

Bernsteingewinnung aus dem Bernsteinsee bei Bitterfeld und erste wissenschaftliche Ergebnisse

Mit 28 Abbildungen

IVO RAPPSILBER & ANDREAS WENDEL

Abstract

RAPPSILBER, I. & WENDEL, A.: Amber mining in the amber lake near Bitterfeld and first scientific results

Bitterfeld amber is unique with worldwide respect. As from 1975, this amber was mined in the open-cast pit Goitsche. The end of amber mining came with the end of GDR and the open-cast mines around Bitterfeld developed into a lakeland. Only the name of the northern part of this lake – Bernsteinsee (amber lake) – remind of the former attraction. In the last years, tests have shown that the amber mining from the sea floor can be effective under the current conditions. The new amber mining and its first scientific results were presented here.

Keywords: amber mining, amber deposit, amber inclusions, fossil resins

Kurzfassung

Bitterfelder Bernstein ist einzigartig und deshalb weltweit beachtet. Er wurde ab 1975 im Tagebau Goitsche bergmännisch gewonnen. Nach dem Ende der DDR kam schnell auch das Ende des Bernsteinabbaus und aus den Tagebauen um Bitterfeld entstand nach der Rekultivierung mit dem Großen Goitzschensee eine Seenlandschaft. Nur der Name des nördlichen Teilsees – Bernsteinsee – erinnert noch an die einstige Attraktion. In den letzten Jahren haben Versuche gezeigt, dass sich auch unter den heutigen Bedingungen Bernstein vom Seeboden gewinnen lässt. Hier werden die neu aufgenommene Bernsteinförderung vorgestellt und erste wissenschaftliche Ergebnisse daraus präsentiert.

Schlüsselwörter: Bernsteinförderung, Bernstein-Lagerstätte, Bernstein-Inklusen, Bernstein-Arten

1 Historisches

Die ersten Funde von Bernstein aus dem Tertiär im weiteren Umfeld Bitterfelds gelangen bereits 1731 bei Bad Schmiedeberg (KRUMBIEGEL 1996, RAPPSILBER 2013). Dort, wo während der Eiszeit der Gletscher die liegenden Schichten zur Schmiedeberger Stauchendmoräne zusammengeschoben hatte, gelangten stellenweise auch die bernsteinführenden Schichten bis zur Erdoberfläche. Beim Ziehen eines Mühlgrabens hatte der Besitzer der Großwiger

Mühle an einer solchen Stelle Bernsteine gefunden (Abb. 1). In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat ein Drechslermeister in einer Tongrube bei Patzschwig Bernstein gewonnen und daraus Pfeifen- und Zigarrenspitzen angefertigt (HENZE 1927).

Die ersten Funde von fossilen Harzen in Bitterfeld setzten mit Beginn des Braunkohlen-Abbaus etwa ab 1850 ein. Zwischen 1848 und 1912 fand man Bernstein in den Gruben Auguste, Vergißmeinnicht, Theodor und Marie (Abb. 1). 1906 wurde ein Harzbrocken (Glessit) mit der Masse von 1 kg in der Grube Golpa unter der Braunkohle gefunden. Auch später, ab 1955 wurden in den Braunkohlentagebauen Muldenstein und Goitsche (Baufeld I) immer wieder größere Mengen Bernstein gefunden. Diese Stücke sind zumeist als Retinit verkannt worden, obwohl in einigen Beschreibungen die Ähnlichkeit zum Baltischen Bernstein beschrieben ist (HASENKNOPF et al. 1933). Trotzdem interessierte sich zu dieser Zeit niemand ernsthaft für das Bernstein-Vorkommen.

In den 1970er Jahren gingen die Lieferungen von Bernstein aus der UdSSR an die DDR rapide zurück. Das brachte den einzigen bernsteinverarbeitenden Betrieb der DDR, den VEB Ostsee-Schmuck Ribnitz-Damgarten, in Bedrängnis. Der Betrieb schaltete Anzeigen mit Kaufgesuchen in der Ostsee-Zeitung in der Hoffnung, dass Leser ihre Strandfunde abgaben. Auf diese Annoncen hin trafen tatsächlich Pakete mit größeren Mengen Bernstein ein. Seltsamerweise kamen alle aus Mitteldeutschland. Die Nachforschungen ergaben, dass alle

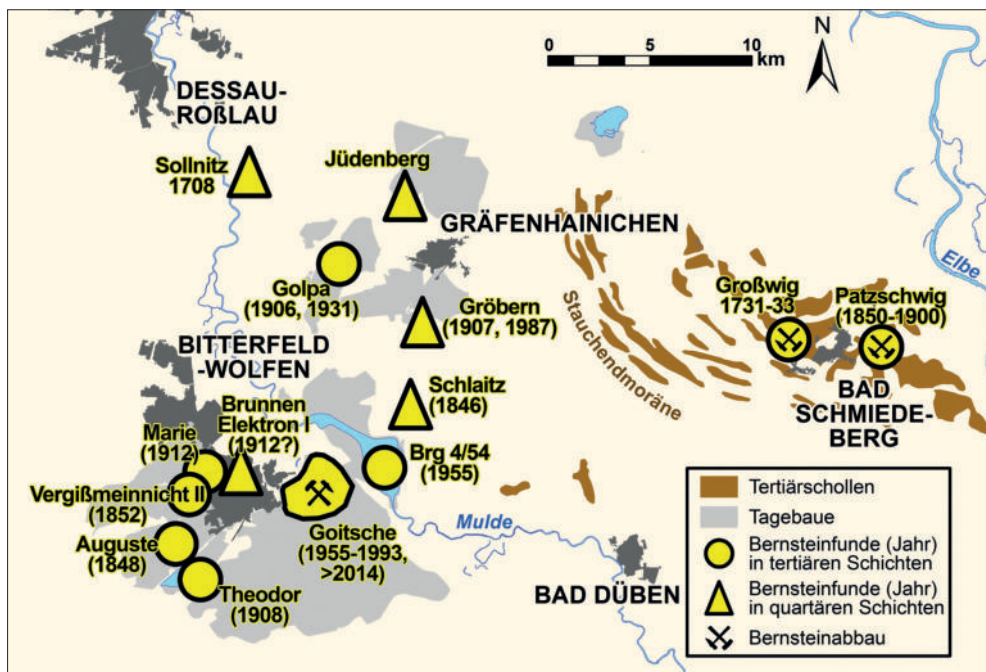


Abb. 1: Karte der historischen Bernsteinfundpunkte im Raum Bitterfeld–Bad Schmiedeberg. Die Funde aus den quartären Schichten sind mit großer Wahrscheinlichkeit Baltischer Bernstein, der in der Eiszeit in das Gebiet verfrachtet wurde. Der Bernstein aus den tertiären Schichten ist Bitterfelder Bernstein. Dessen erste Funde erfolgten im Bereich der Schmiedeberger Stauchendmoräne, wo die tief liegenden tertiären Schichten durch den Druck des Gletschers aufgeschuppt wurden und an die Erdoberfläche gelangten. Bei Bitterfeld gelangen erste Bernsteinfunde erst Mitte des 19. Jahrhunderts, nachdem die Braunkohle, die über den bernsteinführenden Schichten liegt, abgebaut war (Karte: I. Rappsilber).

Absender eines gemeinsam hatten: Sie arbeiteten im Braunkohlen-Tagebau Goitsche. Das war der Startschuss; der VEB Ostsee-Schmuck löste am 18.9.1974 den Auftrag zur Erkundung der Bernstein-Lagerstätte aus (LIEHMANN 2013, RAPPSILBER 2013).

2 Bernsteinerkundung

Die Erkundung begann noch 1974 mit Schürfen an den Stellen des Baufeldes III, an denen die Kohle bereits abgebaut und damit das Liegendsediment freigelegt war. Die Anlage der Schürfe erfolgte mit einem Bagger. Sie hatten Abstände von ca. 50 m. Die Probemengen lagen bei rund 250 kg (FUHRMANN 2004).

In einer zweiten Erkundungsphase wurden im Zeitraum 1976–1979 Erkundungsbohrungen von der Sohle des ausgekohlten Tagebaus abgeteuft (Abb. 2). Sie erreichten Teufen von wenigen Metern bis zu 15 m und mehr. Die Durchmesser der Bohrlöcher lagen bei 118–400 mm,

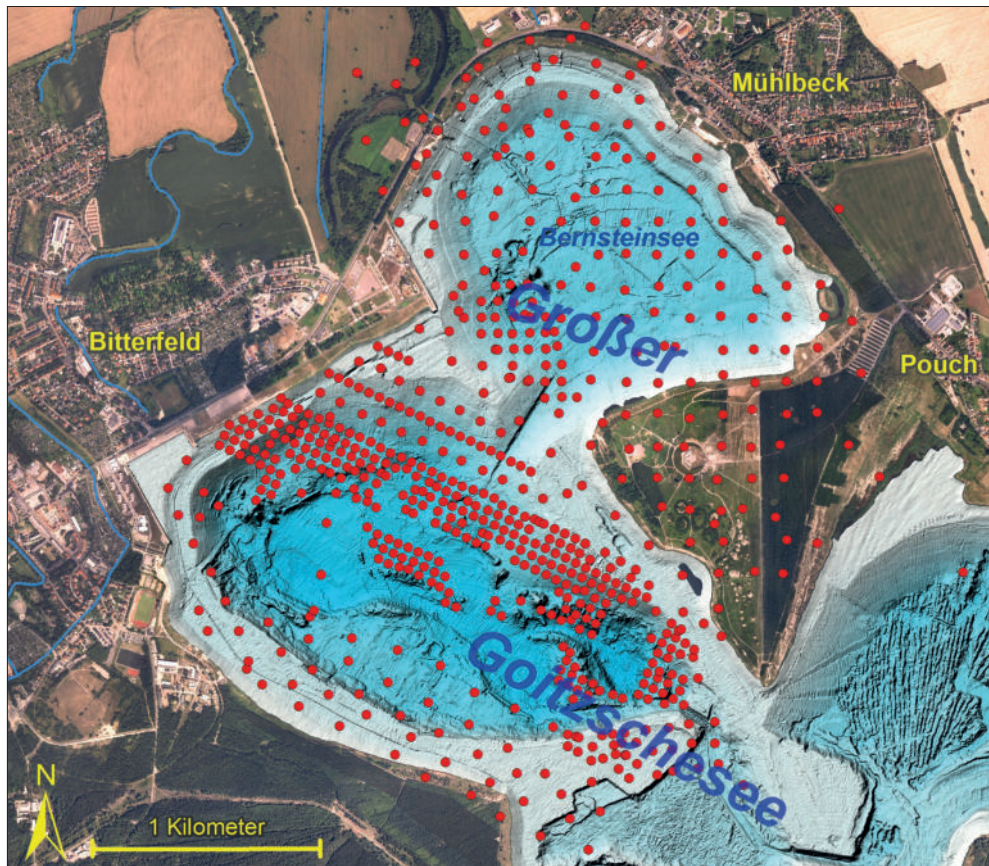


Abb. 2: Im Zeitraum 1976–1979 wurden rund 650 Bohrungen (rote Punkte) zur Bernsteinerkundung im Bereich des Tagebaus Goitsche abgeteuft – die späteren bereits von der Tagebausohle aus, als die Braunkohle schon abgebagert war. (Graphik: I. Rappsilber, Orthobild vom 03.08.2013; Schattenreliefdarstellung der Ergebnisse der Echolotung vom 07.04.2014; Bereitstellung der Daten: LMBV).

zumeist 318 mm. Auf diese Weise sind ausreichende Mengen von Bernsteinschluff für repräsentative Proben bereitgestellt worden, um im Labor die Bernsteingehalte zu bestimmen.

Mit den gewonnenen Daten (Mächtigkeiten der einzelnen bernsteinführenden Schichten und Bernsteingehalte) sind die Vorräte bestimmt worden. Die letzte verfügbare Vorratsberechnung stammt aus dem Jahr 1982 (Abb. 3, HELBIG 1982). Danach lagen die Vorräte des Bitterfelder und Friedersdorfer Komplexes bei 1.859 t (in 4.340.000 m³ Rohstoff) und die des Zöckeritzer Horizontes bei 252 t (die allerdings wegen zu geringer Gehalte und Mächtigkeiten als Abbauverluste eingerechnet wurden). Unter Einbeziehung von 15 % Aufbereitungsverlust ergab sich für den Tagebau Goitsche ein gewinnbarer Bernsteininhalt von 1.580 t.

3 Schichtenfolge

Im Tagebau Goitsche wurde unterhalb der miozänen Braunkohlen eine bis zu 15 m mächtige Schichtenfolge angetroffen, die vorherrschend aus Schluffen und Feinsanden besteht. Die Sedimente sind abwechselnd marin, fluviatil und limnisch geprägt. Die massiv bernsteinführenden Schichten werden in drei Bernsteinkomplexe gegliedert (Abb. 4):

- Bitterfelder Bernsteinkomplex
- Friedersdorfer Bernsteinkomplex
- Zöckeritzer Bernsteinkomplex

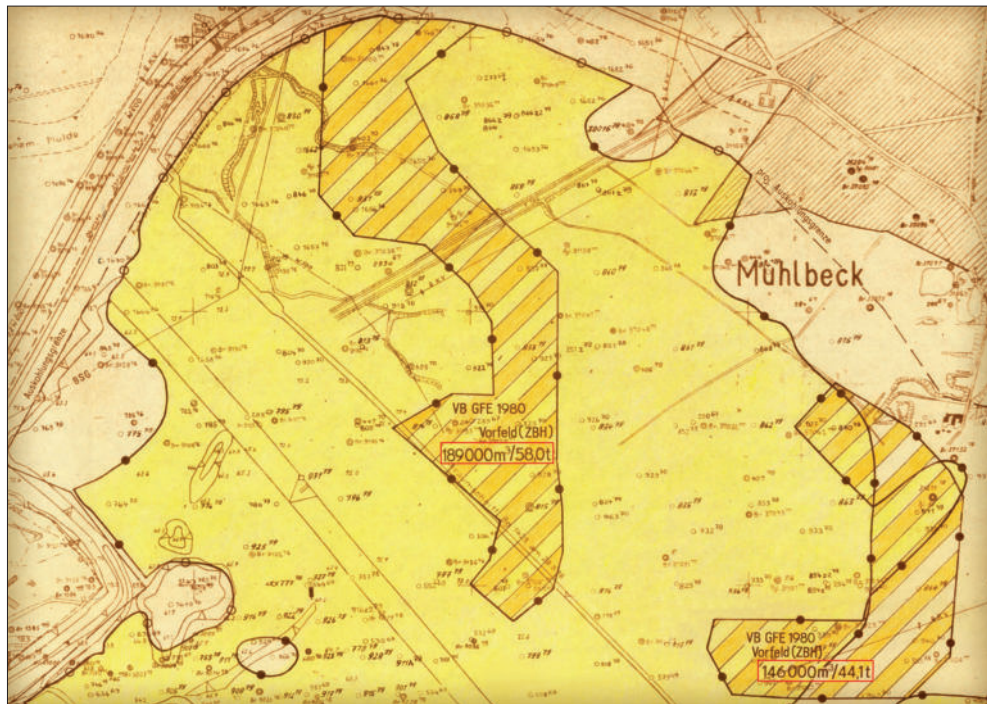


Abb. 3: Kartenausschnitt der Vorratsberechnung von HELBIG (1982) mit Eintragung verschiedener Vorratsblöcke (gelb im Bitterfelder und Friedersdorfer Komplex, gestreift im Zöckeritzer Komplex). Der vordere markierte Zahlenwert bedeutet Volumen des Sediments in Kubikmeter, der hintere Zahlenwert Bernsteininhalt in Tonnen.

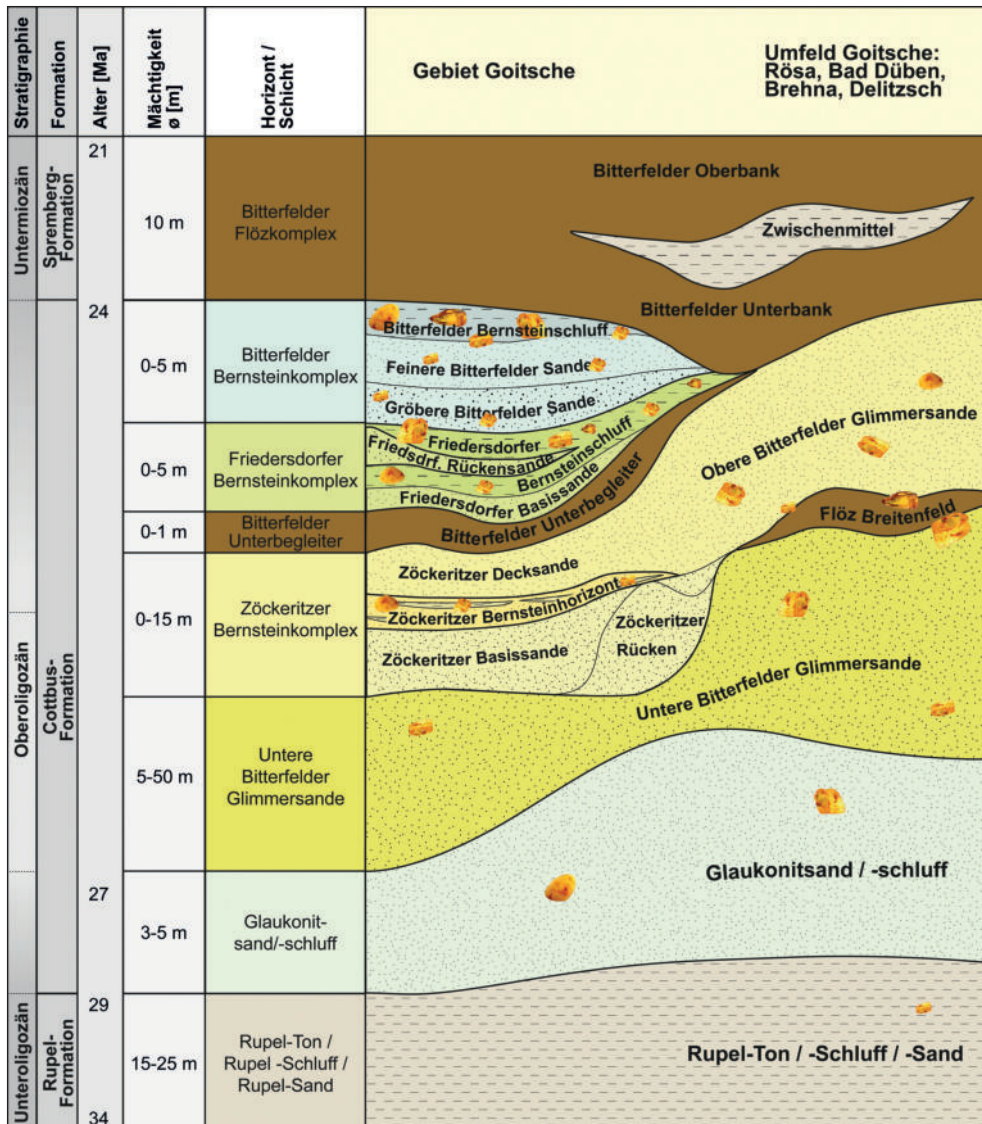


Abb. 4: Geologische Abfolge der bernsteinführenden Schichten im Tagebau Goitsche bei Bitterfeld und seinem Umfeld, zusammengestellt aus HÜBNER et al. (1979), KNUTH et al. (2002), STANDKE et al. (2010), WIMMER et al. (2006).

Der Bitterfelder Bernsteinschluff wurde durch BLUMENSTENGEL & VOLLAND (1999) in den hangenden Teil der Cottbus-Formation, in das Oberoligozän und in den Grenzbereich zum Miozän, eingestuft. Das entspricht einem absoluten Alter von 23,8–25,0 Millionen Jahren. Damit ist aber lediglich das Alter der Sedimente bestimmt, in denen der Bernstein lagert. Über das Alter des Bernsteins selbst herrscht derzeit immer noch Unklarheit. Es gibt Argumente, abgeleitet aus Vergleichen der eingeschlossenen Fauna mit der des Baltischen Bernsteins, die auf ein eozänes Alter des Bernsteins deuten (WEITSCHAT 1997). In diesem Fall wäre der Bitterfelder Bernstein 10–15 Millionen Jahre älter als die bernsteinführenden

Schichten. Das Harz hätte über diesen Zeitraum hinweg in älteren Sedimentschichten gelagert und wäre dann im oberoligozänen Wechselspiel von Meeresvorstoß und Meeresrückzug in seine endgültige Lagerstätte eingebettet worden. Demgegenüber gibt es aber auch starke Hinweise darauf, dass der Bitterfelder Bernstein tatsächlich jünger als der Baltische Bernstein sein könnte (KIESEL et al. 1980, SODHI et al. 2013).

4 3D-Modell

Das enge Bohrraster aus der Bernsteinerkundung in den 1970er Jahren erbrachte detaillierte Angaben über Verbreitung, Mächtigkeit und Tiefenlage aller Schichten der drei Bernsteinkomplexe. In den Erkundungsberichten (z. B. HÜBNER et al. 1979) ist das Lagerstättenmodell in Form einer Serie von Isolinienplänen dargestellt.

Mehrere Jahrzehnte später steht nun leistungsfähige Modellierungssoftware zur Verfügung. Mit den wertvollen alten Bohrangaben als Grundlage ließ sich ein dreidimensionales Modell der bernsteinführenden Schichten entwickeln (Abb. 5). Dieses Modell zeigt nicht nur Tiefenlage und Mächtigkeit der bernsteinführenden Schichten, wie sie für eine Abbauplanung von Nöten sind. Das Modell zeigt auch die räumliche Lage der Schichten. Das ist ein besonders wichtiger Aspekt bei der Überarbeitung bisheriger Genesemodelle. Diese stützten sich vor allem auf die oben genannten Isolinienpläne und interpretierten erhöhte Mächtigkeiten zum Beispiel als Strandwälle oder Dünen. Im 3D-Modell zeigt sich aber, dass stellenweise diese erhöhten Mächtigkeiten auf die Auffüllung lokaler Senken zurückzuführen sind und damit zumindest nicht durchgehend als Barrieren dienen konnten.

Abb. 5 zeigt aus Anschauungsgründen stellvertretend für das echte 3D-Modell nur die Oberflächen der einzelnen Schichten. Alle Schichten sind aber als geologische Körper modelliert. Diesen Körpern lassen sich verschiedene Eigenschaften aufprägen, wie zum Beispiel die in den Bohrungen ermittelten Bernsteingehalte (Abb. 6). Dabei muss aber bedacht werden, dass es eigentlich unzulässig ist, zwischen den rund 100 m entfernten Bohrungen Bernsteingehalte zu interpolieren. Die Bernsteine liegen völlig ungleichmäßig verteilt, oft nesterartig, im Bernsteinschluff. Insofern können die in den Bohrungen ermittelten Gehalte nur als stichprobenartig betrachtet werden. Sie erlauben aber für den Friedersdorfer Bernsteinschluff (Abb. 6) die Aussage, dass über weite Flächen Gehalte um 100 g/m^3 vorliegen und örtlich auch noch wesentlich höhere Gehalte bis 1.500 g/m^3 auftreten.

5 Bernsteingewinnung (1975–1993) im Tagebau Goitsche

Zur Benutzung der Namen Goitsche – Goitzsche:

Der Name des Tagebaus wurde von einem Auwaldgebiet östlich der Ortslage Bitterfeld übernommen, das dem Tagebau zum Opfer fiel. Die ursprüngliche, auf slawische Wurzeln zurückgehende Schreibweise „Goitzsche“ änderte sich mit der Erstellung des Messtischblattes der Königlich-Preußischen Landesaufnahme im Jahre 1902 durch Weglassen des „z“ in „Goitsche“. Diese falsche Schreibweise fand später Eingang in das bergmännische Risswerk und so lautete der Name des Tagebaus offiziell „Goitsche“ (TROPF 2009). Umgangssprachlich kamen auch „Gotsche“ und „Jotsche“ vor. Mit Beendigung der bergbaulichen Arbeiten und der Sanierung wird für die entstandene Landschaft mit See zunehmend wieder der Name „Goitzsche“ verwendet.

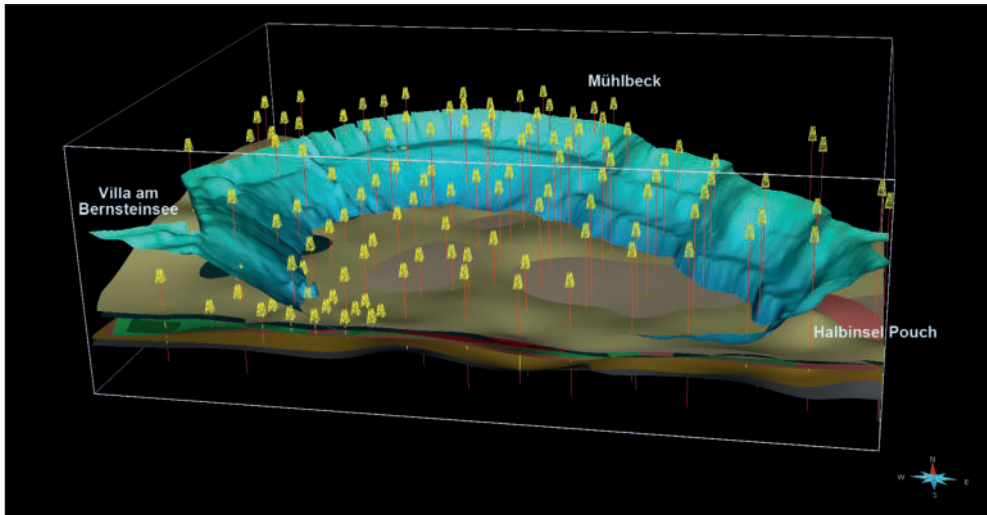


Abb. 5: Ausschnitt aus dem 3D-Modell der bernsteinführenden Schichten im Bereich des Bernsteinsees. Blau: Seebodenrelief (Ergebnisse der Echolotung vom 07.04.2014; Bereitstellung der Daten: LMBV, gelb/rot: Bohrungen zur Bernstein-Erkundung (Graphik: I. Rappsilber).

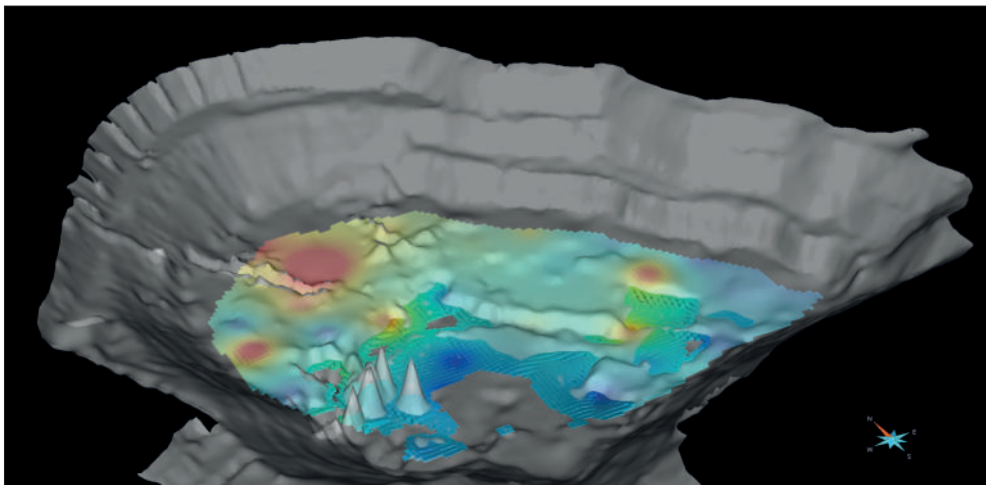


Abb. 6: Darstellung der räumlichen Lage des Friedersdorfer Bernsteinschluffs unter dem Bernsteinsee. Die Schicht ist entsprechend den in den Bohrungen ermittelten Bernsteingehalten eingefärbt (rot: hohe Gehalte, blau: niedrige Gehalte). Die Verschneidung mit dem Seebodenrelief (grau) zeigt, dass ein Teil der Schicht schon durch den Bernsteinabbau vor 1993 abgetragen ist (Graphik: I. Rappsilber).

Nach der Auskohlung des Tagebaus Goitsche begann die Bernsteinengewinnung 1975 mit Baggern im Trockenabbau (KRUMBIEGEL & KRUMBIEGEL 2005, Abb. 7a). Der bernsteinführende Schluff wurde auf Dumper verladen und zur Aufbereitungsanlage transportiert, die ebenfalls im Tagebaubereich angesiedelt war (ZIEGLER & LIEHMANN 2007). In der Aufbereitungsanlage erzeugte man in einem kontinuierlichen Prozess aus dem Sediment eine Schlammtrübe, aus der über ein Siebssystem und durch Dichtentrennung die Abscheidung des Bernsteins erfolgte. Auf diese Weise konnten im Zeitraum 1975–1990 knapp über 400 t Bernstein gewonnen werden (LIEHMANN 2004).

1990 wurde der abgesenkte Grundwasserspiegel im Tagebau Goitsche leicht angehoben, so dass die Tagebausohle unter Wasser stand. Damit konnte die Staubbelaugung für die umliegenden Orte verringert werden. Der Abbau musste nun aber unter Wasser im Nassverfahren stattfinden. Dafür kam ab Frühjahr/Mitte 1992 ein speziell ausgerüsteter Schwimmbagger zum Einsatz (Abb. 7b). Mit zwei schaufelradförmigen Auflockerungsflügeln wurde der Schluff unter Wasser aufgewühlt. Die entstehende Suspension ließ sich über einen mittig angeordneten Saugrüssel absaugen und über Rohrleitungen an Land transportieren. Der Nassabbau mit der „Guten Hoffnung“ kam nie über ein Versuchsstadium hinaus (pers. Mitt. Liehmann 2015). Die Auflockerungsflügel waren zu schwach, um den harten Schluff aufzuwühlen. Die Bernsteingewinnung konnte nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden. Deshalb endete der Abbau des Bitterfelder Bernsteins im Tagebau Goitsche am 31. März 1993 für mehr als zwei Jahrzehnte.

6 Die neue Bernsteingewinnung aus dem Goitschesee

Seit 1993 sind die Bernsteinpreise auf dem Weltmarkt kontinuierlich gestiegen. Das wird vor allem mit der massiv erhöhten Nachfrage aus China in Verbindung gebracht. Andererseits ist aus den letzten Vorratsberechnungen bekannt, dass unter dem Großen Goitschesee noch mehrere Hundert Tonnen Bernstein lagern (Kap. 2). Beide Sachverhalte führten zu Überlegungen, ob die bernsteinführenden Schichten am Seeboden in 25 m Tiefe erreichbar sind und Bernstein daraus zu gewinnen ist.

Im Herbst 2014 und Frühjahr 2015 fanden erste Versuche der Eurasia Amber GmbH, zunächst mit Tauchern, statt. Dann wurde auf Wasserstrahlen zur Auflockerung des Sediments am Boden und ein Airliftsystem zum Absaugen des Materials umgestellt.

Inzwischen hat die Goitsche Bernstein GmbH die Bernsteingewinnung übernommen. Auf der Basis eines Saugbaggers wurde im Jahre 2016 eine Arbeitsplattform errichtet, die auf die speziellen Erfordernisse im Bereich des Goitschesees angepasst wurde (Abb. 7c). Grundlage der Arbeitsplattform (Abb. 8) ist ein Döpke Saugbagger (Typ S IIIIE, Katamaran). Durch zwei Schneidköpfe (Abb. 9) wird der Seegrund in 20–30 m Tiefe aufgelockert. Das Material gelangt durch ein Saugrohr NW=300 mm an die Wasseroberfläche und wird über eine Rohrbrücke zur Arbeitsplattform mit Aufbereitungsanlage transportiert (Abb. 10). Dort wird der Materialstrom in einem Prellkasten abgebremst und einer Ellipsen-Siebmaschine zugeführt. Auf den Sieben erfolgt die Abtrennung des feinen Sedimentmaterials von den Grobbestandteilen durch Wasserstrahlen aus 50 Hochdruckdüsen. Das abgespülte Feinmaterial kleiner als 10 mm wird wieder auf den Seeboden geleitet und dort resedimentiert. Die verbleibenden Grobbestandteile, das sind der Bernstein, aber auch Kohle-/Holzstücke, Kiese und Schluffbröckchen, gelangen in eine Auffangwanne mit einer Salzlösung, in der die Dichtentrennung erfolgt (Abb. 10). Der leichte Bernstein schwimmt auf und kann abgefischt werden (Abb. 11). Die schwereren Bestandteile werden vom Wannboden gefördert und ebenfalls dem Seeboden wieder zugeführt.

Mit der neu konstruierten Arbeitsplattform fanden in der Wintersaison 2016/2017 umfangreichere Feldversuche statt. Die Ergebnisse der Tests haben gezeigt, dass über mehrere Jahre hinweg eine kontinuierliche Gewinnung von ca. 1–2 t Bernstein pro Saison ohne ökologische Beeinträchtigungen des Sees möglich ist.

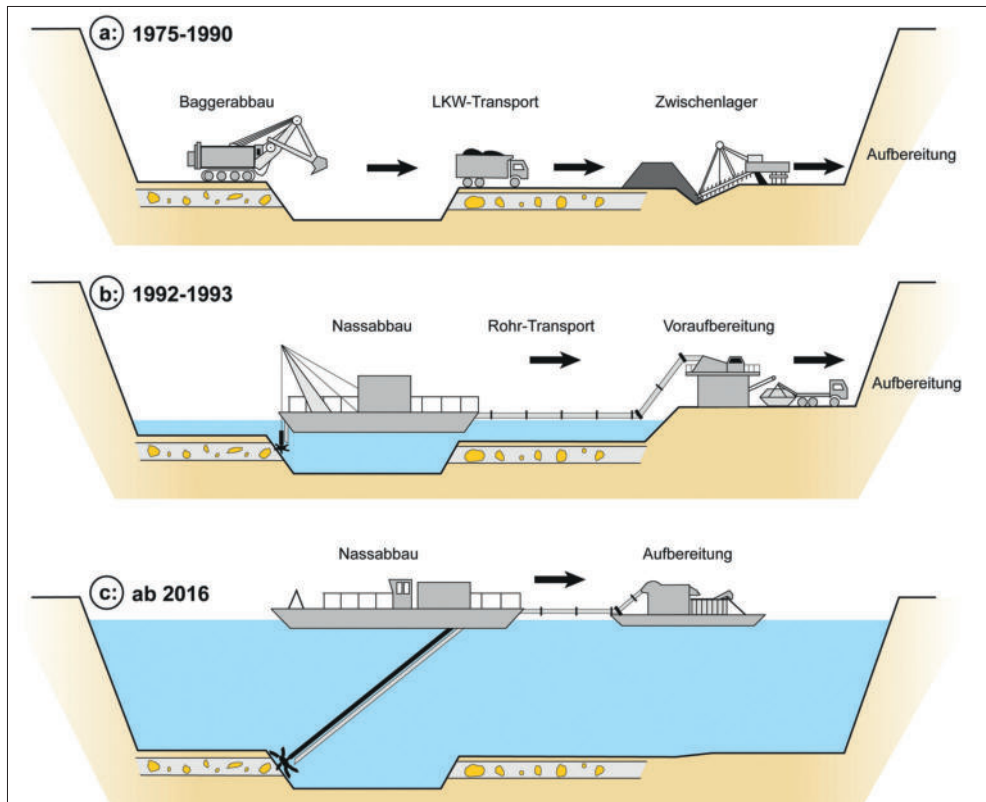


Abb. 7: Prinzipskizzen verschiedener Verfahrensweisen beim Abbau von Bitterfelder Bernstein: a.) Nach der Auskohlung wurde Bernstein in den Jahren 1975–1990 auf der Tagebausohle mit Baggern trocken abgebaut. b.) Von 1992–1993 versuchte man, nach Flutung der Tagebausohle, im Nassverfahren Bernstein zu gewinnen. c.) Nach der vollständigen Flutung und Rekultivierung wird Bernstein von der Oberfläche aus mit einem Schwimmbagger gefördert (Graphik: I. Rappsilber).

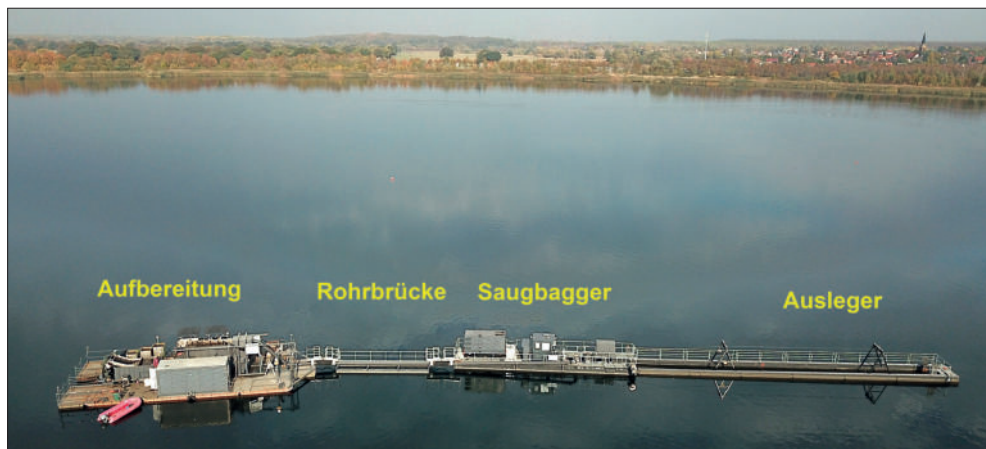


Abb. 8: Gesamtansicht der Arbeitsplattform zur Bernsteinengewinnung auf dem Goitzschensee. Der Saugbagger gewinnt in ca. 25 m Tiefe den bernsteinführenden Schluff. Die Schluff-Suspension wird durch Rohre zur Aufbereitung gepumpt, wo die Abtrennung des Bernsteins erfolgt (Foto: S. Schellhorn).



Abb. 9: Diese Schneidköpfe lockern das Sedimentmaterial in etwa 25 m Wassertiefe vom Seeboden. Dann wird der aufgelockerte Schluff mit den enthaltenen Bernsteinen nach oben gesaugt und durch die Rohrbrücke zur Arbeitsplattform mit der Aufbereitungsanlage transportiert (Foto: A. Wendel).



Abb. 10: Detail der Aufbereitungsanlage: Wasserstrahlen trennen feines Sedimentmaterial ab. Die Grobbestandteile gelangen in eine Wanne mit Salzwasser (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 11: In der Dichttrennflüssigkeit schwimmt der leichte Bernstein auf und kann abgefischt werden (Foto: I. Rappsilber).

7 Touristische Nutzung

Mit der Bernstein-Fundstätte besitzt Bitterfeld ein Kleinod von Weltrang. Dessen ist man sich vor Ort bewusst und so gibt es Bestrebungen, dies auch touristisch in Wert zu setzen. Seit längerem werden Pläne verfolgt, eine Bernstein-Erlebniswelt einzurichten, die überregionale Anziehungskraft entwickeln würde (RASCHER et al. 2010, KAISER & MOLL 2018). Inzwischen verdichten sich die Pläne, die Bernstein-Erlebniswelt im derzeit ungenutzten zweiten Wasserspeicher des Wasserzentrums einzurichten (Abb. 12 und 13).

Eine Verknüpfung der geplanten Bernstein-Erlebniswelt mit der laufenden Bernstein-Förderung wäre eine einzigartige Attraktion. Nirgendwo sonst auf der Welt können Touristen eine laufende Bernsteingewinnung aus einem See miterleben.

8 Erste wissenschaftliche Ergebnisse

Die wieder aufgenommene Bernsteingewinnung wird auch von hohem wissenschaftlichen Nutzen sein. Schließlich gelangt nach jahrzehntelanger Pause wieder neuer Bitterfelder Bernstein ans Tageslicht. Die Goitzsche Bernstein GmbH hat angekündigt, jegliches wissenschaftlich bedeutsames Material für Untersuchungen zur Verfügung zu stellen. Das ist bereits in großem Umfang geschehen, aus dem bei der Probeförderung 2016/17 und dem in der ersten Fördersaison 2018/19 gewonnenen Bernstein. Das wissenschaftliche Interesse konzentriert sich hauptsächlich auf die Bernstein-Inklusen. Daneben werden aber auch die verschiedenen Bernsteinarten und -formen gezielt gesammelt.



Abb. 12: Erste Ideen zur Ausgestaltung eines Bernsteinzentrums in Bitterfeld aus RASCHER et al. (2010).

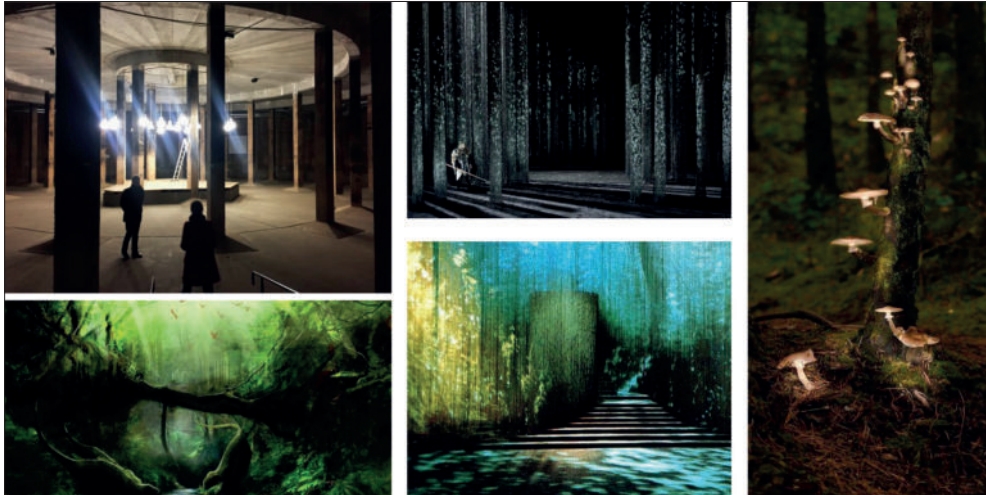


Abb. 13: Ideensammlung im Rahmen des Nutzungs- und Raumkonzeptes für eine Bernstein-Erlebniswelt im ehemaligen Wasserwerk Bitterfeld aus KAISER & MOLL (2018).

8.1 Inklusen

Die Bernstein-Inklusen ermöglichen Einblicke in Jahrtausende alte Ökosysteme. Da der Bitterfelder Bernstein ein eigenständiger Bernstein ist, repräsentiert er eine ganz bestimmte paläoökologische Situation. Das macht ihn zu einem unverzichtbaren Baustein bei der Entschlüsselung der Klimageschichte der Erde.

Die Goitzsche Bernstein GmbH beabsichtigt, eine Sammlung von Bernstein-Inklusen aufzubauen. Bisher sind schon mehr als 10.000 Bernsteine mit Inklusen herausortiert worden. Schon dieses erste angefallene Inklusenmaterial berechtigt zu der Hoffnung, dass sich relativ schnell eine Sammlung von Weltrang aufbaut, die einzigartiges Referenzmaterial bereit

hält und damit zum Anlaufpunkt der internationalen Forschergemeinde wird. Nachfolgend sollen einige der Highlights aus dem ersten Inklusenmaterial der neuen Bernsteinförderung vorgestellt werden.

Zu den Raritäten unter den Bernstein-Fossilien gehören wasserlebende Tiere. Die Wahrscheinlichkeit, unter Wasser vom Baumharz eingeschlossen zu werden, ist äußerst gering. So verwundert es nicht, dass in der rund 40-jährigen Forschungsgeschichte der Bitterfelder Einschlüsse bisher kein Nachweis eines Schwimmkäfers (Dytiscidae) vorlag (RAPPSILBER 2016). Mit dem in Abb. 14 gezeigten Exemplar wurde nun erstmals ein Schwimmkäfer aus dem Bitterfelder Bernstein gefunden. Das Exemplar, bei dem es sich wahrscheinlich auch um eine neue Art handelt, wird derzeit in der Zoologischen Staatssammlung München bearbeitet.

Aus dem neuen Bernsteinmaterial sind noch mehr der überaus seltenen Wassertiere geborgen worden. Dazu gehören eine Ruderwanze, eine Schwimmwanze (Abb. 15) und zwei Flohkrebse. Der hier abgebildete Flohkrebs (Abb. 16) liefert einen Hinweis darauf, wie möglicherweise solch ein Wasserbewohner ins Harz kam: Es fehlt ein Stück vom Körper. Vielleicht war das Tier von einem Vogel aus dem Wasser gepickt worden. Dabei könnte ein Stück herausgebissen worden sein und letztlich hat der Vogel seine Beute wohl wieder verloren – in das klebrige Harz.

Bisher liegt noch kein Nachweis für Vögel aus dem Bitterfelder Bernstein vor (RAPPSILBER 2016). Es war „unter der Hand“ bekannt, dass es in einer Privatsammlung zwei kleinere Federteile geben soll. Diese wurden aber bisher nicht in der Literatur abgebildet. Unter dem 2016/2017 geförderten Material wurde die erste größere Feder im Bitterfelder Bernstein gefunden (Abb. 17). Sie wird derzeit im Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe wissenschaftlich bearbeitet. Sollte die Bestimmung einer bestimmten Vogelgruppe möglich sein, könnte das einen weiteren Anhaltspunkt in der Diskussion um die Altersstellung des Bitterfelder Bernsteins ergeben, denn die Diversifikation der Vögel setzte gerade im Tertiär so richtig ein.

Pseudoskorpione gelten als seltene Bernstein-Inklusen. Bisher sind aus dem Bitterfelder Bernstein lediglich zwei Vertreter aus den Familien Cheliferidae und Cheiridiidae beschrieben (RAPPSILBER 2016). Aus dem neu geförderten Bernstein sind derzeit 20 Pseudoskorpione zur wissenschaftlichen Beschreibung an der Universität Hamburg, darunter auch das in Abb. 18 gezeigte Exemplar. Schon die ersten Bestimmungen machen deutlich, dass die Liste der im Bitterfelder Bernstein gefundenen Pseudoskorpion-Taxa wesentlich erweitert werden wird (AHRENS et al. 2019, dieses Heft).

Einige weitere äußerst seltene Inklusen, die bisher nicht vom Bitterfelder Bernstein beschrieben wurden oder bislang nur unvollständig in Bruchstücken vorlagen, nun aber in guter Qualität zur Verfügung stehen, sind Eintagsfliegen (Abb. 19), verschiedene Vertreter der Tausenfüßer (Abb. 20) oder Stabschrecken (Abb. 21).

Nicht nur einzelne Inklusen sind wissenschaftlich wertvoll. Wenn es darum geht, die Beziehungen der Organismen im komplexen Biotop Bernsteinwald zu entschlüsseln, dann spielen auch im Harz eingefangene Lebenssituationen eine wichtige Rolle. Dazu zählen neben den oft abgebildeten Insekten in copula auch Larvenstadien von Insekten oder Jagdszenen wie der Beutefang einer Ameise durch eine Spinne (Abb. 22).



Abb. 14: Schwimmkäfer (Dytiscidae) aus dem neu geförderten Bernstein-Material aus der Goitzsche (3 mm). Vermutlich handelt es sich um einen Vertreter der Laccophilinae. Das Stück befindet sich zur Zeit zur Untersuchung in der Zoologischen Staatssammlung München (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 15: Schwimmwanze (Naucoridae) im Larvenstadium (3,5 mm, Foto: I. Rappsilber).



Abb. 16: Flohkrebs (Amphipoda, 11 mm). Es fehlt ein Stück vom Hinterleib. Vielleicht diente das Tier einem Vogel als Beute, der den Flohkrebs aus dem Wasser pickte und dann in das Baumharz verlor (Foto: I. Rappsilber).

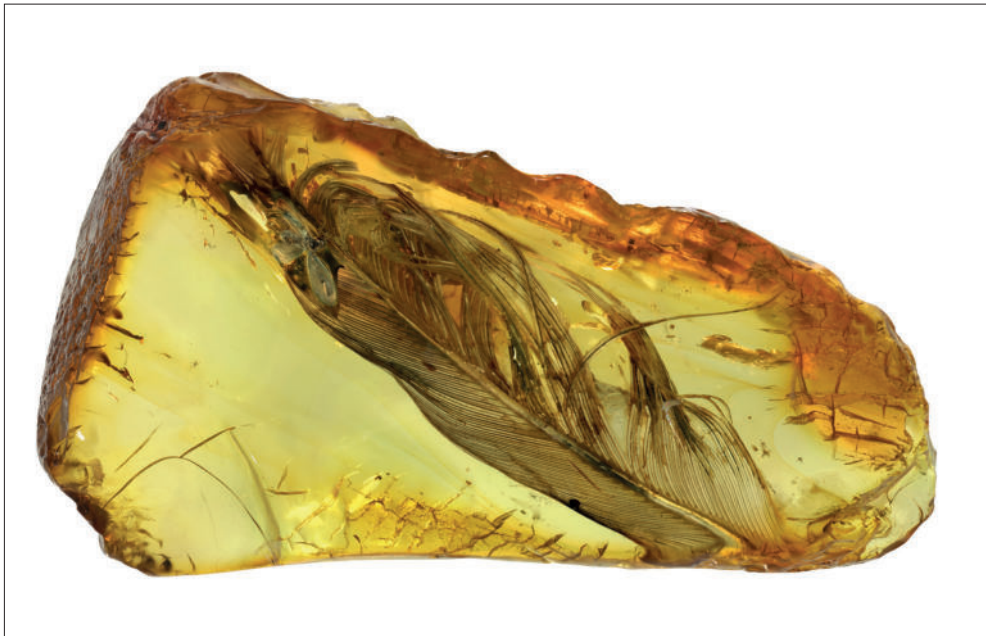


Abb. 17: Feder im Bitterfelder Bernstein (ca. 5 cm), darüber Mottenschildlaus (ca. 4 mm). Dieser Erstnachweis einer Vogelfeder für den Bitterfelder Bernstein gelang gleich am Anfang in dem bei der Probeförderung 2016/2017 aus dem Goitzschensee geborgenen Bernsteinmaterial (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 18: Pseudoskorpion (Pseudoscorpiones, 4 mm) mit Milbe (Acari, 0,5 mm). Dieses Exemplar ist zusammen mit 19 anderen Pseudoskorpionen derzeit zur wissenschaftlichen Bearbeitung an der Universität in Hamburg (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 19: Eintagsfliege (Ephemeroptera, 12 mm), zusammen mit mehreren kleinen Mücken (1–2 mm) im Bitterfelder Bernstein eingeschlossen (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 20: Saugassel (Polyzonidae, 7 mm) als Vertreter der Tausendfüßer (Myriapoda). Dem Fossil fehlt leider der Kopf. Allerdings ist er nicht abgeschliffen. Das Tier ist offensichtlich schon so verstümmelt (vielleicht einem Räuber entfallen) ins Harz eingebettet worden (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 21: Stabschrecke (Phasmatodea, 20 mm, Foto: I. Rappsilber).



Abb. 22: Jagdszene: Eine Spinne (5 mm) hat eine Ameise erbeutet. Offensichtlich war sie so mit ihrer Beute beschäftigt, dass sie nicht auf herabtropfendes Harz achtete. Das wurde dann beiden zum Verhängnis (Foto: I. Rappsilber).

8.2 Bernstein-Arten

Neben dem fossilen Harz, das gemeinhin als Bernstein bezeichnet wird und das eigentlich ein Succinit ist, kommen in Bitterfeld noch eine Reihe weiterer Bernstein-Arten vor (FUHRMANN & BORSODORF 1986). Bisher wurden gefunden:

- Beckerit
- Gedanit
- Gedano-Succinit
- Glessit
- Goitschit
- Pseudostantienit
- Siegburgit
- Stantienit
- Succinit.

Die Bestimmung der fossilen Harze erfolgt in erster Linie durch Infrarot-Spektren (KOSMOWSKA-CERANOWICZ 2015). Zumeist werden die verschiedenen Harzarten mit unterschiedlichen Harzzeugern in Verbindung gebracht. Man geht also bisher davon aus, dass unterschiedliche Bäume unterschiedliche Harze produzierten und daraus dann verschiedene Bernstein-Arten entstanden sind. Insofern trägt die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den verschiedenen fossilen Harz-Arten dazu bei, weitere Informationen über die Zusammensetzung des Bernsteinwaldes zu erzielen.

Neben unterschiedlichen Harzzeugern spielen aber auch bestimmte Prozesse sowohl bei der Bildung des Harzes als auch während der Umwandlung des Harzes in Bernstein bei der Entstehung verschiedener Bernstein-Arten eine wichtige Rolle. So wird die Bildung der

Schwarzharz Stantienit (Abb. 23) und Pseudostantienit im Zusammenhang mit Waldbränden gesehen. Möglicherweise haben Brände lokal dazu geführt, dass aus dem Baumharz die leichter flüchtigen Verbindungen ausgetrieben wurden. Die zurückgebliebene schwarze Masse ist einem Pech vergleichbar. Die Ähnlichkeit der Infrarotspektren von Schwarzharz und Birkenpech (GRÜNBERG et al. 1999) könnte ein Beleg dafür sein.

Wissenschaftlich bemerkenswert ist, dass ein spezielles fossiles Harz, das bisher nur in Bitterfeld gefunden wurde, unter dem Namen Goitschit Eingang in die internationale Literatur gefunden hat (FUHRMANN & BORSODORF 1986). Damit wird der Fundort gewürdigt. Es handelt sich um zumeist recht kleine, maximal bis zu 5 cm große, plattige Stücke (Abb. 24). Sie sind opak, schmutzig weiß bis leicht gelblichgrün und zeigen eine Verwitterungsrinde mit polygonalen Schrumpfungsrissen (KRUMBIEGEL & KOSMOWSKA-CERANOWICZ 2007). Bei schwacher Erwärmung durch Anfassen, beginnen die Stücke leicht zu kleben.

Sieburgit kommt in Bitterfeld in Form von weißbeigen bis beigebräunten, zumeist undurchsichtigen Stücken vor. Sie bildeten üblicherweise knollenförmige, gekrümmte Aggregate, an denen in seltenen Fällen noch Holzsubstanz anhaftet (Abb. 25). Beim Glessit dominieren bräunliche (gelblichbraune bis rötlichbraune) Farbtöne (Abb. 26). Unter den insgesamt recht seltenen Bitterfelder Bernstein-Arten sind Sieburgit und Glessit, neben Gedanit die häufigeren.

Zur Häufigkeit der auch als akzessorische Harze bezeichneten Bernsteinarten neben dem Succinit finden sich in der Literatur verschiedene Angaben. KRUMBIEGEL & KRUMBIEGEL (2005) bezifferten den Anteil der begleitenden Harze weltweit allgemein auf 1–3 %. FUHRMANN (2010) nannte speziell für die Bitterfelder Lagerstätte einen Anteil von 0,05 % der seltenen Bernsteinarten an Bernsteinstücken der Korngröße >20 mm. Diese Angabe kann auch mit dem jetzt geförderten Material bestätigt werden: Aus 1000 kg Bernstein konnten rund 0,5 kg der anderen Bernsteinarten herausortiert werden, was ebenfalls einem Anteil von 0,05 % entspricht.



Abb. 23: Stantienit (8 cm, 124 g). Bisher ist Stantienit nur als maximal 4 cm große glänzende und knollig ausgebildete Aggregate beschrieben (FUHRMANN 2010). Bei diesem aus der neuen Förderung geborgenen Stück handelt es sich wahrscheinlich um den größten bisher gefundenen Stantienit (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 24: Goitschit (2 cm, 1 g). Diese Bernstein-Art ist nach seinem Fundort benannt und wirbt so in der internationalen Fachliteratur für die Bernsteinlagerstätte Bitterfeld (Foto: I. Rappsilber).



Abb. 25: Sieburgit (10 cm, 8 g). Das Harz ist durch IR-Untersuchung (Dr. Wagner-Wysiecka, Universität Gdańsk) als Sieburgit ausgewiesen. Das Holz stammt nach Dr. Dolezych, Hoyerswerda vom Amberbaum (vgl. Kap. 8.3, Foto: I. Rappsilber).



Abb. 26: Glessit (7 cm, 43 g). Sowohl die Harzsubstanz als auch die bräunliche Holzstruktur sind durch IR-Spektren (Dr. Wagner-Wysiecka, Universität Gdańsk) als Glessit bestimmt worden. Das Holz konnte durch Dr. Dolezych, Hoyerswerda als von Angiospermen stammend identifiziert werden (vgl. Kap. 8.3, Foto: I. Rappsilber).

8.3 Weitere Forschungsansätze

Bei der Sortierung und Sichtung des Bernsteinmaterials durch die Goitzsche Bernstein GmbH werden gezielt Stücke mit Holzeinschlüssen herausortiert (Abb. 27). Von solchen Proben werden Dickschliffe (50 µm) für holzanatomische Untersuchungen angefertigt (Abb. 28). Damit kann einerseits gesagt werden, welche Bäume am Aufbau des Bernsteinwaldes überhaupt beteiligt waren. Andererseits wird erhofft, dass es zukünftig direkte Hinweise auf den Harzerzeuger des Bitterfelder Bernsteins gibt.

Die holzanatomischen Untersuchungen werden von Frau Dr. Dolezych (Hoyerswerda) ausgeführt. Bisher sind schon einige bemerkenswerte Ergebnisse erzielt worden. So sind Holzstrukturen an einem fossilen Harz, das von Frau Dr. Wagner-Wysiecka (Universität Gdańsk) durch Infrarot-Spektroskopie als Sieburgit identifiziert wurde (Abb. 25), als *Liquidambaroxylon Felix* mit der Affinität zum Amerikanischen Amberbaum (*Liquidambar styraciflua* L.) identifiziert worden. Holzreste an einem Glessit (ebenfalls durch Frau Dr. Wagner-Wysiecka mittels Infrarot-Untersuchung bestimmt, Abb. 26) konnten als Angiospermenholz angesprochen werden. Das Holz der Abb. 27 und 28 bestimmte Frau Dr. Dolezych als *Sciadopityoxylon wettsteinii* Jurasky, welches die Affinität zur Japanischen Schirmtanne (*Sciadopitys verticillata* Siebold & Zucc.) besitzt (DOLEZYCH 2019). Das Harz ist durch Infrarot-Spektren-Aufnahme (Dr. Neumann, Universität Halle) als Succinit ausgewiesen. Des Weiteren konnten bisher bei holzanatomischen Untersuchungen im Bitterfelder Bernstein Hölzer von *Glyptostroboxylon tenerum* (Kraus) Conwentz (Spießtanne/*Cunninghamia*) und *Juniperoxylon schneiderianum* Dolezych (ausgestorbene Konifere *Cupressospermum*) identifiziert werden.

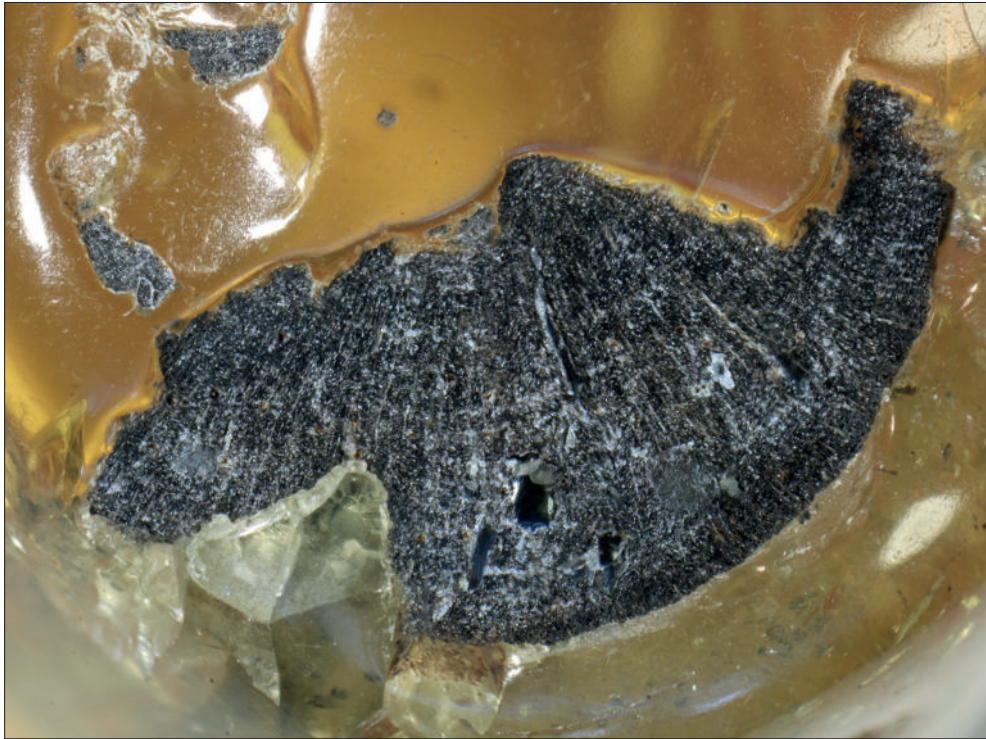


Abb. 27: Einschluss eines Holzstücks im Bernstein (ca. 1 cm, Foto: I. Rappsilber).

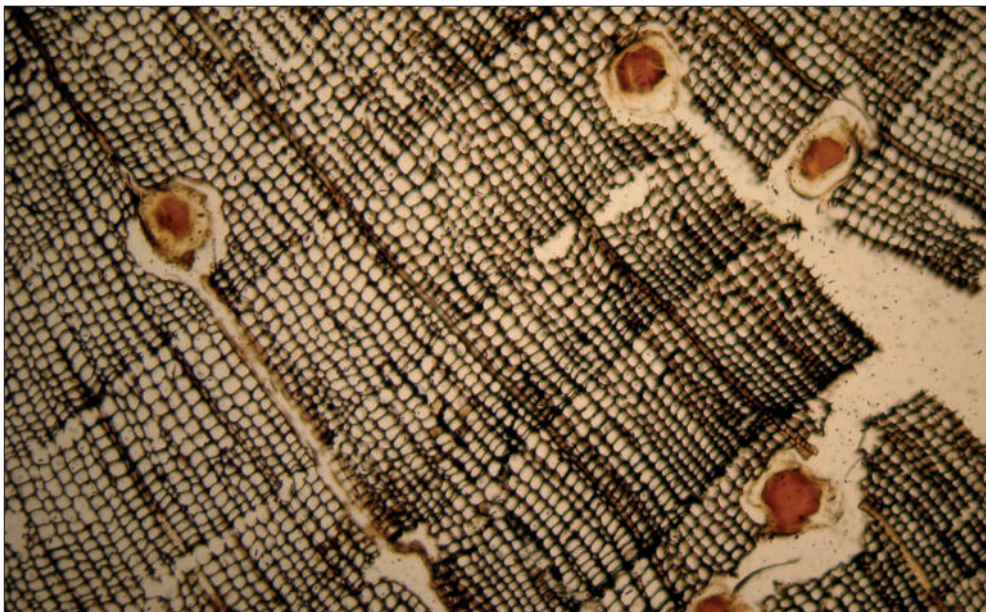


Abb. 28: Horizontal-Dickschliff (50 μm) des Holz-Einschlusses aus Abb. 27. Zu sehen sind neben den in Jahresringen angeordneten Leitbündeln die rundlichen Harzzellen. Die Bestimmung durch Dr. Dolezych ergab *Sciadopityoxylon wettsteinii* Jurasky (Schirmtanne) (Foto: I. Rappsilber).

Ein weiteres zukünftiges Forschungsfeld sollen Pollen und Sporen werden. Schon mit Proben der ersten Abbauperiode wurden am Zentralen Geologischen Institut Berlin Versuche unternommen, den Bernstein chemisch aufzulösen, um die enthaltenen Pollen aufzuschließen (KIESEL et al. 1980). Das gelang mit einer geringen Menge Pollen. Die damals gefundene Pollenassoziation machte ein eoziänes Alter des Bitterfelder Bernsteins unwahrscheinlich und deutete mehr auf ein oligozänes/miozänes Alter. Inzwischen wurden aber auch starke Hinweise darauf diskutiert, dass der Bitterfelder Bernstein älter sein müsse. Diese Deutung ergibt sich aus den Inkluden, die artgleich im Bitterfelder und Baltischen Bernstein vorkommen. Manche Autoren gehen davon aus, dass Insekten- und Spinnenarten mit ihren hohen Reproduktionsraten nicht über viele Millionen Jahre konstant erhalten bleiben können (WEITSCHAT 1997, WICHARD 2013). Es würden sich neue Arten bilden. Deshalb müsste der Bitterfelder Bernstein eine größere zeitliche Nähe zum Baltischen Bernstein haben und ebenfalls eoziänes Alters sein. Demgegenüber gibt es aber auch Hinweise darauf, dass es sich um deutlich unterschiedliche Bernsteine mit verschiedenen Altern handelt (SODHI et al. 2013, MATUSZEWSKA & KURKIEWICZ 2011). Um in dieser Diskussion zusätzliche Argumente zu sammeln, sollen weitere Pollenuntersuchungen folgen. Entsprechendes pollenhöfliches Bernsteinmaterial wird bereits zurückgelegt.

9 Dank

Wir sind einer Reihe von Wissenschaftlern zu Dank verpflichtet, die an dem neu geförderten Bernsteinmaterial bereits erste Untersuchungen durchführten: Frau Dr. Wagner-Wysiecka (Gdansk) und Herr Dr. Neumann (Halle) nahmen IR-Spektren auf, mit denen die Bestimmung der verschiedenen Harzarten möglich war. Frau Dr. Dolezych lieferte dankenswerterweise die holzanatomischen Bestimmungen. Die Dickschliffe dafür fertigte das Schleiflabor des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt an. Der Dank dafür richtet sich an die Herren Swientek und Keppner. Ebenfalls danken möchten wir Herrn Dr. Manegold (Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe), der sich mit der gefundenen Feder beschäftigt, Herrn Dr. Balke (Zoologische Staatssammlung München) für die Beschreibung des Schwimmkäfers und Herrn Dr. Harms und seinen Kollegen (Universität Hamburg) für die Beschäftigung mit den Pseudoskorpionen.

Persönliche Anmerkung (I. Rappsilber)

Ich traf Dr. Günter Krumbiegel das erste Mal in den frühen 1980er Jahren. Damals war ich noch Schüler in Halle und besuchte die Fachgruppe Geologie des Kulturbundes, in der auch der damalige Kustos des Geiseltalmuseums engagiert tätig war. Vom Bitterfelder Bernstein wusste ich damals noch nichts. Aber wenn ich mit seltsamen Pflanzenfossilien von der Halde Plötz kam, war es Dr. Krumbiegel, der mir sagte, was ich da gefunden hatte. Sein zusammen mit H. Walter verfasstes Buch „Fossilien“ war damals mein Standardwerk. Dass sich ein so berühmter Mann die Zeit nimmt, sich meine Steine – die eines unbedeutenden Schülers – anzusehen und mir bei der Bestimmung zu helfen, hatte mich schon damals beeindruckt.

In der zweiten Hälfte der 1980er Jahre begann ich, in Bitterfeld Bernstein zu sammeln, bis in die 1990er Jahre, als der Tagebau langsam rekultiviert und dann geflutet wurde. Wieder waren es die Bücher und Fachartikel Dr. Krumbiegels, die mir das Wissen zu dem vermittelten, was ich gefunden hatte. Durch den gemeinsamen Forschungsgegenstand, den Bitterfelder Bernstein, entwickelte sich in der Folgezeit ein enger Kontakt. Auch hier ist

wieder hervorzuheben, wie bereitwillig und uneigennützig Dr. Krumbiegel sein Wissen weitergegeben hat, Sammlungsmaterial zum Fotografieren zur Verfügung gestellt oder Literatur ausgeliehen hat.

Sein jahrzehntelanges Wirken hat einen großen Kenntnisschatz zum Bitterfelder Bernstein zusammengetragen. Die nachfolgenden Generationen von Wissenschaftlern können darauf aufbauen. Die zukünftigen Forschungen müssen sich aber nicht auf ein abgeschlossenes Kapitel der Fundgeschichte beschränken und mit dem lange archivierten Sammlungsmaterial vorliebnehmen (womit mehr als genug Arbeit vorhanden wäre). Die neu aufgenommene Förderung liefert wieder frische Untersuchungsobjekte, mit denen die alten Sammlungen gezielt ergänzt werden können. Daran hätte Dr. Krumbiegel mit Sicherheit seine Freude gehabt.

10 Literatur

- AHRENS, J.; HARMS, D.; DUNLOP, J. & KOTTHOFF, U. (2019): Pseudoscorpions in Bitterfeld Amber – a survey. – *Mauritiana* **37**: 113–147.
- BLUMENSTENGEL, H. & VOLLAND, L. (1999): Zur Stratigraphie und Fazies des Tertiärs im Bitterfelder Raum. Referenzprofile tertiärer Ablagerungen in den Tagebauen Goitzsche, Golpa-Nord und Gröbern. – Unveröff. Bericht; 52 S., 41 Anl.; Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle.
- DOLEZYCH, M. (2019): Holzanatomische Untersuchungen im Bitterfelder Bernstein. – Unveröff. Ergebnisbericht im Auftrag des Landesamtes für Geologie und Bergbau Sachsen-Anhalt, Hoyerswerda.
- FUHRMANN, R. (2004): Entstehung, Entdeckung und Erkundung der Bernsteinlagerstätte Bitterfeld. – Exkurs.f. u. Veröff. GGW **224**: 25–37.
- FUHRMANN, R. (2010): Die Bitterfelder Bernsteinarten. – *Mauritiana* **21**: 13–58.
- FUHRMANN, R. & BORS DORF, R. (1986): Die Bernsteinarten des Untermiozäns von Bitterfeld. – *Zeitschr. f. angew. Geol.* **32** (12): 309–316.
- GRÜNBERG, J.M.; GRAETSCH, H.; BAUMER, U. & KOLLER, J. (1999): Untersuchung der mittelpaläolithischen „Harzreste“ von Königsau, Ldkr. Aschersleben-Staßfurt. – *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* **81**: 7–38.
- HASENKNOPE, O.; FUCHS, W. & GOTHAN, W. (1933): Über fossile Harze der Grube Golpa bei Bitterfeld. – *Braunkohle* **32** (19): 309–315.
- HELBIG, C. (1982): Neuberechnung Vorratsberechnung Bernsteinerkundung Goitzsche. – Unveröff. Bericht; 21 S., 6 Anl.; VEB Geologische Forschung und Erkundung, Freiberg.
- HENZE, F. (1927): Bernstein in der Dübener Heide. – *Montagsblatt, wissenschaftliche Beilage der magdeburgischen Zeitung* **52**: 430.
- HÜBNER, F.; GROSSE, R.; LAUER, D.; GERHARDT, R. & HELBIG, C. (1979): Bernsteinerkundung Goitzsche 12/1979. – Unveröff. Ergebnisbericht; 87 S., 8 Anl.; VEB Geologische Forschung und Erkundung, Freiberg.
- KAISER, C. & MOLL, C. (2018): Nutzungs- und Raumkonzept für eine Bernstein-Erlebniswelt im ehemaligen Wasserwerk Bitterfeld mit Rahmenkonzept/Ideenskizze der Bernstein-Ausstellung. – Unveröff. Abschlusspräsentation, 111. S.; projekt2508 GmbH, Bonn.
- KIESEL, Y.; KRUTZSCH, W.; LIEBISCH, G.; PORSTMANN, C. & PAECH, W. (1980): Chemische Aufbereitungsmethode Bernstein. – Unveröff. Bericht; 20 S.; Zentrales Geologisches Institut, Berlin.
- KNUTH, G.; KOCH, T.; RAPPSILBER, I. & VOLLAND, L. (2002): Zum Bernstein im Bitterfelder Raum – Geologie und genetische Aspekte. – *Hallesches Jahrb. Geowiss. B* **24**: 35–46.

- KOSMOWSKA-CERANOWICZ, B. (2015): ATLAS Infrared spectra of the World's resins / Holotype characteristics. – PAN Muzeum Ziemi, Warszawa.
- KRUMBIEGEL, G. (1996): Bernstein (Succinit) – Die Bitterfelder Lagerstätte. – In: GANZELEWSKI, M. & SLOTTA, R. (Hrsg.): Bernstein, Tränen der Götter, Veröff. Deutsches Bergbau-Museum **64**: 89–100.
- KRUMBIEGEL, G. & KOSMOWSKA-CERANOWICZ, B. (2007): Die Arten des Bitterfelder Bernsteins. – Bitterfelder Heimatblätter **XXVIII**, Sonderheft 2007: 43–64.
- KRUMBIEGEL, G. & KRUMBIEGEL, B. (2005): Bernstein – Fossile Harze aus aller Welt. – Fossilien, Sonderband **7**. – Goldschneck-Verlag, Korb/Weinstadt.
- LIEHMANN, G. (2004): Die Bernsteinengewinnung im Tagebau Goitzsche von 1973 bis 1990. – Chronik des Braunkohlenbergbaues im Revier Bitterfeld, Band **III**, Spezial. – Traditionsverein Bitterfelder Bergleute e.V. Bitterfeld: 220–231.
- LIEHMANN, G. (2013): Die maschinelle Gewinnung und Aufbereitung des Bernsteins im Tagebau Goitzsche bei Bitterfeld – ein Erlebnisbericht. – In: RASCHER, J.; RAPPILBER, I. & WIMMER, R. [Hrsg.]: Bitterfelder Bernstein und andere fossile Harze aus Mitteldeutschland. – EDGG **249**: 24–30.
- MATUSZEWSKA, A. & KURKIEWICZ, S. (2011): Bernsteinsäure in Succinit – Genese und quantitative Analyse. – In: KOSMOWSKA-CERANOWICZ, B. & VAVRA, N. [Eds.]: Eigenschaften des Bernsteins und anderer fossiler Harze aus aller Welt; Editotrial Series of the Scientific Centre of the Polish Academy of Sciences, Conference Proceedings and Monographs **10**: 110–119.
- RAPPILBER, I. (2013): Neue Fakten zur Entdeckung des Bitterfelder Bernsteins. – In: RASCHER, J.; RAPPILBER, I. & WIMMER, R. [Hrsg.]: Bitterfelder Bernstein und andere fossile Harze aus Mitteldeutschland. – EDGG **249**: 16–23.
- RAPPILBER, I. (2016): Fauna und Flora des Bitterfelder Bernsteinwaldes. Eine Auflistung der bis 2014 publizierten Organismen aus dem Bitterfelder Bernstein. – Ampyx-Verlag Dr. A. Stark, Halle.
- RASCHER, J.; HEIDENFELDER, W. & HOSCHKARA, L. (2010): Bernsteinzentrum Bitterfeld & Gestaltungsideen „Bernstein“ im Wasserzentrum Bitterfeld. – Unveröff. Grobkonzept, 29 S., GEOMontan GmbH, Freiberg.
- SODHI, R.N.S.; MIMS, C.A.; GOACHER, R.E.; MCKAGUE, B. & WOLFE, A. P. (2013): Preliminary characterization of Palaeogene European ambers using ToF-SIMS. – Surface and Interface Analysis **45**: 557–560.
- STANDKE, G.; ESCHER, D.; FISCHER, J. & RASCHER, J. (2010): Das Tertiär Nordwestsachsens. Ein geologischer Überblick. – Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- TROPP, P. (2009): Die Goitzsche – mehr als notwendige Sanierung. – In: Kreissparkasse Anhalt-Bitterfeld & Schiez, H. (Hrsg.): Aufbruch zu neuen Ufern. Die Goitzsche. – Verlag Janos Stekovics, Dössel: 29–35.
- WEITSCHAT, W. (1997): Bitterfelder Bernstein – ein eozäner Bernstein auf miozäner Lagerstätte. – In: GANZELEWSKI, M.; REHREN, Th. & SLOTTA, R. (Hrsg.): Neue Erkenntnisse zum Bernstein, Internationales Symposium im Deutschen Bergbau-Museum, Metalla, Veröff. Deutsches Bergbau-Museum **66**, Sonderheft: 71–84.
- WICHARD, W. (2013): Wasserinsekten im Bitterfelder Bernstein. – In: RASCHER, J.; RAPPILBER, I. & WIMMER, R. [Hrsg.]: Bitterfelder Bernstein und andere fossile Harze aus Mitteldeutschland. – EDGG **249**: 45–53.
- WIMMER, R.; PESTER, L. & EISSMANN, L. (2006): Das bernsteinführende Tertiär zwischen Leipzig und Bitterfeld. – Mauritiana **19** (3): 373–421.
- ZIEGLER, G. & LIEHMANN, G. (2007): Gewinnung und Verwertung von Bitterfelder Bernstein. – Bitterfelder Heimatblätter **XXVIII**, Sonderheft 2007: 33–42.

Eingegangen am 28.02.2019

Dr. IVO RAPPSILBER
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
Köthener Straße 38
D-06118 Halle
E-Mail: Rappsilber@lagb.mw.sachsen-anhalt.de

ANDREAS WENDEL
Goitzsche Bernstein GmbH
Zur Agora 1
D-06774 Muldestausee / OT Pouch
E-Mail: a.wendel@goitzsche-bernstein.de