



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Sporenmorphologie ausgewählter „*Gasteromycetes*“

verfasst von

Michael Ehweiner-Haberleitner

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 438

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Botanik

Betreut von:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Martina Weber

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	5
MATERIAL UND METHODEN	7
ARTENLISTE MIT BELEGNUMMERN	7
HABITUSFOTOS	8
ENTNAHME DER SPOREN	8
TROCKENE SPOREN	9
ACETOLYSE	9
KRITISCH PUNKT TROCKNUNG	10
LICHTMIKROSKOPIE	11
RASTERELEKTRONENMIKROSKOPIE	11
ERGEBNISSE	12
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	13
<i>Battarrea phalloides</i> (Dicks.) Pers. Fototafel 1 – 3	15
<i>Bovista graveolens</i> Schwalb Fototafel 4 – 6	18
<i>Bovista tomentosa</i> (Vitt.) Quél. Fototafel 7 – 9	21
<i>Calvatia candida</i> (Rostk.) Hollós Fototafel 10 – 12	24
<i>Disciseda bovista</i> (Klotzsch) Henn. Fototafel 13 – 14	27
<i>Gastrosporium simplex</i> Mattir. Fototafel 16 – 18	30
<i>Geastrum coronatum</i> Pers. Fototafel 19 – 21	33
<i>Geastrum coronatum</i> Pers. f. <i>coronatum</i> Fototafel 22 – 24	36
<i>Geastrum nanum</i> Pers. var. <i>nanum</i> Fototafel 25 – 27	39
<i>Handkea utrififormis</i> (Bull.) Kreisel Fototafel 28 – 30	42

<i>Lycoperdon atropurpureum</i> Vitt.	
Fototafel 31 – 32	45
<i>Lycoperdon caudatum</i> Schröt.	
Fototafel 34 – 35	48
<i>Lycoperdon ericaeum</i> Bonord.	
Fototafel 37 – 39	51
<i>Lycoperdon muscorum</i> Morgan	
Fototafel 40 – 42	54
<i>Lycoperdon norvegicum</i> Demoulin	
Fototafel 43 – 45	57
<i>Myriostoma coliforme</i> (With. ex Pers.) Corda	
Fototafel 46 – 48	60
<i>Scleroderma aerolatum</i> Ehrenb.	
Fototafel 49 – 51	63
<i>Scleroderma bovista</i> Fr.	
Fototafel 52 – 54	66
<i>Tulostoma fimbriatum</i> Fr. var. <i>campestre</i> (Morgan) Moreno	
Fototafel 55 – 57	69
<i>Tulostoma fimbriatum</i> Fr. var. <i>fimbriatum</i>	
Fototafel 58 – 60	72
<i>Tulostoma kotlabae</i> Pouzar	
Fototafel 61 – 63	75
<i>Tulostoma melanocyclus</i> Bres.	
Fototafel 64 – 66	78
<i>Tulostoma moravecii</i> Pouzar	
Fototafel 67 – 69	81
<i>Tulostoma squamosum</i> Gmel. ex Pers.	
Fototafel 70 – 72	84
<i>Vascellum pratense</i> (Pers.) Kreisel	
Fototafel 73 – 75	87
DISKUSSION	90
LITERATUR	93
ANHANG	95
ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT	95
LEBENS LAUF	96
DANKSAGUNG	97

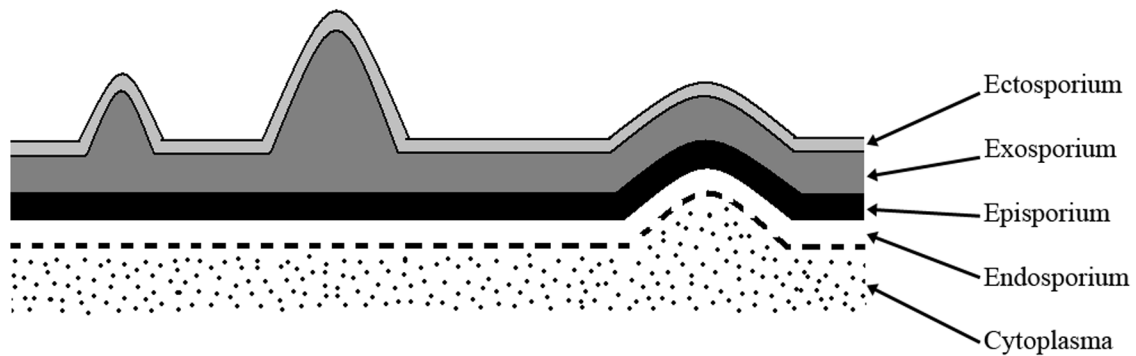
Einleitung

„*Gasteromycetes*“ (Bauchpilze) sind Basidiomyceten. Ihre Fruchtkörper werden als Gasterothecien bezeichnet und können angio- oder cleistocarp sein. Beide Formen haben gemeinsam, dass die Entwicklung der Sporen, bis zu deren Reife, im Inneren der geschlossenen Fruchtkörper stattfindet. Bei angiocarpen Gasterothecien erfolgt die Freisetzung der reifen Sporen durch eine morphologisch festgelegte Öffnung (z. B. bei *Bovista*, *Geastrum*). Bei cleistocarpen Formen werden die Sporen erst dann freigesetzt, wenn es zu einer mechanischen Zerstörung beziehungsweise zur Verwitterung der äußeren Fruchtkörperschichten kommt (z. B. bei *Scleroderma*, *Calvatia*). Die „*Gasteromycetes*“ stellen eine rein morphologische Gruppe dar (DÖRFELT et al. 1989), deren einzige Gemeinsamkeit darin liegt, dass aktive Sporenabwurfmechanismen fehlen (REIJNDERS 1999).

Gasterothecien besitzen den gleichen Grundaufbau. Die Fruchtkörperhülle besteht in der Regel aus zwei Schichten, der äußeren Exoperidie und der inneren Endoperidie. Der innere Teil des Fruchtkörpers, in dem die Sporen gebildet werden, ist die Gleba. Diese kann in Kammern gegliedert vorkommen, deren Oberflächen mit Hymenium ausgekleidet sind. Manche Gruppen bilden keine Kammern aus. Bei ihnen liegen die Basidien locker verteilt im Plectenchym der Gleba. Bei der Sporenreife kommt es zu einem Autolyseprozess, durch den die Gleba sowie die Basidien aufgelöst werden. Reste der Sterigmen können an den Sporen zurückbleiben. Der Inhalt von reifen Fruchtkörpern besteht entweder zur Gänze aus Sporen oder aus einer Mischung von Sporen und Capillitium-Fäden [Reste der Hyphen nach der Autolyse]. Die reife Gleba ist meist trocken (z. B. bei *Bovista*, *Scleroderma*) und die Sporen werden durch den Wind verbreitet (DÖRFELT et al. 1989). Bei anderen Arten, wie beispielsweise bei der Stinkmorchel (*Phallus impudicus*), ist die Gleba feucht und breiartig. Die Verbreitung der Sporen erfolgt bei der Stinkmorchel endozoochor, größtenteils durch Aasfliegen (DÖRFELT et al. 1989, SCHREMMER 1963).

Bei den Basidiomyceten erfolgt die Entwicklung der Sporen an den Basidien. Dies sind keulenförmige Zellen, welche aus dikaryotischen Hyphen hervorgehen. Die Sporen der Basidiomyceten sind monokaryotisch und haploid. Sie entstehen nach Karyogamie und anschließender Meiose an den Sterigmen [Auswüchse der Basidien]. Die Wände der Basidiosporen sind aus mehreren Schichten aufgebaut (NILSSON et al. 1983, MCLAUGHLIN 1977,

SHIMOURA et al. 2008). Die nachfolgende Grafik zeigt eine schematische Darstellung des Schichtaufbaus einer Sporenwand.



Schematische Darstellung einer Pilzsporenwand
(in Anlehnung an NILSSON et al.1983)

Über die Struktur und Ultrastruktur von Sporenwänden bei Pilzen ist bislang nur wenig bekannt (z. B. NILSSON et al. 1983, MCLAUGHLIN 1977, SHIMOMURA et al. 2008). Generell sind die Wände reifer Pilzsporen mehrschichtig. So wird beispielsweise die Sporenwand bei *Coprinus cinereus* als sechsschichtig beschrieben (MCLAUGHLIN 1977), die von *Rhizopogon roseolus* als vierschichtig (SHIMOMURA et al. 2008). Es gibt allerdings keine einheitliche Nomenklatur für diese Schichten. Die Wände der Pilzsporen enthalten Chitin (TRAVERSE 2007, GRANDMAISON et al. 1988), wobei es in den verschiedenen Schichten unterschiedlich hohe Chitinkonzentrationen geben kann (GRANDMAISON et al. 1988).

In der vorliegenden Arbeit wurden Pilzsporen von „*Gasteromycetes*“ aus einer Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien bearbeitet. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Anwendung unterschiedlicher Methoden und Techniken. Besonders die Auswirkung der Acetolyse auf die Sporen beziehungsweise deren Oberflächenstrukturen sollte dabei untersucht werden.

Material und Methoden

Bei dem, im Rahmen dieser Diplomarbeit, verwendetem Untersuchungsmaterial handelt es sich um eine Leihgabe des Naturhistorischen Museums Wien, welche freundlicherweise vom Leiter der Kryptogamensammlung, Herrn Dr. Anton Igersheim, zu Verfügung gestellt wurde. Das verwendete Herbarmaterial umfasst einen Teil einer Sammlung von „*Gasteromycetes*“, die von Herrn Ernst Mrazek, an das Naturhistorische Museum verschenkt wurde. Es wurden 25 Arten aus insgesamt 12 Gattungen bearbeitet.

Artenliste mit Belegnummern

Artname	BelegNr. A	BelegNr. B
<i>Battarrea phalloides</i> (Dicks.) Pers.	2011/616	[EM 377]
<i>Bovista graveolens</i> Schwalb	2011-01124	[EM 846]
<i>Bovista tomentosa</i> (Vitt.) Quél.	2011-00345	[EM 324]
<i>Calvatia candida</i> (Rostk.) Hollós	2011/490	[EM L6]
<i>Disciseda bovista</i> (Klotzsch) Henn.	2011-00374	[EM 1048]
<i>Gastrosporium simplex</i> Mattir.	2011-00610	[EM 309]
<i>Geastrum coronatum</i> Pers.	2011-01100	[EM 414]
<i>Geastrum coronatum</i> Pers. f. <i>coronatum</i>	2011-01102	[EM 763]
<i>Geastrum nanum</i> Pers. var. <i>nanum</i>	2011-00400	[EM 702]
<i>Handkea utriformis</i> (Bull.) Kreisel	2011/488	[EM 429]
<i>Lycoperdon atropurpureum</i> Vitt.	2011-01118	[EM 453]
<i>Lycoperdon caudatum</i> Schröt.	2011-01126	[EM 824]
<i>Lycoperdon ericaeum</i> Bonord.	2011-01117	[EM 1245]
<i>Lycoperdon muscorum</i> Morgan	2011-00300	[EM 1217]
<i>Lycoperdon norvegicum</i> Demoulin	2011-01078	[EM 848]
<i>Myriostoma coliforme</i> (With. ex Pers.) Corda	2011-00367	[EM 729]
<i>Scleroderma aerolatum</i> Ehrenb.	2011/135	[EM L71]
<i>Scleroderma bovista</i> Fr.	2011/106	[EM L74]
<i>Tulostoma fimbriatum</i> Fr. var. <i>campestre</i> (Morgan) Moreno	2011-00015	[EM 709]

<i>Tulostoma fimbriatum</i> Fr. var. <i>fimbriatum</i>	2011-00001	[EM 804]
<i>Tulostoma kotlabae</i> Pouzar	2011-00009	[EM 252]
<i>Tulostoma melanocyclus</i> Bres.	2011-00213	[EM 805]
<i>Tulostoma moravecii</i> Pouzar	2011-00006	[EM 1279]
<i>Tulostoma squamosum</i> Gmel. ex Pers.	2011-00196	[EM 725]
<i>Vascellum pratense</i> (Pers.) Kreisel	2011/600	[EM L53]

BelegNr. A: Belegnummer des Naturhistorischen Museums

BelegNr. B: Belegnummer von E. Mrazek

Habitusfotos

Die Habitusfotos der Fruchtkörper wurden mit einer Digitalkamera der Marke Panasonic, Modell DMC-LX3 aufgenommen.

Entnahme der Sporen

Die Entnahme der Sporen erfolgte unter dem Abzug um eine Verunreinigung der Laborräumlichkeiten zu vermeiden.

Die Sporen, der Gattungen, *Bovista*, *Calvatia*, *Handkea*, *Lycoperdon*, *Myriostoma*, *Scleroderma* sowie *Vascellum*, wurden den Fruchtkörpern mit Hilfe einer Pinzette und eines Spatels entnommen.

Bei den Arten der Gattung *Geastrum* wurden die Fruchtkörper mit dem geöffneten Peristom über eine Epruvette gehalten und die Sporen durch vorsichtiges Zusammendrücken des Fruchtkörpers in diese hineingeblasen.

Die Fruchtkörper der Arten folgender Gattungen: *Disciseda*, *Gastrosporium* und *Tulostoma* wurden aufgrund ihrer geringen Größe, im Ganzen, in Epruvetten gesteckt. Dann wurden die Epruvetten mit Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger der einen Hand, am oberen Rand festgehalten und mit dem Zeigefinger der anderen Hand wurde gegen den unteren Teil der Epruvette geschlagen, wie es in der Chemie, beim Mischen von Flüssigkeiten oder Lösen von

Stoffen, zur Anwendung kommt. Dies erfolgte solange, bis genügend Sporen aus den Fruchtkörpern entlassen waren. Zum Schluss wurden die Fruchtkörper mit einer Pinzette aus den Eprouvetten entnommen.

Bei *Battarrea phalloides* wurde ein Stück des Fruchtkörpers mit einer Pinzette entnommen.

Trockene Sporen

Von jeder zu untersuchenden Art wurden Präparate trockener Sporen angefertigt. Einerseits wurden die trockenen Sporen auf einen Objektträger aufgebracht, mit Glycerin gemischt und mit einem Deckglas abgedeckt. Mikroskopiert wurde 24 Stunden später, um die Sporen unter dem Deckglas zur Ruhe kommen zu lassen (Proben für die Lichtmikroskopie).

Andererseits wurden die trockenen Sporen auf Stubs aufgebracht und in einem Sputter Coater mit Gold besputtert (Proben für die Rasterelektronenmikroskopie).

Acetolyse (nach ERDTMAN 1960)

Das Acetolysegemisch wurde aus Essigsäureanhydrid ($C_4H_6O_3$) und Schwefelsäure (H_2SO_4) im Verhältnis 9:1 vorbereitet.

Das Untersuchungsmaterial wurde in Glaseprouvetten überführt und mit Acetolysegemisch überschichtet. Danach wurde eine zu einem Wasserbad umfunktionierte Fritteuse auf circa $120^\circ C$ aufgeheizt.

Nach Erreichen der gewünschten Temperatur wurden die Glaseprouvetten in das Wasserbad getaucht und die Sporen, 5 Minuten lang, unter ständigem Rühren mittels Glasstäben, gekocht. Als Startzeitpunkt der Zeitmessung wurde der Punkt gewählt, ab dem das Acetolysegemisch in den Eprouvetten zu kochen begann.

Beim nächsten Schritt wurden die noch heißen Eprouvetten in einer Zentrifuge 5 Minuten lang bei 3000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert. Danach wurde die Flüssigkeit durch eine rasche 180° -Drehung der Eprouvetten abdekantiert, wobei die Proben als Bodensatz am Grund der Eprouvetten zurückblieben. Diese wurden dann mit konzentrierter Essigsäure ($C_2H_4O_2$) übergossen und eine Minute lang, bei 3000 Umdrehungen pro Minute, zentrifugiert.

Anschließend wurde die Flüssigkeit abdekantiert, die verbleibenden Proben mit Aqua dest. übergossen, der Inhalt der Eprouvetten mit Pipetten durchmischt und erneut, bei 3000 Umdrehungen pro Minute, für die Dauer einer Minute zentrifugiert. Danach wurde das Wasser wieder abdekantiert. Insgesamt wurden die Proben 3 Mal mit Aqua dest. gewaschen.

Nach dem letzten Waschvorgang wurden die Hälften der Proben entnommen, in Eppendorf-Gefäße überführt und diese mit 96%igem Alkohol aufgefüllt.

Den fertigen Proben wurde dann jeweils, mit einer Pipette, ein Tropfen entnommen, auf Stubs aufgebracht und diese in einem Sputter Coater mit Gold besputtert (Proben für die Rasterelektronenmikroskopie).

Die verbleibenden Probenhälften wurden danach noch 1 Mal mit Aqua dest. gewaschen, wobei diesmal nach dem Abdekantieren des Wassers die Eprouvetten nicht mehr gewendet, sondern sofort, mit der Eprouvettenöffnung nach unten auf Filterpapier gestellt und zur Trocknung im Abzug belassen wurden.

Nach dem Trocknen wurden diese Proben mit Glycerin gemischt und mit Pipetten in Eppendorf-Gefäße gefüllt.

Den so fertiggestellten Proben wurde jeweils, mit einer Pipette, ein Tropfen entnommen und auf einen Objektträger aufgebracht (Proben für die Lichtmikroskopie).

Kritisch-Punkt-Trocknung (HALBRITTER 1997)

Für die Kritisch-Punkt-Trocknung wurde trockenes Sporenmateriale in kleine Filterpapiersäckchen gefüllt und diese mit kleinen Heftklammern verschlossen.

Die so bereiteten Probesäckchen wurden dann kurz mit Wasser benetzt (30 – 60 Sekunden) und für 20 Minuten in einem Becherglas mit DMP (30 ml 2,2-Dimethoxypropan + 1 Tropfen 0,2 n HCl) entwässert.

Danach wurden die Probesäckchen für 10 Minuten in ein Becherglas mit Aceton gelegt und anschließend in einem Kritisch-Punkt-Trockner der Marke Balzers, Modell CPD 030 Kritisch-Punkt getrocknet.

Im Anschluss daran wurden die Probesäckchen geöffnet, die Sporen mithilfe einer Rasierklinge auf Stubs aufgebracht und diese danach mit Gold besputtert (Proben für die Rasterelektronenmikroskopie).

Lichtmikroskopie

Die lichtmikroskopischen Arbeiten wurden an einem Lichtmikroskop der Marke Olympus, Modell BX50-L durchgeführt.

Es wurden sowohl acetolysierte als auch trockene Sporen untersucht und in digitaler Form dokumentiert.

Es wurden Aufnahmen mit 60facher und mit 100facher Vergrößerung gemacht, wobei beim 100er Objektiv unter Zuhilfenahme von Immersionsöl gearbeitet wurde.

Rasterelektronenmikroskopie

Die rasterelektronenmikroskopischen Arbeiten wurden an einem Rasterelektronenmikroskop der Marke Jeol JSM-6390 durchgeführt.

Ergebnisse

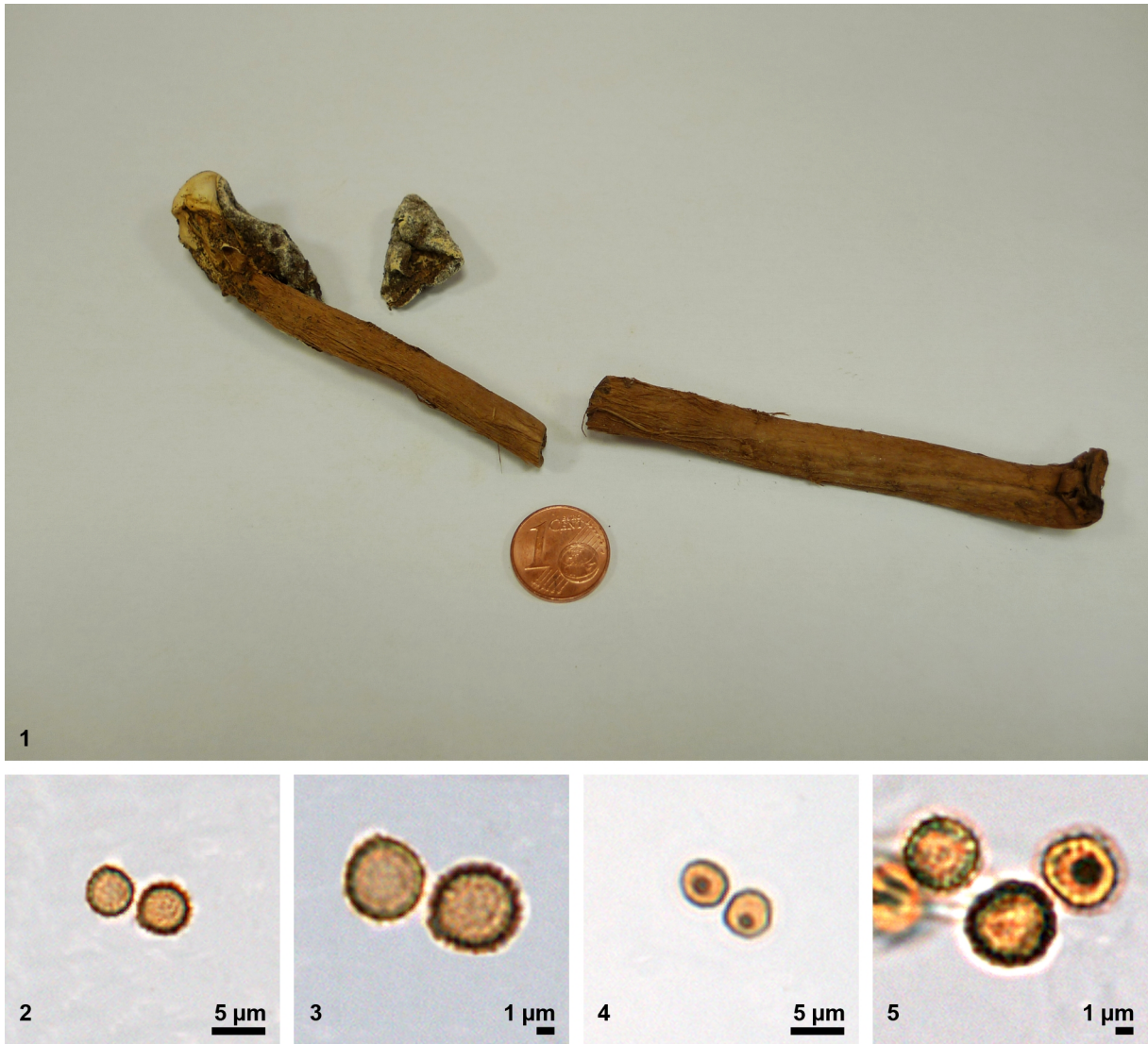
Artname	Sporengröße in µm			Gestalt/ Umriss	Ornamentierung	Pedicell Sterigmenrest	Ornamentie- rungselemente acetolyseresistent	Fototafel Nr.
	acetolysiert	trocken	KP-getrocknet					
<i>Battarrea phalloides</i>	4,3 – 4,6 – 5 x 4,5 – 4,9 – 5,2	4 – 4,6 – 5,2 x 4,7 – 5 – 5,3	4,5 – 4,7 – 4,9 x 4,8 – 4,9 – 5,1	kugelig / rund bis un- regelmäßig	große Warzen, ± regelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen größtenteils zu Leisten verschmolzen, seltener einzeln stehend; Leisten zum Teil miteinander verbunden und eine netzartige Struktur bildend	Abbruchstelle des Sterigmas deutlich als ringförmige Struktur erkennbar	ja	1, 2, 3
<i>Bovista graveolens</i>	4,2 – 4,5 – 4,7 x 4,7 – 5,1 – 5,6	4 – 4,7 – 5,1 x 4,4 – 5 – 5,2	4 – 4,5 – 4,8 x 4,7 – 5 – 5,5	kugelig / rund bis el- lipsoidisch	kleine Warzen, ± regelmäßig verteilt und dicht stehend; Sporenoberfläche fast durchwegs mit Warzen bedeckt	u-förmig gebogene Pedicellen mit teils warziger Oberfläche	nein	4, 5, 6
<i>Bovista tomentosa</i>	2,9 – 3,5 – 4 x 3,7 – 4 – 4,3	3,8 – 4 – 4,2 x 4,1 – 4,4 – 4,7	3,8 – 4 – 4,2 x 3,8 – 4,2 – 4,5	kugelig / rund bis el- lipsoidisch	kleine Warzen, regelmäßig verteilt und locker stehend; Warzen meist einzeln stehend und zum Teil durch flache, linienförmige Erhebungen verbunden; Warzenenden abgeflacht bis abgerundet; sonsti- ge Sporenoberfläche sonst glatt	lange, geradlinige Pedicellen	nein	7, 8, 9
<i>Calvatia candida</i>	2,9 – 3,3 – 3,7 x 3 – 3,5 – 3,8	4,3 – 4,7 – 5 x 4,5 – 4,8 – 5,1	4,4 – 4,8 – 5 x 4,6 – 4,9 – 5,3	kugelig / rund	mittelgroße Warzen, ± regelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen konisch teils spitz, teils stumpf auslaufend; Warzen zum Teil durch flache, schmale, geradlinige Erhebungen in Verbindung stehend; Warzen meist einzeln stehend; Sporenoberfläche sonst glatt	kurzer Sterigmenrest deutlich zu erkennen	nein	10, 11, 12
<i>Disciseda bovista</i>	4,2 – 5,1 – 6,2 x 4,7 – 5,6 – 6,5	7,4 – 8,2 – 9,5 x 8,1 – 8,6 – 9,7	6,5 – 7,6 – 8,2 x 7,1 – 8,1 – 8,7	kugelig / rund	große Warzen, ± regelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen konisch und an den Enden stark abgeflacht, selten spitz auslaufend; gelegentlich 2 Warzen an den Enden miteinander verschmolzen; Warzen gelegentlich durch dünne, linienförmige Strukturen miteinander verbunden	kurzer Sterigmenrest deutlich zu erkennen	nein	13, 14, 15
<i>Gastrosporium simplex</i>	2,5 – 2,7 – 3,1 x 2,8 – 3,2 – 3,9	2,9 – 3,5 – 3,8 x 3,2 – 3,8 – 4,4	3,3 – 3,5 – 3,8 x 3,4 – 3,6 – 3,9	kugelig / rund bis el- lipsoidisch	kleine Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; im acetolysierten Zustand als Warzen erkennbar, sonst eher eine unregelmäßige Oberfläche bildend	Abbruchstelle des Sterigmas erkennbar	ja	16, 17, 18
<i>Geastrum coronatum</i>	4,4 – 4,9 – 5,2 x 4,5 – 5,1 – 5,4	4,9 – 5,2 – 5,5 x 4,9 – 5,4 – 5,9	4,9 – 5 – 5,2 x 5 – 5,2 – 5,4	kugelig / rund	große Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; Sporenoberfläche durchwegs mit warzenförmigen Strukturen bedeckt; Warzenoberfläche zum Teil mit zahlreichen kleinen, teils kugelförmigen Warzen bedeckt	Abbruchstelle des Sterigmas deutlich als ringförmige Struktur erkennbar	ja	19, 20, 21
<i>Geastrum coronatum</i> f. <i>coronatum</i>	4,4 – 4,7 – 5,1 x 4,5 – 4,9 – 5,4	4,9 – 5,1 – 5,5 x 5,1 – 5,3 – 5,8	4,5 – 5,1 – 5,9 x 4,9 – 5,4 – 6,1	kugelig / rund	große Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; Sporenoberfläche fast durchwegs mit warzenförmigen Strukturen bedeckt; Warzenoberfläche zum Teil mit zahlreichen kleinen, teils kugelförmigen Warzen bedeckt	Abbruchstelle des Sterigmas deutlich als ringförmige Struktur erkennbar	ja	22, 23, 24
<i>Geastrum nanum</i> var. <i>nanum</i>	4,9 – 5,4 – 6,1 x 5,1 – 5,6 – 6,2	4,2 – 4,8 – 5,4 x 4,8 – 5,2 – 5,9	4,1 – 4,3 – 4,6 x 4,3 – 4,7 – 5,3	kugelig / rund	große Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen an der Basis breit und an den Enden flach bis abgerundet auslaufend	Abbruchstelle des Sterigmas deutlich als ringförmige Struktur erkennbar	ja	25, 26, 27
<i>Handkea utrififormis</i>	2 – 2,6 – 3,3 x 2,3 – 2,8 – 3,4	3,1 – 3,7 – 3,9 x 3,4 – 3,8 – 4	2,9 – 3,5 – 3,8 x 3 – 3,7 – 4,3	kugelig / rund	kleine Warzen, regelmäßig verteilt und dicht stehend; Oberfläche gleichmäßig mit kleinen, flachen Warzen bedeckt	deutlicher Sterig- menrest vorhanden	nein	28, 29, 30
<i>Lycoperdon atropurpureum</i>	4,2 – 4,5 – 5 x 4,4 – 4,8 – 5,2	6,4 – 6,9 – 7,8 x 6,7 – 7,3 – 7,8	6,7 – 6,8 – 6,9 x 6,8 – 7,1 – 7,4	kugelig / rund	große Warzen, ± regelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen an der Basis breit und an den Enden spitz bis abgerundet auslaufend; Warzen zum Teil durch geradlinige Strukturen verbunden oder verschmolzen	deutlicher Sterig- menrest vorhanden	nein	31, 32, 33
<i>Lycoperdon caudatum</i>	2,8 – 3,3 – 3,4 x 3,1 – 3,7 – 4	4,1 – 4,3 – 4,5 x 4,1 – 4,5 – 4,8	4,2 – 4,6 – 4,7 x 4,6 – 5 – 5,4	kugelig / rund bis el- lipsoidisch	kleine Warzen, regelmäßig verteilt und locker stehend; Warzen selten durch geradlinige Erhebungen in Verbindung stehend; sonstige Sporenoberfläche mit Granula überzogen	sehr lange, geradlini- ge Pedicellen	nein	34, 35, 36
<i>Lycoperdon ericaeum</i>	3,7 – 4,1 – 4,8 x 4,3 – 4,7 – 5,2	4,9 – 5,3 – 5,8 x 5,1 – 5,5 – 5,8	4,9 – 5,3 – 5,8 x 4,9 – 5,4 – 5,8	kugelig / rund	mittelgroße Warzen, ± regelmäßig verteilt und locker stehend; Warzen säulenförmig, an den Enden stark abgeflacht und größer als an der Warzenbasis; Warzen zum Teil durch flache, schmale, geradlinige Erhebungen in Verbindung stehend	deutlicher Sterig- menrest vorhanden	nein	37, 38, 39

Artname	Sporengröße in µm			Gestalt / Umriss	Ornamentierung	Pedicell Sterigmenrest	Ornamentierungselemente acetolyseresistent	Fototafel Nr.
	acetolysiert	trocken	KP-getrocknet					
<i>Lycoperdon muscorum</i>	2,8 – 3,2 – 3,7 x 3 – 3,5 – 4	4,6 – 5,1 – 5,6 x 5 – 5,4 – 5,7	4,3 – 5 – 5,6 x 4,6 – 5,2 – 5,7	kugelig / rund	mittelgroße Warzen, ± regelmäßig verteilt und ± dicht stehend; Warzen säulenförmig mit abgerundeten Enden; Warzen größtenteils einzeln stehend und zum Teil durch flache, schmale, geradlinige Erhebungen verbunden	deutlicher (teilweise langer) Sterigmenrest vorhanden	nein	40, 41, 42
<i>Lycoperdon norvegicum</i>	2,2 – 2,5 – 2,9 x 2,4 – 2,6 – 3	3,3 – 3,6 – 3,8 x 3,4 – 3,7 – 3,8	3,2 – 3,5 – 3,8 x 3,3 – 3,6 – 3,9	kugelig / rund	kleine Warzen, regelmäßig verteilt und locker stehend; Warzen sind gelegentlich durch flache, schmale, geradlinige Erhebungen in Verbindung stehend; es kommen sowohl größere als auch kleinere Warzen vor; Warzen an den Enden spitz oder abgerundet	deutlicher Sterigmenrest vorhanden	nein	43, 44, 45
<i>Myriostoma coliforme</i>	3,3 – 4,4 – 5,1 x 4,1 – 4,9 – 5,8	4,8 – 5,5 – 6,6 x 5,3 – 6 – 7,1	5,1 – 5,8 – 6,7 x 5,4 – 6,3 – 7	kugelig / rund bis unregelmäßig	Oberflächenstrukturen in Form unregelmäßig, geschwungener Leisten	nein	ja	46, 47, 48
<i>Scleroderma aerolatum</i>	9,5 – 12,5 – 14,9 x 11,3 – 14 – 15,5	11,8 – 13,6 – 15,2 x 14,5 – 15,2 – 15,9	13,6 – 14,3 – 15,4 x 15,1 – 15,9 – 16,9	kugelig / rund bis unregelmäßig	große Stacheln, unregelmäßig verteilt und dicht stehend	nein	ja	49, 50, 51
<i>Scleroderma bovista</i>	10,5 – 12,2 – 14,6 x 12,5 – 13,8 – 16,3	13,2 – 14,2 – 15,1 x 14,3 – 14,7 – 15,3	12,5 – 14,2 – 16,4 x 14,2 – 15,2 – 17	kugelig / rund bis unregelmäßig	im Lichtmikroskop erscheint Ornamentierung stachelig-netzartig, im Rasterelektronenmikroskop sind grobmaschig-netzartige ± regelmäßig verteilte Oberflächenstrukturen zu erkennen	nein	ja	52, 53, 54
<i>Tulostoma fimbriatum</i> var. <i>campestre</i>	4,6 – 5,2 – 5,6 x 5,1 – 5,5 – 6,1	5,5 – 5,7 – 6,2 x 5,6 – 6,1 – 6,5	4 – 5,3 – 6 x 4,2 – 5,5 – 6,1	kugelig / rund bis unregelmäßig	große Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen bzw. Warzenenden, zum Teil, miteinander zu unregelmäßigen Leisten verschmolzen	deutlicher Sterigmenrest vorhanden	ja	55, 56, 57
<i>Tulostoma fimbriatum</i> var. <i>fimbriatum</i>	3,2 – 3,6 – 4 x 3,3 – 3,8 – 4,2	4,2 – 4,4 – 5,1 x 4,6 – 5 – 5,3	4,6 – 5,4 – 6,3 x 5,2 – 5,7 – 6,3	kugelig / rund bis unregelmäßig	große Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen bzw. Warzenenden, zum Teil, miteinander zu unregelmäßigen Leisten verschmolzen, Warzen zum Teil durch flache, linienförmige Erhebungen verbunden	deutlicher Sterigmenrest vorhanden	ja	58, 59, 60
<i>Tulostoma kotlabae</i>	4 – 4,3 – 4,6 x 4,5 – 4,8 – 5	3,8 – 4,4 – 4,9 x 4,5 – 4,8 – 5,2	4 – 4,4 – 5,3 x 4,3 – 4,7 – 5,5	kugelig / rund bis unregelmäßig	große Warzen, unregelmäßig verteilt und locker stehend; Warzen bzw. Warzenenden, zum Teil, miteinander zu unregelmäßigen Aggregaten verschmolzen; Warzenbasis breit	deutlicher Sterigmenrest vorhanden	ja	61, 62, 63
<i>Tulostoma melanocyclum</i>	5,1 – 5,6 – 6,1 x 5,6 – 6,5 – 7,2	4,6 – 5,1 – 6 x 5,1 – 5,7 – 6,4	5,7 – 6,2 – 6,6 x 6 – 6,6 – 7,5	kugelig / rund bis unregelmäßig	große Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzenenden häufig miteinander verschmolzen, wodurch pyramidenartige Strukturen entstehen	Sterigmenrest vorhanden	ja	64, 65, 66
<i>Tulostoma moravecii</i>	4,5 – 4,8 – 5,1 x 4,9 – 5,2 – 5,6	4 – 4,7 – 5 x 4,9 – 5,1 – 5,3	4,6 – 5 – 5,3 x 5 – 5,5 – 6	kugelig / rund bis unregelmäßig	große Warzen, unregelmäßig verteilt und ± dicht stehend; Warzen bzw. Warzenenden, zum Teil, miteinander zu unregelmäßigen Aggregaten verschmolzen	deutlicher Sterigmenrest vorhanden	ja	67, 68, 69
<i>Tulostoma squamosum</i>	4,8 – 5,2 – 5,8 x 5,1 – 5,5 – 5,9	4,5 – 5,5 – 6,1 x 5,3 – 5,9 – 6,3	4,7 – 5,4 – 6,2 x 5,1 – 5,7 – 6,5	kugelig / rund bis unregelmäßig	große Warzen, unregelmäßig verteilt und dicht stehend; Warzen zum Teil spitz auslaufend; Warzen zum Teil miteinander verschmolzen und Leisten ausbildend	deutlicher Sterigmenrest vorhanden	ja	70, 71, 72
<i>Vascellum pratense</i>	2,8 – 3,4 – 4 x 3,2 – 3,7 – 4,1	3,6 – 3,8 – 4 x 3,7 – 4 – 4,4	3,7 – 3,9 – 4,2 x 3,9 – 4,3 – 4,6	kugelig / rund bis ellipsoidisch	kleine Warzen, regelmäßig verteilt und locker stehend; Warzen selten durch flache, geradlinige Erhebungen in Verbindung stehend; sonstige Sporenoberfläche mit Granula überzogen	deutlicher Sterigmenrest vorhanden	ja	73, 74, 75

Zusammenfassung der Ergebnisse

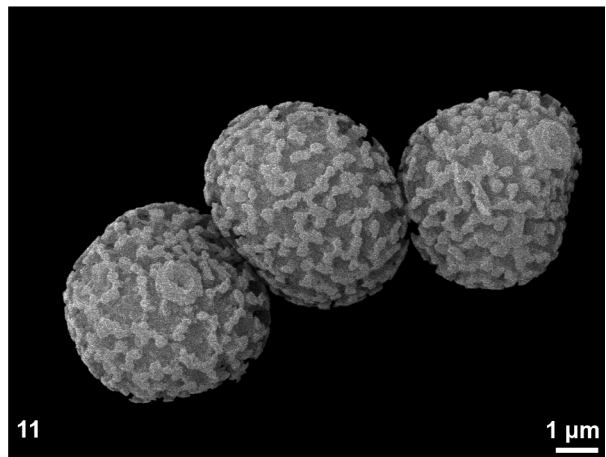
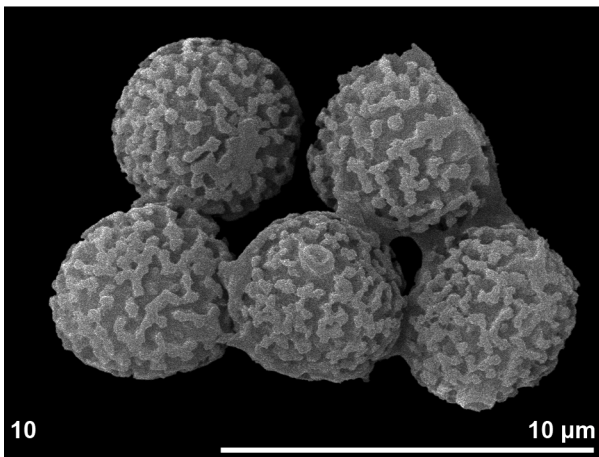
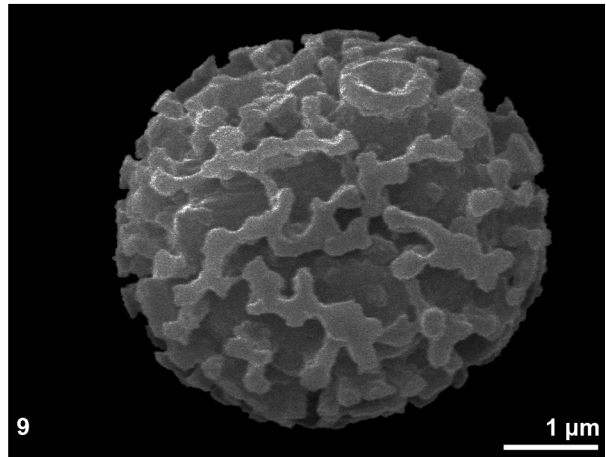
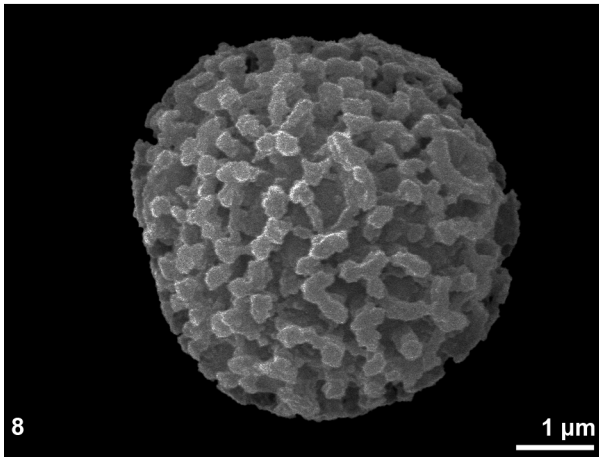
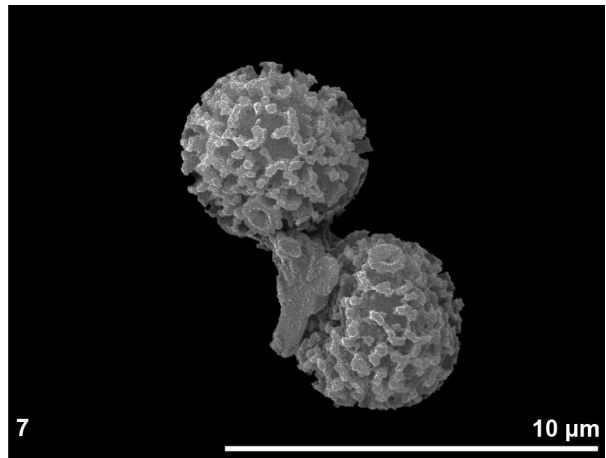
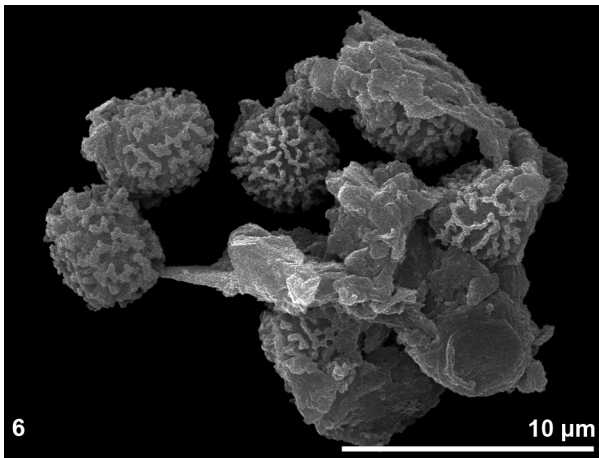
Als Parameter für die Größe der Ornamentierungselemente wurden die lichtmikroskopischen Aufnahmen bei 100-facher Vergrößerung herangezogen: „groß“ (Elemente deutlich zu erkennen), „mittelgroß“ (Elemente ± erkennbar), „klein“ (Elemente nicht erkennbar).

Battarrea phalloides (Dicks.) Pers.



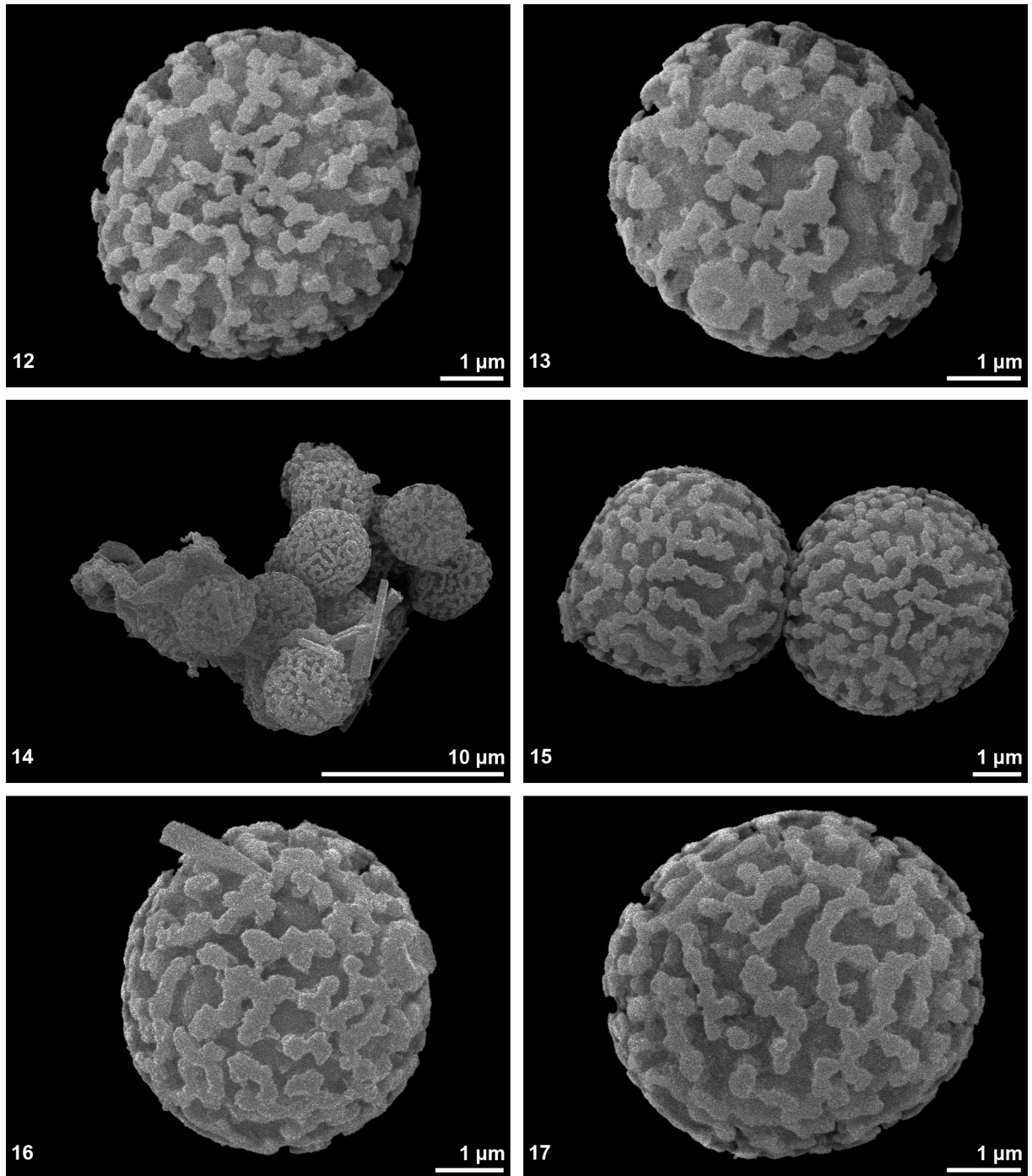
Fototafel 1

Battarrea phalloides (Dicks.) Pers.; Abb. 1: Habitusaufnahme des herbarisierten Fruchtkörpers; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 2

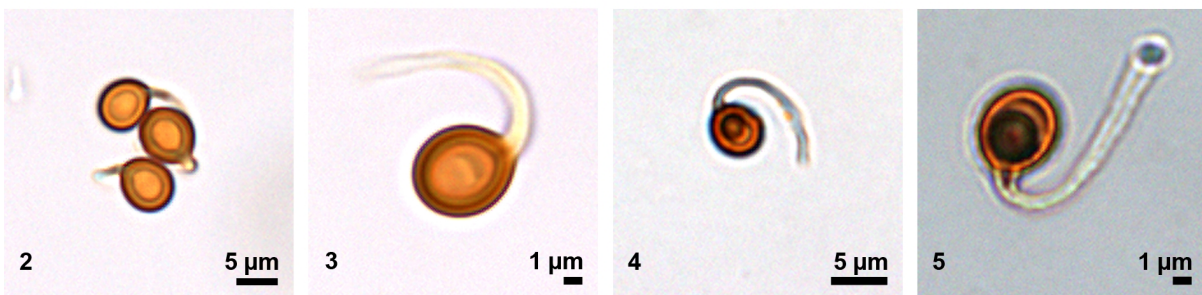
Battarrea phalloides (Dicks.) Pers.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 3

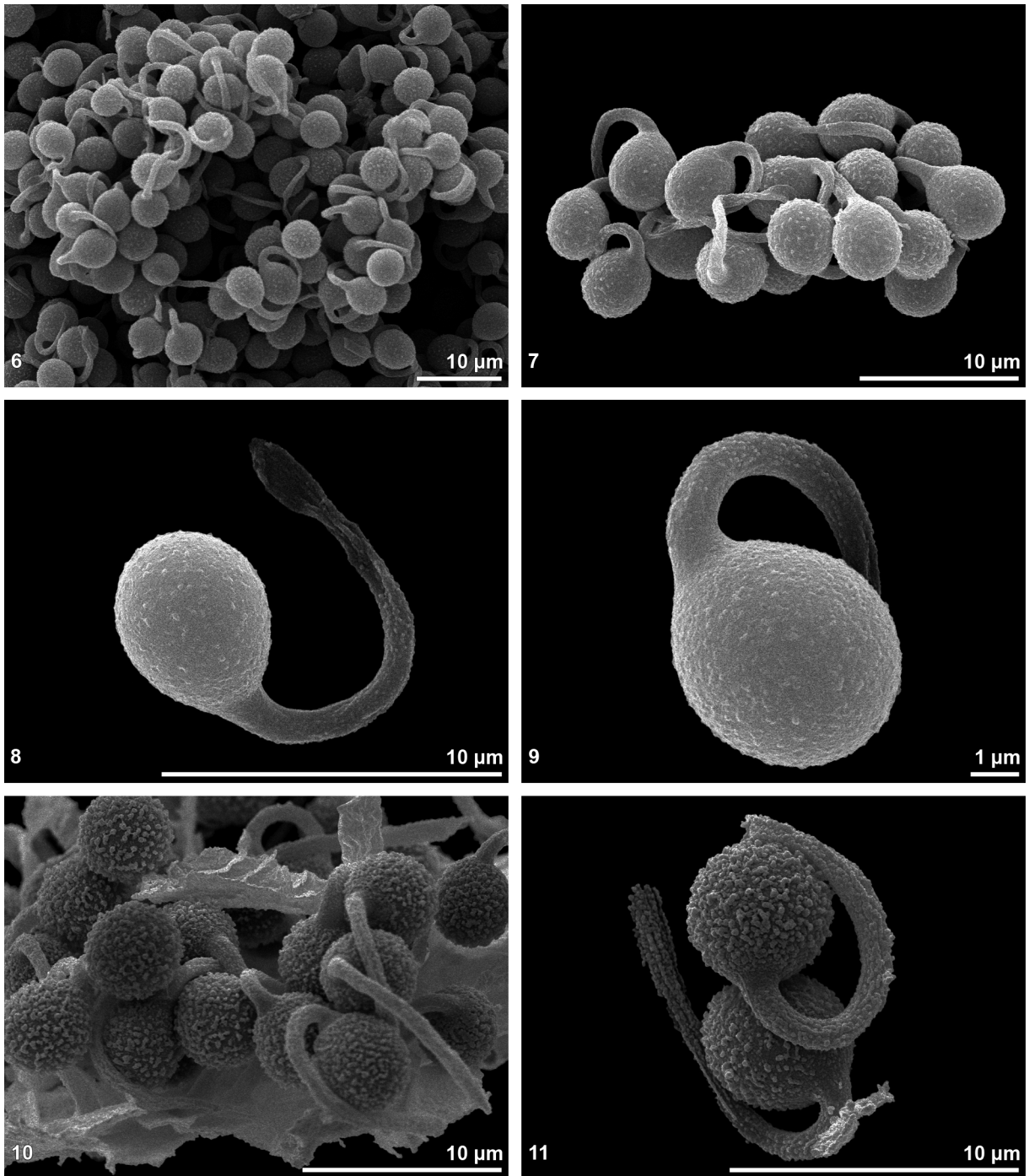
Battarrea phalloides (Dicks.) Pers.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Bovista graveolens Schwalb



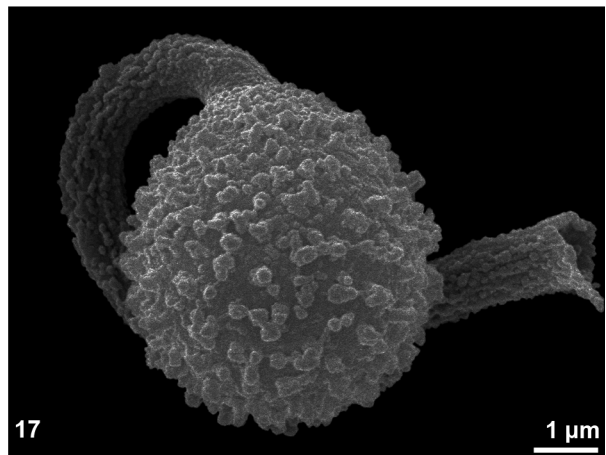
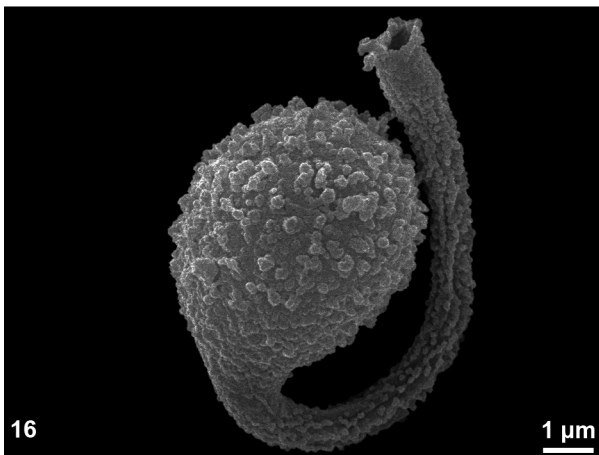
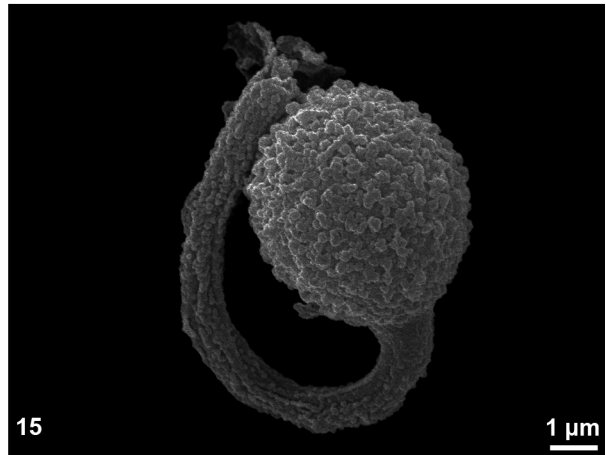
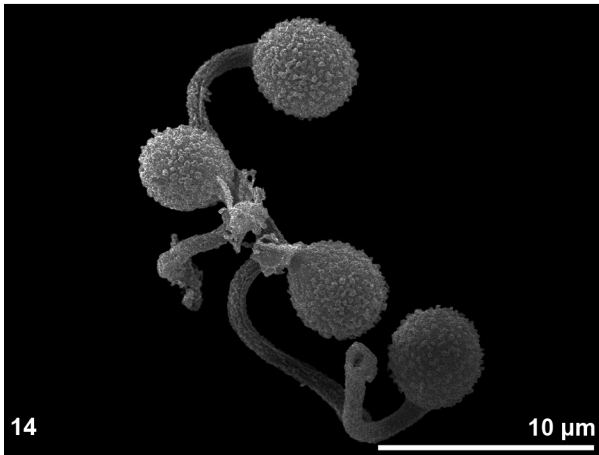
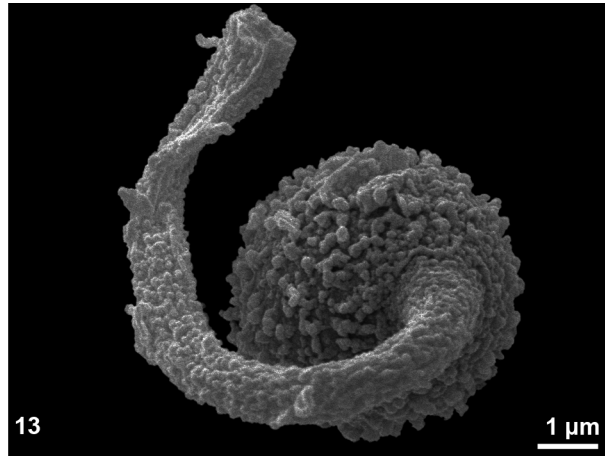
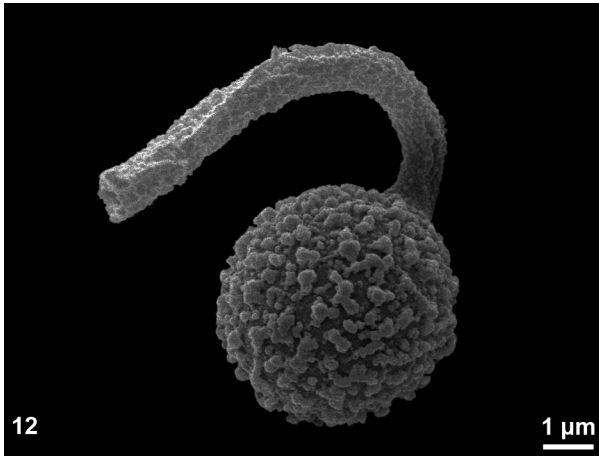
Fototafel 4

Bovista graveolens Schwalb; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 5

Bovista graveolens Schwalb; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen aceto-lysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 6

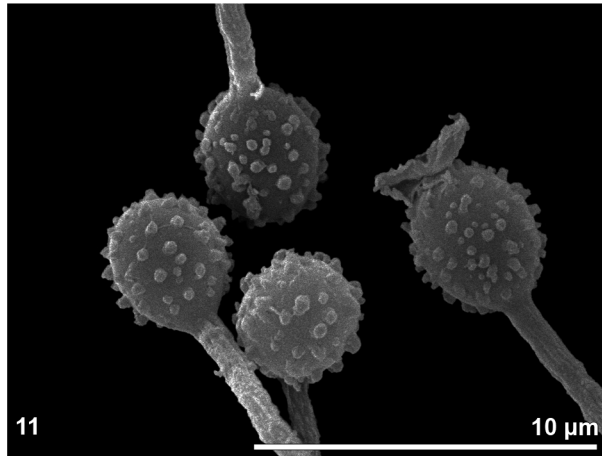
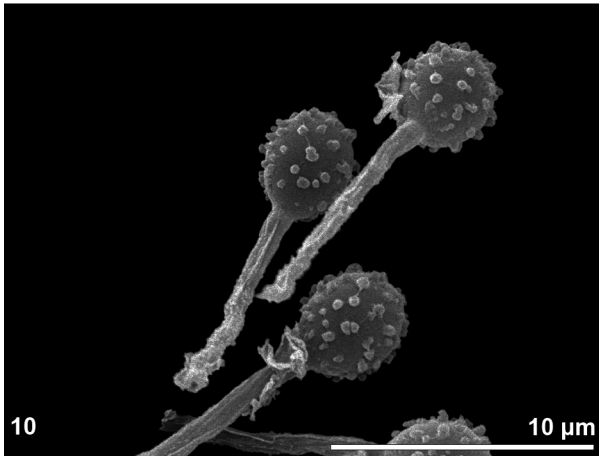
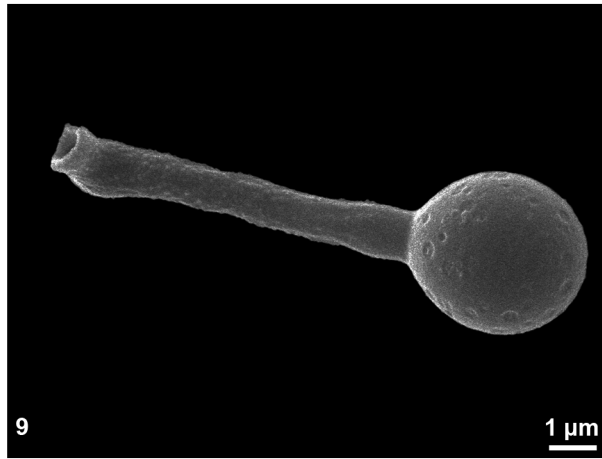
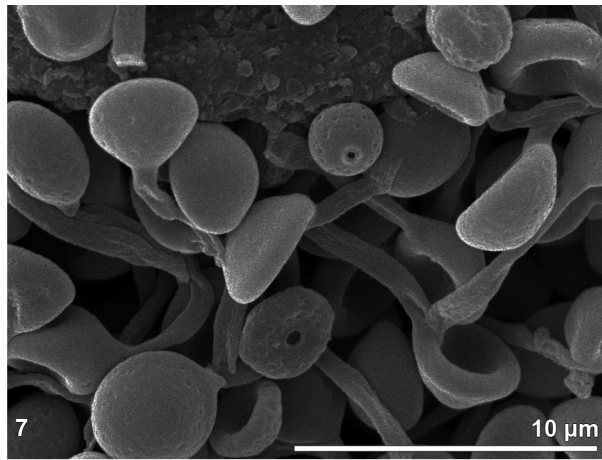
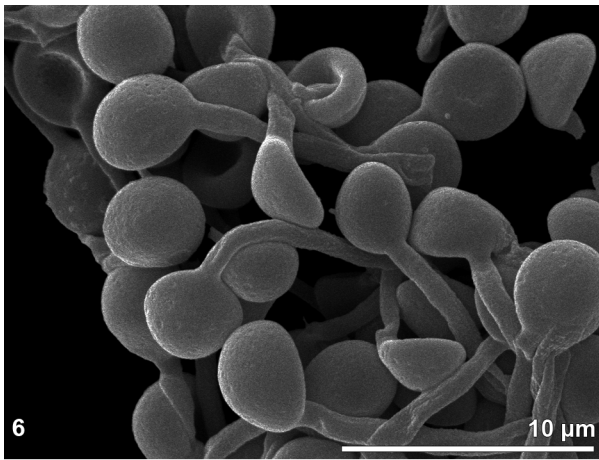
Bovista graveolens Schwalb; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Bovista tomentosa (Vitt.) Quél.



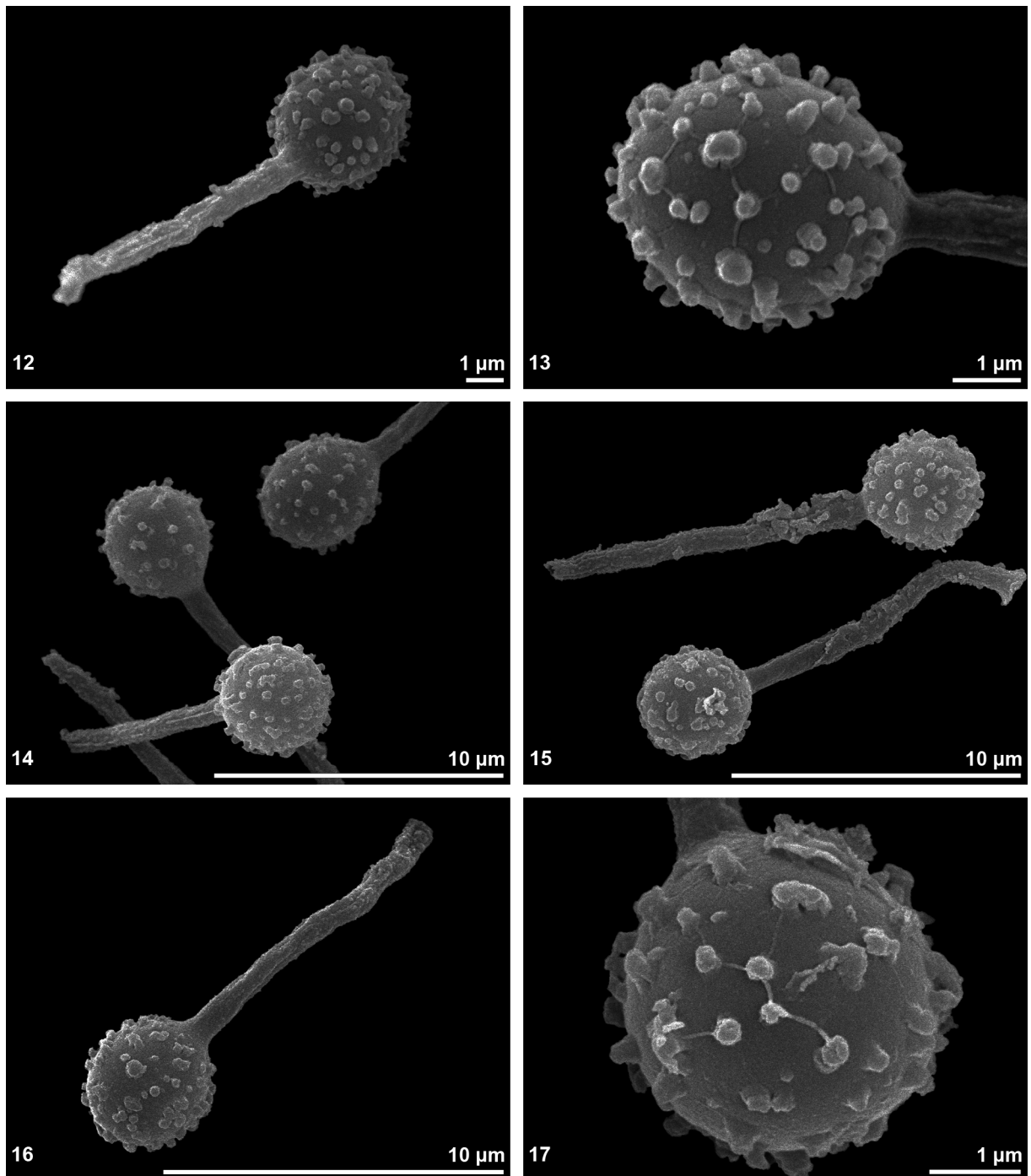
Fototafel 7

Bovista tomentosa (Vitt.) Quél.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 8

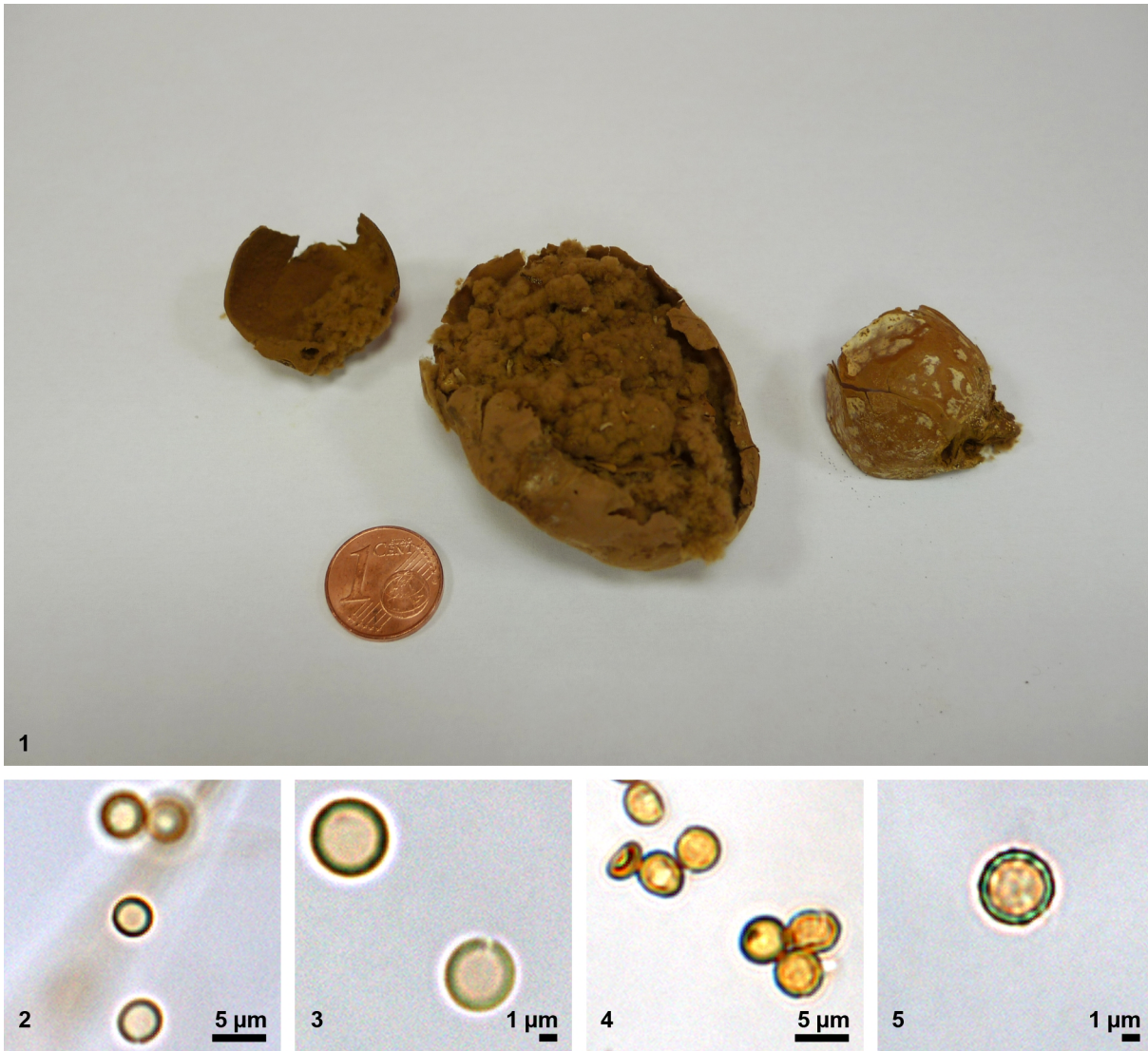
Bovista tomentosa (Vitt.) Quél.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetylierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 9

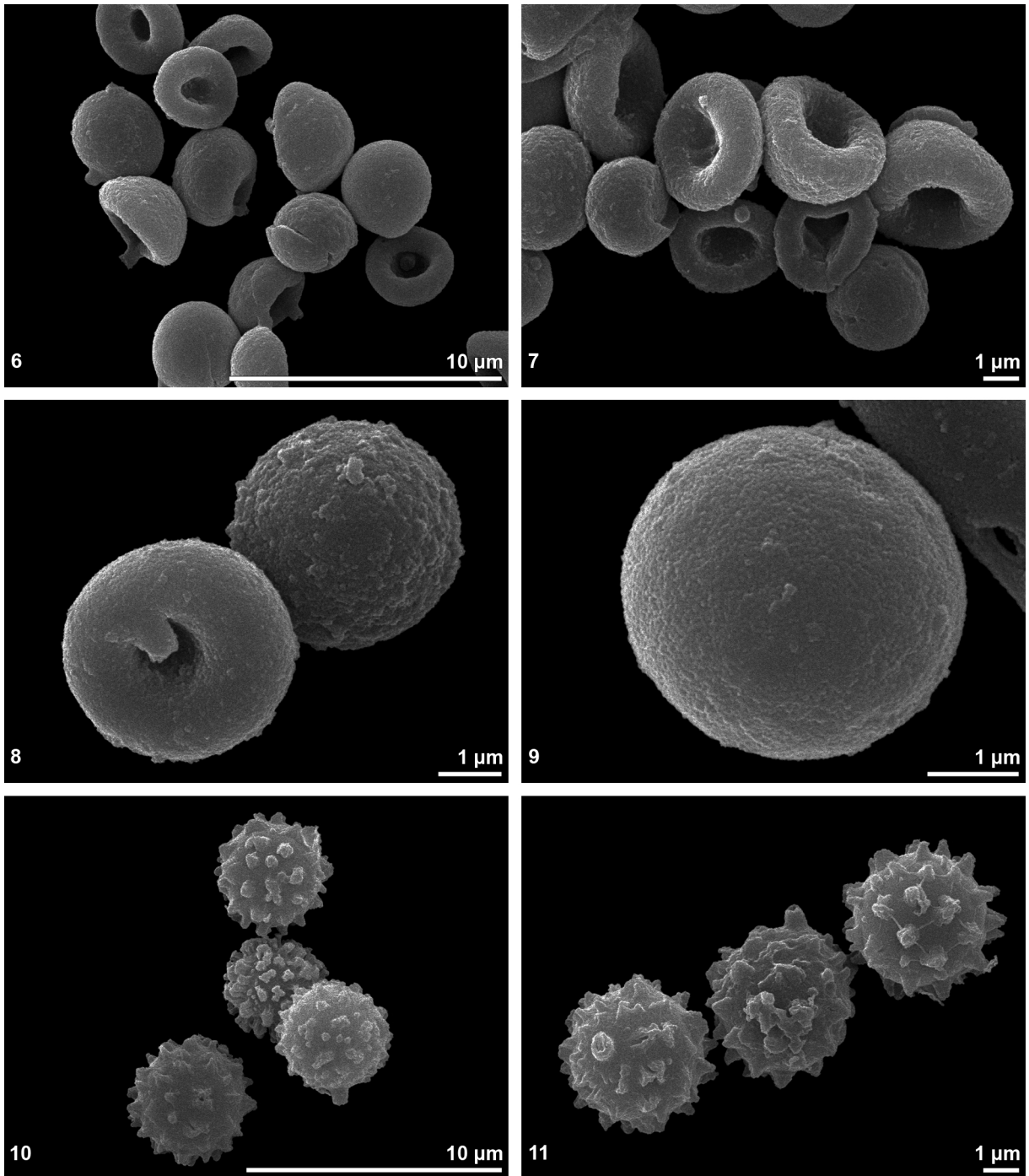
Bovista tomentosa (Vitt.) Quél.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Calvatia candida (Rostk.) Hollós



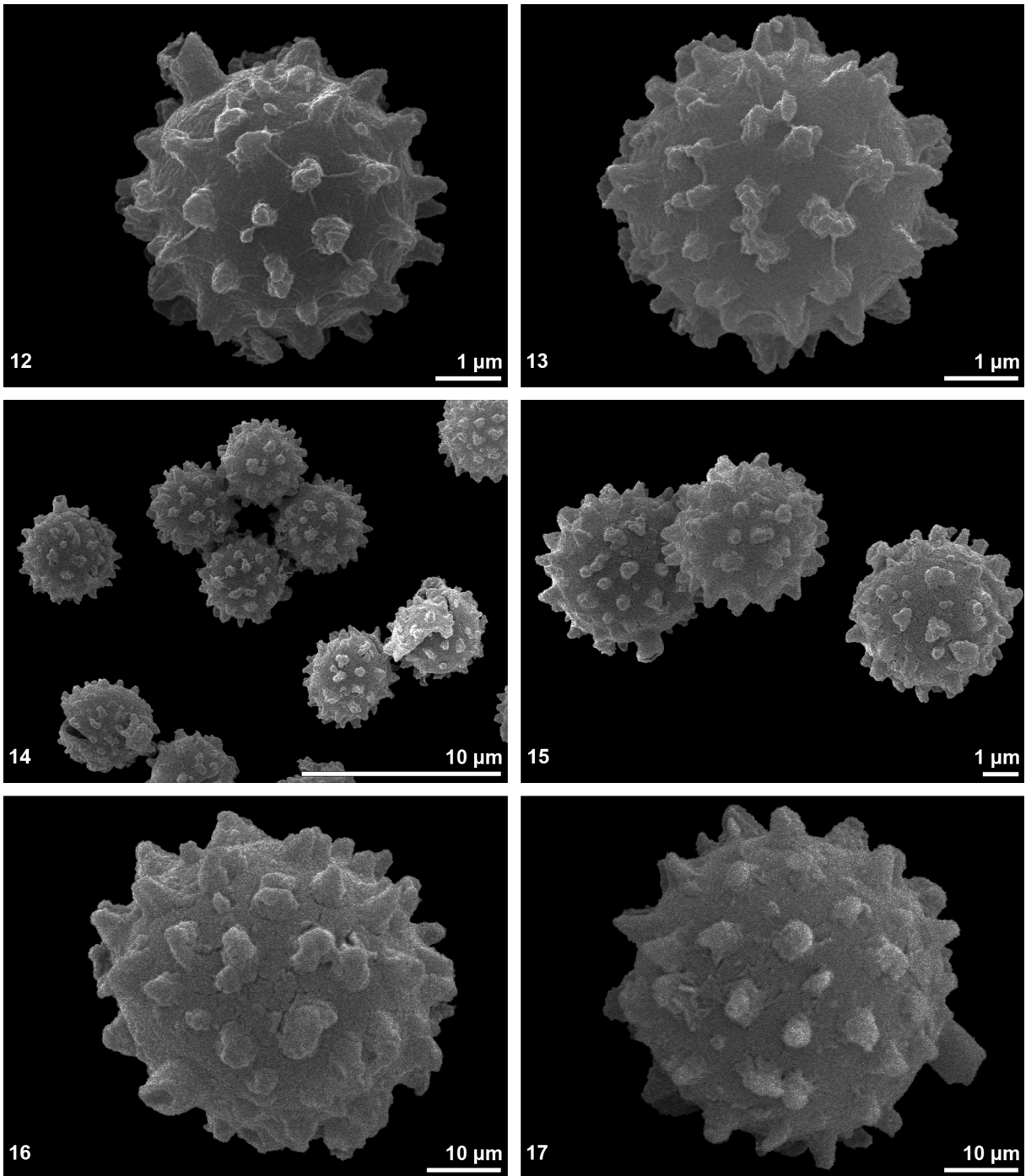
Fototafel 10

Calvatia candida (Rostk.) Hollós; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 11

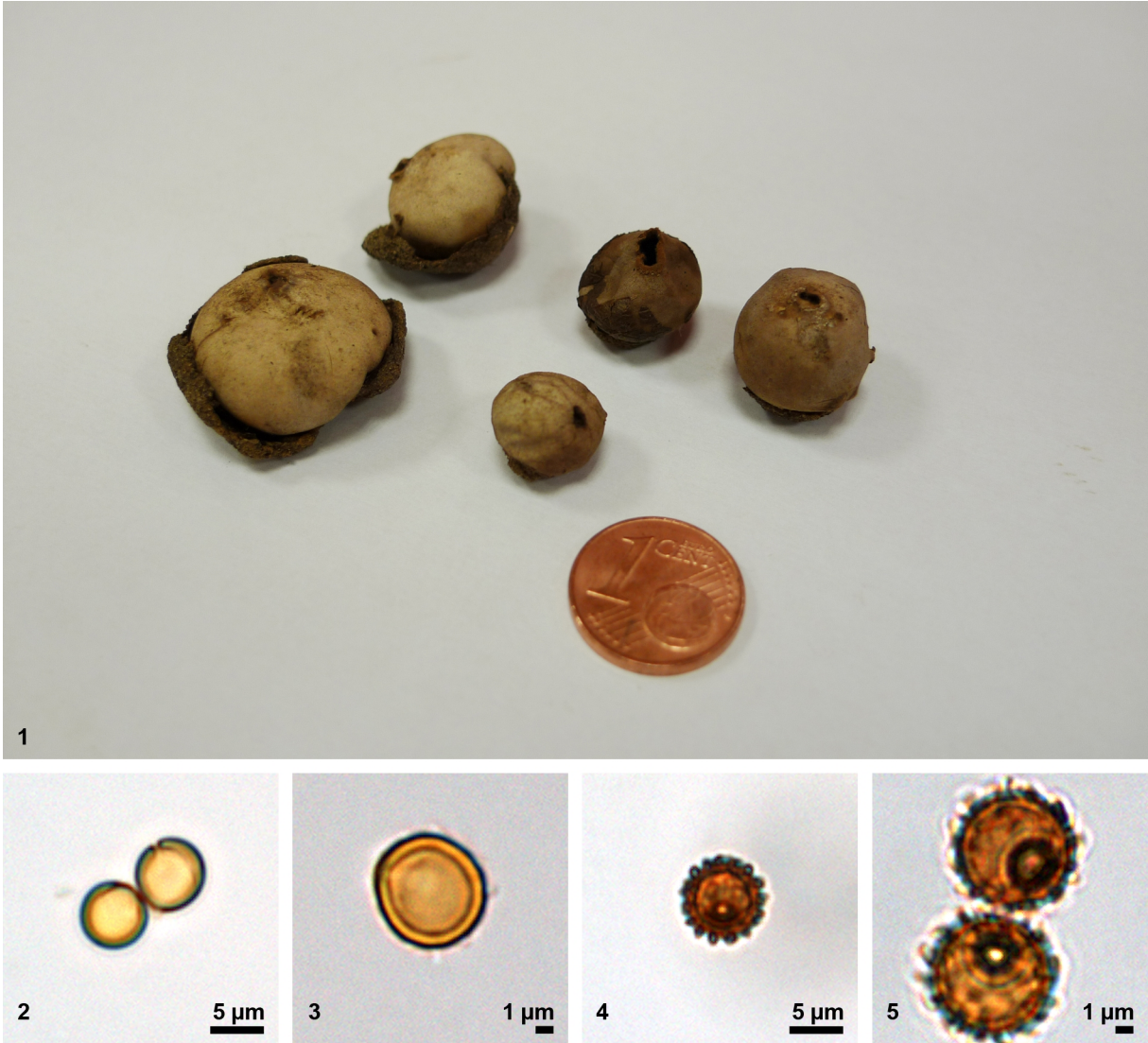
Calvatia candida (Rostk.) Hollós; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 12

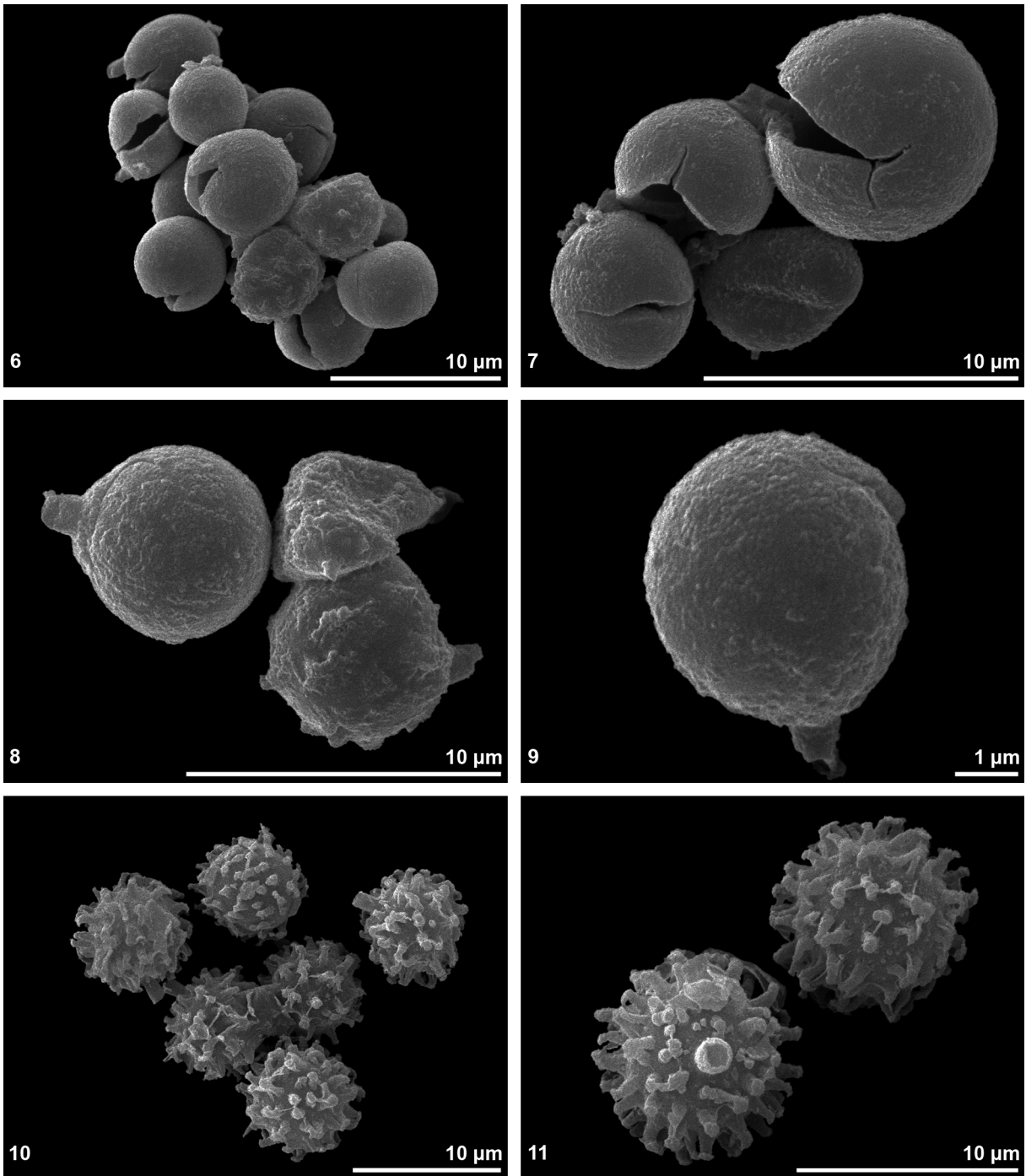
Calvatia candida (Rostk.) Hollós; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Disciseda bovista (Klotzsch) Henn.



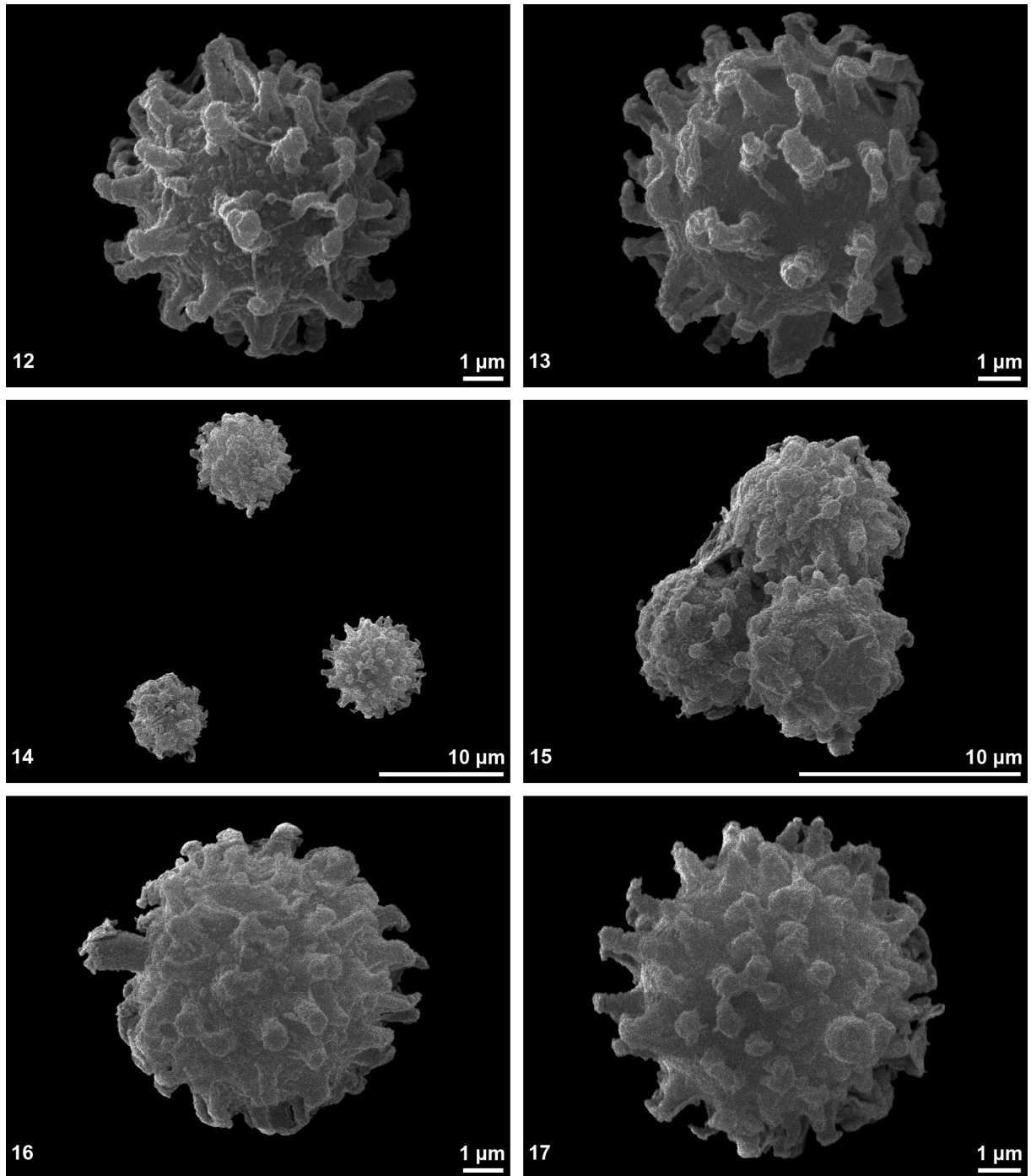
Fototafel 13

Disciseda bovista (Klotzsch) Henn.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 14

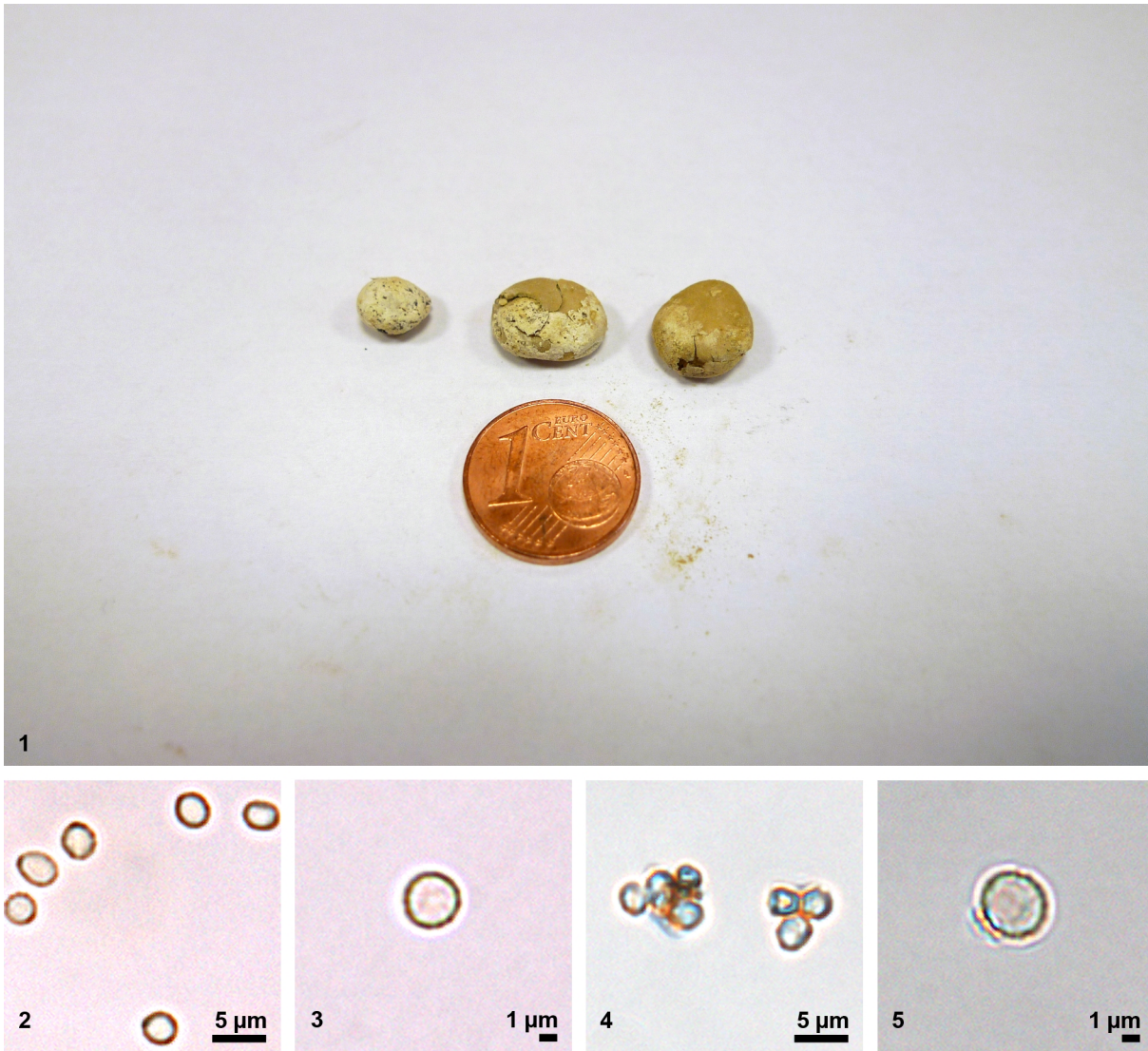
Disciseda bovista (Klotzsch) Henn.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 15

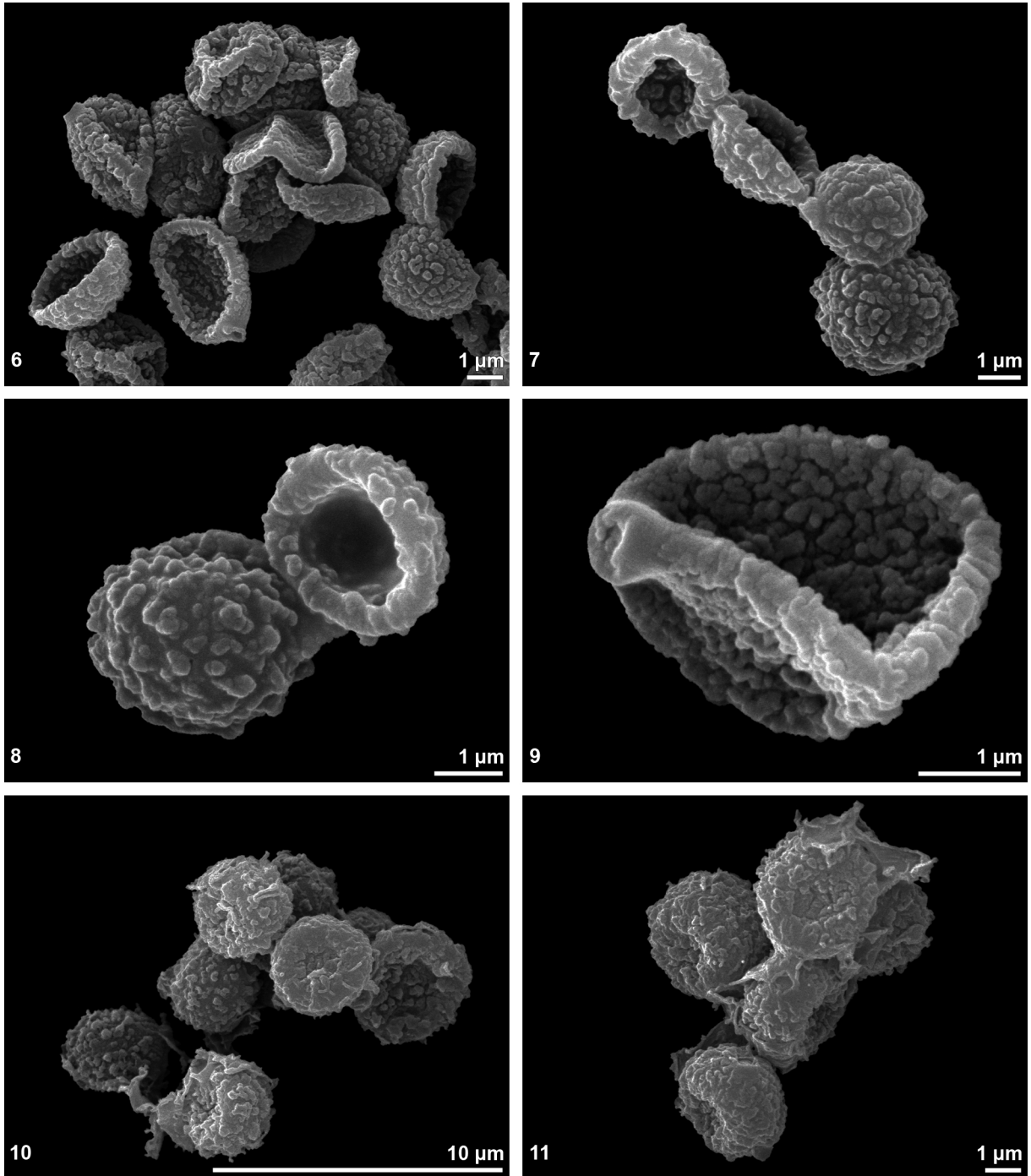
Disciseda bovista (Klotzsch) Henn.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Gastrosporium simplex Mattir.



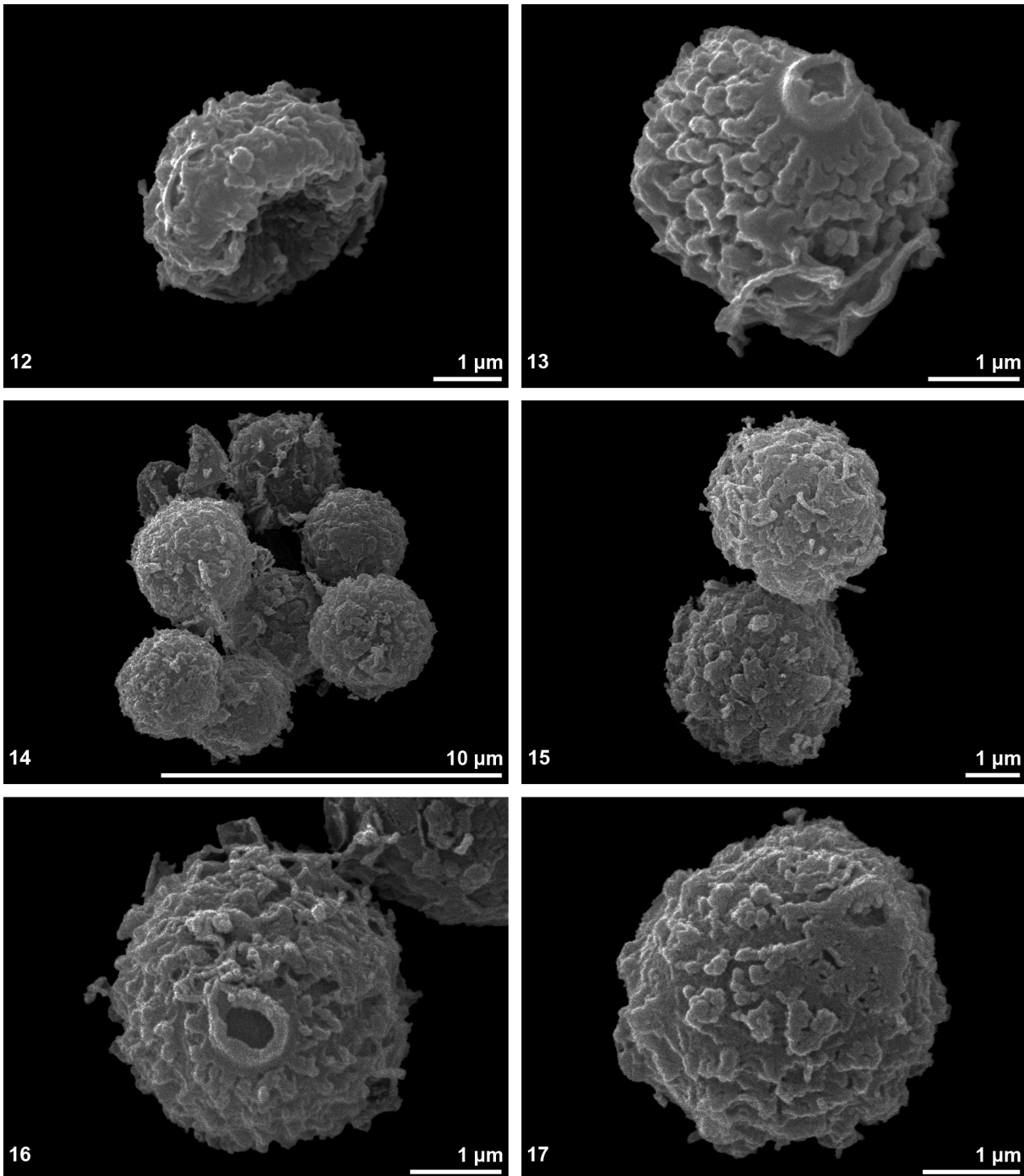
Fototafel 16

Gastrosporium simplex Mattir.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 17

Gastrosporium simplex Mattir.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetylierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 18

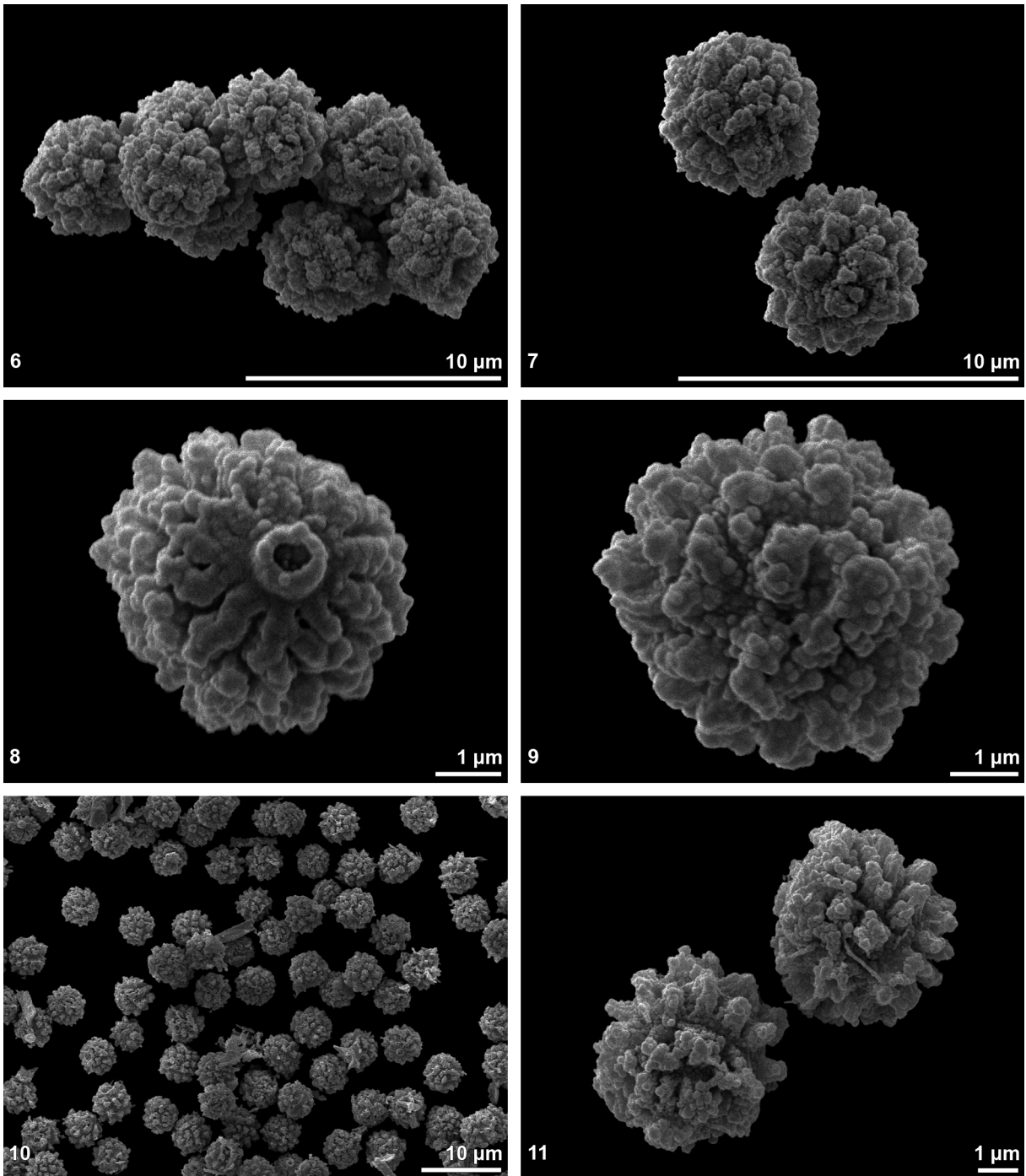
Gastrosporium simplex Mattir.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Geastrum coronatum Pers.



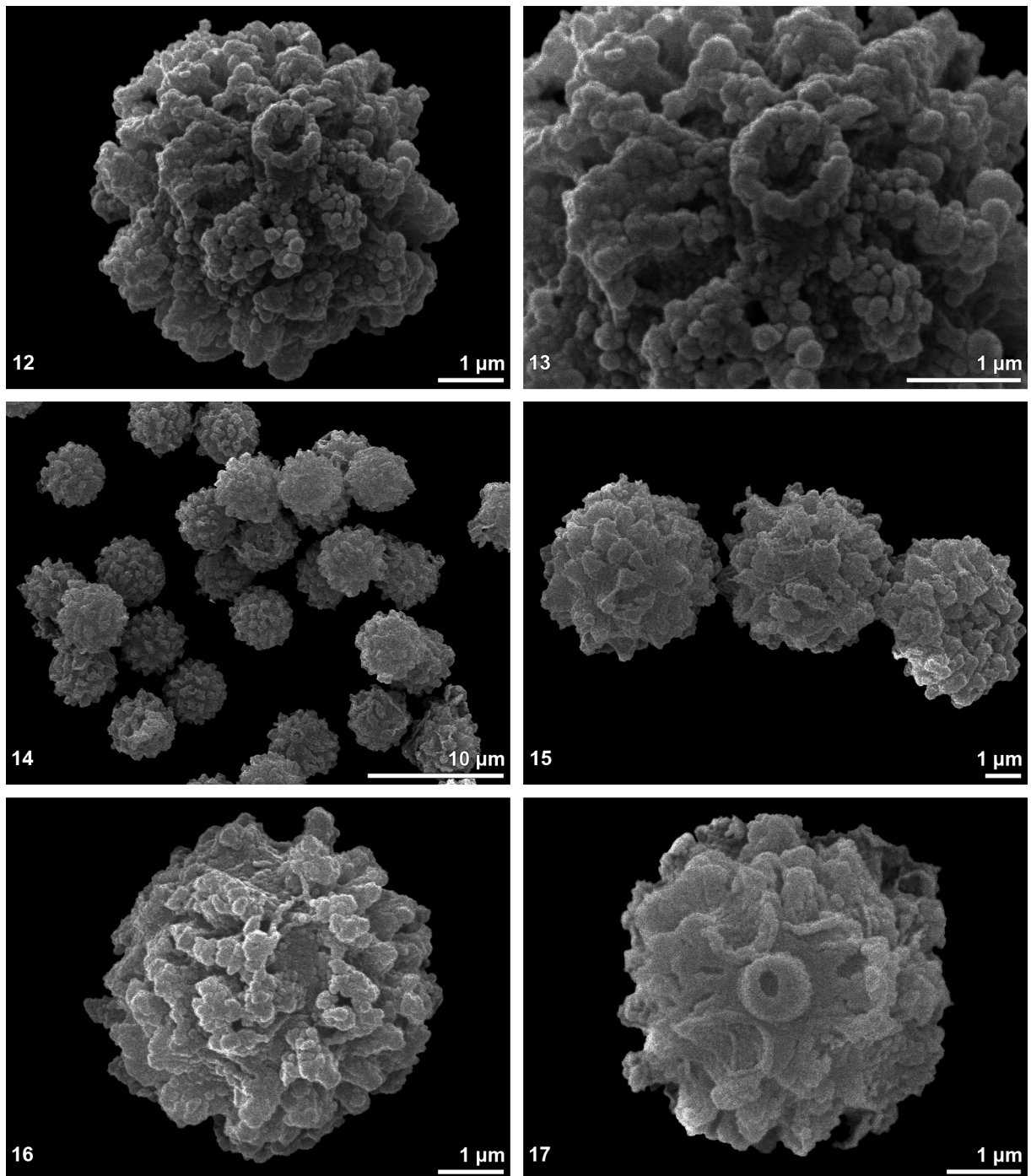
Fototafel 19

Geastrum coronatum Pers.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 20

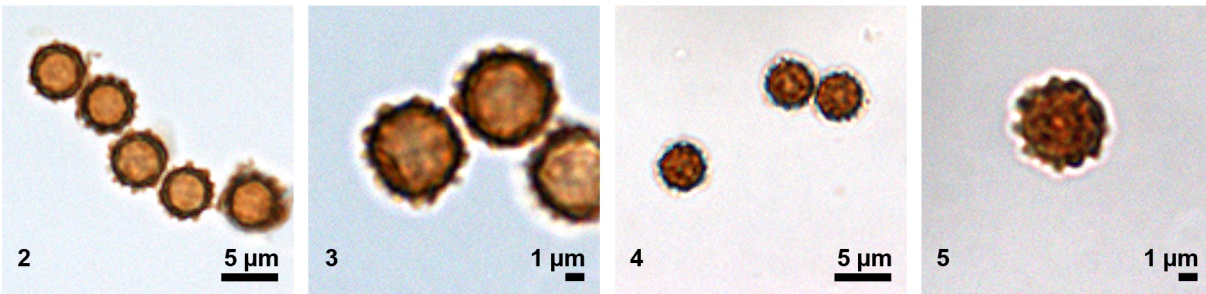
Geastrum coronatum Pers.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetylierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 21

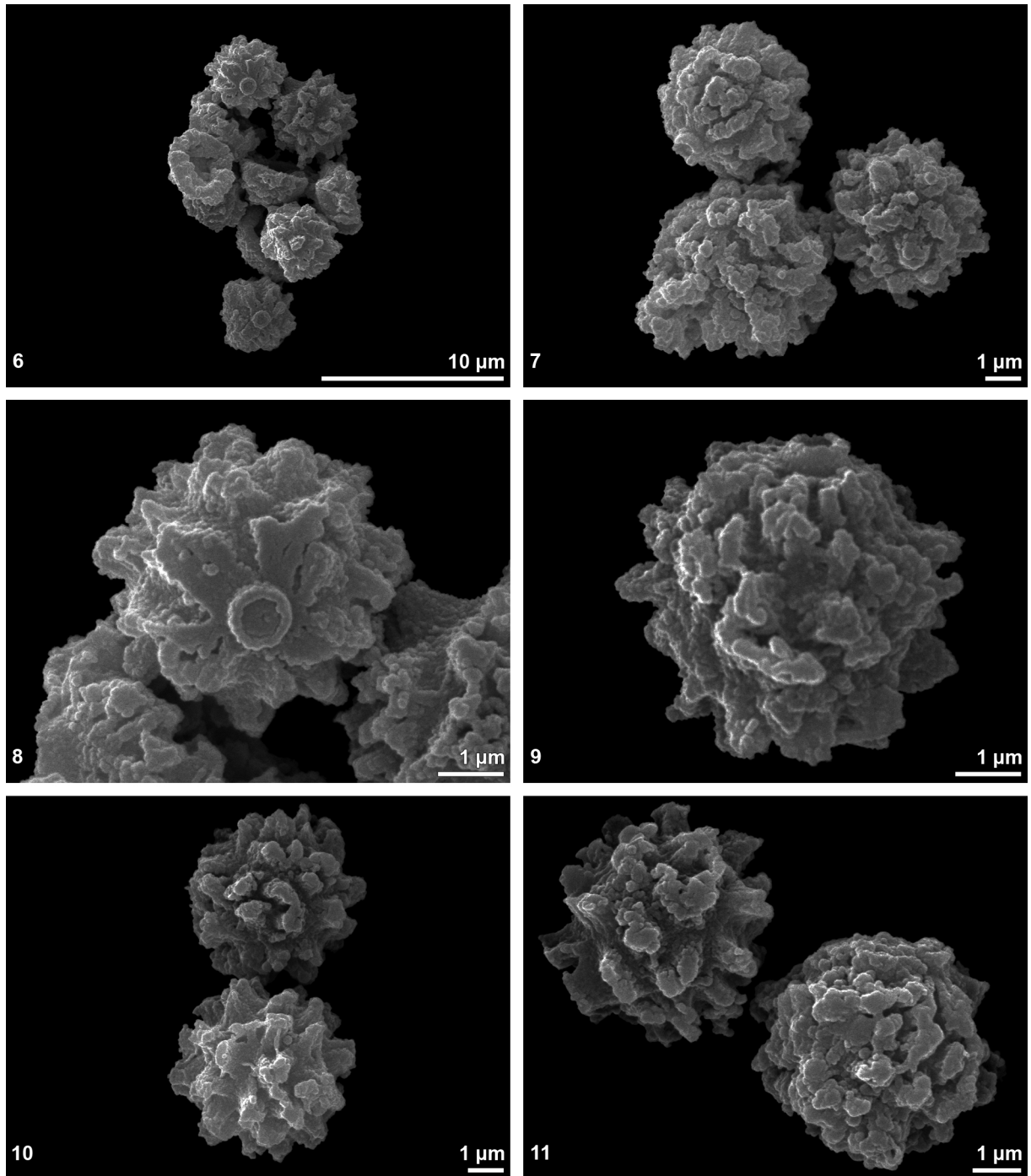
Geastrum coronatum Pers.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Geastrum coronatum Pers. f. *coronatum*



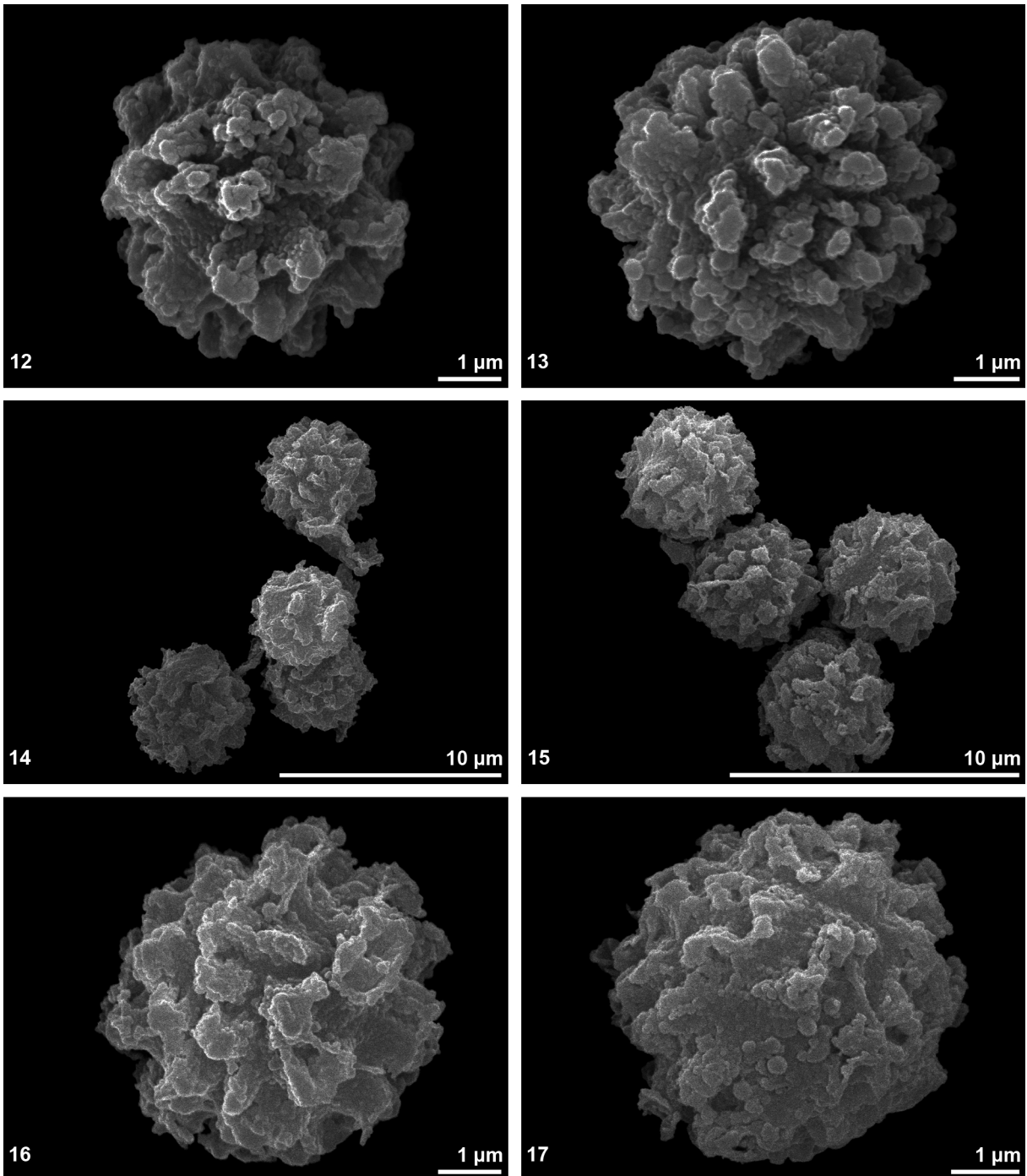
Fototafel 22

Geastrum coronatum Pers. f. *coronatum*; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 23

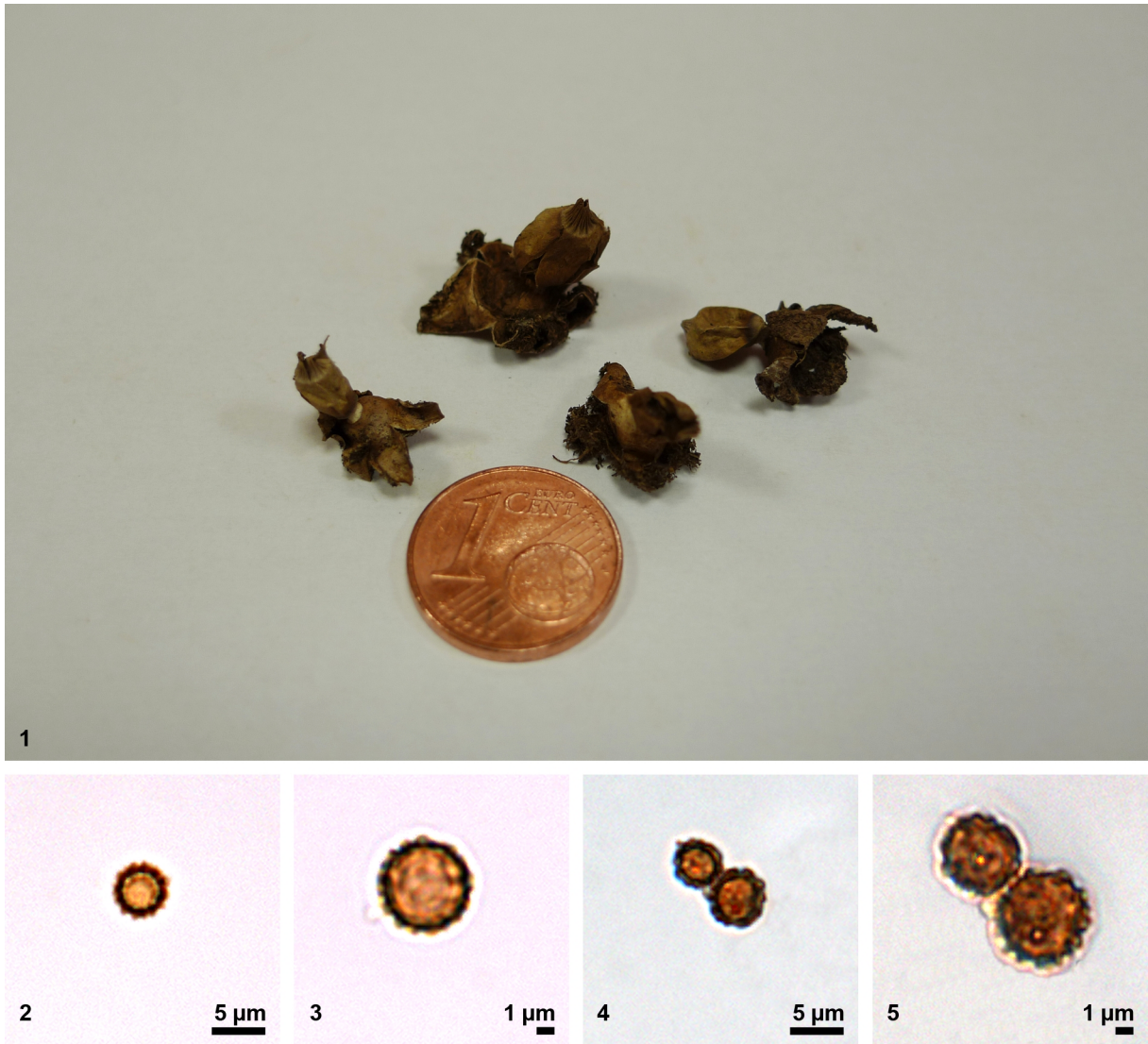
Geastrum coronatum Pers. f. *Coronatum*; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 24

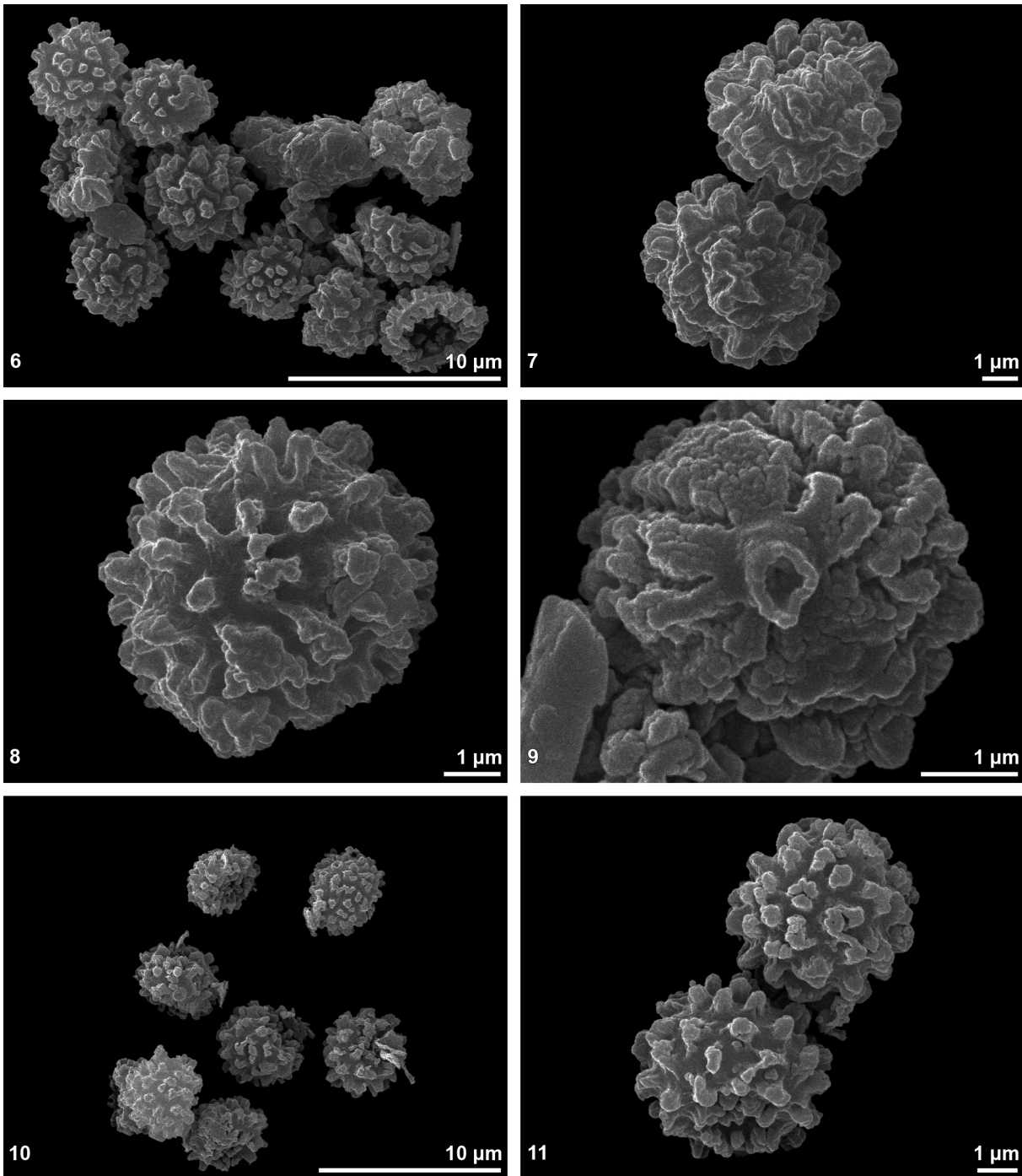
Geastrum coronatum Pers. f. *Coronatum*; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Geastrum nanum Pers. var. *nanum*



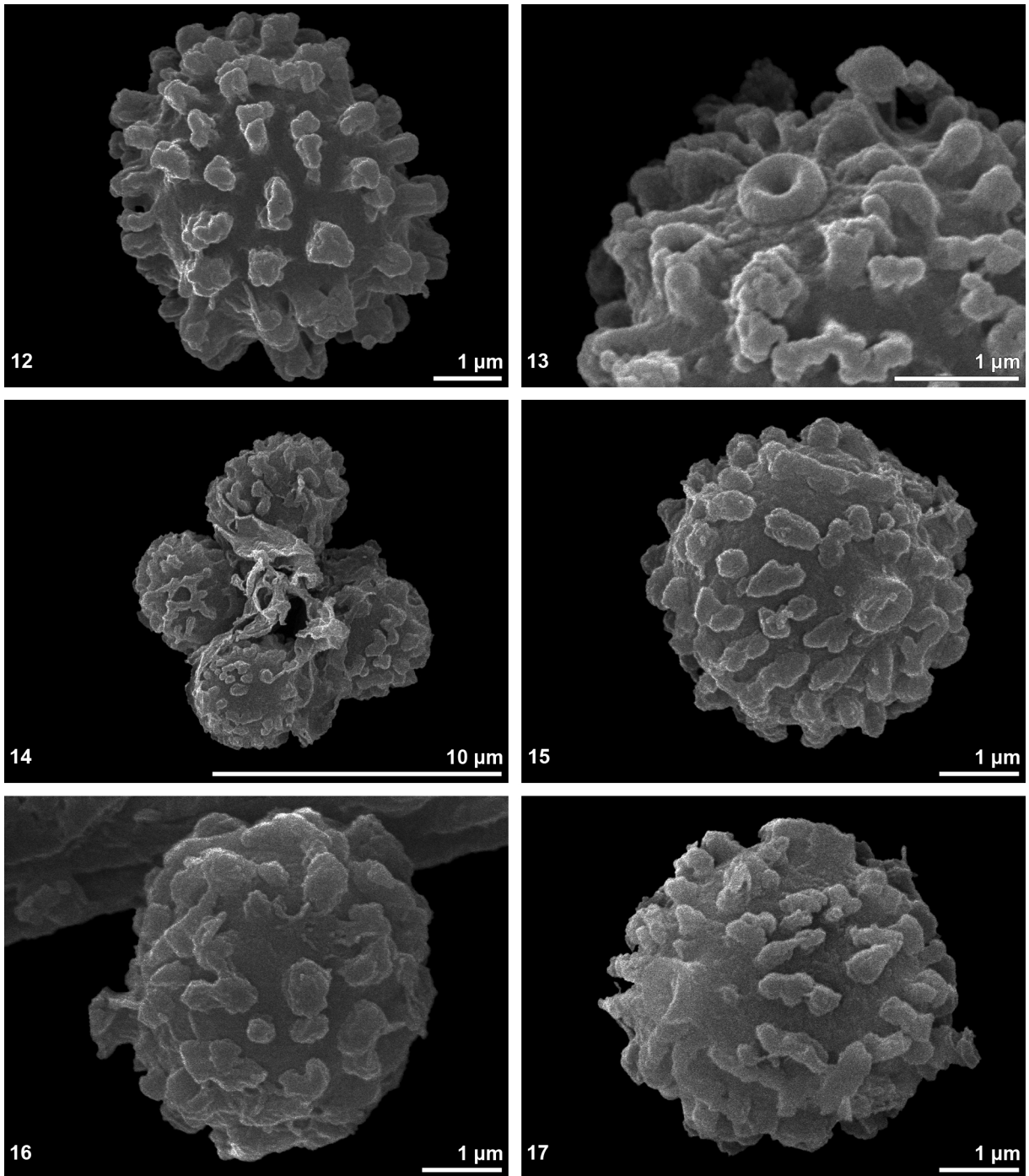
Fototafel 25

Geastrum nanum Pers. var. *nanum*; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 26

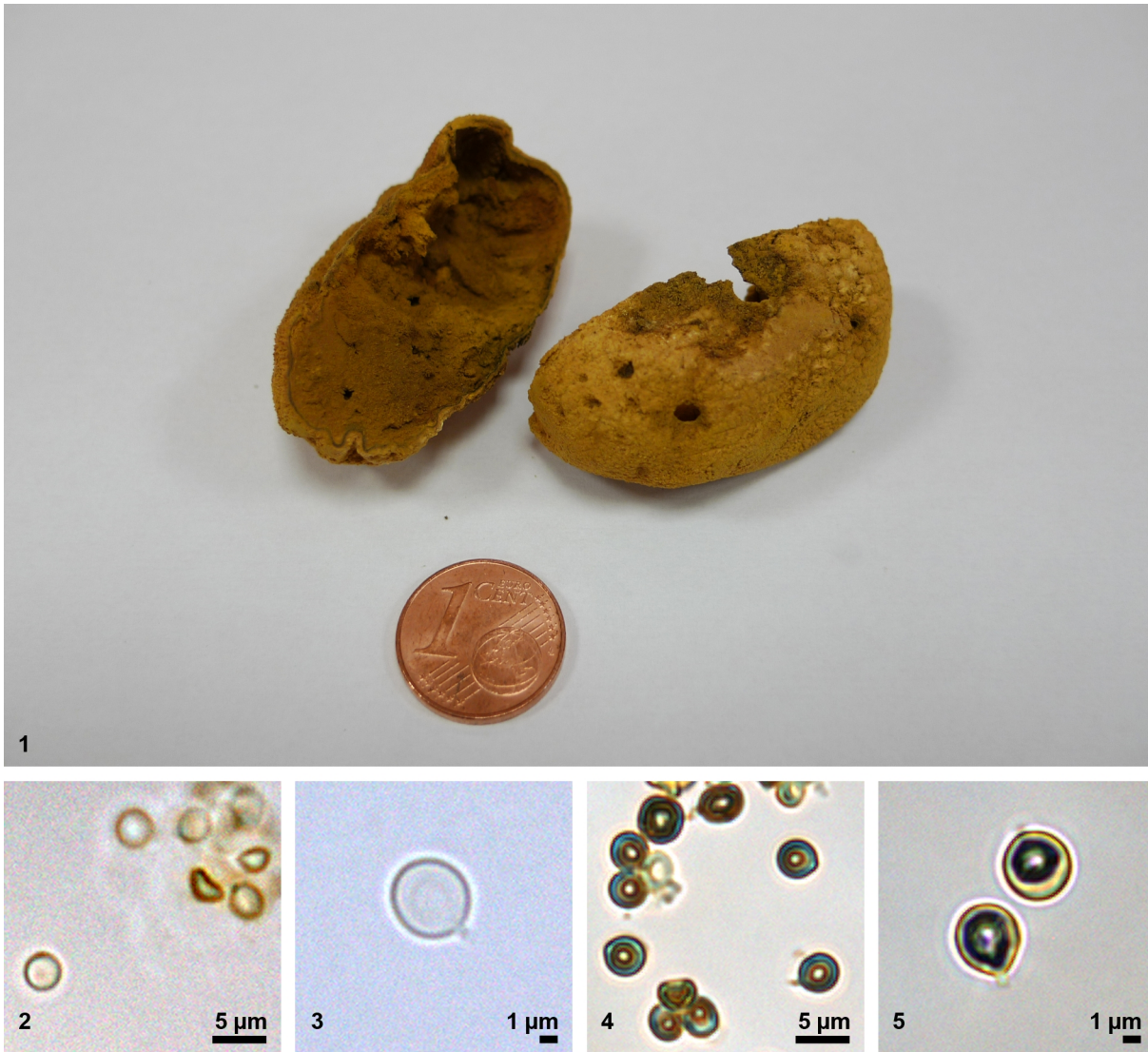
Geastrum nanum Pers. var. *nanum*; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 27

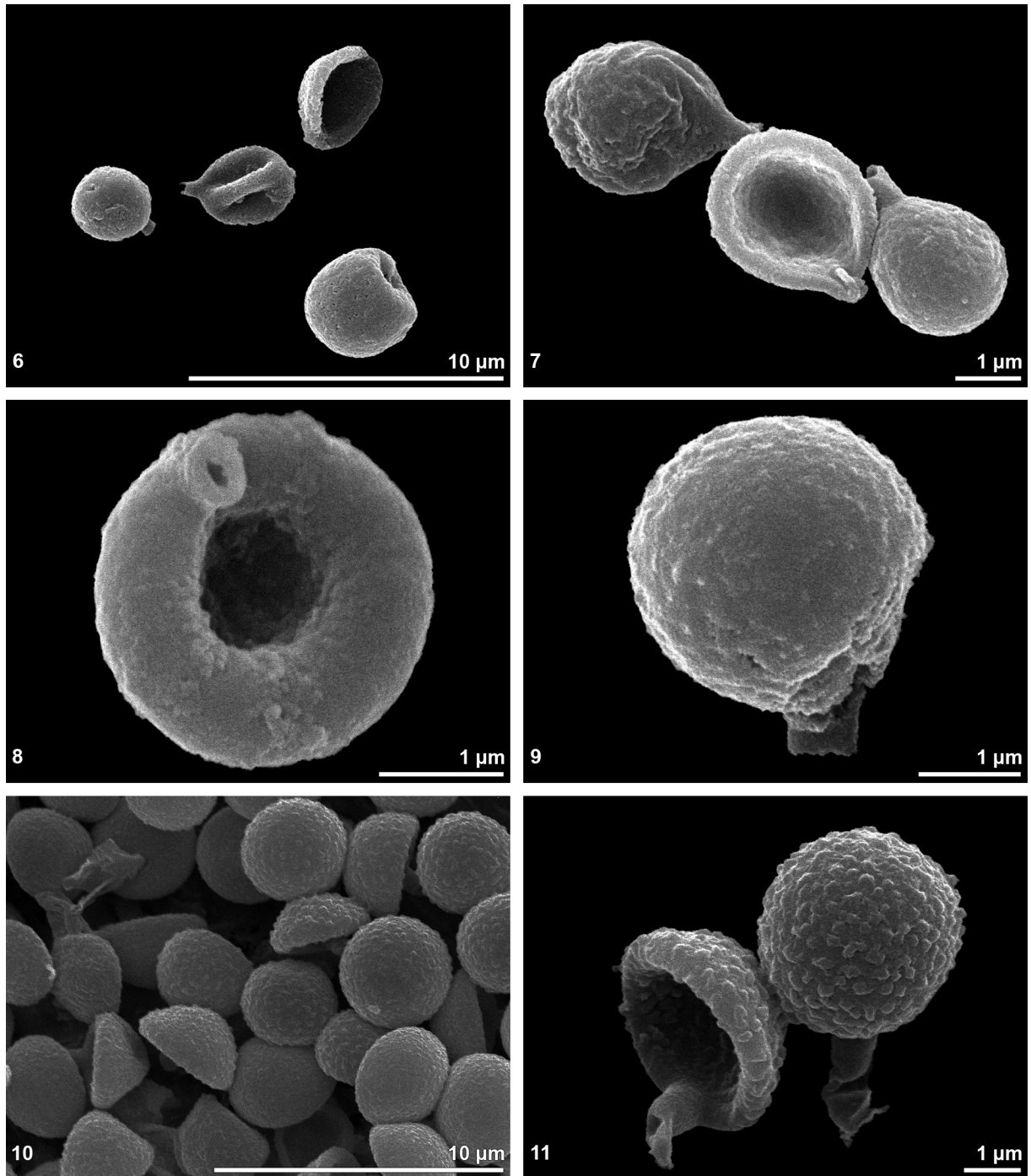
Geastrum nanum Pers. var. *nanum*; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Handkea utriformis (Bull.) Kreisel



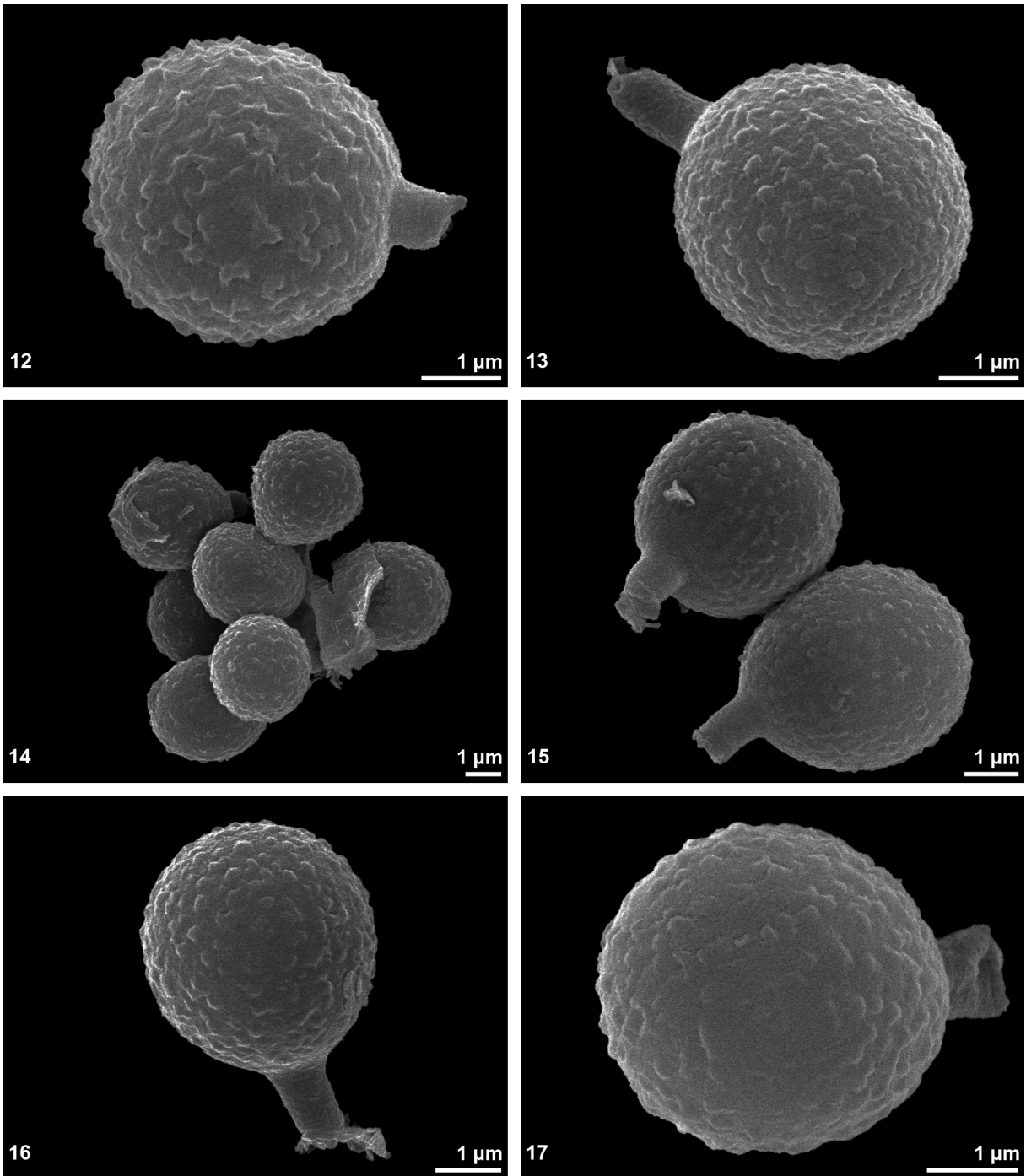
Fototafel 28

Handkea utriformis (Bull.) Kreisel; Abb. 1: Habitusaufnahme des herbarisierten Fruchtkörpers; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 29

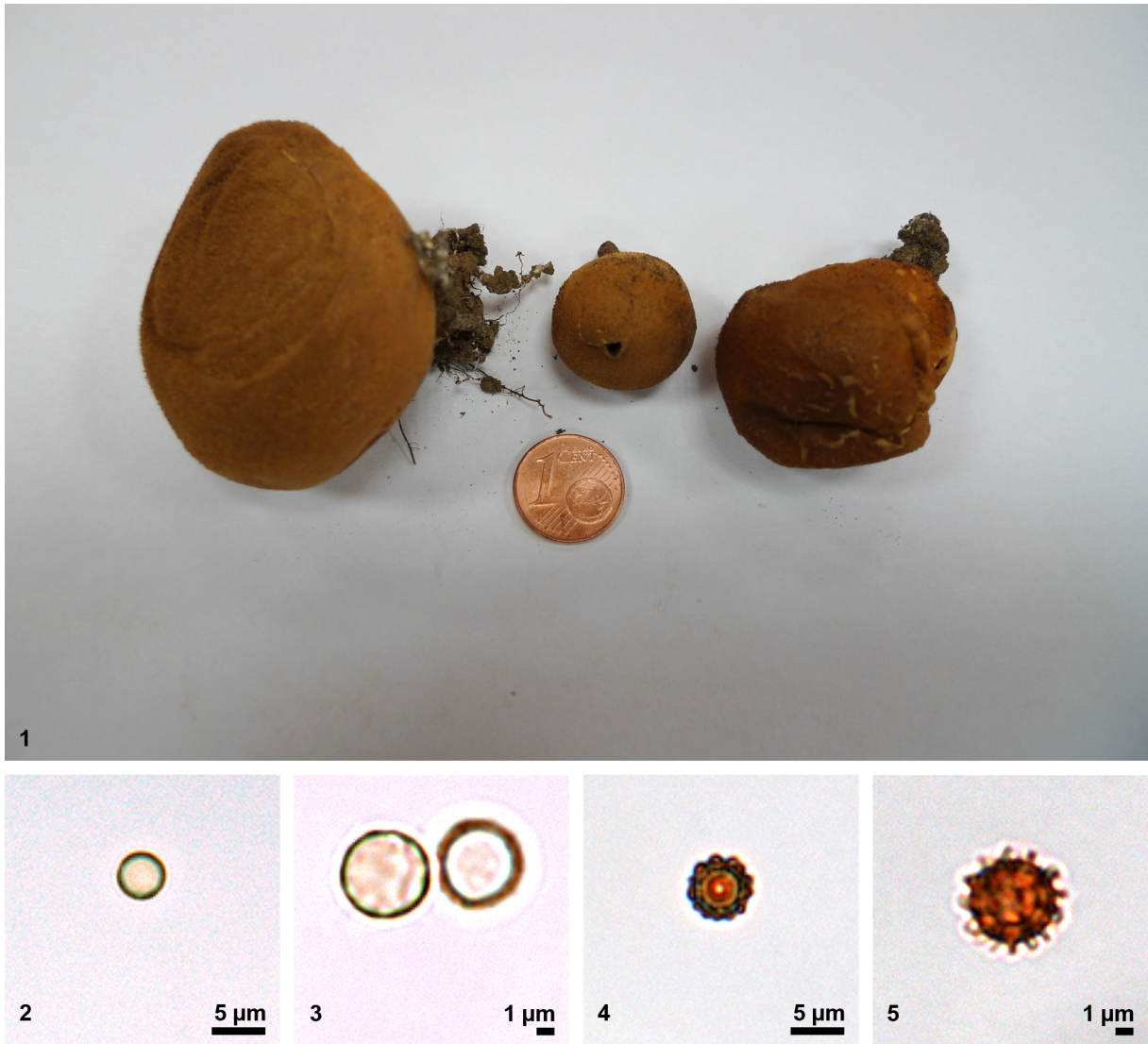
Handkea utriformis (Bull.) Kreisel; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 30

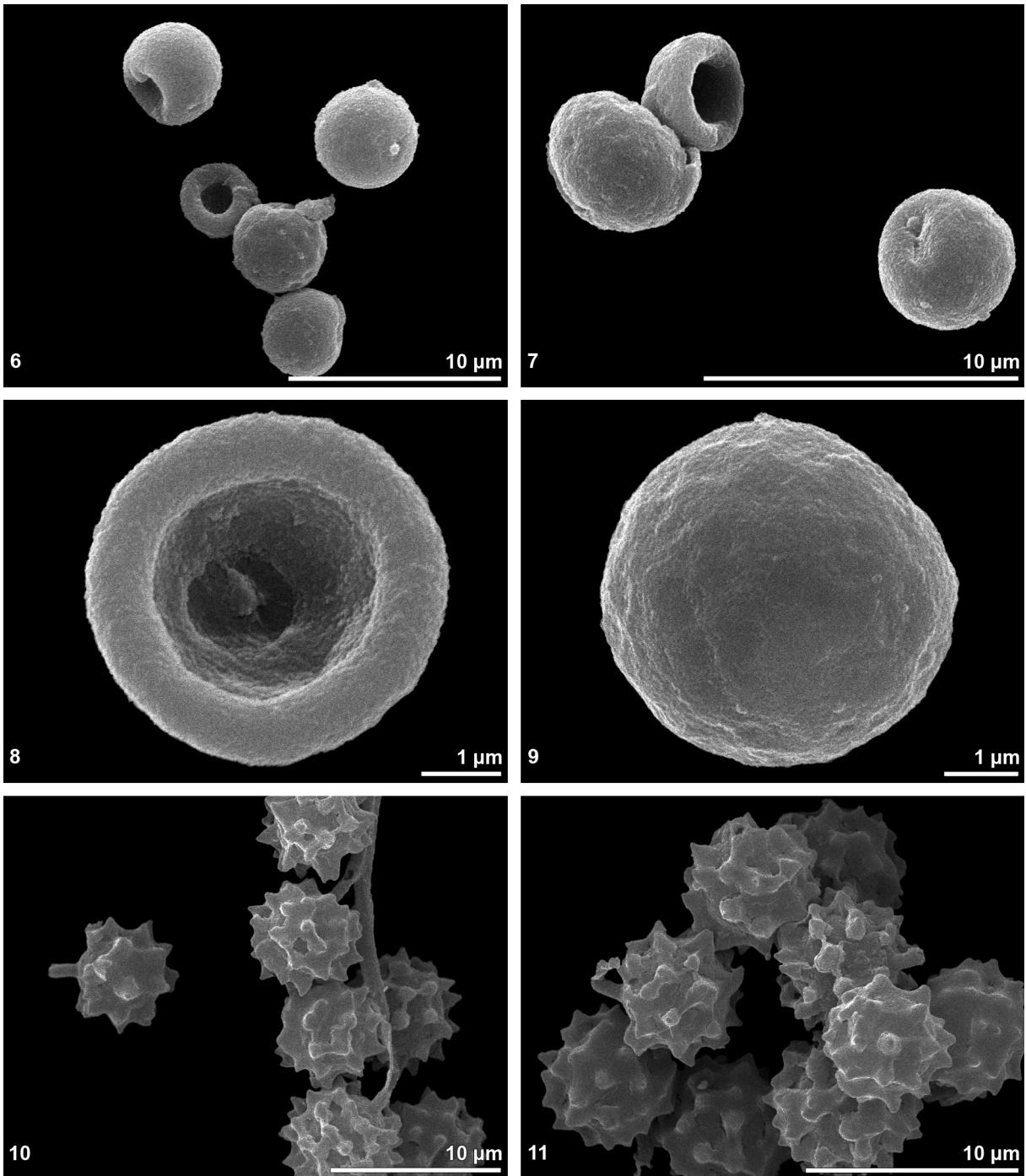
Handkea utriformis (Bull.) Kreisel; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Lycoperdon atropurpureum Vitt.



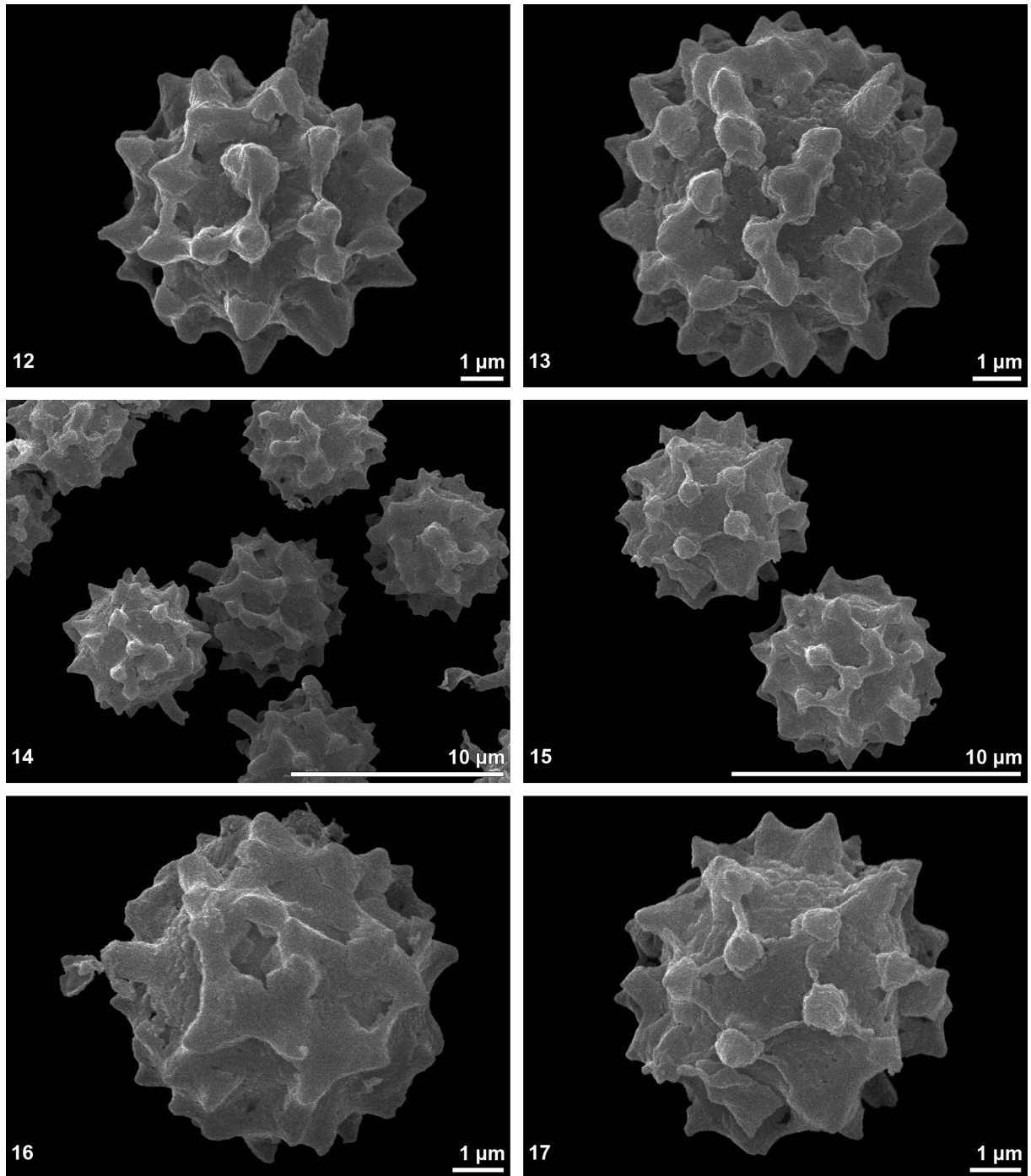
Fototafel 31

Lycoperdon atropurpureum Vitt.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 32

Lycoperdon atropurpureum Vitt.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 33

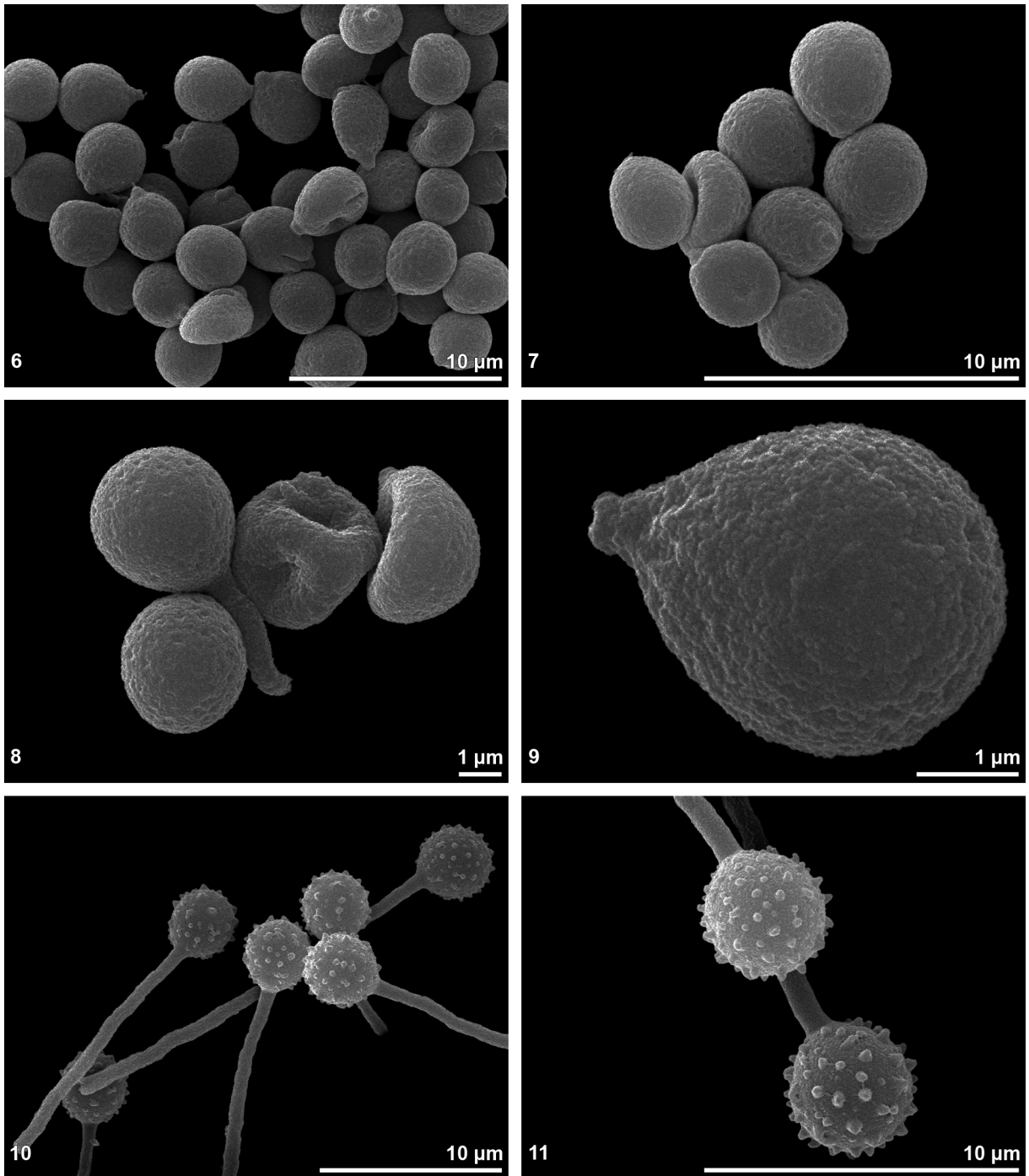
Lycopodium atropurpureum Vitt.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Lycoperdon caudatum Schröt.



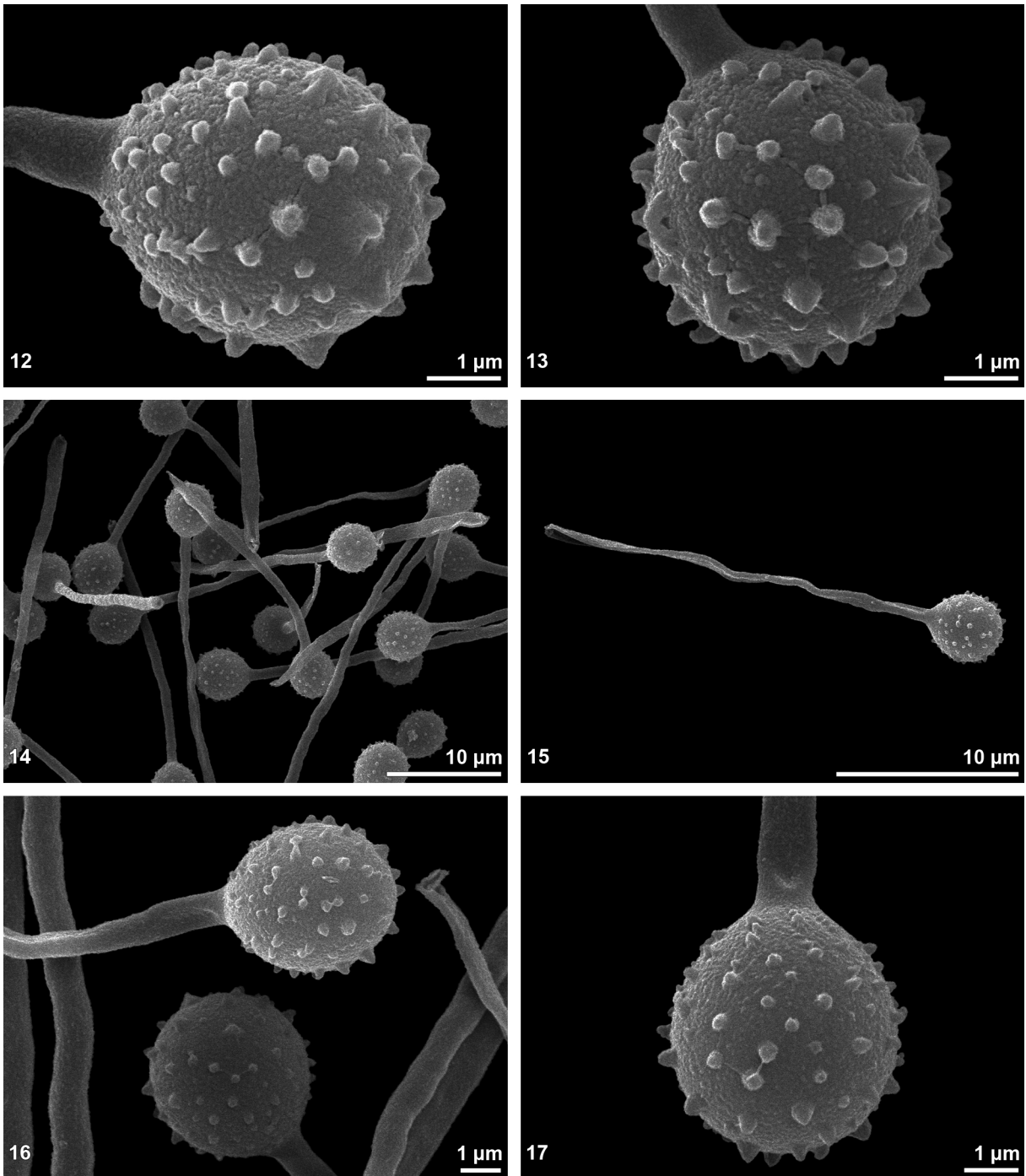
Fototafel 34

Lycoperdon caudatum Schröt.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 35

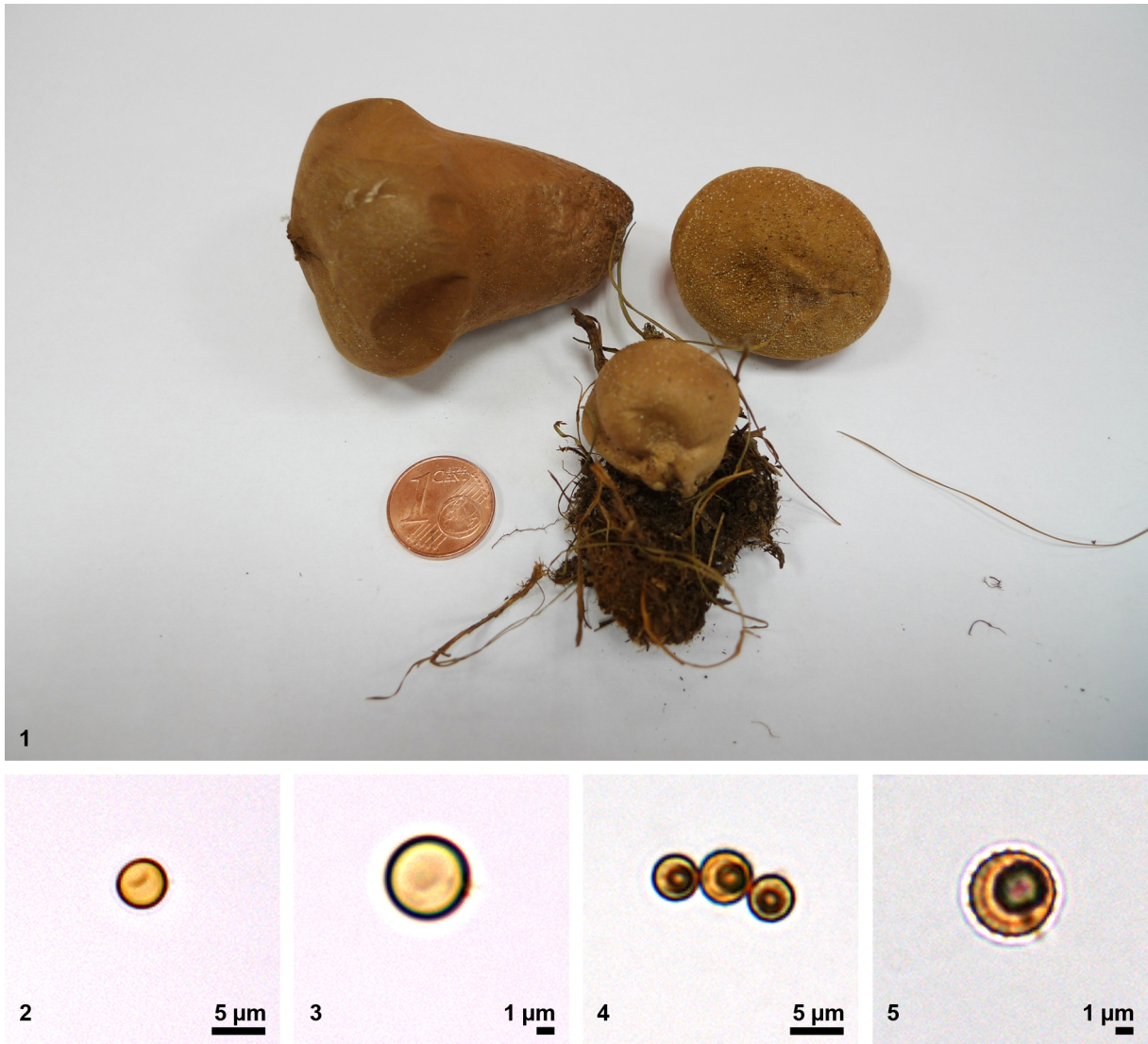
Lycopodon caudatum Schröt.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 36

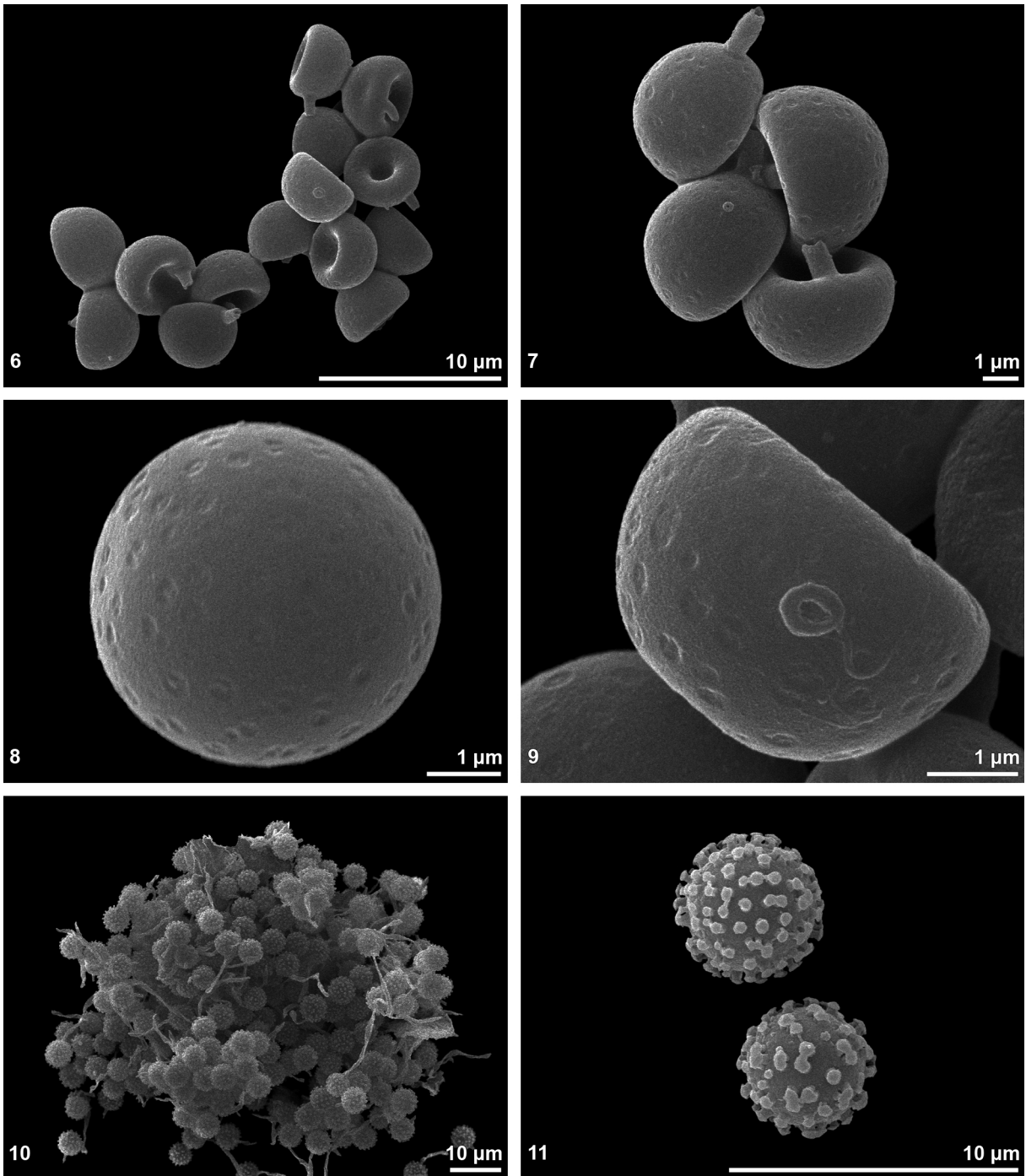
Lycoperdon caudatum Schröt.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Lycoperdon ericaeum Bonord.



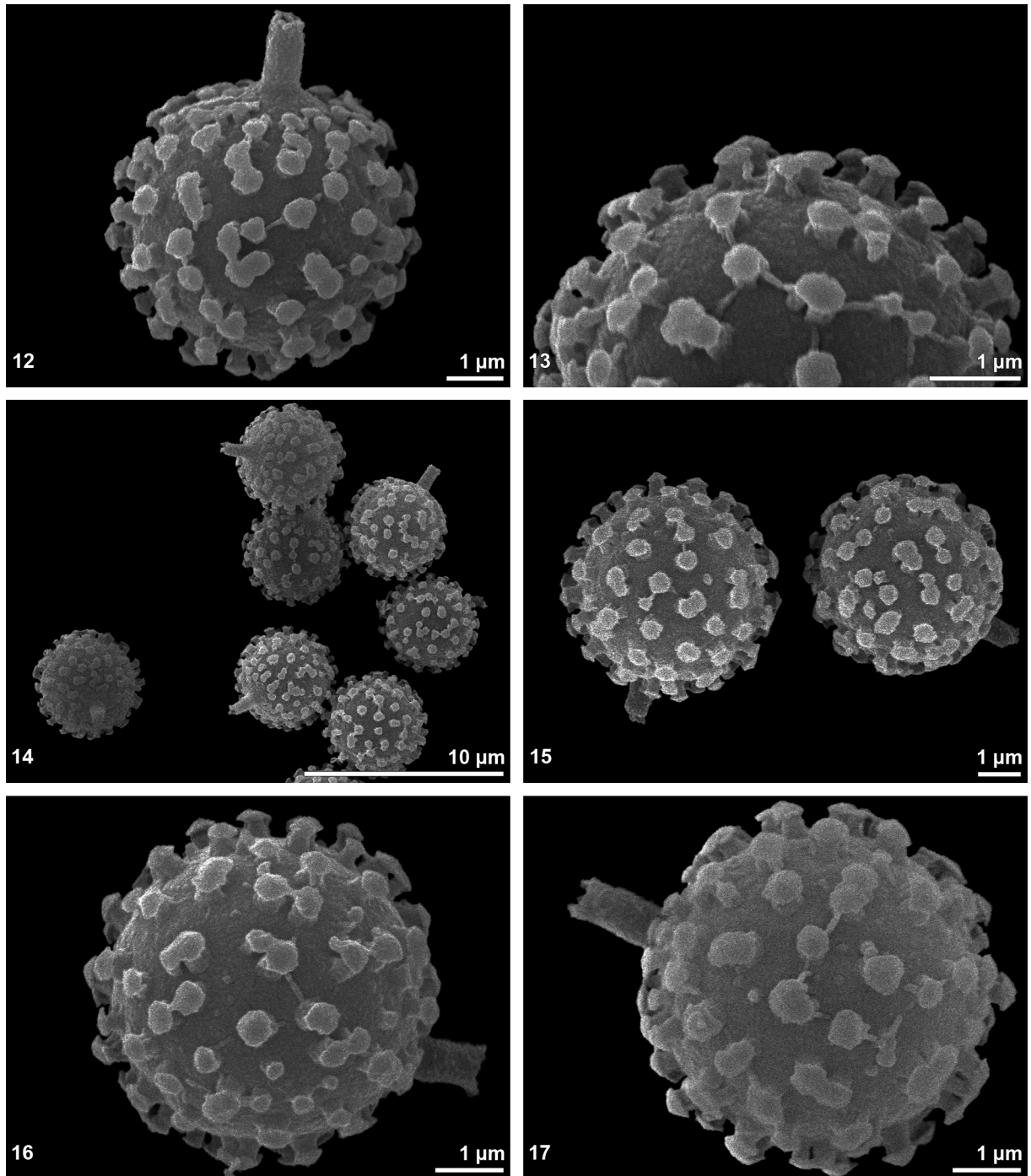
Fototafel 37

Lycoperdon ericaeum Bonord.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 38

Lycoperdon ericaeum Bonord.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen aceto-lysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 39

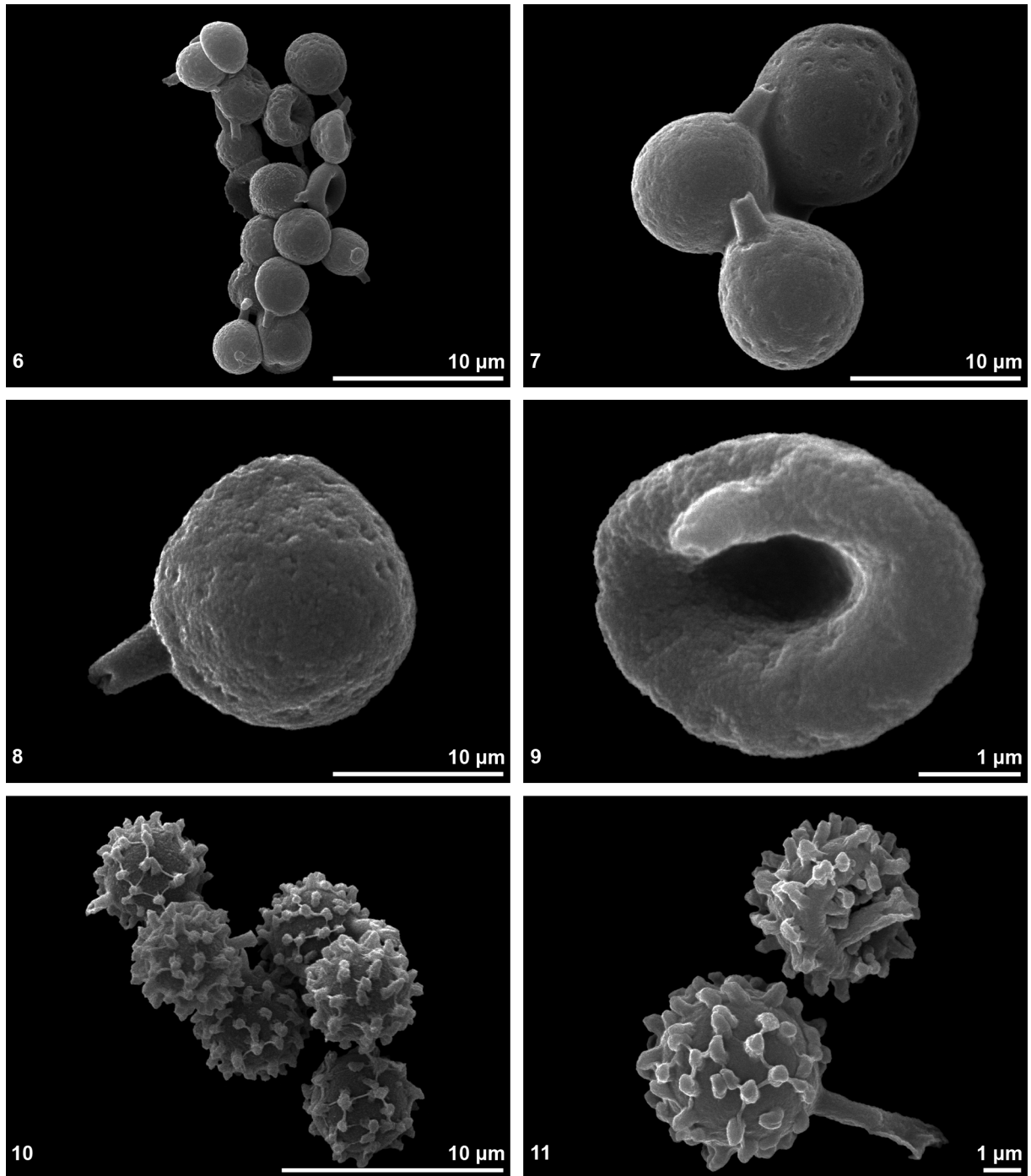
Lycopodium ericaeum Bonord.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Lycoperdon muscorum Morgan



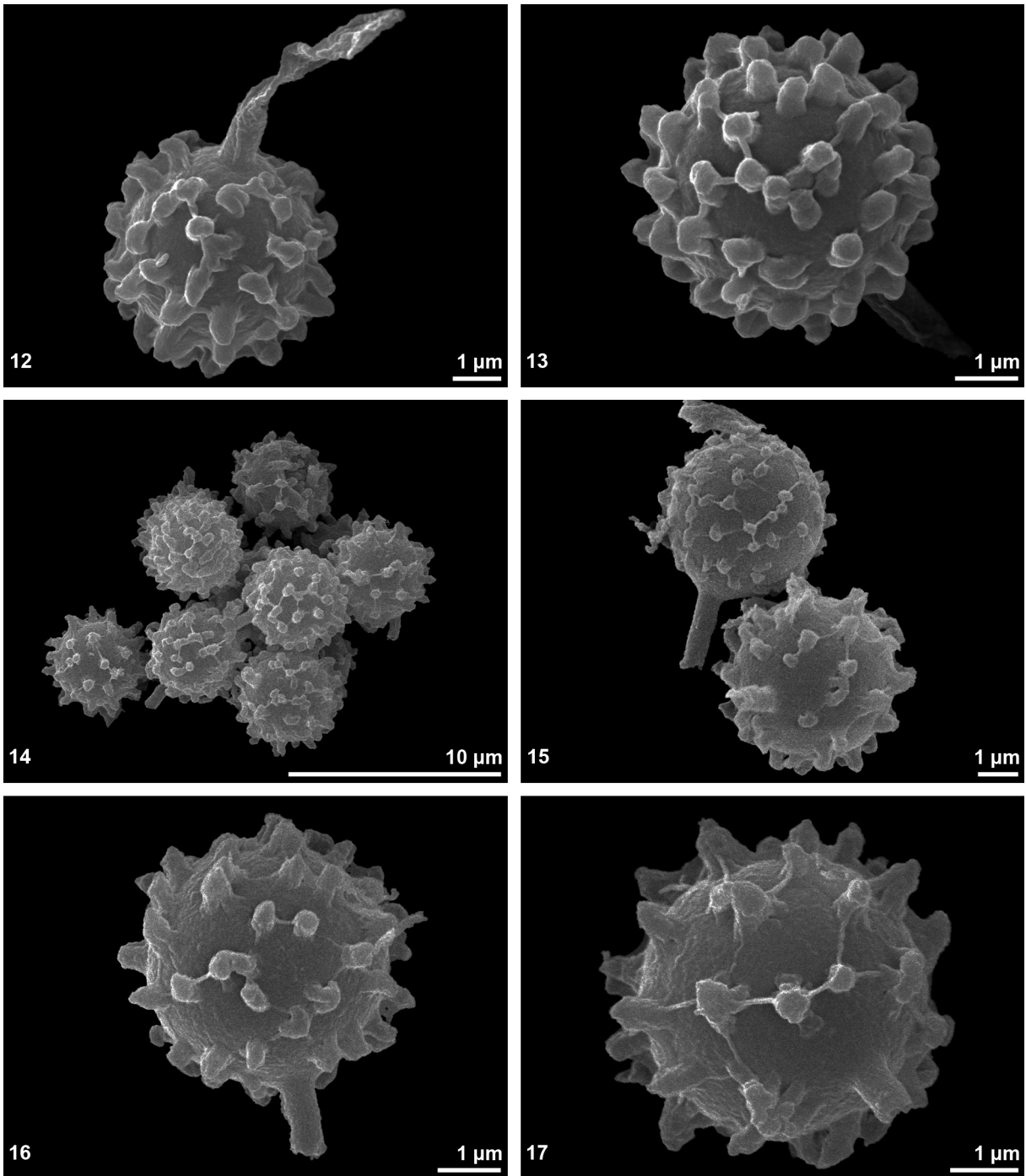
Fototafel 40

Lycoperdon muscorum Morgan; Abb. 1: Habitusaufnahme des herbarisierten Fruchtkörpers; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 41

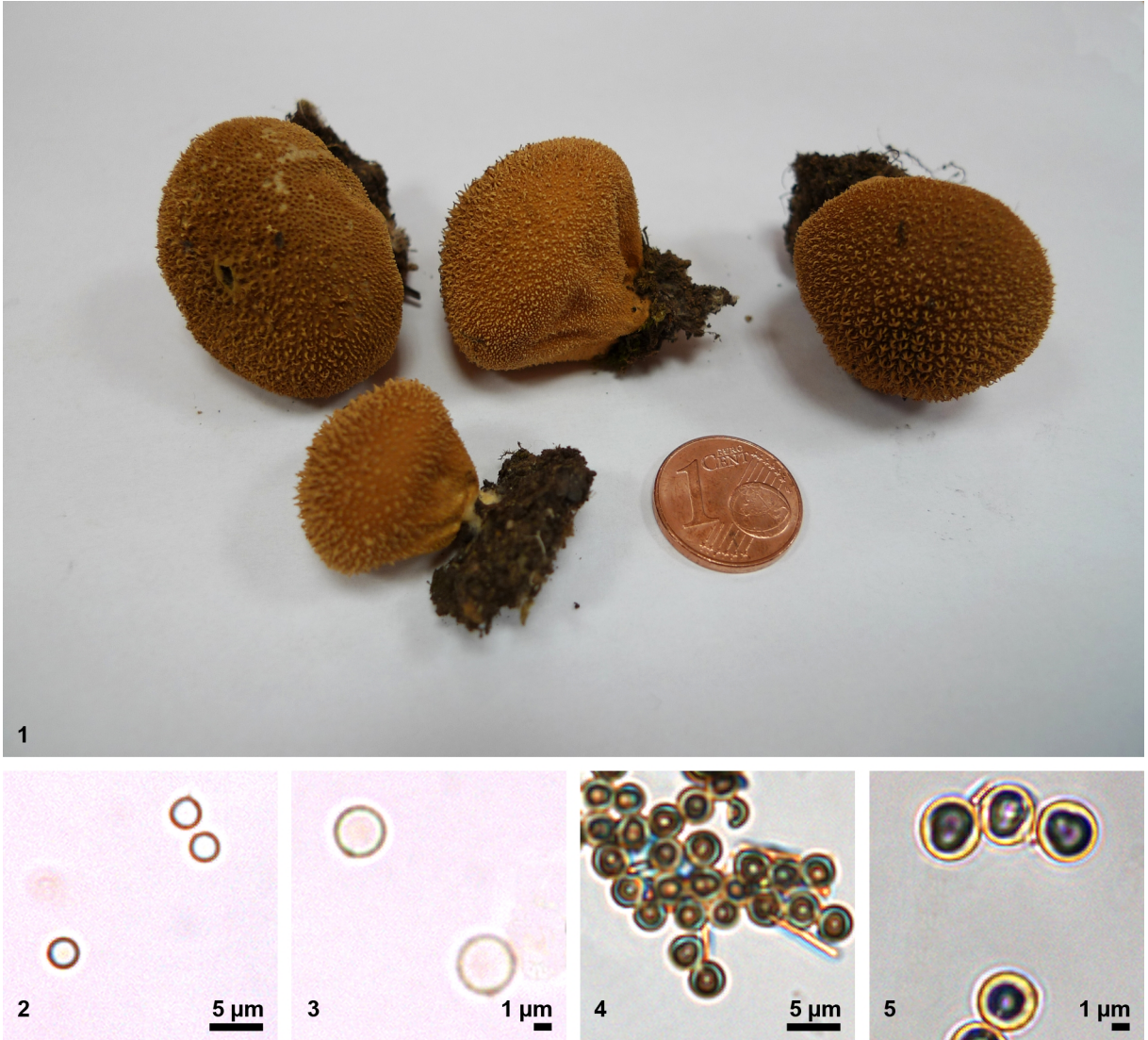
Lycoperdon muscorum Morgan; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen aceto-lysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 42

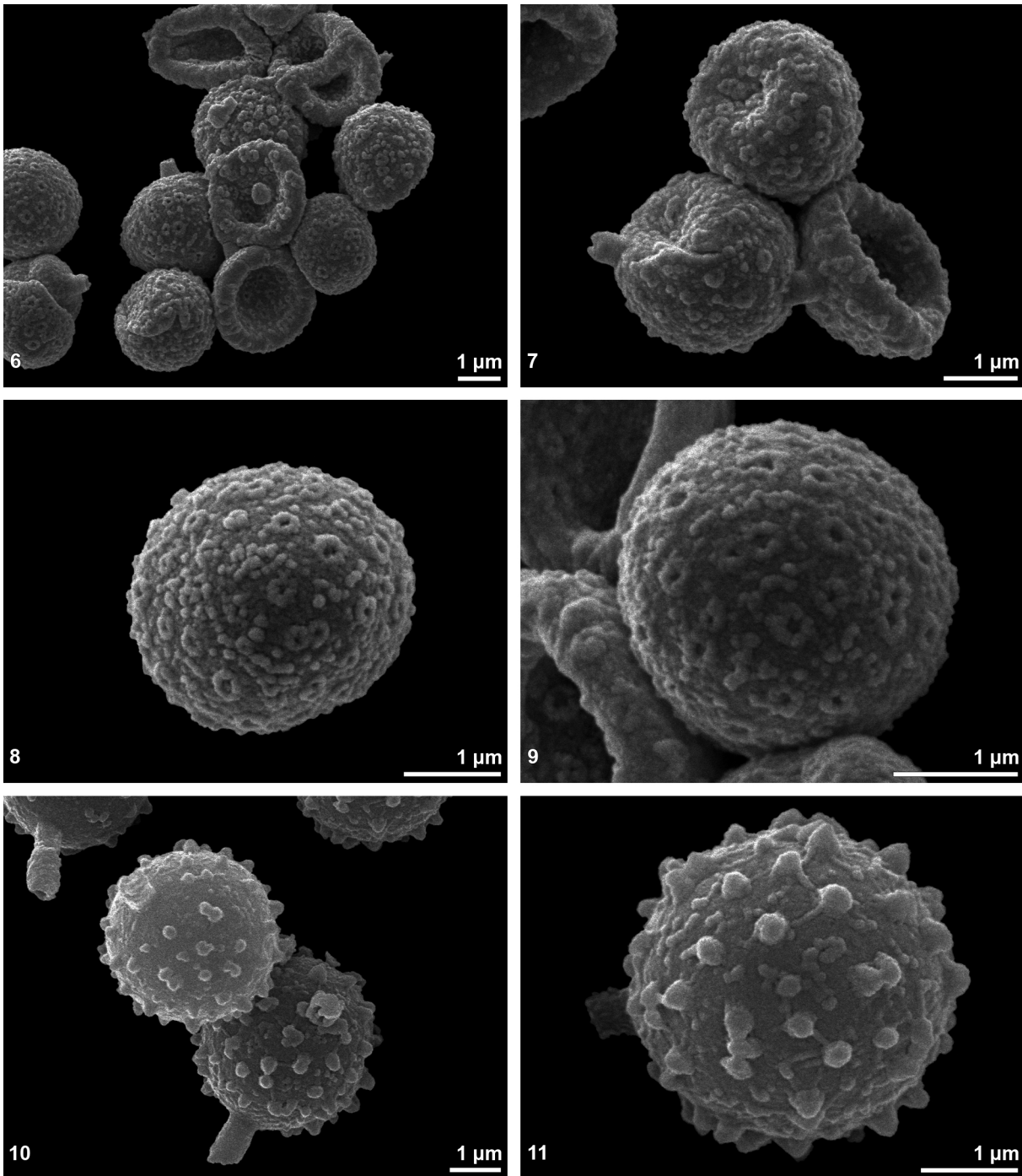
Lycoperdon muscorum Morgan; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Lycoperdon norvegicum Demoulin



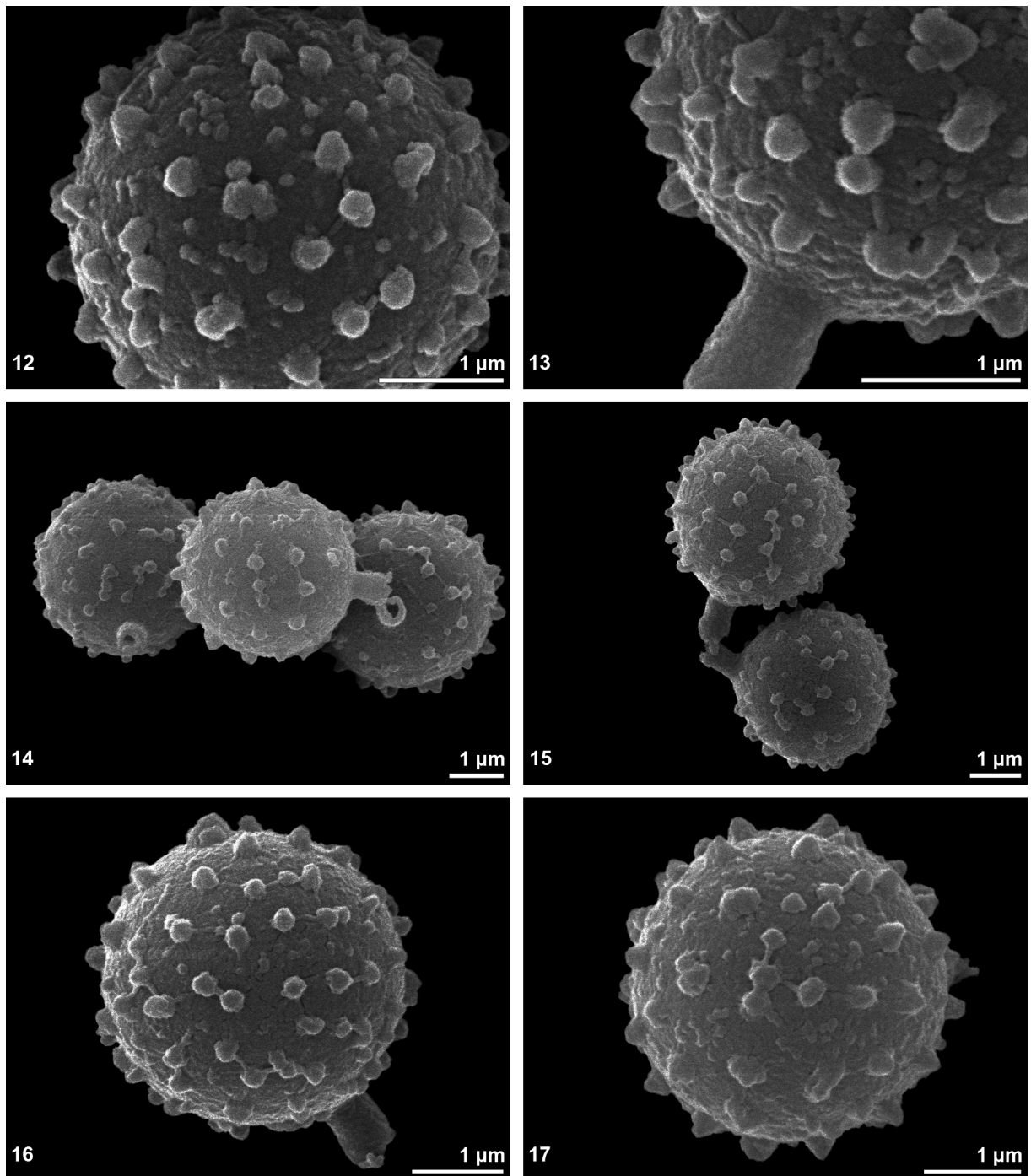
Fototafel 43

Lycoperdon norvegicum Demoulin; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 44

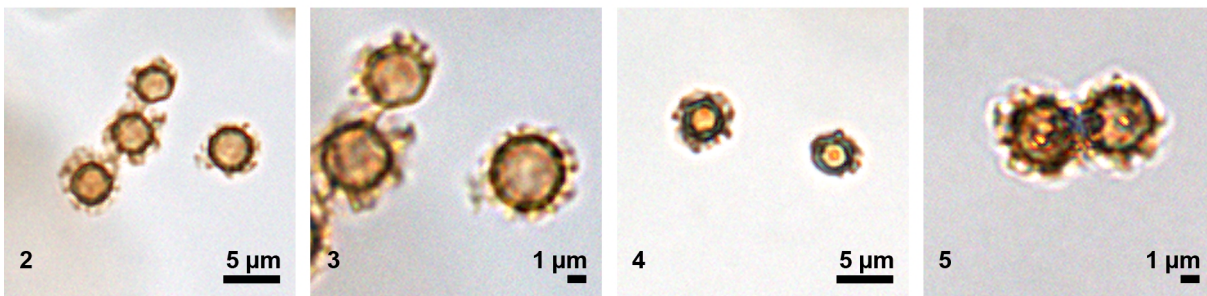
Lycoperdon norvegicum Demoulin; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 45

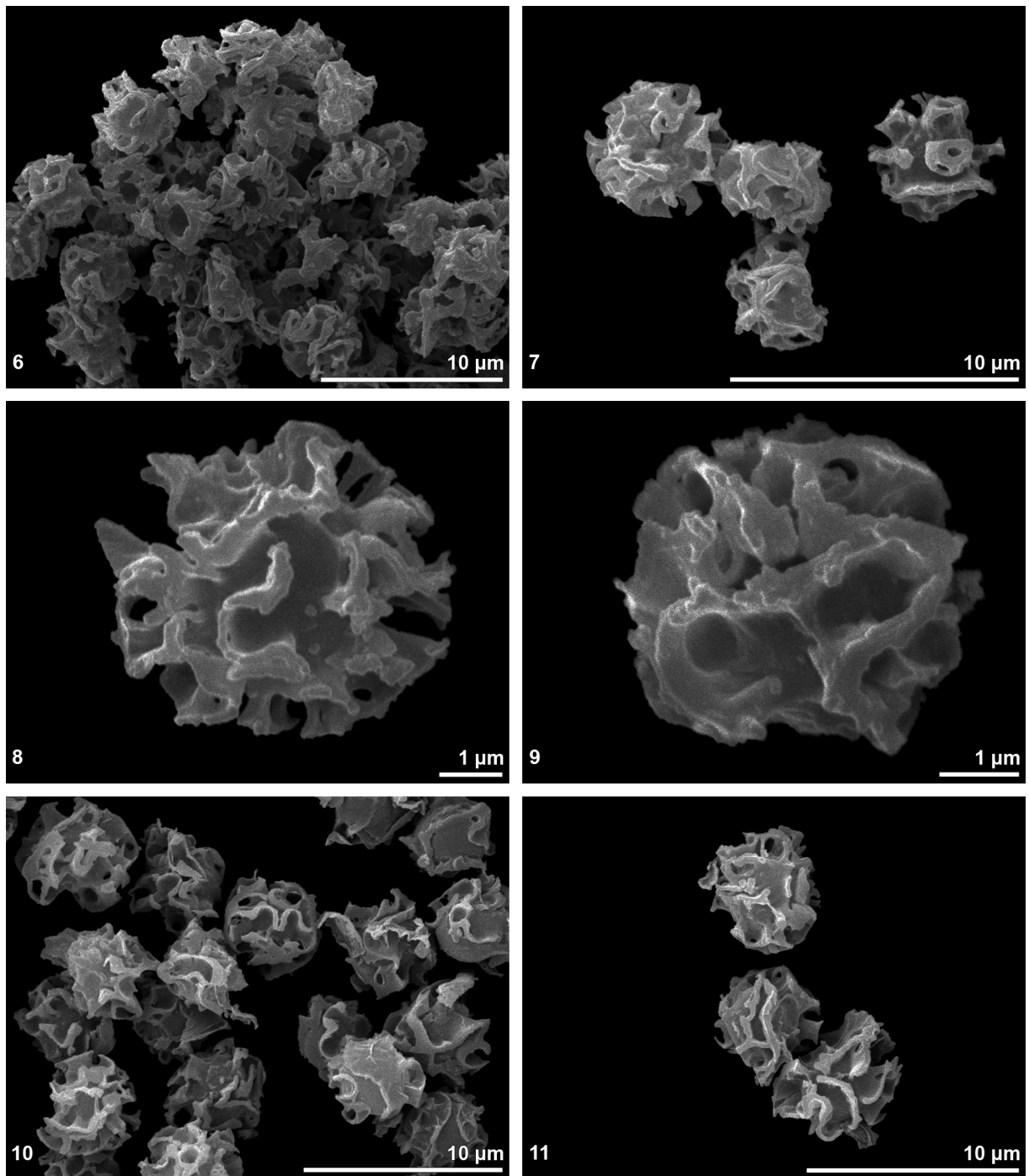
Lycopodon norvegicum Demoulin; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Myriostoma coliforme (With. ex Pers.) Corda



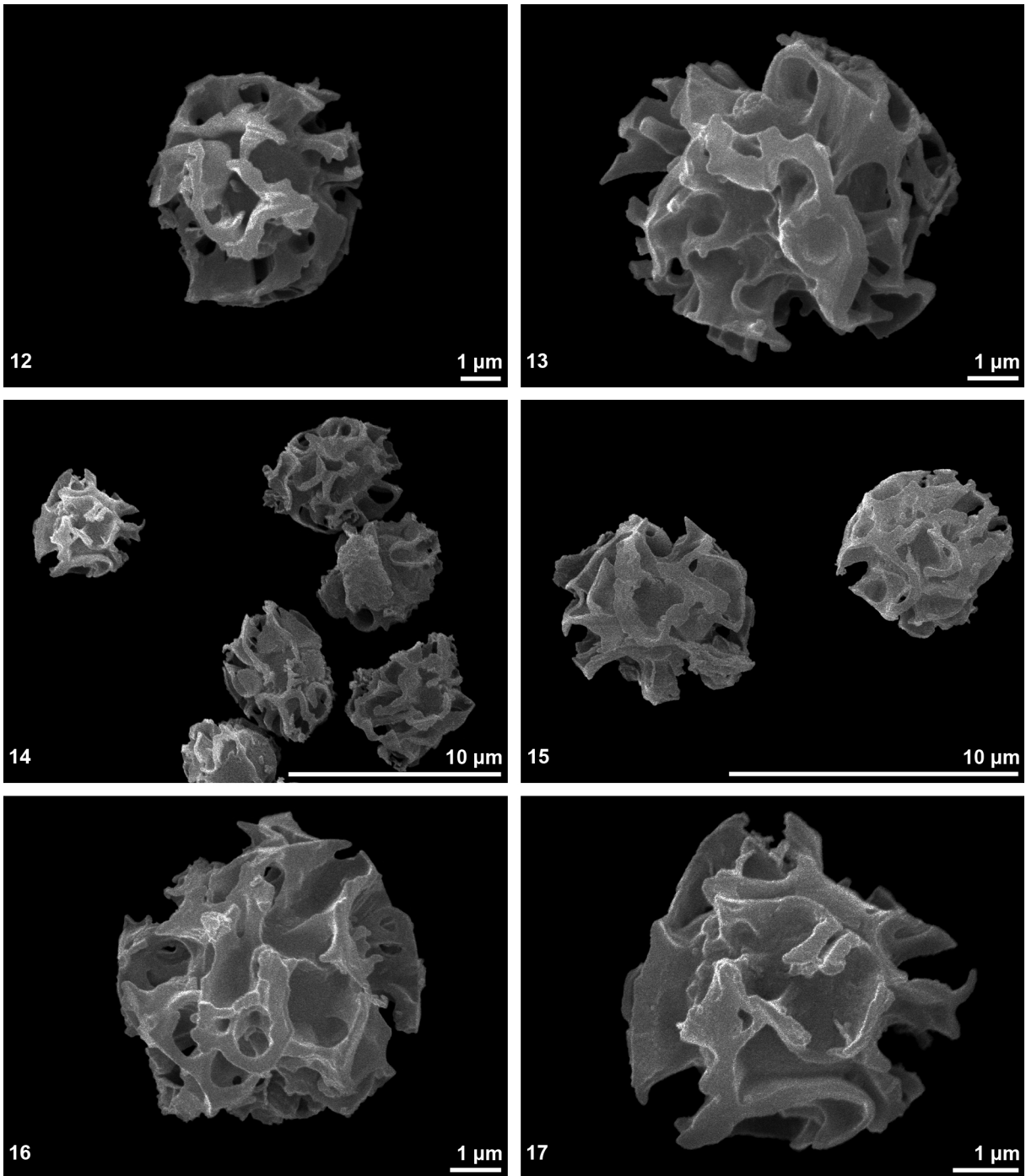
Fototafel 46

Myriostoma coliforme (With. ex Pers.) Corda; Abb. 1: Habitusaufnahme des herbarisierten Fruchtkörpers; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 47

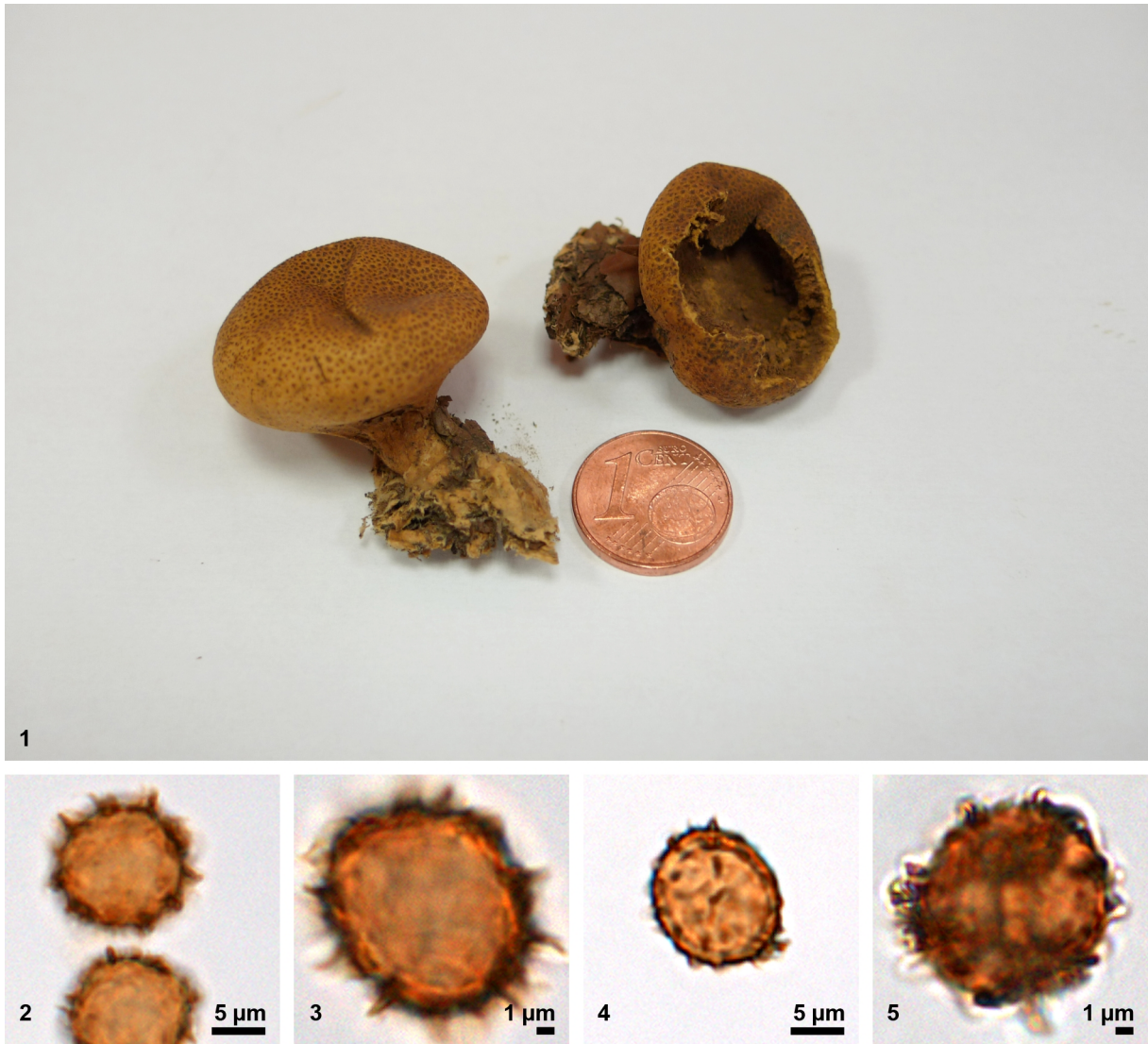
Myriostoma califorme (With. ex Pers.) Corda; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 48

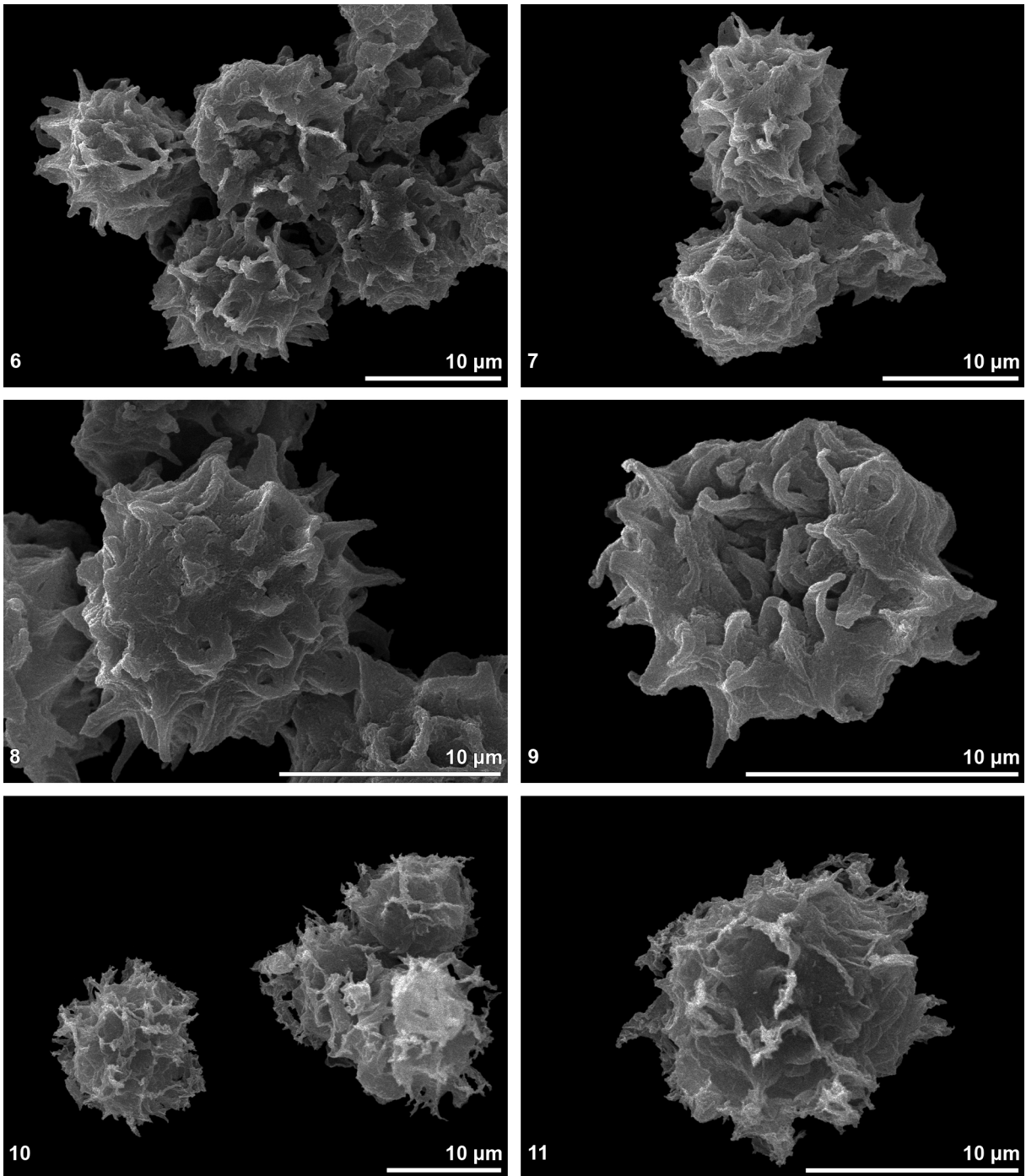
Myriostoma coliforme (With. ex Pers.) Corda; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Scleroderma aerolatum Ehrenb.



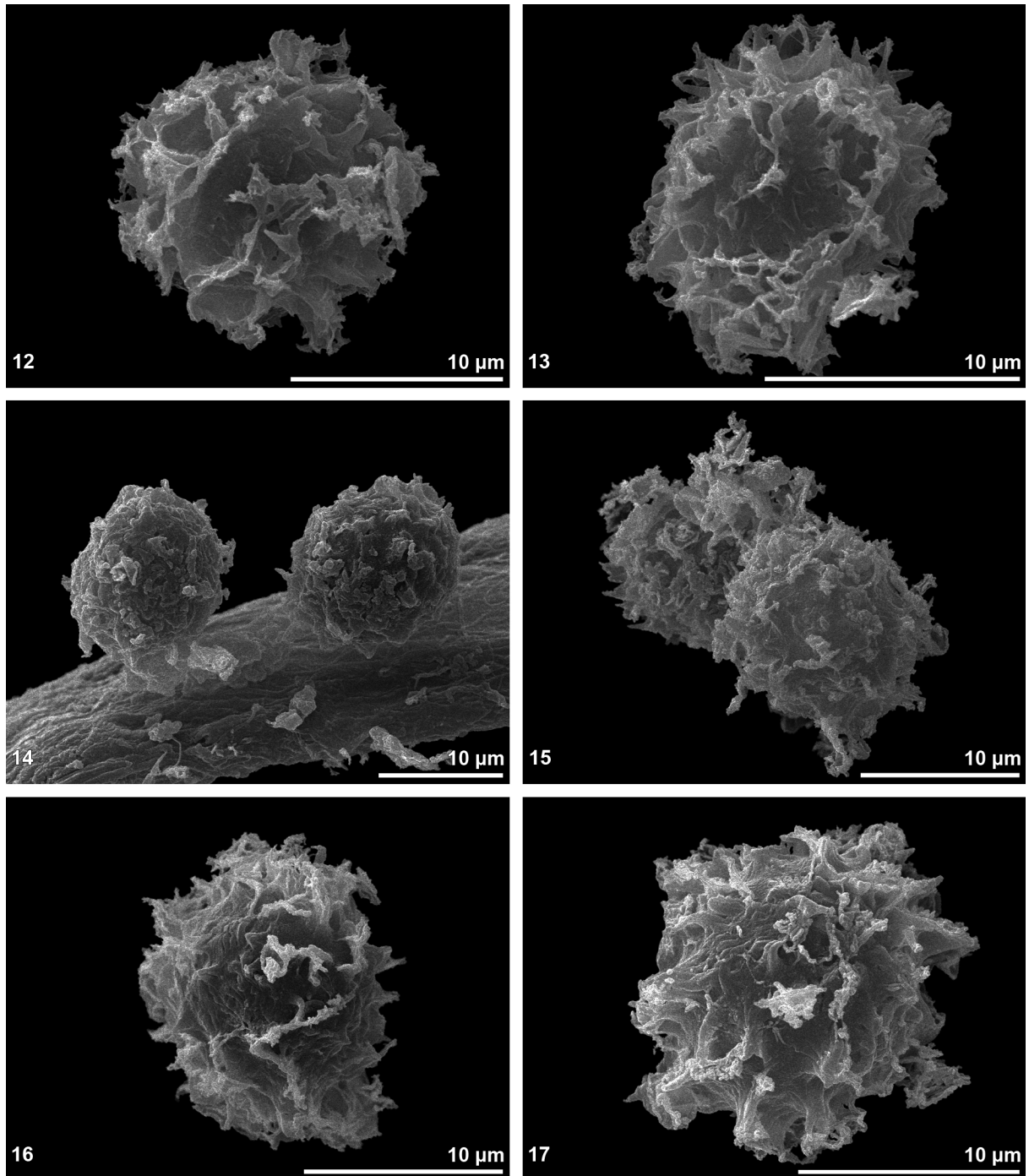
Fototafel 49

Scleroderma aerolatum Ehrenb.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 50

Scleroderma aerolatum Ehrenb.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 51

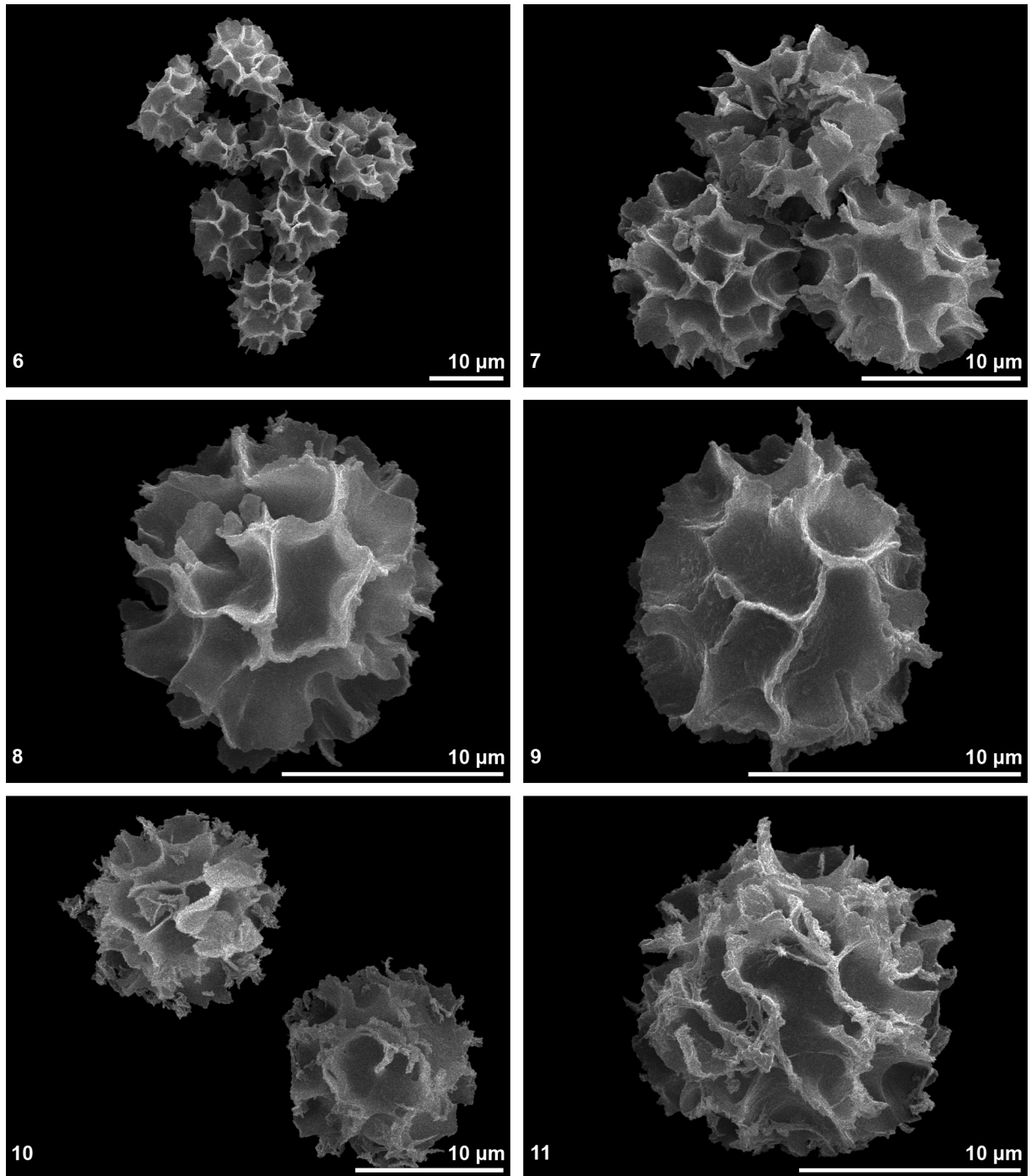
Scleroderma aerolatum Ehrenb.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Scleroderma bovista Fr.



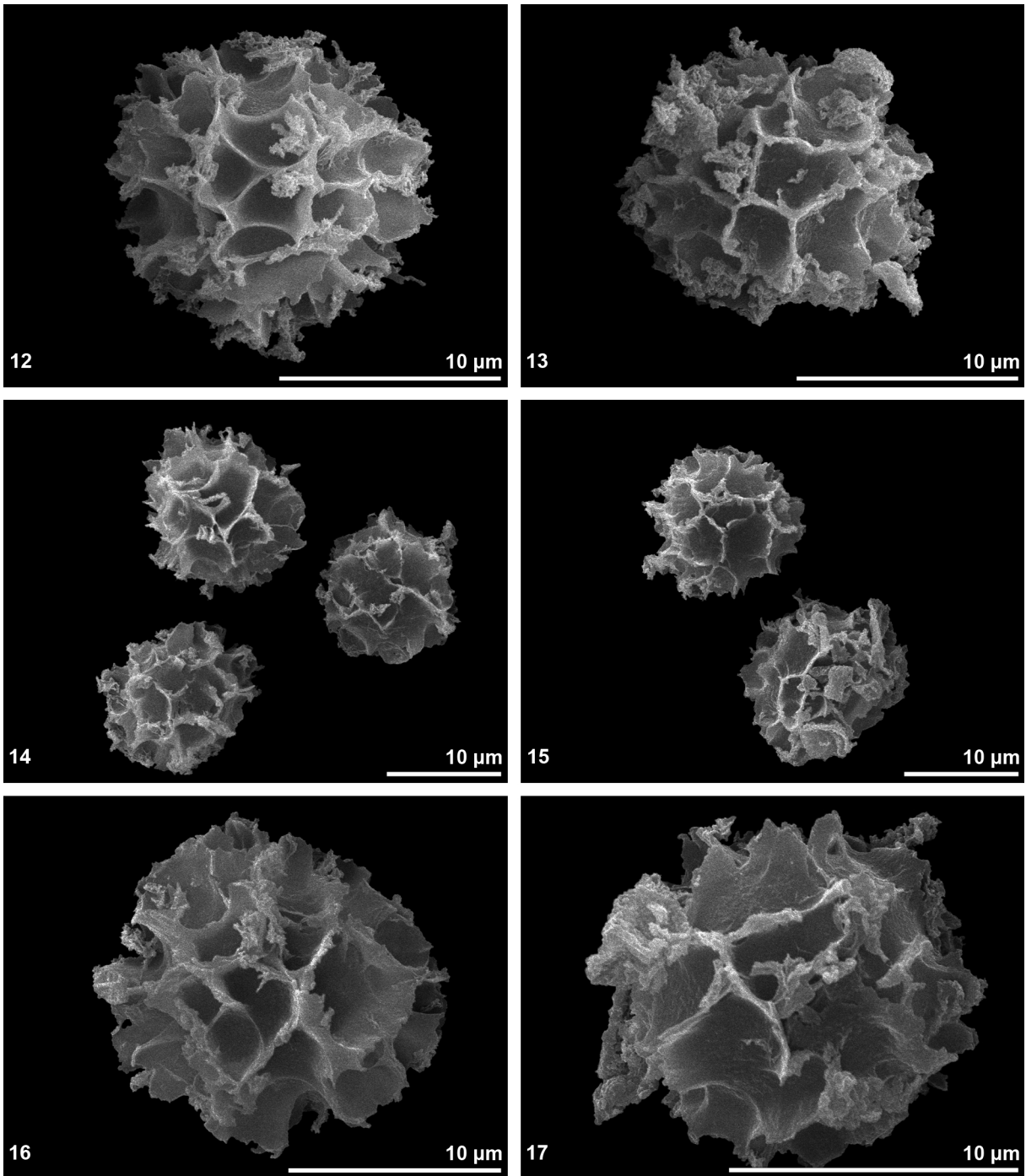
Fototafel 52

Scleroderma bovista Fr.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 53

Scleroderma bovista Fr.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolyzierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 54

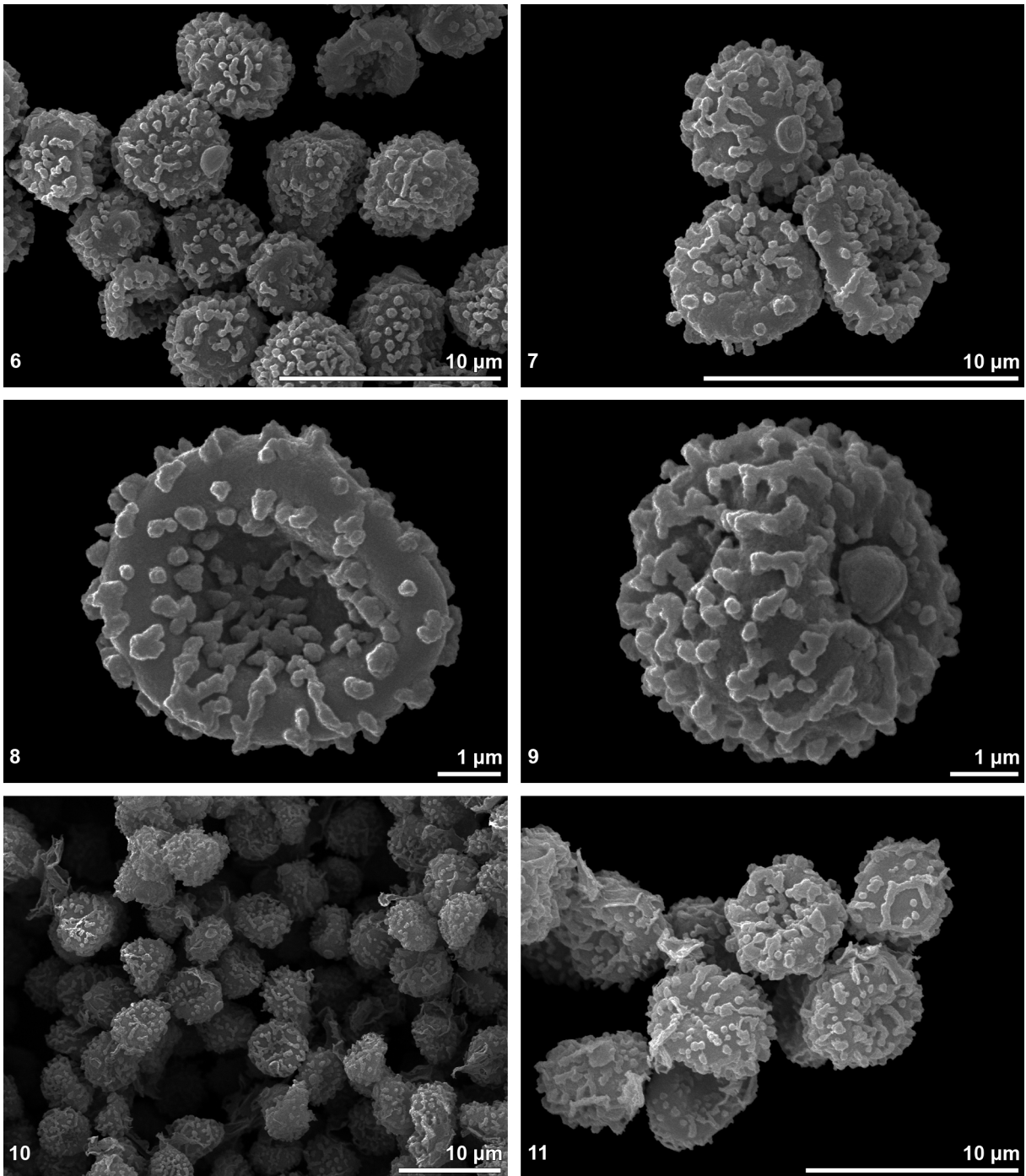
Scleroderma bovista Fr.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Tulostoma fimbriatum Fr. var. *campestre*
(Morgan) Moreno



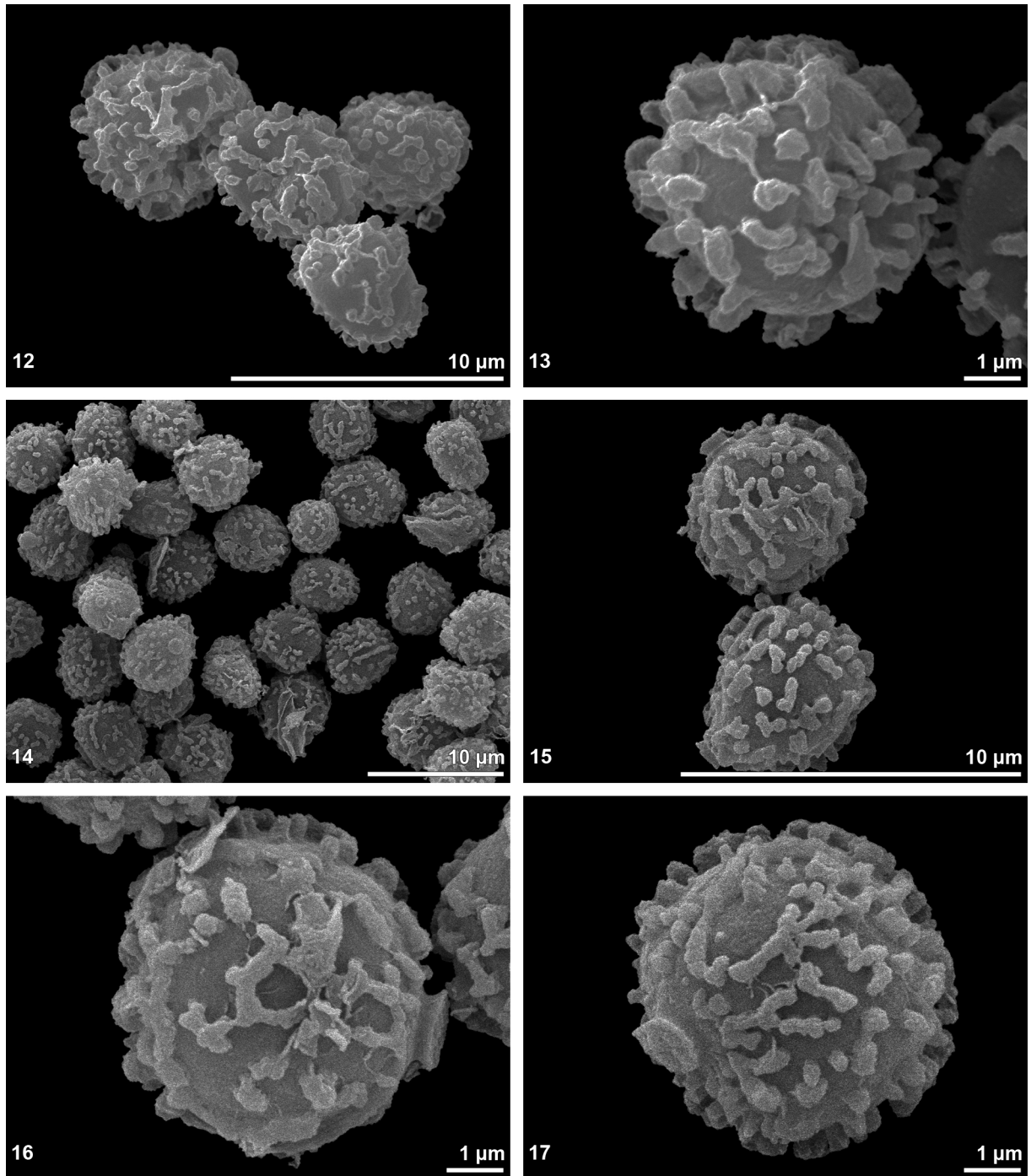
Fototafel 55

Tulostoma fimbriatum Fr. var. *campestre* (Morgan) Moreno; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 56

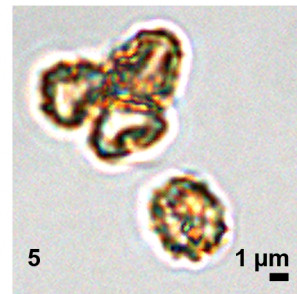
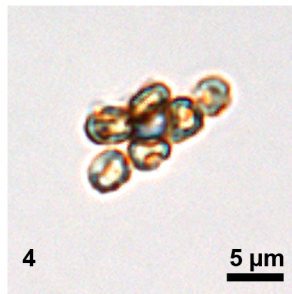
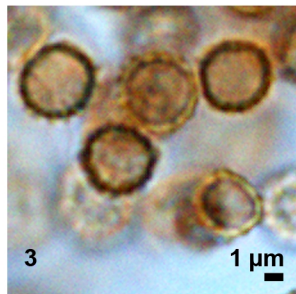
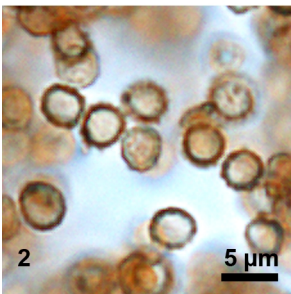
Tulostoma fimbriatum Fr. var. *campestre* (Morgan) Moreno; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 57

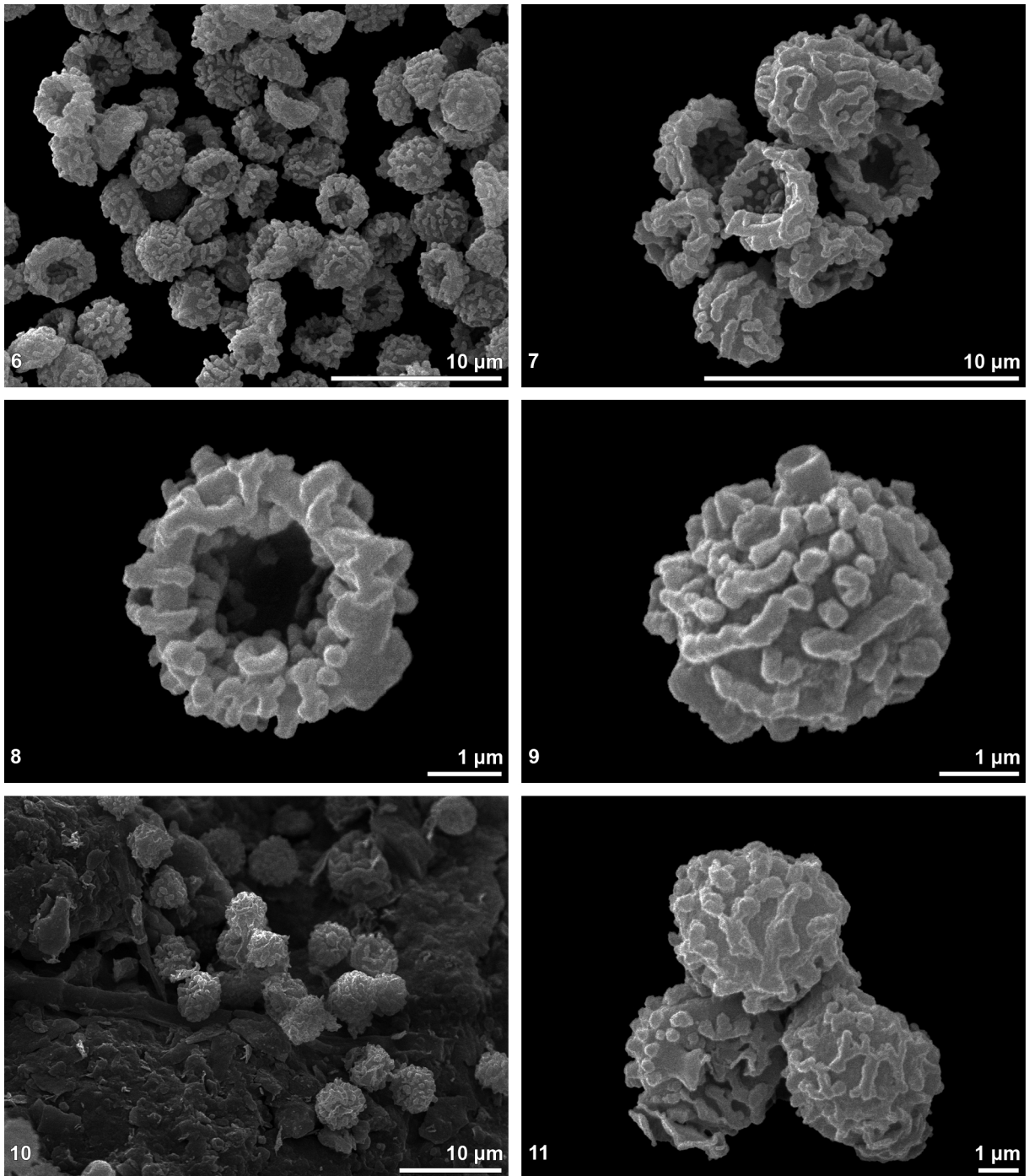
Tulostoma fimbriatum Fr. var. *campestre* (Morgan) Moreno; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Tulostoma fimbriatum Fr. var. *fimbriatum*



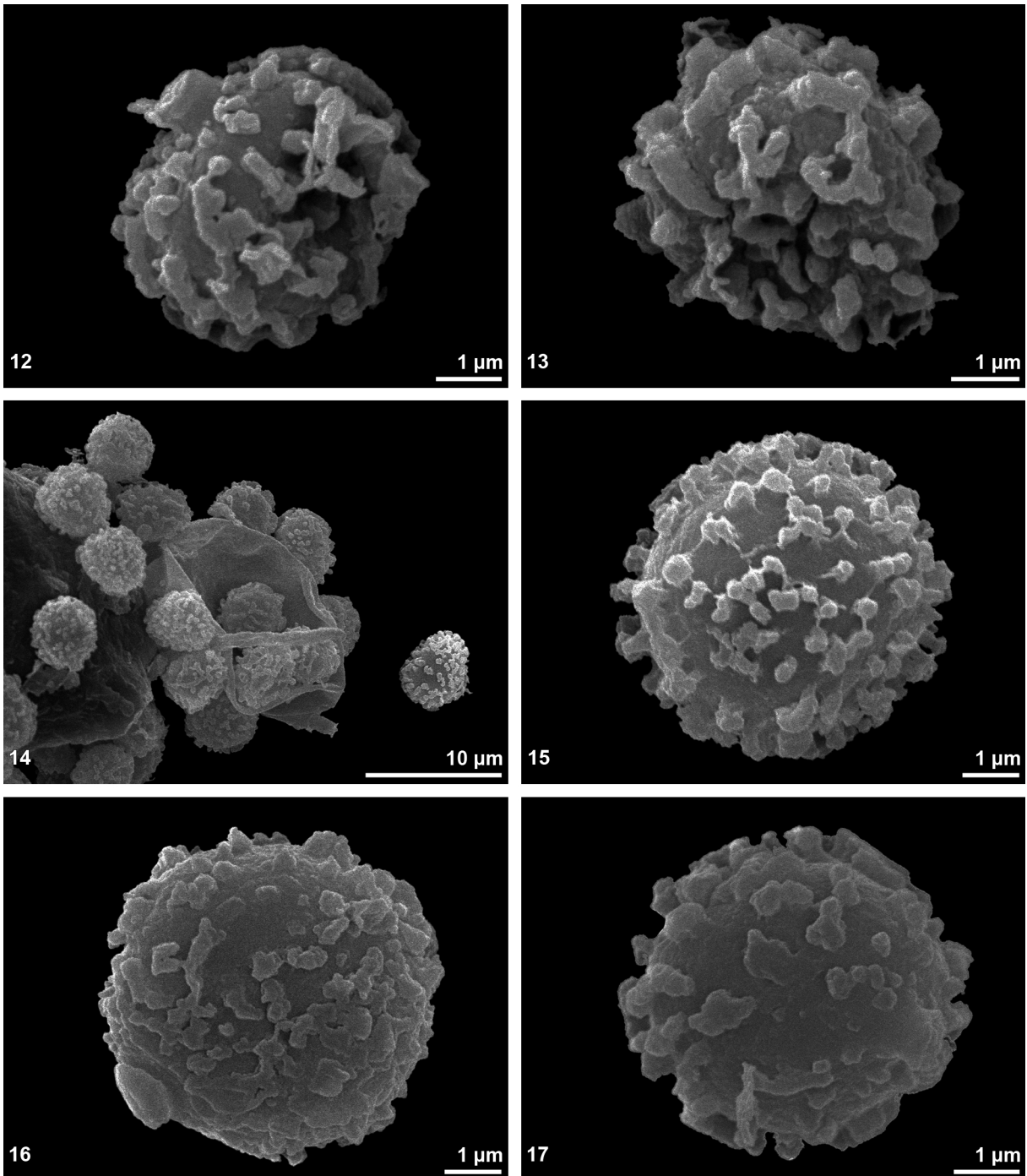
Fototafel 58

Tulostoma fimbriatum Fr. var. *fimbriatum*; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 59

Tulostoma fimbriatum Fr. var. *fimbriatum*; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 60

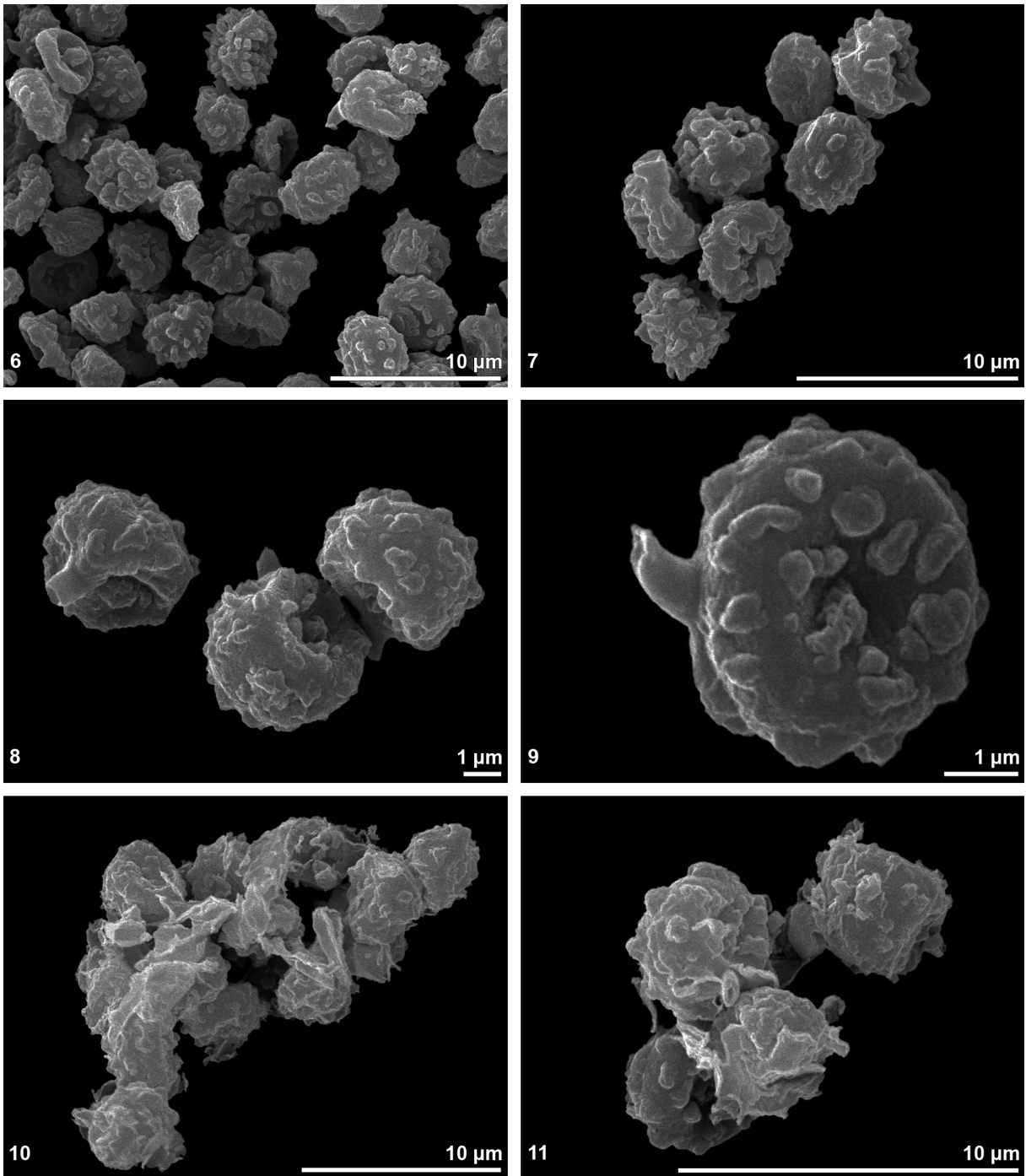
Tulostoma fimbriatum Fr. var. *fimbriatum*; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Tulostoma kotlabae Pouzar



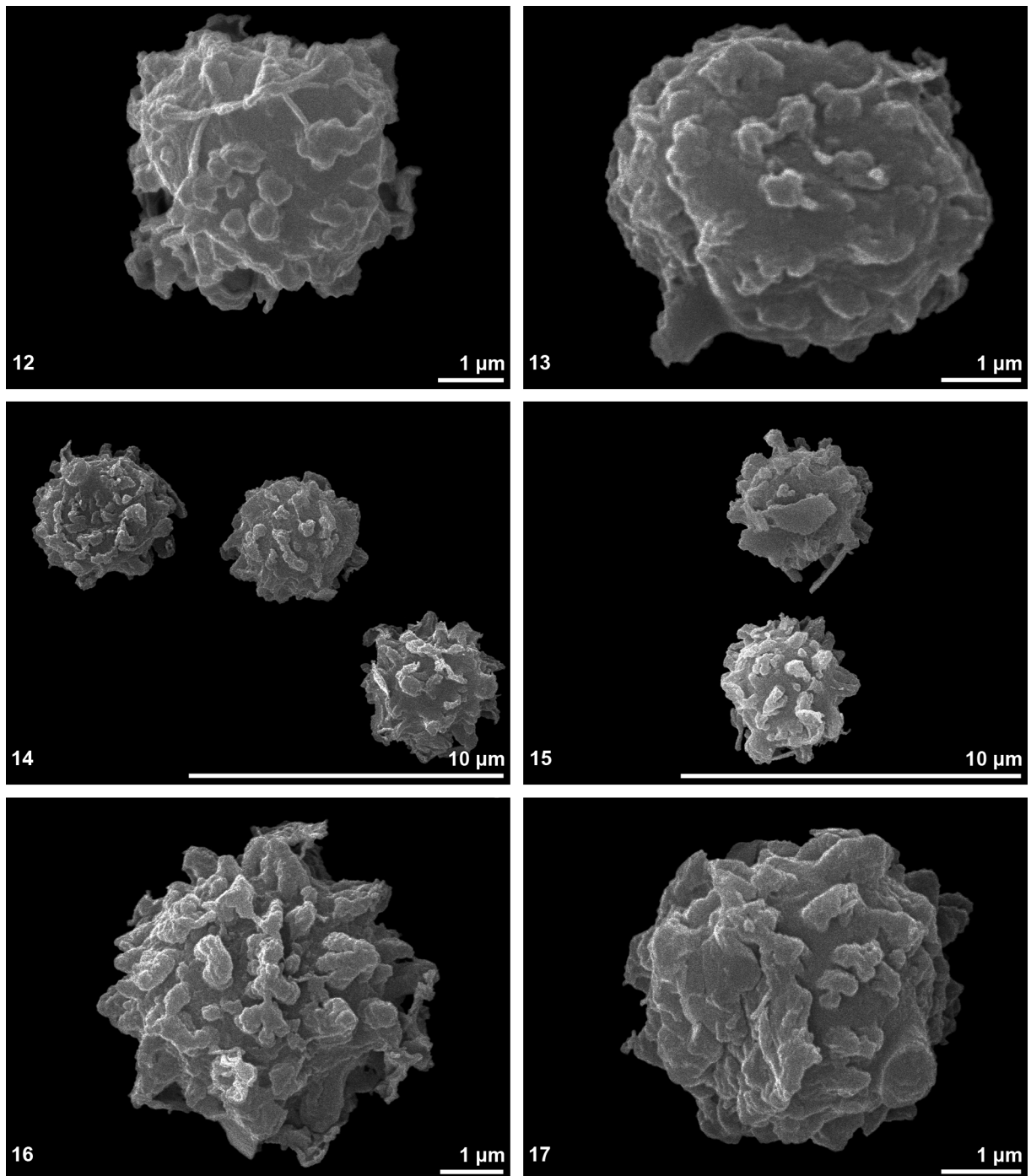
Fototafel 61

Tulostoma kotlabae Pouzar; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 62

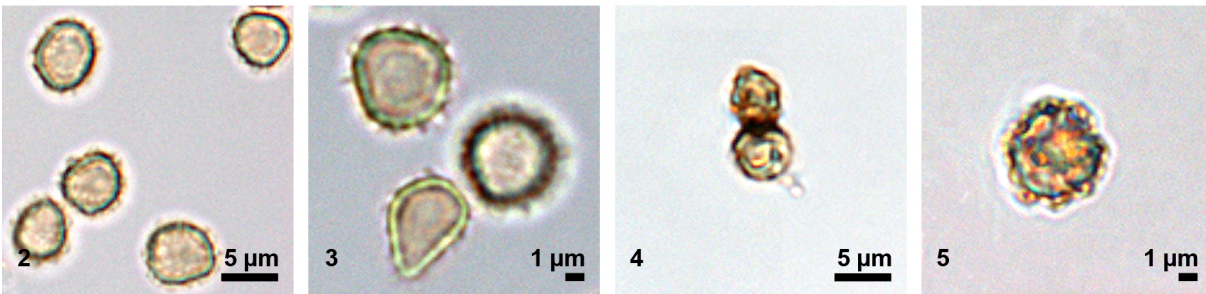
Tulostoma kotlabae Pouzar; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 63

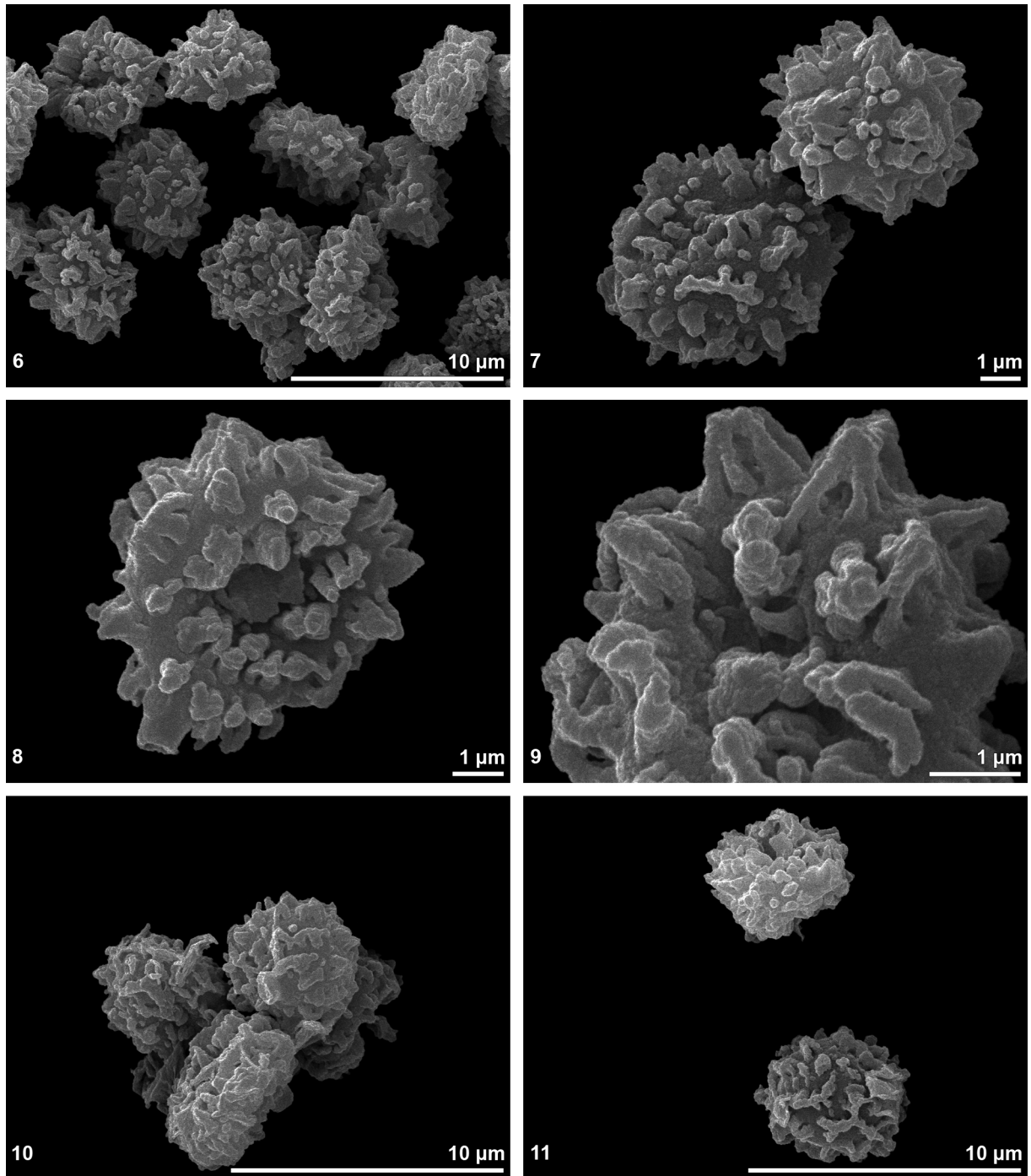
Tulostoma kotlabaе Pouzar; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Tulostoma melanocyclum Bres.



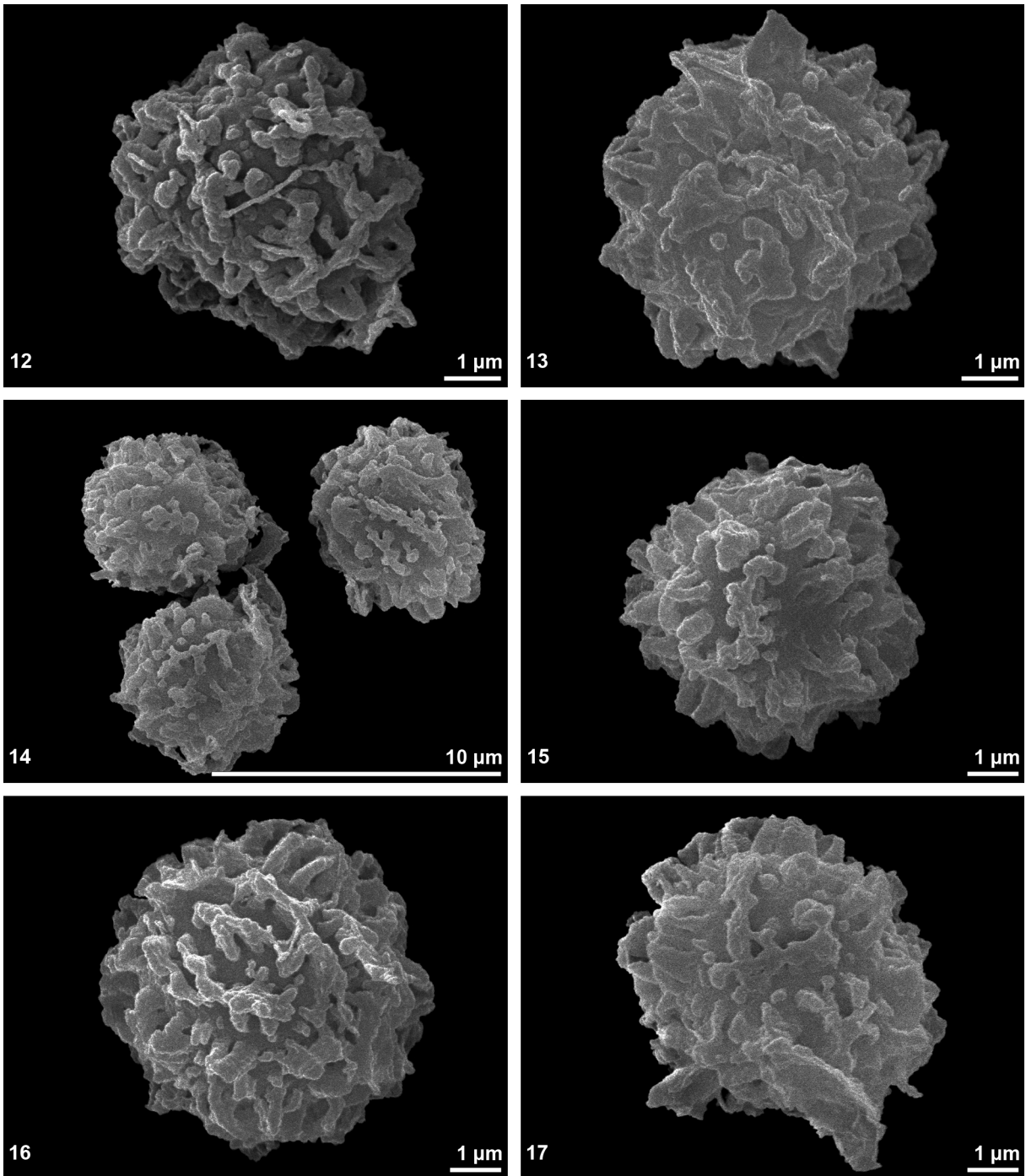
Fototafel 64

Tulostoma melanocyclum Bres.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 65

Tulostoma melanocyclum Bres.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetylierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 66

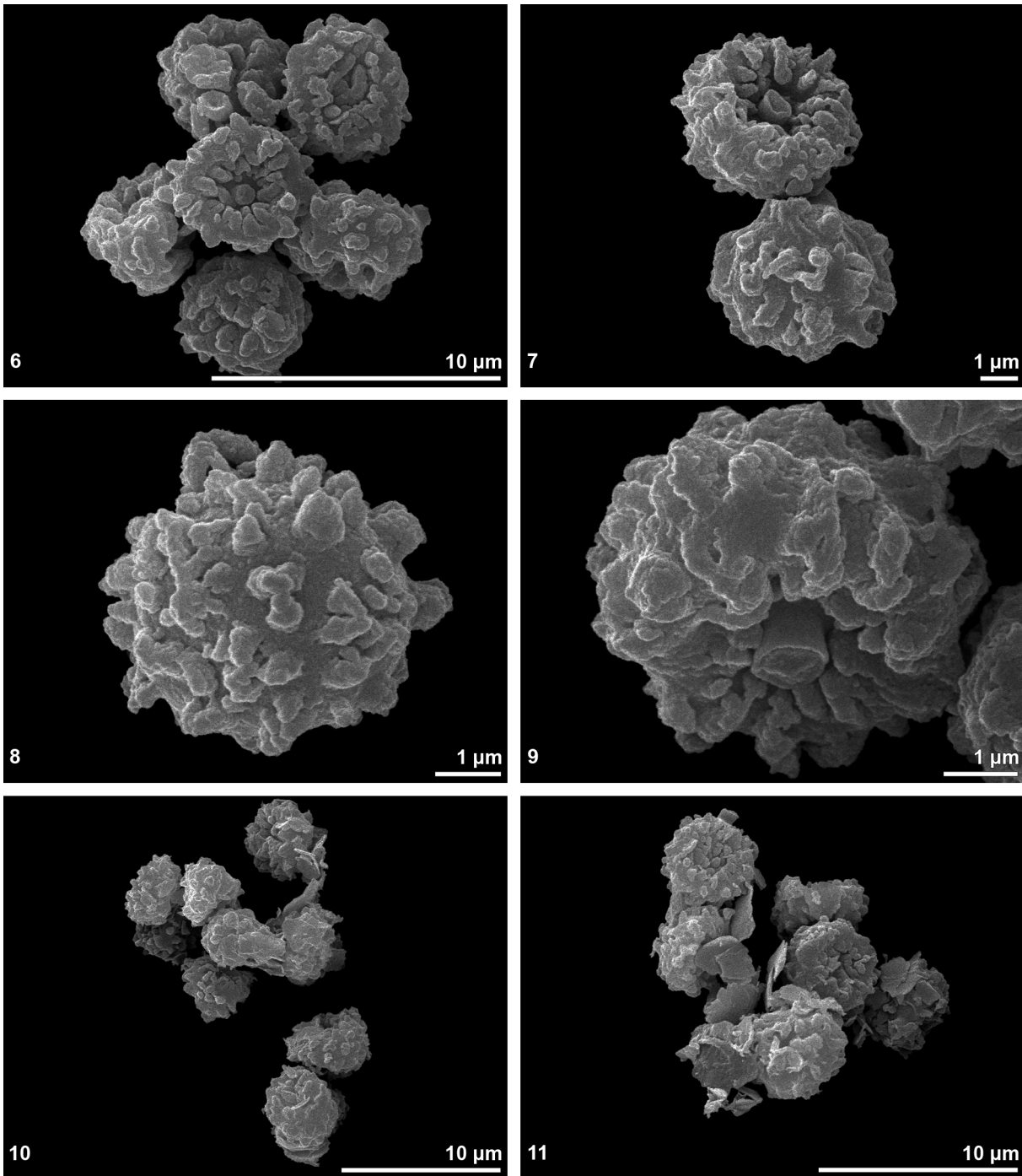
Tulostoma melanocyclum Bres.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Tulostoma moravecii Pouzar



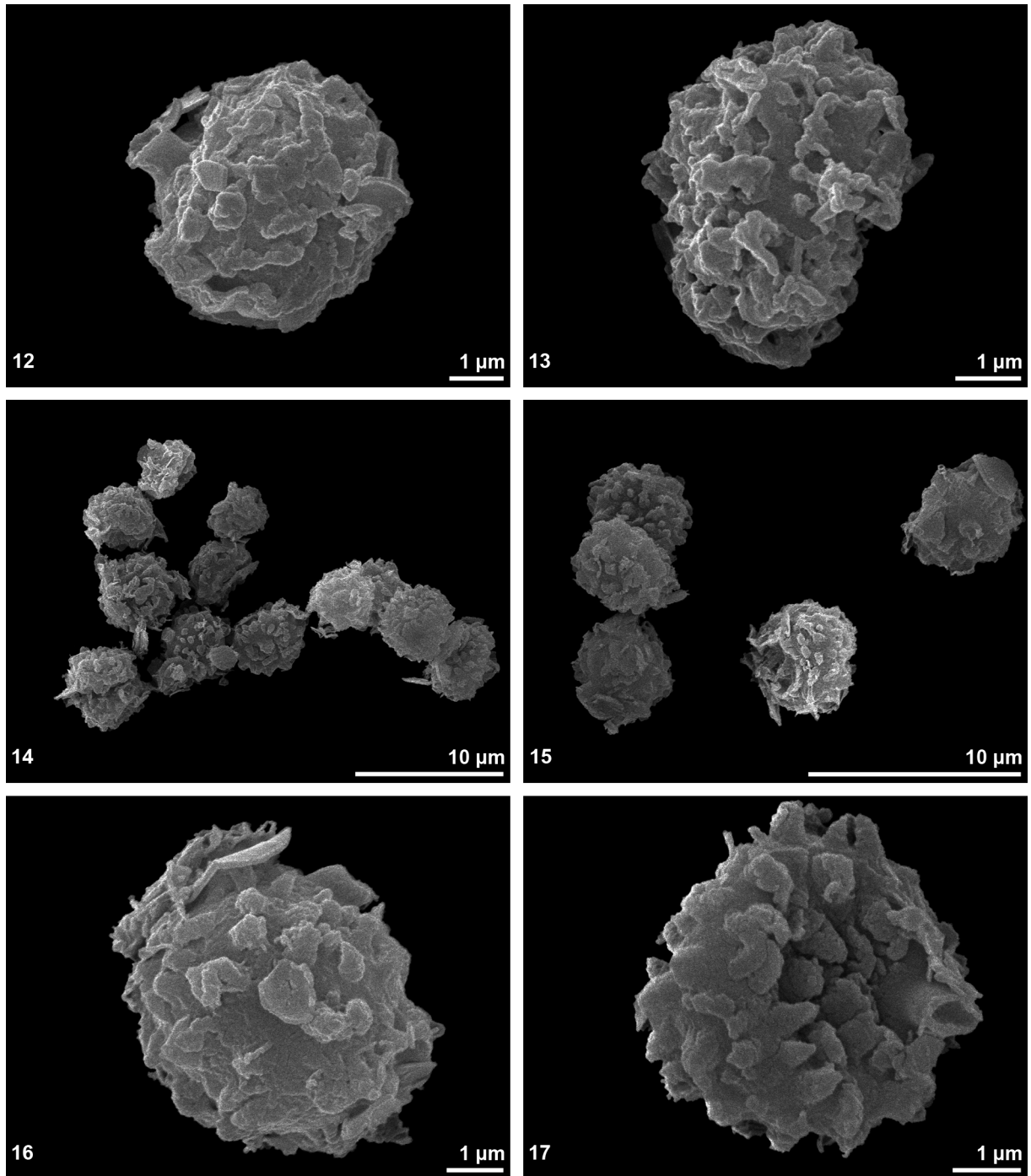
Fototafel 67

Tulostoma moravecii Pouzar; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 68

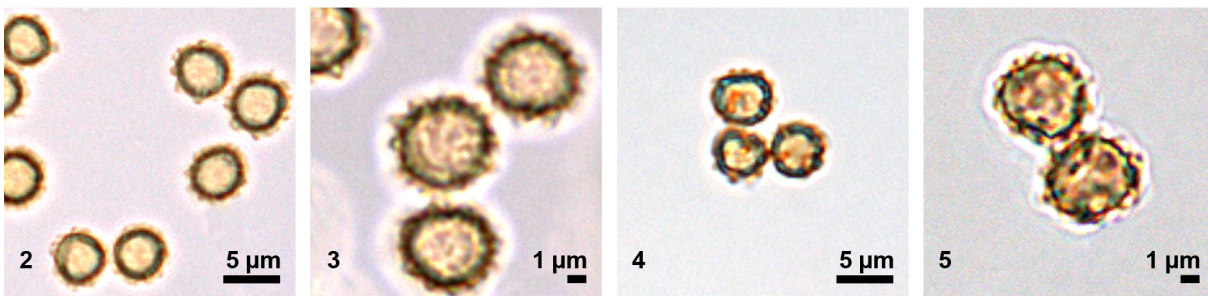
Tulostoma moravecii Pouzar; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetylierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 69

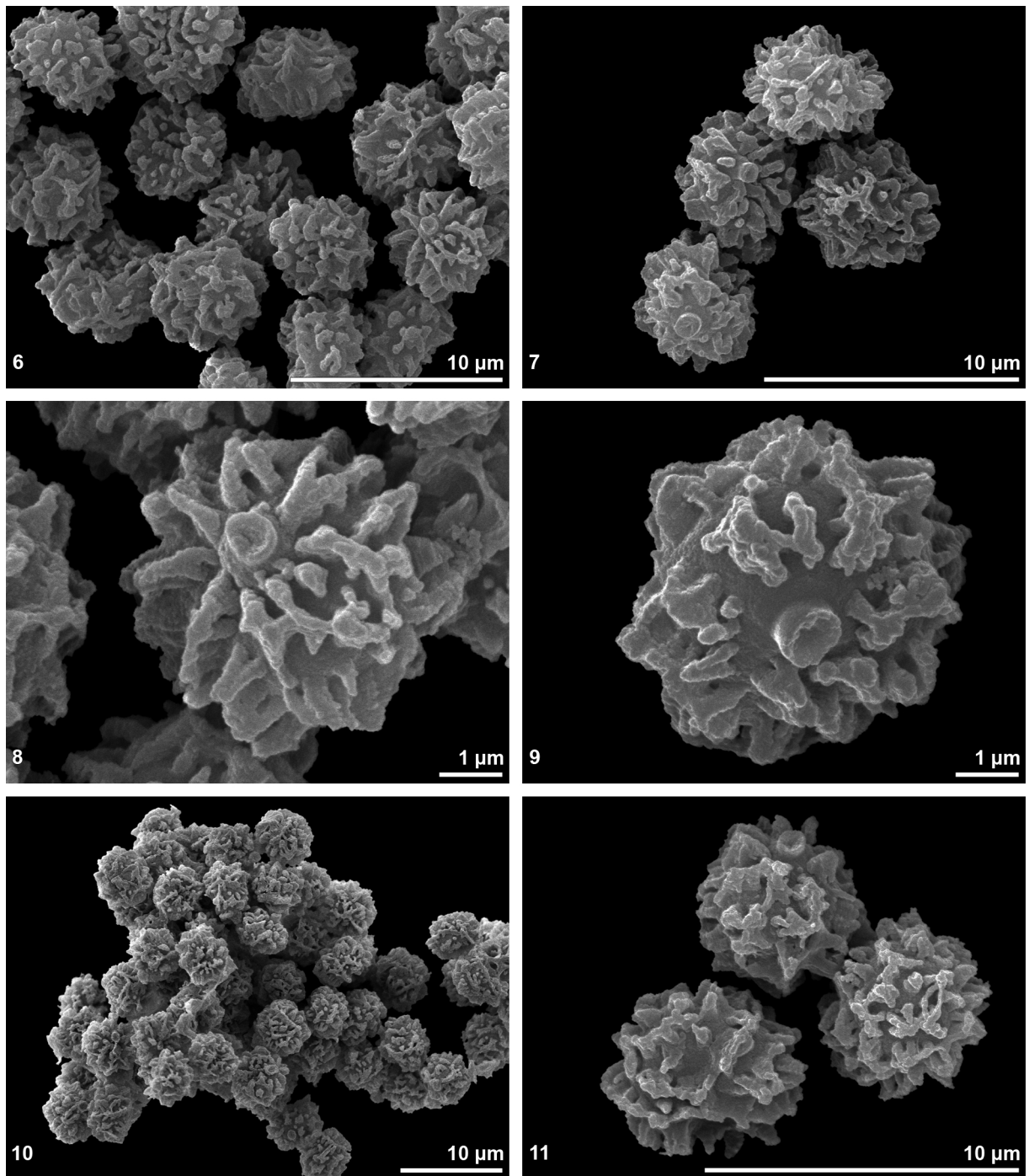
Tulostoma moravecii Pouzar; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Tulostoma squamosum Gmel. ex Pers.



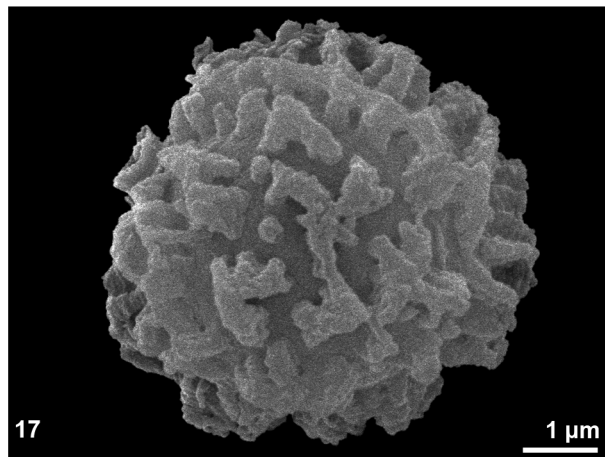
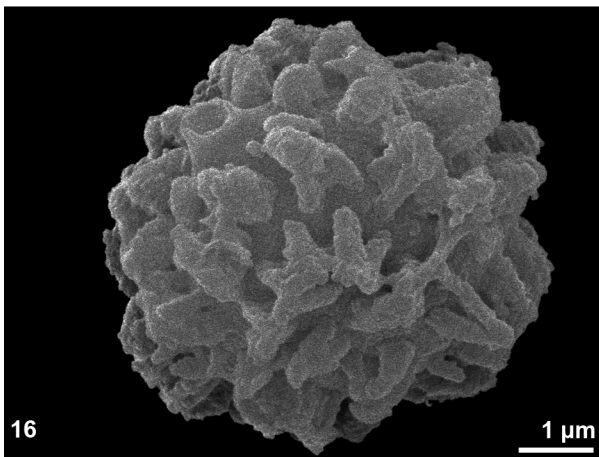
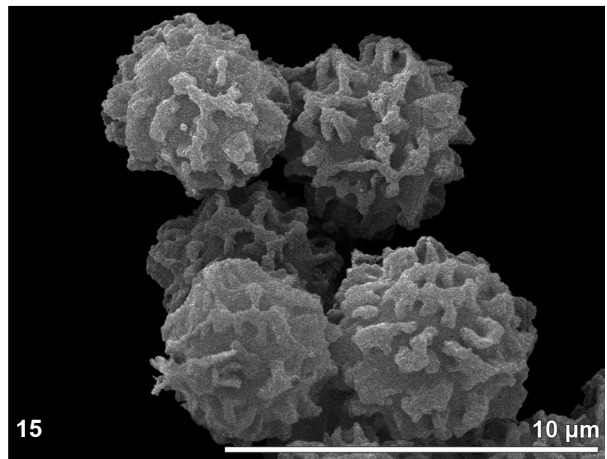
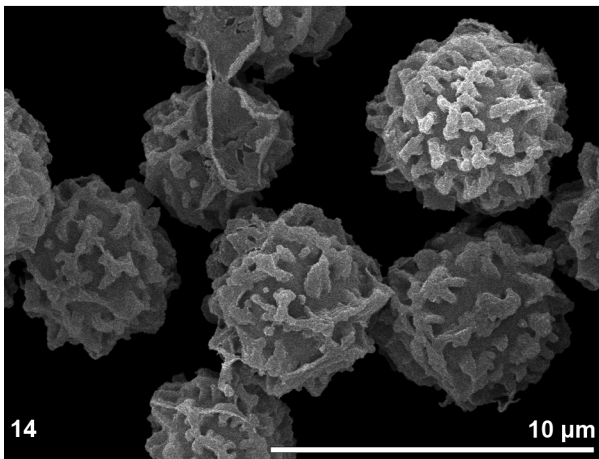
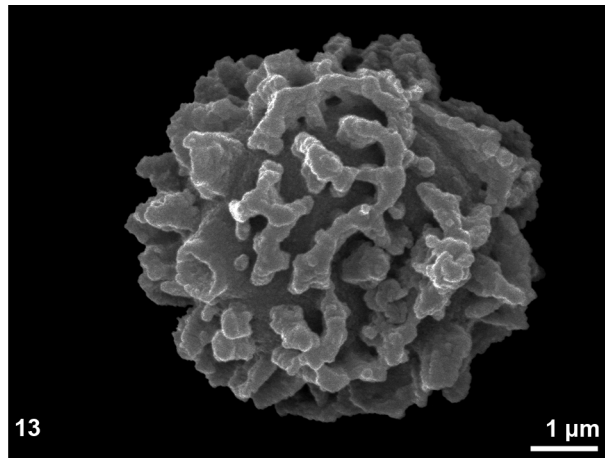
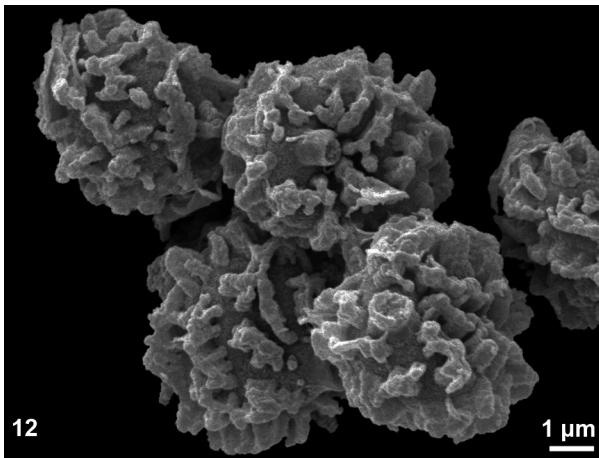
Fototafel 70

Tulostoma squamosum Gmel. ex Pers.; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 71

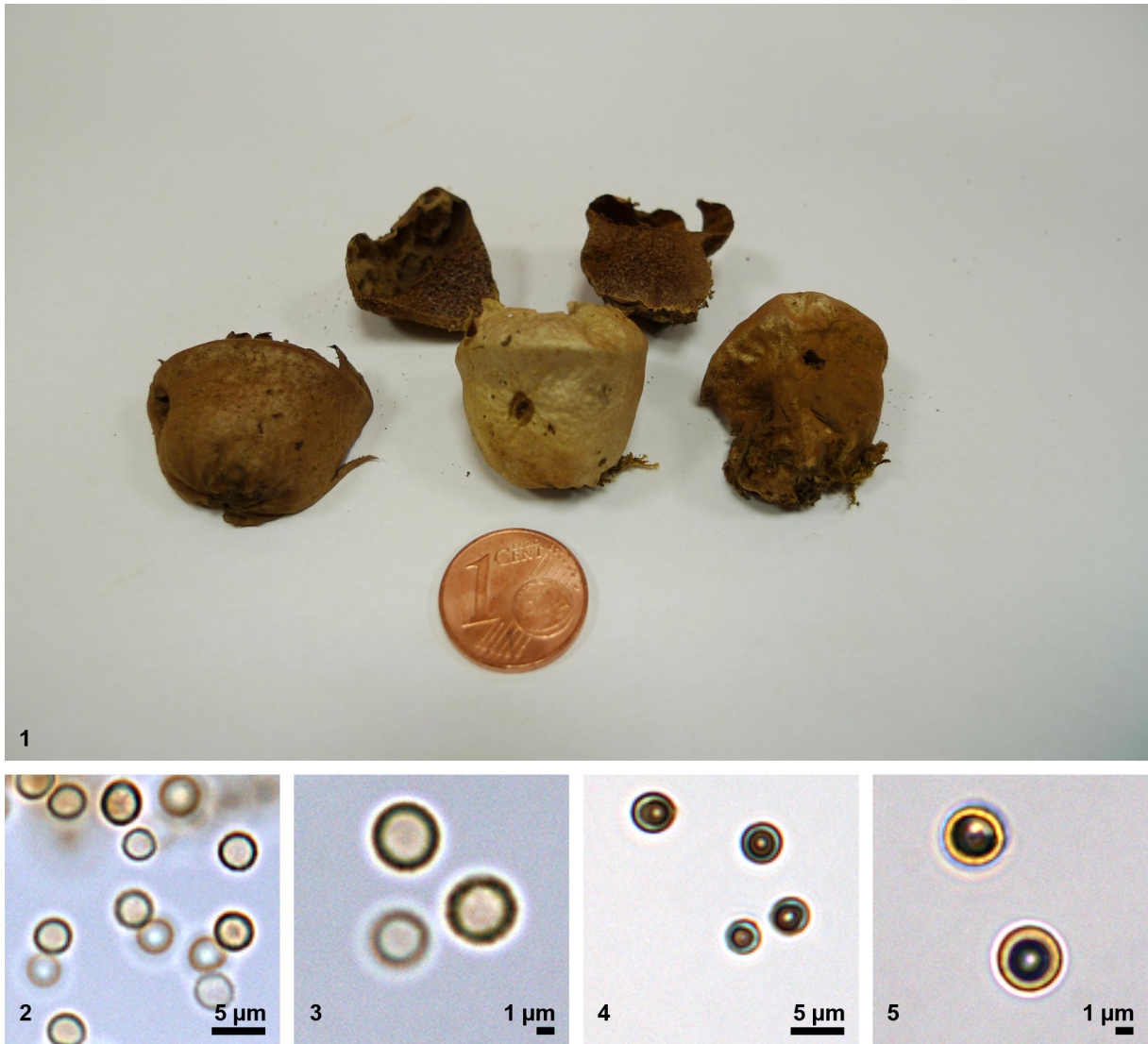
Tulostoma squamosum Gmel. ex Pers.; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 72

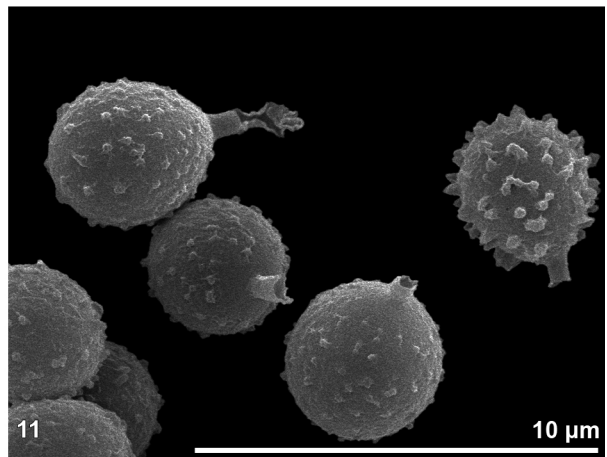
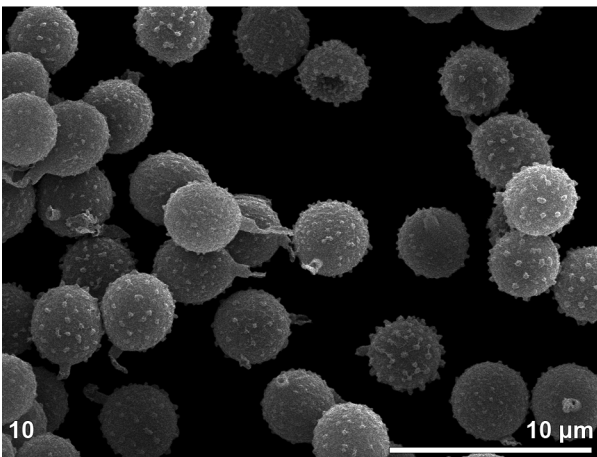
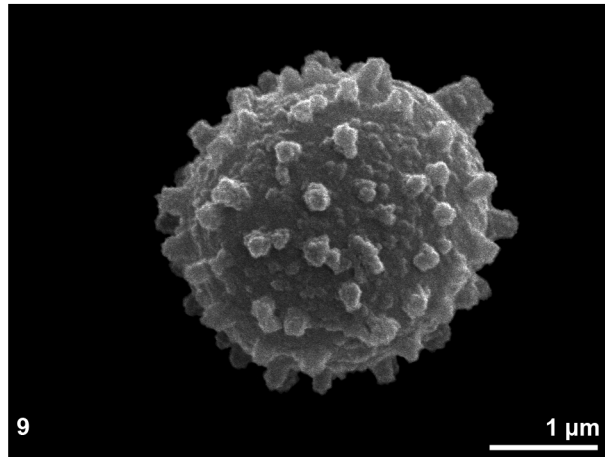
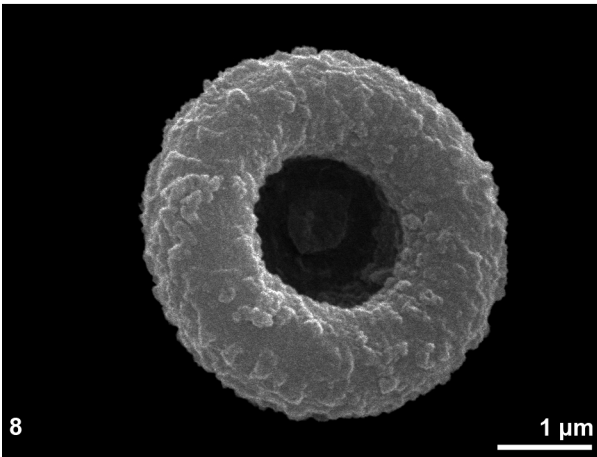
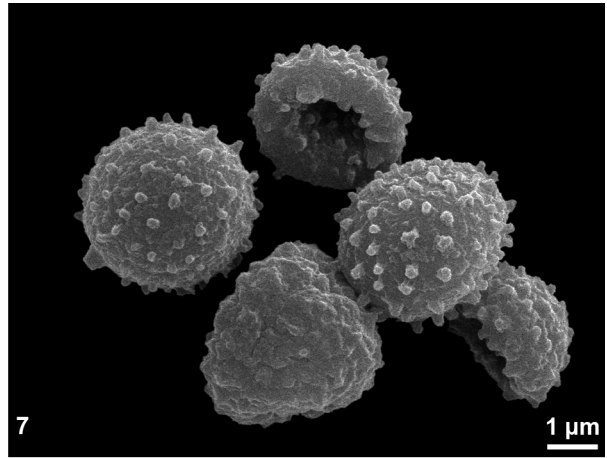
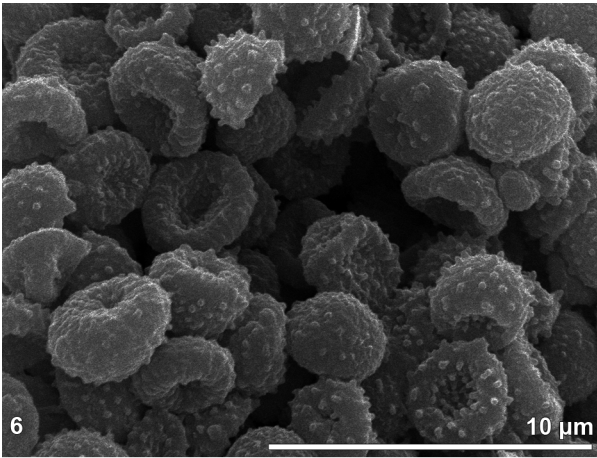
Tulostoma squamosum Gmel. ex Pers.; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Vascellum pratense (Pers.) Kreisel



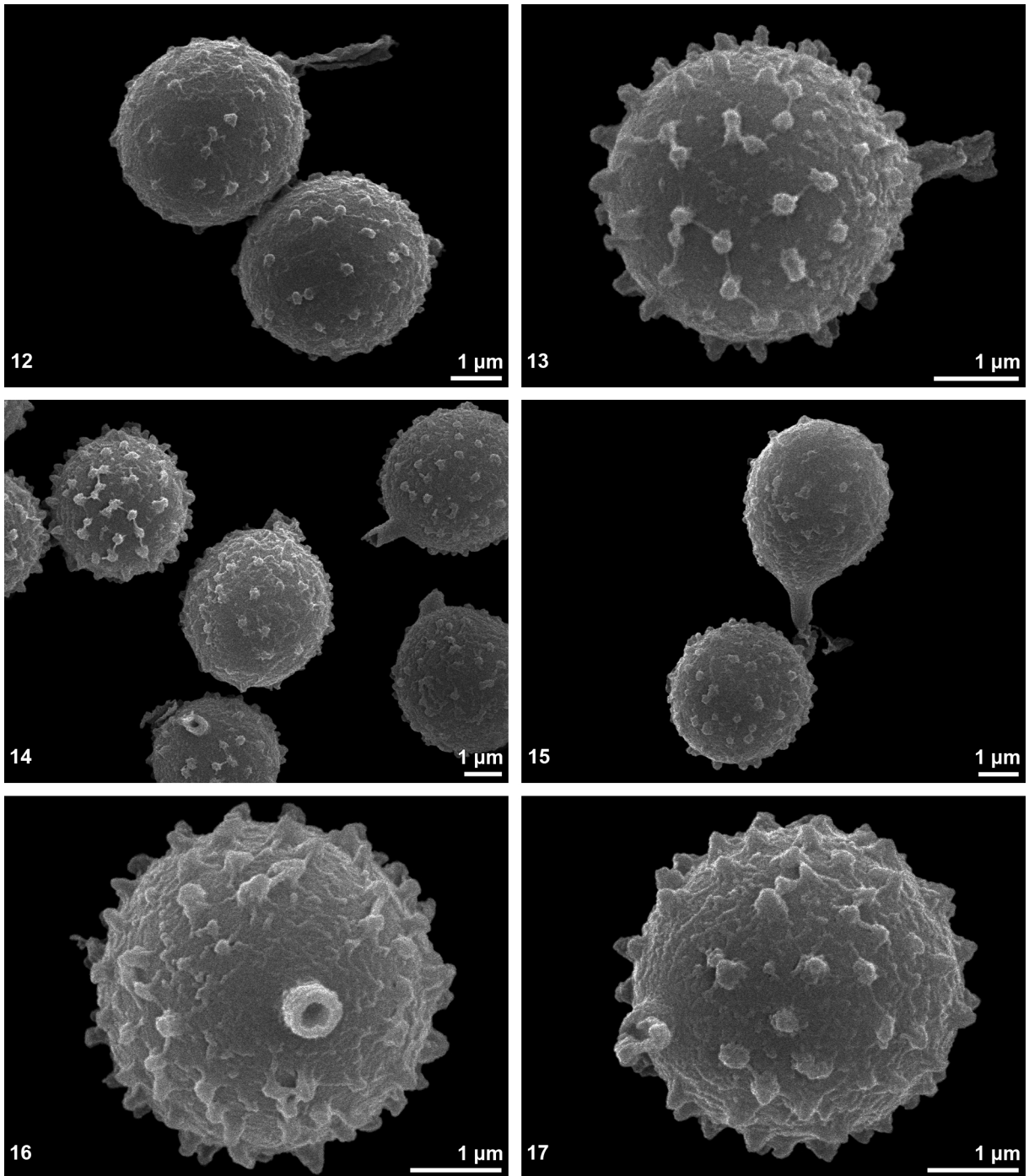
Fototafel 73

Vascellum pratense (Pers.) Kreisel; Abb. 1: Habitusaufnahme herbarisierter Fruchtkörper; Abb. 2 – 3: lichtmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 4 – 5: lichtmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 74

Vascellum pratense (Pers.) Kreisel; Abb. 6 – 9: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen acetolysierter Sporen; Abb. 10 – 11: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen



Fototafel 75

Vascellum pratense (Pers.) Kreisel; Abb. 12 – 13: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen trockener Sporen; Abb. 14 – 17: rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen Kritisch-Punkt getrockneter Sporen

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden Pilzsporen von „*Gasteromycetes*“ aus einer Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien licht- und rasterelektronenmikroskopisch untersucht. Die „*Gasteromycetes*“ stellen eine rein morphologische und keine systematische Gruppe dar (DÖRFELT et al. 1989). Die einzige Gemeinsamkeit liegt im Fehlen eines aktiven Sporenabwurfmechanismus (REIJNDERS 1999).

Ergebnisse über Oberflächenstrukturen von Pilzsporen gibt es bisher fast ausschließlich nur von trockenem bzw. Kritisch-Punkt-getrocknetem Material. Ein Schwerpunkt der vorliegenden Diplomarbeit lag in der Methodenvielfalt. Die Sporen wurden im trocken, Kritisch-Punkt-getrockneten sowie im acetolysierten Zustand sowohl licht- als auch elektronenmikroskopisch untersucht.

Es gibt nur wenige rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen von Sporen der „*Gasteromycetes*“ (RIMÓCZI et al. 2011, MRAZEK et al. 1995, NILSSON et al. 1983). NILSSON et al. (1983) untersuchten unter anderem *Bovista*, *Calvatia* und *Lycoperdon*, MRAZEK et al. (1995) seltene ostösterreichische-Taxa, darunter drei *Tulostoma*-Arten, wovon *Tulostoma kotlabae* und *Tulostoma moravecii* auch Teil der vorliegenden Arbeit waren. Die umfangreiche Arbeit von RIMÓCZI et al. (2011) beschäftigt sich mit der Morphologie von Fruchtkörper und Sporen, sowie der geographischen Verbreitung der Arten und den Pflanzengesellschaften, in welchen sie zu finden sind. Diese Autoren beschreiben unter anderem auch die Sporen von *Battarrea phalloides*, *Bovista tomentosa*, *Calvatia candida*, *Disciseda bovista*, *Gastrosporium simplex*, *Geastrum coronatum*, *Myriostoma coliforme*, *Tulostoma fimbriatum*, *Tulostoma kotlabae*, *Tulostoma melanocyclum* und *Tulostoma squamosum*, die ebenfalls Teil der vorliegenden Untersuchung waren. Alle diese Taxa haben Warzen bzw. im Fall von *Myriostoma coliforme* Leisten als Ornamentierungselemente. Diese sind bei trockenem Material deutlich zu erkennen und bestätigen die Ergebnisse von RIMÓCZI et al. (2011), MRAZEK et al. 1995 und NILSSON et al. 1983.

Die Anwendung der Acetolyse brachte völlig neue Erkenntnisse in Hinblick auf die Ornamentierung der Sporenwand. Die Acetolyse nach ERDTMAN (1960) ist eine Standardmethode in der Palynologie und der Paleopalynologie. Wird Pollen acetolysiert, so bleibt nur die acetolyseresistente Exine mit ihren spezifischen Ornamentierungselementen erhalten. Diese äußere

Wandschicht ist aus resistenten Biopolymeren, den Sporopolleninen, aufgebaut (HESSE et al. 2009).

In der vorliegenden Arbeit sollten folgende zwei Fragen in Hinblick auf die Anwendung der Acetolyse bei Pilzsporen beantwortet werden: Sind die Sporen acetolyseresistent? Und wenn ja, ist auch die Sporenwand zur Gänze acetolyseresistent?

Über die Anwendung der Acetolyse bei rezenten Pilzsporen gibt es kaum Informationen. Es wurde ausschließlich einer Arbeit (SWERTZ 1994) gefunden, in welcher sich eine einzige Abbildung von acetolysierten Rostpilzsporen befindet. Mehr Informationen gibt es über Pilzsporen und Hyphen in fossilen Proben (TRAVERSE 2007, MONTOYA et al. 2010, MUDIE et al. 2012, MAGALLON-PUEBLA et al. 1993).

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass die Sporen aller Taxa acetolyseresistent sind und in zwei Gruppen eingeteilt werden können. In der einen Gruppe, zu der *Battarrea phalloides*, *Gastrosporium simplex*, *Geastrum coronatum*, *G. coronatum* f. *coronatum*, *Geastrum nanum* var. *nanum*, *Myriostoma coliforme*, *Scleroderma aerolatum*, *S. bovista*, *Tulostoma fimbriatum* var. *campestre*, *T. fimbriatum* var. *fimbriatum*, *T. kotlabae*, *T. melanocylum*, *T. moravecii*, *T. squamosum* und *Vascellum pratense* gehören, bleiben die Ornamentierungselemente (Warzen, Stacheln, Leisten) erhalten, die Taxa der anderen Gruppe (*Bovista tomentosa*, *B. graveolens*, *Calvatia candida*, *Disciseda bovista*, *Handkea utriformis*, *Lycoperdon atropurpureum*, *L. caudatum*, *L. ericaeum*, *L. muscorum* und *L. norvegicum*) verlieren ihre Ornamentierungselemente während der Acetolyse. Auch in der Arbeit von SWERTZ (1994) wird im Abbildungstext erwähnt, dass im Fall der abgebildeten Rostpilzsporen, die Acetolyse die äußerste Schicht der Sporenwand aufgelöst hat.

Die Ultrastruktur der Sporenwände von Pilzen ist bislang unzureichend untersucht. Die Arbeiten, die sich mit den Sporenwänden befassen, beschreiben die Basidiomyceten-Sporen als mehrschichtig (NILSSON et al. 1983, MCLAUGHLIN 1977, SHIMOMURA et al. 2008). NILSSON et al. (1983) zeigen eine schematische Darstellung einer Pilzsporenwand. Demnach ist die Wand in vier Schichten (von innen nach außen: Endosporium, Episporium, Perisporium, Ectosporium) gegliedert. MCLAUGHLIN (1977) beschreibt die Sporenwand von *Coprinus cinereus* in frühen Stadien als dreischichtig und im reifen Stadium als sechsschichtig. Diese Schichten werden von 1 bis 6 durchnummeriert, aber nicht benannt. SHIMOMURA et al. (2008)

zeigen, dass die Wände der Sporen von *Rhizopogon roseolus* (einem Vertreter der „*Gasteromycetes*“) aus vier Schichten aufgebaut sind, die mit L1 bis L4 bezeichnet werden.

Wie aus diesen Papers hervorgeht gibt es bislang keine einheitliche Nomenklatur für diese Wandschichten.

Über den Chemismus der Sporenwände gibt es wenig Information. TRAVERSE (2007) spricht hauptsächlich von 2 Stoffklassen die in den Wänden von Palynomorphen vorkommen, nämlich Sporopollenin und Chitin. Beide Stoffklassen sind acetolyseresistent. Zu den Palynomorphen in fossilem Material zählen auch Pilzsporen und Hyphen. Dass die Wände der Pilzsporen Chitin beinhalten ist mehrfach bestätigt (TRAVERSE 2007, GRANDMAISON et al. 1988). GRANDMAISON et al. (1988) beschreiben die Sporenwand von *Gigaspora margarita* als vier-schichtig (von innen nach außen: 4, 3, 2, 1) und führen an, dass die Schichten unterschiedliche Konzentrationen an Chitin aufweisen: in den Schichten 1, 3 und 4 geringe, in Schicht 2 hohe Chitinkonzentrationen.

Bei den hier untersuchten „*Gasteromycetes*“ ist der Chemismus der Sporenwände unbekannt. Faktum ist, dass die Sporenwände aller untersuchten Taxa die Acetolyse überstanden haben. Es ist daher anzunehmen, dass in den Wänden Chitin, oder eine ähnliche Stoffklasse, vorkommt. Bei einigen Taxa waren die Ornamentierungselemente (die äußerste Wandschicht) jedoch nicht acetolyseresistent. Das bedeutet, dass die Ornamentierungselemente entweder aus verschiedenen Stoffklassen aufgebaut sind oder wie bei *Gigaspora* (GRANDMAISON et al. 1988) unterschiedliche Konzentrationen an Chitin aufweisen. Ein ähnliches Phänomen gibt es beim Pollen der *Araceae* (WEBER et al. 1998, 1999). So wurde beispielsweise bei *Sauromatum* gezeigt, dass die stacheligen Ornamentierungselemente durch die Acetolyse aufgelöst werden. Sie bestehen aus Polysacchariden und nicht aus Sporopollenin(en), wie das meist der Fall ist.

Es hat sich gezeigt, dass sich die Arten innerhalb einer Gattung hinsichtlich der Acetolyse völlig gleich verhalten. Bei *Lycoperdon* (5 untersuchte Taxa) und *Bovista* (2) gehen die Ornamentierungselemente durch die Acetolyse verloren. Bei *Geastrum* (3 untersuchte Taxa), *Scleroderma* (2) und *Tulostoma* (5) ist die Ornamentierung acetolyseresistent. Die vorhandene oder fehlende Acetolyseresistenz der Ornamentierungselemente könnte folglich durchaus ein systematisches Merkmal darstellen.

Literatur

DÖRFELT H & GÖRNER H (1989) Die Welt der Pilze. Urania Verlag Leipzig Jena Berlin: 264 pages.

ERDTMAN G (1960) The acetolysis method. Svensk Botanisk Tidskrift: 54: 561-564.

GRANDMAISON J, BENHAMOU N, FURLAN V, VISSER SA (1988) Ultrastructural localization of N-acetylglucosamine residues in the cell wall of *Gigaspora margarita* throughout its life-cycle. Biology of the Cell: 63: 89-100.

HALBRITTER H (1997) Preparing living pollen material for Scanning Electron Microscopy using 2,2-Dimethoxypropane (DMP) and Critical-Point Drying. Biotechnic & Histochemistry: 73: 137-143.

HESSE M, HALBRITTER H, ZETTER R, WEBER M, BUCHNER R, FROSCH-RADIVO A, ULRICH S (2009) Pollen Terminology, An illustrated handbook. Springer Wien New York: 261 pages.

MAGALLON-PUEBLA S & CEVALLOS-FERRIZ SRS (1993) A fossil earthstar (*Geasteraceae*; *Gasteromycetes*) from the late cenozoic of Puebla, Mexico. American Journal of Botany: 80: 1162-1167.

MCLAUGHLIN DJ (1977) Basidiospore initiation and early development in *Coprinus cinereus*. American Journal of Botany: 64: 1-16.

MONTOYA E, RULL V, van GEEL B (2010) Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology: 297: 169-183.

MRAZEK E, HAUSKNECHT A, KRISAI-GREILHUBER I (1995) Bemerkenswerte epigäische *Gasteromyzeten*-Funde aus Ostösterreich. Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde: 4: 11-33.

MUDIE PJ & LELIÈVRE MA (2012) Palynological study of Mi'kmaw shell midden, Northeast Nova Scotia, Canada. *Journal of Archaeological Science*: 40: 2161-2175.

NILSSON S, KÄÄRIK A, KELLER J, KIFFER E, PERREAU J, REISINGER O (1983) *Atlas of Airborne Fungal Spores in Europe*. Springer Berlin Heidelberg New York: 139 pages.

REIJNDERS AFM (1999) A morphogenetic analysis of the basic characters of the *Gasteromycetes* and their relation to other *Basidiomycetes*. *Mycological Research*: 104: 900-910.

RIMÓCZI I, JEPPSON M, BENEDEK L (2011) *Fungi non delineati, Characteristic and rare species of Gasteromycetes in Eupannonicum*. Edizioni Candusso: 230 pages.

SCHREMMER F (1963) Wechselbeziehungen zwischen Pilzen und Insekten. Beobachtungen an der Stinkmorchel, *Phallus impudicus* L. ex Pers. *Österreichische botanische Zeitschrift* 110: 380-400.

SHIMOMURA N, AIMI T, MATSUMOTO T, MAEKAWA N, OTANI H (2007) Ultrastructure of developing basidiospores in *Rhizopogon roseolus* (= *R. rubescens*). *Mycoscience*: 49: 35-41.

SWERTZ C A (1994) *Morphology of germlings of Uredinospores and its value for the identification and classification of grass rust fungi*. Landbouwniversiteit Wageningen: Dissertation.

TRAVERSE A (2007) *Paleopalynology, Second Edition*. Springer Dordrecht: 816 pages.

WEBER M, HALBRITTER H, HESSE M (1998) The spiny pollen wall in *Sauromatum* (*Araceae*), with special reference to the endexine. *International Journal of Plant Sciences* 159: 744-749.

WEBER M, HALBRITTER H, HESSE M (1999) The basic pollen wall types in *Araceae*. *International Journal of Plant Sciences*: 160: 415-423.

Anhang

Zusammenfassung / Abstract

Für diese Diplomarbeit wurden die Sporen von 25 Taxa aus einer wissenschaftlichen Sammlung von „*Gasteromycetes*“ des Naturhistorischen Museums Wien bearbeitet. Die Sporen wurden den herbarisierten Fruchtkörpern entnommen. Diese wurden in trockenem, Kritisch-Punkt-getrocknetem und acetolysiertem Zustand mittels Licht- und Rasterelektronenmikroskop untersucht. Neue Erkenntnisse erbrachte die Anwendung der Acetolyse. Dabei hat sich gezeigt, dass es sowohl Taxa gibt, deren Ornamentierungselemente (Warzen, Stacheln, Leisten) acetolyseresistent sind (*Battarrea*, *Geastrum*, *Gastrosporium*, *Scleroderma*, *Tulostoma*, *Vascellum*), als auch Taxa bei denen die Ornamentierungselemente durch die Acetolyse entfernt werden (*Bovista*, *Calvatia*, *Disciseda*, *Handkea*, *Lycoperdon*, *Myriostoma*). Innerhalb einer Gattung verhielten sich die einzelnen Taxa gleich.

For this diploma thesis the spores from 25 taxa of „*Gasteromycetes*“ were investigated. The material is part of a scientific collection from the Museum of Natural History Vienna. Spores were collected from fruiting bodies. Dry, critical point dried and acetolysed spores were investigated by light- and scanning electron microscope. New insights were provided by the application of acetolysis. It has been shown, that in some taxa the ornamentation elements (warts, spines, ridges) are resistant to acetolysis (*Battarrea*, *Geastrum*, *Gastrosporium*, *Scleroderma*, *Tulostoma*, *Vascellum*). In other taxa (*Bovista*, *Calvatia*, *Disciseda*, *Handkea*, *Lycoperdon*, *Myriostoma*) acetolysis treatment removed their ornamentation elements. Within a genus, the individual taxa behaved the same.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Michael Ehweiner-Haberleitner
Geburtsdatum: 28.06.82
Familienstand: verheiratet,
2 Kinder (geboren 2002 und 2008)
Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung

2011 Start meiner Diplomarbeit am Department für
Strukturelle und Funktionelle Botanik
2004 Start Studium Pharmazie
2002 Start Studium Biologie
2001 - 2002 Zivildienst (ASBÖ Altlengbach)
1996 - 2001 Handelsakademie
(2001 mit Matura abgeschlossen)
1992 - 1996 Hauptschule
1988 - 1992 Volksschule

Berufserfahrung

seit 2007 bin ich bei der Firma Sport Eybl & Sports Experts GmbH beschäftigt

zwischen Februar 2009 und Juli 2010 war ich mit meiner Tochter Flora in Karenz

während meiner Ausbildung war ich bei folgenden Unternehmen tätig:

Kahmann, Frilla Lichtwerbung GmbH

Paulmann Licht GmbH.

Heiß & Süß GmbH

Danksagung

In erster Linie möchte ich mich bei meiner Frau, Heidemarie, bedanken. Vielen Dank, dass du mich so lange unterstützt und motiviert hast. Du bist der Grund dafür, dass mein Studium und meine Diplomarbeit ihre Endphase erreichen konnten.

Dank gebührt auch meinen zwei wunderbaren Töchtern, Amélie und Flora. Danke für die Rücksicht die ihr, während ich an dieser Arbeit geschrieben habe, genommen habt. Ich bin froh, dass es euch gibt und dass ihr so viel Freude in mein Leben bringt.

Meiner Mutter, Christa, und meinem Vater, Kurt, danke ich dafür, dass sie mich unterstützt haben und mir ermöglichten mein Studium anzutreten.

Meiner Betreuerin, Martina, möchte ich dafür danken, dass ich ein für mich so spannendes Thema wählen durfte. Danke für deine Hilfestellung, deine konstruktive Kritik und die Zeit, die du immer für mich gefunden hast.

Bei Herrn Dr. Anton Igersheim bedanke ich mich für die Möglichkeit, an dieser Sammlung arbeiten zu dürfen und für die rasche Bereitstellung des Untersuchungsmaterials.

Danke an alle Mitarbeitern des Departments für Strukturelle und Funktionelle Botanik für eure Freundlichkeit und Hilfsbereitschaft in allen Belangen. Insbesondere möchte ich Andrea für die Einschulung und Hilfe bei der Fotobearbeitung danken.

Zuguterletzt gebührt mein Dank ein weiteres Mal meiner Frau. Danke für das Korrekturlesen meiner Arbeit und die Zeit die du dir dafür genommen hast.