

Pflanzliche und tierische Organismen im Bernstein

Inklusen – Einschlüsse

Alle in Bernstein eingeschlossenen pflanzlichen und tierischen Lebewesen werden Inklusen (lat. includere = einschließen) genannt. Es sind die „Gläsernen Särge“ oder die „Fossilfallen“ der Erdgeschichte, in denen Pflanzen und Tiere vergangener Zeiten eingebettet und besonders gut und vollständig erhalten geblieben sind. Für die Liebhaber des Bernsteins besitzen die Einschlüsse größten ästhetischen Wert und für die Wissenschaft stellen sie ein ergiebiges und wertvolles Forschungsmaterial dar, das Aufschluss über fossile Umwelten gibt. Die große Anzahl der Inklusen erlaubt es, den Lebensraum, die Bernstein liefernden Wälder, zu rekonstruieren; sie verschaffen Einblick in die Fauna und Flora der subtropisch-tropischen und gemäßigt-warmen Zonen der geologischen Vorzeit.

Harzlieferanten

Welche Bäume die Hauptquelle des in verschiedenen Gebieten beinahe aller Kontinente auftretenden Bernsteins und anderer fossiler Harze waren, ergibt sich aus wissenschaftlichen Untersuchungen. Zum Beispiel lässt sich die botanische Herkunft der verschiedenen Harze durch Infrarotspektroskopie (32) ermitteln (Anwendung des Aktualitätsprinzips). Hier einige Beispiele:

Der Mexikanische und wahrscheinlich auch der Dominikanische Bernstein entstanden aus dem Harz des „Bernsteinbaums“, hinter dem sich die wissenschaftlichen Namen der *Hymenaea curbaril* L. und *Hymenaea protera* (Poinar), beide aus der Familie der Hülsenfrüchtler, verbergen. Glessit wird mit dem Harz des Laubbaumes *Bursera bipinnata*, einem Balsambaumgewächs (99), verglichen (Kosmowska-Ce-

93, links: *Cedrus atlantica* (Mittelmeerzeder) im Zedernwald bei Azrou am nördlichen Westrand des Mittleren Atlas. Länge der einzelnen Nadeln etwa 1,2 cm; männliche Zapfen.

94, rechts: *Picea abies* (Pinaceae, Kieferngewächse). Solitärbaum, Baumspitze mit starkem, harzendem Zapfenbehang. Böhmerwald, Šumava, Kvilda, Tschechien.





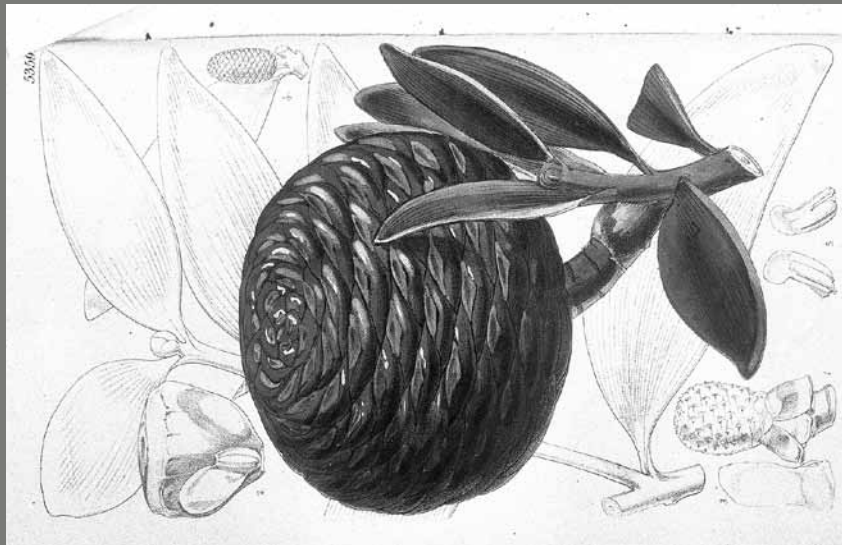
95: *Picea abies* (Pinaceae, Kieferngewächse). Stamm mit frischem Harzausfluss: zahlreiche kleine Tropfen und lange, dünne, fadenförmige Stalaktiten. Böhmerwald, Šumava, Kvilda, Tschechien.



97: Verarbeitung heutigen Dammara-Harzes: Vorbereitung (Zerkleinern) von frisch gewonnenem Dammara-Harz zur Nutzung im Töpferhandwerk. Gebrannte Tongefäße werden mit erhitztem, flüssigem Dammara-Harz ausgeschwenkt, das nach dem Erkalten die Innenseite des Gefäßes abdichtet. Insel Saparua, Molukken, Indonesien.



96, oben rechts: *Agathis dammara* (Araucariaceae, Araukariengewächse, Blätter), der Dammarabaum bzw. die Kaurifichte mit Heimat in Australien und Neuseeland im Botanischen Garten Puerto de la Cruz, Teneriffa, Kanarische Inseln. Auf Axel Heiberg Island und Somerset Island war die Gattung *Pseudolarix* Mutterbaum für die Bildung von Succinit.



98: *Agathis dammara* (Araucariaceae, Dammarabaum), Zapfen der Kaurifichte in Neuseeland.



99: Rezente Balsambaumgewächse (Burseraceae) *Bursera simarouba* bei San José, Costa Rica. Die Stämme wurden beschnitten, um sie als Pfähle für Zäune zu nutzen. Durch ihre fossilen Vertreter wurde der Glessit gebildet.



100: Blüten der lebenden Hamamelidaceae (Hamamelisgewächse oder Zaubernussgewächse), *Hamamelis japonicus* var. *purpurescens* im Botanischen Garten der Universität Halle/Saale. Fossile Vertreter dieser Pflanzenfamilie schieden das fossile Harz Sieburgit ab.

ranowicz et al. 1993a). Sieburgit führt man zurück auf *Liquidambar europaeum* oder *Hamamelis* sp., ein Hamamelis- oder Zaubernussgewächs (Krumbiegel & Kosmowska-Ceranowicz 1992; 100), Gedanit auf die Konifere *Cupressospermum saxonicum*. Für den Mutterbaum des Baltischen Bernsteins hielt man lange Zeit die Bernsteinkiefer *Pinus succinifera* (Schubert 1961), jedoch ist das Harz einer rezenten Zeder, *Cedrus atlantica* (93), aus dem Atlasgebirge Afrikas dem des Baltischen Bernsteins sehr ähnlich – ein sensationelles Ergebnis der Bernsteinforscher.

Auch die Kaurifichte *Agathis australis*, die zu den Araukarien (heutige Zimmertanne) gehört, erzeugt riesige Harzmengen. *Agathis* wurde im Bernstein von Alaska, Kanada, Nordamerika, Jordanien, Libanon und vereinzelt im Baltischen Bernstein nachgewiesen (Poinar 1992). Im Bernstein von Arkansas und im Dammar-Bernstein von Sarawak (Borneo) spielen auch die Dipterocarpaceen (Zweiflügelfruchtwächse) als Harzausscheider und -lieferanten eine Rolle (Hillmer et al. 1992).

Die Tabelle 5 zeigt die Entwicklung der Forschung über den Mutterbaum des Succinitis (Auswahl)

Gattung des Baumes	Autor und Jahr der Veröffentlichung	Art der Forschung
Altertum		
Kiefer, Zeder, Pappel	Plinius d. Ältere	
XIX. Jahrhundert		
Kiefer	Behrendt (1845)	botanische Forschung
<i>Pinus</i>	L. Aycke (1835)	s.o.
<i>Pinites succinifera</i>	Goeppert & Behrendt (1845)	s.o.
<i>Abies bituminosa</i>	Haczéwski (1838)	s.o.
<i>Taxoxylum electrochytton</i>	Menge (1858)	s.o.
<i>Pinus succinifera</i>		
(Goeppert) Conwentz	Conwentz (1890)	s.o.
XX. Jahrhundert		
Neuseeland kauri (Kaurifichte)	Kostyniuk (1960)	s.o.
<i>Pinus succinifera</i> (Conw.)	Schubert (1961)	botanische u. chemische Forschungen
verschiedene Gattungen der Familien Pinaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae	Czeczott (1961)	Literatur
<i>Agathis australis</i> (Fam. Araucariaceae)	Langenheim (1963)	botanische Forschung
	Thomas (1969)	physik.-chem. Forschung
	Poinar (1992, 1999)	s.o.
	Havercamp (1985)	s.o.
	Beck (1999)	s.o.
<i>Cedrus atlantica</i>	Katinas (1987)	s.o.
<i>Pseudolarix weberi</i>	Anderson & Lepage (1995)	botan., physikal.-chem. Forschungen
<i>Cupressospermum saxonicum</i>	Barthel & Hetzer (1982)	paläobot. Forschung
	Fuhrmann & Borsdorf (1986)	phys.-chem. Forschung
	Kunzmann (1999)	paläobot. Forschung
Kiefern	Arnold (1998)	paläobot. (Pollen) Forschung
Geinitziaceae:	Kunzmann (1999)	paläobot. Forschung
<i>Geinitzia formosa</i>		
XXI. Jahrhundert		
<i>Doliosstrobilus</i> sp. (Fam. Araucariaceae)	Vahldick (2001)	paläobot. Forschung

Succinose – die Bernsteinkrankheit

Weiß man heute schon sehr viel über den pflanzlichen Ursprung der Harze, so sind die Erkenntnisse und Hypothesen über die Ursachen des seinerzeitigen, teilweise intensiven Harzflusses (Harzüberproduktion) – Succinosis genannt – von einer verwirrenden Vielfalt. Die wohl überzeugendste Erklärung für diese Harzüberproduktion sind Klimaveränderungen. Diese führten zu tief greifenden unnatürlichen lebensbedrohenden Veränderungen der Umwelt, die sich in stoffwechselphysiologischen Reaktionen der Pflanzen und also auch der Harz abscheidenden Bäume widerspiegeln. Nach Barthel & Hetzer (1982) sind solche die Succinose stark stimulierenden Umweltfaktoren zum Beispiel Blitze bei Gewittern, Staunässe, Frühfröste, Erhöhung der Salzkonzentration des Bodens und eine anormale Erhöhung der Luftfeuchtigkeit.

Aus Beobachtungen der heutigen Pflanzenwelt weiß man, dass die Menge des produzierten Harzes in heutigen Wäldern innerhalb verschiedener Areale auf der Erde zum Äquator hin ansteigt. Das heißt, der Harzfluss nimmt mit steigender Wärme und Luftfeuchtigkeit zu. Eine solche Klimaveränderung ist beispielsweise in Europa während des Untereozäns zu beobachten. Einen ähnlichen Anstieg verzeichnet die Humidität während des Eozäns im Vergleich zum Paläozän. Besagter Temperaturanstieg hatte eine Migration der tropischen Flora in nördliche Breiten zur Folge, womit sich auch das Areal Bernstein abscheidender Wälder erheblich ausweitete. Die Folge davon war der Beginn einer intensiven Harzabscheidung im frühen Eozän, weil die Jahresdurchschnittstemperaturen rasch anstiegen. Dies beweisen die für ein gemäßigt warm-humides Klima typischen Organismen in den Inklusionen.

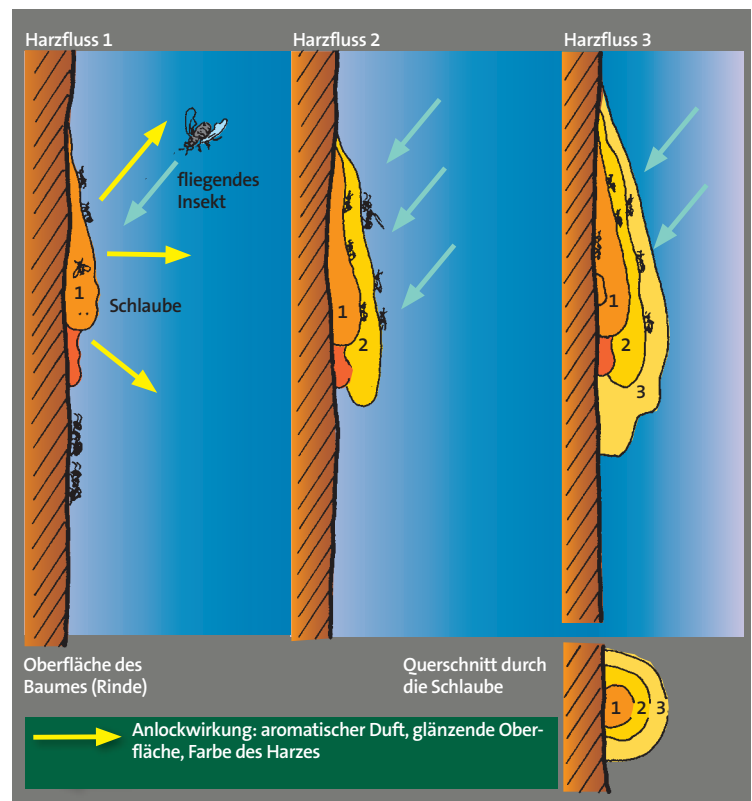
Die Nordgrenze dieser Klimazone verlief im Tertiär durch das südliche Skandinavien, wo man den Standort der Harz bzw. Bernstein abscheidenden Wälder vermutet.

Eine andere Hypothese (Czeczott 1961) führt den Temperaturanstieg zu Beginn des Eozäns auf den im Bereich des heutigen Nordseeraumes und der anschließenden Landgebiete (England, Dänemark, Norddeutschland) im Paläozän nachgewiesenen Vulkanismus zurück. Er führte zu einer starken Erwärmung und diese zu einer breiten Entfaltung der Pflanzenwelt auf den Landgebieten des nordeuropäischen Raumes (Skandinavien und Ostseeraum).

Entstehung der Inklusionen

Geringe Körpergröße und außerordentliche Aktivität sind wohl die Ursachen für den Reichtum an tierischen Inklusionen im Bernstein. An erster Stelle unter den überlieferten Lebenszeugnissen stehen die Gliederfüßer und hier vor allem die Insekten, Spinnen, Milben und Tausendfüßer. Seltener sind Krebse oder gar Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere.

Herbeigelockt, vielleicht vom aromatischen Duft oder der Farbe des noch klebrigen, fast flüssigen Harzes, das aus dem verletzten Baum quoll, setzten sich die Tiere darauf und kamen nicht mehr los. Jeder Versuch, sich zu befreien, ließ sie tiefer in das Harz



101: Bildung von Inklusionen nach dem „Fliegenfänger-Prinzip“.

eintauchen und die nachfolgenden Harzausflüsse schlossen sie schließlich vollkommen in diesen Sarg ein (101). Hier blieben sie dann über Millionen Jahre lang „mit Haut und Haar“ und zum Teil mit ursprünglicher Substanz (Kutin, Chitin) und Farbe erhalten.

Gelegentlich überliefert das fossile Harz nur die Extremitäten, andere Körperteile oder die Bewegungsspuren der Tiere. Sie zeugen vom Todeskampf der in diese Falle geratenen Lebewesen.

Tierische Inklusionen sind in fossilen Harzen unterschiedlichsten geologischen Alters, von der Unterkreide bis zum Untermiozän und aus verschiedenen