

# Untersuchungen zur Pollen- und Sporenflora des Bitterfelder Bernsteins - Erste Ergebnisse

INGA ENDTMANN<sup>1)</sup>, ELISABETH ENDTMANN<sup>2)</sup> & IVO RAPPSILBER<sup>2)</sup>

Adressen: <sup>1)</sup> Wegscheiderstr. 6, 06110 Halle (i.endtmann@freenet.de);

<sup>2)</sup> Landesamt für Geologie und Bergwesen, Köthener Str. 28, 06118 Halle (Elisabeth-Barbara.Endtmann@sachsen-anhalt.de, Ivo.Rappsilber@sachsen-anhalt.de)

**Schlüsselwörter:** Bitterfelder Bernstein, Pollen in Bernstein, Eozän, *Nyssa*

**Keywords:** Bitterfeld amber, pollen in amber, Eocene, *Nyssa*

## Zusammenfassung

Vorgelegt werden erste Ergebnisse palynologischer Untersuchungen an Bitterfelder Bernstein. Anhand von mindestens 18 Pollen- und Sporentypen „Höherer Pflanzen“ wird eine Rekonstruktion der Umweltbedingungen im Bernsteinwald vorgenommen. Erstmals konnte *Nyssa* (Tupelobaum) für den Bitterfelder Bernsteinwald nachgewiesen werden. Unter Berücksichtigung der stratigraphischen Reichweite einzelner Pollen- und Sporentypen wird versucht, das Bildungsalter der Bernsteine abzuleiten. Vermutlich datieren sie in das Bartonium bis Priabonium (SPP 17 bis SPP 18, ca. 41,3-33,9 Ma).

## Abstract

First results of palynological investigations on Bitterfeld amber are presented. A reconstruction of the environmental conditions in the amber forest is carried out on the basis of at least 18 types of pollen and spores of "Higher plants". For the first time, *Nyssa* (Tupelo) could be detected as a species of Bitterfeld amber forest. Taking into account the stratigraphic range of individual pollen and spore types, an attempt is made to derive the age at which amber was formed. Bitterfeld amber presumably date from Bartonian to Priabonian (SPP 17 to SPP 18, ca. 41,3-33,9 Ma).

## 1. Einleitung

Bitterfelder Bernstein (Sächsischer Bernstein) wurde von 1975 bis 1993 im Braunkohletagebau „Goitsche“ bei Bitterfeld bergmännisch gefördert. Während der Rekultivierung des Tagebaus wurde das Restloch geflutet und der Abbau von Bernstein eingestellt. Nach jahrzehntelanger Pause wird seit 2014 im neu entstandenen Gewässer „Großer Goitzschensee“ mit Hilfe eines Saugbaggers erneut Bernstein gefördert. Dabei stellt die Goitzsche Bernstein GmbH wissenschaftlich bedeutsames Material für neue Bearbeitungen zur Verfügung (RAPPSILBER & WENDEL 2019). Das wissenschaftliche Interesse bezieht sich derzeit einerseits auf seltene Bernsteinarten (vgl. FUHRMANN 2010). Andererseits ist der Bitterfelder Bernstein für seinen Inkluden-Reichtum bekannt. Bei den Einschlüssen dominieren Insekten und Spinnentiere. Nur ca. 2,5-5 % aller Inkluden sind größere pflanzliche Reste (HOFFEINS & HOFFEINS 2003, RAPPSILBER 2016). Es kommen selten Pilze, Moose und Flechten, wenig häufiger Holz-, Blatt- und Blütenreste „Höherer Pflanzen“ vor (z.B. SCHMIDT et al. 2013, KAASALAINEN et al. 2015, RAPPSILBER 2016). Da die Ausbreitung von Pollenkörnern durch den Wind gegenüber der Verbreitung durch tierische Bestäuber überwiegt, sollten männliche Keimzellen „Höherer Pflanzen“ auch in sog. äußeren Bernsteinformen (z.B. Schrauben, Stalaktiten) erhalten und in großer Anzahl nachweisbar sein. Dennoch wird nur gelegentlich über ihre Konservierung in Bernstein berichtet (z.B. KIESEL et al. 1980, HALBWACHS et al. 2021). Im Rahmen einer Projektarbeit des Wettbewerbs „Jugend forscht“ wurden nun pollenanalytische Untersuchungen an Bitterfelder Bernstein durchgeführt (ENDTMANN 2021). Schwerpunkt der Arbeit, welche durch das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt in Halle/S. fachlich betreut wurde, war zunächst die Extraktion der Palynomorphen aus Succinit sowie deren Bestimmung. Daraus ergaben sich Hinweise zur Artenzusammensetzung des Bitterfelder Bernsteinwaldes. Da die Bitterfelder Bernstein-Lagerstätte eine Sekundär-Lagerstätte darstellt, kann aus dem Alter der Sedimente, in denen der Bernstein lagert, nicht unmittelbar auf das Bildungsalter geschlossen werden. Vielmehr muss von einem höheren Bildungsalter ausgegangen werden. Unter

Nutzung der Angaben zur stratigraphischen Reichweite charakteristischer Pollen- und Sporentypen wurde daher versucht, das Bildungsalter des Bitterfelder Bernsteins zeitlich zu fixieren.

## 2. Methodik

KIESEL et al. (1980) versuchten bereits Pollen durch Auflösen von Succinit zu extrahieren. Dabei wurden verschiedene, laborativ anspruchsvolle Methoden mit eher geringem Erfolg angewandt. HALBWACHS (2019) legte eine gut handhabbare Methodik vor. Bei den hier vorgestellten Untersuchungen wurde im Wesentlichen gemäß der dortigen Anleitung vorgegangen. Ausgewählt wurden drei Schrauben-Bernsteine mit Sternhaaren und/oder Holzmulm. Bei diesen Formen war von einem äolischen Eintrag von Pollen und Sporen auszugehen. Weiterhin wurde ein Stück Brack, auf den Boden getropft Harz, ausgewählt. Jeder Bernstein wurde einzeln untersucht. Dies geschah vor dem Hintergrund, dass in sekundärer Lagerstätte unterschiedlich alte Bernsteine gemeinsam abgelagert sein können. Mit der Untersuchung von Einzelstücken kann bestenfalls jedem Bernstein ein eigenes Bildungsalter zugewiesen werden. Zur weiteren Charakterisierung der Bernsteine wurde ihr Dichtebereich durch Beobachtung des Aufsteigens, Schwebens bzw. Absinkens der Bernsteine in Salzlösungen definierter Dichte bestimmt (Tab. 1; zur Methodik vgl. ENDTMANN 2017). Die Dichte der Salzlösungen wurde mit einer Spindel (Dichtebereich 1,01-1,12 g/cm<sup>3</sup>) bei Raumtemperatur (20 °C) eingestellt. Sie unterschied sich um jeweils 0,005 g/cm<sup>3</sup>. Zur Vermeidung von Verunreinigungen durch anhaftendes Sediment bzw. rezente Pollen und Sporen wurden geschliffene und polierte Bernsteine verwendet. Vorab erfolgte zusätzlich eine Säuberung mit Wasserstoffperoxid (30 %). Die anschließende mechanische Zerkleinerung führte zu Korngrößen von 0,5-2,5 mm. Jeweils ca. 1 g Bernsteingranulat wurden dann mit 25 ml Tetrahydrofuran bzw. 25 ml Nitroverdünnung versetzt und für 24 h geschüttelt. Größere ungelöste Bernsteinpartikel wurden mit einem Sieb (Maschenweite 125 µm) abgetrennt und einer erneuten Lösemittelbehandlung unterzogen. Anschließendes Zentrifugieren ergab ein Pellet. Dieses wurde mit wenig Lösungsmittel dünn auf Objektträger aufgetropft. Nach dem Verdunsten des Lösungsmittels erfolgte die Einbettung mit Glyceringelatine und die Abdeckung der Präparate. Für mikroskopische Untersuchungen stand ein Durchlichtmikroskop (Olympus CX 41) mit 400- bis 600-facher Vergrößerung zur Verfügung. Für die Fotodokumentation wurde das Programm CellSens Standard verwendet. Die Fotos entstanden bei einer einheitlichen 400-fachen Vergrößerung im Naturkundemuseum Mauritium Altenburg.

Die Bestimmung gefundener Pollen- und Sporentypen richtete sich nach Literaturangaben (u.a. KRUTZSCH 1970; KRUTZSCH & VANHOORNE 1977; THIELE-PFEIFFER 1988; NICKEL 1996; ZIEMBIŃSKA-TWORDZYDŁO et al. 1994; LENZ 2000; STUHLIK 2001, 2002, 2009 und 2014; HALBWACHS et al. 2021).

Tab. 1: Charakterisierung der untersuchten Bernsteine.

Nr.	Beschreibung	Dichtebereich (g/cm <sup>3</sup> )	Aussehen
B1	Schlaube mit Sternhaaren	1,060-1,065	klar, gelb
B2	Schlaube (Rest von Dickschliff)	1,060-1,065	klar, gelb
B3	Brack	1,035-1,040	undurchsichtig, dunkel
B4	Schlaube mit Bodenmulm und Holzresten	1,080-1,085	klar, rötlich

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Das Bernstein-Granulat löste sich sowohl in Tetrahydrofuran als auch in Nitroverdünnung. Beide Lösungsmittel erreichten keine vollständige Auflösung der Bernsteinpartikel. Obwohl sich der Bernstein in Tetrahydrofuran besser auflöste, konnte das von HALBWACHS (2019) beschriebene sehr gute Lösungsverhalten nicht bestätigt werden. In allen Bernsteinen wurden Palynomorphe nachgewiesen. Beim Brack erschwerten unzählige Holzpartikel die Suche nach eingeschlossenen Pollen und Sporen.

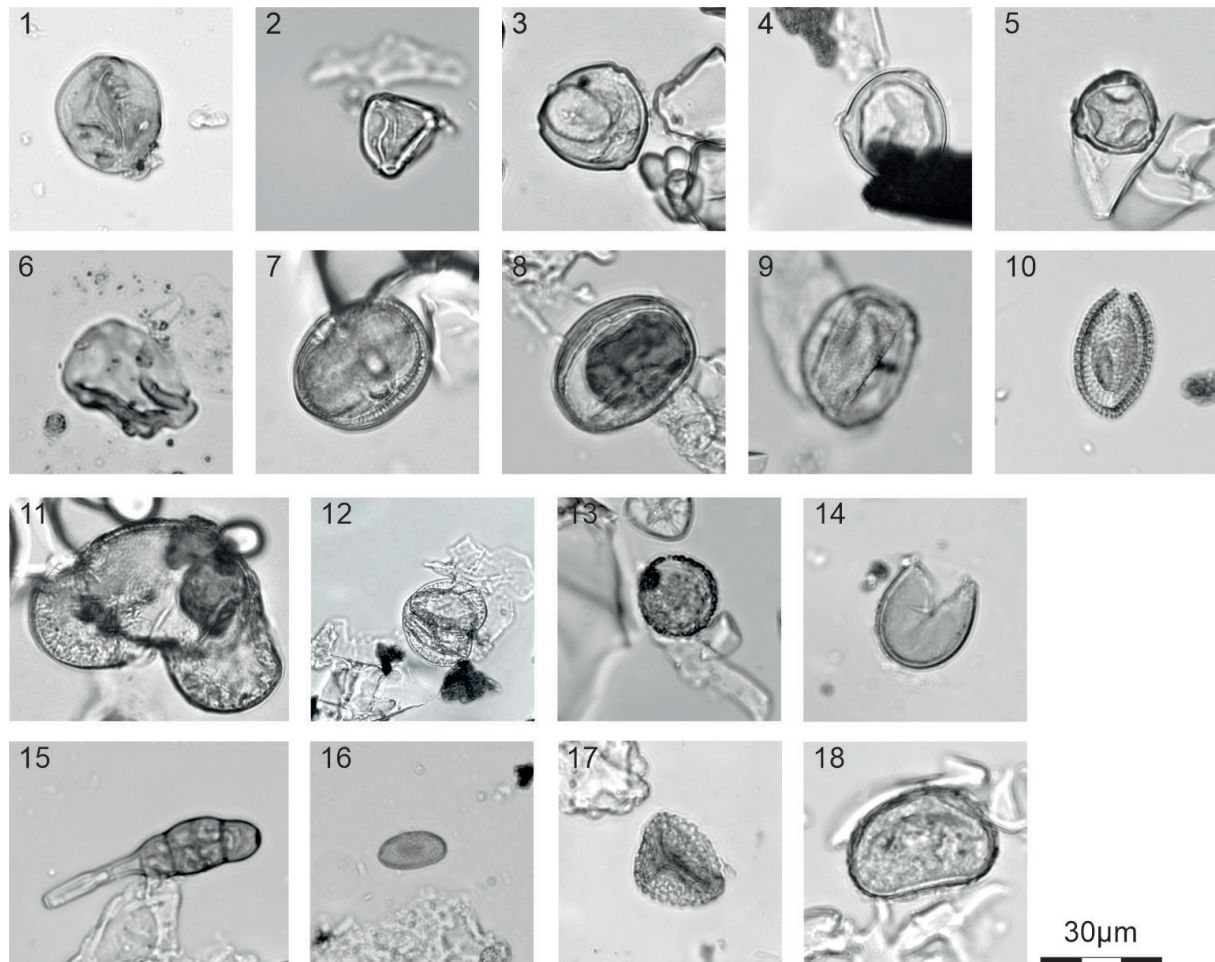


Abb. 1: Auswahl der in Bitterfelder Bernstein nachgewiesenen Pollen und Sporen:

- 1 – *Graminidites* (Bernstein B4, ca. 30  $\mu\text{m}$ ),
- 2 – cf *Interpollis microsuplicingensis* (Bernstein B4, ca. 20-25  $\mu\text{m}$ ),
- 3 – cf *Triporopollenites robustus* (Bernstein B1, ca. 25  $\mu\text{m}$ ),
- 4 – cf *Triporopollenites robustus* (Bernstein B4, ca. 30-35  $\mu\text{m}$ ),
- 5 – cf *Labrapollis labraferus* (Bernstein B1, ca. 20  $\mu\text{m}$ ),
- 6 – Alnoider Typ (Bernstein B1, ca. 30-35  $\mu\text{m}$ ),
- 7 – *Nyssapollenites* (Bernstein B1, ca. 40  $\mu\text{m}$ ),
- 8 – cf *Nyssapollenites*, mit Zellinhalt (Bernstein B2, ca. 40  $\mu\text{m}$ ),
- 9 – *Quercoidites* (Bernstein B1, ca. 40  $\mu\text{m}$ ),
- 10 – unbekannte Form (Bernstein B4, ca. 40  $\mu\text{m}$ ),
- 11 – *Pinuspollenites* (Bernstein B1, ca. 60  $\mu\text{m}$ ),
- 12 – *Pinuspollenites* (Bernstein B4, ca. 30  $\mu\text{m}$ ),
- 13 – cf *Sciadopityspollenites* (Bernstein B1, ca. 20  $\mu\text{m}$ ),
- 14 – *Inaperturipollenitis* (Bernstein B1, ca. 20  $\mu\text{m}$ ),
- 15 – cf *Alternaria* (Bernstein B3, ca. 35  $\mu\text{m}$ ),
- 16 – unbekannte Pilzspore (Bernstein B1, ca. 18  $\mu\text{m}$ ),
- 17 – unbekannte trilete Spore (Bernstein B4, ca. 25  $\mu\text{m}$ ),
- 18 – cf *Laevigatosporites* (Bernstein B4, ca. 35-40  $\mu\text{m}$ ).

Von den Bernsteinen B1 und B4 wurden mehr Präparate angefertigt als von den Bernsteinen B2 und B3. Damit liegen für die erstgenannten Bernsteine auch mehr Funde von Pollen und Sporen vor.

Bei der Untersuchung von insgesamt 19 Präparaten wurden 54 Pollen und Sporen „Höherer Pflanzen“ sowie zahlreiche Pilzsporen beobachtet. Es wurden zwei Sporentypen von Pilzen, drei Sporentypen von Sporenpflanzen sowie mindestens 16 Pollentypen von Samenpflanzen unterschieden (vgl. Tab. 2). Eine Auswahl nachgewiesener Palynomorphen zeigt Abb. 1. Hinsichtlich der Determination bestehen derzeit noch einige methodische Unsicherheiten, da diagnostisch wichtige Merkmale nicht immer vollständig erkennbar sind. Einerseits lassen sich die extrahierten Pollen- und Sporen nicht mittels nachgeschalteter Acetolyse mit Essigsäureanhydrid und konzentrierter Schwefelsäure (vgl. BEUG 1957) anfärben. Andererseits behindern Bernsteinscherben die Beobachtung. Wenige Pollen enthielten organisches Zellmaterial (vgl. Abb. 1). Diese Besonderheit wurde bereits für Pollen in Baltischem Bernstein und Bernstein aus dem Pariser Becken beschrieben (DEJAX et al. 2001).

Im Folgenden soll insbesondere auf Pollenfunde der Samenpflanzen eingegangen werden. Der Nachweis von *Pinuspollenites* (Kiefer), *Sciadopityspollenites* (Schirmtanne), *Inaperturipollenites* (Taxodiaceae, Sumpfympressengewächse) steht im Einklang mit Funden von größeren Bitterfelder Pflanzeninkluden von Nadelgehölzen (vgl. RAPPILBER 2016, RAPPILBER & WENDEL 2019) bzw. pollenanalytischen Untersuchungen (KIESEL et al. 1980, HALBWACHS et al. 2021). So wurde beispielsweise *Sciadopitys* durch holzanatomische Untersuchungen bereits als Harzlieferant für Bitterfelder Succinit erkannt (*Sciadopityoxylon wettsteinii* Jurasky, DOLEZYCH 2019). Pollenanalytisch wurde diese Gattung im Bitterfelder Bernstein zuvor noch nicht nachgewiesen. Das Formenspektrum der Bedecktsamer ist reichhaltiger als das der Nadelhölzer. *Ilexpollenites* (Stechpalme), *Ericipites* (Heidekrautgewächse) sowie betuloiden und alnoiden Typen (Birkengewächse) sind für den Bitterfelder Bernstein bereits durch andere Autoren belegt (vgl. Angaben in RAPPILBER 2016, HALBWACHS et al. 2021). Da im Bitterfelder Bernstein Sternhaare von Buchengewächsen (meist Eichen) zahlreich vorkommen, ist der Nachweis von *Quercoidites* nicht verwunderlich (pollenanalytischer Nachweis auch von HALBWACHS et al. 2021). Dagegen stellt der Fund von *Nyssapollenites* (Tupelobaum) für den Bitterfelder Bernstein einen Ersthinweis dar! Dass dieser erst jetzt gelang, ist insofern erstaunlich, da *Nyssa* in den Tertiärwäldern Mitteldeutschlands eine häufige Art war. Nach Angaben von MAI (1976) zählen Steinkerne von *Nyssa* vom Untereozän bis zum Pliozän zu den am besten bekannten und häufigsten Fossilien. KRUTZSCH (1976) beschreibt gleichfalls Massenvorkommen von *Nyssa*-Pollen und begründet diese mit dem Vorherrschen bestimmter Faziesbedingungen. So stocken die heute noch in Südostasien, Nord- und Mittelamerika vorkommenden sieben Arten der Gattung *Nyssa* auf sumpfigen bis feuchten Standorten (MAI 1976). Für Baltischen Bernstein erbrachten TARASEVICH & ALEKSEEV (2017) den pollenanalytischen Ersthinweis für *Nyssa*.

Das gefundene Pollenspektrum zeigt deutlich den auch von KIESEL et al. (1980) beschriebenen Mischwaldcharakter des Bitterfelder Bernsteinwaldes. Bei den Laubhölzern gab es sowohl sommergrüne (z.B. Birkengewächse; *Nyssa* – Tupelobaum) als auch immergrüne Arten (z.B. Heidekrautgewächse; *Ilex* – Stechpalme). Die Nachweise alnoider Pollen und Pollen von *Nyssa* deuten zusätzlich auf das Vorhandensein feuchter bis sumpfiger Bereiche bzw. möglicherweise sogar offener Gewässerflächen. Die von KIESEL et al. (1980) beschriebenen Süßwasserplankton-Formen bestätigen diese Annahme. In der Krautschicht traten Farne auf. Von großer Bedeutung sind die Funde von *Graminidites*. Sie unterstützen die Abkehr von Vorstellungen über einen geschlossenen, dunklen Bernsteinwald (vgl. Angaben in SADOWSKI et al. 2016 für Baltischen Bernstein). *Graminidites*-Pollen verweisen vielmehr auf die (zumindest bereichsweise) Existenz stärker lichtdurchfluteter Bereiche in der Vegetation. Eine Zuordnung der gefundenen Taxa zu geofloristischen Elementen liegt mit Tab. 3 vor. Die meisten Taxa gelten als Vertreter der arktotertiären Florengruppe mit einem warm-temperatem Schwerpunkt. Paläotropische Elemente werden als Relikte eozäner Klimagunst gewertet.

#### 4. Zeitliche Einstufung der Bernsteinbildung

Aufgrund des erst- bzw. letztmaligen sowie massenhaften Vorkommens bestimmter Pollen- und Sporentypen (sog. Leitformen) können für tertiäre Bildungen des Festlandes Altersabschätzungen vorgenommen werden. Für das mitteldeutsche Tertiär schufen LOTSCH (1969) und KRUTZSCH (z. B. 1970, 1976, 2011b) mit ihren umfassenden Analysen von Braunkohlen und deren Begleitsedimenten

Tab. 2: Beobachtete Pollen- und Sporentypen (ohne unbekannte Formen), B1-B4: Bernstein, in dem der Nachweis erfolgte.

Pilze	Sporenpflanzen (Farne/Bärlappe/Moosfarne)	Nacktsamer (Nadelhölzer)	Bedecktsamer (Laubhölzer & Krautpflanzen)
cf <i>Alternaria</i> (Schimmelpilze, Schwärzepilze) B1, B2, B3, B4	cf <i>Verrucatosporites/Polypodiidites</i> (Tüpfelfarngewächse) B1	<i>Pinuspollenites</i> (Kiefer; Kieferngewächse) B1, B4	<i>Nyssapollenites</i> (Tupelobaum, Hartriegelgewächse) B1, B2
	cf <i>Laevigatosporites</i> B4	<i>Inaperturipollenitis</i> (Sumpfyypressengewächse) B1	Alnoider Typ (Erlenartige, Birkengewächse) B1, B4
		cf <i>Sciadopityspollenites</i> (Schirmtanne, Schirmtannengewächse) B1	<i>Quercoidites</i> (Eichenartige, Buchengewächse) B1, B4
			<i>Graminidites</i> (Gräserartige, Süßgräser) B4
			cf Betuloider Typ (Birkenartige, Birkengewächse) B3
			cf <i>Interpollis microsupplingensis</i> (Pflanzenfamilie unbekannt) B4
			cf <i>Triporopollenites robustus</i> (Birkengewächse?) B1, B4
			cf <i>Labrapollis labraferus</i> (Weiderichgewächse?) B1
			cf <i>Trigonobalanus</i> (Buchengewächse) B4
			cf <i>Ilexpollenites</i> (Stechpalme, Stechpalmengewächse) B1
			cf <i>Ericipites</i> (Heidekrautgewächse) B1
			cf <i>Nupharipollenites</i> (Teichrosenartige, Seerosengewächse) B1
			(cf <i>Symplocospollenites anulus/rotundus</i> -Gruppe) B4

Tab. 3: Zuordnung nachgewiesener Taxa zu Florenggruppen (nach ZIEMBIŃSKA-TWORDZYDŁO et al. 1994), A – Arktotertiäre Elemente, A1: warm-temperat; P – Palaeotropische Elemente, P2: subtropisch.

Taxon	Geofloristisches Element
<i>Graminidites</i>	A
cf <i>Ericipites</i>	
<i>Pinuspollenites</i>	A1
cf <i>Sciadopityspollenites</i>	
<i>Inaperturipollenites</i>	
<i>Nyssapollenites</i>	
Alnoider Typ	
cf Betuloider Typ	A/P
<i>Quercoidites</i>	
cf <i>Labrapollis labraferus</i>	P
cf <i>Ilexpollenites</i>	P2

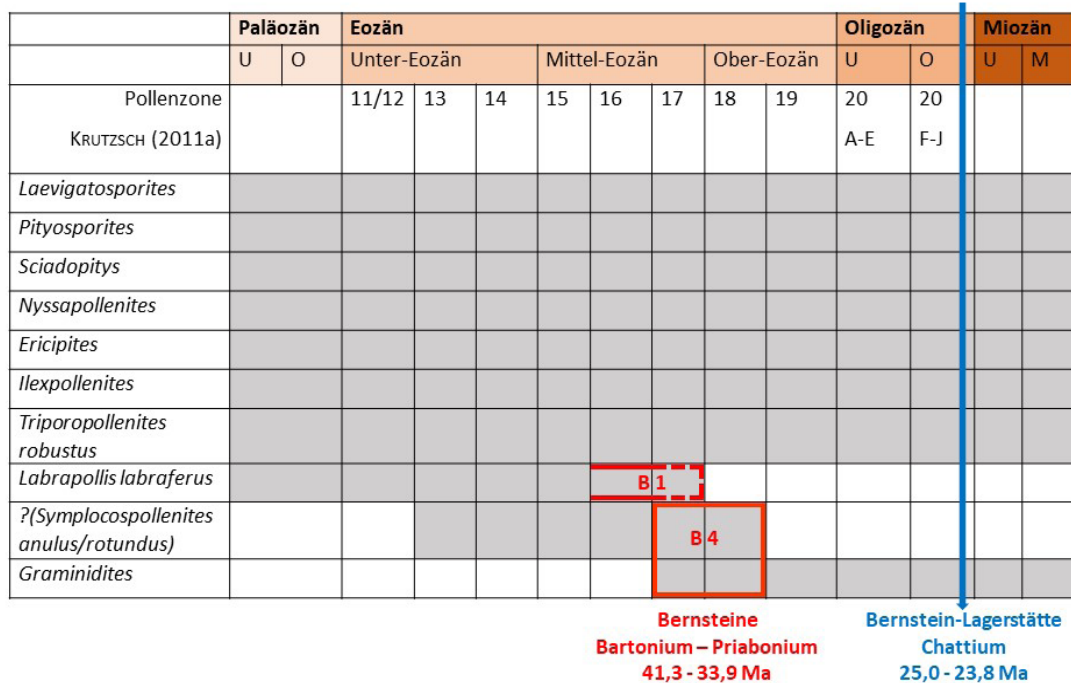


Abb. 2: Vorläufige Alterseinstufung der Bernsteine (B1, B4) aus der Bitterfelder Bernsteinlagerstätte (Angaben zur stratigraphischen Reichweite nach LOTSCH 1969, KRUTZSCH 1970 und PFEIFFER 2018; Altersangabe zur Bitterfelder Bernstein-Lagerstätte nach BLUMENSTENGEL & VOLLAND 1999; Zonierung in SPP nach KRUTZSCH 2011a).

die Voraussetzungen einer solchen relativen Datierung. Mit Hilfe palynologischer Untersuchungen datieren BLUMENSTENGEL & VOLLAND (1999) den Bernsteinschluff in das Neochattium (ca. 25,0-23,8 Ma; Sporen/Pollen-Zone SPN II, zur Bezeichnung der Sporenzonen vgl. KRUTZSCH 2011a). Da sich der Bernstein dort jedoch in sekundärer Lagerstätte befindet, kann nicht direkt auf sein Bildungsalter geschlossen werden. Es muss von einem höherem Bildungsalter ausgegangen werden. Den im Bernstein eingeschlossenen Pollen und Sporen kommt daher bei der Datierung eine große Bedeutung zu.

Bei den hier vorgelegten Untersuchungen zeigt sich, dass die eindeutig determinierten Pollentypen nicht als Leitformen fungieren. So sind *Ericipitis* und *Pinuspollenites* in Europa bereits seit der Kreidezeit nachweisbar. Im Eozän bildeten Kiefern einen wichtigen Bestandteil der Kiefern-Palmen-Lorbeer-Wälder, z.B. im Geiseltal (Sporen/Pollen-Zone Paläogen SPP 15). Das Vorkommen von *Nyssapollenites* erstreckt sich in Europa vom Paläozän bis in das Oberpliozän (alle Angaben nach MAI 1995). Damit gelten die erwähnten Pollentypen für den möglichen Bildungszeitraum als sog. Durchläufer. Sie erlauben keine zeitliche Einstufung. Bei Einbeziehung unsicher bestimmter Pollen entstehen dann auch gewisse Unsicherheiten bei der Altersstellung der Bernsteine. Nach KRUTZSCH (1976) gehört *Labrapollis labraferus* zu einer der regelmäßigsten Formen im Alttertiär. LOTSCH (1969) beschreibt in Ablagerungen des Bartonium bis SPP 16 ein regelmäßiges und für SPP 17 ein selteneres Auftreten dieses Pollentyps. Ab SPP 17/18 fehlt der Pollentyp. Der Nachweis von cf *Labrapollis labraferus* in Bernstein B1 deutet daher auf Harzfluss (Bernsteinentstehung) bis maximal im ausgehenden Bartonium (SPP 17, bis ca. 37,5 Ma, Altersangabe gemäß Deutsche Stratigraphische Kommission 2016, vgl. Abb 2), wobei ein älteres Bildungsalter wahrscheinlich ist. Das gemeinsame Vorkommen von Pollen von *Graminiditis* und cf *Symplocospollenites anulus/rotundus* in Bernstein B4 könnte möglicherweise auf seine Entstehung im Zeitraum Bartonium bis Priabonium (SPP 17 bis SPP 18, ca. 41,3–33,9 Ma, vgl. Abb. 2) hinweisen. So tritt *Symplocospollenites anulus/rotundus* seit dem Ypresium (SPP 12) auf. Von SPP 15 (Lutetium) bis SPP 18 (Priabonium) ist der Pollentyp regelmäßig, danach nur noch selten zu finden (LOTSCH 1969). Nach KRUTZSCH (1970) setzen graminoide Pollen in Mitteleuropa erst im ausgehenden Eozän bzw. im Oligozän ein. PFEIFFER (2018) beschreibt erste Pollen-Nachweise für SPP 17 (Bartonium, ab ca. 41,3 Ma). Allerdings finden sich bei SADOWSKI et al. (2016) Literaturangaben zu Makrofossil-Nachweisen deutlich älterer Grasähren, aus dem Übergang vom Paläozän zum Eozän. Die Autoren selbst beschreiben Grasähren in Baltischem Bernstein.

Hinweis: Die hier vorgestellte Alterseinstufung in das ausgehende Eozän kann aufgrund noch bestehender Unsicherheiten bei der Determination und fehlender statistischer Absicherung nur als vorläufiges Ergebnis gewertet werden.

## 5. Ausblick

Die vorgelegten Resultate wurden im Rahmen eines „Jugend forscht“-Projektes erstmals vorgestellt und nachfolgend spezifiziert. Sie stellen kein abgeschlossenes Ergebnis dar. Sie markieren jedoch den Beginn zwingend notwendiger, weiterführender palynologischer Bearbeitungen von Einzel-Bernsteinen. Mit Hilfe der beschriebenen Methodik kann das Bildungsalter der Bernsteine, also der Zeitpunkt des Harzflusses, fixiert werden. Zukünftig sollen auch die palynologischen Befunde von Bernsteinen und fossilen Harzen verschiedener Lagerstätten (z.B. Bitterfeld, Lausitz, Rovno, Samland) mit denen der Braunkohlen, Begleiter und Zwischenmittel bekannter Tertiärvorkommen (z.B. Mittel- und Ostdeutschland, Ukraine, Baltikum) sowie ihre stratigraphische Einstufung miteinander verglichen werden. So rückt die Beantwortung der Frage zur Herkunft des Bitterfelder Bernsteins in Reichweite.

## 6. Danksagung

Herr Andreas Wendel (Goitzsche Bernstein GmbH) stellte freundlicherweise das Untersuchungsmaterial für die vorliegende Arbeit zur Verfügung. Herr Lutz Gebhardt (Naturkundemuseum Mauritianum Altenburg) ermöglichte die mikroskopischen Fotoaufnahmen und unterstützte die Autoren mit Hinweisen zum Manuskript.

## 7. Literatur

- BEUG, H.-J. (1957): Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsentwicklung einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz, Rhön). *Flora B* 145, 167-211.
- BLUMENSTENGEL, H. & VOLLAND, L. (1999): Zur Stratigraphie und Fazies des Tertiärs im Bitterfelder Raum. Unveröff. Bericht Geologisches Landesamt Halle.
- DEJAX, J.; DE FRANCESCHI, D.; LUGARDON, B.; DE PLOEG, G. & ARNOLD, V. (2001): Le contenu cellulaire du pollen fossilisé dans l'ambre, préservé à l'état organique. *Earth and Planetary Sciences* 332, 339-344.
- Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg.; Redaktion, Koordination und Gestaltung: MENNING, M. & HENDRICH, A. (2016)): *Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016*. Potsdam (Geoforschungszentrum).
- DOLEZYCH, M. (2019): Holzanatomische Untersuchungen im Bitterfelder Bernstein. Unveröff. Ergebnisbericht, im Auftrag des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt. Hoyerswerda.
- ENDTMANN, I. (2017): Bernstein – Tränen der Götter. Unveröff. Projektarbeit „Jugend forscht/Schüler experimentieren“, ID 145722. Altenburg.
- ENDTMANN, I. (2021): Festgeklebt und Eingeschlossen für die Ewigkeit II. Pollen in Bitterfelder Bernstein. Unveröff. Projektarbeit „Jugend forscht“, ID 91760. Halle/S.
- FUHRMANN, R. (2010): Die Bitterfelder Bernsteinarten. *Mauritiana* 21, 13-58.
- HALBWACHS, H. (2019): Detecting fungal spores and other palynomorphs in amber and copal by solvent treatment. *Palynology*. <https://doi.org/10.1080.01916122.2019.1633436>.
- HALBWACHS, H.; BÄSSLER, C. & WOROBIEC, E. (2021): Palynomorphs in Baltic, Bitterfeld and Ukrainian ambers: a comparison. *Palynology*. <https://doi.org/10.1080.01916122.2020.1863274>.
- HOFFEINS, C. & HOFFEINS, H.W. (2003): Untersuchungen über die Häufigkeit von Inkluden in Baltischem und Bitterfelder Bernstein (Tertiär, Eozän) aus unselektierten Aufsammlungen unter besonderer Berücksichtigung der Ordnung Diptera. *Studia dipterologica* 10 (2), 381-392.
- KAASALAINEN, U.; HEINRICH, J.; KRINGS, M.; MYLLYS, L.; GRABENHORST, H.; RIKKINEN, J. & SCHMIDT, A.R. (2015): Alectoroid Morphologies in Paleogene Lichens: New Evidence and Re-Evaluation of the Fossil *Alectoria succini* Mägdefrau. *PLoS ONE* 10 (6): e0129526. doi:10.1371/journal.pone.0129526.
- KIESEL, Y.; KRUTZSCH, W.; LIEBISCH, G.; PORSTMANN, C. & PAECH, W. (1980): Bericht Chemische Aufbereitungsmethode Bernstein (Teilbericht zum Forschungsthema „Regionale Vorlauftforschung Tertiär“). Unveröff. Bericht, Zentrales Geologisches Institut, Berlin.
- KRUTZSCH, W. (1970): Die stratigraphisch verwertbaren Sporen- und Pollenformen des mitteleuropäischen Alttertiärs. *Jb. Geol.* 3, 309-379.
- KRUTZSCH, W. (1976): Die Mikroflora der Braunkohle des Geiseltales, Teil IV: Die stratigraphische Stellung des Geiseltalprofils im Eozän und die sporenstratigraphische Untergliederung des mittleren Eozäns. – *Abh. Zentrales Geologisches Institut* 26, 47-89.
- KRUTZSCH, W. (2011a): Stratigraphie und Klima des Paläogens im Mitteldeutschen Ästuar im Vergleich zur marinen nördlichen Umrandung. *Z. dt. Ges. Geowiss.* 162 (1), 19-46.
- KRUTZSCH, W. (2011b): Auswahl wichtiger FAD- und LAD-Daten sowie gewisser Maxima-Marker. Unveröff. Manuskript, Berlin.
- KRUTZSCH, W. & VANHOORNE, R. (1977): Die Pollenflora von Epinois und Loksbergen in Belgien. *Palaeontographica B* 163, 1-10.
- LENZ, O. (2000): Paläoökologie eines Küstenmooses aus dem Eozän Mitteleuropas am Beispiel der Wulfersdorfer Flöze und deren Begleitschichten (Helmstedter Oberflözgruppe, Tagebau Helmstedt). Dissertation, 230 S. + Anhang, Univ. Göttingen.
- LOTSCH, D. (1969): Stratigraphisches Korrelationsschema für das Tertiär der Deutschen Demokratischen Republik. *Abhandlungen Zentrales Geologisches Institut* 12, 1-483.
- MAI, D.H. (1976): Fossile Früchte und Samen aus dem Mitteleozän des Geiseltales. *Abhandlungen Zentrales Geologisches Institut* 26, 93-150.
- MAI, D. H. (1995): *Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas*. 691 S., 1. Aufl., Gustav Fischer, Jena.



- NICKEL, B. (1996): Die mitteleozäne Mikroflora von Eckfeld bei Manderscheid/Eifel. Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, Beiheft 18, 1-121.
- PFEIFFER, N. (2018): Ergebnisbericht (Teil 1/2) zur palynologischen Bewertung von mikroskopischen Präparaten der Bohrung Nachterstedt GWM 22 Prä und deren Alterseinstufung. Unveröff. Ergebnisbericht der Fa. LAOP, im Auftrag des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle/S.
- RAPPSILBER, I. (2016): Fauna und Flora des Bitterfelder Bernsteinwaldes. 78 S., 1. Aufl., Ampyx-Verlag, Halle.
- RAPPSILBER, I. & WENDEL, A. (2019): Bernsteingewinnung aus dem Bernsteinsee bei Bitterfeld und erste wissenschaftliche Ergebnisse. *Mauritiana* 37, 87-112.
- SADOWSKI, M.; SCHMIDT, A.R.; RUDALL, P.J.; SIMPSON, D.A.; GRÖHN, C.; WUNDERLICH, J. & SEYFULLAH, L.J. (2016): Graminids from Eocene Baltic Amber. *Review of Palaeobotany and Palynology* 233, 161-168.
- SCHMIDT, A.R.; DÖRFELT, H.; GRABENHORST, H.; TUOVILA, H. & RIKKINEN, J. (2013): Fungi of the Bitterfeld amber forest. *Exkursionsführer und Veröff. DGG* 249: 54-60.
- SONTAG, E. (1966): Mikrobotanische (palynologische) Untersuchungen am 2. Niederlausitzer Flözhorizont. *Geologie, Beiheft* 54, 1-141.
- STUHLIK, L. (Ed.) (2001): Atlas of Pollen and Spores of the Polish Neogene, Vol. 1 – Spores. 158 S., 1. Aufl., Polish Academy of Sciences, W. Szafer Institute of Botany, Kraków.
- STUHLIK, L. (Ed.) (2002): Atlas of Pollen and Spores of the Polish Neogene, Vol. 2 – Gymnosperms. 237 S., 1. Aufl., Polish Academy of Sciences, W. Szafer Institute of Botany, Kraków.
- STUHLIK, L. (Ed.) (2009): Atlas of Pollen and Spores of the Polish Neogene, Vol. 3 – Angiosperms (1). 233 S., 1. Aufl., Polish Academy of Sciences, W. Szafer Institute of Botany, Kraków.
- STUHLIK, L. (Ed.) (2014): Atlas of Pollen and Spores of the Polish Neogene, Vol. 4 – Angiosperms (2). 466 S., 1. Aufl., Polish Academy of Sciences, W. Szafer Institute of Botany, Kraków.
- TARASEVICH, V.F. & ALEKSEEV, P.I. (2017): Inclusions of Angiosperm pollen in the Baltic amber (Late Eocene). *Botanicheskyy Zhurnal* 102 (2), 206-218.
- THIELE-PFEIFFER, H. (1988): Die Mikroflora aus dem mitteleozänen Ölschiefer von Messel bei Darmstadt. *Palaeontographica B* 211, 1-86.
- ZIEMBIŃSKA-TWORDZYDŁO, M.; GRABOWSKA, I.; KOHLMANN-ADAMSKA, A.; SKAWIŃSKA, K.; SŁODKOWSKA, B.; STUHLIK, L.; SADOWSKA, A. & WAŻYŃSKA, H. (1994): Taxonomical revision of selected pollen and spores taxa from Neogene deposits. *Acta Palaeobotanica Suppl.* 1, 5-30.

