Pilze in Bernsteinwäldern Nordeuropas

Hans Halbwachs

Halbwachs H (2020) Fungi in the amber forests of Northern Europe. Zeitschrift für Mykologie 86/1: 121-130.

Abstract: During the Eocene, ca. 24-47 million years ago, vast forests existed in the Baltic and Bitterfeld areas, which were a cradle of huge amber deposits. So-called amber trees produced copious amounts of resin, which often entombed a great diversity of organisms, predominantly insects. Under rare circumstances, also fungi or fungal material got preserved in the hardening material, which is often washed up along the Baltic coasts or is harvested industrially in Kaliningrad.

Most amberised fungi are small ascomycetes, only a few macrofungi have so far been recovered. Interestingly, lichens proliferated during the Paleogene. The causes are probably multifarious, including favourable climates and diversely structured habitats. It remains to be seen whether more fungi will turn up in amber to close obvious gaps in fossil records.

Keywords: Fossils, Ascomycota, Basidiomycota, Lichens, Baltic, Bitterfeld, Paleogene

Zusammenfassung: Während des Eozäns, vor ca. 24-47 Millionen Jahren, gab es in baltischen Gebieten und Bitterfeld (Thüringen) ausgedehnte Wälder, die Wiege enormer Bernstein-Lagerstätten. Sogenannte Bernsteinbäume produzierten üppige Mengen an Harz, das häufig Organismen einschloss, vor allem Insekten. Unter seltenen Umständen wurden auch Pilze oder deren Fragmente in dem sich verhärtenden Material konserviert. Es wird häufig an den Ostseeküsten angeschwemmt und in Kaliningrad industriell abgebaut.

Die meisten Bernsteinpilze sind kleine Ascomyceten, nur wenige Großpilze wurden bislang gefunden. Interessanterweise waren es die Flechten, die im Paläogen vermehrt auftraten. Die Gründe hierfür sind vielfältig, u.a. günstige Klimata und facettenreiche Habitate. Es bleibt abzuwarten, ob weitere Pilzfunde in Bernstein auftauchen, um die offensichtlichen Fossil-Lücken zu füllen.

Stichwörter: Fossile, Ascomycota, Basidiomycota, Flechten, Baltikum, Bitterfeld, Paläogen

Bernsteinwälder?

Von einem Bernsteinzimmer haben wohl die meisten von uns schon gehört, aber von „Bernsteinwäldern"? Was Bernstein ist, ist bekannt, zumindest dass es ein Schmuckstein ist und zuweilen Einschlüsse („Inklusen") von Insekten enthält (Abb. 1).

Bernstein wird vom Menschen seit mindestens 40.000 Jahren (Jungpaläolithikum) z.B. als Schmuck genutzt, wie ein Fund aus Isturitz am Fuß der französischen Pyrenäen zeigt, der Neandertalern zugerechnet wird (Szmidt et al. 2010), möglicherweise in geschmolzener Form auch als Klebstoff (Koller et al. 2001). Vor allem der Bernstein der Ostseeküsten wurde in Europa, dem Nahen Osten und Asien seit prähistorischen Zeiten gehandelt (Palavestra et al. 2006). Schon Philosophen des Altertums

Anschriften des Autors: Hans Halbwachs, Danziger Str. 20, 63916 Amorbach,
E-Mail: hans.waxcap@online.de

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Abb. 1: Kleine Insekteneinschlüsse in Bernstein.
Bildautor: Brocken Inaglory (cc)* (*siehe Anhang)

begannen sich für pflanzliche und tierische Einschlüsse zu interessieren (King 2006), wobei der römische Gelehrte Plinius der Ältere bereits auf dem richtigen Weg war, wie Bernstein entstanden sein könnte: Nicht aus versteinertem Luchs-Urin, wie bis dato fabuliert wurde, sondern aus harzigen Produkten pinienartiger Bäume in nördlichen Regionen (Denso 1764-1765).

Bernstein kommt jedoch weltweit vor (Abb. 2) und stammt aus dem Harz einer ganzen Reihe von Nadel- und Laubbäumen (Krumbiegel & Krumbiegel 1994).

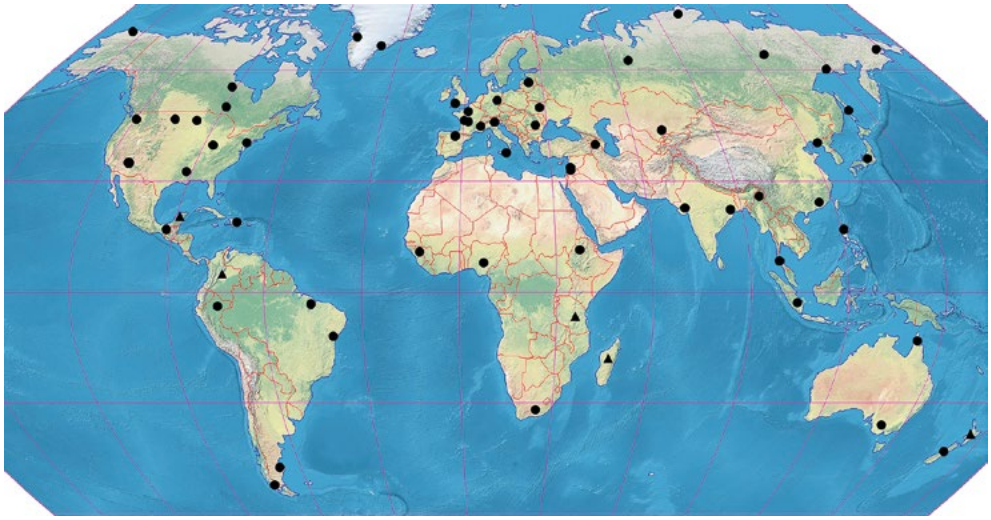

Abb. 2: Weltweite Vorkommen von Bernstein (●) und Kopal (▲). Quellen Krumbiegel & Krumbiegel (1994), Gomez et al. (2002) Weltkarte: Ktrinko (cc)*

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Die Karte zeigt auch die Lagerstätten von Kopal, einem jungen Bernstein. Jung deshalb, weil die Umwandlung in echten Bernstein durch chemische und geologische Prozesse entsteht, die Zehntausende bis Millionen von Jahren benötigen. Einige Lagerstätten enthalten riesige Mengen Bernstein, z.B. wurden im Samland bei Kaliningrad pro Jahr bis zu 780 Tonnen des im Miozän/Oligozän (24-47 Mio. Jahre) entstandenen baltischen Bernsteins gefördert (de.wikipedia.org/wiki/Bernstein). Solche Mengen können nicht von einzelnen Bäumen produziert worden sein, sondern von riesigen Bernsteinwäldern.

Mittels der geologischen Situation und der Taxonomie eingeschlossener Organismen hat man solche Wälder charakterisieren können. Die baltischen und Bitterfelder Bernsteinwälder breiteten sich vermutlich in wasserreichen Gebieten in einem feuchtwarmen Klima aus, wie man den häufigen Köcherfliegen- und Zuckmücken-Einschlüssen entnehmen kann (Schlee & Glöckner 1978) (Abb. 3).

Abb. 3: Everglades/Florida: so ähnlich darf man sich die Baltischen und Bitterfelder Bernsteinwälder vorstellen; historisches Foto 1972, Fred Ward (cc)*

Obwohl die Bernsteinwälder im Samland und in Bitterfeld (Thüringen) im etwa gleichen Zeitfenster bestanden (Paläogen), deuten morphologische und physiko-chemische Untersuchungen darauf hin, dass die Bernstein produzierenden Bäume nicht die gleichen waren (Wolfe et al. 2016). Die baltischen Bernsteinbäume werden fünfnadeligen Pinaceen zugerechnet (Dolezych et al. 2011), ähnlich der rezenten *Pinus strobus* (Weymouth-Kiefer) (Abb. 4A), während die Bitterfelder Gegenstücke wahrscheinlich Schirmtannen waren (Wolfe et al. 2016), wie *Sciadopitys verticillata* aus Japan (Abb. 4B).

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

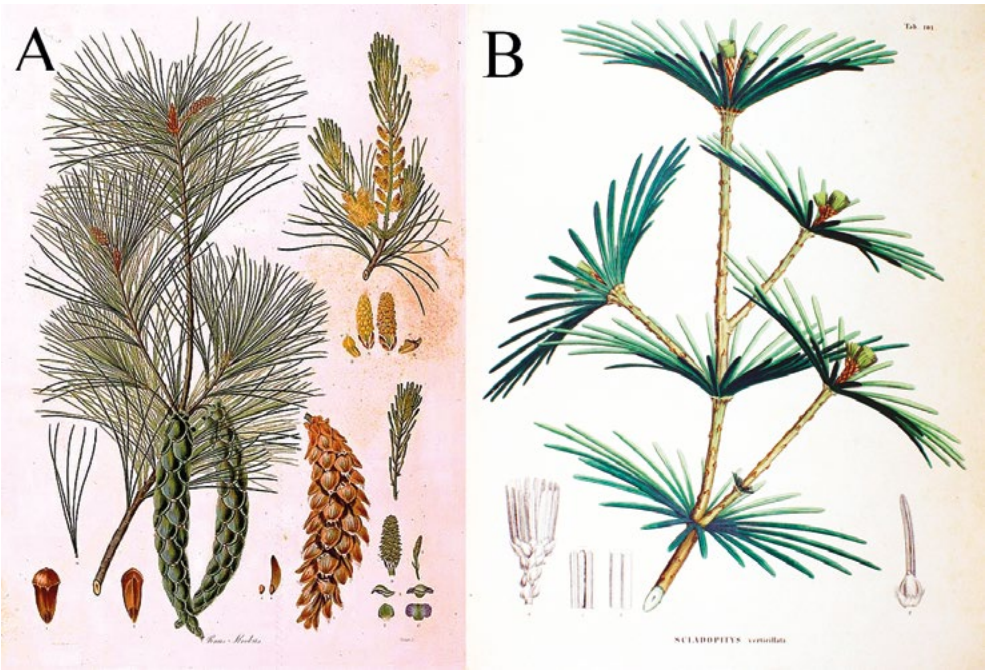

Abb. 4: A – *Pinus strobus* (Stich von Aylmer Bourke Lambert 1761-1842); B – *Sciadopitys verticillata* (Lithografie von Philipp Franz von Siebold 1870)

Bernstein kann nicht nur Insekten enthalten, sondern auch Bakterien, Protozoen, Nematoden, Pflanzenteile incl. Pollen, seltener Mollusken, Amphibien, Reptilien, Vogelfedern, Tierhaare und, ja, eben auch manchmal Pilze (Poinar Jr 1992). Die muss es aber reichlich gegeben haben, wenn man bedenkt, dass die Pilzmücken die dritthäufigste Mückenart im baltischen Bernstein ist (Weitschat & Wichard 1998). Ob nun eine Mücke, eine Baumpolle oder Pilze, im nächsten Abschnitt ist dargestellt, wie Organismen in den Bernstein geraten.

Inklusen

Es gibt zwei grundlegende Mechanismen, wie Inklusen zumeist entstehen. Frischer Harzfluss ist eine klebrige Angelegenheit. Alles was einmal darauf landet, bleibt haften. Harz fließt nicht gleichmäßig, sondern eher in Schüben, so dass biologisches Material durch Harzschichten eingeschlossen wird (Krumbiegel & Krumbiegel 1994) (Abb. 5, 6).

Eine andere Möglichkeit Inklusen zu bilden, besteht darin, dass größere Mengen dünnflüssigen Harzes am Stamm herablaufen oder heruntertropfen. Dadurch kann das Harz Vertiefungen im Bereich des Wurzeltellers ausfüllen und damit zufälligerweise dort vorhandenes biologisches Material einschließen (Penney & Green 2010), also auch Pilze.

Nicht jede Inkluse ist von vornherein und so klar sichtbar. Bei kleineren Inklusen, wie z.B. bei Kleinpilzen, ist die Suche recht mühsam und erfordert technische

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

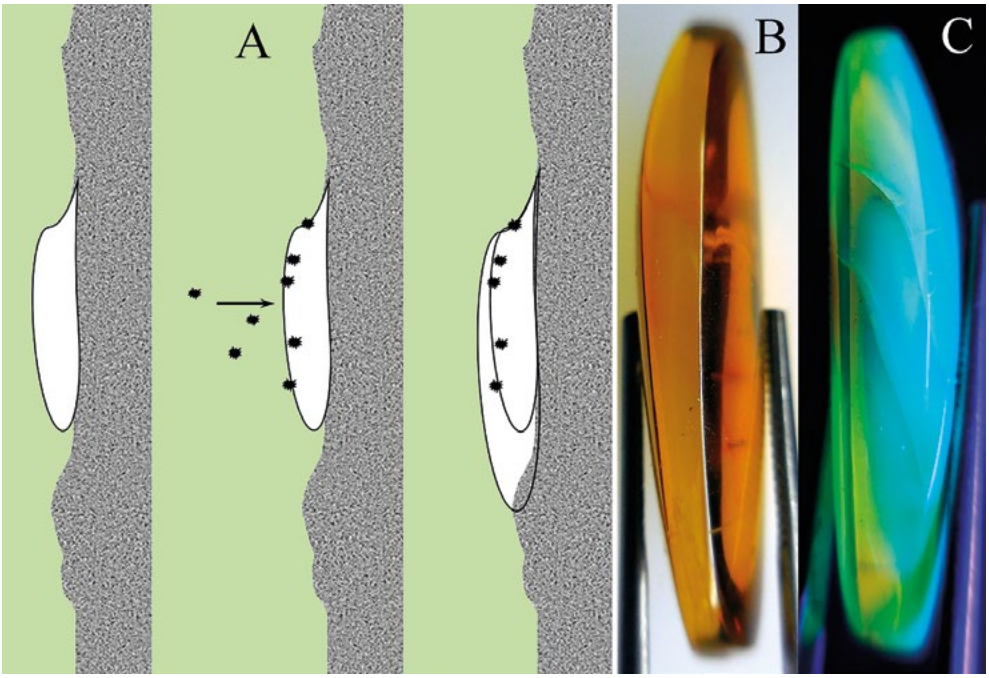

Abb. 5: A – Eine Harzträne bildet sich, Schwebeplankton bleibt kleben und eine weitere Harzträne schließt die Partikel ein; B – Polierter Bernstein; C – Der gleiche Bernstein im UV-Licht, die Schichtungen werden sichtbar

Abb. 6: Eine Pilzmücke (Mycetophilidae), eingeschlossen in poliertem baltischem Bernstein. Rechts unten ist das gleiche Stück unter UV-Licht. Es zeigt sich für echten Bernstein eine typische Fluoreszenz.
Bildautor: Zacharie Grossen (cc)*

Hilfsmittel. Bernsteine sind überwiegend mit einer Verwitterungskruste überzogen, die zunächst beseitigt werden muss. Dazu wird Rohbernstein einseitig angeschliffen oder „getrommelt“, d.h. zusammen mit Schleifmitteln und Holzstücken in einer Drehtrommel oberflächlich geglättet, so dass eine optische Inspektion möglich wird (http://www.ambertop.de/trommeln.html). Wird nun etwas Interessantes gesichtet, müssen die Stücke poliert oder sogar so weit zersägt werden, dass auch mikroskopische Untersuchungen möglich werden. Häufig sind die Stücke bröckelig und müssen

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

daher zunächst in Kunstharz eingebettet werden (Penney & Green 2010). Mikrofossilien (z.B. Pollen, Sporen, Konidien usw.) lassen sich einfacher mit Lösungsmitteln isolieren und auf Objektträger präparieren (Halbwachs 2019a).

Das klingt alles kompliziert, aber die Mühe wird dann doch zuweilen belohnt, wie der nächste Abschnitt zeigt.

Pilze im Bernstein

Unglücklicherweise sind auch größere Pilze überwiegend kurzlebig bzw. wenig robust. Die Wahrscheinlichkeit als Inkluse zu enden, ist denkbar gering, weil ausreichende Harzmengen in kurzer Zeit (Fäulnis setzt ein!) abgeschieden werden müssen (Labandeira 2014). Hinzu kommt, dass die Harzproduktion zu Beginn der Vegetationsperiode am höchsten ist (Labandeira 2014), während die meisten Großpilze eher gegen Ende einer Wachstumssaison fruktifizieren, auch in subtropischen Wäldern (Chacón & Guzmán 1995).

Besser sieht es mit Kleinpilzen aus, vor allem mit Ascomyceten (Abb. 7).

Im Vergleich ist in baltischem Bernstein eine höhere Pilzdiversität gefunden worden, als in Bitterfeld (Tab. 1), was möglicherweise dem Zufall zu schulden ist.

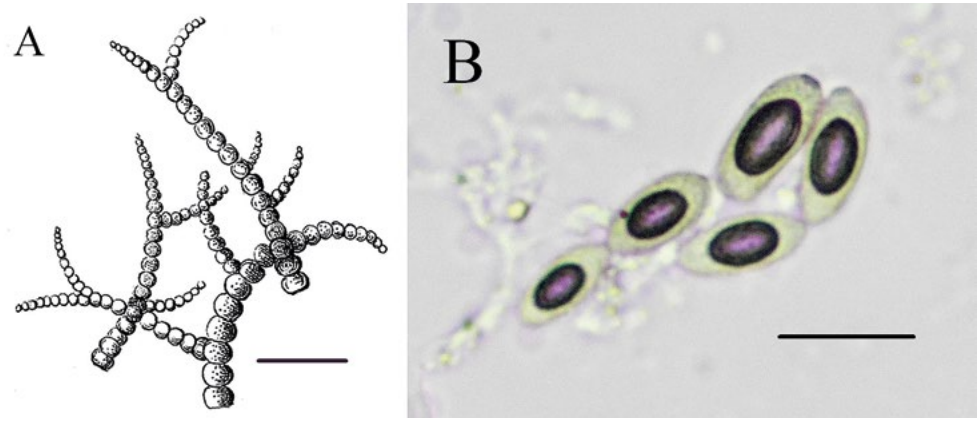

Abb. 7: A – Im 19. Jh. als *Sphaerophorus moniliformis* beschriebener Rußtau (Menge 1858), später bestimmt als *Capnodium* sp. (Schmidt et al. 2013), baltischer Miozän (37–45 Ma), Maßstabsbalken 50 µm; B – Ascosporen in baltischem Bernstein (Pezizaceae?), Foto vom Autor, Maßstabsbalken 10 µm

Tab. 1: Vergleich der Pilzgruppen, die bislang in paläogenen Bernsteinen Nordeuropas gefunden wurden (Halbwachs 2019b).

Gruppe	Baltikum	Bitterfeld
Ascomyceten	20	6
Basidiomyceten	10	0
Flechten	81	97

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Auffällig ist die hohe Flechtenvielfalt, die im Paläogen förmlich explodierte (Halbwachs 2019b) (Abb. 8).

Die Gründe für den extremen Diversitätssprung sind nicht genau bekannt. In dominikanischem Bernstein, der nur wenig jünger ist (Miozän, 15-20 Mio Jahre), ist das Phänomen nicht sichtbar. Dies weist vielleicht auf ein klimabedingtes Geschehen hin (Halbwachs 2019b). Die nordeuropäischen Bernsteinwälder wuchsen unter temperat-subtropischen Bedingungen, während die dominikanischen ein feuchtes Tropenklima aufwiesen. Weiterhin war das nordeuropäische Habitat deutlich vielfältiger hinsichtlich der Vegetationsdichte, was die Flechtendiversität fördert (Divakar et al. 2015). Ein weiterer Umstand war vermutlich die Tatsache, dass die nordeuropäischen Bernsteinbäume eine weit rauere Textur besaßen und damit „besiedlungsfreundlicher" waren, als die dominikanischen (Masuch 1993; Halbwachs 2019b). Es ist anzunehmen, dass letztlich die Kombination solcher Faktoren für die hohe Flechtendiversität in baltischem und Bitterfelder Bernstein verantwortlich ist.

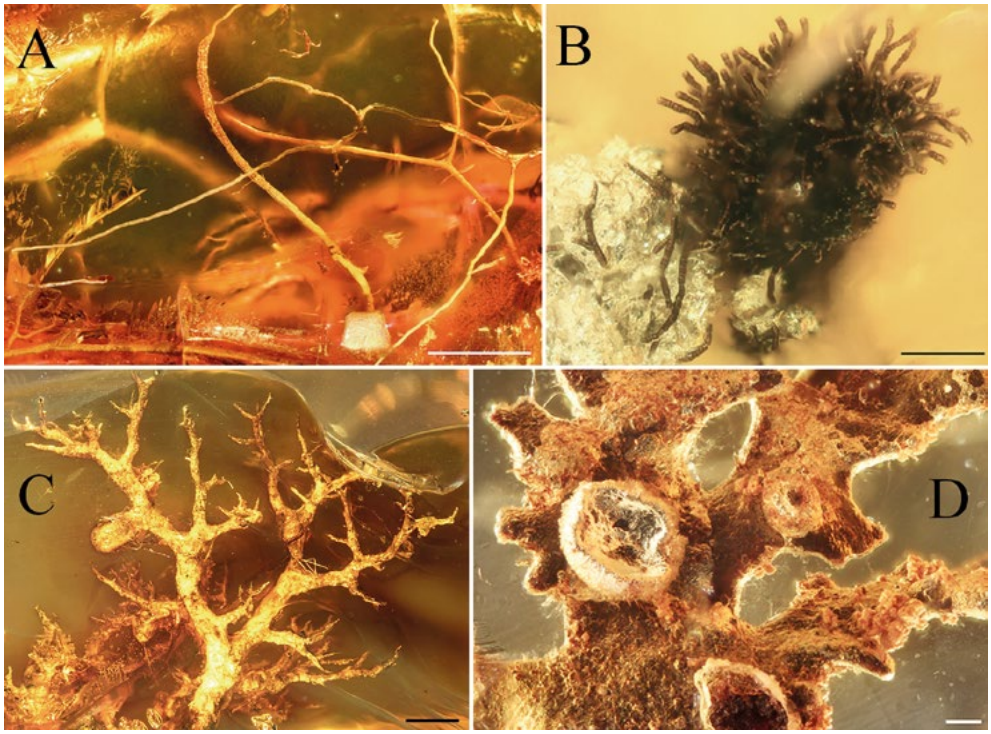

Abb. 8: A – Eine Bartflechte (Parmeliaceae), Bitterfeld, Kaasalainen et al. (2015), cc-Lizenz, Maßstabsbalken 1 mm; B – Krustose Flechte mit Fruchtkörpern, c.f. *Taeniolella*, Bitterfeld, Kettunen et al. (2016), Cambridge University Press Lizenz Nr. 4587581396605, Maßstabsbalken 100 µm; C - Eine Strauchflechte (Lecanoromycetidae), Baltikum, Kaasalainen et al. (2017), Springer Lizenz Nr. 4587561053948, Maßstabsbalken 1 mm; D – Foliose Flechte (Lecanoromycetidae), Baltikum, Hartl et al. (2015), cc-Lizenz, Maßstabsbalken 200 µm

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Die klimatischen Umstände müssen auch für Großpilze förderlich sein. Wie bereits begründet, haben entsprechende Funde Seltenheitswert. Zwei Beispiele sind in Abb. 9 zu sehen.

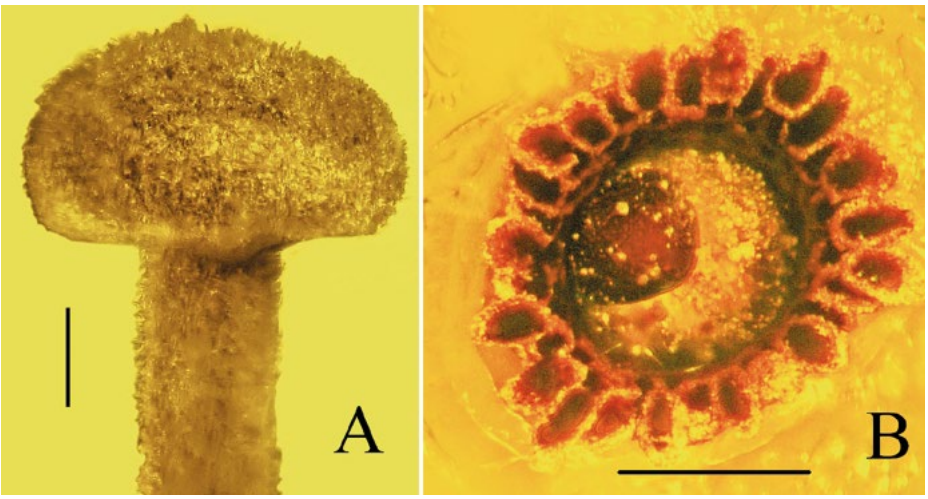

Abb. 9: A - *Gerontomyces lepidotus*, Baltikum, Maßstabsbalken 1 mm; B - *Nidula baltica*, Baltikum, Poinar Jr (2016), Maßstabsbalken 400 µm; die Aufnahmen wurden freundlicherweise von George Poinar zur Verfügung gestellt;

Ausblick

Im Baltikum werden jährlich immer noch hunderte von Tonnen Bernstein gefördert, so dass jederzeit weitere Pilzarten gefunden werden können. Allerdings werden die meisten Bernstein-Inklusen nach wirtschaftlichem Wert sortiert, also vornehmlich für die Schmuckindustrie, aber auch für Sammler außerhalb wissenschaftlicher Netzwerke. Dadurch gehen sicher pilzträchtige Exemplare verloren, zumal nur die gut erkennbaren Organismen für den Markt interessant sind und Pilze wohl meist als solche nicht erkannt werden.

Vielleicht sind unter den Lesern Mykologen, die sich für Pilze in Bernstein interessieren könnten. Ich biete gerne Beratung an und Probenbearbeitung in meinem Labor.

Danksagung

Ich bedanke mich bei Carsten Gröhn (Glinde) für fachlichen Rat.

Stellungnahme

Der Autor versichert, dass keine speziellen Genehmigungen für die Durchführung der Arbeit nötig waren. Die Arbeit wurde aus Mitteln des Autors finanziert.

Anhang

* creativecommons.org/licenses/by/4.0/

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Literatur

Chacón S, Guzmán G (1995) Observations on the phenology of ten fungal species in the subtropical forests at Xalapa, Mexico. Mycological Research **99**(1):54-56.

Denso JD (1764-1765) Plinius Naturgeschichte, 2 Bde., Rostock und Greifswald.

Divakar PK, Crespo A, Wedin M, Leavitt SD, Hawksworth DL, Myllys L, McCune B, Randlane T, Bjerke JW, Ohmura Y, et al (2015) Evolution of complex symbiotic relationships in a morphologically derived family of lichen-forming fungi. New Phytologist **208**(4):1217-1226.

Dolezych M, Fischer T, Gröschke A (2011) *Pinuxylon succiniferum* (Goeppert) Kraeusel emend. Dolezych–amberized wood from Goeppert's type material restudied. Mauritiana (Altenburg) **22**:43-60.

Gomez B, Martínez-Delclòs X, Bamford M, Philippe M (2002) Taphonomy and palaeoecology of plant remains from the oldest African Early Cretaceous amber locality. Lethaia **35**(4): 300-308.

Halbwachs H (2019a) Detecting fungal spores and other micro-fossils in amber and copal by solvent treatment. Palynology DOI 10.1080/01916122.2019.1633436.

Halbwachs H (2019b) Fungi trapped in amber – a fossil legacy frozen in time. Mycological Progress **18**(7):879-893

Hartl C, Schmidt A, Heinrichs J, Seyfullah L, Schäfer N, Gröhn C, Rikkinen J, Kaasalainen U (2015) Lichen preservation in amber: morphology, ultrastructure, chemofossils, and taphonomic alteration. Fossil Record(2):127-135.

Kaasalainen U, Heinrichs J, Krings M, Myllys L, Grabenhorst H, Rikkinen J, Schmidt AR (2015) Alectorioid morphologies in Paleogene lichens. PLoS One.

Kaasalainen U, Schmidt AR, Rikkinen J (2017) Diversity and ecological adaptations in Palaeogene lichens. Nature plants **3**(5):17049.

Kettunen E, Schmidt AR, Diederich P, Grabenhorst H, Rikkinen J (2016) Lichen-associated fungi from Paleogene amber. New Phytologist **209**(3): 896-898.

King R (2006) Amber (Part 1). Geology Today **22**(6):232-237.

Koller J, Baumer U, Mania D (2001) High-tech in the Middle Palaeolithic: Neandertal-manufactured pitch identified. European Journal of Archaeology **4**(3):385-397.

Krumbiegel G, Krumbiegel B (1994) Bernstein - Fossile Harze aus aller Welt. Goldschneck Verlag, Weinstadt.

Labandeira CC (2014) Amber. Reading and Writing of the Fossil Record: Preservational Pathways to Exceptional Fossilization: Presented as a Paleontological Society Short Course at the Annual Meeting of the Geological Society of America, Vancouver, British Columbia, October 18, 2014, Paleontological Society:

Masuch G (1993) Biologie der Flechten. Quelle und Meyer, Heidelberg & Wiesbaden.

Menge A (1858) Beitrag zur Bernsteinflora. Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig **5**:1-18.

Palavestra A, Krstić V, muzej N (2006) The magic of amber. National Museum Belgrade.

Penney D, Green DI (2010) Introduction, preparation, study & conservation of amber

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

inclusions. In Penney D: Biodiversity of fossils in amber from the major world deposits. Siri Scientific Press, Manchester:5-21.

Poinar Jr GO (1992) Life in amber. Stanford University Press.

Poinar Jr GO (2016) Fossil Fleshy Fungi ("Mushrooms") in Amber. Fungal Genomics and Biology **6**(142):2.

Schlee D, Glöckner W (1978) Bernstein. Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart.

Schmidt AR, Beimforde C, Seyfullah LJ, Wege S-E, Dörfelt H, Girard V, Grabenhorst H, Gube M, Heinrichs J, Nel A (2013) Amber fossils of sooty moulds. Review of Palaeobotany and Palynology **200**:53-64.

Szmidt CC, Normand C, Burr GS, Hodgins GW, LaMotta S (2010) AMS 14C dating the Proto-aurignacian/Early Aurignacian of Isturitz, France. Implications for Neanderthal–modern human interaction and the timing of technical and cultural innovations in Europe. Journal of Archaeological Science **37**(4):758-768.

Weitschat W, Wichard W (1998) Atlas der der Pflanzenund Tiere im Baltischen Bernstein. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.

Wolfe AP, McKellar RC, Tappert R, Sodhi RN, Muehlenbachs K (2016) Bitterfeld amber is not Baltic amber: Three geochemical tests and further constraints on the botanical affinities of succinite. Review of Palaeobotany and Palynology **225**:21-32.

Hans Halbwachs

Besondere Interessen: Technische Methoden in der Pilzforschung (Pilzphysiologie, Umweltmesstechnik, Labortechniken); Ökologie der Pilze, v. a. Saftlinge und Mykorrhizapilze

Korrigendum:

Ausgabe 85/2 2019, S. 355, Abb. 7: Es sind 135 Mio. Jahre

© 2020 – Deutsche Gesellschaft für Mykologie

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: 2020

Band/Volume: 86_2020

Autor(en)/Author(s): Halbwachs Hans

Artikel/Article: Pilze in Bernsteinwäldern Nordeuropas 121-130