

THOMAS RÖDEL, FRANK DÄMMRICH, MAREN KAMKE

***Proterochaete adusta* – neu für Deutschland**

RÖDEL T, DÄMMRICH F, KAMKE M (2020): *Proterochaete adusta* – new to Germany. – *Boletus* **41**(1): 35–45**Keywords:** *Basidiomycota, Heterobasidiomycetes, Auriculariales, Exidiopsis pallida*, Thuringia, Germany.**Abstract:** At the Boletus conference, *Proterochaete adusta* was discovered on a heavily decomposed mighty poplar trunk on the eastern bank of the Schwarza in Bad Blankenburg. We want to present, illustrate and describe this rare species based on the German collections. We present a description, as well as photos of macro and micro features. In addition, we give an overview of collections of this mushroom from Germany that could only be assigned now.**Zusammenfassung:** Im Rahmen der Boletus-Tagung wurde am Ostufer der Schwarza in Bad Blankenburg an einem stark zersetzten mächtigen Pappelstamm *Proterochaete adusta* entdeckt. Diese seltene Art wollen wir hier anhand der in Deutschland gefundenen Kollektionen vorstellen, veranschaulichen und beschreiben. Wir präsentieren eine Beschreibung, sowie Fotos von Makro- und Mikromerkmalen.

Einleitung

Es war ein glücklicher Umstand, dass kurz nachdem Maren Kamke in Bad Blankenburg einen Heterobasidiomyceten fand, der zu Aufsammlungen passte, die wir seit Jahren nicht bestimmen konnten, die Arbeit von ALVARENGA et. al (2019) erschien. Die wachsartige, warzig bis stachelige Kruste wurde von Frank Dämmrich vor fast 20 Jahren das erste Mal gesammelt. In den Folgejahren kamen weitere Kollektionen hinzu, die erst jetzt zugeordnet werden konnten.

**Abb.1:** Übersichtsaufnahme vom Habitat am Ufer der Schwarza

Foto: M. KAMKE

Autoren:

Thomas Rödel, Kötteritzscher Ring 1, D-04680 Colditz, E-Mail: thomas.roedel@gmx.net

Frank Dämmrich, Ingelheimer Str. 3, D-09212 Limbach-Oberfrohna, E-Mail: Daemmrich@gmx.net

Maren Kamke, An de Wurth 24, D-24244 Felm, E-Mail: kontakt@pilzmaus.de

Ein Projekt der DGfM eröffnete schließlich die Möglichkeit die Proben zu sequenzieren. Der Vergleich dieser Sequenzen mit der NCBI-Datenbank (2019) führte zu einer guten Übereinstimmung mit den erst kürzlich hinterlegten Sequenzdaten der *Proterochaete adusta*. Wir nehmen daher diesen Erstfund für Thüringen zum Anlass, die Art vorzustellen und zu weiteren Untersuchungen anzuregen.

Material und Methoden

Die Aufsammlungen wurden in frischem und rehydriertem Zustand in Leitungswasser oder KOH 3 % und Kongorot / NH₃ bzw. Phloxin untersucht. Die mikroskopischen Merkmale wurden durch Schnitt- und Quetschpräparate der frischen Fruchtkörper bei 400, 500- und 1.000-facher Vergrößerung beurteilt. Die Mikromessungen wurden mit Ölimmersionsobjektiv (100x) und 10-fachem Okular anhand von Fotos mit darübergelegter, geeichter Mikrometerskala durchgeführt. Die Sporenmessungen erfolgten aus Abwurfpräparaten.

Um zu einer besseren Sichtbarkeit der Mikromerkmale zu gelangen, wurden die Mikrobilder mit dem Programm Combine ZP zum Teil gestackt. Aus einzelnen Fotos wurden störende Elemente mit Adobe Photoshop Elements 8.0 entfernt. Die Makroaufnahmen erfolgten mit einer Olympus Tough TG-5 hauptsächlich im Focus-Stacking-Modus.

Die Sequenzen wurden von unserem Material nach Standardverfahren für den Bereich der (ITS1, 5,8s und ITS2)-Region ermittelt und uns zur Verfügung gestellt. Die Suche der Vergleichssequenzen (BLAST¹), deren Extraktion aus der NCBI-Datenbank (2019), das Alignieren (mit ClustalW) und das Erstellen der Distanzmatrix wurde mit dem Freewareprogramm MEGA-X Version 10.0.4 (KUMAR et al. 2018) realisiert.

Zur Taxonomie und Nomenklatur

Die aktuellen Untersuchungen in den *Auriculariales* brachten in den letzten Jahren in zahlreichen neuen Arbeiten bemerkenswerte Erkenntnisse hervor, die vielfach ein Umdenken und ein Gewöhnen an neue Namen erfordern. So wurde jüngst in ALVARENGA et al. (2019) aufgrund phylogenetischer Untersuchungen die Gattung *Proterochaete* Spirin & V. Malysheva neu definiert. Sie enthält mit *Proterochaete adusta* nur eine Art:

Proterochaete adusta (Burt) Spirin & Malysheva, Botany 97: 447 (2019)

≡ *Sebacina adusta* Burt, Annals of the Missouri Botanical Garden 2: 764, tab. 27, fig. 19 (1915)

Weitere Synonyme sind:

- *Protodontia oligacantha* G.W. Martin, Journal of the Washington Academy of Sciences 43: 16 (1953)
- *Exidiopsis pallida* K. Wells & Raitv., Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised: 208 (1966)

Fundangaben

Proterochaete adusta vereinigt nach ALVARENGA et al. (2019) die bisher unter *Sebacina adusta*, *Protodontia oligacantha* und *Exidiopsis pallida* publizierten Taxa, zu denen es allerdings bisher aus Deutschland keine Fundmeldungen gab. Erst durch die erfolgreiche Sequenzierung war es möglich, die bis dahin unbestimmbaren Proben der neu kombinierten Art zuzuordnen. Demnach liegen derzeit folgende Funde vor:

Thüringen: Bad Blankenburg, am Ostufer des Flusses Schwarza (MTB 5333/214; 50°40'41.89"N, 11°16'15.15"E), Höhe 233 m, an liegenden *Populus*-Stamm, 12.10.2019, leg. M. Kamke, det F. Dämmrich, Privatherbar M. Kamke, Beleg-Nr. 502/19-MK. (Erstfund für Thüringen).

¹ Basic Local Alignment Search Tool (blast); <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast>

Sachsen: - Eschefeld, Pahnauer Wald (MTB 4941/13), an liegenden *Populus*-Stamm, 25.10.2001, leg. & det. F. Dämmrich, Privatherbar F. Dämmrich, Beleg-Nr. DÄ5898 (sequenziert);

- Borna-Ost, Am Lärchenberg (MTB 4841/312; 51°08'37.6"N, 12°31'15.2"E), an liegenden *Populus*-Stamm zwei Kollektionen, 03.10.2010 und 02.10.2011, leg. T. Rödel, det. F. Dämmrich, Privatherbarien T. Rödel und F. Dämmrich, Beleg-Nr. 20101003-15 sowie 20111002-07 (= DÄ11458, sequenziert);

- Waldheim-Massanei, Bachtal südlich (MTB 4944/143), an liegenden Laubholz-Stamm (*Quercus*), 21.09.2012, leg. L. Kreuer, det. F. Dämmrich, Privatherbar F. Dämmrich, Beleg-Nr. DÄ11457 (sequenziert);

- Stauchitz bei Riesa, MTB: 4745,312, an liegenden *Populus*-Stamm, 10.08.2013, leg. & det. T. Rödel, Privatherbar T. Rödel, Beleg-Nr. 20130810-13;

- Hohenheida, Weg zum FND Pfuhl, (MTB 4540/414, 51°25'55.0"N, 12°26'43.7"E), im Inneren eines verrottenden *Populus*-Stumpfes, 20.12.2013, leg. T. Rödel, det. F. Dämmrich, Privatherbarien T. Rödel und F. Dämmrich, Beleg-Nr.: 20131220-17 (= DÄ11459, sequenziert).

Nordrhein-Westfalen: Brüggen, NSG Brachter Wald (MTB 4702/2), an liegenden *Populus*-Stamm, 02.03.2012 und 19.12.2015, leg. H. Bender, det. F. Dämmrich, Privatherbarien F. Dämmrich, Beleg-Nr. DÄ10094 und T. Rödel Beleg-Nr. 20151219-01.

Beschreibung

Wir geben hier eine zusammenfassende Beschreibung der untersuchten Funde. Der Pilz wurde bisher (bis auf einen Fund an Eiche), stets auf totem mäßig bis stark zersetztem Pappelholz gefunden und kann eine beachtliche Größe erreichen (maximal beim Thüringer Fund mit etwa 40 x 20 cm).

Makroskopische Merkmale: Fruchtkörper resupinat, jung grau bis grau rosa auch cremefarben bis hellockerfarben, gelegentlich leicht rötlich durchschimmernd (eventuell durch die sich zersetzende Substratoberfläche verursacht), gelatinös bis wachsartig, durchscheinend; trocken unverändert oder hyalin bis weißlich, eine unauffällige, hornartige, teilweise ablösbare Schicht bildend, mit KOH dunkel und so bleibend, **Rand** jung glatt und abrupt endend, später durch dünne rhizomorphenartige Fasern auch einen fein bewimperten und flockigen Rand von 0,5 -1 mm Breite bildend, **Hymenium** glatt oder stumpf mehlig bestäubt, unregelmäßig mit anfangs spärlich verteilten Stacheln, später grandinoid und dicht mit fimbrierten fertilen Stacheln besetzt. Stachelspitzen alt mit austretenden Hyphenbüscheln.

Mikroskopische Merkmale: Basidiome im Querschnitt 110-220 µm dick (ohne Berücksichtigung der Stachelhöhe), zahlreiche Kristalleinlagerungen, an manchen Stellen bilden sie amorphe bis 100 µm große Konglomerate, Hymenium 20-30 µm hoch, im Subhymenium oft mit einer in KOH gelblich gefärbten Zwischenschicht aus verdichteten Hyphen, **Hyphensystem** monomitisch, Hyphen dünnwandig, farblos, mit Schnallen, (1,5-) 2,5-4,5 (-5) µm breit, Subhymenium ein dichtes Geflecht aus senkrecht wachsenden Trägerhyphen, mit ansitzenden bereits kollabierten Basidien und Sterigmen; unter der letzten Basidie wächst die Hyphe seitlich nach oben weiter, bildet die nächste Basidie usw. (akropetales Wachstum); der unmittelbar unter den Basidien befindliche Hyphenabschnitt ist oft kurzzeitig und bis 8 (10) µm breit erweitert, die bäumchenartige Struktur aus Trägerhyphe und ansitzenden Basidienresten erreicht eine Länge bis zu 120 µm und endet im Hymenium mit den jüngsten sporulierenden Basidien; **Basidien** längsseptiert (tremelloid), 4-sporig, sitzend, jung keulig später eiförmig mit Basalschnalle, nicht myxarioid aber Basis manchmal kurz stielartig verjüngt, 11,5-18 (-23) x (8) 9,5-12 µm, Sterigmen bis 30 x 4 µm. **Basidiosporen** farblos, dünnwandig, glatt, zylindrisch bis breit zylindrisch, oft gekrümmt, mit Öltröpfchen, Sekundärsporen bildend, inamyloid, (N = 217), (6,9-) 9,0-11,4 (-13,1) x (2,8-) 3,9-5,0 (-6,0) µm, im Mittel 10,2 x 4,4 µm, $Q_{L/B} = (1,6-) 2,0 -2,6 (-3,2)$ im Mittel $Q_m = 2,3$. (zu den Werten der einzelnen Kollektionen siehe Tab. 2 und Abb. 6). **Hyphidia** teilweise vorhanden, verzweigt, **zystidenartige Elemente** dünnwandig, nicht immer leicht zu finden, apikal schmaler werdend, teilweise mit verzweigten Auswüchsen, 22-31 x 4-6 µm.

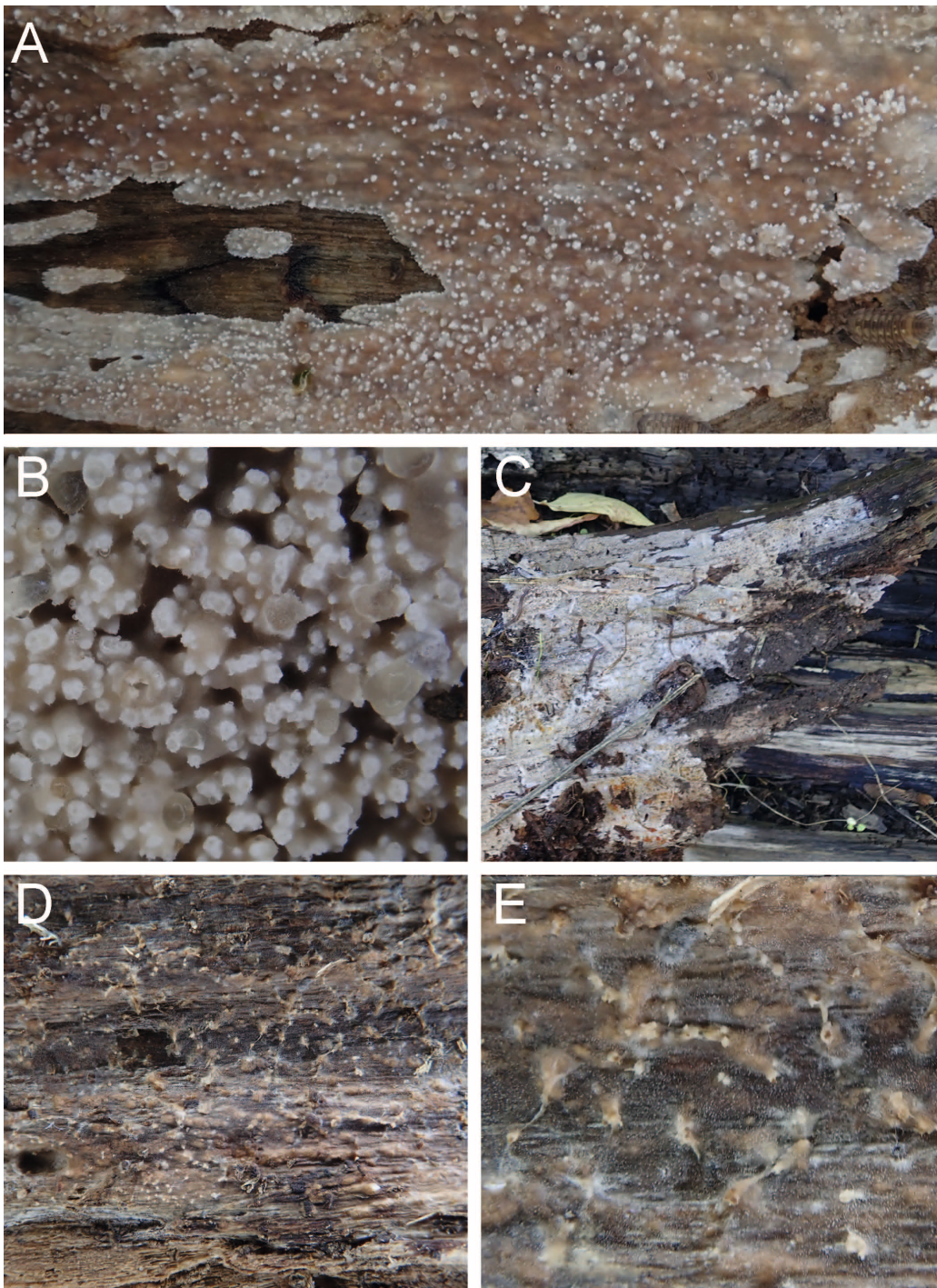


Abb. 2: *Proterochaete adusta* makroskopisches Erscheinungsbild – **A:** frischer Fruchtkörper mit glattem Rand und spärlichen Stacheln – **B:** grandinoid mit dichten Stacheln – **C:** Standortaufnahme eines Teilfruchtkörpers – **D, E:** Aufnahmen am Exsikkat.

Fotos: M. KAMKE

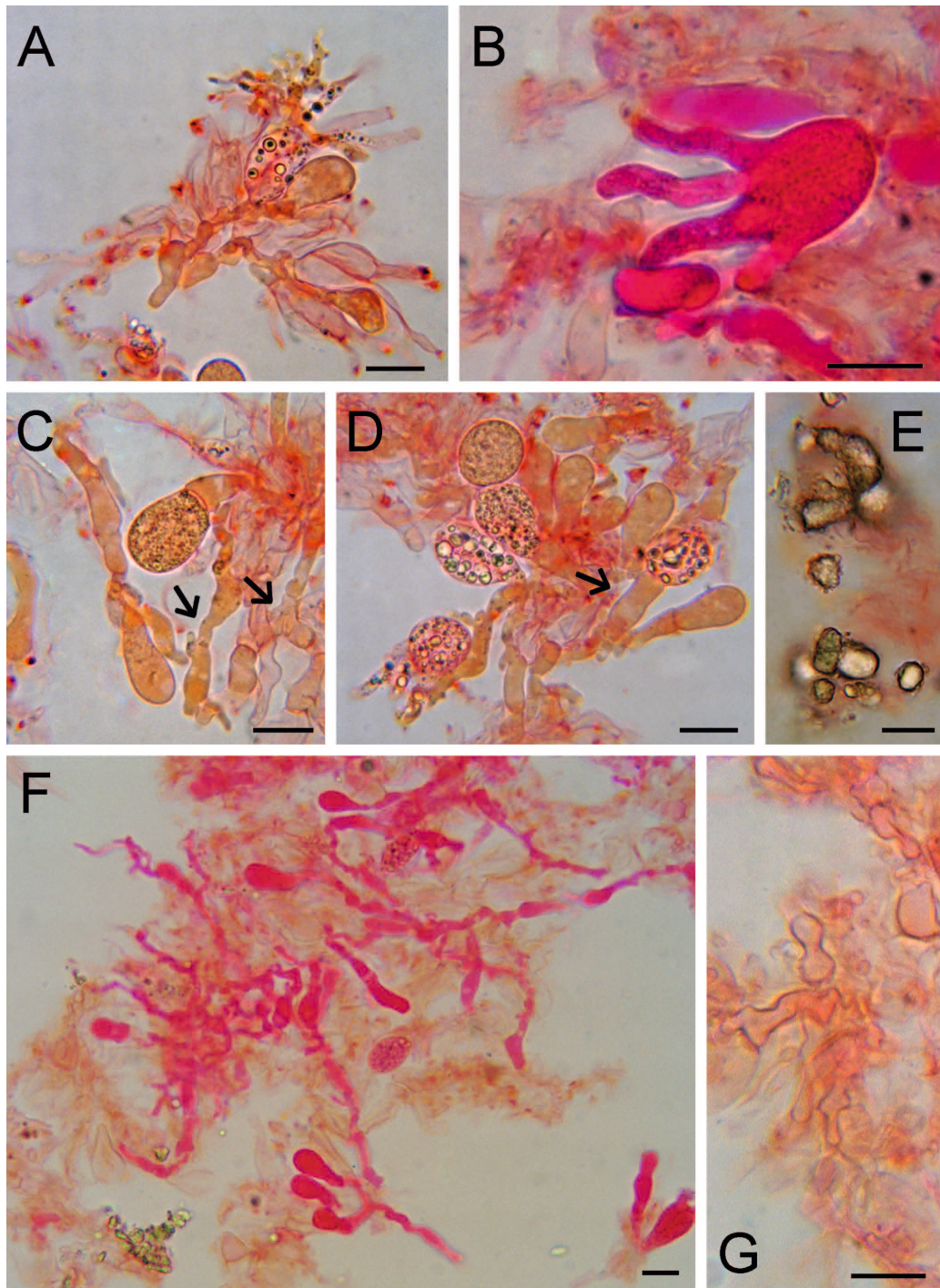


Abb. 3: *Proterochaete adusta* mikroskopisches Erscheinungsbild 1 – **A, B:** Basidien – **C:** Hyphen mit Schnallen sowie zystidenähnliche Elemente – **D:** Basidien mit verdickten basalen Hyphen – **E:** Kristalle – **F, G:** Hyphenstruktur; Maßstab jeweils 10 µm.
Fotos: M. KAMKE

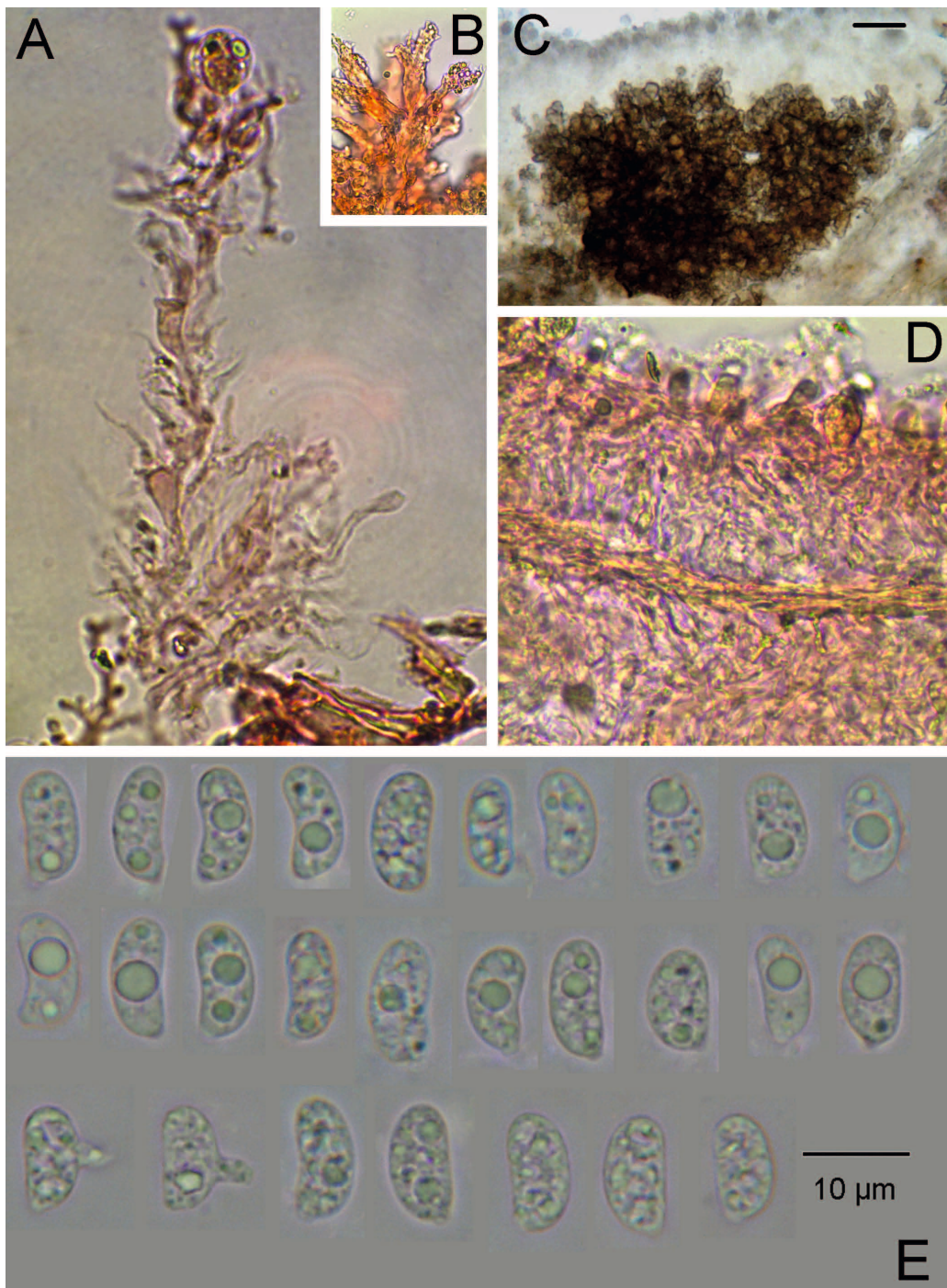


Abb. 4: *Proterochaete adusta* mikroskopisches Erscheinungsbild 2 – **A:** Trägerhyphne mit apikaler Basidie, darunter Basidienreste – **B:** Hyphenbüschel an der Stachelspitze – **C:** Kristallkonglomerat – **D:** subhymeniale, verdichtete Hyphenschicht – **E:** Sporen in Wasser aus Abwurfpräparat; Maßstab jeweils 10 µm.

Fotos: T. RÖDEL (A, B, D) und M. KAMKE (C, E)

Zur Ökologie von *Proterochaete adusta*

Die bisher in Deutschland nachgewiesenen Kollektionen stammen fast alle von *Populus*. Das Originalmaterial vom Lectotypus der *Sebacina adusta* und der *Protodontia oligacantha* wurde an *Populus trichocarpa* gefunden. Das führt zu der Vermutung, dass die Art eine hohe Präferenz für Pappelholz aufweist. Andererseits gibt es aber eine sächsische Aufsammlung von *Quercus*. ALVARENGA et al. (2019) geben für eine kanadische Kollektion *Acer negundo*, für eine chinesische *Acer pseudosieboldianum* und für eine russische Kollektion *Betula platyphylla* als Substrat an. Zu *Exidiopsis pallida* K. Wells & Raitv. – einem weiteren Taxon, das in ALVARENGA et al. (2019) als Synonym zu *Proterochaete adusta* geführt wird – und zu einem norwegischen Fund wird nur allgemein Laubholz genannt. Weitere Beobachtungen sind daher hinsichtlich der besiedelten Substrate wünschenswert.

Diskussion

Die aus den vergangenen Jahren vorliegenden Funde dieses Pilzes konnten bisher nicht sicher bestimmt werden. Zwar wurde durch den Erstautor auf Grund der warzig bis stacheligen Oberfläche des Pilzes auch die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass die gesammelten Kollektionen zu *Exidiopsis tuberculosa* (Torrend) Lonati gehören könnten, aber die für diesen Pilz angegebenen Sporenmaße lagen deutlich unter den von uns gemessenen Werten. Man vergleiche hierzu die Beschreibungen von *Sebacina tuberculosa* in TORREND (1913: 88) und BOURDOT & GALZIN (1927: 43). Eine dritte Erwähnung findet man in LONATI (1997), der den Pilz im Valle di Lupa östlich von Rom an einen liegenden Ast von *Populus tremula* fand und auf Grund der Schnallen zu *Exidiopsis* transferierte. Leider macht der Autor in seinem Artikel keinerlei weiterführenden Angaben zu seiner Kollektion.

Die erfolgreiche Sequenzierung der ITS von vier Aufsammlungen und der Vergleich mit der NCBI-Datenbank (2019) ergab nun aber eine gute Übereinstimmung unserer Funde mit *Proterochaete adusta*. Vorhandene Differenzen in der ITS wurden noch als natürliche Abweichungen innerhalb dieser Art angesehen (V. SPIRIN, pers. Mitt.).

Um eine genauere Aussage zur Übereinstimmung treffen zu können wurden die in ALVARENGA et al. (2019) angegebenen ITS-Sequenzen (siehe Tab. 1) aus der NCBI-Datenbank extrahiert und zusammen mit unseren aligniert. Die daraus resultierenden Ketten mit einer Länge von je 515 Basen waren die Grundlage für die Erstellung der Distanzmatrix mit MEGA-X (2018).

Tab. 1: Übersicht über die zum Vergleich herangezogenen ITS-Sequenzen aus ALVARENGA et al. (2019)

ITS Gen-bank-Nr.	Herkunft und Substrat	Datum/Sammler
MK391519	China: Jilin, Antu, Changbai, Erdao Bai He, an <i>Acer pseudosieboldianum</i>	26. VIII. 2005 O. Miettinen
MK391520	Kanada: Alberta, Edmonton, Henrietta Louise Edwards Park, an <i>Acer negundo</i>	28. VII. 2015 V. Spirin
MK391521	Russland: Khabarovsk Region, Khabarovsk District, Malyi Niran, an <i>Betula platyphylla</i>	06. VIII. 2012 V. Spirin
MK391522	Norwegen: Møre og Romsdal, Nesset, Eikesdalen, an Laubholzast	27. IX. 2017 K.-H. Larsson

Genbank-		Herkunft	1 (NO)	2 (RU)	3 (CH)	4 (CA)	5 (Hoh)	6 (Esch)	7 (Bo)	8 (Wa)
Nr.	bzw. Beleg-Nr.									
1	MK391522	Norwegen	0,00%							
2	MK391521	Russland	1,85%	0,00%						
3	MK391519	China	1,88%	0,42%	0,00%					
4	MK391520	Kanada	1,89%	0,42%	0,41%	0,00%				
5	DÄ11459	Hohenheida	2,32%	1,48%	1,44%	1,23%	0,00%			
6	DÄ5898	Eschefeld	2,72%	2,11%	1,84%	1,64%	1,02%	0,00%		
7	DÄ11458	Borna	1,90%	2,56%	2,49%	2,28%	1,44%	2,49%	0,00%	
8	DÄ11457	Waldheim	5,05%	3,95%	4,71%	4,50%	4,70%	4,93%	4,93%	0,00%

Abb. 5: Distanzmatrix der eigenen- und der in ALVARENGA et al. (2019) angegebenen ITS-Sequenzen. Der paarweise Vergleich liefert die Zahl der abweichenden Basen in Prozent.
Grafik: T. RÖDEL

Die Werte zeigen, dass alle Aufsammlungen in dem untersuchten Bereich mehr oder weniger voneinander abweichen. Die größte Abweichung zu den anderen Kollektionen finden wir bei dem Material aus Waldheim-Massaneij, wo der Pilz auf *Quercus* fruktifizierte. In den Makro- und Mikromerkmalen waren aber keine Besonderheiten gegenüber den anderen Kollektionen auffällig.

Ob es sich bei *Exidiopsis tuberculosa* um die gleiche oder eine verwandte Art handelt, konnte in diesem Zusammenhang bisher noch nicht überprüft werden, da in den Herbarien in Portugal, Brasilien, Schweden und Amerika, wo Torrends Belege aufbewahrt werden, kein Originalmaterial auffindbar war. (V. SPIRIN, pers. Mitt.).

Die uns vorliegenden Kollektionen fielen alle durch ihre warzig-stachelige Hymenialoberfläche auf. Allerdings ist die Dichte der Stacheln durchaus unterschiedlich und es gibt Bereiche, die fast glatt sein können, worauf auch in ALVARENGA et al. (2019) hingewiesen wird. So findet man in der Originalbeschreibung der *Sebacina adusta* in BURT (1915) keinen Hinweis auf diese Oberflächenstruktur (Burt erhielt das Material aus dem Kaniksu National Forest in Idaho von J.R. Weir höchstwahrscheinlich im trockenen Zustand). Im Protolog zu der als Synonym erkannten *Protodontia oligacantha* (MARTIN 1953) dagegen wird auf stumpfe, breite und etwas fimbriate Stacheln („...spines blunt, broad, somewhat fimbriate...“) und auch in RAITVIIR & WELLS (1966) zu der als Synonym erkannten *Exidiopsis pallida* auf unregelmäßige Knötchen („...irregular tubercles...“) hingewiesen.

Abbildungen einer Kollektion mit sehr stacheligem Hymenophor findet man auf der Internetseite von Hans Bender bei BENDER (2020). Die Bilder entsprechen dem oben aufgeführten Fund von 2015.

Bei den untersuchten Funden gab es beim Trocknen keine wesentliche Farbänderung des Hymeniums oder der Stacheln. Das von RAITVIIR & WELLS (1966) festgestellte Eintrocknen zu einer weißen Kruste mit schwachem Violett-Stich sowie die beschriebene violettbraune bis schwarze Farbe der Stacheln oder die von ALVARENGA et al. (2019) beschriebenen rötlichen Flecken traten hier nicht auf. Allenfalls der von MARTIN (1953) am Exsikkat festgestellte weiße Rand konnte teilweise beobachtet werden.

Der Fruchtkörperrand stellte sich in den untersuchten Kollektionen als variabel dar, zum Teil glatt und abrupt endend, durch am Rand stehende Stacheln etwas ungleichmäßig erscheinend, zum Teil dünn auslaufend oder weißlich fimbriat. In der Originalbeschreibung von BURT (1915) wird der Pilz als „separable from the substratum“ bezeichnet. Diese Eigenschaft wies auch der Thüringer Fund auf. Im Gegensatz dazu beschreiben RAITVIIR & WELLS (1966) die Art als anhaftend. ALVARENGA et al. (2019) erwähnen beide Wuchsformen.

Der aktuelle Fund aus Thüringen erreichte mit ca. 40 cm Länge und 20 cm Breite eine größere Ausdehnung als von den vorgenannten Autoren angegeben [BURT (1915): 12 x 4 cm, MARTIN (1953) 13 x 5 cm, RAITVIIR & WELLS (1966): 15 cm und ALVARENGA et al. (2019) 7 cm].

Außerdem bot er ein sehr unterschiedliches makroskopisches Erscheinungsbild. So gab es Stellen mit dickerer grandinoider Oberflächenstruktur mit dicht stehenden, fimbriaten Stacheln. Hier war im Mikroskop die von MARTIN (1953) und RAITVIIR & WELLS (1966) beschriebene verdichtete subhymeniale Hyphenschicht festzustellen. An dünneren Stellen mit glattem Hymenium und spärlich verteilten stumpfen Stacheln konnte die verdichtete Hyphenschicht nicht nachgewiesen werden.

Die Variabilität zeigt sich auch in den Sporenmaßen (Tab. 2).

Tab. 2: Übersicht der gemessenen Sporenwerte ergänzt durch Angaben aus der Literatur

(die sequenzierten Proben sind grau unterlegt, „Abwurf“ bedeutet, für die Messung lag ein Sporenabwurf vor)

Nr.	Kollektion/Quelle	Länge (in µm)	Breite (in µm)	L _m	B _m
1	ALVARENGA et al. 2019	(8,2-) 9,7-11,0 (-13,6)	(4,1-) 4,6-5,2 (-6,0)	10,35*	4,9*
2	BURT (1915)	10-12	4-5	11*	4,5*
3	MARTIN (1953)	(9-) 10-12 (-13)	(4-) 4,5-5 (-5,5)	11*	4,75*
4	RAITVIIR & WELLS (1966)	(8-) 9,5-11	4,5-5	10,25	4,75
5	Eschefeld 2001/ DÄ8598	(7-) 8-10,5 (-12,5)	3,5-4,5 (-5,5)	9,25	4
6	Bad Blankenburg 2019 (Abwurf)	9,4-12,0	4,5-6,0	10,6	5,1
6'	Bad Blankenburg 2019 (Abwurf)	(9-) 9,5-11,0	4,0-5,0 (-5,5)	10,3	4,7
7	Hohenheida 2013 / DÄ11459 (Abwurf)	(7,5-) 9,0-11,3 (-12,4)	(3,5-) 4,0-5,0 (-5,5)	10,2	4,4
8	Waldheim 2012/ DÄ11457	(8,3-) 9,7-12,5 (-13)	(3,4) 3,8-4,6 (-4,8)	11,1	4,2
9	Brüggen 2012	(7,5-) 8,0-10,0 (-11,0)	3,5-5 (-5,5)	9,0	4,2
9'	Brüggen 2015 (Abwurf)	(7,0-) 8,2-10,7 (-13)	(2,8-) 3,3-4,4 (-5,5)	9,5	3,85
10	Borna 2010	(8,3-) 9,5-12 (-13)	(3,4-) 3,8-4,6 (-5,2)	10,75	4,2
10'	Borna 2011/ DÄ11458	(8,5-) 9-11	(4-) 4, -5,5	10	5
11	Stauchitz b. Riesa 2013	(7,0-) 8,3-9,7	(3,5-) 4,3-4,6 (-4,8)	9,0	4,0

Zum Vergleich beziehen wir auch die Angaben zu *Exidiopsis tuberculosa* mit ein:

Nr.	Kollektion/Quelle	Länge (in µm)	Breite (in µm)	L _m	B _m
T1	TORREND 1913	6 - 7	3 - 3,5	6,5*	3,25*
T2	BOURDOT & GALZIN 1927	6 - 9	3 - 4,5	7,5*	3,75*

* Die Mittelwerte waren im Text nicht direkt ablesbar, sondern wurden aus den angegebenen Intervallgrenzen ermittelt.

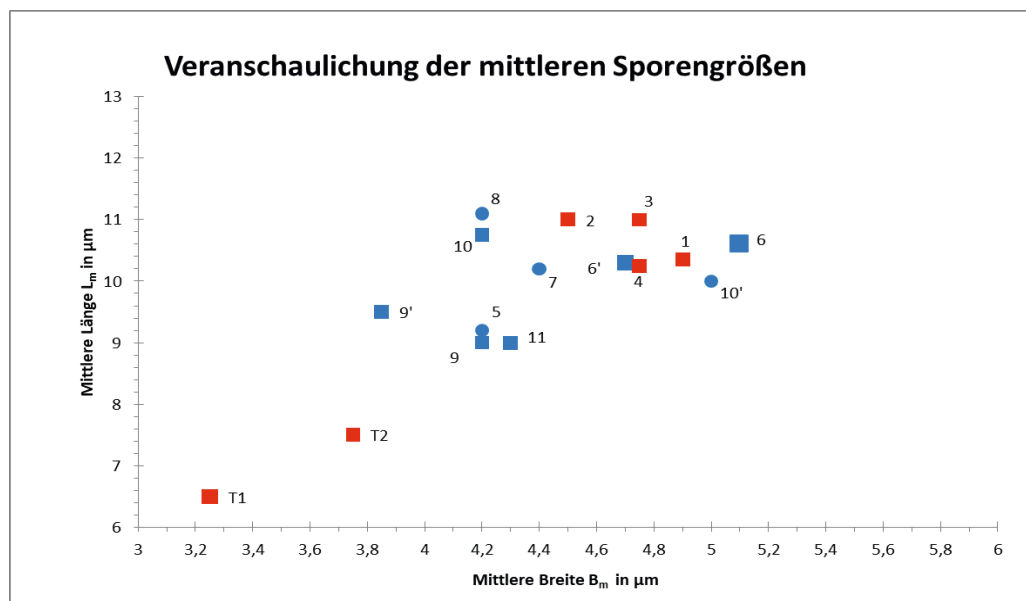


Abb. 6: Darstellung von mittlerer Sporenlänge und Sporenbreite der untersuchten Belege von *Proterochaete adusta* (Zahlen von 1 bis 11). Zum Vergleich die Werte von *Exidiopsis tuberculosa* (T1 und T2). Rote Quadrate stehen für Angaben aus der Literatur, blaue Symbole für die eigenen Messungen (Kreise symbolisieren die sequenzierten Kollektionen). Die Zahlenpaare 6-6', 9-9' und 10-10' repräsentieren unabhängige Messungen vom gleichen Standort.
Grafik: T. RÖDEL

Danksagung

Wir danken Hans Bender (Mönchengladbach) und Lothar Kreuer (Leipzig) für die Überlassung von Belegmaterial und die Angaben zu ihren Funden, weiterhin Viacheslav Spirin (Helsinki) für seine wertvollen Hinweise und die Bereitstellung von Literatur. Für die Durchführung der erfolgreichen Sequenzierungen sind wir Prof. Marco Thines (Senckenberg Forschungsinstitut Frankfurt) und seinem Team zu Dank verpflichtet, ebenso Felix Hampe (Butzbach) für die Vorbereitung der Präparation.

Literatur

- ALVARENGA RLM, SPIRIN V, MALYSHEVA V, GIBERTONI TB, LARSSON K-H (2019): Two new genera and six other novelties in *Heterochaete* sensu lato (*Auriculariales*, *Basidiomycota*). – *Botany* **97**(3): 439-451.
- BOURDOT H, GALZIN A (1927): Hyménomycètes de France. – Marcel Bry Sceaux, 764 S.
- BURT, EA (1915): The Thelephoraceae of North America. V. *Tremellodendron*, *Eichleriella*, and *Sebacina*. – *Annals of the Missouri Botanical Garden* **2**: 731-770.
- KUMAR S, STECHER G, LI M, KNYAZ C, TAMURA K (2018): MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms. – *Molecular Biology and Evolution* **35**(6): 1547-1549.
- LONATI G (1997): *Heterobasidiomycetes* in area mediterranea. – *Micologia e Vegetazione Mediterranea* **12**(2): 99-113.
- MARTIN GW (1953): New species of *Protodontia* from British Columbia. – *Journal of the Washington Academy of Sciences* **43**(1): 16-18.

RAITVIIR A, WELLS K (1966): Two new species of *Exidiopsis*. – Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Bioloogiline seeria **15**(2): 206-208.

TORREND C (1913): Les basidiomycètes des environs de Lisbonne et de la région de S. Fiel (Beira Baixa). – Brotéria Série Botânica **11**(1): 54-98.

Internetquellen

DGfM-Datenbank (2020): <http://www.pilze-deutschland.de> (recherchiert am 15.02.2020)

BENDER (2020): http://bender-coprinus.de/pilz_der_woche/2019/_proterochaete_adusta.html (recherchiert am 18.02.2020)

NCBI Database (2019): National Center for Biotechnology Information Database <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide> (recherchiert am 21.12.2019)

MEGA-X (2018): <http://www.megasoftware.net> (download 17.07.2018)