Morphologische Studien an Gasterothecien von *Myriostoma coliforme*

Heinrich Dörfelt & Matthias Gube

Dörfelt H, Gube M: Morphological studies on gasterothecia of *Myriostoma coliforme*. Zeitschrift für Mykologie **80**/2: 479-489.

Key words: morphology, gasterothecia, subgleba, schizothecium, Geastrales

Abstract: New records of *Myriostoma coliforme* (With.: Pers.) Corda (Basidiomycota / Agaricomycetes / Phallomycetidae / Geastrales) allow for analysing morphological features of the gasterothecia of this species. Significant deviations from the genus *Geastrum* are revealed and photographically documented. Apart from the well known numerous columellae, endoperidial ostiolae and partly incomplete stipes, we are newly recording the complete lack of an interperidial layer, the fragile gleba structure with many free ending capillitial threads, the almost irregular openings of the endoperidium and the existence of a subgleba. The gasterothecia of *Myriostoma* are considered to have evolved to a purely anemochorous spore dispersal. The species sporulates predominantly in disturbed, often ruderal habitats, and is not critically endangered.

Zusammenfassung: Neufunde von *Myriostoma coliforme* (With.: Pers.) Corda (Basidiomycota /Agaricomycetes / Phallomycetidae /Geastrales) sind Anlass, einige morphologische Details der Gasterothecien dieser Art zu untersuchen und fotografisch darzustellen. Im Ergebnis werden erhebliche Unterschiede zur Gattung *Geastrum* dokumentiert. Sie betreffen nicht nur die bekannten Merkmale der Vielzahl endoperidialer Ostioli und teils unvollkommener Stiele sowie mehrerer Columellae, sondern auch das bisher nicht registrierte völlige Fehlen einer interperidialen Schicht, die brüchige Struktur der Gleba durch viele frei endende Capillitiumfasern, die nahezu irreguläre Öffnung der Endoperidie und das Vorkommen einer Subgleba. Die Gasterothecien von *Myriostoma* werden als Fruchtkörper betrachtet, die zunehmend im Dienst einer rein anemochoren Sporenverbreitung stehen. Die Art besiedelt in Mitteleuropa überwiegend stark gestörte, z. T. ruderale Habitate, und ist nicht gefährdet.

Einleitung

Die auffälligen Gasterothecien der nahezu kosmopolitisch verbreiteten Art *Myriostoma coliforme* (With.: Pers.) Corda sind anatomisch und morphologisch gut untersucht. Besonders Sunhede (1989) studierte akribisch die Variabilität der Merkmale.

Anschrift der Autoren: Dr. Heinrich Dörfelt, Institut für Mikrobiologie, Mikrobielle Kommunikation, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Neugasse 25, 07743 Jena, E-mail: Heinrich.Doerfelt@t-online.de, korrespondierender Autor;

Dr. Matthias Gube, Büsgen-Institut, Ökopedologie der Gemäßigten Zonen, Georg-August-Universität Göttingen, Büsgenweg 2, 37077 Göttingen, E-mail: mgube@uni-goettingen.de

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Neufunde aus Sachsen-Anhalt sind Anlass, die Morphologie der Fruchtkörper an lebendem und totem Material dennoch erneut zu untersuchen, mit den Beschreibungen in der Literatur zu vergleichen und bisher unbeachtete Details darzustellen und deren funktionelle Bedeutung zu diskutieren.

Material

1. Lebender Fruchtkörper eines Neufundes (Deutschland, Sachsen-Anhalt, Hundisburg, siehe unten) vom Oktober 2012.

2. Mehrere ausgebreitete, ausgereifte und ein geschlossener, unreifer Fruchtkörper von einem im Jahr 2010 von H. Helm entdeckten Fundort (Deutschland; Sachsen-Anhalt; Nebra, anthropogenes, eutrophiertes Gebüsch mit *Syringa vulgaris*) aus den Sammlungen von H. Vökler und G. Hensel (vgl. Hensel 2012).

3. Vergleichsmaterial aus Ungarn: Kecskemét, Széchenyiváros-Friedhof, leg. et det. Gube & Nagy, 20.10.2007, Beleg bei M. Gube.

4. Vergleichsmaterial, Fotos und Beschreibungen alter Aufsammlungen von verschiedenen Fundorten in Ostdeutschland (Magdeburger Börde, Altenweddingen; Mittelmark bei Potsdam und bei Buckow; Odergebiet bei Lebus und Oderberg (vgl. Dörfelt et al. 1979, Belege in HAL und JE).

Methoden

Am noch nicht vollständig geöffneten Fruchtkörper wurden makro- und mikroskopische Messungen während der Vorgänge der Öffnung und des Eintrocknens vorgenommen und fotografisch dokumentiert. Es wurden verschiedene Zeiss-Forschungsmikroskope und Canon-Digitalkameras benutzt, die mikroskopischen Bilder der Abb. 9 und 10 wurden mit Hilfe eines Interferenzfilters 574 nm angefertigt. Die Einblendung in Abb. 9 wurde aus 3 Bildern mit dem Programm Helikon-Fokus kombiniert.

Ergebnisse

Fundort und Habitat des Neufundes

07. 10. 2012; Haldensleben, Ortsteil Hundisburg am oberen süd- bis südwest-exponierten, terrassierten Steilhang des Schlosses Hundisburg oberhalb des Flusses Beber bei ca. 85 m ü. NHN; unter einer spontan aufgewachsenen Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und dichtem subspontanem Fliedergestrüpp (*Syringa vulgaris* L.) zwischen Resten von Bauschutt (Dachziegel) mit humoser Auflage von verrotteten Blatt- und Holzresten (Abb. 1). Der Untergrund ist von Löß über Grauwacke geprägt, der unmittelbare Wuchsort ist stark von Flieder durchwurzelt und frei von krautigen Pflanzen. Im Umkreis von ca. 5 m wuchsen Knäuelgras (*Dactylis glomerata* L.), Stinkender Storchschnabel (*Geranium robertianum* L.), Echte Nelkenwurz *(Geum urbanum* L.) und Große Brennnessel (*Urtica dioica* L.). Das gesamte Gelände der Hundisburg

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Abb. 1-6: Abb. 1 Fliedergebüsch an der Hundisburg, Standort des Neufundes von *Myriostoma coliforme* vom Jahr 2012; der Pfeil deutet auf den Wuchsort des frischen Exemplares der Abb. 2. Abb. 2 *Myriostoma coliforme*; lebendes Gasterothecium vom Fundort der Abb. 1. Abb. 3 – 5: Details des Gasterotheciums der Abb. 2; Abb. 3: Aufsicht auf die skulpturierte Endoperidie; Abb. 4: Aufsicht auf die Pseudoparenchymschicht der Exoperidie; Abb. 5: Basis des Gasterotheciums mit Aufsicht auf die Mycelialschicht und die Insertionsfläche von Rhizomorphen (Pfeil). Abb. 6: getrockneter Fruchtkörper vom Fundort Nebra aus der Sammlung von H. Vökler; Aufsicht auf die von mehreren Columellae durchragte Subgleba.

Fotos: H. Dörfelt

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

wurde seit Jahrhunderten durch Baumaßnahmen und Gartenanlagen stark beeinflusst. Sowohl aus gewerblichen als auch aus gestalterischen Gründen waren alle Flächen im Burggelände bewirtschaftet und stets starken anthropogenen Störungen ausgesetzt. Am Südhang wurden Stützmauern und Weinbergterrassen angelegt (Blanke 1994, 2007). Der Wuchsort von *Myriostoma coliforme* kann als Ruderalstandort im engsten Sinne dieses Begriffes bezeichnet werden (vgl. Heklau & Dörfelt 1987). Die Vegetation ist ein frühes Pionierwald-Stadium einer stark gestörten, eutrophierten und relativ trockenen Hanglage, deren Artenzusammensetzung sich bei Aussetzen der menschlichen Einflüsse mit der Wiederbewaldung allmählich wandeln wird, aber doch jahrzehntelang stabil bleiben kann.

Der *Myriostoma-coliforme*-Fund umfasst ein junges, in Öffnung begriffenes Exemplar (Abb. 2) und eine weitgehend verwitterte Fruchtkörperruine. Begleitpilze am Fundort im Umkreis von ca. 5 m waren zwei weitere Erdsternarten: *Geastrum striatum* DC. (Kragen-Erdstern) mit ca. 25 Fruchtkörpern in allen Entwicklungsstadien und *Geastrum fornicatum* (Huds.: Pers.) Hooker (Großer Nesterdstern) mit zwei frisch geöffneten Fruchtkörpern.

Exoperidie des Frischmaterials:
Die Exoperidie ist wie in der Gattung *Geastrum* aus Mycelialschicht, Faserschicht und Pseudoparenchymschicht aufgebaut (Abb. 8). Durch unterschiedliche Quellungsvorgänge reißt sie sternförmig auf, wobei die Faserschicht als Widerlager zur stärker quellenden Pseudoparenchymschicht dient. Die Faserschicht besteht aus radial orientierten derbwandigen Hyphen von ca. 2-4 µm Dicke (Abb. 8d), die Pseudoparenchymschicht aus rundlichen Zellen von ca. 10-40 µm, meist um 20 µm Durchmesser (Abb. 8c).

An der Oberfläche der Pseudoparenchymschicht der Exoperidie sind die äußeren Skulpturen der Endoperidie als Negativ nachgebildet; sowohl die Peristome als auch die Granula sind als „Abdrücke" zu erkennen (Abb. 3, 4, 8a). Daraus geht hervor, dass zwischen Exo- und Endoperidie keine interperidiale Schicht vorkommt, wie sie für viele *Geastrum*-Arten bekannt ist und von Sunhede (1989) als „Mesoperidie" bezeichnet wird.

Die Pseudoparenchymschicht trocknet nach Öffnung der Fruchtkörper bei Zimmertemperatur und einer relativen Luftfeuchte unterhalb von ca. 50 % rasch ein und schrumpft. Ihre Reste verbleiben in groben Schollen auf der Faserschicht und zwischen den Stielchen der Endoperidie erhalten (Abb. 7), in der Natur verwittert sie meist vollständig, so dass bei alten überwinterten Exemplaren die Oberseite (= Innenseite) der Exoperidie von der glatten Faserschicht gebildet wird.

Die Fruchtkörperbasis
Bei der Entfaltung des Fruchtkörpers der Abb. 2 löste sich dieser von basalen Mycelsträngen, die bis auf die basale Faserschicht reichende Narben an der Fruchtkörperbasis hinterließen (Abb. 5 Pfeil).

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

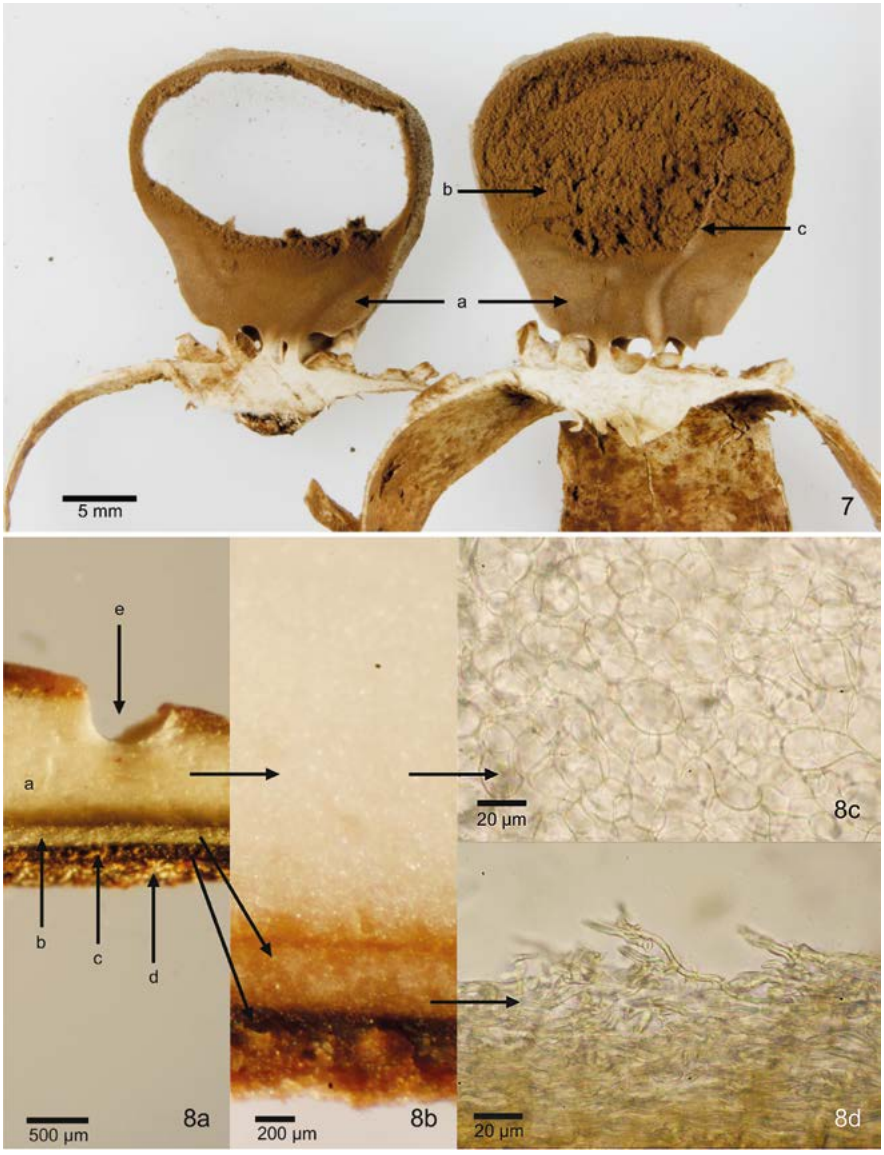

Abb. 7-8: Abb. 7 - Detail des während der Trocknung geteilten Gasterotheciums der Abb. 2; a – Subgleba, b – Gleba, c – apikaler Teil einer in die Gleba ragenden Columella. Abb. 8 - Makro- und mikroskopische Details der Exoperidie des frischen Fruchtkörpers aus Abb. 2 (ein Tag nach der Entnahme vom Wuchsort). 8a – Teil eines Radialschnittes durch die Exoperidie eines Sternlappens im mittleren Bereich; a – Pseudoparenchymschicht; b – Faserschicht; c – Mycelialschicht im Schnitt; d – Oberfläche der Mycelialschicht, e – durch ein Peristom verursachte Vertiefung in der Pseudoparenchymschicht. 8b – Pseudoparenchymschicht (oben), Faserschicht und Mycelialschicht (unten) im Radialschnittt; die Beziehung zur Abb. 8a ist durch die Pfeile angedeutet. 8c und 8d – mikroskopische Details der Pseudoparenchymschicht (8c) und der Faserschicht (8d); die Beziehung zur Abb. 8a ist durch die Pfeile angedeutet.

Fotos: H. Dörfelt

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

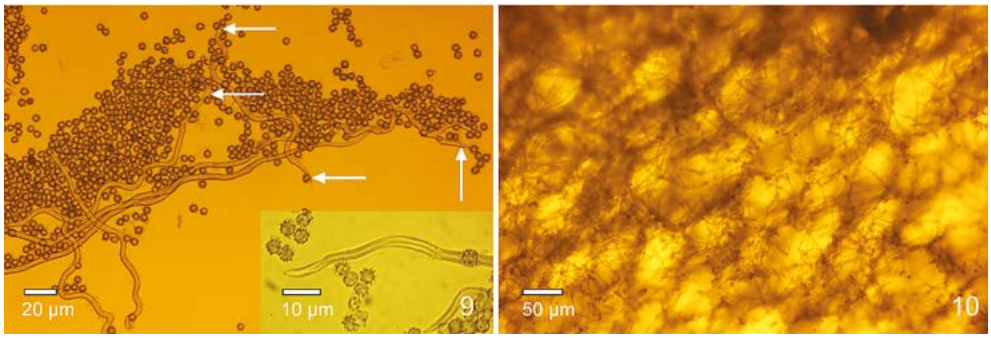

Abb. 9-10: Sporen und Capillitiumfasern mit reichlich freien, stumpf zugespitzten Hyphenenden (Pfeile) des Fruchtkörpers der Abb. 2; Einblendung: ornamentierte Sporen und Ausschnitt der dickwandigen Capillitiumfasern. Fotos: H. Dörfelt

Endoperidie des Frischmaterials

Die auffallend skulpturierte Endoperidie ist instabil. Im Gegensatz zu den meisten *Geastrum*-Arten ist die getrocknete Endoperidie bei Befeuchtung nicht regulär quellfähig. Schon im frischen Zustand reißt sie häufig zwischen den Peristomen oder von den Peristomen ausgehend, unregelmäßig ein (Abb. 4).

Peristome

Die in unregelmäßiger Zahl von 1 bis zu über 20 (nach Sunhede 1989) vorkommenden Peristome sind nur unscharf von der Endoperidie abgesetzt und weder sulcat noch regulär fimbriat. Es sind irregulär faserige, nur flach gewölbte, weniger als 1 mm hohe Durchbrüche der Endoperidie.

Gleba

Die reife Gleba ist flockig, das Capillitium weniger elastisch als bei den meisten *Geastrum*-Arten. Beim Ausschneiden einer medianen Scheibe des trocknenden, aber noch lebenden Fruchtkörpers fällt die reife Gleba heraus, und es bleiben nur wenige Reste des Capillitiums an der Endoperidie und an den Columellae hängen (Abb. 7).

Subgleba des Frischmaterials

Im basalen Teil des Sporenköpfchens ist bei allen Exemplaren von *Myriostoma coliforme*, die untersucht werden konnten, eine fein gekammerte Subgleba vorhanden. Sie sitzt der basalen Endoperidie auf und ist gegen die fertile Gleba unscharf abgegrenzt und bei manchen Exemplaren nur sehr schwach und unauffällig ausgebildet.

Am Frischmaterial sind die Kammern von den Columellae her radial orientiert, rundlich und meist ca. 50-80 µm im Durchmesser, aber auch gestreckt und bis zu 120 µm lang. Sie sind locker mit Hyphen durchzogen, während die Trama zwischen den Kammern aus einem fester gefügten Plectenchym besteht (Abb. 10). Die Hyphen besitzen einen Durchmesser von ca. 2-4 µm, ihre Wände sind um 0,5-1 µm dick.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Columellae
Die Columellae bestehen aus relativ einförmigen, nicht pigmentierten Hyphen. Der Hyphentyp entspricht dem der Faserschicht, der Stiele und der Kammerwände der Subgleba. Die Ränder der Columellae gehen basal allmählich in die Subgleba über, apikal ragen sie in die fertile Gleba und sind bei Fruchtkörperreife Ausgangspunkt von Capillitiumfasern (Abb. 6, 7), ihre Anzahl steht in Beziehung zur Anzahl der Peristome, jedoch ist die Zahl der Columellae nicht völlig mit der Zahl der Peristome identisch, gleiches trifft für die Beziehung zwischen den basalen Stielen der Endoperie und den Columellae zu.

Sporen des Frischmaterials
Die Sporen sind extrem grobwarzig, rund bis subglobos, ohne Ornament 4-6 µm, mit Ornament 6-8 µm im Durchmesser. Die Warzen sind zylindrisch, auch apikal verbreitert, basal oft leistenförmig verbunden oder auch in ganzer Länge zu kurzen Leisten vereint.

Capillitium
Die Capillitiumfasern sind um 2-4 µm dick, die Wände erreichen eine Dicke von bis zu 2 µm; sie sind unregelmäßig verkrümmt, verzweigt und besitzen häufig zugespitzte Enden (Abb. 9 Pfeile). Es kommen relativ kurze, isolierte Capillitiumfasern mit beiderseits zugespitzten Enden vor.

Diskussion

Morphologie und mikroskopische Merkmale

Die ermittelten anatomischen und morphologischen Merkmale an den Fruchtkörpern der Neufunde stimmen mit dem Vergleichsmaterial und Beschreibungen in der Spezialliteratur (Dörfelt 1989, Rimóczi et al. 2011, Sarasini 2005, Staněk 1958, Sunhede 1989) weitgehend überein. Einige neue morphologische Befunde bedürfen jedoch einer Interpretation.

Subgleba
Das Vorkommen einer gekammerten Subgleba unterscheidet die Gattung *Myriostoma* von allen anderen Arten der Geastraceae und dokumentiert eine konvergente, nicht homologe Entwicklung im Dienste der Sporenverbreitung bei stäubenden Gasterothecien mit hydrophoben Sporen und Capillitien. In Analogie zu den Lycoperdaceae ist die Subgleba als eine aus der Gleba hervorgegangene, sterile und nicht der Autolyse unterworfene Struktur anzusehen, die - wie bei der Gattung *Calvatia* - die Basis der toten Fruchtkörper stabilisiert und dadurch eine bessere Exposition der Sporen zur Atmosphäre gewährleistet. Die Subgleba von *Myriostoma* ist jedoch der Subgleba der Lycoperdaceae nicht homolog. Bei letzteren geht sie aus steril gewordenen Glebakammern hervor, die vom Hymenophor agaricoider Pilothecien abgeleitet und mit einem Hymeniderm ausgekleidet sind, das steril gewordenen Basidien entspricht (vgl. Lohwag 1940, Gube 2007, Dörfelt & Ruske 2014).

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Die Glebakammern der Geastraceae entstehen hingegen schizogen (Cunningham 1927). Kreisel (1969) bezeichnet diesen Typ der Gasterothecien daher als Schizothecium. Die Kammern der Subgleba von *Myriostoma*, die teilweise noch von lockeren Hyphen durchzogen sind, entstehen zweifelsfrei ebenfalls schizogen. Sie sind als eine besondere Ausbildung der Kammern der basalen Gleba aufzufassen, in die - im Gegensatz zur fertilen Gleba - keine Basidien einwachsen. Die Kammern stehen in Beziehung zu dem dichten Plectenchym der Columellae, das über die basalen Stielchen der Peridie in die Faserschicht der Exoperidie überleitet.

Sunhede (1989) beschreibt eine verdickte gekammerte Endoperidie bei *Myriostoma*, es handelt sich ohne Zweifel um dieselbe Struktur. Bei verwitterten Exemplaren bleibt die Subgleba lange erhalten und kann dann den Eindruck einer basal verdickten Endoperidie annehmen (Abb. 7). Die Columellae sitzen der Subgleba nicht auf, sondern sind ebenso wie die Gleba deren Ursprung.

Endoperidie, Gleba und Sporenfreisetzung

Die Capillitiumfasern entstehen bei *M. coliforme* aus verdickten Hyphen innerhalb der die Glebakammern umgebenden Hymenialtrama (Cunningham 1927). Entsprechend bildet ihre Ausrichtung, analog zu den Lycoperdaceae, innerhalb der ausgereiften Gleba die Geometrie und auch die Entstehung der Kammern ab und erlaubt damit Schlüsse zu deren Ausbildung (Gube 2007). Anhand der – bezogen auf die Columellae – radialen Ausrichtung des Capillitiums und der Glebakammern ist also davon auszugehen, dass sich die Gleba prinzipiell wie bei *Geastrum javanicum* (Lév.) Ponce de Léon radial entwickelt (Cunningham 1927, als *Geaster velutinus* Morg.). Allerdings ist bei *M. coliforme* im inneren Bereich der Gleba die Ausrichtung von Kammern und Capillitium – bezogen auf die Endoperidie – nicht immer radial. Offenbar bildet sich also um jede der Columellae ein kappenartiger Bereich von schizogenen Kammern aus.

Durch das häufige Vorkommen isolierter Capillitiumfasern ist die Gleba reifer Fruchtkörper von *Myriostoma coliforme* weitaus weniger elastisch und brüchiger als bei den *Geastrum*-Arten (Abb. 6), bei denen das Capillitium dauerhaft teils mit der Endoperidie, teils mit der Columella verbunden bleibt und daher elastischer ist. Die für *Geastrum*-Arten typische Elastizität, die in Verbindung mit der aufquellenden Endoperidie für die Abrundung der endoperidialen Köpfchen im Dienste des Sporenausstoßes bei Regen notwendig ist, fehlt bei *Myriostoma coliforme*. In Zusammenhang mit der weniger elastischen Endoperidie funktioniert die ombro-anemochore Sporenausbreitung bei *Myriostoma* nicht, vielmehr ist das endoperidiale Köpfchen wegen des irregulären Zerreißens der Endoperidie als eine Struktur aufzufassen, die einen Übergang von der ombro-anemochoren zur rein anemochoren Sporenverbreitung darstellt. Ähnliches finden wir auch bei *Geastrum melanocephalum* (Czern.) V. J. Staněk, wo die Gleba nach Öffnung der Gasterothecien völlig frei liegt. Auch bei einigen *Tulostoma*-Arten, etwa bei *Tulostoma volvulatum* I. G. Borshch., sind die gattungstypischen Peristome unter bestimmten ökologischen Bedingungen funktionslos, und die Endoperidien reißen irregulär auf. Die Sporen selbst weisen in

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

elektronenoptischen Aufnahmen langgestreckte Grate in Höhe der warzigen Elemente auf (z. B. Hosaka et al. 2006, Rimoczi et al. 2011) Das ist lichtmikroskopisch so nicht zu erkennen, vielmehr erscheinen die Sporen als mit basal teils verbundenen Warzen bedeckt (Sunhede 1989, Abb. 9).

Fruchtkörperbasis
Die typische Insertion der Fruchtkörper von *Myriostoma coliforme* an Mycelsträngen, Mycelpfropfen oder quastenähnlichen Büscheln, die am abgelösten Fruchtkörper Narben hinterlassen (vgl. Abb. 5; Hensel 2012: Abb. 2 und 4), und die wenig differenzierten Peristome sind Merkmale, die an das nur ungenügend bekannte, fornicate *Geastrum welwitschii* Montagne erinnern. Auch Beziehungen der Gattung *Myriostoma* zu dem tropischen *Geastrum schweinitzii* (Berk. & M. A. Curtis) Zeller (= *G. stipitatum* Solms) bedürfen der genaueren Untersuchung.

Ökologie

Begleitpilze
Myriostoma coliforme tritt meist in Gemeinschaft mit anderen Erdsternen auf. Auch die beiden begleitenden Erdsterne am neuen Fundort an der Hundisburg kommen hauptsächlich an ähnlichen gestörten Wuchsorten vor. *Geastrum striatum* ist offensichtlich in Ausbreitung begriffen und gehört zu den häufigsten *Geastrum*-Arten thermophytischer, anthropogener Gebüsche. *Geastrum fornicatum* ist zwar relativ selten, aber die Bestände sind in den thermophytischen, anthropogenen Gebüschen ebenfalls ungefährdet und nicht rückläufig. (vgl. Dörfelt 2009). Die postulierte Vergesellschaftung der Art mit *Geastrum striatum* (vergl. Dörfelt et al. 1979) wird durch den Fundort an der Hundisburg untermauert.

Naturschutzproblematik
Erdsterne werden in Deutschland oft aufgrund ihrer Ästhetik als schützenswert angesehen (Hennig 1960). Aus Gründen des Naturschutzes ist dies jedoch nur bei wenigen Arten, z. B. bei *Geastrum floriforme* Vittad., gerechtfertigt. Die meisten Arten sind in Ausbreitung begriffen. *Myriostoma coliforme* besiedelt in Deutschland überwiegend ungefährdete stickstoffreiche Standorte der Kulturlandschaft. Nach den Fundmeldungen der vergangenen Jahrzehnte (vgl. Jage 1960, Dörfelt et al. 1979, Kreisel 1987, Wiehle 1994, Winterhoff 2010, Hensel 2012) ist die Art in Ausbreitung begriffen. Ein besonderer Schutz sollte nur zur Anwendung kommen, wenn neben der Seltenheit im Fundgebiet oder in Deutschland auch eine internationale Gefährdung besteht, eine rückläufige Tendenz der Funde erkennbar ist, oder zumindest ein Schutz der Fundorte weitere seltene Arten absehbar schützt. Keines der genannten Argumente trifft auf *M. coliforme* zu. Insofern rechtfertigen auch die Fundstellen der Neufunde von 2010 bei Nebra und 2012 bei Haldensleben im Bereich eutrophierter, anthropogener Biotoptypen aus Sicht der Autoren keine Einstufung als schützenswerte Art oder den besonderen Schutz einzelner *Myriostoma*-Fundorte, wie dies mitunter gefordert wird (vgl. Hensel 2012).

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Danksagung

Unser Dank gilt G. Hensel (Merseburg) und H. Vökler (Naumburg), die Material aus ihren Sammlungen zur Verfügung stellten. Für die Bearbeitung des Stacking der Einblendung in Abb. 9 danken wir E. Ruske (Jena).

Literatur

Blanke H (1994): Schloß und Barockgarten zu Hundisburg 1693-1993. – Burgen und Schlösser in Sachsen-Anhalt **3:** 126-145.

Blanke H (2007): Grundriß über Ihro Hochwohlgeborenen Freyherrlichen Excellence von Alvensleben Garten / Der Hundisburger Schloßgarten und seine Gärtner im 18. Jh. – Kultur-Landschaft Haldensleben-Hundisburg e.V., Hundisburg, 156 S.

Cunningham GH (1927): The development of *Geaster velutinus*. – Transactions of the British Mycological Society **12:** (1) 12-20.

Dörfelt H (1989): Erdsterne (Geastraceae und Astraeaceae). – Die neue Brehm-Bücherei Bd. 573, ed. 2; A. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 108 S.

Dörfelt H (2009): *Myriostoma* Desv. – In Täglich, U. (red.): Pilzflora von Sachsen-Anhalt / Ascomyceten, Basidiomyceten, Aquatische Hyphomyceten, Leibniz-Institut f. Pflanzenbiochemie, Halle (Saale), 719 S.

Dörfelt H, Kreisel H, Benkert D (1979): Die Erdsterne (Geastrales) der Deutschen Demokratischen Republik. – Hercynia NF **17:** 43-59.

Dörfelt H, Ruske E (2014): Morphologie der Großpilze. – Springer, Heidelberg, 278 S.

Gube M (2007): The gleba development of *Langermannia gigantea* (Batsch: Pers.) Rostk. (Basidiomycetes) compared to other Lycoperdaceae, and some systematic implications. – Mycologia **99**(3): 396–405.

Heklau H, Dörfelt H (1987): Zum Ursprung und Gebrauch des Ruderalbegriffes in der Botanik. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe **36:** 49-58.

Hennig B [Hrsg.] (1960): Handbuch für Pilzfreunde. Bd. II, Nichtblätterpilze [Michael E, Hennig B] – Gustav Fischer, Jena, 328 S.

Hensel G (2012): Wiederfund von *Myriostoma coliforme* in Sachsen-Anhalt. – Boletus **34** (1): 29-33.

Hosaka K, Bates ST, Beever RE, Castellano MA, Colgan W, Domínguez LS, Nouhra ER, Geml J, Giachini AJ, Kenney SR, Simpson NB, Spatafora JW, Trappe JM (2006): Molecular phylogenetics of the gomphoid-phalloid fungi with an establishment of the new subclass Phallomycetidae and two new orders. – Mycologia **98** (6): 949-959.

Jage H (1960): Ein neuer Fund des Sieberdsterns, *Myriostoma coliforme*, in der Mark Brandenburg. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Potsdam, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe **6:** 185-187.

Kreisel H (1969): Grundzüge eines natürlichen Systems der Pilze. – Gustav Fischer, Jena, 245 S.

Kreisel H (ed.) (1987): Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik: Basidiomycetes. – Gustav Fischer, Jena, 281 S.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Lohwag H (1941): Anatomie der Asco- und Basidiomyceten. – Nachdruck 1965, Borntraeger, Berlin –Nikolassee, 572 S.

Rimóczi I, Jeppson M, Benedek L (2011): Characteristic and Rare Species of Gasteromycetes in Eupannonicum. – Fungi non Delineati 56-57, Edizioni Candusso, Alassio, 230 S.

Sarasini M (2005): Gasteromiceti epigei. – Associazione micologica Bresadola, Trento, 406 S.

Staněk VJ (1958): 4. čelled´ Geastraceae – Hvězdovkovité. – In: Pilát A: Flora ČSR, Gasteromycetes / Houby Břichatky, Praha Československé Akad. Věd., Praha 399-402.

Sunhede S (1989): Geastraceae (Basidiomycotina) / Morphology, ecology, and systematics with special emphasis on the North European species. – Synopsis fungorum 1 / Fungiflora, Oslo (Norway), 534 S.

Vökler H, Dörfelt H (2011): Ein artenreicher Erdsternstandort im Naturschutzgebiet „Saaleaue bei Goseck“ (Sachsen-Anhalt). – Boletus **33**(2): 95-102.

Wiehle W (1994): Erstfund des Sieb-Erdsterns, *Myriostoma coliforme* (With.: Pers.) Corda, in Mecklenburg-Vorpommern. – Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern **26:** 77-78.

Winterhoff W (2010): Der Siebstern (*Myriostoma coliforme*) in der nördlichen Oberrheinebene. – Carolinea **68:** 95-97.

Heinrich Dörfelt

ist Biologe, zu seinen Arbeitsgebieten gehören neben der Mykologiegeschichte, vor allem Morphologie, Geographie und Entwicklungsgeschichte von Pilzen. Sein spezielles Interesse für Gasteromyceten und Gasteromycetation geht bereits auf seine Studienzeit bei Hanns Kreisel in Greifswald zurück.

Dr. Matthias Gube

beschäftigt sich vorrangig mit Taxonomie und Systematik von Gasteromyceten sowie mit der Aufnahme von Schwermetallen durch Pilze.

© 2014 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

DGfM Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der **DGfM**.

www.dgfm-ev.de

Über Zobodat werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
  Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
  (Name der Heftreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
  Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
  Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND 4.0).

- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die vollständigen Lizenzbedingungen, wovon eine offizielle deutsche Übersetzung existiert. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: 80_2014

Autor(en)/Author(s): Dörfelt Heinrich, Gube Matthias

Artikel/Article: Morphologische Studien an Gasterothecien von Myriostoma coliforme 479-489