINFÜHRUNG

Die Gattung *Lycogala* Adans. wurde Mitte des 18. Jahrhunderts auf der Grundlage eines vorlinnischen Namens von Micheli (1729) eingeführt. Im selben Jahrhundert wurden mehrere Arten innerhalb von *Lycogala* beschrieben, aber nur eine davon, *L. epidendrum* (L.) Fr., ist derzeit anerkannt. In der Folge wurden sechs weitere Arten dieser Gattung beschrieben, die sich durch auffällige makroskopische Merkmale voneinander unterscheiden: konische Form der Sporenkapseln (*L. conicum* Pers.), große Größe und silbrige Färbung der Sporenkapseln (*L. flavofuscum* (Ehrenb.) Rostaf.), oder gebündelte Bläschen, die das Peridium bedecken (*L. exiguum* Morgan und *L. confusum* Nann.-Bremek. ex Ing). Zwei weitere Arten, die bis heute nur aus den Originalbeschreibungen bekannt sind, zeichnen sich durch eine dunkelbraune Sporenmasse (*L. fuscoviolaceum* Onsberg) oder glatte Sporen (*L. leiosporum* Reichardt) aus.

Die morphologische Variabilität der häufigsten Art der Gattung, *L. epidendrum*, sowie ihre vagen Unterschiede zu verwandten Taxa lassen die Forscher vermuten, dass

*L. epidendrum* stellt einen Komplex von Arten dar (Nannenga-Bremekamp 1991). Um einige häufig vorkommende Morphotypen zu definieren, schlug Ing (1999) vor, den alten Namen *L. terrestre* Fr. & Lindgr. für besonders große, gedrungene Exemplare von *L. epidendrum* zu verwenden. Dieser Autor veröffentlichte auch die Diagnose von *L. confusum*,

die zuvor von Nannenga-Bremekamp für Arten vorgeschlagen wurden, die den Habitus von *L. epidendrum* mit der peridialen Struktur von *L. exiguum* kombinieren.

Frühere molekulare Studien (Leontyev et al. 2015, 2022b) zeigten, dass Herbarsammlungen, die als *L. epidendrum* (und gelegentlich als *L. exiguum*) identifiziert wurden, mindestens 60 phylogenetische Gruppen umfassen. Die Prüfung auf Lücken in den genetischen Abständen ergab signifikante Unterschiede zwischen diesen Gruppen, und ein für 18 von ihnen durchgeführter Reproduktionstest ergab eine reproduktive Isolation (Leontyev et al. 2022b). Eine morphologische Studie zeigte, dass die Struktur des Peridiums bei Vertretern der Gattung *Lycogala* äußerst variabel ist und bisher unbekannte Merkmale aufweist (Leontyev et al. 2022a). Die Vesikel, die das Peridium bedecken, können Einkristalle und Drusen aus Ca-haltigen Verbindungen, Öltröpfchen, körnige Ansammlungen oder orangefarbene Pigmentablagerungen enthalten. Diese Vesikel können von ein- oder mehrschichtigen Wänden bedeckt und auf verschiedene Arten angeordnet sein, die sehr viel variabler als die für *L. exiguum* und *L. confusum* (Leontyev et al. 2022a) beschriebenen sind. All dies führte uns zu der Schlussfolgerung, dass Dutzende von unbeschriebenen Arten innerhalb der

*L. epidendrum*-Komplex. Aus dem uns zur Verfügung stehenden Material haben wir 15 Arten ausgewählt, für die wir ausreichende Informationen für eine taxonomische Beschreibung haben, darunter (i) mindestens drei gut erhaltene Exemplare von verschiedenen Orten

---

**KONTAKT** Dmytro Leontyev ✉ [alwisiamorula@gmail.com](mailto:alwisiamorula@gmail.com)

Aus politischen Gründen gibt Yury Ishchenko sein Herkunftsland nicht an.

📄 Ergänzende Daten zu diesem Artikel können online unter <https://doi.org/10.1080/00275514.2023.2199109> abgerufen werden.

© 2023 Die Mykologische Gesellschaft von Amerika

Online veröffentlicht 24 Mai 2023



(mit einer Ausnahme, *L. oncooides*, wo drei Exemplare von einem Ort stammen); (ii) molekulare Barcodes, die sich um mindestens 10 % voneinander unterscheiden; und (iii) nachvollziehbare morphologische Unterschiede. Diese Arten werden in der vorliegenden Arbeit beschrieben.

## MATERIALIEN UND METHODEN

Das in dieser Studie untersuchte Material bestand aus 255 Exemplaren von *Lycogala*: *L. epidendrum* s. str. (116 Exemplare), neue Arten von *Lycogala* (117 Exemplare), *L. confusum* (15 Exemplare), und *L. exiguum* s. str. (7 Exemplare). Darüber hinaus wurden drei DNA-Sequenzen aus der GenBank des National Center for biotechnology Information (NCBI) in die Studie einbezogen (ZUSATZDATEI 1). Die untersuchten Exemplare und Sequenzen stammen aus vier Kontinenten: Europa (196 Exemplare), Asien (17), Nordamerika (34) und Australien

(11). Eine Reihe von Exemplaren, die im Komarov Botanical Institute (LE) aufbewahrt werden, darunter vermutlich Belege für neue Arten, wurden aufgrund der Unterbrechung unserer Zusammenarbeit mit staatlichen Organisationen der Russischen Föderation von dieser Studie ausgeschlossen. Informationen zu diesen Materialien sind in unserer früheren Veröffentlichung zu diesem Thema verfügbar (siehe ergänzende Datei 1 in Leontyev et al. 2022b). Authentisches Material von *L. exiguum*, darunter zwei Lectotypen (fünf Exemplare im Herbarium BPI, Beltsville, Maryland, USA), und von *L. confusum* (fünf Exemplare im Herbarium BR, Meise, Belgien) wurde in die Studie aufgenommen.

Typensammlungen der hier beschriebenen Arten werden in folgenden Sammlungen aufbewahrt: CWP (Herbarium der H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv, Ukraine), EJ (Privatsammlung von Edvin Johannesen, Oslo, Norwegen), PFb (Herbarium der University of Santo Tomas, Philippinen), sc und IY (myx- omycete Sektion des Herbariums der Universität Greifswald, Greifswald, Deutschland [GFW]), und USJ (Herbarium der University of San Jose, San Jose, Costa Rica).

Die mikroskopischen Merkmale wurden mit einem Keyence VHX 7000 Digitalmikroskop (Ansicht im Auflicht [RL]) (Keyence Deutschland GmbH, Neu-Isenburg, Deutschland) und einem Leica DM2500 Mikroskop (Leica Camera AG, Wetzlar, Deutschland) in Verbindung mit einer Flexacam C1 Kamera (Ansicht im natürlichen [TL] und polarisierten [PL] Durchlicht) (Leica Camera AG, Wetzlar, Deutschland) untersucht. Messungen von mikroskopischen Strukturen wurden mit der Anwendung Leica LAS X durchgeführt. Die Rasterelektronenmikroskopie (REM) wurde mit einem Zeiss Evo LS10 Gerät (Carl Zeiss AG, Oberkochen,

Deutschland) im Institut für Mikrobiologie der Universität Greifswald durchgeführt.

Um die Variation der Sporokarp-Größe zu untersuchen, wurden fast alle verfügbaren Sporokarpen gemessen, einschließlich ihrer Länge und

Breite. Bei Exemplaren, die diese Strukturen enthalten, wurden zwischen 30 und 90 Sporen und 5-10 Kapillitiumfäden gemessen. Die Messungen umfassten auch die Sporenverzierung. Die Variationsbreite der Größe von Sporocarps und Sporen ist in den Beschreibungen als (Minimum-)25% Quartil-75% Quartil(-maximum) angegeben. Die Sporengröße wurde auf 0,5 µm gerundet. Mikroskopische Objektträger mit Peridienstücken wurden mit reiner Milchsäure als Trägermedium präpariert, da Polyvinylactophenol (Amans Medium), das häufig bei Myxomycetenstudien verwendet wird (Rojas Alvarado und Stephenson 2022), zu zähflüssig erschien, um Luftblasen aus dem Peridium entweichen zu lassen. Wenn die Luftblasen zu zahlreich waren, wurde ein Objektträger mehrere Tage lang belassen, bis das Präparat vollständig luftfrei war. Die Mikroskopie der Sporen und des Kapillitiums wurde in einer mit Methylblau (0,1 mg in 60 g) gemischten Milchsäure durchgeführt. Dieses Gemisch ermöglicht die Sichtbarmachung der Verzierung, die sonst fast unsichtbar bleibt, da sowohl Sporen als auch Kapillitium von *Lycogala* fast hyalin sind. Die Mikrofotografien von Kapillitium und Sporen (Abschnitte H und M jeder Farbplatte) wurden mit dem Programm Sharpen AI (Topaz Labs, Dallas, Texas) bearbeitet, um die Sichtbarkeit der Sporenverzierung zu verbessern.

Die molekularen Daten für diese Studie wurden bereits veröffentlicht (Leontyev et al. 2022a, 2022b). Hier zitieren wir NCBI GenBank-Codes von DNA-Sequenzen für mindestens eines von zwei Markergenen, 18S rDNA (für alle neuen Arten) und *COI* (Cytochrom-c-Oxidase-Untereinheit 1; für 10 der neuen Arten; siehe TABELLE 1), die als molekulare Barcodes zur Erkennung von *Lycogala*-Arten dienen können.

## ERGEBNISSE

Als Ergebnis dieser Studie wurden 15 neue Arten der Gattung *Lycogala* beschrieben (ABB. 1-15), ein Neotypus für *L. epidendrum* vorgeschlagen (ABB. 16) und die Diagnosen von *L. exiguum* (ABB. 17) und *L. confusum* (ABB. 18) mit Schwerpunkt auf der Struktur der Peridialbläschen geändert. Die makromorphologischen Unterschiede zwischen den neuen und den zuvor beschriebenen Arten, einschließlich der allgemeinen Kolonieform und der Größe des Sporocarps, sind in ABB. 19 dargestellt. Die Position der hier beschriebenen Arten in der 18S rDNA-Phylogenie ist in DATEI 2 dargestellt.

## TAXONOMIE

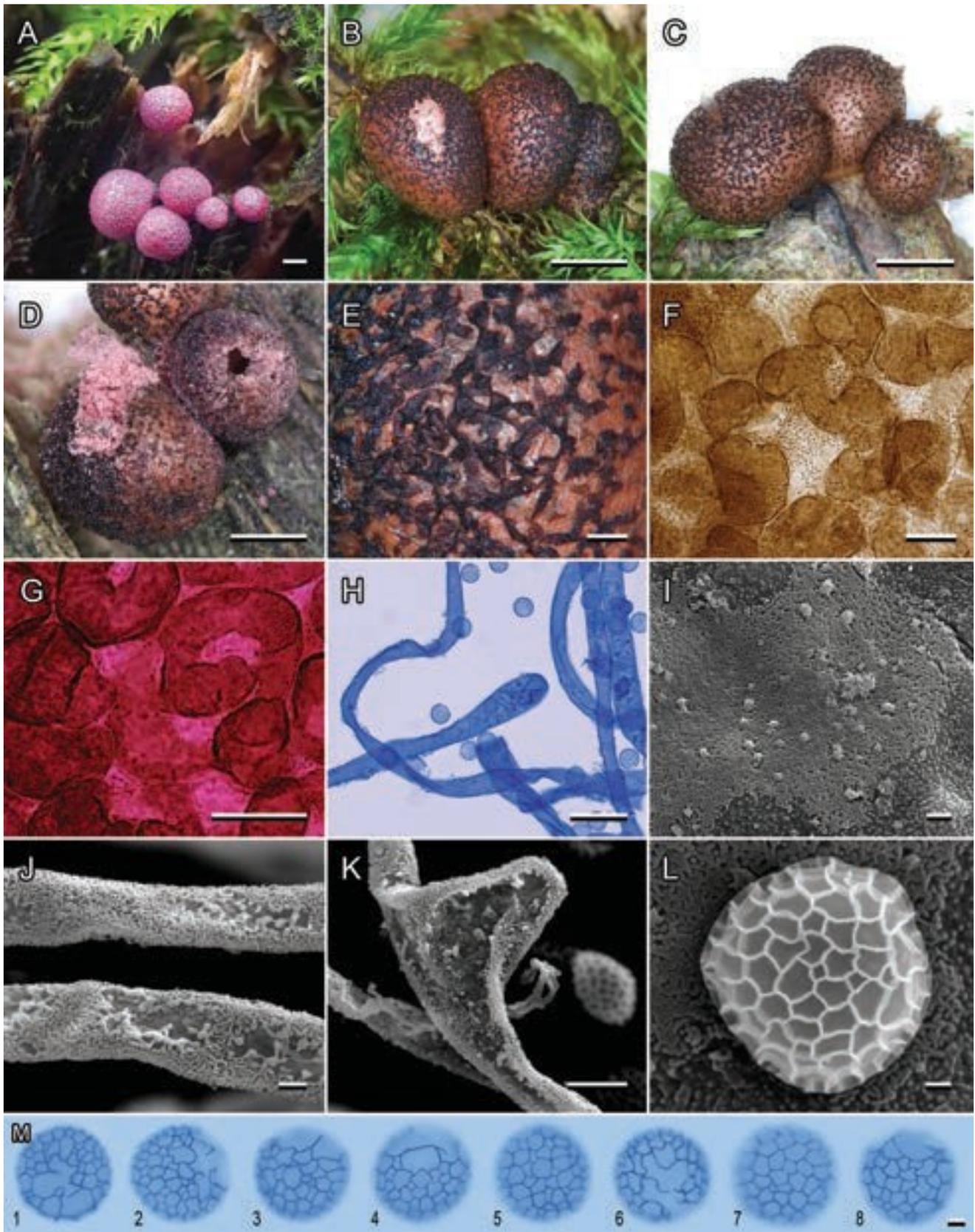
*Lycogala roseosporum* Leontyev, Schnittler,

Ishchenko & P. Vetlesen, sp. nov.

FIG. 1

MycoBank MB848143

*Typisierung:* RUSSLAND. MOSKOWSKAJA OBLAST: Moskau, Nordöstlicher Verwaltungsbezirk, Severnyi (55.92831 37.55656), auf verrottendem Laubbaumstumpf, direkt auf der Oberfläche des Holzes, 13



**Abbildung 1.** *Lycogala roseosporum*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B-D. Sporokarpen. E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen in TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, SEM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A-E. IY05 (Holotypus). F, G, I-L. EJ14908701. H, M. sc10973. Balken: A-C = 1 mm; D = 200  $\mu$ m; E-G = 100  $\mu$ m; H = 20  $\mu$ m; I, J, M = 1  $\mu$ m; K = 5  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.

Jun 2020, Y. Ishchenko (**Holotyp** IY05). GenBank: 18S rDNA = ON920572.

*Diagnose:* Sporocarps klein, rötlich-braun, mit schwarzen Flecken. Peridialbläschen dicht und ungleichmäßig verteilt, einzeln, dunkelbraun im TL. Sporenmasse leuchtend rosa.

*Etymologie:* *rosa* (lateinisch), Rose, und *spora* (griechisch), Samen, was sich auf die Farbe der frischen Sporenmasse bezieht.

Sporokarpen in kleinen Gruppen, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, oft durch gegenseitigen Druck deformiert, (1-)1,5-3,5(-4) mm Durchmesser (FIG. 1B, C). Peridium häutig, rosa- bis rötlichbraun, in alten Sammlungen ockerbraun, dicht mit Bläschen bedeckt, die im oberen Teil eines Sporokarps konzentriert sind. Peridialbläschen 90-320 µm im Durchmesser, in RL wie getrocknete Tropfen aussehend, fast schwarz, dicht verteilt, ein feinmaschiges Netz oder eine ganze Masse bildend (FIG. 1E), in TL einzeln, rundlich mit gewelltem Rand, manchmal ringförmig oder C-artig, dunkelbraun (FIG. 1F). Vesikelwände dunkelbraun, dick (3 µm), glatt. Kristalle und große Öltröpfchen fehlen (FIG. 1G). Granuläre Ablagerungen kaum sichtbar. Innenseite des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt, die manchmal miteinander verschmolzen sind und eine völlig knorrigte Oberfläche bilden (FIG. 1I). Kapillitium röhrenförmig, 4-20 µm Durchmesser, mit glatten Konturen, Oberfläche fein löchrig-warzenartig, mit ringförmigen Inselchen (FIG. 1H, J, K). Sporenmasse hellrosa (FIG. 1D), in alten Exemplaren ockergelb. Sporen 5,5-7(-7,5) µm diam, hyalin, netzartig, mit 7-10(-12) Maschen im Durchmesser, der unverzierte Bereich ist klein, nimmt ¼ der Sporenoberfläche ein (ABB. 1L, M). Unreife Fruktifikationen leuchtend rosa (FIG. 1A).

*Verbreitung:* Europa.

*Bemerkungen:* Die rosafarbene Sporenmasse, viel heller als bei anderen Arten, sowie die rosafarbene Färbung der ungewöhnlich kleinen Fruchtkörper, die durch die Sporenmasse verursacht wird, ermöglichen es, diese Art sogar im Feld zu unterscheiden. Große, meist solitäre Peridialbläschen unterscheiden

*L. roseosporum* von anderen Arten mit kleinen, geselligen Sporokarpen (*L. aggregatum*, *L. exiguum*). Der peridiale Morphotyp von *L. roseosporum* wurde früher als "solanum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala maculatum*** Leontyev, Schnittler & Ishchenko, sp. nov. FIG. 2  
Mycobank MB848144

*Typisierung:* UKRAINE. REGION CHMELNYZKYJ: Naturschutzgebiet Medobory, Bezirk Kremenetski Hory (50.1132 25.8044), auf Totholz von *Carpinus betulus*, 15. August 2009, D.V. Leontyev (**Holotyp** CWP2348). GenBank: 18S rDNA = OM423818.

*Diagnose:* Sporocarps mittelgroß, dunkelbraun bis fast schwarz. Peridialbläschen dicht und ungleichmäßig

verteilt, einzeln, eiförmig, dunkelbraun im TL. Sporenmasse grau, warmgrau.

*Etymologie:* *macula* (lat.), Fleck, bezieht sich auf das fleckige Aussehen des Peridiums.

Sporocarpen gruppiert, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, oft durch gegenseitigen Druck deformiert, (1,5-)2,5- 5,5(-7) mm Durchmesser (FIG. 2B, C). Peridium marmoriert, dunkelbraun, ockerbraun, fast schwarz, dicht mit Bläschen und manchmal mit feinen weißlichen Strängen aus getrocknetem Schleim bedeckt. Peridialbläschen 100-230 µm, im RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, dunkelbraun bis schwarz, dicht verteilt, kleine Gruppen oder ein loses Netz bildend (ABB. 2D, E), im TL einzeln, eiförmig, polygonal oder lappig, dunkelbraun (ABB. 2F). Vesikelwände unter TL dunkelbraun, ziemlich dick (2-3 µm). Kristalle und große Öltröpfchen fehlen (FIG. 2G). Körnige Ablagerungen reichlich vorhanden, unregelmäßig verteilt (ABB. 2F). Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (ABB. 2I). Kapillitium röhrenförmig, 5-20 µm Durchmesser, mit gewellten Konturen, verziert mit regelmäßigen warzenartigen Verdickungen (FIG. 2H, J, K). Sporenmasse grau(?), später warmgrau, in alten Exemplaren gelblich-grau. Sporen (6-)6,5-8,5(-9,5) µm diam, hyaline, netzartig, mit 5-7 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich nimmt fast ¼ der Sporenoberfläche ein (FIG. 2L-M). Unreife Fruktifikationen gelb bis stumpf orange (FIG. 2A).

*Verbreitung:* Europa, Südostasien.

*Bemerkungen:* Das auffälligste Merkmal dieser Art ist die dunkle, oft schwarze Pigmentierung des Peridiums. Dieses Merkmal ist jedoch nicht hinreichend zuverlässig: In einigen Sammlungen ist das Peridium von *L. maculatum* ocker- oder zimtbraun und nur die Bläschen bleiben dunkel. Große, einsame, dunkelbraune Bläschen scheinen ein stabileres Merkmal dieser Art zu sein. Ähnliche Bläschen treten auch bei *L. roseosporum* und *L. alisaulianovae*, aber diese Arten haben eine besondere Farbe der Sporenmasse, hellrosa bzw. bläulich. Der peridiale Morphotyp von *L. maculatum* wurde früher als "maculatum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

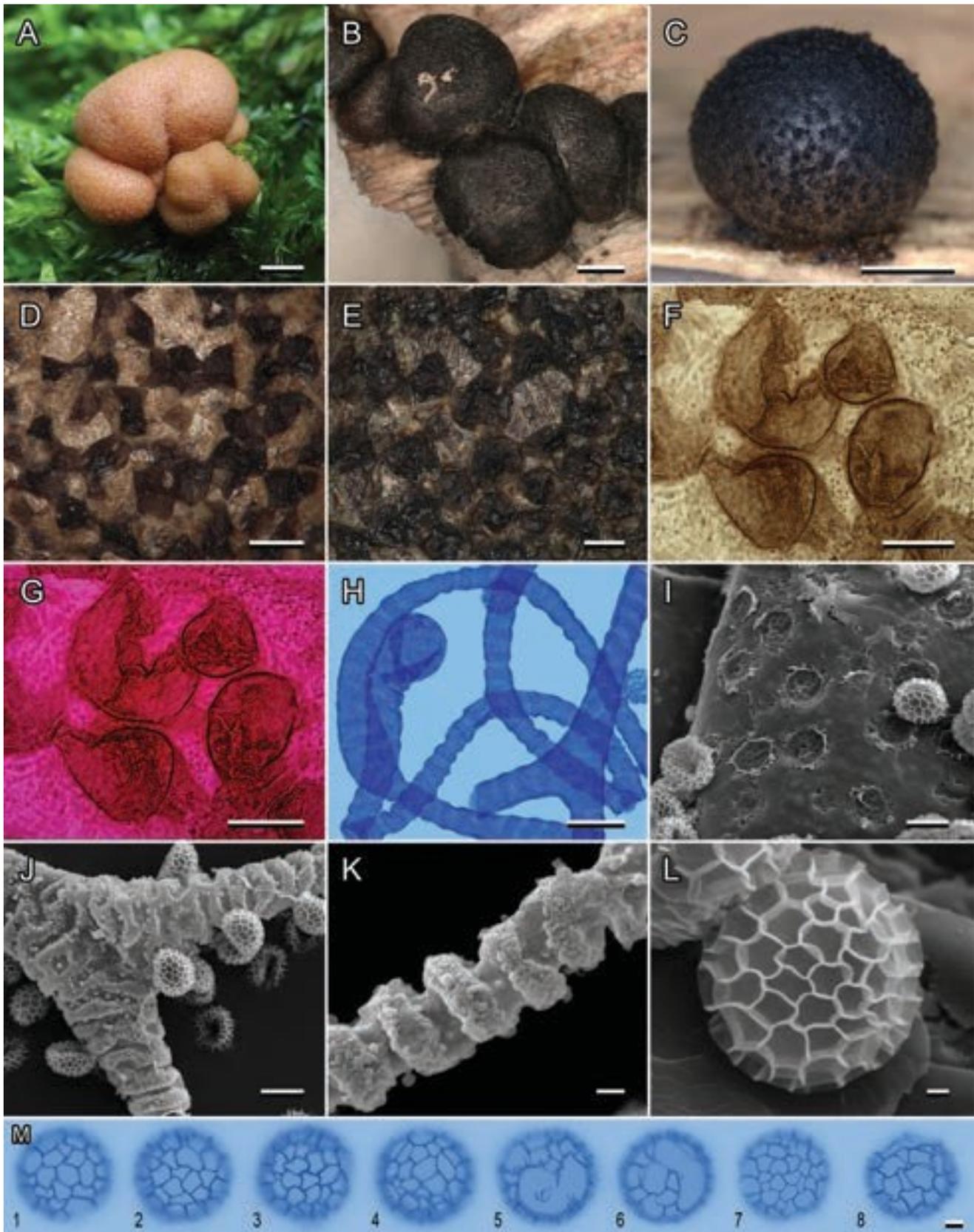
***Lycogala alisaulianovae*** Leontyev, Ishchenko, Schnittler & Sarzhevskiy, sp. nov. FIG. 3  
Mycobank MB848145

*Typisierung:* UKRAINE. REGION DONETSK: Umgebung von Liman (49.0021 37.7129), auf Totholz, Aug 2019, S.V. Sarzhevskiy (**Holotyp** CWP3656). GenBank: 18S rDNA = OM423852; COI = ON931544.

*Diagnose:* Sporocarps mittelgroß, kupfer- oder umberbraun. Peridialbläschen verstreut, einzeln,

dunkelbraun im TL. Sporenmasse bläulich-grau.

*Etymologie:* Frau Alisa Ulianova, die Person, die Y.I. zum Biologiestudium inspiriert hat.



**Abbildung 2.** *Lycogala maculatum*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums mit Sporen-"Stempeln", REM. J, K. Kapillitaltubulus, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A. IY35. B, E. CWP2348 (Holotyp). C. sc27823. D, H, M. CWP2569. F, G. sc22096. I-L. sc22077. Balken: A-C = 1 mm; D = 200  $\mu$ m; E-G = 100  $\mu$ m; H = 10  $\mu$ m; I, J = 5  $\mu$ m; K, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.

Sporocarps einzeln oder in kleinen losen Gruppen, in großen (>10) Gruppen, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, manchmal durch gegenseitigen Druck deformiert, (2-)3-6(- 7,5) mm Durchmesser (FIG. 3B, C). Peridium häutig, kupferbraun, bernsteinfarben, bedeckt mit Bläschen und manchmal mit zarten Strängen von getrocknetem Schleim. Peridialbläschen 100-300 µm, in RL wie getrocknete Tröpfchen oder Flecken aussehend, dunkelbraun bis schwarz, gleichmäßig verteilt oder kleine Gruppen bildend mit der Form von unterbrochenen Linien, Sternen, fragmentarischen Retikeln (ABB. 3D, E), in TL einzeln, eiförmig, vieleckig oder lappig, braun (ABB. 3F). Kristalle und große Öltröpfchen fehlen (FIG. 3G). Körnige Ablagerungen braun, spärlich bis ziemlich zahlreich (FIG. 3F). Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (ABB. 3I). Kapillitium röhrenförmig, 2-15 µm Durchmesser, mit gewellten Konturen, Oberfläche fein löchrig-warzenartig, mit ringförmigen Inselchen (ABB. 3H, J, K). Sporenmasse bläulich-grau, später grün-is-grau, in alten Exemplaren gelblich-grau (FIG. 3B). Sporen 6,5-7,5 µm diam, hyalin, netzartig, mit 5-7 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich nimmt fast 1/3 der Sporenoberfläche ein (FIG. 3L, M). Unreife Fruktifikationen sind mattrosa (FIG. 3A).

*Verbreitung:* Europa.

*Bemerkungen:* Die Kombination von bläulich-grauer Sporenmasse mit einer kupferbraunen Pigmentierung des Peridiums ermöglicht die Unterscheidung dieser Art.

*L. alisaulianovae* scheint eine von mehreren Arten mit einer solchen Färbung der Sporenmasse zu sein, aber die einzige, die bisher beschrieben wurde.

***Lycogala irregulare*** Leontyev, Schnittler, Ishchenko & G. Konstantinides, sp. nov. FIG. 4  
MycoBank MB848146

*Typisierung:* DEUTSCHLAND. MECKLENBURG-WESTERN POMERANIA: Greifswald, Mischwald bei Weitenhagen (54.04811 13.41229), auf stark zerfallenem Stamm von *Pinus sylvestris*, 8 Jun 2013, M. Schnittler (**Holotyp** sc27520). GenBank: 18S rDNA = OM423981.

*Diagnose:* Sporocarps mittelgroß, ockerfarben oder graubraun, unregelmäßig eiförmig. Peridialbläschen sporadisch, einzeln, gelbbraun im TL. Sporenmasse hellgrau, warmgrau.

*Etymologie:* *irregularis* (lateinisch), unregelmäßig, bezieht sich auf die Form der Sporokarpen.

Sporokarpen einzeln oder in kleinen Gruppen, kurz horizontal eiförmig, eher unregelmäßig in der Form, oft durch gegenseitigen Druck deformiert, (2-)3-6(-7) mm Durchmesser (FIG. 4B, C). Peridium häutig, ockerfarben-braun, graubraun, mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 70-160(- 250) µm, im RL wie

getrocknete Tröpfchen aussehend, braun, einzeln oder locker gruppiert (FIG. 4D, E), im TL einzeln, unregelmäßig, eckig, fusiform, fleckenförmig, oft berührend

durch längliche Vorsprünge miteinander verbunden, gelb-braun (ABB. 4F). Die Wände der Bläschen sind leicht bräunlich. Kristalle kommen in einigen Bläschen als spärliche Einzelnadeln vor. Große Öltröpfchen spärlich oder nicht vorhanden (FIG. 4G). Körnige Ablagerungen vorhanden, aber unauffällig (FIG. 4F). Innenfläche des Peridiums mit Warzen bedeckt (ABB. 4I). Kapillitium röhrenförmig, 4-12 µm im Durchmesser, mit glatten oder gewellten Konturen, verziert mit regelmäßigen, spangenartigen Verdickungen oder fast glatt, mit feiner löchrig-warzenartiger Oberfläche (FIG. 4H, J, K). Sporenmasse hellgrau(?), später hell warmgrau, in alten Exemplaren ockergelb. Sporen (6,5-)7-7,5(-8) µm diam, hyalin, netzartig, mit 7-9 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich nimmt fast 1/3-1/2 der Sporenoberfläche ein (FIG. 4L, M). Unreife Fruktifikationen blassrosa bis hell lachsrosa (FIG. 4A).

*Verbreitung:* Europa, Ferner Osten Asiens.

*Bemerkungen:* Diese Art ist ein "Zwilling" von *L. epidendrum*, und kleine Fruktifikationen der letzteren Art können leicht mit *L. irregulare* verwechselt werden. Die unregelmäßige Form der Sporenkarpfen, die kleinen Kolonien und die fast fehlenden Schleimreste auf dem Peridium können zur Unterscheidung dieser Art beitragen, die eine der am schwierigsten zu erkennenden Taxa allein anhand der Morphologie zu sein scheint.

***Lycogala olearium*** Leontyev, Schnittler &

D. Panayotova, sp. nov.

FIG.

5 MycoBank MB848147

*Typisierung:* DEUTSCHLAND. THÜRINGEN: Rhön, Stedtlingen (50.533 10.289), auf Totholz, Okt 2014,

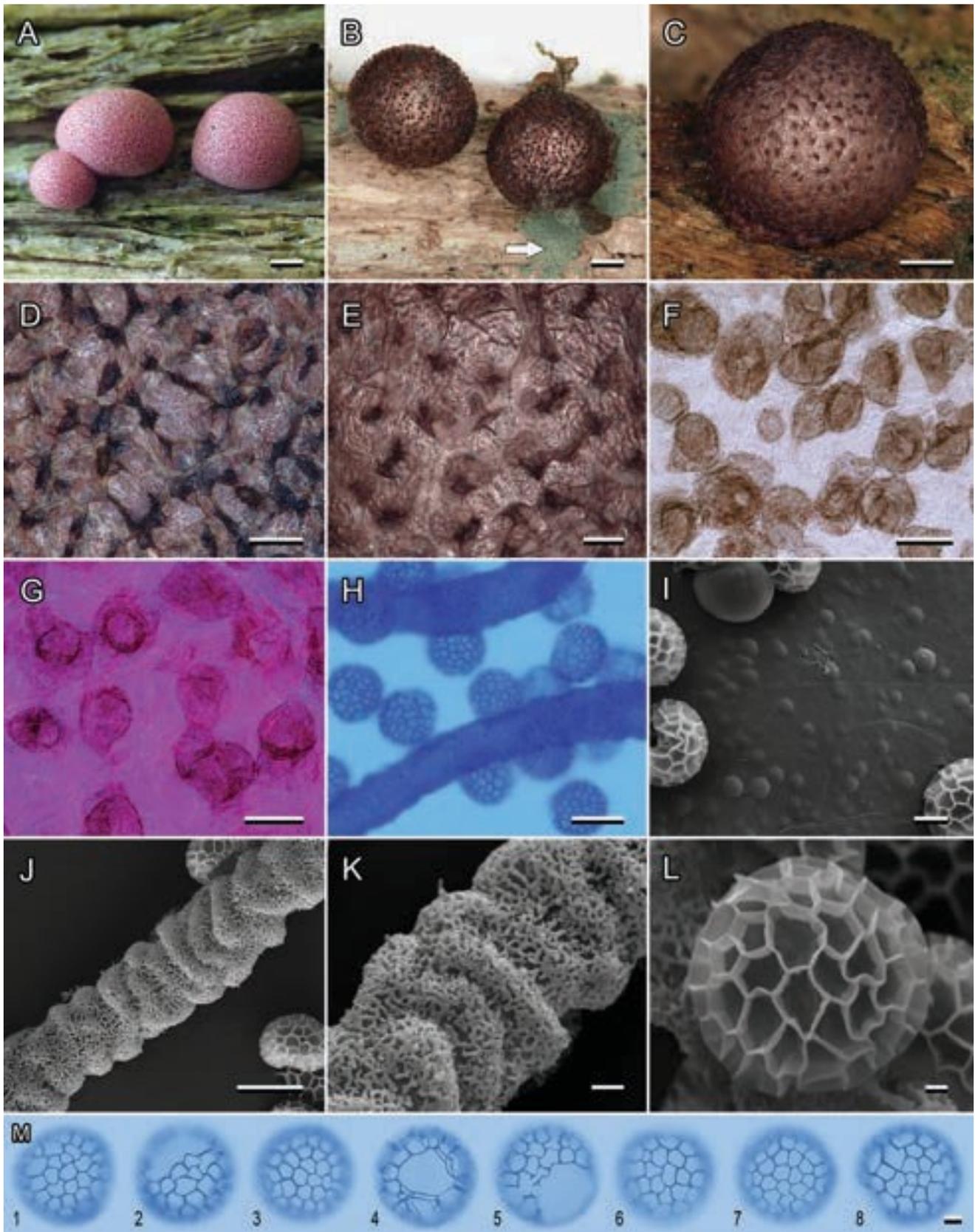
*E. Heinrich* (**Holotyp** sc32006). GenBank: 18S rDNA = OM424011; COI = ON931595.

*Diagnose:* Sporocarps mittelgroß bis groß, walnussbraun oder dunkelbraun. Peridialbläschen unauffällig, einzeln, bräunlich in TL, enthalten große Öltröpfchen. Sporenmasse hell rosa-grau, hell rötlich-grau.

*Etymologie:* *olearius* (lateinisch), ölig, bezieht sich auf das Vorhandensein großer Öltröpfchen in den peridialen Bläschen.

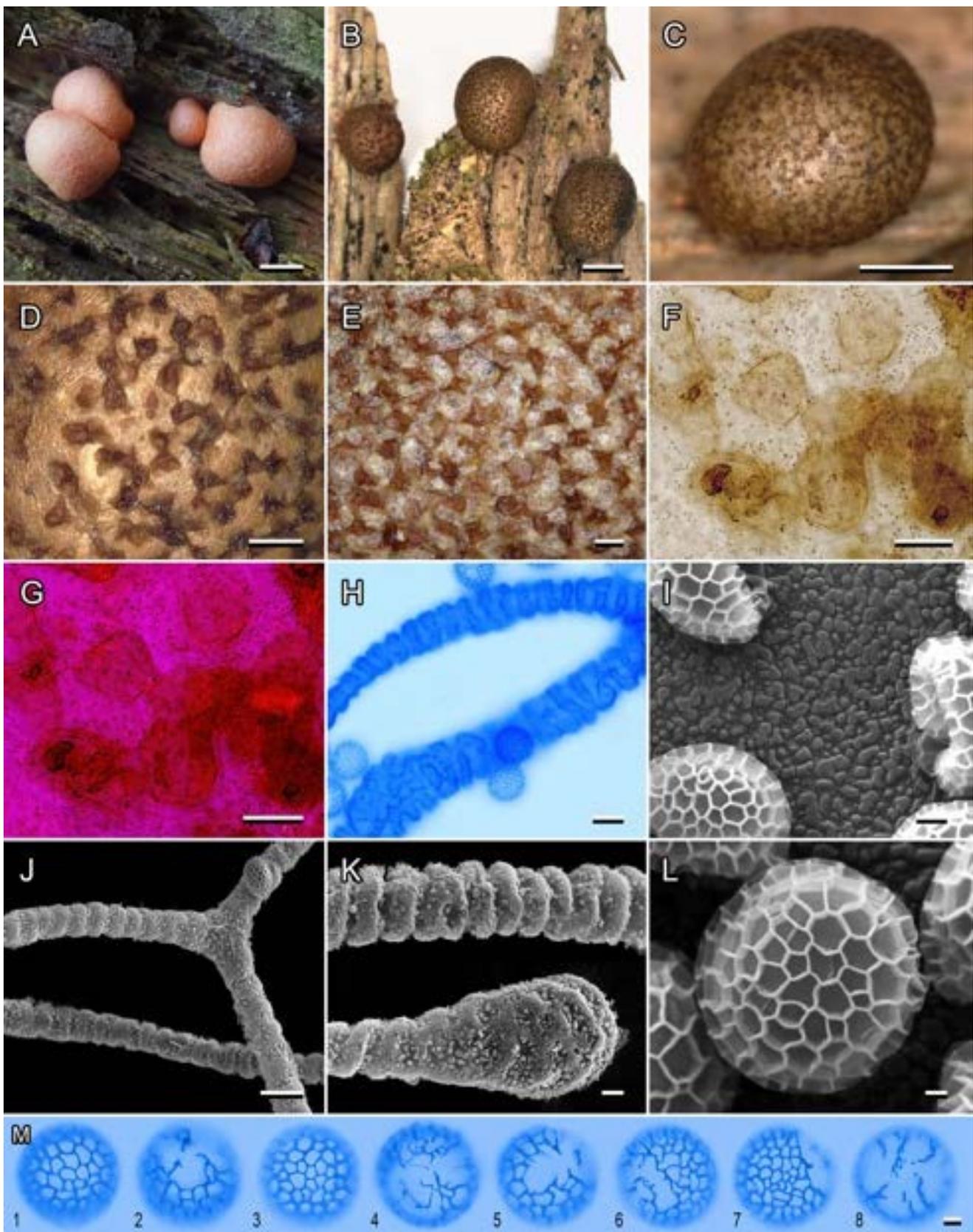
Sporokarpen gruppiert, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, oft durch gegenseitigen Druck deformiert, mattbraun, (1-)2-5(-7,5) mm Durchmesser (FIG. 5B, C). Peridium häutig, walnussbraun, dunkelbraun, mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 50-150 µm, im RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, hell- bis dunkelbraun, einzeln oder locker gruppiert (FIG. 5D), im TL einzeln, eiförmig, bräunlich (FIG. 5E, F). Vesikelwände unter TL hyalin, sehr dünn, unauffällig. Kristalle fehlen (FIG. 5G). Öltröpfchen zahlreich, mattgelblich, mit

mehreren großen (30-80 µm) und vielen kleinen runden Tröpfchen (FIG. 5E) oder mit nur kleinen, die wie bräunliche körnige Ablagerungen aussehen (FIG. 5F). Innenseite des Peridiums glatt, mit verstreuten Warzen oder regelmäßigen Ringen von 1 bis 5 µm Durchmesser bedeckt (FIG. 5I). Kapillitium röhrenförmig, 4-20(-100) µm im Durchmesser, mit glatten oder gewellten Konturen, ornamentiert

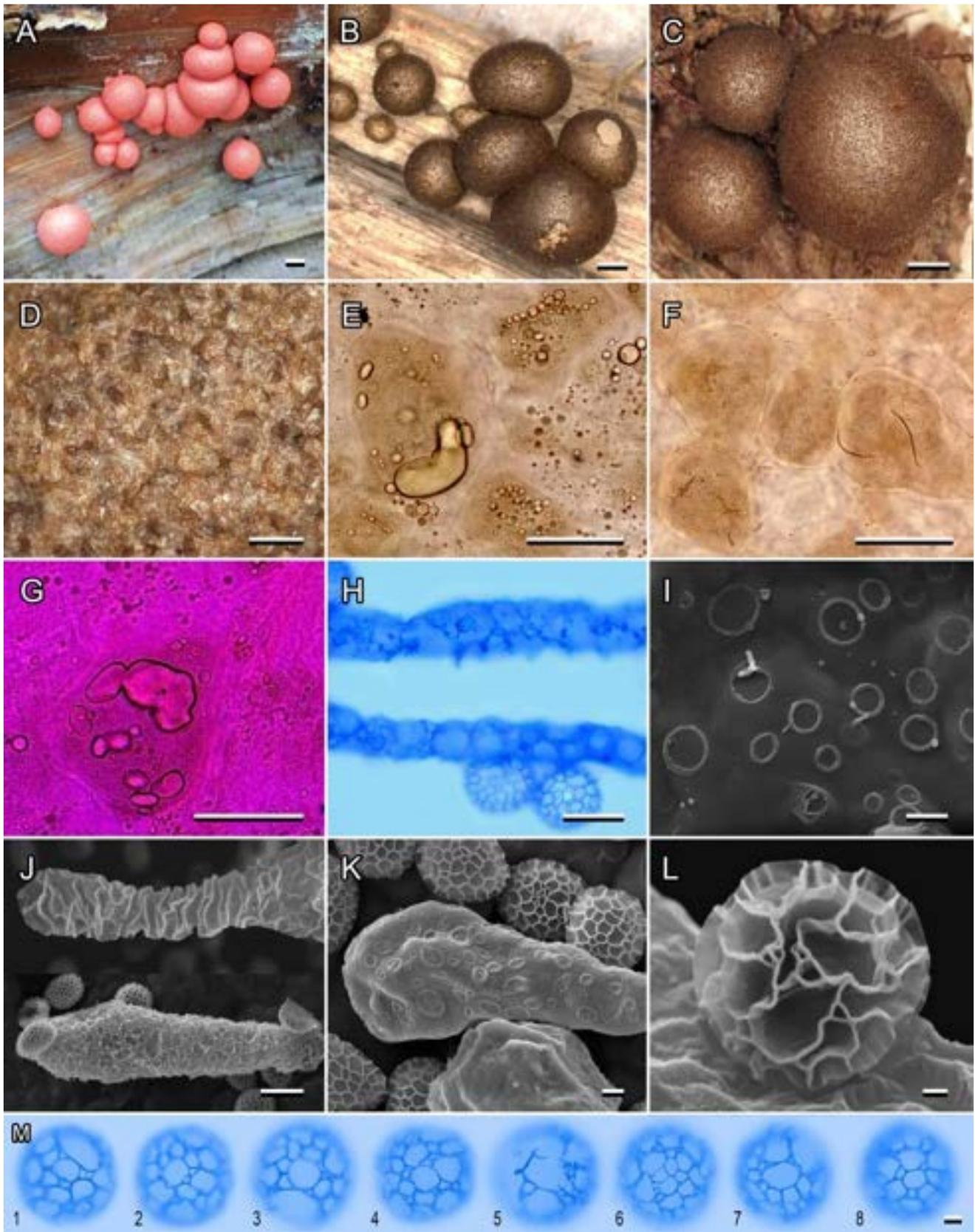


**Abbildung 3.** *Lycogala alisaulianovae*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL.

G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, D, H. IY07. B. sc27822. C, E, I-M. CWP3656 (Holotypus). F, G. sc32540. Balken: A-C = 1 mm; D = 200 µm; E-G = 100 µm; H, J = 5 µm; I = 2 µm; K, M = 1 µm; L = 0,5 µm.



**Abbildung 4.** *Lycogala irregulare*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A. IY04. B, D, F, G. sc27520 (Holotyp). C. sc27507. E, H, M. CWP4226. I-L. sc27536. Balken: A-C = 1 mm; D = 200 µm; E-G = 100 µm; H, J = 5 µm; I, K, M = 1 µm; L = 0,5 µm.



**Abbildung 5.** *Lycogala olearium*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporokarpen. D. Peridium in RL. E, F. Peridialbläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A (mit freundlicher Genehmigung von Mariko Creasman), E, G. CWP3658. B, I. K. sc27534. C, D, L, M. sc32006 (Holotyp). F. sc27531. H. CWP4225. Balken: A-C = 1 mm; D = 200 µm; E-G = 100 µm; H, J = 5 µm; I, K, M = 1 µm; L = 0,5 µm.

durch Ringe, Netz aus unregelmäßigen Falten, Warzen, Graten, unregelmäßige, spangenartige Verdickungen (FIG. 5H, J, K). Sporenmasse hell rosa-grau(?), später hell rötlich-grau, in alten Exemplaren gelblich-grau. Sporen (5,5-)6,5-7(-7,5)  $\mu\text{m}$  diam, hyalin, netzartig, mit 3-7 Maschen im Durchmesser, sehr unterschiedlich in der Größe, wobei kleine Maschen dazu neigen, jede große Masche zu umgeben; unverzierter Bereich unklar, wenn vorhanden, nimmt fast  $\frac{1}{3}$  der Sporenoberfläche (FIG. 5L, M). Unreife Fructifikationen orange-rosa (ABB. 5A).

*Verbreitung:* Europa, Nordamerika.

*Bemerkungen:* Das Vorhandensein zahlreicher Öblagerungen, die typischerweise große runde Tröpfchen enthalten, in den Bläschen unterscheidet diese Art von der ähnlichen

*L. epidendrum* und *L. irregulare*. Die zusätzlichen Merkmale sind große Maschen der Sporenverzierung, oft mit kleinen Maschen, die eine große umgeben, und die Verzierung von Capillitium und Peridium durch Ringe. Der Peridialmorphotyp von *L. olearium* wurde früher als "olearium" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala palianytsia*** Leontyev, Schnittler & Ishchenko, sp. nov. ABB.

6

MycoBank MB848148

*Typisierung:* DEUTSCHLAND. MECKLENBURG-WESTERN POMERANIA: Greifswald ( 54.02530 13.25070), auf einem kleinen, gut verrotteten Stamm von *Fagus syl- vatica*, in Bodennähe, 17. Juli 2011, *M. Schnittler* (**Holotyp** sc22074). GenBank: 18S rDNA = OM423963; COI = ON931578.

*Diagnose:* Sporocarps mittelgroß, gelblich- oder stumpfbraun. Peridialbläschen verstreut, einzeln, braun in TL, enthalten doppelbrechende Kristalle. Sporenmasse grau, warmgrau.

*Etymologie:* *palianytsia* (ukrainisch), rundes Brot, bezieht sich auf das Aussehen der Sporokarpen.

Sporocarps in kleinen losen Gruppen, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, mehr oder weniger regelmäßig geformt, (2-)2,5-5,5(-6,5) mm Durchmesser (FIG. 6B, C). Peridium häutig, gelblich-braun, stumpfbraun, mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 70-240  $\mu\text{m}$ , im RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, hell gelbbraun, meist einzeln, locker und gleichmäßig verteilt, auf das 1-2fache ihres Durchmessers voneinander entfernt (ABB. 6D, E), im TL einzeln, eiförmig oder eckig, braun (ABB. 6F). Vesikelwände hell bräunlich. Kristalle vorhanden, die feine unregelmäßige Aggregate bilden (FIG. 6G). Keine Öltröpfchen vorhanden. Pigmentakkumulationen, falls vorhanden, stumpf orange-braun. Innenfläche des Peridiums glatt oder mit Warzen bedeckt (ABB. 6I). Kapillitium röhrenförmig, 5-15  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, mit schwach gewellten Konturen, Oberfläche fein

löchrig-warzenartig, mit ringförmigen Furchen (FIG. 6H, J, K). Sporenmasse grau(?), später warmgrau, in alten Sammlungen gelblich-grau (FIG. 6B). Sporen

6-7,5(-7,5) µm Durchmesser, hyalin, netzförmig, mit 5-7 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich nimmt ein  $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{3}$  der Sporenoberfläche (FIG. 6L, M). Unreife Fruktifikationen orange (ABB. 6A).

*Verbreitung:* Europa.

*Bemerkungen:* Neben anderen "kristallisierenden" Arten,

*L. palianytsia* unterscheidet sich durch verstreute Sporenkarpfen und durch eher unregelmäßige und unauffällige peridiale Bläschen. Der peridiale Morphotyp bei *L. palianytsia* wurde früher als "punctulatum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala caviaroides*** Leontyev, Schnittler, S.L. Stephenson & G. Konstantinides, sp. nov. FIG. 7 MycoBank MB848149

*Typisierung:* DEUTSCHLAND. MECKLENBURG-WESTERN POMERANIA: Greifswald ( 54.0241 13.2532), auf stark zersetztem Stamm von *Pinus sylvestris*, 13. September 2011, P. Lamkowski (**Holotyp** sc22165). GenBank: 18S rDNA = KM262640.

*Diagnose:* Sporokarpen mittelgroß, beige, mit orangefarbenen Flecken. Peridialbläschen dicht und gleichmäßig verteilt, einzeln, leuchtend orange im TL, enthalten Pigmentansammlungen und doppelbrechende Kristalle. Sporenmasse rosa-weiß, leicht warmgrau.

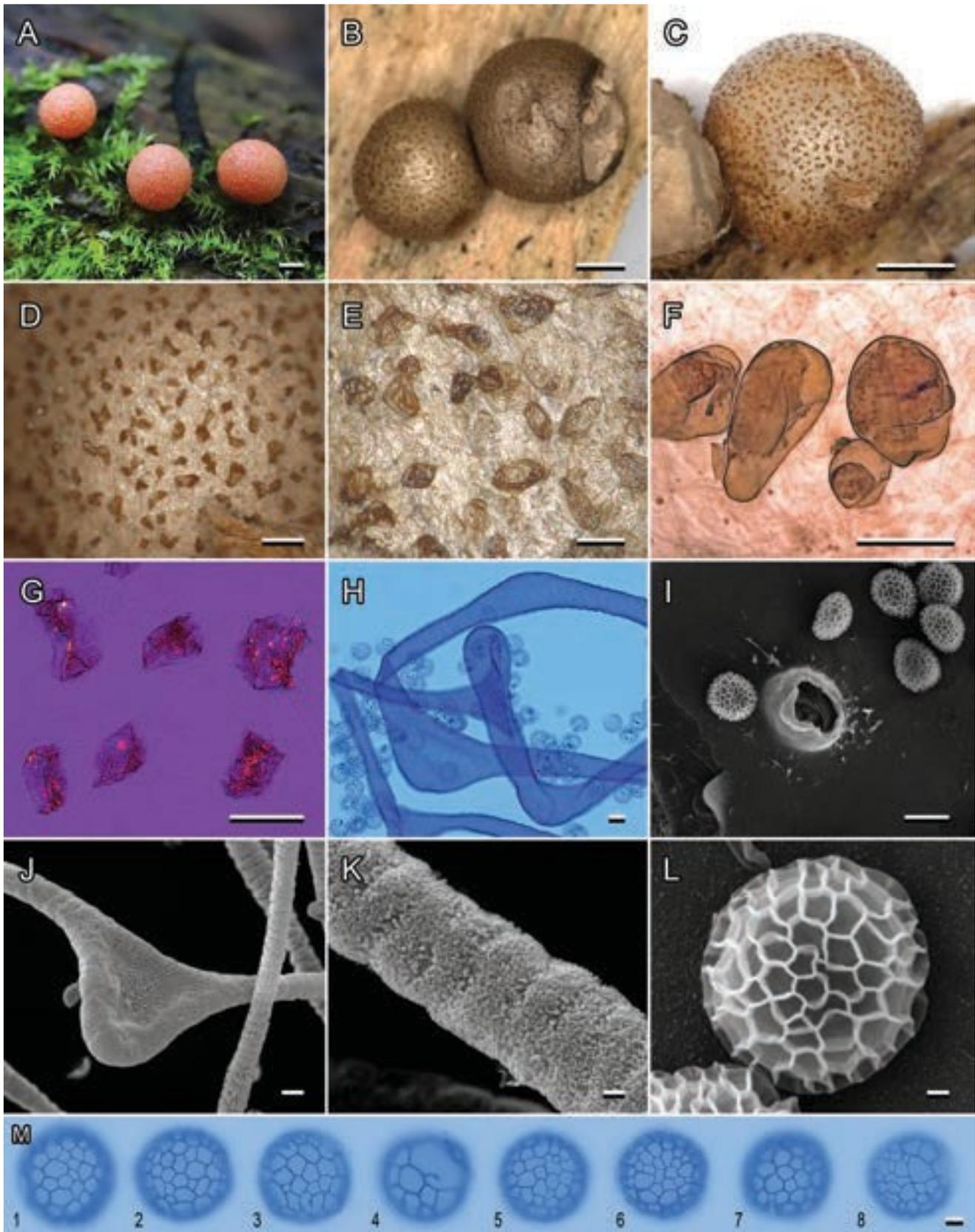
*Etymologie:* *caviarum* (lateinisch), Rogen, bezieht sich auf das Aussehen der Peridienbläschen, ähnlich dem getrockneten Lachsrogen ("roter Kaviar").

Sporocarps gruppiert, hauptsächlich horizontal eiförmig, oft durch gegenseitigen Druck deformiert, (1,5-)2-4,5(- 10) mm Durchmesser (ABB. 7A-C). Peridium häutig, beige, hell graubraun, mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 140-220 µm, im RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, orange bis dunkelrot, ähnlich wie getrockneter roter Kaviar, einzeln, ziemlich dicht und gleichmäßig verteilt, auf der Länge ihres Durchmessers voneinander entfernt (FIG. 7d, E), im TL einzeln, rundlich, leuchtend orange (FIG. 7F). Vesikelwände fast hyalin. Kristalle ziemlich zahlreich, bilden große unregelmäßige Aggregate (FIG. 7G). Keine Öltröpfchen vorhanden. Pigmentansammlungen reichlich vorhanden, leuchtend orange (FIG. 7G). Innenseite des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (FIG. 7I). Kapillitium röhrenförmig, 5 - 15 µm Durchmesser, mit gewellten Konturen, verziert mit regelmäßigen, armbandartigen Verdickungen, oder weniger regelmäßig, mit löchrig-warzenartiger Oberfläche, unterbrochen von abgerundeten Fossa (ABB. 7H, J, K). Sporenmasse rosa-weiß, bei alten Exemplaren hell warmgrau. Sporen (5,5-)6-7(-7,5) µm Durchmesser, hyalin, netzartig, mit 6-9 Maschen im Durchmesser,

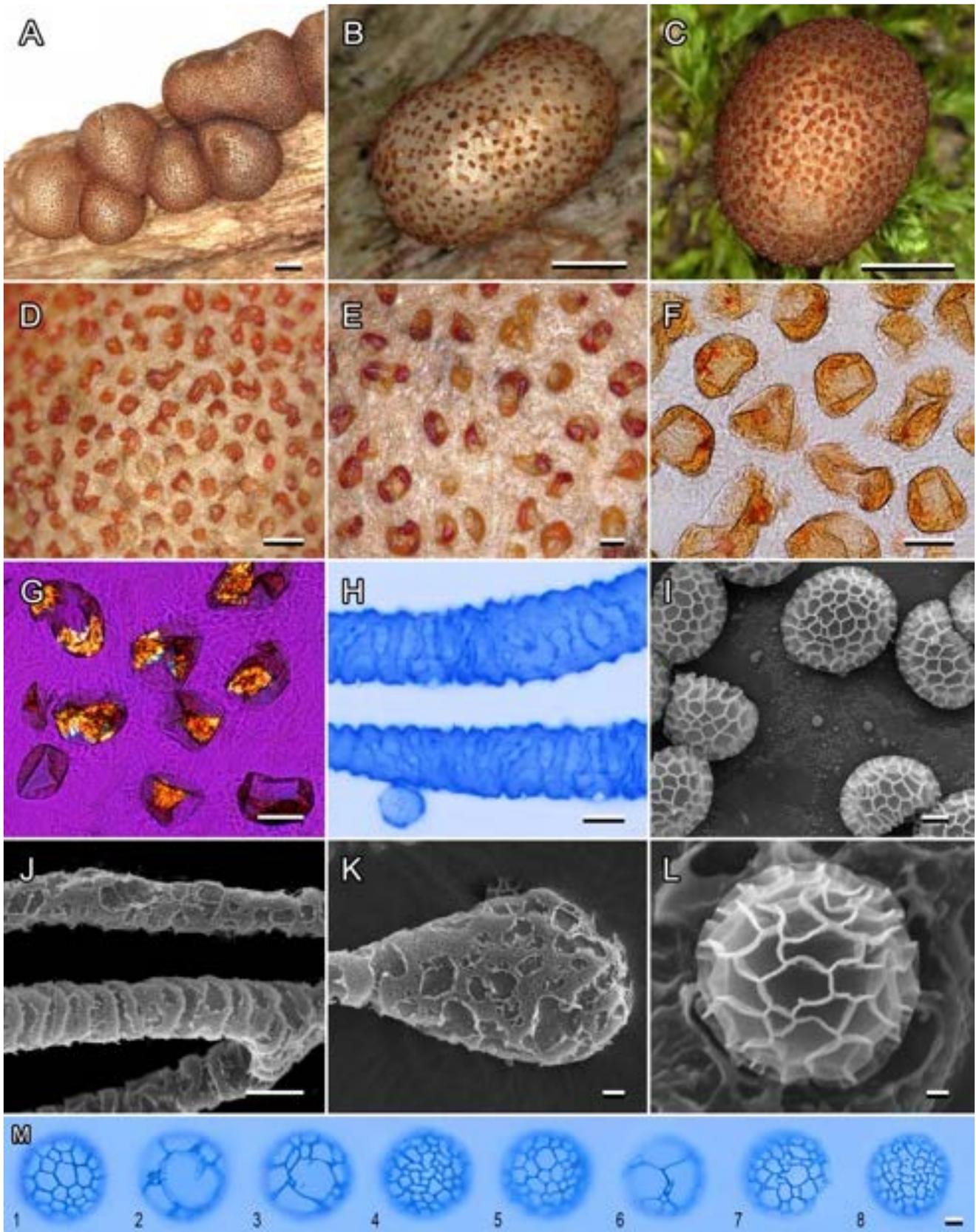
unverzierter Bereich breit, nimmt fast  $\frac{1}{3}$  der Sporenoberfläche ein (FIG. 7L, M). Unreife Fruktifikationen wahrscheinlich orange.

*Verbreitung:* Europa, Südostasien, Nordamerika.

*Bemerkungen:* Bei vielen Arten können die Peridialbläschen unter suboptimalen Bedingungen gelegentlich im "roten" Stadium trocknen.



**Abbildung 6.** *Lycogala palianytsia*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums mit der Basis des Kapillitiantubulus, REM. J, K. Kapillitiantubulus, REM. L. Spore, Methylblau in Milchsäure. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A. IY28. B, G. sc22074 (Holotyp). C, D, F. sc22100. E, M. EJ22295263. H-L. sc27508. Balken: A, B = 1 mm; C = 0,5 mm; D = 200  $\mu$ m; E-G = 100  $\mu$ m; H-J = 5  $\mu$ m; K, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.



**Abbildung 7.** *Lycogala caviaroides*, sp. nov. A-C. Sporokarpen. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridialbläschen in PL. H. Kapillitium und Spore, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitiumtubulus, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, E, G. UARK26963. B, H, M. sc32018. C, D, F, I-L. sc22165 (Holotyp). Balken: A-C = 1 mm; D = 200  $\mu$ m; E-G = 100  $\mu$ m; H, J = 5  $\mu$ m; I, K, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.

*leopardinum* überschneiden sich wahrscheinlich nicht.

Bedingungen und können ähnlich aussehen wie die von *L. caviaroides*. Um sicher zu sein, dass Ihr Exemplar zu *L. caviaroides* gehört, müssen Sie daher darauf achten, dass die roten Bläschen auf der gesamten Oberfläche des Sporokarps gleichmäßig entwickelt sind und nicht nur in Zonen mit Anzeichen einer gestörten Entwicklung, sowie Kristalle in den Bläschen beobachten. Der peridiale Morphotyp von *L. caviaroides* wurde früher als "caviaroides" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala acinonychum*** Leontyev, Schnittler, T.E. dela Cruz, M.F.B. Elorete & T. van der Heul, sp. nov. FIG. 8 MycoBank MB848150

*Typisierung:* PHILIPPINEN. BICOL REGION: Brgy Digdigon, Goa, Camarines Sur (13.70558 123.40032), auf umgefallenem Baumstamm, 1. November 2018, T.E.E. dela Cruz (**Holotyp** PFB75). GenBank: 18S rDNA = OM423955; COI = ON931577.

*Diagnose:* Sporocarps mittelgroß, beige mit braunen Flecken. Peridialbläschen sehr dicht und gleichmäßig verteilt, einzeln, rundlich, eiförmig, braun im TL, enthalten doppelbrechende Kristalle. Sporenmasse im frischen Zustand hellgrau.

*Etymologie:* *acinonyx* (lateinisch), Gepard (*Acinonyx jubatus*), in Anlehnung an das Aussehen des Peridiums, das dicht mit runden braunen Flecken bedeckt ist.

Sporokarpen in kleinen Gruppen, kugelförmig, mehr oder weniger regelmäßig geformt, (1,5-)2-4,5(-5,5) mm Durchmesser (ABB. 8A, B). *Peridium* membranös, beige, hell graubraun, dicht mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 70-350 µm, in RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, braun, einzeln, dicht und gleichmäßig verteilt, weit voneinander entfernt auf 1/3-1/2 ihres Durchmessers (ABB. 8C, D), im TL einzeln, rundlich, braun (ABB. 8F). Vesikelwände hyalin. Kristalle vorhanden, ziemlich zahlreich, bilden unregelmäßige Aggregate (FIG. 8G). Körnige Ablagerungen mit kleinen Öltröpfchen, braun, reichlich vorhanden. Innere Oberfläche des Peridiums glatt (ABB. 8I) oder mit spärlichen Warzen. Kapillitium röhrenförmig, 5-20 µm Durchmesser, mit gewellten Konturen, verziert mit regelmäßigen, spangenartigen Verdickungen (FIG. 8H, J, K). Sporenmasse hellgrau(?), später hell warmgrau, in alten Exemplaren gelblichgrau. Sporen 6-6,5(-7) µm diam, hyalin, netzartig, mit 6-8 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich nimmt 1/3-1/2 der Sporenoberfläche ein (FIG. 8L, M). Unreife Fruktifikationen unbekannt.

*Verbreitung:* Südostasien, Australien.

*Bemerkungen:* Diese Art ist ein "Zwilling" von *L. leopardinum*, unterscheidet sich aber von letzterem durch kleinere Sporokarpen und eine dichtere Anordnung der Peridialbläschen. Die Verbreitungsgebiete von *L. acinonychum* und *L.*

*Lykogala leopardinum* Leontyev, Ishchenko, Schnittler & E. Johannesen, sp. nov. **FIG. 9** MycoBank MB848151

*Typisierung:* DEUTSCHLAND. MECKLENBURG-WESTERN POMERANIA: Greifswald, Mischwald bei Steffenshagen (54.12776 13.34837), auf stark zerfallenem Holz von *Betula pendula*, 6 Jun 2013, M. Schnittler (**Holotyp** sc27504). GenBank: 18S rDNA = OM423974.

*Diagnose:* Sporocarps groß, beige mit braunen Flecken. Peridialbläschen dicht und gleichmäßig verteilt, einzeln, rundlich, braun in TL, enthalten zahlreiche doppelbrechende Kristalle, die oft eine Dursa bilden. Sporenmasse stumpfrosa, leicht lachsfarben.

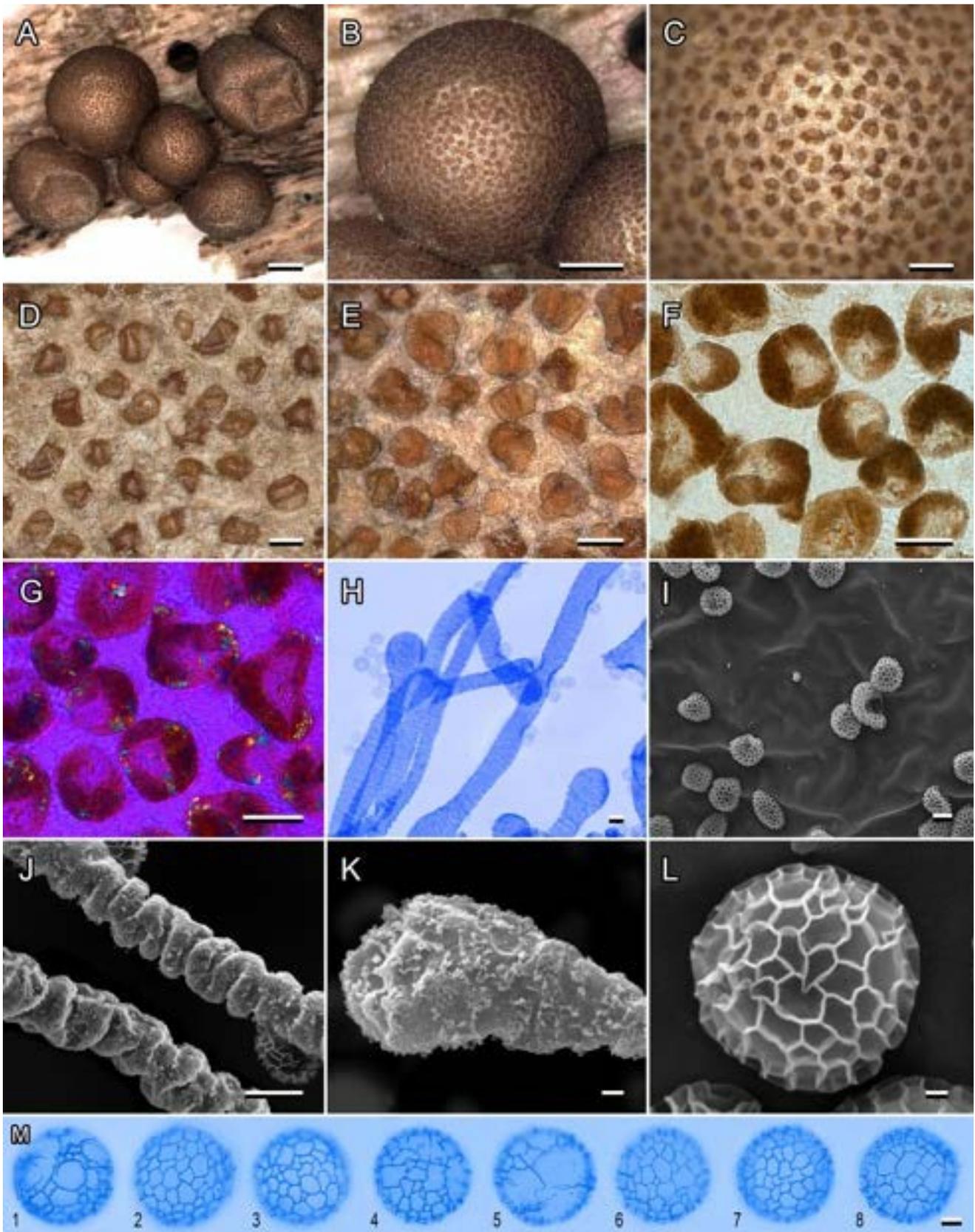
*Etymologie:* *leopardus* (lateinisch), Leopard (*Panthera pardus*), bezieht sich auf das Aussehen des Peridiums, das dicht mit runden braunen Flecken bedeckt ist, manchmal mit einem hellen Zentrum.

Sporocarps in kleinen bis ziemlich großen Gruppen (>10), kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, regelmäßig in der Form oder leicht deformiert durch gegenseitigen Druck, (1,5-)2,5-6 (-9,5) mm Durchmesser (**FIG. 9B, C**). *Peridium* häutig, beige, hell graubraun, mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 90-200 µm, im RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, braun, einzeln, dicht und gleichmäßig verteilt, im Abstand des ½-1-fachen ihres Durchmessers (**FIG. 9D, E**), im TL einzeln, rund, braun (**FIG. 9F**). Vesikelwände hyalin. Kristalle zahlreich, bilden radiale Drusen oder unregelmäßige Aggregate, die den gesamten Innenraum der Blase ausfüllen (**FIG. 9G**). Körnige Ansammlungen mit kleinen Öltröpfchen vorhanden, hauptsächlich braun. Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (**ABB. 9I**). Kapillitium röhrenförmig, 5-20 µm Durchmesser, mit gewellten oder glatten Konturen, verziert mit regelmäßigen armbandartigen Verdickungen, oder weniger regelmäßig, mit löchrig-warzenartiger Oberfläche (**FIG. 9H, J, K**). Sporenmasse stumpfrosa(?), später hell lachsfarben, bei alten Exemplaren gelblich-grau. Sporen (5,5-)6-7,5 µm diam, hyalin, netzartig, mit 5-8 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich nimmt ⅓-½ der Sporenoberfläche ein (**FIG. 9L, M**). Unreife Fruktifikationen leuchtend orange, rosa-orange, matt rosa (**FIG. 9A**).

*Verbreitung:* Europa.

*Bemerkungen:* Nach *L. epidendrum* ist dies die zweithäufigste Art in der gemäßigten Zone. Von anderen "kristallinen" Arten unterscheidet sie sich durch die größten Sporenkarpfen und die größten Kolonien. Von anderen Arten mit großen Fruktifikationen unterscheidet sie sich durch eine leichte Pigmentierung des Peridiums und gleichmäßig abgerundete Bläschen, die dicht und

gleichmäßig über die gesamte Peridialfläche verteilt sind. Der Peridialmorphotyp von *L. leopardinum* wurde früher als "crystalliferum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).



**Abbildung 8.** *Lycogala acinonychum*, sp. nov. A, B. Sporocarps. C-E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridialbläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitiantubulus, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, B, E-M. DfB75 (Holotyp). C. DfB57. D. TVDH560. Balken: A, B = 1 mm; C = 0,5 mm; D-G = 100  $\mu$ m; H, J = 5  $\mu$ m; I = 2  $\mu$ m; K, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.

*Lycogala succineum* Leontyev & Schnittler, sp. nov.

FIG. 10

MycoBank MB848152

*Typisierung:* DEUTSCHLAND. MECKLENBURG-WESTERN POMERANIA: Greifswald, Mischwald bei Weitenhagen (54.04399 13.41806), auf stark zerfallenen Stamm von *Picea abies*, 8 Jun 2013, M. Schnittler (**Holotyp** sc27545). GenBank: 18S rDNA = OM423994; COI = ON931592.

*Diagnose:* Sporocarps mittelgroß, rötlich-beige. Peridialbläschen locker und gleichmäßig verteilt, einzeln, rundlich, bernsteingelb im RL, braun im TL, enthalten zahlreiche doppelbrechende Kristalle. Sporenmasse hell rosa- aschgrau, hell lachsgrau.

*Etymologie:* *succinum* (lateinisch), bernsteinfarben, in Anlehnung an die Farbe der Peridialbläschen.

Sporokarpen in kleinen Gruppen, kugelförmig bis eiförmig, regelmäßig geformt oder durch gegenseitigen Druck leicht deformiert, (1,5-)2-5(-7,5) mm Durchmesser (FIG. 10A, B). *Peridium* häutig, rötlich-beige, hell rötlich-braun, mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 50-300 µm, im RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, hell bernsteingelb, hellbräunlich, einzeln, ziemlich dicht und gleichmäßig verteilt, voneinander um die Länge ihres Durchmessers oder mehr entfernt (ABB. 10C, D), im TL nicht gehäuft, rundlich, braun (ABB. 10E). Vesikelwände fast hyalin. Die Kristalle sind **z a h l r e i c h** und bilden unregelmäßige Aggregate, die oft den Innenraum der Blase vollständig ausfüllen (ABB. 10F, G). Körnige Ansammlungen und Öltröpfchen vorhanden, braun. Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (ABB. 10I). Kapillitium röhrenförmig, 3-10 µm Durchmesser, mit gewellten oder glatten Konturen, verziert mit Warzen oder regelmäßigen, bandförmigen Verdickungen (FIG. 10H, J, K). Sporenmasse hell rosa- ischgrau(?), später hell lachsgrau, in alten Exemplaren hell gelblich. Sporen (5,5-)6-7,5(-8) µm diam, hyalin, netzartig, mit 5-9 Maschen im Durchmesser, variabel in der Größe, unverzierte Fläche breit, einnehmend  $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$  der Sporenoberfläche (FIG. 10L, M). Unreife Fruktifikationen wahrscheinlich orange.

*Verbreitung:* Europa.

*Bemerkungen:* Neben anderen "kristallisierenden" Arten,

*L. succineum* unterscheidet sich durch sehr helle Peridialbläschen, die nur wenig dunkler als das Peridium sind. Die Kristallablagerungen sind bei dieser Art besonders zahlreich.

*Lycogala aggregatum* Leontyev, Kochergina, Schnittler & C. Rojas, sp. nov. FIG. 11

MycoBank MB848153

*Typisierung:* COSTA RICA. CARTAGO: Turrialba, FEIMA Experimental Forest in der Nähe des Dorfes La

Suiza (9.86189 83.63401), stark zersetzter Baumstamm, 22 Feb 2020,

*M. Schnittler* (**Holotyp** sc32100). GenBank: 18S rDNA = OM424025; COI = ON931601.

**Diagnose:** Sporocarps klein, dunkelbraun bis schwarz. Peridialbläschen angewachsen, bilden rosettenartige Gruppen mit 1-3 Bläschen in der Gruppe, dunkelbraun im TL, mit körnigem Inhalt. Kapillitium mit glatten Konturen, mit feiner, löchriger, warziger Oberfläche und verstreuten großen Ringen. Sporenmasse hell rosa-grau, hell rötlich-grau.

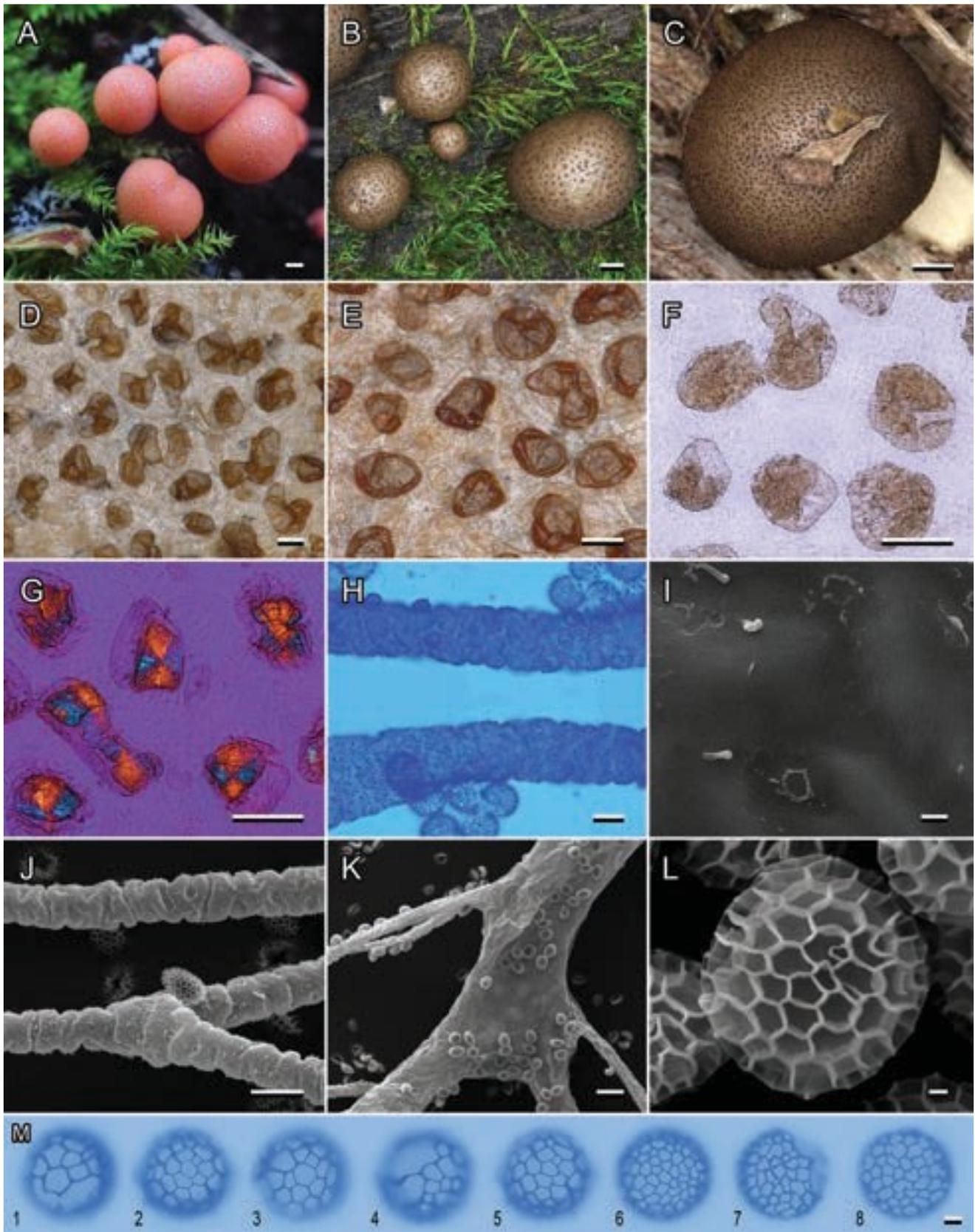
**Etymologie:** *aggrego* (lateinisch), anheften, anhängen, bezieht sich auf die Anhäufung von Peridialbläschen.

Sporokarpen in großen Gruppen (>100 Sporokarpen), kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, regelmäßig geformt, (1,5-)2-4(-5) mm Durchmesser (FIG. 11B, C). Peridium membran, stumpf ocker-braun, so dicht mit Bläschen bedeckt, dass das Sporokarp zumindest im oberen Teil fast schwarz aussieht. Peridialbläschen 10-100 µm, im RL wie zusammengewachsene, getrocknete Tröpfchen aussehend, konvex, glänzend, sehr dunkelbraun bis fast schwarz, die Oberfläche des Peridiums vollständig bedeckend oder große Flecken bildend (ABB. 11D), im TL zu einem sehr dichten Netz rosettenartiger Gruppen mit 1-3 Bläschen quer zur Gruppe zusammengewachsen, durch gegenseitigen Druck eckig, braun bis dunkelbraun (ABB. 11E, F). Vesikelwände braun, meist mehrschichtig, mit äußeren Schichten, die die ganze Gruppe bedecken, oder fehlend. Kristalle fehlend. Öltröpfchen zahlreich, von ziemlich groß (ABB. 11E) bis klein, eine körnige Masse bildend, farblos, unregelmäßig geformt (ABB. 11F), manchmal doppelbrechend (ABB. 11G). Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen und unauffälligen Ringen von 0,5-1 µm Durchmesser bedeckt (ABB. 11I). Kapillitium röhrenförmig, 2-10 µm Durchmesser, mit glatten oder unebenen Konturen, verziert mit großen (1-3 µm) Ringen oder löchrig-warzenartigem Überzug. Sporenmasse hell rosa-grau, später hell rötlich-grau (FIG. 11H, J, K). Sporen 5,5-7 µm diam, hyalin, netzartig, mit 7-9 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich klein, nimmt fast ¼ der Sporenoberfläche ein (FIG. 11L, M). Unreife Fruktifikationen hellrosa (FIG. 11A).

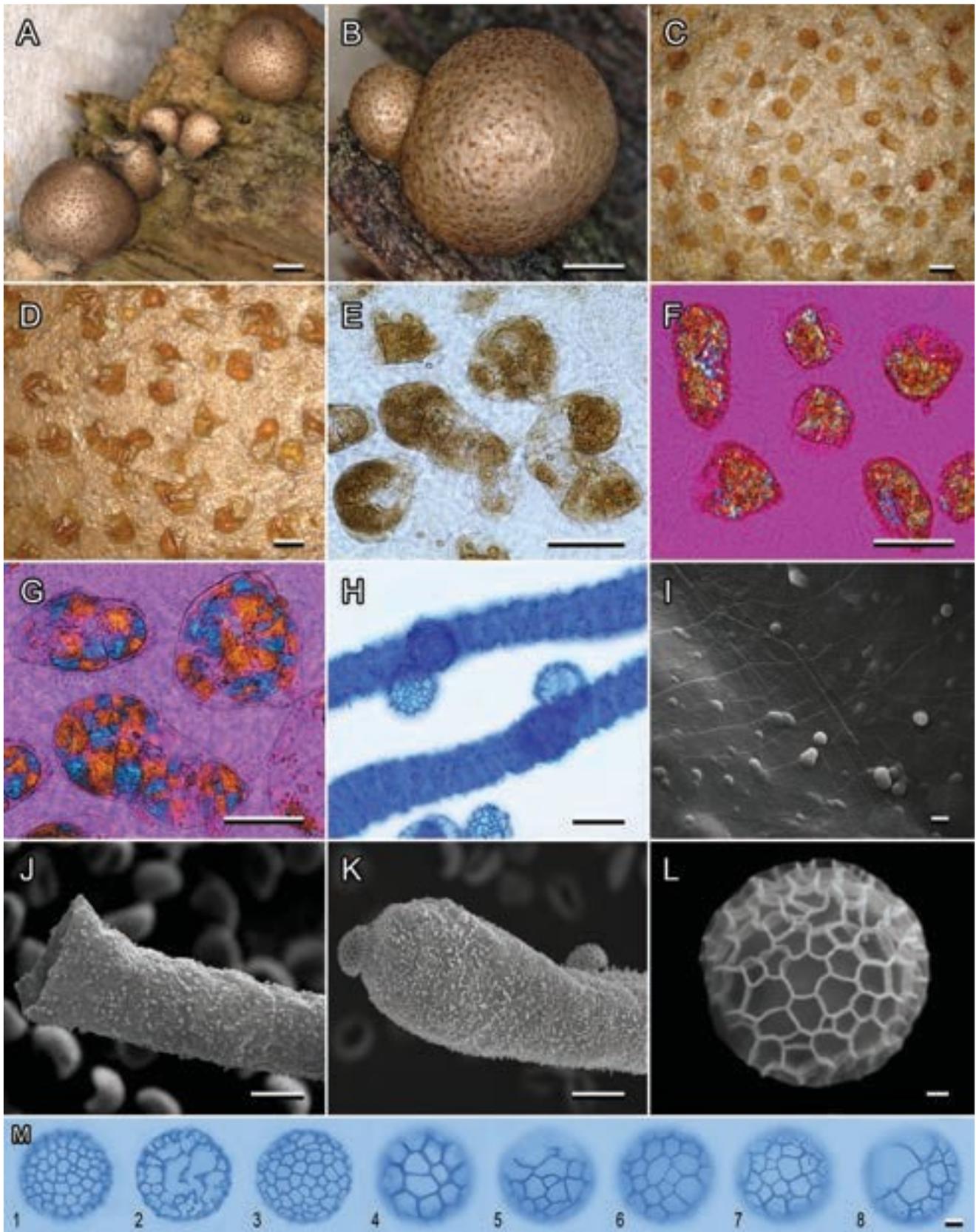
**Verbreitung:** Mittelamerika.

**Bemerkungen:** Große, dichte Kolonien von kleinen Sporenkarpfen, die dicht mit einer dunklen Blasenmasse bedeckt sind, lassen diese Art *L. exiguum* ähneln. Bei letzterer Art sind die Bläschen jedoch um das Zweifache kleiner und wachsen in Gruppen von 3-6 Einheiten über die ganze Gruppe verteilt. Bei *L. exiguum* bedecken die Bläschen fast die gesamte Oberfläche des Sporokarps, während sie bei *L. aggregatum* konzentrieren sie sich eher in der

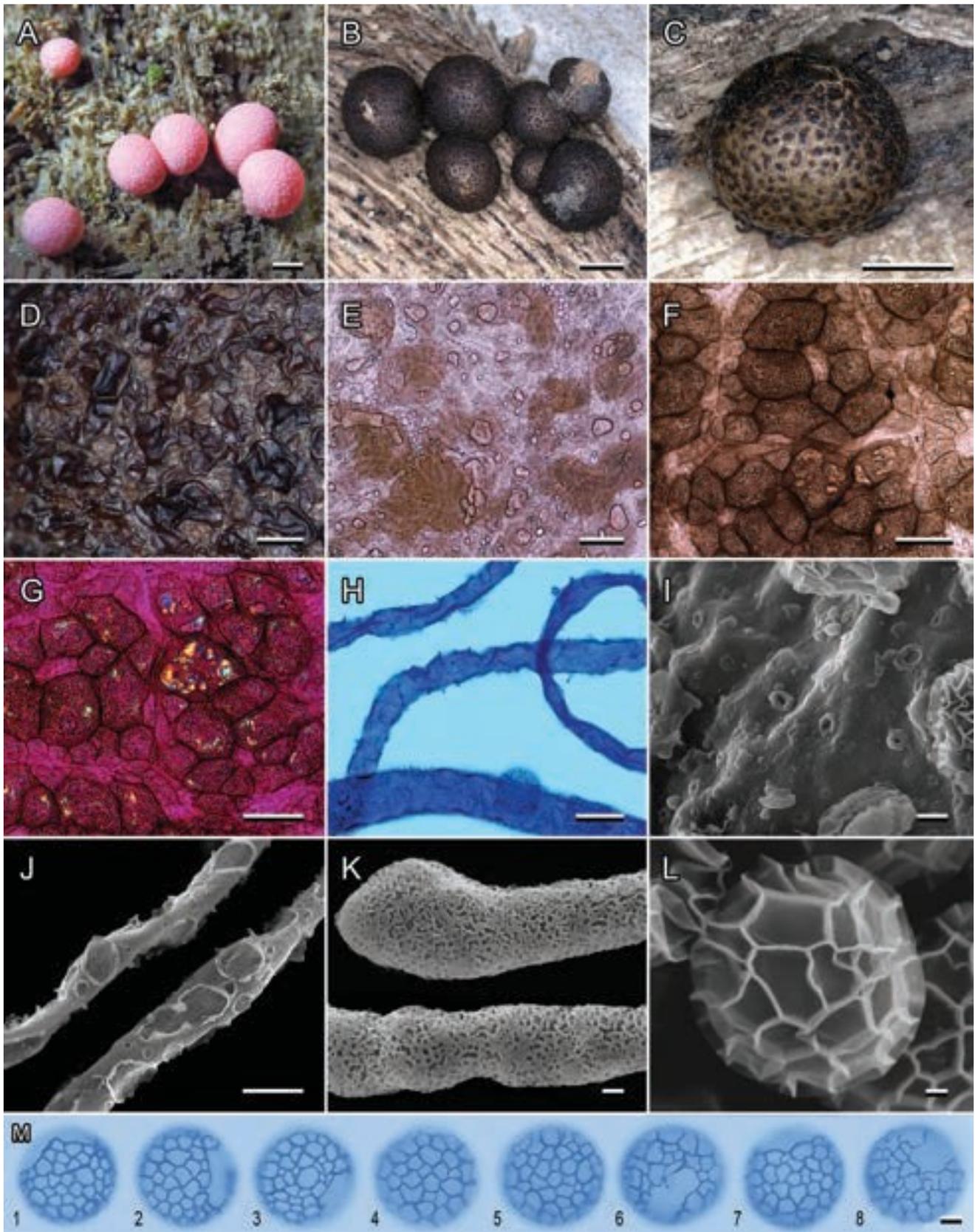
oberen Hälfte des Fruchtkörpers. Von *L. oncooides*, das ebenfalls in Mittelamerika vorkommt, unterscheidet sich *L. aggregatum* durch seine großen Kolonien, ein dünnes Kapillitium mit gewellten Konturen und kleinere Maschen in der Sporenverzierung. Der peridiale Morphotyp von *L. aggregatum* wurde früher als "crystalloaggregatum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).



**Abbildung 9.** *Lycogala leopardinum*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitiumröhrchen, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A. IY09. B. IY03. C, F-L. sc27504 (Holotyp). D. IY12. E. IY18. M. sc27513 (1-4), sc27504 (5-8). Balken: A-C = 1 mm; D-G = 100 µm; H, J = 5 µm; I, M = 1 µm; K = 10 µm; L = 0,5 µm.



**Abbildung 10.** *Lycogala succineum*, sp. nov. A, B. Sporocarps. C, D. Peridium in RL. E. Peridiale Bläschen im TL. F, G. Peridialbläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitiantubulus, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, D, F, I-L. sc27545 (Holotyp). B. CWP3093. C. CWP3092. E, G. sc27512. H. CWP4216. M. CWP4216 (1-3), CWP3092 (3-8). Balken: A, B = 1 mm; C-G = 100 µm; H, J = 5 µm; I, K, M = 1 µm; L = 0,5 µm.



**Abbildung 11.** *Lycogala aggregatum*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D. Peridium in RL. E, F. Peridialbläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Spore, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A. CWP4000. B-H, M. sc32100 (Holotyp). I-L. CWP4006. Balken: A, B = 1 mm; C = 0,5 mm; D = 200  $\mu$ m; E-G = 100  $\mu$ m; H, J = 5  $\mu$ m; I, K, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.

*Lycogala skovorodaense* Leontyev, Schnittler & Ishchenko, sp. nov. FIG. 12  
MycoBank MB848154

*Typisierung:* UKRAINE. KHARKIV REGION: Homilsha Forests National Nature Park (49.6165 36.31402), auf Totholz, 22 Jul 2020, D.V. Leontyev (**Holotyp** CWP4169). GenBank: 18S rDNA = OM423875; COI = ON931553.

*Diagnose:* Sporocarps klein, dunkelbraun. Peridialbläschen vergrößert, bilden dichte, runde, rosettenartige Büschel, braun in TL, mit öligem Inhalt. Das Kapillitium ist mit großen Warzen und Stacheln verziert. Sporen mit 4-6 Maschen im Durchmesser. Sporenmasse grau, warmgrau.

*Etymologie:* Hryhorii Skovoroda (1722-1794), ukrainischer Philosoph, Dichter, Lehrer und Komponist, in Anlehnung an die Zugehörigkeit zur D.L. (Skovoroda Universität), 300. Geburtstag von H. Skovoroda, und in Erinnerung an sein Hausmuseum, das am 6. Mai 2022 durch eine russische Bombe zerstört wurde, sowie an das Hauptgebäude der Skovoroda Universität, das am 6. Juni 2022 zerstört wurde.

Sporokarpen einzeln oder in kleinen Gruppen, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, meist regelmäßig geformt, (1-)2,5-5(-5,5) mm Durchmesser (FIG. 12B, C). Peridium membranös, beige, ockerfarben, dicht mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 50-140 µm, im RL wie getrocknete Tröpfchen aussehend, frei oder zu isodiametrischen Flecken verschmolzen, dunkel graubraun, dicht und gleichmäßig verteilt, nicht zu einer ganzen Masse verschmolzen (ABB. 12D, E), im TL in dichten, abgerundeten, rosettenartigen Büscheln von 5- 10 gruppiert, durch gegenseitigen Druck eckig, braun (ABB. 12F). Vesikelwände stumpfbraun, dick (3 µm), einlagig, manchmal mit einer "Kettenhemd"-Verzierung bedeckt. Kristalle fehlen (FIG. 12G). Öltröpfchen zahlreich, von groß bis klein, variabel in der Form, farblos (ABB. 12F). Körnige Ablagerungen reichlich vorhanden, vertreten durch kleine Öltröpfchen. Innenfläche des Peridiums glatt (ABB. 12I). Kapillitium röhrenförmig, 4-15 µm Durchmesser, mit ungleichmäßigen Konturen, verziert mit ausgeprägten Rippen und gebündelten Warzen (ABB. 12H, J, K). Sporenmasse grau(?), später warmgrau, rötlich-grau, in alten Exemplaren gelblich-grau. Sporen (5-)5,5-6,5(-7) µm diam, hyalin, netzartig, mit 4-6(-7) Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich 1/3-1/2 der Sporenoberfläche (FIG. 12L, M). Unreife Fruktifikationen hellrosa (FIG. 12A).

*Verbreitung:* Europa.

*Bemerkungen:* Eine recht eigentümliche Art, die im Feld durch das kontrastreiche Aussehen des Sporokarps mit dunklen Flecken auf hellem peridialeem Hintergrund vorläufig identifiziert werden kann. Dichte, runde Bläschen, die an Sporen dematioider

*Alternaria*), sind ebenfalls sehr charakteristisch. Der peridiale Morphotyp bei *L. skovorodaense* wurde früher als "densum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala fossiculatum*** Leontyev, C. Rojas, T. van der Heul, Kochergina & Schnittler, sp. nov. FIG.

13 MycoBank MB848155

**Typisierung:** UKRAINE. KHARKIV REGION: Homilsha Forests National Nature Park (49.6165 36.31831), auf Totholz, 22 Jul 2020, D.V. Leontyev (**Holotyp** CWP4170). GenBank: 18S rDNA = OM423876.

**Diagnose:** Sporocarps groß, dunkelbraun. Peridialbläschen angewachsen, 20-50 µm Durchmesser, abgerundet, hellbräunlich im TL, gefüllt mit kugelförmigen Öltröpfchen. Sporenmasse hell rosa-grau, hell lachs-grau.

**Etymologie:** *fossicula* (lateinisch), Grube, kleines Loch, in Anlehnung an das Aussehen des Peridiums.

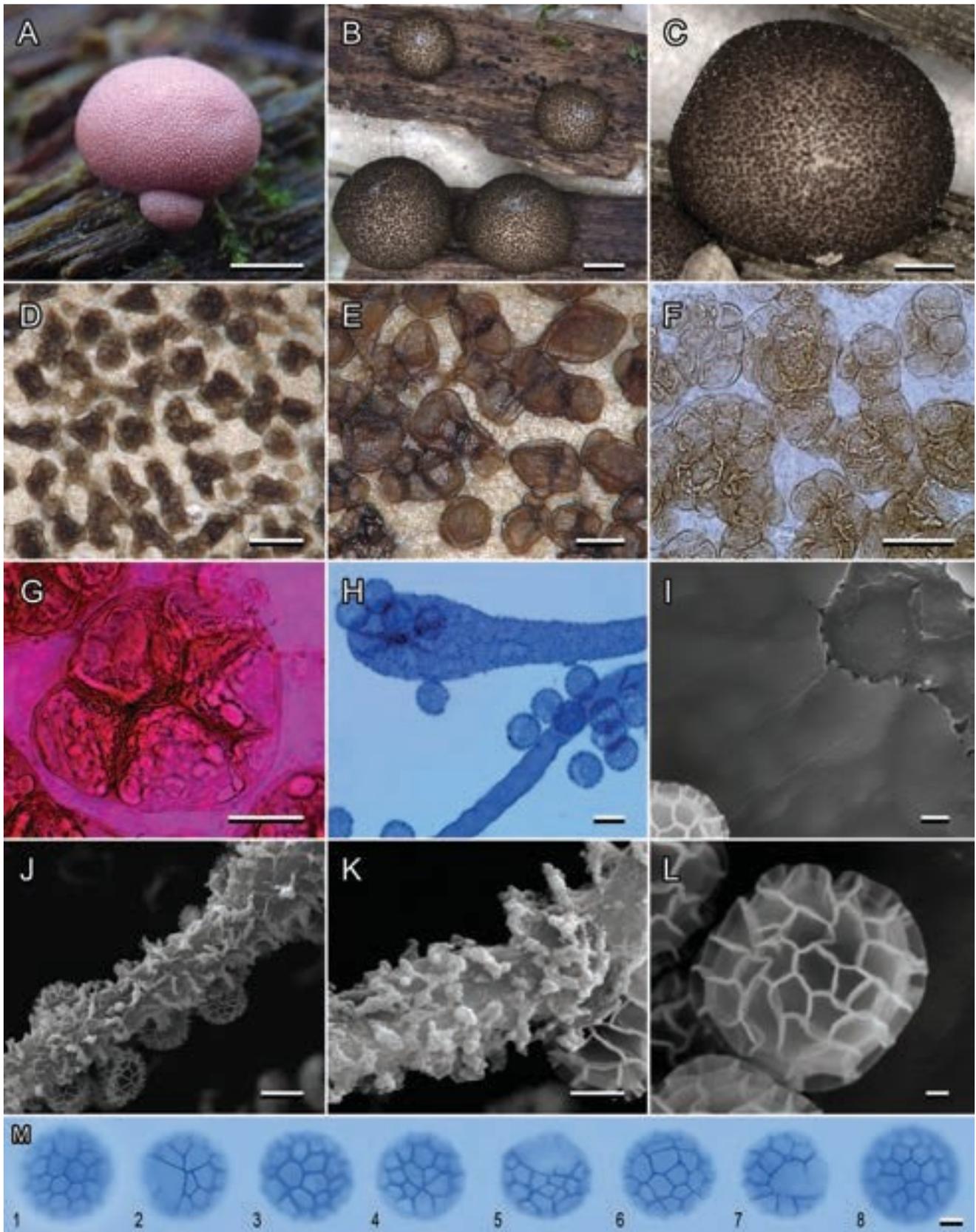
Sporokarp in kleinen Gruppen, kugelförmig bis eiförmig, oft durch gegenseitigen Druck deformiert, (1-)2-6,5(-11) mm Durchmesser (FIG. 13A, B). *Peridium* häutig, hell orange-braun, so dicht mit Bläschen bedeckt, dass das Sporokarp einheitlich dunkelbraun aussieht. Peridialbläschen 20-50 µm, im RL braun bis schwarz, undeutliches marmorartiges oder netzartiges Muster bildend, manchmal mit löchriger Oberfläche (FIG. 13C, D), im TL in einem dichten Netz polygonaler Knäuel und Reihen gruppiert, mit 2-3 Bläschen in der Gruppe, durch gegenseitigen Druck abgerundet-winklig, hellbräunlich (FIG. 13E, F). Vesikelwände hellbraun bis fast hyalin, oft mehrschichtig, wobei die äußeren Schichten die gesamte Gruppe oder Reihe bedecken. Keine Kristalle vorhanden (ABB. 13G). Öltröpfchen zahlreich, von groß (ABB. 13F) bis klein (ABB. 13E), variabel in der Form, farblos. Granulatablagerungen, falls vorhanden, in Form kleiner Öltröpfchen. Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (ABB. 13 I). Kapillitium röhrenförmig, 5-

15 µm Durchm., mit gewellten Konturen, verziert mit unregelmäßigen armbandartigen Verdickungen, Warzen und ringförmigen Inselchen (FIG. 13H, J, K). Sporenmasse hell rosa-is-grau(?), später hell lachs-grau, in alten Exemplaren gelblich-grau (FIG. 13B). Sporen 5,5-7,5 µm Durchmesser, hyalin, netzartig, mit 5-7 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich nimmt 1/3 der Sporenoberfläche ein (FIG. 13L, M). *Unreife Fruktifikationen* unbekannt.

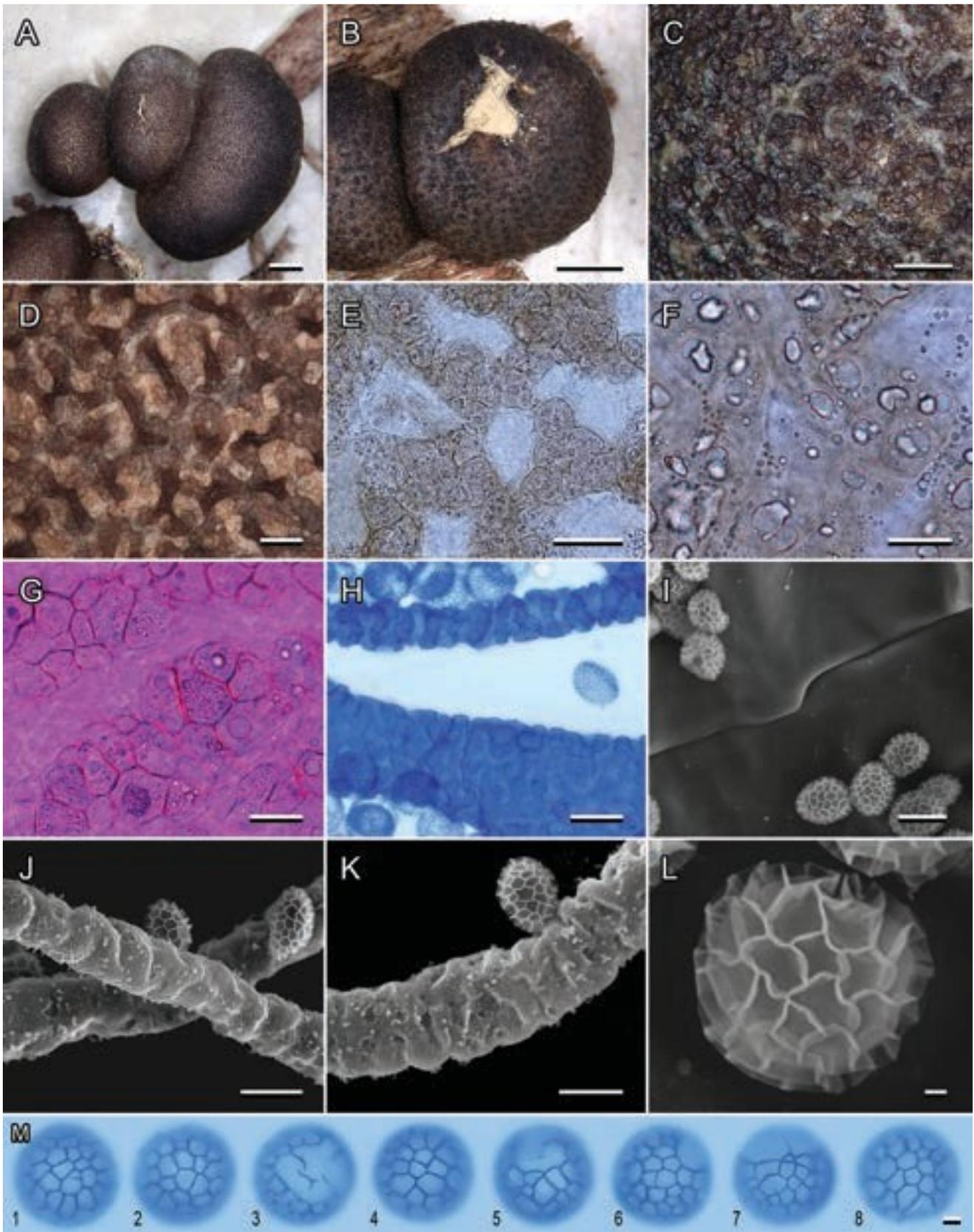
**Verbreitung:** Europa, Mittelamerika, Australien.

**Bemerkungen:** Diese Art ist ein "Zwilling" von *L. confusum*, mit dem sie die eher großen, unregelmäßigen Fruktifikationen mit einer marmorartigen Oberfläche teilt, auf der einzelne

Bläschen oder deren Aggregate kaum zu unterscheiden sind. Allerdings besitzt *L. confusum* eckige, unregelmäßige Bläschen, die mit pigmentierter körniger Masse gefüllt sind, während *L. confusum* *L. aggregatum* sind sie klein, rundlich, fast



**Abbildung 12.** *Lycogala skovorodaense*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporokarpen. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, E. IY15. B-D, I-M. CWP4169 (Holotypus). F-H. sc27535. Balken: A, B = 1 mm; C = 0,5 mm; D = 200 µm; E, F = 100 µm; G = 50 µm; H, J = 5 µm; I, M = 1 µm; K = 2 µm; L = 0,5 µm.



**Abbildung 13.** *Lycogala fossiculatum*, sp. nov. A, B. Sporocarps. C, D. Peridium in RL. E, F. Peridialbläschen im TL. G. Peridialbläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitiantubulus, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, E, G, H. CWP4170 (Holotyp). B, I-M. USJ7513. C. USJ7502. D, F. TVDH552. Balken: A, B = 1 mm; C-E = 100 µm; F, G = 50 µm; H-K = 5 µm; L = 0,5 µm; M = 1 µm.

transparent und mit Öltröpfchen gefüllt. Der peridiale Morphotyp von *L. fossiculatum* wurde früher als "fossiculatum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala oncoides*** Leontyev, C. Rojas & Schnittler, sp. nov. FIG. 14

Mycobank MB848156

*Typisierung:* COSTA RICA. GUANACASTE: Nicoya, Diria National Park (10.16550 85.57890), auf Totholz, 15 Jul 2016, J.M. Zúñiga, D. Castillo (**Holotypus** USJ7527). GenBank: 18S rDNA = ON920649.

*Diagnose:* Sporocarps klein, ockerfarben-braun mit schwarzen Flecken. Peridialbläschen angewachsen, in kleinen rosettenartigen Büscheln gruppiert, unregelmäßig gelappt, dunkelbraun im TL, mit dem körnigen Inhalt. Kapillitium mit gewellten Konturen, mit spangenartigen Verdickungen oder gelappten Falten. Sporenmasse rosa-grau, hell warmgrau.

*Etymologie:* *Panthera onca* (lateinisch), Jaguar, in Anlehnung an das Auftreten von peridialen Bläschen, die zusammenhängende Flecken bilden, und aufgrund der Verbreitung der Art in Mittelamerika.

Sporokarpen einzeln oder in kleinen Gruppen, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, (2-)2,5-4(-5) mm Durchmesser (FIG. 14A, B). Peridium häutig, ockerfarben-braun, dicht mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 60-120 µm, im RL wie gruppierte getrocknete Tröpfchen aussehend, dunkelbraun bis fast schwarz, in Gruppen und Reihen, die ein Netz bilden (ABB. 14C, D), im TL in kleinen rosettenartigen Büscheln gruppiert, unregelmäßig gelappt, dunkelbraun (ABB. 14E, F). Vesikelwände dünn (1 µm), hellbraun. Kristalle verstreut, in einigen Bläschen Aggregate und Drusen bildend (ABB. 14G). Öltröpfchen zahlreich, von ziemlich groß bis klein, eine körnige Masse bildend, bräunlich oder orange, unregelmäßig geformt (FIG. 14F). Innere Oberfläche des Peridiums glatt oder mit undeutlichen Ringen von 0,5-2 µm Durchmesser bedeckt (FIG. 14I). Kapillitium röhrenförmig, 4-15 µm Durchm., mit gewellten Konturen, Oberfläche fein löchrig-warzig, mit ringförmigen Inselchen, gelappten Falten, Ringen (FIG. 14H, J, K). Sporenmasse hell rosa-grau(?), später hell warmgrau. Sporen (6-)6,5-7 µm Durchmesser, hyalin, netzartig, mit 5-7 Maschen im Durchmesser, unverzahnter Bereich nimmt fast  $\frac{1}{3}$  der Sporenoberfläche ein (FIG. 14L, M). Unreife Fruktifikationen unbekannt.

*Verbreitung:* Mittelamerika.

*Bemerkungen:* Diese Art ist etwas ähnlich wie *L. aggregatum* mit seinen kleinen Sporenkörpern, die mit aggregierten Bläschen bedeckt sind. *L. oncoides* hingegen bildet meist einzelne oder verstreute Sporenkapseln, sein Kapillitium hat gewellte Konturen mit auffälligen "Armbändern", und die Sporen weisen größere Maschen der Verzierung auf. Die kleinen,

kompakten Peridialbläschen von *L. oncoides* ähneln denen von *L. skovorodaense*, sind aber nicht doppelbrechend und enthalten oft große Öltröpfchen. Die

Der peridiale Morphotyp bei *L. oncooides* wurde früher als "diversum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala botrydium*** Leontyev, Ishchenko & Schnittler, sp. nov. FIG.

15

Mycobank MB848157

*Typisierung:* RUSSLAND. MOSKOWSKAJA OBLAST:

Moskau, Nordöstlicher Verwaltungsbezirk, Severnyi (55.92958 37.55156), auf dem Stamm eines *L a u b b a u m s*, bedeckt mit dem Lebermoos *Lophocolea heterophylla*, 18. Juni 2020, *Y. Ishchenko* (**Holotyp** IY30). GenBank: 18S rDNA = OM423938.

*Diagnose:* Sporocarps klein, braun, unregelmäßig eiförmig. Peridialbläschen angewachsen, bilden ein dichtes Netz eiförmiger, länglicher, fusiformer Büschel, mit 3-5 Bläschen in der Gruppe, dunkelbraun im TL, mit öligem Inhalt. Sporenmasse grau, warmgrau.

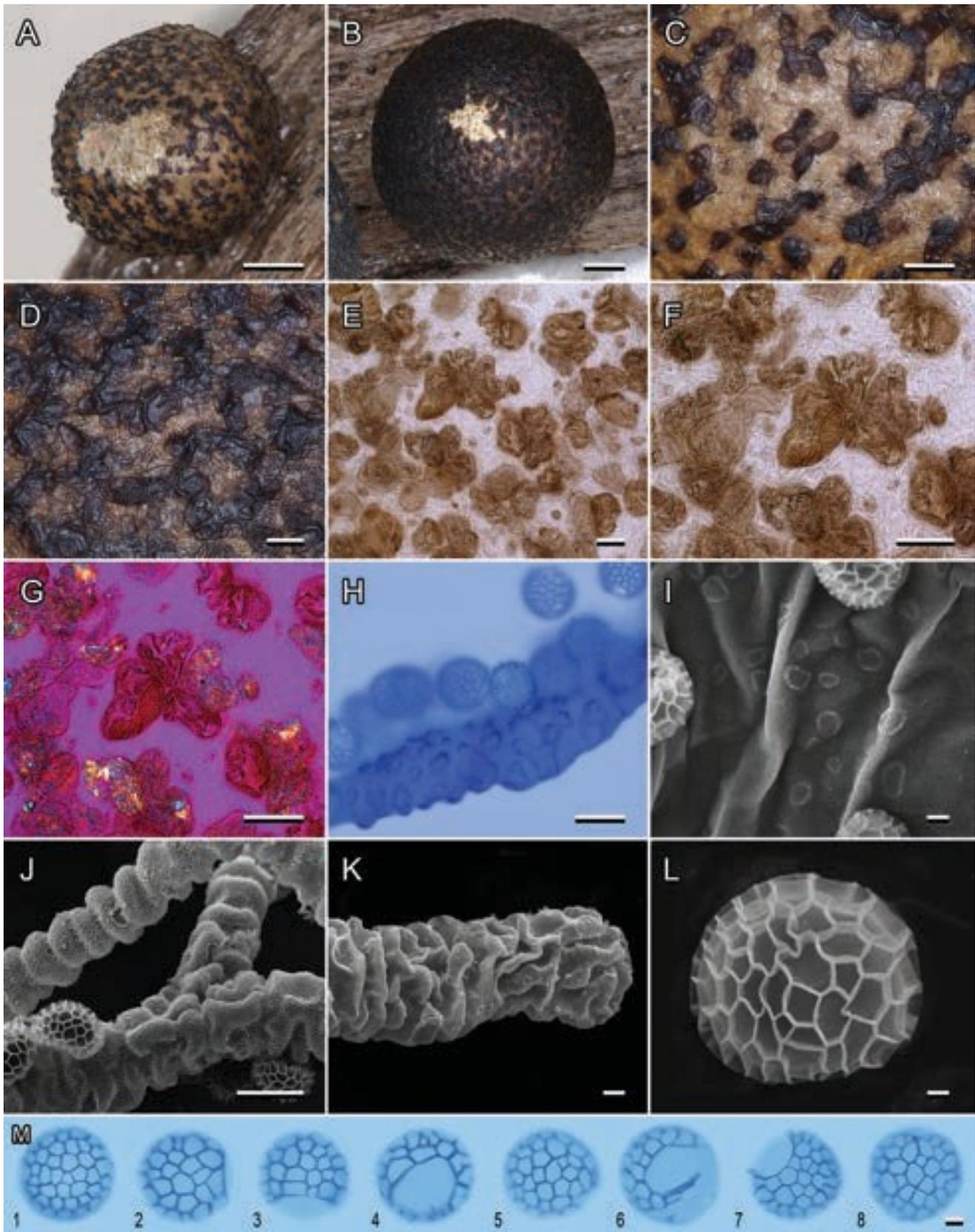
*Etymologie:* *botrys* (lateinisch), Traube, bezieht sich auf d a s Auftreten von Peridialbläschen, die große Gruppen bilden.

Sporocarps einzeln, kugelförmig, kurz horizontal eiförmig oder leicht unregelmäßig geformt, 1-3,5(-4) mm Durchmesser (FIG. 15B, C). Peridium häutig, ockerfarben-braun, dicht mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 10-40 µm, im RL dunkelbraun bis schwarz, in schwarzen Flecken gebündelt, die ein Netz bilden (ABB. 15D), im TL zu einem dichten Netz eiförmiger, länglicher, fusiformer Knäuel gruppiert, mit 3-5 Bläschen in der Gruppe, durch gegenseitigen Druck eckig, braun (ABB. 15E, F). Vesikelwände kaum sichtbar, dünn (1 µm), 1-2-lagig, wobei die glatte oder körnige Schicht die ganze Gruppe bedeckt. Keine Kristalle vorhanden. Öltröpfchen klein (ABB. 15E) oder groß (ABB. 15F), in letzterem Fall füllt ein Tröpfchen die ganze Blase aus; manchmal doppelbrechend (ABB. 15G). Innenfläche des Peridiums glatt (ABB. 15I). Kapillitium röhrenförmig, 3-10 µm Durchmesser, mit glatten Konturen, Oberfläche fein löchrig-warzig, mit ringförmigen Inselchen (FIG. 15H, J, K). Sporenmasse grau(?), später warmgrau, in alten Exemplaren ockergelb (FIG. 15B). Sporen (5,5-)-6-6,5 µm diam, hyalin, netzartig, mit 6-8 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich klein, nimmt ¼ der Sporenoberfläche oder noch weniger ein (FIG. 15L, M). *Unreife Fruktifikationen* leuchtend orange-rot (FIG. 15A).

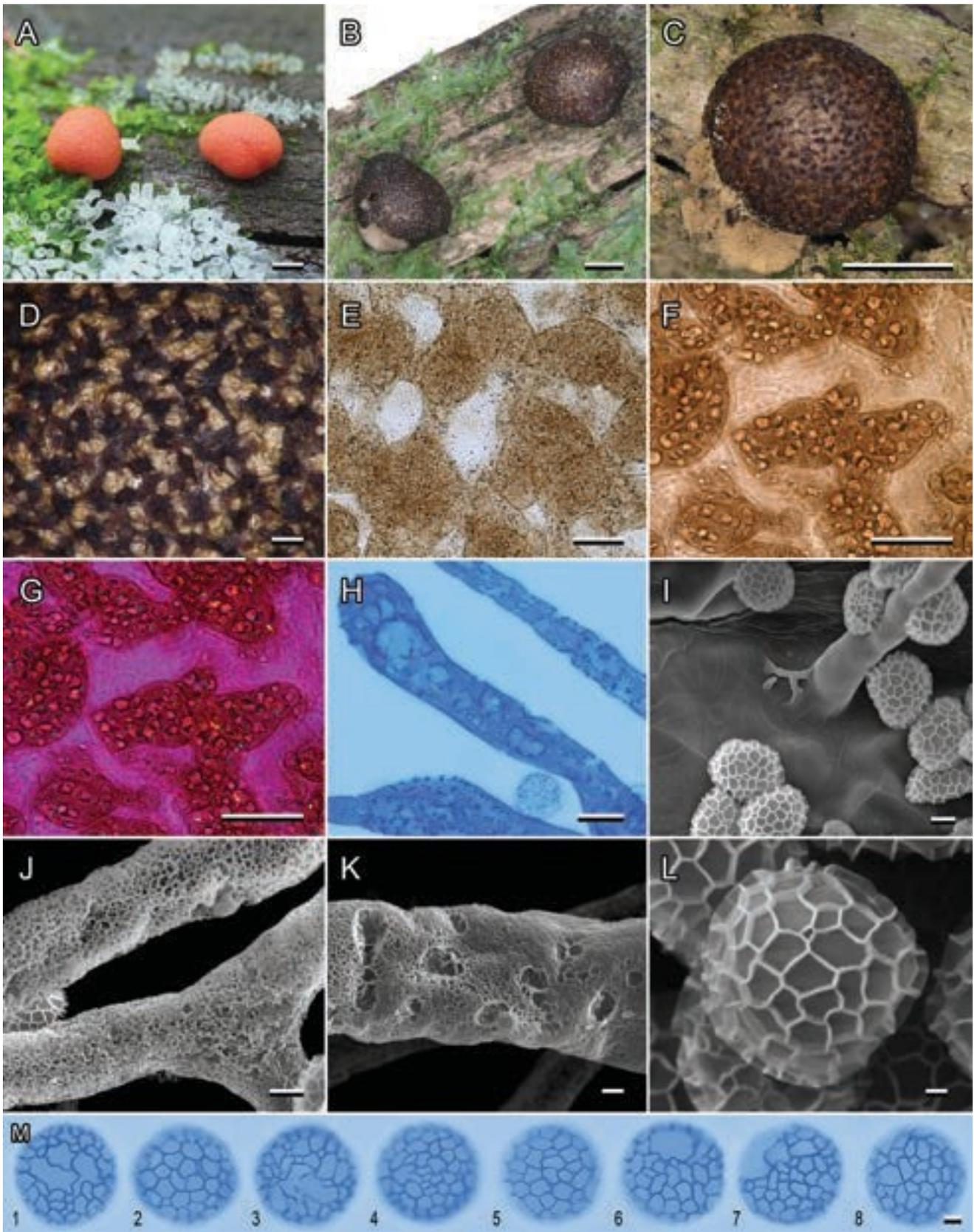
*Verbreitung:* Europa.

*Bemerkungen:* Das Peridium dieser Art ist leicht an seinem regelmäßigen Netz länglicher Klumpen zu erkennen, in denen einzelne Bläschen kaum zu unterscheiden sind. Ein besonders charakteristisches Muster entsteht, wenn jedes Bläschen mit einem

großen Öltröpfchen gefüllt ist (ABB. 15F). *L. botrydium* ist eine von mehreren Arten, die solitäre Sporocarps mit einer eher unregelmäßigen Form bilden. Eine andere Art mit ähnlichen Sporocarps, *L. irregulare*, besitzt solitäre peridiale Vesikel. Der peridiale Morphotyp von *L. botrydium* wurde früher als "botrydium" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).



**Abbildung 14.** *Lycogala oncoides*, sp. nov. A, B. Sporocarps. C, D. Peridium in RL. E, F. Peridialbläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitiantubulus, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, C, I-L. USJ7525. B, D-H, M. USJ7527 (Holotyp). Balken: A, B = 0,5 mm; C-F = 100  $\mu$ m; G = 50  $\mu$ m; H, J = 5  $\mu$ m; I, K, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.



**Abbildung 15.** *Lycogala botrydium*, sp. nov. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D. Peridium in RL. E, F. Peridialbläschen im TL. G. Peridiale Bläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, des Kapillitiums und der Sporen, SEM. J, K. Kapillitialtubulus, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, B, E, I-M. IY30 (Holotypus). C. CWP2236. D, F-H. sc10921. Balken: A-C = 1 mm; D-G = 100 µm; H = 5 µm; I, J = 2 µm; K, M = 1 µm; L = 0,5 µm.

*Lycogala epidendrum* (L.) Fr. emend. Leontyev, Ishchenko & Schnittler Abb . 16  
Mycobank MB205910

*Typisierung:* NORWEGEN. INNLANDET: Stor-Elvdal, Bjørsjøåsen (61.70477 10.74966), Stamm von *Picea abies*, 22 Sep 2019, K.A. Mandal, E. Johannesen, K. Homble,

I. Kristoffersen (hier ausgewählter **Neotyp**: EJ22747866, MB10012630). GenBank: 18S rDNA = OM423906.

Sporocarps in sehr großen Gruppen (>100), kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, oft durch gegenseitigen Druck deformiert, (0,5-)2-7,5(-15) mm Durchmesser (FIG. 16B, C). Peridium häutig, ockerbraun, graubraun, bedeckt mit weißlichen Strängen aus getrocknetem Schleim, die ein feines Netz bilden; Peridium enthält zahlreiche Luftblasen, wodurch es leicht silbrig wird. Peridialbläschen 35-150 µm, Bläschen im RL kaum sichtbar, verschlungen, hell- bis dunkelbraun, einzeln oder locker gruppiert (ABB. 16D, E), im TL einzeln, eckig, fusiform, fleckig, oft durch längliche Fortsätze einander berührend, braun, gelbbraun (ABB. 16F). Vesikelwände leicht bräunlich bis fast hyalin. Kristalle kommen in den Bläschen als spärliche, einsame Nadeln vor (FIG. 16G). Große Öltröpfchen spärlich oder nicht vorhanden. Körnige Ablagerungen vorhanden (ABB. 16 F). Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (ABB. 16I). Kapillitium röhrenförmig, 4-20 (~100) µm Durchmesser, mit gewellten Konturen, verziert mit regelmäßigen, band- oder netzartigen Verdickungen und großen, zahlreichen Warzen, die sich hauptsächlich auf der Oberfläche der Verdickungen befinden (ABB. 16H, J, K). Sporenmasse mattrosa, später hell warmgrau, bei alten Exemplaren ockergelb. Sporen 6,5-8(-8,5) µm diam, hyalin, netzartig, mit 7- 10(-12) Maschen im Durchmesser, unverzierte Fläche klein, nimmt fast ¼-½ der Sporenoberfläche ein (ABB. 16L, M). Unreife Fruktifikationen rosa-orange (FIG. 16A), manchmal stumpf rosa oder gelb.

*Verbreitung:* Europa, Asien, Nord- und Mittelamerika, Australien.

*Bemerkungen:* Auch bei dieser engeren Abgrenzung, *L. epidendrum* s. str. ist nach wie vor die am weitesten verbreitete und häufigste Art, die auch am polymorphsten ist. Große (oft mehr als 1 cm) Sporokarpen, ziemlich uneinheitlich in der Form (überwiegend eiförmig und bohnenförmig) und sehr große Kolonien (>15 cm) helfen, den "echten" *L. epidendrum* (rg01b) sogar im Feld zu unterscheiden. Manche Sammlungen bestehen jedoch nur aus mehreren Sporokarpen, die viel kleiner sind. In solchen Fällen ist das charakteristischste Merkmal von *L. epidendrum* das Vorhandensein sehr blasser, unregelmäßiger Bläschen, die im RL schwach sichtbar sind, sowie die weißlichen Stränge aus getrocknetem Schleim zwischen den Bläschen. In einigen

Sammlungen von *L. epidendrum* können die Bläschen ziemlich dunkel sein und denen von *L. maculatum* ähneln, wo sie jedoch regelmäßiger geformt und mehr oder weniger isodiametrisch sind und das Peridium dunkler ist. Für

den Unterschied zwischen *L. epidendrum* und *L. irregulare*, siehe die Kommentare zu letzterer Art. Der peridiale Morphotyp von *L. epidendrum* wurde früher als "epidendrum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a).

***Lycogala confusum*** Nann.-Bremek. ex Ing emend. Leontyev, Ishchenko & Schnittler Abb . 17 MycoBank MB450203

*Typisierung:* VEREINIGTES KÖNIGREICH. Hb. B. Ing 92077, B. Ing. Das Exemplar ist im Moment nicht zugänglich, aber das authentische Material, identifiziert durch

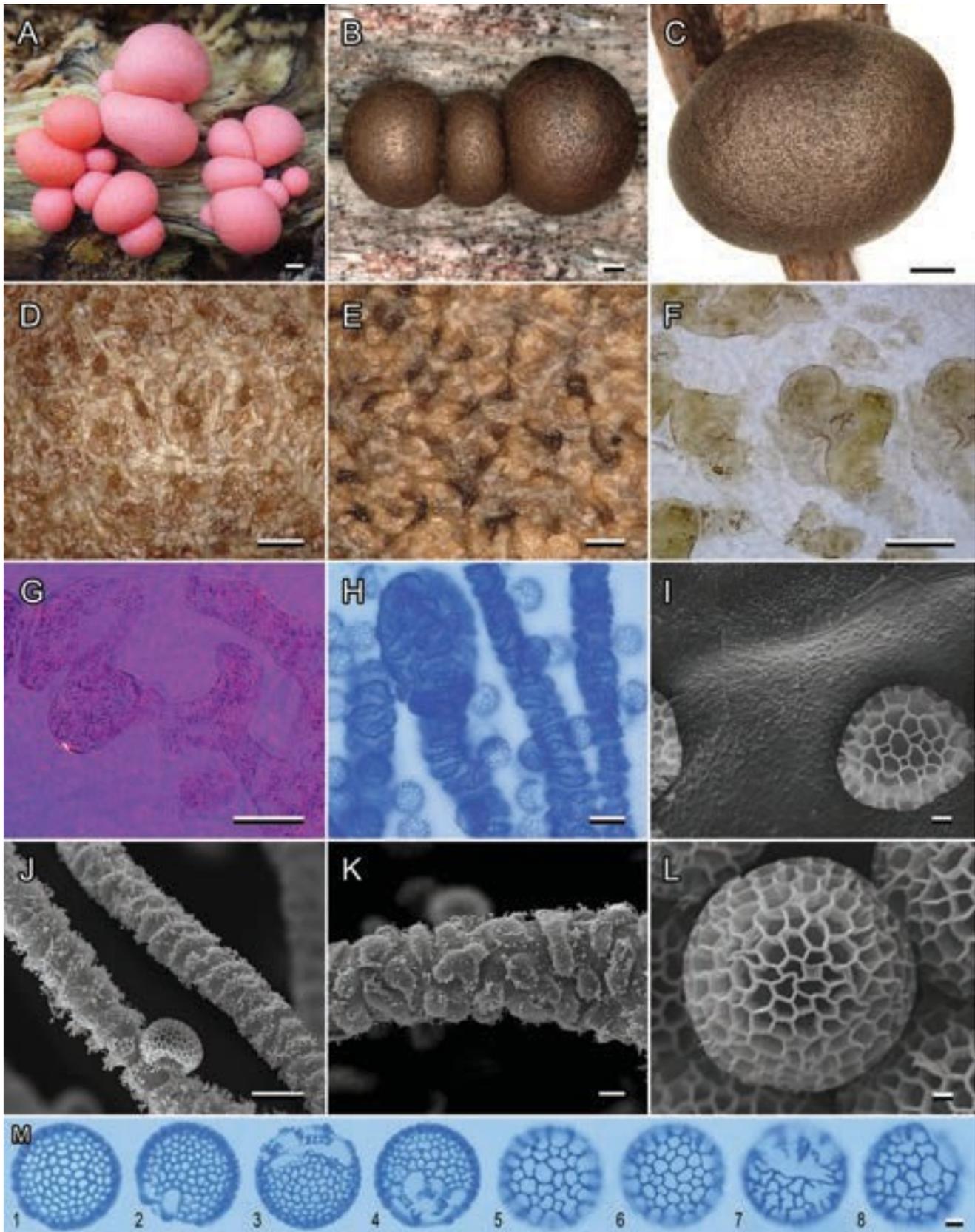
N. E. Nannenga-Brmekamp, wurde von uns untersucht. DNA-Barcodes von Typensammlungen fehlen, aber wir haben eine Reihe von 18S rDNA-Barcodes dieser Art erhalten (siehe ERGÄNZUNGSDATEI 1).

Sporokarpen in kleinen Gruppen, kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, durch gegenseitigen Druck deformiert, (2-)2,5-6 (-8) mm Durchmesser (ABB. 17B, C). Peridium häutig, hell orangebraun, mit Bläschen bedeckt, die so dicht sind, dass das Sporokarp einheitlich braun erscheint. Peridialbläschen 40-90(-100) µm, im RL wie zusammenhängende getrocknete Tröpfchen aussehend, braun, dunkelbraun, dicht die Oberfläche des Peridiums bedeckend, undeutliches marmorartiges oder netzartiges Muster bildend (ABB. 17D, E), im TL in unregelmäßigen Büscheln und Reihen gruppiert, durch gegenseitigen Druck rundlich-eckig, isodiametrisch bis etwas elonatisch, hellbraun (ABB. 17F). Vesikelwände hellbraun, dünn (1-2 µm), einlagig. Keine Kristalle vorhanden (ABB. 17G). Öltröpfchen zahlreich, unterschiedlich groß, wobei die kleinsten eine körnige Masse bilden, die die Innenfläche des Vesikels vollständig ausfüllen kann (ABB. 17F). Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen und unauffälligen Ringen von 0,5-1 µm Durchmesser bedeckt (ABB. 17I). Kapillitium röhrenförmig, 5-20 µm Durchm., mit gewellten Konturen, verziert mit regelmäßigen armbandartigen Verdickungen, oder weniger regelmäßig, mit verstreuten Vertiefungen, die Oberfläche der Röhre fein löchrig-warzenartig, mit ringförmigen Inselchen (ABB. 17H, J, K). Sporenmasse sehr hellrosa (FIG. 17B), bei alten Exemplaren gelblich-grau. Sporen (5,5-)6-8 µm Durchmesser, hyalin, netzartig, mit 5-7 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich klein, nimmt fast ¼ der Sporenoberfläche ein (FIG. 17L, M). Unreife Fruktifivate orangerot, leicht rosa-orange (ABB. 17A).

*Verbreitung:* Europa, Nordamerika.

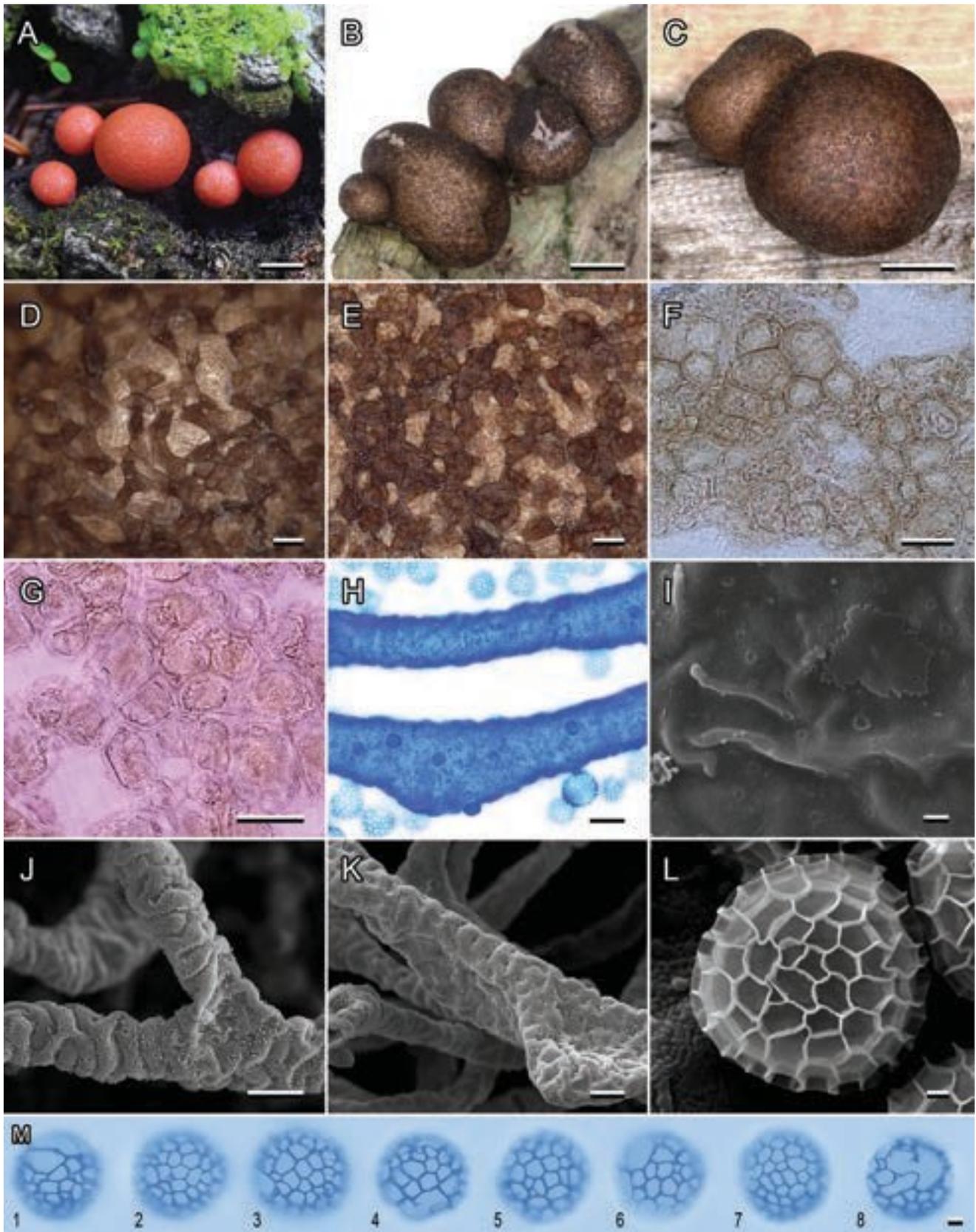
*Bemerkungen:* Die Art scheint recht häufig zu sein, und ihre relativ große Größe und die dichten Kolonien können ihre Chancen erhöhen, gefunden zu werden. Das Markenzeichen der

*L. confusum* hat große, polygonale Bläschen, die unregelmäßige Knäuel und Reihen bilden und die Oberfläche des Peridiums dicht bedecken, das deshalb in RL etwas "marmorartig" aussieht. Im Gegensatz zu der von Ing (1999) veröffentlichten Abbildung sind die Wände der Bläschen bei *L. confusum* nicht gezackt, sondern nur etwas gewellt (siehe



**Abbildung 16.** *Lycogala epidendrum*. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridialbläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, REM.

L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A. IY32. B, D. EJ22747866 (Neotyp). C. UARK17563. E. SJL1190. F. CWP2846. G. CWP2979. H. CWP4218. I. CWP4835. J, L. CWP3476. K. CWP2980. M. CWP4230 (1-4), CWP4218 (5-8). Balken: A-C = 1 mm; D-G = 100  $\mu$ m; H, J = 5  $\mu$ m; K, I, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.



**Abbildung 17.** *Lycogala confusum*. A. Unreife Fruktifikationen. B, C. Sporocarps. D, E. Peridium in RL. F. Peridiale Bläschen im TL. G. Peridialbläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitialröhrchen, SEM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, F, I, K, M. IY20. B. IY11. C, E. NENB1869 (authentische Sammlung). D. sc27523. G. NENB2010 (authentische Sammlung). H, J, L. NENB4950 (authentische Sammlung). Balken: A-C = 1 mm; D-G = 100  $\mu$ m; H, J, K = 5  $\mu$ m; I, M = 1  $\mu$ m; L = 0,5  $\mu$ m.

Diskussion). Von der "Zwillingsart" *L. fossiculatum*, die ein sehr ähnliches Aussehen in RL hat, *L. confusum* unterscheidet sich durch größere und dunklere Bläschen. Der peridiale Morphotyp von *L. confusum* wurde früher als "reticulatum" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a). Der Morphotyp, den wir ursprünglich "confusum" nannten, wurde nach der Untersuchung des authentischen Materials von *L. confusum* wurde einer anderen, noch unbeschriebenen Art zugeordnet.

***Lycogala exiguum*** Morgan emend. Leontyev, Ishchenko & Schnittler Abb . 18  
MycoBank MB212013

*Typisierung:* VEREINIGTE STAATEN. OHIO: Preston, auf Totholz, 1893, *A.P. Morgan* (Lectotyp BPI834630 [Exemplar], BPI834633 [Dia]). Das Typusexemplar ist wahrscheinlich zu alt für eine erfolgreiche molekulare Barcodierung, aber wir haben eine Reihe von 18S rDNA-Barcodes dieser Art erhalten (siehe SUPPLEMENTARY FILE 1).

Sporokarpen in sehr großen Gruppen (>50), kugelförmig bis kurz horizontal eiförmig, meist regelmäßig geformt, (0,9-)1,5-3(-4,5) mm Durchmesser (ABB. 18A-C). Peridium membranös, ockergelb, ockerbraun, dicht mit Bläschen bedeckt. Peridialbläschen 20-40 µm, im RL schwarz, ein Netz mit löchriger Oberfläche bildend (ABB. 18D), im TL gruppiert, um ein ziemlich genaues Netz aus runden, eiförmigen und fusiförmigen Büscheln zu bilden, mit 3-6 Bläschen in der Gruppe, durch gegenseitigen Druck rundlich-eckig, isodiametrisch, dunkelbraun (ABB. 18E, F). Vesikelwände braun, ziemlich dick (2 µm), mehrschichtig, die äußere Schicht bedeckt die ganze Gruppe. Keine Kristalle vorhanden (ABB. 18G). Öltröpfchen groß, ein oder wenige im zentralen Teil der Blase (ABB. 18F), oder klein, körnige Ablagerungen bildend. Innenfläche des Peridiums glatt oder mit verstreuten Warzen bedeckt (ABB. 18I). Kapillitium röhrenförmig, 2-15 µm Durchmesser, mit glatten Konturen, Oberfläche glatt oder etwas warzig, mit spärlichen Ringen 1-3 µm Durchmesser. Sporenmasse hell rosa-grau, in alten Exemplaren blass gelb (ABB. 18H, J, K). Sporen (4,5-)5-6(-6,5) µm diam, hyalin, netzartig, mit 8-10 Maschen im Durchmesser, unverzierter Bereich klein, nimmt fast ¼ der Sporenoberfläche ein (FIG. 18L, M). Unreife Fruktifikate unbekannt.

*Verbreitung:* Nord- und Mittelamerika.

*Bemerkungen:* Auch mit den 15 hier beschriebenen neuen Taxa bleibt *L. exiguum* eine der Arten mit den kleinsten Sporokarpen, die ein sehr charakteristisches Aussehen mit einem fast schwarzen Netz aus zusammengewachsenen Bläschen auf einem kontrastreichen hellen Peridium haben. Die dicken Wände der einzelnen Bläschen, die unter dem

Mikroskop leicht zu erkennen sind, sowie die knolligen Konturen der Bläschenaggregate unterscheiden *L. exiguum* von den morphologisch ähnlichen *L. botrydium*. Eine weitere amerikanische Art mit großen

Kolonien, *L. aggregatum*, hat viel kleinere Bläschenansammlungen, typischerweise 2-5 Bläschen in einer Reihe, und sein Kapillitium ist mit Gruben und Ringen verziert, während bei

*L. exiguum* ist es fast glatt. Der peridiale Morphotyp bei *L. exiguum* wurde früher als "Konidium" bezeichnet (Leontyev et al. 2022a). Der Morphotyp, den wir zuvor als "exiguum" bezeichnet hatten, wurde nach Untersuchung des Typusmaterials von *L. exiguum* einer anderen, noch unbeschriebenen Art zugeordnet.

## DISKUSSION

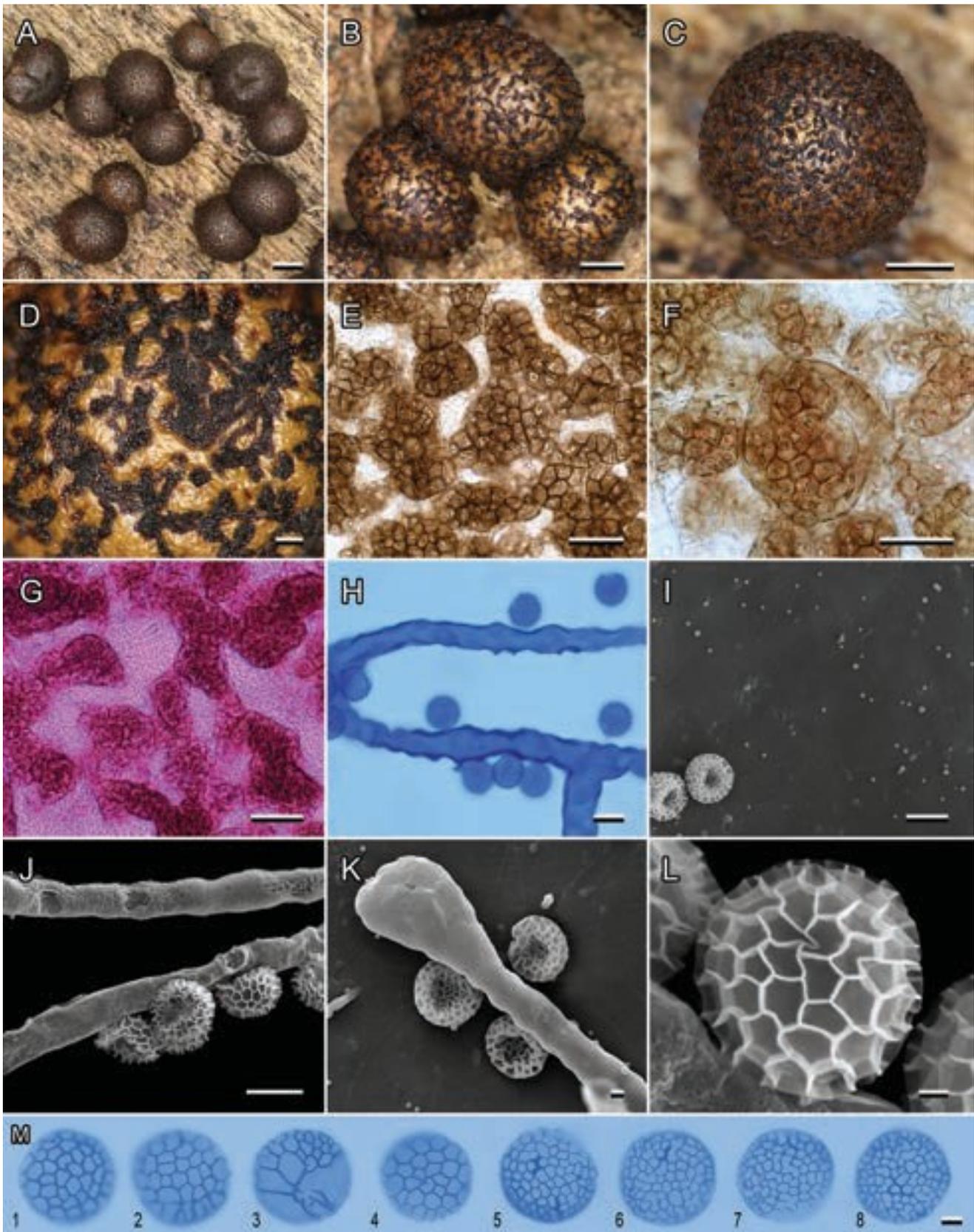
**Molekulare Merkmale:** Molekulare Daten, die wir zuvor erhalten haben, deuten auf die mögliche Existenz von 60-108 Entitäten (mutmaßliche Biospezies) innerhalb des *L. epidendrum*-Komplexes hin (Leontyev et al. 2022b). In der vorliegenden Arbeit werden nur 15 dieser Arten beschrieben. Da die bestehende Vielfalt von *Lycogala keineswegs* auf die hier beschriebenen Arten beschränkt ist, kann die Identifizierung von Feldmaterial, insbesondere von außerhalb Europas gesammeltem Material, immer noch erhebliche Schwierigkeiten bereiten, da die Wahrscheinlichkeit, eine in dieser Arbeit nicht beschriebene Art zu finden, ziemlich hoch ist.

Für jede neue Art, sowie für die morphologisch ähnlichen *L. epidendrum*, *L. exiguum* und *L. confusum* erhielten wir molekulare Barcodes für ein (18S rDNA: 6 Arten) oder zwei (18S rDNA und *COI*: 12 Arten) Markergene (siehe Leontyev et al. 2022b für Details). Wir empfehlen, solche Barcodes für die genaue Artbestimmung in strittigen Fällen sowie bei der Suche nach neuen Arten zu erhalten.

**Größe, Form und gegenseitige Anordnung der Sporokarpen** - Innerhalb des *L. epidendrum*-Komplexes variiert die Größe der Fruchtkörper in einem ziemlich großen Bereich. *L. confusum*, *L. epidendrum*, *L. irregulare*, *L. leopardinum*, und *L. palianytsia* besitzt große Sporokarpen (Median 4 - 4,7 mm), während *L. aggregatum*, *L. botrydium*, *L. exiguum* und *L. roseosporum* haben kleine Sporokarpe (mittelgroß 2-2,9 mm). Die Größe des Sporokarps kann zur Artbestimmung herangezogen werden, zum Beispiel zur Unterscheidung der morphologisch ähnlichen Artenpaare *L. roseosporum* und *L. maculatum* oder *L. acinonychum* und *L. leopardinum*. Die Form der Sporokarpen bei *L. epidendrum* komplex ist nicht sehr vielfältig; sie sind alle rundlich-abgeflacht oder leicht horizontal gestreckt. Nur *L. irregulare* und *L. botrydium* neigt dazu, auch in Einzelfruchtkörpern

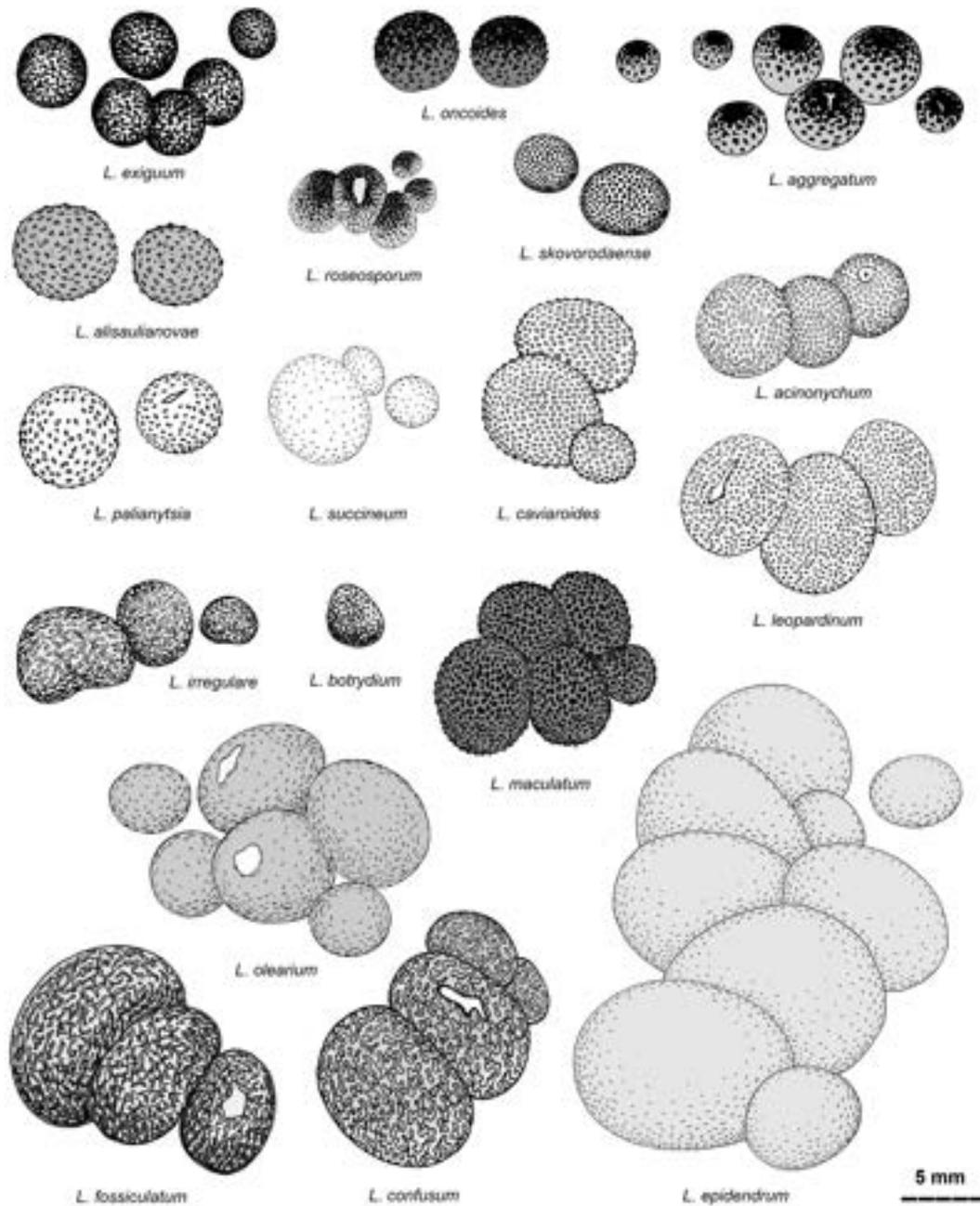
unregelmäßige, gekrümmte Sporokarpen zu bilden; bei den übrigen Arten wird eine solche Deformation nur in gedrängten Fruchtkörpern beobachtet.

Die gegenseitige Anordnung der Sporocarps ist recht variabel. In vielen Fällen wurden bei ein und derselben Art sowohl Kolonien als auch solitäre Sporokarpen beobachtet



**Abbildung 18.** *Lycogala exiguum*. A-C. Sporokarpen. D. Peridium in RL. E, F. Peridialbläschen im TL. G. Peridialbläschen in PL. H. Kapillitium und Sporen, Methylblau in Milchsäure. I. Innere Oberfläche des Peridiums, SEM. J, K. Kapillitiumröhrchen, REM. L. Spore, SEM. M. Sporen, Methylblau in Milchsäure. Exemplare: A, C. BPI834632. B. BPI834612. D. BPI834700. E, H. USJ7523. F, G. BPI834630 (Lectotyp). I-L. USJ7524.

Balken: A = 1 mm; B, C = 0,5 mm; D-G = 100 µm; H-K = 5 µm; L = 0,5 µm; M = 1 µm.



**Abbildung 19.** Allgemeines Aussehen der Sporokarpen bei *Lycogala*-Arten (außer *L. conicum* und *L. flavofuscum*). Die Größe ist maßstabsgetreu dargestellt.

(wenn jedoch ein einzelnes Sporokarp in einem Herbarium vorhanden ist, ist es unmöglich zu wissen, ob es tatsächlich das einzige war). Dennoch neigen einige Arten eindeutig dazu, große, dichte Cluster zu bilden (*L. aggregatum*, *L. epidendrum* und *L. leopardinum*), während andere hauptsächlich solitäre (*L. botrydium* und *L. skovorodaense*) oder weit verstreute (*L. alisaulianovae*, *L. irregulare* und *L. palianytsia*) Fruchtkörper bilden.

**Peridialbläschen:** Die Morphologie von *Lycogala* ist eher dürrig: Tatsächlich können nur das Peridium, das Capillitium und die Sporen

in den Fruchtkörpern gefunden werden. Von diesen drei Strukturen sind die informativsten und taxonomisch zuverlässigsten Merkmale im Peridium zu finden.

Die Peridialbläschen, auf deren taxonomische Bedeutung erstmals von Morgan (1893) hingewiesen wurde, sind bei *Lycogala* außerordentlich vielfältig. Die meisten der hier beschriebenen Arten können anhand der Form, der Farbe, des Inhalts und der gegenseitigen Anordnung ihrer Peridialbläschen sicher identifiziert werden. Die Ausnahmen sind erstens Arten mit einzelnen dickwandigen Bläschen von unregelmäßiger Form (*L. alisaulianovae*, *L. maculatum* und *L. roseosporum*) und zweitens Arten, bei denen die Bläschen Kristalle enthalten (*L. leopardinum*,

*L. acinonychum*, *L. palianytsia* und *L. succineum*). Um diese Arten zu erkennen, können zusätzliche Merkmale wie die Färbung der Sporenmasse und die Größe des Sporokarps herangezogen werden (siehe Schlüssel unten).

Die instabilste Komponente der Peridialbläschen scheinen Öltröpfchen zu sein. Ihre Anzahl, Größe und Form variiert innerhalb der Arten beträchtlich (vgl. z.B. **ABB. 5E-F**, **ABB. 11E-F** und **ABB. 13E-F**). In ein und derselben Spezies oder sogar in ein und derselben Probe können Vesikel ein großes Öltröpfchen, mehrere große und kleine Öltröpfchen oder eine feste Masse aus sehr kleinen Vesikeln enthalten, die als körniges Material wahrgenommen werden. Dennoch scheint die Ansammlung großer Ölmengen selbst eine taxonomische Bedeutung zu haben (Leontyev et al. 2022a).

Das Vorhandensein von kalziumhaltigen Kristallen in den Bläschen ist ein wichtiges Merkmal, das es uns ermöglicht, mehrere "kristalline" Arten zu unterscheiden (*L. acinonychum*, *L. caviaroides*, *L. leopardinum*, *L. palianytsia*, und *L. succineum*). Bemerkenswert ist, dass diese Arten sowohl in der 18S rDNA- als auch in der COI-Phylogenie eine monophyletische Gruppe bilden (Leontyev et al. 2022b). Die Bedeutung dieses Merkmals führt zu einigen Schwierigkeiten bei der Identifizierung der Arten, da die Kristalle nur in polarisiertem Licht deutlich sichtbar sind. Die Anwendung von polarisiertem Licht in der Myxomyceten-Taxonomie ist nicht neu (Nannenga-Bremekamp 1982), aber die Verwendung dieser Methode zur Artbestimmung wird von uns zum ersten Mal vorgeschlagen.

**Färbung der Sporenmasse:** Dieses Merkmal wurde auf nicht häufig zur Identifizierung von *Lycogala*-Arten verwendet, obwohl Ing (1999) und van Hoof (2013) es als zusätzliches diagnostisches Merkmal erwähnten. Unsere Beobachtungen zeigen, dass die Färbung der frischen Sporenmasse im *L. epidendrum*-Komplex (i) rosa (grau-rosa, hellrosa, sehr hellrosa), (ii) bläulich oder (iii) warm oder neutral grau bis fast weiß sein kann. Diese Vielfalt wird durch die Tatsache bereichert (und erheblich erschwert), dass sich diese Farben während der Lagerung erheblich verändern. Alle vor 10 oder mehr Jahren gesammelten Exemplare haben eine gelbliche Sporenmasse, die von stumpfem Gelbgrau bis zu hellem Ockergelb reicht. Exemplare, die vor einigen Monaten bis Jahren gesammelt wurden, zeigen unterschiedliche Stadien der Verblassung: die bläuliche Farbe in

*L. alisaulianovae* verwandelt sich in grünlich, dann gelb-grün; die rosa Farbe verblasst schnell zu lachsfarben (nur in

Die rosa Färbung von *L. roseosporum* bleibt über einen ungewöhnlich langen Zeitraum recht stabil). In einigen

Fällen, in denen wir nicht in der Lage waren, frisch gesammeltes Material zu untersuchen, entdeckten wir prä-sumptiv rosafarbene Sporen in lachsfarbenen oder ocker-grauen Verblassungsstadien; in diesen Fällen ist die ursprüngliche Farbe in den Diagnosen mit einem Fragezeichen versehen.

Wir haben festgestellt, dass Duplikate der gleichen Sammlung, die in verschiedenen Ländern aufbewahrt werden, unterschiedlich stark verblasen.

Preise. Dieser Prozess wird wahrscheinlich durch Temperatur, Feuchtigkeit und andere Lagerungsbedingungen beeinflusst. Daher kann die Farbe der Sporenmasse trotz ihres potenziellen Informationswerts verwirrend sein. Sie sollte bei frischen Exemplaren so schnell wie möglich festgestellt werden (siehe Empfehlungen unten).

**Sporengröße:** Die Sporengröße wird in der Taxonomie der Myxomyceten häufig als diagnostisches Merkmal verwendet. Leider ist sie für Arten der Gattung *Lycogala* kaum unterscheidbar. Obwohl die Sporengröße zwischen den Arten variiert und von (4,7-)5-6(-6,3)  $\mu\text{m}$  bei *L. exiguum* bis zu (6-)6,3-8,3 (-9,5)  $\mu\text{m}$  bei *L. maculatum* reicht, überschneiden sich die Sporengrößen bei eng verwandten Arten stark ("kristallisierende" Arten, *L. epidendrum* und *L. irregulare*, *L. confusum* und *L. fossiculatum*, *L. oncoides* und *L. aggregatum*). Aus diesem Grund haben wir keine Angaben zur Sporengröße in den nachstehenden Bestimmungsschlüssel aufgenommen.

**Sporenornamentik:** Die Familie der Reticulariaceae zeichnet sich durch eine recht einheitliche Sporenornamentik aus, die bei Myxomyceten selten ist. Ausnahmslos alle Vertreter dieser Gruppe haben netzartige Sporen (Leontyev et al. 2019b). Arten der Gattung *Dictydiaethalium* und olivsporige Arten von *Reticularia*, die früher zu den Reticulariaceae gezählt wurden, werden jetzt außerhalb der Familie gestellt (García-Cunchillos et al. 2022; Leontyev et al. 2019b; Wijayawardene et al. 2022). Die vielleicht einzige Art der Reticulariaceae mit einer ausgeprägteren Sporenverzierung ist *Thecotubifera dictyoderma*, bei der die Maschen des Retikulums besonders groß sind und die sie bildenden Bänder sehr breit sind (Leontyev et al. 2019a).

Die Untersuchung der Sporenornamentik in der *L. epidendrum*-Komplex zeigte, dass die Sporen dieser Gruppe alle für die Reticulariaceae charakteristischen Merkmale aufweisen:  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  der Sporenoberfläche ist von einem regelmäßigen Netz bedeckt; im übrigen Teil befindet sich der schmucklose Bereich, in dem das Netz unterbrochen ist und stattdessen eine glatte Oberfläche mit gelegentlichen einzelnen Rippen und Maschen zu finden ist. Auch zwischen den einzelnen Arten wurden Unterschiede in der Sporenverzierung festgestellt. Die Sporen von *L. olearium* (ABB. 5L, M) sind sehr charakteristisch ornamentiert: große Maschen sind von kleineren umgeben, was der Ornamentierung von Sporen bei *Oligonema* ähnelt (García-Cunchillos et al. 2022). Ungewöhnlich große Maschen sind charakteristisch für *L. skovorodaense* und *L. fossiculatum*, und

ungewöhnlich kleine Maschen sind typisch für *L. epidendrum* und

*L. exiguum*. Leider bleibt die taxonomische Zuverlässigkeit der Sporenverzierung in diesem Stadium der Studie zweifelhaft. In einigen Fällen fanden wir eine hohe Variabilität des Maschendurchmessers innerhalb ein und derselben Art (Abb. 10M, 16M).

**Kapillitium:** Obwohl die Verzierung des Kapillitiums weithin zur Identifizierung von Arten hellsporiger Myxo-Myceten verwendet wird, ist dieses Merkmal in der Taxonomie der Gattung *Lycogala* noch nicht verwendet worden. In klassischen Monografien werden die Röhren von *L. epidendrum* gewöhnlich mit wellenförmigen Konturen dargestellt, die charakteristische Armbänder bilden (ABB. 4K, 8J, 16H). Bei vielen Arten haben die Röhren jedoch glatte Konturen und keine Bänder (ABB. 1J, 10J, K, 11J, K, 15J, K, 18J, K) oder sie bleiben wellenförmig und bilden unregelmäßige Falten (ABB. 13K, 14J, K). Die Oberfläche dieser Röhren kann durch große, oft zusammenhängende Warzen verziert sein (ABB. 10J, K). Diese Warzen haben manchmal die Form von Armbändern, die auf der Oberfläche konzentriert sind und in den Zwischenräumen fast nicht vorhanden sind (ABB. 2K). Auf glatten Röhren bilden sie eine charakteristische löchrig-warzenartige Oberfläche, die manchmal von breiten Spalten unterbrochen ist (ABB. 1J, K, 6J, K, 7K, 11K). Zusätzlich zu den Warzen kann das Kapillitium durch Ringe mit wellenförmigem (ABB. 5K) oder filzigem, zerrissenem Rand (ABB. 11J) sowie durch große Grate und Stacheln (ABB. 12J, K) verziert sein. Schließlich kann das Kapillitium praktisch glatt sein (ABB. 18J, K).

**Ultrastruktur des Peridiums:** Bei Vertretern der Gattung *Tubifera* ist die Ornamentierung der inneren Oberfläche des Peridiums ein wichtiges diagnostisches Merkmal (Leontyev et al. 2015). Für diese Gattung sind vier Hauptvarianten der Ornamentierung bekannt: glatt, verstreut-warzig, wellenförmig gefaltet und ringförmig. Bei *Lycogala* haben wir ähnliche Muster der Ornamentierung beobachtet. Die Innenseite des Peridiums kann glatt sein (ABB. 6I, 8I), warzig-gestreut (ABB. 4I, 10I), mit welligen Falten bedeckt, die viel weniger ausgeprägt sind als bei *Tubifera* (ABB. 17I), oder schließlich mit Ringen bedeckt sein (ABB. 5I, 14I). Die letztgenannte Art der Verzierung ist, soweit wir wissen, bei *Lycogala* bisher nicht bekannt.

Die Ornamentik des Peridiums kann für die Identifizierung von *L. olearium* und *L. aggregatum*. Bei der ersten Art können die Ringe auch das Capillitium bedecken, was auf eine ontogenetische Beziehung zwischen diesen beiden Strukturen hinweist: Das Capillitium von hellsporigen Myxomyceten wird als vom Peridium abgeleitet betrachtet (Leontyev 2020).

***Lycogala epidendrum*:** Die meisten der hier beschriebenen Arten wurden früher zu *L. epidendrum* gezählt. Daher stellte sich eine klassische Frage: Welche der zahlreichen Taxa innerhalb der morphologischen Art sollte das ursprüngliche Epitheton behalten? Die von veröffentlichten Informationen über die Autoren

des Taxons waren hier wenig hilfreich. Die Art wurde von Linnaeus (1753) beschrieben; ihre Erstbeschreibung ist sehr oberflächlich und enthält keine mikroskopischen Merkmale. Weder der Autor der Art, Linnaeus, noch

der Autor der aktuellen Kombination *L. epidendrum*, Fries (1829), hat keine Abbildungen veröffentlicht. Daher haben wir unter den zahlreichen Biospezies, die wir gefunden haben, diejenige ausgewählt, die unserer Meinung nach am ehesten dem von Linnaeus beschriebenen Taxon entspricht, ihr das Epitheton "epidendrum" zugewiesen und einen Neotypus gewählt (siehe Taxonomie).

Bei der Auswahl der Arten, für die das Epitheton "epidendrum" erhalten ist, haben wir uns von den folgenden Überlegungen leiten lassen. Von den von uns untersuchten Exemplaren (Leontyev et al. 2022b) gehörten 44,3% zu einer der 60 Ribogruppen, rg01. Diese Gruppe zeichnet sich durch die größten Sporokarpen (bis zu 15 mm) und die größten Kolonien (mindestens 100 Sporokarpen) aus. Sie ist die einzige Phylogruppe, die in allen von uns untersuchten Makroregionen vorkommt: Europa (wo *L. epidendrum* beschrieben wurde), Sibirien, Fernost, Südostasien, Nord- und Mittelamerika und sogar Australien. All diese Faktoren erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass Vertreter dieser Phylogruppe zu den ersten gehörten, die von Naturforschern entdeckt wurden. Die verfügbaren klassischen (jedoch nicht ikonotypischen) Abbildungen unterstützen diese Idee. Rg01 zeichnet sich durch dichte und große Kolonien glatter Sporokarpen aus, die durch gegenseitigen Druck stark deformiert sind und keine dunklen Bläschen aufweisen. Ähnliche Merkmale sind in den Abbildungen von Pankovius (1654: Tafel A, Abb. 1), Micheli (1729: Tafel 95, Abb. 5) und Rostafinski (1875: Tabelle 1, Abb. 8) zu sehen. Die Abbildung in der Monografie von Lister (Lister 1894: pl. LXXV; Lister 1925: pl. 156) zeigt nicht den allgemeinen Habitus der Kolonien, aber die auf der Abbildung gezeigten peridialen Bläschen sind länglich und verzweigt, was für rg01 charakteristisch ist. Dies deutet darauf hin, dass das Epitheton "epidendrum" für rg01 am besten erhalten ist. Rg01 zeigt einen signifikanten Polymorphismus sowohl im Aussehen der Sporokarpen als auch in der Struktur der untersuchten molekularen Marker. Wir identifizierten 12 Untergruppen, rg01a-rg01l, innerhalb der Gruppe. Die genetischen Daten erlauben uns, diese Art als ein Taxon zu charakterisieren, das sich im Prozess der Speziation befindet (Leontyev 2022b). Es ist nicht auszuschließen, dass rg01 auch nicht eine einzelne Art, sondern einen Komplex kryptischer, eng verwandter Arten darstellt (was uns zu einer potentiell zweiten Ebene der Artfragmentierung innerhalb des *L. epidendrum*-Komplexes führt). Daher sollte bei der Wahl eines Neotyps nicht nur die Ribogruppe, sondern auch die Untergruppe innerhalb dieser Gruppe berücksichtigt werden. Wir

entschieden uns für die Untergruppe rg01b, die in Europa am häufigsten vorkommt (39,8 % aller rg01-Exemplare und 36,4 % der europäischen rg01-Exemplare). Sie zeichnet sich durch große Kolonien und eine schwach ausgeprägte Bläschenverzierung auf dem Peridium aus, die typisch für die klassischen Bilder von *L. epidendrum*. In Anbetracht der Tatsache, dass die Art aus Skandinavien beschrieben wurde (sowohl Linneus als auch

Fries arbeitete hauptsächlich in Schweden), haben wir den Neotypus unter den Sammlungen aus Südnorwegen ausgewählt.

***Lycogala exiguum*:** Dieses Taxon war die erste und lange Zeit die einzige Art von *Lycogala*, die auf der Grundlage mikroskopischer Merkmale des Peridiums beschrieben wurde. Zusätzliche Merkmale, wie die geringe Größe und die ausgeprägte Fleckenbildung, ermöglichen es, jede der kleinen Arten mit solchen Merkmalen *L. exiguum* zuzuordnen. In der Tat wurden in den von uns untersuchten Sammlungen sporadisch Arten gefunden, die als *L. exiguum* identifiziert wurden. Die meisten von ihnen entpuppten sich als Vertreter anderer Arten, von denen

*L. roseosporum* wurde am häufigsten gefunden (obwohl bei dieser Art die Bläschen nicht die für *L. exiguum* charakteristischen Komplexe bilden, sondern nur ziemlich dicht angeordnet sind). Gleichzeitig sind angewachsene Bläschen ein Merkmal vieler *Lycogala*-Arten, auch derjenigen mit eher kleinen Sporokarpen (*L. aggregatum* und *L. botrydium*). Daher konnte nur durch das Studium des Typusmaterials bestimmt werden, welche von ihnen von Morgan (1893) unter dem Namen *L. exiguum* beschrieben wurde.

***Lycogala confusum*:** Im Gegensatz zu *L. exiguum* ist diese Art in Studien zur biologischen Vielfalt "unbeliebt". So enthält die Datenbank der Global Biodiversity Information Facility (GBIF) 962 Vorkommen von *L. exiguum* und nur 47 von *L. confusum*. Diese Art scheint jedoch nicht übermäßig selten zu sein: Wir verfügen über 15 Exemplare, die in Deutschland, Norwegen, Frankreich, den Niederlanden, Russland und den Vereinigten Staaten gesammelt wurden.

*L. confusum* hat ziemlich große Sporokarpen (Median 4,0 mm) und bildet mittelgroße Kolonien, so dass sie definitiv nicht schwer zu finden ist. Die Unkenntnis dieser Art kann durch die geringe Qualität ihrer Ikotypie erklärt werden. Als Ing die Beschreibung dieser Art, die zuvor von Nannenga-Bremekamp vorgeschlagen worden war, veröffentlichte, fügte er ihr eine Skizze bei, die nur ein Merkmal zeigte: die faltigen Ränder der Bläschen (Ing 1999:Abb. 77). Nachdem wir das von Nannenga-Bremekamp (1991, 58) gesammelte und in ihrer Publikation unter dem Namen *L. epidendrum* var. *tesselatum* Lister (ein frühes Synonym für *L. confusum*) beschriebene Material dieser Art studiert hatten, kamen wir zu dem Schluss, dass die Unebenheit der Bläschenkonturen in der Abbildung von Ing stark übertrieben dargestellt wird. In den Sammlungen und der Abbildung von Nannenga-Bremekamp sind die Ränder der Bläschen glatt oder leicht gewellt und weisen keine Spuren einer Verzahnung auf, was in der Abbildung von Ing zu

sehen ist. Leider wissen wir zu diesem Zeitpunkt nicht, ob Ing eine Struktur beschrieben hat, die Nannenga-Bremekamp und wir nicht gesehen haben, oder ob seine Abbildung einfach nur ungenau war. Der Holotypus der Art ist in seinem privaten Herbarium hinterlegt, das derzeit für weitere Studien nicht zur Verfügung steht. Ing erwähnte jedoch Nannenga-

Bremekamp als Autor des Taxons und sich selbst als Herausgeber ("Nann.-Bremek. ex Ing") und erklärte dies wie folgt: "Es war Nannenga-Bremekamps Absicht, diese Art zu veröffentlichen, aber ihr vorzeitiger Tod kam dazwischen. Daher neigen wir dazu, Nannenga-Bremekamps Sammlungen NENB1869, NENB2010 und NENB4950, die von ihr als *L. epidendrum* var. *tesselatum* identifiziert wurden, als zuverlässige Referenzmaterialien für *L. confusum* zu betrachten, und wir verwenden diesen Namen für unsere Sammlungen, die morphologisch mit diesen Exemplaren übereinstimmen.

Mehrere hier beschriebene neue Arten scheinen *L. confusum* ähnlich zu sein und haben die gleichen Bläschen (*L. skovorodaense*, *L. fossiculatum* und *L. oncoides*). Daher kann dieses Merkmal nicht mehr als zuverlässiges Merkmal von *L. confusum* angesehen werden. Die charakteristischsten Merkmale dieser Art sind die großen Sporokarpen mit einem "marmorierten" Aussehen, die hellbraunen Wände der Bläschen und ihre relativ große Größe (40-100 µm). Das letztgenannte Merkmal unterscheidet *L. confusum* von dem morphologisch ähnlichen *L. fossiculatum*.

***Lycogala leiosporum*:** Diese Art, die von Reinhard (1866) beschrieben wurde, ist nur durch die Beschreibung des Autors bekannt, die sehr kurz ist und im Wesentlichen nur zwei Merkmale enthält: (i) die glatte Oberfläche der Sporen und (ii) ihre Größe in einer ungewöhnlichen Einheit - Linien (1/600<sup>'''</sup>) - angegeben. Der Wert einer Linie (1<sup>'''</sup>), der in botanischen Publikationen des 18. und 19. Jahrhunderts verwendet wurde, beträgt 2,1-2,3 mm (Stearn 1992). Dementsprechend ist 1/600<sup>'''</sup> = 3,5-3,8 µm. Diese geringe Größe, zusammen mit den fehlenden Ornamenten, lässt Zweifel an der Zuverlässigkeit der Beschreibung von *L. leiosporum* aufkommen. Arten mit glatten Sporen sind in der Familie der Reticulariaceae derzeit unbekannt (siehe oben). Die im Protolog angegebene Sporengröße ist zu klein und liegt sogar unter der von *Stemonitopsis microspora* (Lister) Nann.-Bremek., die derzeit als die kleinste Sporenart unter den Myxomyceten gilt (Poulain et al. 2011). Wir schlagen daher vor, *L. leiosporum* als zweifelhaftes Taxon zu betrachten.

***Lycogala fuscoviolaceum*:** Diese Art, die ebenfalls nur aus der Erstbeschreibung bekannt ist, wurde 1968 in den Bergen von Nepal gefunden. Der Autor stellte eine Habitus-Skizze, ein mikroskopisches Foto des Peridiums und sogar REM-Aufnahmen der Sporen zur Verfügung (Onsberg 1972). Auf der Zeichnung ist eine große Ansammlung von gehäuften

Fruchtkörpern zu sehen, die auf einem dünnen Zweig sitzen. Eine solche Anordnung von Sporenkörpern ist typisch für Streu-Myxomyceten, bei denen die Plasmodien im Boden gebildet werden und an hohen Pflanzenzweigen emporsteigen. Fruktifikationen dieser Art sind bei *Lycogala* völlig unbekannt und für hellsporige Myxomyceten generell ungewöhnlich. Andere Merkmale von

*L. fuscoviolaceum*, untypisch für die Gattung *Lycogala*, sind dunkelbraune, dickwandige Sporen und die von den Pseudokapillitiumfäden gebildeten "zylindrischen Büschel". Somit ist trotz der qualitativen Beschreibung von

*L. fuscoviolaceum* muss unserer Meinung nach weiter sorgfältig untersucht werden, bevor wir sie der Gattung *Lycogala* und den Myxomyceten im Allgemeinen zuordnen können. Die Typus-Sammlung von *L. fuscoviolaceum* steht für weitere Studien zur Verfügung; über die Ergebnisse wird in einem separaten Beitrag berichtet.

***Lycogala terrestre*** - Diese Art wird in den meisten Monographien von als Synonym von *L. epidendrum* betrachtet (Lado 2005-2022). Ing (1999) interpretiert sie jedoch als eigenständiges Taxon und stellt fest, dass sich *L. terrestre* von *L. epidendrum* durch größere Fruchtkörper, breitere Kapillitiumröhren und eine rosafarbene Sporenmasse unterscheidet (*L. epidendrum* hat nach seiner Interpretation graue Sporen). Es ist jedoch schwierig, eine Erklärung für eine solche Zuordnung zu finden. Die ursprüngliche Diagnose von *L. terrestre* ist sehr knapp und besteht aus einem einzigen Satz: "[Fruchtkörper] in Gruppen, abstehend, kugelig und eiförmig, fein zugespitzt; Sporen rosa" (Fries 1817, 10-11). Die Größe des Fruchtkörpers und der Durchmesser des Kapillitiums werden im Protolog nicht erwähnt. Was die Farbe der Sporen betrifft,

*L. terrestre* besitzt zwar rosa Sporen, aber das Problem ist, dass *L. epidendrum* nicht nur graue Sporen hat. Linnaeus (1753), der Autor der Art, erwähnt die Sporenfarbe überhaupt nicht, während Fries (1829), der Autor der aktuellen taxonomischen Kombination, angibt, dass die Sporen von *L. epidendrum* "rosa, grau, blass, weißlich, gelblich, usw." sind.

Die Analyse der verfügbaren Sammlungen hat ergeben, dass besonders große Sporokarpen (10-15 mm Durchmesser) mit breiteren Röhren häufig in *L. epidendrum* s. str., aber zusammen mit viel kleineren Früchten (4-5 mm), die zur selben Art und sogar zur selben ribosomalen Untergruppe gehören. Daher gehen wir davon aus, dass *L. terrestre* synonym ist mit *L. epidendrum* s. str. Was Ings "*L. epidendrum*" mit grauen Sporen betrifft, so könnte es sich um einen Komplex anderer Arten (*L. palianytsia*, *L. maculatum* usw.) handeln, die eine solche Sporenfarbe besitzen.

**Empfehlungen für das Sammeln und Untersuchen von *Lycogala*:** Im Vergleich zu ihrer Häufigkeit in der Natur scheint die gesamte Gattung *Lycogala* zu wenig erforscht zu sein. Um zuverlässige Daten über die Verbreitung und die Ökologie der Arten zu erhalten, sollten die Sammler bereits im Feld einige Merkmale erfassen und dann bei mikroskopischen Untersuchungen eine Reihe spezieller Methoden

anwenden. Die folgenden Empfehlungen können helfen, Arten der Gattung *Lycogala* zu sammeln und zu bestimmen.

(i) Achten Sie auf Fruktifikationen mit kleinen (2 - 4 mm), solitären Sporokarpen. Dazu gehört ein großer Anteil neuer (hier beschriebener) und noch unbeschriebener Arten. (ii) Fotografieren Sie unreife Exemplare, um ihre Färbung zu dokumentieren, und kehren Sie zu ihnen zurück, wenn sie reif sind. (iii) Das Sammeln unreifer Exemplare ist unpraktisch; *Lycogala* reift nicht gut unter Raumbedingungen. Die Reifungschancen erhöhen sich jedoch, wenn Sie die unreifen Exemplare in eine geräumige Lunchbox zusammen mit einem großen Stück Substrat und einigen Moosbüscheln legen. Die Lunchbox sollte geschlossen bleiben, bis das Exemplar ausgewachsen ist, und nur gelegentlich gelüftet werden, um eine feuchte Atmosphäre aufrechtzuerhalten. (iv) Bei reifen, vollständig getrockneten Exemplaren ist die Farbe der Sporenmasse sofort zu dokumentieren; sie kann recht schnell verblassen. Wenn möglich, dokumentieren Sie auch den Prozess des Verblassens. (v) Dokumentieren Sie im Feld die Anzahl und die gegenseitige Anordnung der Sporocarps, da normalerweise nur ein Teil der Kolonie gesammelt wird. Wenn möglich, sollten immer Sporocarps mit unebrochenem Peridium in die Sammlung aufgenommen werden. (vi) Zur Untersuchung des Peridiums wird dessen Fragment sorgfältig von Sporen und Kapillitium gereinigt und mit der Außenfläche nach oben in einen Milchsäuretropfen gelegt. Treten im Peridium Hohlräume auf (sie sehen im Durchlicht schwarz aus), so ist der Objektträger mehrere Tage lang zur Seite zu legen, damit die Luft entweichen kann. (vii) Für den Nachweis von Peridialkristallen ist ein Mikroskop mit Polarisationsfilter erforderlich. (viii) Milchsäure in Verbindung mit Methylblau (Standardformel: 0,1 mg in 60 g) zur Untersuchung der Sporen- und Kapillitiumornamentik verwenden. Es wird empfohlen, mit der Konzentration von Methylblau zu experimentieren, um eine Sättigung zu erreichen, bei der die Sporenwand gefärbt ist, das Zytoplasma jedoch noch nicht. Die optimale Konzentration kann für verschiedene Proben unterschiedlich sein. Beachten Sie, dass die Intensität der Färbung von der Anzahl der Sporen abhängt: Je mehr Sporen sich im Präparat befinden, desto schwächer werden sie gefärbt. (ix) Untersuchen Sie die Ornamente der Sporen mit dem Kondensor so hoch wie möglich, um den Schärfbereich einzuschränken, damit die Ornamente nicht visuell mit den Konturen der Sporen verschmelzen.

## SCHLUSSFOLGERUNG

Diese Arbeit beschreibt nur einen kleinen Teil der Artenvielfalt der Gattung *Lycogala*, die wir durch eine Kombination von morphologischen,

histochemischen, optischen, ultrastrukturellen und genetischen Methoden aufdecken konnten. Glücklicherweise konnten wir feststellen, dass zumindest einige der Arten, die bisher unter dem allgemeinen Namen *L. epidendrum* versteckt waren, klar definierte diagnostische Merkmale aufweisen. Die Identifizierung dieser Arten ist jedoch nicht einfach, und sie wird noch schwieriger werden, wenn mehr neue *Lycogala*-Arten hinzukommen.

beschrieben. Die Artbestimmung innerhalb dieser Gattung ist ohne sorgfältige mikroskopische Untersuchung unmöglich geworden; in Zukunft wird diese Aufgabe wahrscheinlich genauso schwierig werden wie die Bestimmung von Arten der Gattungen *Lamproderma*, *Cribraria* oder *Stemonitis*.

Wie bei vielen an morphologischen Merkmalen armen Protistengruppen nicht unüblich, wird die Taxonomie der Myxomyceten immer komplexer, was zeigt, dass unser Wissen über die Vielfalt dieser Organismen noch lange nicht vollständig ist. Studien mit großen Sammlungen aus verschiedenen Regionen und unter Verwendung einer Reihe von ergänzenden Methoden können dazu beitragen, Fortschritte auf diesem Gebiet zu erzielen.

Graten, Sporen mit 3-7 Maschen im Durchmesser, wobei kleine Maschen tendenziell jede große Masche umgeben .....*L. olearium*

### SCHLÜSSEL ZU DEN ARTEN VON *LYCOGALA*

1. Sporocarps kegelförmig, breit spindelförmig, selten eiförmig, aber größer als breit .....*L. conicum*
- 1'. Sporocarps kugelförmig oder eiförmig, meist breiter als hoch .....2
2. Sporocarps 2-5 cm Durchmesser, silbergrau, meist auf lebenden Bäumen weit über dem Boden *L. flavofuscum*
- 2'. Sporocarps <2 cm Durchmesser, braun, graubraun, ockergelb, schwarz, auf totem Holz, Holzresten oder Moos .....3
3. Flecken auf dem Peridium einfach, bestehend aus einem Bläschen (im Durchlicht sichtbar) .....4
- 3'. Flecken auf der Peridiumverbindung, bestehend aus mehreren bis zahlreichen dicht aneinanderliegenden Bläschen (im Durchlicht sichtbar; im Auflicht kann der Fleck löchrig aussehen) .....14
4. Kristalle in den Bläschen fehlen oder sind sehr spärlich. Bläschen sehr unregelmäßig geformt, punktförmig, sternförmig, verstreut oder dicht am Peridium, zu einem irrealen Netz zusammenwachsend .....5
- 4'. Kristalle in den Bläschen zahlreich (im polarisierten Licht sichtbar). Bläschen abgerundet oder kurz eiförmig, gleichmäßig auf der Peridialfläche verteilt, nie ein Netz bildend ...  
.....10
5. Bläschen dünnwandig, im Durchlicht gesehen hellbräunlich bis fast hya- liniert .....6
- 5'. Bläschen dickwandig, dunkelbraun im Durchlicht gesehen .....8
6. Vesikel mit zahlreichen kleinen und/oder großen Öltröpfchen gefüllt, Kapillitium mit Ringen, Falten,

- 6'. Öltröpfchen spärlich oder fehlend, Kapillitium durch regelmäßige, bandförmige Verdickungen verziert, Sporen mit 7-10(-12) Maschen im Durchmesser, Maschen gleichmäßig groß .....7
7. Sporokarpen in großen Gruppen, bis zu 15 mm Durchmesser, abgerundet, durch gegenseitigen Druck breit- bis schmal-eiförmig. Peridium mit feinen weißlichen Strängen aus getrocknetem Schleim bedeckt, die Bläschen bedecken und verbergen können und das Peridium gleichmäßig glatt aussehen lassen .....  
.....*L. epidendrum* s. str.
- 7'. Sporokarpen einzeln oder in kleinen Gruppen, bis zu 7 mm Durchmesser, auch ohne gegenseitigen Druck eher unregelmäßig geformt. Spärliche Stränge aus getrocknetem Schleim, die die Bläschen nicht verdecken.....*L. irregulare*
8. Sporenmasse leuchtend rosa, Sporenkapseln 1-3 mm Durchmesser  
.....*L. roseosporum*
- 8'. Sporenmasse nicht rosa, Sporenkapseln 2-6 mm Durchmesser  
.....9
9. Sporenmasse bläulich-grau, später grünlich-grau, Sporenkarpfen umber-braun .....*L. alisaulianovae*
- 9'. Sporenmasse beige, Sporenkapseln dunkelbraun bis schwarz (wenn die Bläschen Öltröpfchen enthalten; siehe auch *L. aggregatum*)      *L. maculatum*
10. Bläschen orange-rot, dunkelrot, sehen aus wie getrockneter roter Kaviar.....*L. caviaroides*
- 10'. Bläschen bernsteingelb oder braun .....11
11. Bläschen meist länglich, Abstand zwischen den Bläschen größer als ihr Durchmesser *L. palianytsia*
- 11'. Vesikel meist isodiametrisch, Abstände zwischen ihnen kleiner oder gleich ihrem Durchmesser 12
12. Bläschen bernsteingelb, hellbraun, im Abstand des 1fachen Durchmessers zueinander .....  
..... *L. succineum*
- 12'. Bläschen dunkelbraun, Abstand zueinander durch  $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$  ihr Durchmesser .....13
13. Sporokarpen bis zu 10 mm Durchmesser, holarktische Verbreitung.....*L. leopardinum*
- 13'. Sporokarpen bis zu 6 mm Durchmesser, paläotropische Verteilung .....*L. acinonychum*
14. Bläschen dünnwandig, hellbräunlich bis fast hyalin im Durchlicht.....15
- 14'. Bläschen dickwandig, mittel- oder dunkelbraun im Durchlicht .....16

15. Bläschen 40-100 µm Durchmesser, rundlich-eckig, gefüllt mit körniger Masse. Sporenmasse rosa .....
- .....*L. confusum*
- 15'. Bläschen 20-50 µm, rundlich, gefüllt mit kugelförmigen Öltröpfchen. Sporenmasse stumpf rosa-grau .....
- .....*L. fossiculatum*
16. Das Kapillitium ist mit großen Warzen und Stacheln verziert, die manchmal in Quergraten zusammenwachsen. Sporen mit 4-6 Maschen im Durchmesser .....
- .....*L. skovorodaense*
- 16'. Kapillitium mit fein löchrig-warziger Oberfläche. Sporen mit 5-10 Maschen im Durchmesser.....17
17. Aggregate von Bläschen groß, mit >10 Bläschen in einer Reihe .....18
- 17'. Aggregate von Bläschen klein, typischerweise mit 2-5 Bläschen in einer Reihe .....19
18. Sporocarps gesellig, in großen Gruppen. Aggregate aus Bläschen mit knolligem, ungleichmäßigem Umriss. Kapillitium fast glatt.....*L. exiguum*
- 18'. Sporocarps einzeln stehend. Aggregate aus Bläschen mit glattem Umriss. Kapillitium mit fein löchriger, warziger Oberfläche und verstreuten großen Ringen .....
- .....*L. botrydium*
19. Kapillitium mit gewellten Konturen, mit spangenartigen Verdickungen oder gelappten Falten. Sporen mit 5-7 Maschen im Durchmesser *L. oncoides*
- 19'. Kapillitium mit glatten Konturen, fein löchrig-warziger Oberfläche und verstreuten großen Ringen. Sporen mit 7-9 Maschen im Durchmesser .....
- ..... *L. aggregatum*

(Deutschland), Vasył B. Malanyuk (Ukraine), Kirsti Anne Mandal (Norwegen), Per Marstad (Norwegen), Bogdan Mazur (Polen), Oleksandra Nikitina (Ukraine), Else I. Olsen (Norwegen), Dora Panayotova (USA), Carlos Rojas Alvarado (Costa Rica), Ingvild Rokseth

## DANKSAGUNGEN

Die Durchführung dieser Forschungsarbeiten wäre ohne die unschätzbare Hilfe der wissenschaftlichen Gemeinschaft nicht möglich gewesen. Dank der Leihgaben zahlreicher Kollegen konnten wir Sammlungen aus vielen verschiedenen Regionen der Welt untersuchen. Zu ihnen gehörten Ardian Abaz (Norwegen), N. Ambec (Kanada), Yury Bengus (Ukraine), Mariko Creasman (USA), Thomas E. dela Cruz (Philippinen), P. Eitmann (Deutschland), Maria F. B. Eloreta (Philippinen), Arturo Estrada-Torres (Mexiko), Anastasia Glagkikh (Ukraine), Eva Heinrich (Deutschland), Kåre Homble (Norwegen), Lillian Iversen (Norwegen), Edvin Johannesen (Norwegen), Georgios Konstantinides (Griechenland), Inger Kristoffersen (Norwegen), Alexey Kryukov (Russland), Mariia D. Leontieva (Ukraine), Yuliana Leshchenko (Ukraine), Asbjørn Lie (Norwegen), Sarah J. Lloyd (Australien), E. Lomp

(Norwegen), Stanislav V. Sarzhevskiy (Ukraine), Trond Schumacher (Norwegen), Steven L. Stephenson (US), Nils E. Stokke (Norwegen), Kjersti N. Tjernshaugen (Norwegen), Teresa und John van der Heul (Australien), Per Vetlesen (Norwegen), Vitaliy Vyunnyk (Ukraine), Steve Wendt (Kanada), und Alina Yushko (Russland). Wir danken Dr. Rabea Schlüter (Abteilung für Mikrobielle Physiologie und Molekularbiologie, Universität Greifswald) für die wichtige Hilfe bei der Elektronenmikroskopie. Wir danken Ann Bogaerts (Meise, Belgien) und Lisa A. Castlebury (Beltsville, Maryland, USA) herzlich für die Bereitstellung authentischer Sammlungen von *Lycogala confusum* und *L. exiguum* für unsere Studie.

Jedes Wort dieses Papiers ist dem tapferen ukrainischen Volk und seinem Kampf für Freiheit und freie geistige Entwicklung gewidmet.

## OFFENLEGUNGSERKLÄRUNG

Von den Autoren wurde kein potenzieller Interessenkonflikt gemeldet.

## FUNDING

Diese Studie wurde durch ein Alexander-von-Humboldt-Stipendium für erfahrene Wissenschaftler unterstützt, das an D.L. vergeben wurde. Laborverfahren wurden teilweise durch ein Stipendium im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs "Response" (RTG2010) an M.S. unterstützt.

## ORCID

Dmytro Leontyev <http://orcid.org/0000-0002-4122-1091>  
 Yury Ishchenko <http://orcid.org/0000-0001-8473-6813>  
 Martin Schnittler <http://orcid.org/0000-0003-0909-5627>



## ZITIERTE LITERATUR

- Fries EM. 1817. *Symbolae gasteromycorum ad illustrandam floram svecicam*. Lund (Schweden): Berlingiana.
- Fries EM. 1829. *Systema mycologicum*. Bd. 3. Uppsala (Schweden): Gryphiswaldiae.
- García-Cunchillos I, Zamora JC, Ryberg M, Lado C. 2022. Phylogenie und Evolution morphologischer Strukturen in einer sehr vielfältigen Linie fruchtkörperbildender Amöben, Ordnung Trichiales (Myxomycetes, Amoebozoa). *Molekulare Phylogenetik und Evolution*. 177(1-3):107609. doi:10.1016/j.ympev.2022.107609.
- Ing B. 1999. *The myxomycetes of Britain and Ireland*. Slough (UK): Richmond Publishing.
- Lado C. 2005-2022. Ein nomenklatorisches Online-Informationssystem für Eumycetozoa. Madrid (Spanien): Real Jardín botánico CSIC. [Zugriff 2022 Jul 25]. <http://www.nome.neumycetozoa.com>.
- Leontyev D. 2020. Sekundäres Kapillitium, Tertiärstiel und falsche Kolumella. *Proceedings of the 10th International Congress on the Systematics and Ecology of Myxomycetes*; Turrialba, Costa Rica. p. 59

- Leontyev DV, Buttgerit M, Kochergina A, Shchepin O, Schnittler M. 2022b. Zwei unabhängige genetische Marker unterstützen die Trennung des Myxomyceten *Lycogala epidendrum* in zahlreiche biologische Arten. *Mycologia*. 114(6):1–12. doi:10.1080/00275514.2021.1994815.
- Leontyev DV, Schnittler M, Ishchenko Y, Quade A, Kahlert H, Rojas Alvarado C, Stephenson SL. 2022a. Ein weiterer Artenkomplex bei Myxomyceten: Vielfalt der Peridialstrukturen bei *Lycogala epidendrum*. *Nova Hedwigia*. 114(3–4):413–434. doi:10.1127/nova\_hedwigia/2022/0690.
- Leontyev D, Schnittler M, Stephenson SL. 2015. A critical revision of the *Tubifera ferruginosa* complex. *Mycologia*. 107(5):959–985. doi:10.3852/14-271.
- Leontyev DV, Schnittler M, Stephenson SL, Novozhilov YK. 2019a. Systematische Revision der *Tubifera casparyi* - *T. dictyoderma* complex, Wiederauferstehung der Gattung *Siphoptychium* und Einführung der neuen Gattung *Thecotubifera*. *Mycologia*. 111(6):981–997. doi:10.1080/00275514.2019.1660842.
- Leontyev DV, Schnittler M, Stephenson S, Novozhilov YK, Shchepin OV. 2019b. Towards a phylogenetic classification of Myxomycetes. *Phytotaxa*. 339(3):209–238. doi:10.11646/phytotaxa.399.3.5.
- Linnaeus C. 1753. *Species plantarum*. Stockholm (Schweden): Impensis Laurentii Salvii.
- Lister A. 1894. Eine Monographie der Mycetozoa. London (UK): British Museum.
- Lister A. 1925. Eine Monographie der Mycetozoa. 3 rd.; London (UK): British Museum.
- Micheli PA. 1729. *Nova plantarum genera iuxta Tournefortii methodum disposita*. Florenz (Italien): Magnae Principis.
- Morgan AP. 1893. Die Myxomyceten des Miami Valley, Ohio. *Journal of the Cincinnati Society of Natural History*. 15:127–143.
- Nannenga-Bremekamp NE. 1982. Anmerkungen zu Myxomycetes XXI. Die Verwendung von polarisiertem Licht als Hilfsmittel für die Taxonomie der Trichiales. *Proceedings van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Section C*. 85(4):541–562.
- Nannenga-Bremekamp NE. 1991. *A guide to temperate myxomycetes*. Bristol (UK): Biopress.
- Onsberg P. 1972. *Lycogala fuscoviolaceum* sp. nov. und *Diderma niveum* aus Nepal. *Botanisk Tidsskrift*. 67(1–2):159–162.
- Pankovius T. 1654. *Herbarium Portatile oder Behendes Kräuter und Gewächs-Buch*. Leipzig (Deutschland): Christian Kirchners.
- Poulain M, Meyer M, Bozonnet J. 2011. *Les Myxomycètes*. Sevrier (France): Federation mycologique et botanique Dauphine-Savoie.
- Reinhard HW. 1866. Diagnosen der neuen Arten von Pilzen, welche die nova-expedition mitbrachte. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*. 16:373–376.
- Rojas Alvarado C, Stephenson SL. 2022. *Die Myxomyceten: Biologie, Systematik, Biogeographie und Ökologie*. 2nd ed. London (UK): Elsevier Academic Press.
- Rostafiński J. 1875. *Sluzowce (Mycetozoa)*. Monografia. Paris (Frankreich): Nakadem Biblioteki Kórnickiej.
- Stearn WT. 1992. *Botanisches Latein: Geschichte, Grammatik, Syntax, Terminologie und Wortschatz*. 4. Auflage. Exeter (UK): David und Charles.
- van Hoof H. 2013. Ist *Lycogala epidendrum* immer *Lycogala epidendrum*? *Coolia*. 57(1):2–6.
- Wijayawardene NN, Hyde KD, Dai DQ, Sánchez-García M, Goto BT, Saxena RK, Erdoğan M, Selçuk F, Rajeshkumar KC, Aptroot A, et al. 2022. Übersicht über Pilze und pilzähnliche Taxa. *Mycosphere*. 13(1):53–453. doi:10.5943/mycosphere/13/1/2.