

OSMOS · BANDCHEN · KOSMOS

KARL ANDRÉE

DER
BERNSTEIN

—
DAS BERNSTEINLAND
UND SEIN LEBEN

KOSMOS · GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE



BANDCHEN · KOSMOS · BANDCHEN · KOSMOS

BANDCHEN · KOSMOS · BANDCHEN

2 /

KARL ANDRÉE

DER BERNSTEIN

DAS BERNSTEINLAND
UND SEIN LEBEN



STUTTGART 1951

KOSMOS · GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE
GESCHÄFTSSTELLE: FRANCKH'SCHE VERLAGSHANDLUNG

Umschlag von Hansjoachim Kirbach

KOSMOS

GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE

fördert moderne naturwissenschaftliche Allgemeinbildung und vertieft die Liebe zu Natur und Heimat. Der Kosmos lieferte seinen Mitgliedern für das Jahr 1951 zwölf Monatshefte mit vielen Bildern, ein- und mehrfarbigen Bildtafeln sowie die vier Buchbeilagen

Schmecken und Riechen. Von Professor Dr. Herman Kahmann

Vitamine, Elemente des Lebens. Von Dr. W. Rudolph

Kometen, Außenseiter am Himmelszelt. Von Max Gerstenberger

Der Bernstein, das Bernsteinland und sein Leben. Von Professor Dr. Karl André

Für 1952 sind vorgesehen (Reihenfolge und Änderungen vorbehalten):

Vom Farbensinn der Tiere. Von Prof. Dr. W. v. Buddenbrock

Aussterbende Primitivvölker. Von Dr. Paul Kunhenn

Korpuskularstrahlen in Forschung und Technik. Von Prof. Dr. Werner Braunbek

Warn- und Tarntrachten im Tierreich. Von Dr. Herbert Bruns

Beitrittserklärungen zum Kosmos und Bestellungen auf neue Veröffentlichungen nimmt jede Buchhandlung entgegen.

Einführung

Als die römischen Soldaten der Flotten des Drusus und des Germanicus in den Jahren 12 vor und 16 nach Chr. die Nordsee befuhren und den Kranz der Nordseeinseln betraten, kamen sie in das Land des Bernsteins. Am Strande dieser „Bernsteininseln“, welche die griechischen Geographen der augusteischen Zeit „Elektriden“ und die Römer „Glaesariae“ nannten, erblickten sie den „Saftstein“, das „succinum“ des Plinius, das „glaesum“ (= Glas!) der Germanen. Schon in vorgeschichtlichen Zeiten, aus denen nur Bodenfunde berichten, fand dieses merkwürdige Produkt des germanischen Nordens seinen Weg zu den Völkern des Mittelmeeres. Oft zitiert wird die Stelle aus Alexander von Humboldts berühmtem „Kosmos“:

„Der Bernsteinhandel, welcher wahrscheinlich zuerst nach den westlichen cimbrischen Küsten und dann später nach der Ostsee, dem Lande der Aestyer, gerichtet war, verdankt der Kühnheit und der Ausdauer phönizischer Küstenfahrer seinen ersten Ursprung. Er bietet uns in seiner nachmaligen Ausdehnung für die Geschichte der Weltanschauung ein merkwürdiges Beispiel von dem Einflusse dar, den die Liebe zu einem einzigen fernen Erzeugnis auf die Kenntnis eines inneren Völkerverkehrs und auf die Kenntnis großer Länderstrecken haben kann. So wie die phocäischen Massilier das britische Zinn quer durch Gallien bis an den Rhodanus¹⁾ führten, so gelangte der Bernstein (electrum) von Volk zu Volk durch Germanien und das Gebiet der Kelten an beiden Abhängen der Alpen zum Padus²⁾, durch Pannonien an den Borysthenes³⁾. Dieser Landhandel setzte so zuerst die Küsten des nördlichen Ozeans in Verbindung mit dem adriatischen Meerbusen und dem Pontus.“

Was ist dieser Bernstein? Wie kam er zu diesem und seinen vielen anderen Namen? Zu welcher Art von Naturkörpern gehört er? Wo kommt er vor? Wie entstand er? Welches sind seine Eigenschaften? Wie gewinnt man ihn? Wie kommt es, daß er seit Jahrtausenden von der Menschheit — nicht nur Europas! — begehrt wird, daß die Dichter ihn seit jeher besingen? Wozu benutzt man ihn? Fragen über Fragen, die jeden interessieren, der mit diesem merkwürdigen Naturkörper zu tun hat. Unser Stein hat nicht nur den Freunden der Natur etwas zu sagen, gehört er doch allen drei Naturreichen an, sondern auch den geisteswissenschaftlich Interessierten, also allen, die sich mit Sprachwissenschaft und Volkskunde, Vor- und Frühgeschichte oder alter Geographie, Wirtschaftsgeschichte, bildender Kunst, Kunstgewerbe, Technik oder Industrie beschäftigen. Für alle diese Zweige abendländischer Wissenschaft und Kultur, ja selbst für die des vorderen Orients und Nordafrikas ist er von Bedeutung. Alle jene Fragen wollen wir beantworten, allerdings unter besonderer Betonung der naturwissenschaftlichen Probleme.

1 = Rhone, 2 = Po, 3 = Dnjepr

I. Die Natur des Bernsteins

Der Bernstein ein Liptobiolith. Seine physikalischen und chemischen Eigenschaften

Der Bernstein gehört zu den Biolithen. Das sind Naturkörper des Steinreiches, die durch das Leben von Organismen gebildet worden sind, sei es, daß sie die Produkte irgend einer Lebenstätigkeit darstellen, sei es, daß sie durch Anhäufung und Versteinierung organischer Substanzen entstanden. Bernstein brennt bekanntlich unter Entwicklung aromatischer Dämpfe, ist also ein „Kaustobiolith“ (von griechisch kaio = brennen, bios = Leben, lithos = Stein). Zu den Kaustobiolithen gehören außer den Humus- oder Kohlensteinen und den Sapropeliten oder Faulschlammgesteinen (wie Ölschiefen etc., Muttergesteinen der Erdöle und Erdgase!) die Liptobiolithe (liptos = zurückgelassen). Bei den Liptobiolithen, deren wichtigster Vertreter unser Bernstein ist, handelt es sich um pflanzliche Harz-, Wachsharz- und Wachsbildungen, die infolge ihrer schweren Zersetzbarkeit beim Vergehen der übrigen Pflanzsubstanzen zurückbleiben und häufig durch Transportvorgänge angereichert werden. Da solche Verfrachtung in der Regel durch bewegtes (strömendes oder brandendes) Wasser erfolgt, wird die Zerstörung der leichter angreifbaren Pflanzenbestandteile (zumal durch die Berührung mit dem Luftsauerstoff) beschleunigt, die Harzmasse selbst aber durch Anschwemmung an bestimmten Orten angereichert. Kein Wunder, daß die eigentlichen Liptobiolithlager durchweg bodenfremd sind! Das gilt ebenso für alle Bernsteinvorkommen, die wir kennen, wie auch z. B. für die diluvialen bis rezenten (jetztzeitlichen) Lager von Kopalharz in und vor tropischen und südhemisphärischen Flußmündungen.

Der Bernstein ist der am reichlichsten vorkommende und auch am meisten geförderte und verwendete Liptobiolith der geologischen Vorzeit. Schon in der Gesellschaft des deutschen Bernsteins, auf seiner ältesten Lagerstätte, in der Blauen Erde des ostpreussischen Samlandes, treten noch vier deutlich von ihm verschiedene fossile (ausgrabbare, d. h. vorzeitliche) Harze auf: der Gedanit (nach Gedanum = Danzig) oder Spröde Bernstein, der Glessit⁴⁾, der Stantienit oder das Schwarzharz und der Beckerit oder das Braunharz (benannt nach den Inhabern der einst weltberühmten Bernsteinfirma Stantien und Becker). Diese vier Harze stammen wohl von anderen Pflanzen als der echte Bernstein. Ihre Eigenschaften hier näher zu besprechen, würde zu weit führen. Das gilt

⁴⁾ Nach glaes oder gles, dem mit der lateinischen Endung „um“ aus dem klassischen Altertum uns überlieferten germanischen Namen des Bernsteins, der mit unserem „Glas“ identisch ist. Der Bedeutungswandel hängt mit der Tatsache zusammen, daß das erste Glas in prähistorischen Zeiten für Zwecke benutzt wurde, für die bis dahin Bernstein diente!

auch für drei andere fossile Harze, die dem deutschen Bernstein noch näher stehen, nämlich den Rumänischen Bernstein oder Rumänit, den sizilianischen Bernstein oder Simeitit und den Birmanischen Bernstein oder Birmit. Eine Verwechslung dieser drei fossilen Harze (von denen das 1. und 3. ungefähr das gleiche geologische Alter wie unser Bernstein haben, wogegen der Simeitit jünger ist — er gehört dem Miocän an —) mit unserem Bernstein liegt durchaus im Bereich der Möglichkeit. Das ist bei der Ergründung des Verlaufs prähistorischer Handelswege auf Grund von Funden bearbeiteten Bernsteins zu beachten, insbesondere da sich alle drei gut verarbeiten lassen. Birmit wird allerdings kaum jemals zu anderen als wissenschaftlichen Zwecken nach Europa gekommen sein. Dagegen ist deutscher Bernstein schon in alten Zeiten reichlich nach Südeuropa und weiter nach Afrika und Asien gelangt⁵⁾).

Der Bernstein und seine Verwandten sind ebensowenig wie die Kohlen und die Faulschlammgesteine Mineralien; denn ihnen allen fehlt eine durch eine chemische Formel ausdrückbare bestimmte Zusammensetzung. Wohl aber sind sie sedimentäre Gesteine bzw. Bestandteile davon sowie Objekte der Paläobiologie, da sie Produkte von Pflanzen der Vorzeit darstellen.

Der in zu enger Begriffsbestimmung auch als baltischer oder Ostseebernstein bezeichnete deutsche Bernstein, mit dem wir es weiterhin allein zu tun haben, ist stets glasig, amorph. Ihm fehlen dementsprechend auch jene ebenen Begrenzungsflächen, wie sie den Kristallen zukommen. Er tritt meist in Form unregelmäßig runder Knollen, Zapfen, Tropfen und Schlauben⁶⁾ auf, wie sie an der Oberfläche harzender Bäume entstehen, aber auch als „Fliesen“ und Platten, die sich in Rissen des Holzkörpers gebildet haben. Die einzelnen, leicht voneinander zu trennenden Lagen der Zapfen und Schlauben sind auf Unterbrechungen im Harzfluß zurückzuführen. In den klaren Schlauben liegen die Einschlüsse oder Inkluden sehr oft auf den Grenzen der einzelnen Harzlagen. Auf der glänzenden Harzoberfläche klebend, wurden sie von einem erneuten Harzerguß eingebettet. Kompaktere Stücke von Bernstein sind häufig von Rissen durchzogen. Teils sind es Schrumpfungsrisse infolge Volumenschwundes beim Versteinerungsprozeß, teils aber gehen sie auf mechanische Einwirkungen äußerer Art während der vielfachen Umlagerungen des Materials zurück. Gewisse innere Sprünge von meist rundlichem Umriß und mit irisierendem Farbenspiel heißen „Sonnenflinten“.

⁵⁾ Eine breitere Darstellung aller Bernsteinfragen hat der Verfasser in seinem Bernsteinbuche von 1937 gegeben. Über seltenere fossile Harze vergleiche man die Darstellung von F. Kaunhowen in Dammer und Tietze, Die nutzbaren Mineralien, Bd. II, 2. Aufl., S. 467—520, Stuttgart 1928.

⁶⁾ Weilig übereinander geflossene, schalig gebaute Harzlagen.

Die innere Struktur des Bernsteins ist mehr oder minder porös. Das ist eine Folge des allmählichen Entweichens von Zellsaftresten und sonstigen leicht flüchtigen Bestandteilen des frischen Harzes während des Versteinerungsvorganges. Der Grad der Porosität bedingt die verschiedenen Trübungs- und damit auch Farbvarietäten. Aber auch die z. T. starken Schwankungen anderer Eigenschaften, wie z. B. der Ritzhärte (2—3 der 10teiligen Mohsschen Härteskala der Mineralogen) und des spezifischen Gewichts (1,050 bis 1,096), hängen damit zusammen, desgleichen die Möglichkeit, den Bernstein künstlich zu färben. Der großmuschelige und glänzende Bruch der klaren Sorten wird mit steigender Porosität und Verunreinigung mehr erdig und matt; den höchsten Grad hierin zeigt der sogenannte Schwarzfirnis.

Bernstein ist ein schlechter Leiter der Elektrizität. Wie andere schlechte Leiter wird auch er beim Reiben mit einem wollenen Tuch elektrisch. Er zieht dann kleine Stroh- oder Papierstückchen an. Thales von Milet schrieb deshalb dem Bernstein eine Seele zu und verglich ihn mit dem Magnetstein. Die Griechen des Altertums nannten ihn bekanntlich „Elektron“. Das bedeutet wahrscheinlich „Glanzstein“. Erstmalig hat Gilbert in seiner „Physiologia nova de magnete“ (1600) von einer „vis electrica“, einer elektrischen Kraft, gesprochen. Als „electrica“ (zu ergänzen corpora) hat er solche Körper definiert, „quae attrahunt eadem ratione ut electrum“, d. h.: „Elektrische Körper sind solche, die in derselben Weise anziehen wie der Bernstein“. Der Ausdruck Elektrizität selbst findet sich als Hauptwort erstmals im Titel einer Schrift von Boyle aus dem Jahre 1676.

Die Farbe des deutschen Bernsteins ist überwiegend gelb, in den verschiedensten Abstufungen vom hellsten Gelb über Orange bis zum Dunkelgelb und Braun. Eigentlich rote Naturbernsteine sind bei uns äußerst selten. Vor allem fehlt diese Farbe in der Regel dem gesunden Innern der Stücke. Doch ist vielfach die Verwitterungsrinde rötlich gefärbt. Auch vorgeschichtliche Werkzeuge und sehr alte Schmuckstücke zeigen häufig diese Farbe des „antiken“ Bernsteins. Moderne Schmuckstücke von dieser Färbung, die bei völliger Klarheit des Steines einen wunderbaren Glanz entwickeln, sind fast ausnahmslos künstlich behandelt; doch ist die Farbe dann eigentlich mehr rotbraun als rot. Grünliche und bläuliche Stücke (zwischen himmelblau und zyanblau) sind recht selten, ebenso solche mit schwacher Fluoreszenz. Dagegen kommt Bernstein auch wasserhell, ja milchig aussehend, zuweilen meerschaumähnlich, vor.

Die Grundsubstanz allen Bernsteins ist ein vollständig glasartig amorphes Harz, das außer eventuellen Einschlüssen und Verunreinigungen organischer und anorganischer Natur keinerlei innere Struktur aufweist. Das Vorhandensein mehr oder minder zahl-

reicher, rundlicher Bläschen von meist sehr geringer Größe bedingt die verschiedenen trüben Bernsteinvarietäten, die in ihrem Aussehen und auch z. B. hinsichtlich ihrer Politurfähigkeit z. T. bedeutend voneinander abweichen. Es lassen sich durch alle Übergänge miteinander verbundene Varietäten unterscheiden.

1. Klarer Bernstein. In größeren Stücken selten und daher besonders wertvoll. Die Hauptmasse zeigt das gewöhnliche Gelb. Seltener sind das wasserhelle „Eisklar“ und das dunkelgelb gefärbte „Braunschweiger Klar“.

2. Flomiger Bernstein. Genannt nach dem Flomenfett der Gänse. Diese Varietät ist nur schwach, wie durch feinen Staub, getrübt und läßt sich wie der klare Stein vorzüglich polieren.

3. Bastard. So werden satt-trübe Bernsteinvarietäten genannt. Der eigentliche Bastard ist durchweg trübe; wolkiger Bastard zeigt wolkige Verteilung verschieden starker Trübungen. Rein weiße bis graulichgelbe Bastarde nennt man perlfarbig, gelbe und bräunlichgelbe heißen kumstfarbig („Kumst“ bedeutet in Ostpreußen soviel wie Sauerkohl).

4. Knochiger Bernstein oder kurz Knochen. Er ist knochen- bis elfenbein-, ja meerschäumähnlich, undurchsichtig und weiß bis bräunlich gefärbt. Der Knochen ist zwar weicher als die vorher erwähnten Varietäten, aber noch polierbar. Halbbastard steht in der Politurfähigkeit dem Bastard, im Aussehen dem Knochen näher.

5. Schaumiger Bernstein. Er ist undurchsichtig, sehr weich und kann nicht poliert werden.

Die Bläschen sind nur beim schaumigen Bernstein schon dem unbewaffneten Auge sichtbar, bei den anderen Varietäten jedoch in der Regel so klein, daß sie nur in Dünnschliffen unter dem Mikroskop gesehen werden können. Bläschenfreies Harz ist dagegen vollständig durchsichtig, so daß man zeitweise Brillen, „gläser“ (man erinnere sich: glaes = Bernstein = „Glas“!) daraus hergestellt hat, die als „Gelbfilter“ wirken mußten. Aber gerade die klaren Abarten zeigen meist hier oder da doch mit bloßem Auge sichtbare, manchmal auch größere Blasen. Mit zunehmender Zahl und abnehmender Größe der Bläschen wird der Bernstein trüber und trüber. Diese Trübung ist auf Totalreflexion des Lichtes zurückzuführen, so daß bei stärkster Trübung Weiß entsteht. Nach R. Klebs verhalten sich Anzahl, Größe und das Verhältnis der Bläschenquerschnitte zur Größe der ausgemessenen Fläche bei den drei Bernsteinvarietäten Knochen, Bastard und Flom folgendermaßen:

	Bläschendurchmesser in mm	Bläschenzahl auf 1 qmm	Gesamtinhalt der Bläschenquerschnitte
Knochen	0,0008—0,004	900 000	0,42—0,52
Bastard	0,0025—0,012	2 500	0,25
Flom	0,02	600	0,1

Der Inhalt der kleinen Bläschen, in dem man Wasser und terpenhaltiges Öl festgestellt hat, dürfte aus den Resten des Zellsaftes der Bernsteinbäume bestehen. Bewegliche Kristalldrusen, die man darin fand, hat man für Bernsteinsäure gehalten ($C_4H_6O_4$), die monokline Säulen oder Tafeln bildet. Wie ein Einschluß kleiner Quarzkristalle

zu deuten ist, der einwandfrei Prisma und Bipyramide (= Hauptrhomboeder + Nebenrhomboeder) erkennen läßt (E. Voigt), bedarf noch der Aufklärung.

Manchmal erreichen die Hohlräume nicht unerhebliche Größe (bis $\frac{1}{2}$ cm und mehr). Gelegentlich sind sie wie in Seifen- oder anderen Schäumen geometrisch regelmäßig angeordnet. Das deutet auf eine zeitweise große Dünnpflüssigkeit des Harzes hin. Nicht selten sind an Haaren und Vorsprüngen eingeschlossener Insekten oder Spinnen Luftblasen zu sehen, die hier beim Einschließungsvorgang haften geblieben sind. Andere Hohlräume, z. B. vor Körperöffnungen der Inkludentiere, sind wahrscheinlich durch ausgetretene Zersetzungsgase des Leibesinhaltes gebildet worden. Größere Hohlräume schließen gelegentlich Wasser und eine bewegliche Luftblase, vergleichbar der „Libelle“ einer Wasserwaage, ein. Dieses Wasser kann eingeschlossenes Regenwasser des Bernsteinwaldes, nachträglich eingedrungenes Meerwasser des Tertiärmeeres oder später hineindiffundiertes Süß- oder Salzwasser sein, je nachdem, welches geologische Schicksal das einzelne Stück im Laufe der Jahrtausende seines Werdeganges erfahren hat. Die Tatsache der künstlichen Färbbarkeit läßt die Möglichkeit nachträglichen Eindringens jedenfalls durchaus zu.

Haarrisse des Bernsteins sind nicht selten durch dünne Bleche von Schwefelkies (FeS_2) ausgefüllt, die in der Aufsicht goldglänzend, im übrigen graugrün erscheinen. Sie unterscheiden sich durch ihre Undurchsichtigkeit von den nur mit Luft gefüllten Sonnenflinten, lassen aber bei Betrachtung unter gewissen Winkeln einen ganz ähnlichen Goldglanz erkennen wie diese. Selbst dickere Bleche dieses Minerals sind (vor allem in dem auch sonst stark verunreinigten sog. „Schwarzfirnis“) nicht selten. Sie fehlen kaum je in Borkenstücken der Bernsteinkiefern. An ihrer Oberfläche zeigen sie oft die regulären Kristallformen des Pyrits. Sehr vereinzelt finden sich im Bernstein auch größere Knollen von Schwefelkies eingeschlossen. Da der Bernstein Schwefel enthält, ist das Auftreten von Schwefelkies in ihm nicht verwunderlich, zumal auch in der Blauen Erde Knollen (sog. Konkretionen) dieses Minerals vorkommen. Man hatte im Palmnickener Großbetrieb in der Blauerdewäsche sogar begonnen, diese Schwefelkieskonkretionen auszusondern. Das hat sich aber wegen ihres unregelmäßigen Vorkommens auf die Dauer nicht gelohnt. Jedenfalls haben sich die Pyritbleche des Bernsteins gebildet, als dieser bereits in die sich absetzenden tertiären Meeresedimente eingelagert war; denn das reduzierende Medium, das für Eisenbisulfidbildung erforderlich ist, stellt sich immer am leichtesten in den tieferen Lagen eines Sedimentes und in engen Räumen (wie in den Rissen des Bernsteins) ein.

Die schwache Doppelbrechung, die der Bernstein trotz seiner amorphen Beschaffenheit zeigt, ist eine Spannungsdoppelbrechung. Sie hängt mit dem Volumenschwund zusammen, den das allmähliche Entweichen der flüchtigsten Bestandteile mit sich gebracht hat. Diese „fluktierende“ Doppelbrechung unterscheidet den Naturbernstein deutlich vom Preßbernstein. Seiner Herstellung aus lauter kleinen Stücken entsprechend läßt dieser eine deutliche Aggregatpolarisation erkennen.

In Wasser ist Bernstein praktisch unlöslich. Sonst wäre er uns gar nicht überliefert worden; denn er befand sich ja seit Jahrmillionen in Berührung mit Wasser, sei es Meerwasser, Süßwasser oder Bergfeuchtigkeit. Auch Alkohol, Äther, Terpentinöl, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Eisessig und Leinöl lösen nur 18—25% der Bernsteinsubstanz auf. In Benzol und Azeton gehen nicht einmal 10% in Lösung. Nur alkoholisches Kali löst nach Klebs 35%. Aus alledem geht hervor, daß der Bernstein ein Gemisch der verschiedensten organischen Stoffe ist. Das zeigen auch die Schmelzversuche. Nach Tschirch sind im Bernstein Harzkörper miteinander gemischt, die teils unter, teils über 100° C schmelzen. Außerdem enthält er eine Substanz, die für sich allein erst bei über 300° C unter Zersetzung schmilzt. So wird verständlich, daß die in der Literatur genannten „Schmelzpunktzahlen“ zwischen 290° und 385° C schwanken. Bei Rindenstücken von knochigem Bernstein beobachtet man sogar bis 420° C. Es gibt demgemäß keinen „Schmelzpunkt“ des Bernsteins, und der „geschmolzene Bernstein“ — das Bernsteinkolophonium — ist ein Restkörper mit besonderen Eigenschaften.

Wie die jetztzeitlichen Harze ist auch der Bernstein ein Gemisch aus verschiedenen Bestandteilen, in denen in der Hauptsache Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) in wechselndem Verhältnis miteinander verbunden sind. Im Mittel finden sich 79% C, 10,5% H und 10,5% O, daneben geringe Mengen Schwefel und Aschenbestandteile. Der Schwefel steckt in dem alkohollöslichen Teil des Bernsteins, in dem aber Bernsteinsäure fehlt. Diese findet sich mit bis 7,8% in dem alkoholunlöslichen Anteil, der etwa 70% ausmacht und die außerordentliche chemische Widerstandsfähigkeit des Bernsteins gegen die verschiedensten Reagenzien bedingt. Von Berzelius wurde er 1829 Succinin genannt. Näheres über die Chemie der fossilen Harze, vor allem des Bernsteins, bringt L. Schmid 1931 im „Handbuch der Mineralchemie“.

Unter dem Einfluß des Luftsauerstoffs verwittert der Bernstein. Das kann durch Einlegen in Wasser verhindert werden. Die Verwitterung äußert sich in einem allmählichen Dunklerwerden der Farbe, die nacheinander rotgelbe, rote, braunrote und schließlich braune Töne annimmt. Schon nach 15—20 Jahren können Schmuck-

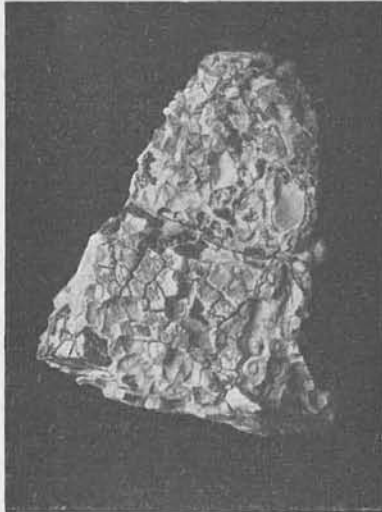


Abb. 1. Bernstein mit rissiger Verwitterungsrinde. Aus einer „Treibholzschicht“ pliocaener Süßwassersande. Braunkohlentagebau Finkenherd bei Frankfurt/Oder. $\frac{1}{2}$ nat. Größe.
Photo: K. Hucke

stücke solche Farbänderungen zeigen. Sie werden allerdings erst recht sichtbar, wenn man die umgefärbte Rinde mit einer Feile entfernt. Jedes Stück Rohbernstein besitzt eine Verwitterungsrinde (Abb. 1). Ihre Dicke wechselt von einem zarten Anflug bis zu mehreren Millimeter dicken, rissigen und bröckeligen Rinden, ja bis zu völliger Zermürbung kleinerer Stücke, die etwa in oberflächlichen sandigen Böden oder Schichten lagen. Wertvollere Sammlungsstücke, wie z. B. die Inkluden, bedürfen daher besonderer Konservierung. Man bettet sie am besten in ein durchsichtiges Harzgemisch ein von möglichst gleicher Lichtbrechung,

wie der Bernstein sie hat, und legt sie in ein Glaskästchen mit Deckglas. Diese schon von Künow, Klebs u. a. geübte Methode ist von A. Tornquist näher beschrieben worden.

Der Kenner von Rohbernstein vermag an dem Aussehen der Verwitterungsrinde die Fundschicht oder Herkunft des Bernsteins mit ziemlicher Sicherheit zu ermitteln. Das ist bei Bernstein Diebstählen und bei Verstößen gegen das (später kurz zu erwähnende) Bernsteinregal von Wichtigkeit. Der Bernstein der Blauen Erde, ebenso der aus der „Grünen Mauer“ (vgl. das Profil auf S. 20), der obersten Schicht der samländischen Bernsteinformation, hat z. B. eine nicht besonders dicke, gleichmäßig ausgebildete, fest anhaftende Rinde, die getrocknet weißlich-stäubig erscheint. Der Bernstein aus den „Gestreiften Sanden“ der samländischen Braunkohlenformation kommt schon dem des Diluviums näher. Vor allem Stücke, die aus mehr sandigen und kiesigen, also aus lufthaltigeren Lagerstätten dieser letzten Formation stammen, besitzen eine dickere, leicht abplatzende Rinde, die mit flach trichterförmigen Vertiefungen in den gesunden Stein hineingeht. Dieser ist oberflächlich rötlich nachgedunkelt. Demgegenüber hat der Seebernstein, kurz Seestein genannt, der am Ufer der Ost- oder Nordsee aufgefunden oder aus der See gefischt wird, in der Regel gar keine oder

nur eine ganz dünne Verwitterungsrinde, da diese in der Brandung abgerieben ist.

Das Vorhandensein der Verwitterungsrinde macht es nötig, den Bernstein vor weiterer Verarbeitung zu entrinden, um an den gesunden Stein heranzukommen. Erst danach ist auch eine rationelle Sortierung möglich. Es war daher für Verkäufer wie Käufer seinerzeit ein großer Fortschritt, als Stantien und Becker vor dem Verkauf des Rohbernsteins eine solche Sortierung einführten.

Die Entstehung des Bernsteins als Harz ausgestorbener tertiärer Nadelhölzer. Tränen, Tropfen, Schrauben etc. als Beweise

Schon Aristoteles, Plinius und Tacitus wußten, daß der Bernstein ein Baumharz ist, und Plinius dachte bereits an eine *Pinus*-Art als Lieferanten. Nur glaubten die Alten, die noch keine richtige Vorstellung von den geologischen Veränderungen der Erdoberfläche, von Versteinervorgängen sowie von den Zeiten hatten, die dafür erforderlich sind, der Bernstein entstehe noch heute in den fernen Ländern des europäischen Nordens. So schrieb Tacitus zur Zeit des Kaisers Trajan um 100 n. Chr. im 45. Kapitel seiner berühmten Schrift über die Deutschen:

„Jenseits der Gutonen⁷⁾“ (der germanischen Bewohner der jütischen Halbinsel) „gibt es ein anderes Meer, träge und beinahe unbewegt“ — also die mehr oder minder gezeitenlose Ostsee —, „welches, wie es scheint, die ganze Erde umgibt und einschließt, weil die letzten Strahlen der untergehenden Sonne bis wieder zum Aufgange derselben einen so hellen Glanz behalten, daß sie die Sterne verdunkeln“ — das sind die hellen Nächte des nordischen Sommers! —. „Die Einbildung setzt hinzu, daß . . . daselbst . . . die Gestalten der Götter und die Strahlenkronen ihrer Häupter sichtbar werden“ — das sind die Nordlichter, die ja, je weiter nach Norden, um so häufiger beobachtet werden! —. „Auf der rechten Küste dieses suevischen Meeres wohnen die Aestyen⁸⁾, welche in Religion und Sitten den Sueven, in der Sprache den Bewohnern Britanniens gleichen . . . Getreide und andere Feldfrüchte bauen sie sorgsamer als es sonst die . . . Deutschen tun. Aber auch das Meer durchforschen sie und gewinnen allein von allen Völkern der Erde sowohl an seichten Stellen aus dem Meere als auf dem Strande den Bernstein, den sie selbst *glæs(um)* nennen; sie wissen aber nicht und fragen bei ihrer geringen Bildung auch nicht danach, welches seine Natur oder sein Ursprung sei; ja, lange lag er unter dem Auswurf des Meeres unbenutzt, bis unsere Öppigkeit ihm Namen und Ruf gegeben hat. Sie selbst machen keinen Gebrauch vom Bernstein; roh, wie er gesammelt wird, und ungeformt geht er weiter; staunend nehmen sie die Bezahlung. — Der Bernstein kann . . ., wie man leicht erkennt, nichts anderes als ein Baumsaft sein, weil gewisse Landtiere und sogar auch geflügelte

7) = Goten? Andere Lesarten für dieses auch bei Plinius als Bewohner Jütlands erwähnte Volk lauten „Sulonen“ und „Gulonen“ = (In)gväonen.

8) Die mit den Litauern und Letten verwandten, zu den baltischen Indogermanen gehörenden Esten, d. h. Ostleute, die damals von der Weichselmündung bis zum Finnischen Meerbusen wohnten.

sehr häufig in ihm deutlich zu sehen sind, welche von dem noch flüssigen Saft eingehüllt, dann aber in die erstarrende Masse eingeschlossen wurden. Ich muß daher annehmen, daß jene . . . Länder und Inseln sehr üppige Wälder und Haine tragen, welche ebenso, wie in den geheimnisvollen Stätten des Orients, Weihrauch und Balsam ausschwitzen. Die Strahlen der nahen Sonne mögen diesen Saft her austreiben, und die Flüssigkeit mag dann in das nahe Meer herabträufeln, von wo sie durch Stürme an die gegenüberliegende Küste gelangt. Untersucht man die Eigenschaften des Bernsteins im Feuer, so entzündet er sich wie eine Fackel und zeigt eine rußige und duftige Flamme, worauf er wie Pech und Harz zerfließt.“
Soweit Tacitus.

Im Mittelalter ist die in ihrem Kern richtige Deutung der Entstehung des Bernsteins, obwohl die Heimat und die Arten der Gewinnung mehr und mehr bekannt wurden, wieder verloren gegangen. Aber gerade die Tatsache, daß der Bernstein vor allem, wenn auch nicht ausschließlich, in und aus dem Meere gewonnen wurde, schien ja der Entstehung als Baumharz zu widersprechen. So belächelte Agricola 1546 die Ansichten der Alten und äußerte einmal: „Alle diese Meinungen widerstreiten einander. Zum Glück sind sie alle unrichtig.“ Ebenso oder ähnlich ließen sich Aurifaber (1551), Sebastian Münster in seiner berühmten „Kosmographie“ (1550), ferner Hartmann (1677) und noch im Jahre 1742 der Elbinger Arzt Nathan Sendel vernehmen. Erst Ende des 18. Jahrhunderts schwand jeder Zweifel an der Harznatur unseres Steines. Linné bemühte sich, Beweise für den pflanzlichen Ursprung zusammenzutragen. Besonders aber in einer von dem genialen Petersburger Akademiker Lomonossow (1711—1765) vor der Akademie im Jahre 1757 gehaltenen Rede kam es überzeugend zum Ausdruck, daß der Bernstein allein als ein Baumharz aufzufassen sei, und Friedrich Samuel Bock (1767) und Struve bezeichneten bereits, wie Plinius, den Bernstein wieder als ein Harz von Nadelbäumen.

Später wurde gelegentlich einmal die Ansicht geäußert, der Bernstein stamme von Palmen⁹⁾ her. Dafür könnte zwar heute das Vorkommen echter Fächerpalmen im Bernsteinurwald angeführt werden. Diese Hypothese wurde aber schon 1812 nach Auffinden von Jahresringen durch Wrede und von Astquirlen an den mit Bernstein imprägnierten, verkienten fossilen Hölzern durch A. Fr. Schweigger (1819) widerlegt. Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts haben die Arbeiten von Göppert die Kenntnis der fossilen Bernsteinhölzer wesentlich gefördert. Vor allem aber hat dann 1890 ein Schüler Göpperts, Hugo Conwentz, damals Direktor des Westpreußischen Provinzialmuseums in Danzig (später als Begründer des deutschen Naturschutzes von Bedeutung) in seiner „Mono-

⁹⁾ Der Name des an der Westküste des Samlandes gelegenen Ortes Palmnicken, des Zentrums der neueren bergmännischen Gewinnung des Bernsteins, hat nichts mit Palmen zu tun. Er geht wohl auf Palwenicken (Palwe = ebene, steppenartig bewachsene Fläche in Küstennähe) zurück.

graphie der baltischen Bernsteinbäume“ vergleichende Untersuchungen über die Vegetationsorgane und Blüten sowie über das Harz und die „Krankheiten“ der Bernsteinbäume veröffentlicht, die seitdem unter dem Sammelnamen *Pinus (Pinites) succinifera* zusammengefaßt werden.

Auch den Gedanit hat man auf eine Kiefernart, *Pinites stroboides*, zurückführen wollen. Doch darf z. B. bei den drei anderen zusammen mit dem Bernstein in der Blauen Erde vorkommenden Harzen (Glessit, Stantienit, Beckerit) an andere Pflanzen als Harzlieferranten gedacht werden, stammen doch auch die heutigen Kopalsorten der Tropen und der Südhalbkugel von im System weit auseinanderstehenden Gewächsen.

Untersucht man unter dem Mikroskop Dünnschliffe (Abb. 2) oder, wie es K. Schubert (1939) getan hat, Lackfilme, die nach der Voigt'schen Lackfilm-Methode gewonnen wurden, von mit Bernsteinharz erfüllten, verkienten Ästen der Bernsteinkiefer im Längs- oder Querschnitt, so sieht man die Harzgänge, in denen einst das frische Bernsteinharz erzeugt wurde. In seiner einfachsten Form ist ein Harzgang nur



Abb. 2. Mikrophotogramm eines Dünnschliffes durch verkientes Holz der *Pinites succinifera*, den Jahreszuwachs und die Harzkanäle zeigend

ein zwischen auseinander tretenden Zellen gelegener Raum, in dem sich der von diesen Zellen hervorgebrachte Balsam sammelt („schizogener Harzgang“; vom griechischen schizo- = trennen, zerteilen). Anderenfalls entsteht er durch Auflösung einander benachbarter Zellen. Dann wird sein Inhalt in der Regel durch Zellsaft getrübt. Bei gesteigerter Harzproduktion infolge Krankheit oder Verletzung, also bei sekundärem Harzfluß, kann es zur Verharzung und Zerstörung ganzer Gewebe und zur Anhäufung größerer Mengen flüssigen Harzbalsams in einer Art „Tanks“ kommen. Sie werden

Harzgallen genannt oder „lysigene Harzblätter“ (vom griechischen *lyo* = auflösen).

Wird ein Wald, wie der Bernsteinurwald auf dem nordischen Festland der Tertiärzeit, sich selbst überlassen, so bleibt kaum ein Baum vollständig gesund: Das Krankhafte wird zur Regel, das Normale zur Ausnahme. Jeder Baum ist nicht nur den Wirkungen der atmosphärischen Elemente, sondern auch den Angriffen einer sehr reichen Insektenwelt sowie zahlreichen pflanzlichen Schädlingen, z. B. Pilzen und parasitischen Blütenpflanzen, ausgesetzt. Die jedem Forstmann bekannte „Ästung“ oder „Reinigung“ der Bäume — das Abwerfen der bei mangelnder Beleuchtung infolge zu dichten Wuchses abgestorbenen unteren Äste — sowie Ast- und Baumschlag reißen die Borke benachbarter Bäume auf und verletzen den Holzkörper. Stürme brechen und drehen die Kronen ab, Blitze sprengen ihre Rinde, verletzen den Holzkörper oder bringen pilzkrankes Holz zur Entzündung. Manche Tiere schädigen den gesunden Baum, andere greifen das tote Holz an. Wird nun aber ein Baum durch die eine oder andere Art beschädigt, so sucht ein Harzerguß die entstandene Wunde zu schließen. So kam es auch im Bernsteinurwald zu dem, was Conwentz „Succinose“ genannt hat, zu einer gesteigerten Produktion von Harz. Sie ist neben der „geologischen“ Zeit, die der Bernsteinurwald bestanden hat — mindestens doch mehrere Millionen Jahre! —, dafür verantwortlich, daß uns solch unermessliche Mengen dieses Harzes überliefert worden sind. Nun kann man aber Wundverschluß nicht gerade als Krankheit bezeichnen; und so ist es gewiß nicht zulässig, von einer „Bernsteinkrankheit“ zu sprechen, wie es wohl geschehen ist. Dennoch darf man auch beim Bernstein normale Stoffwechselprodukte („physiologische Exkrete“) und infolge von Verletzungen ausgeschiedene Harze („pathologische Exkrete“) unterscheiden. Zu den ersten gehört z. B. das Harz, das wir noch heute in den Harzkanälen verkienter Bernsteinkiefernäste und als größere Harzgallen finden, zum letzten besonders das Harz der Tropfen, Zapfen, Schlauben und Fladen.

„Arboris succum esse etiam prisci nostri credidere, ob id succinum adpellantes“, so heißt es bei Plinius, hist. nat. 37, 43. Frei übersetzt: „Daß er ein Baumsaft sei, glaubten schon unsere Alten und nannten ihn deshalb Saftstein“. Das später häufiger gebrauchte Wort Succin (also ohne die lateinische Endung) hat A. Breithaupt 1820 durch Succinit ersetzt. Dieses Wort ist auch in die internationale Literatur übernommen worden.

Als Beweis für die ehemals zähflüssige Natur des Bernsteins können auch die äußeren Formen herangezogen werden, in denen unser Stein in seiner ältesten reicheren Lagerstätte — in der Blauen Erde

des Samlandes — vorkommt. Denn, wenn überhaupt, so dürfen wir hier Formen erwarten, die am allerwenigsten durch mechanische Abnutzung oder andere Zerstörungsprozesse eine Veränderung erfahren.

Die Bernsteintropfen sind bei einiger Größe gelegentlich hohl, meist aber massiv und aus einheitlichem Guß. Es gibt alle Übergänge von kleinsten Gebilden in Tränengröße und -form bis zu 5 und mehr Zentimeter großen Apfel- und Birnenformen (Abb. 3). Nicht selten findet man Tropfen, die beim Aufprall auf den Boden abgeflacht wurden (Abb. 4), aber auch ganze Anhäufungen von Tropfen, die sich gegenseitig deformiert haben und zusammengeklebt sind. Manche haben infolge nachträglichen Volumenschwundes Runzeln an der Oberfläche.

Bernsteinzapfen gibt es von Federkielstärke bis zur Stärke mehrerer Finger. Die dünnsten sind nicht selten am unteren Ende verdickt. Werden solche dünnen Harzfäden, wie sie wohl jeder Leser aus unseren Nadelholzwäldern kennt, von neuen Harzflüssen umhüllt, so zeigen sie vielfach ein metallisches Aussehen. Das Licht wird nämlich an den begrenzenden, dünnen Luftschichten, die sich unter den verdickten Enden manchmal auch zu größeren Luftblasen erweitern, totalreflektiert. „Fossile Stecknadeln“ wurden solche Stücke genannt.

Den größeren Zapfen entsprechen fladenförmige Bildungen von Handgröße und darüber, die offenbar auf dem Boden durch Zusammentropfen recht dünnflüssigen Harzes gebildet worden sind.

Die Zapfen sind vielfach konzentrisch-schalig gebaut; das gleiche gilt von den sog. Schlauben. Diese sind mehr oder minder breite, stromartig der Baumrinde aufliegende, blättrige Harzmassen aus häufig nur relativ lose aneinander haftenden Lagen. Wo sich solche Harzergüsse über längere Zeit anhäufen konnten, mußten unter günstigen Umständen große Bernsteinmassen entstehen. Das größte Stück Ostseebernstein, das wir kennen, wiegt 9700 g. Es liegt im Museum für Naturkunde in Berlin und wurde 1860 bei Rawin im Kreise



Abb. 3. Birnförmig gestalteter Bernsteintropfen. Etwa $\frac{1}{2}$ nat. Größe

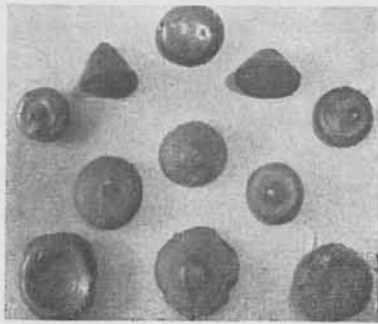


Abb. 4. Beim Abtropfen auf den Boden abgeflachte und zusammengesunkene Bernsteintropfen. Verkleinert

Kammin in Pommern als Geschiebe im Diluvium gefunden. Bernsteinharz, das von den Zweigen und Stämmen direkt auf den Boden tropfte, zeigt nicht selten die Abdrücke der Blätter von Laubbäumen und sonstigen Pflanzen, die auf dem Boden lagen oder wuchsen, u. a. von Fächerpalmen (Abb. 5). Häufig vermischte sich aber auch das Harz so innig mit Holzmulm und der ganzen

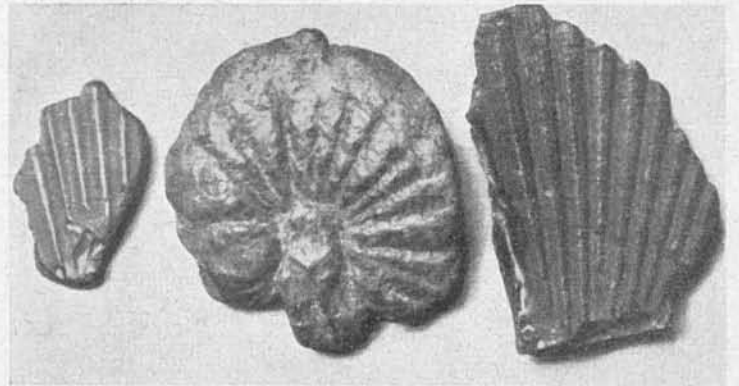


Abb. 5. Bernstein-Abdrücke von Blattfragmenten der Fächerpalme *Sabalites* (*Palmophyllum*) Kuenowii. Etwa $\frac{1}{2}$ nat. Größe

Mannigfaltigkeit der lebenden und toten Bestandteile des Waldbodens, daß „Schwarzfirnis“ entstand. Dieser findet (zusammen mit dem eigentlichen Firnis, der kleinsten Handelssorte des Bernsteins) nur in der Lackfabrikation Verwendung.

Die Fliesen und Platten sind ihrem Bildungsort entsprechend stets frei von Verunreinigungen, auch von Inklusen. Sie traten erst nach vollständigem Zerfall der umgebrochenen und abgestorbenen Bäume zutage, und zwar schon im Zustande einer gewissen Härte. Sie zeigen vielfach die Abdrücke der Seitenwände der Risse im Holzkörper und stellen wegen ihrer Reinheit die wertvollsten Handelssorten des Bernsteins dar. Die dickeren werden vor allem zur Herstellung von Rauchutensilien benutzt.

Von nicht geringem Einfluß auf die von den Bernsteinconiferen nach außen hin ausgeschiedenen Harzmassen dürfte die Sonnenwärme gewesen sein. Sie erwärmte das Harz und klärte es durch Ausscheiden der beigemengten Zellflüssigkeit derart, daß nacheinander die schon erwähnten Bernsteinvarietäten Knochen, Bastard, Flom und Klar entstanden. Stücke, die in klarem Harz noch wolkige, ungeklärte Partien aufweisen, deuten auf diesen Vorgang hin. Der „Knochen“ wäre danach das noch mit Zellsaftresten fossil gewordene Harz. Gerade im Knochen hat ja auch Plonait Zellsaft-

reste feststellen können. Klebs hat gemeint, Knochen und Klar seien insofern gleichwertig, als der durch Zellsaft getrübe Knochen aus noch lebenden Bäumen, das schlaubige Klar aber aus toten Bäumen, in denen kein Zellsaft mehr vorhanden war, herausgequollen sei. Dies ist aber wenig wahrscheinlich; denn gerade das Leben des Baumes mit seinem Saftanstieg ist ja die Hauptvorbedingung für die Harzlieferung. Außerdem beweist die Einbettung der Inkluden auf der Grenze der einzelnen Schlaubenlagen den mehrfachen Nachschub des Harzes aus den noch aufrecht stehenden, lebenden Bäumen.

Die verschiedenartigen und verschiedenaltigen Lagerstätten des deutschen Bernsteins

Von den Lagerstätten des Bernsteins hat sich die geologisch älteste und bekannte wirklich reiche Lagerstätte, die Blaue Erde, als Ablagerung eines Meeres erwiesen. Sie hat den Bernstein bereits ihrerseits von einem Festland bezogen. Dessen Küste wurde bei einer Transgression (Überflutung) des Meeres durch die Brandung eingeebnet und der mit Harz angereicherten Waldbodendecke bebraut. Es gibt im Samlande zwei Lagen „Blauer Erde“. Die ältere gehört wahrscheinlich dem oberen Eocän, die jüngere dem unteren Oligocän an. Noch älter als die untere Blaue Erde des Samlandes ist eine reichlich Bernstein führende, mehr als 34 m mächtige, tonige Schichtfolge, die Hessland jüngst an der Ostküste der südschwedischen Halbinsel Schonen im Kristianstad-Gebiet bei Ahus über dem Ahus-Sandstein der oberen Kreide (Senon) gefunden hat. Sie enthält reichlich untereocäne marine Diatomeen, daneben Radiolarien, Foraminiferen und Silicoflagellaten, ist also ebenfalls alttertiär.

Aus diesen Lagerstätten ist unser Harz vielfach weiter umgelagert worden. Auswaschung und Transport durch Flüsse brachten es in die jüngere Braunkohlenformation, das Eis und seine Schmelzwässer zur Diluvialzeit in die eiszeitlichen Ablagerungen. Zuletzt gelangte es, wiederum infolge Ausspülung durch das Flußwasser, aber auch durch die Brandung sowie durch die Strömungen der Ost- und Nordsee in die Ablagerungen des Alluviums, der geologischen Jetztzeit. Ja, noch heute werfen uns die Wellen von Ost- und Nordsee das edle Material auf den Strand, wie unseren Vorfahren schon vor Tausenden von Jahren. Es ist nun zwar nicht immer so, daß ein Stück Bernstein, das uns eine Welle am Samlandstrand vor die Füße warf, alle diese 5 oder 6 Lagerstätten von der alttertiären (in Schonen, im Samland usw.) bis zur alluvialen der heutigen See durchlaufen hätte. Die eine oder andere oder gar mehrere wurden gewiß übersprungen. Der ziemlich weiche und mehr oder minder

spröde Bernstein würde eine allzu häufige Umlagerung ja überhaupt gar nicht vertragen haben, wenn sein spez. Gew. nicht so gering wäre, daß er im bewegten Wasser leicht zum Schwimmen kommt. Daher ist er auch der Abnutzung nicht so leicht ausgesetzt, wie selbst härtere, aber spezifisch schwerere Gesteine und Mineralien, die am Boden der bewegten Gewässer zu Geröllen abgeschliffen werden. Die seltenen, gut individualisierten Bernsteingerölle sind wohl durch Flußtransport geformt werden.

Die alttertiäre Bernsteinformation,
ihr relatives und absolutes Alter und die Dauer
der Bernsteinzeit

Die sog. „Blaue“ Erde ist weder im bergfeuchten Zustand, in dem sie recht dunkel erscheint, noch ausgetrocknet eigentlich blau, sondern grünlichgrau bis dunkelgrün. Diese Färbung ist die Folge eines mehr oder minder großen Gehalts an kleinen, rundlichen Körnern von Glaukonit, einem kali- und wasserhaltigen Aluminium-Eisenoxyd-Eisenoxydul-Silikat. Das hell- bis dunkelgrüne Mineral ist von typisch mariner Entstehung. Gesteinskundlich ist die Blaue Erde ein toniger bis schwach toniger, fast immer mittelscharfer, seltener feiner Grünsand, der meist reichlich Kaliglimmer (Muskovit) und gelegentlich Schwefelkiesknollen enthält. Zuweilen geht dieser Sand in sandigen Ton über. Am mächtigsten entwickelt ist der Horizont bei Palmnicken-Kraxteppelin. Gelegentlich treten in ihm ein- oder mehrere wasserführende Triebsandmittel auf. Die im allgemeinen nach N abnehmende, in den einzelnen Lagen recht verschiedene „Stein“-Führung der Blauen Erde schwankt in den durch Abbau erschlossenen Teilen der Lagerstätte zwischen 1—2 kg je m³ in Form kleinster Splitter bis zu Stücken von mehreren kg Gewicht und ist regellos verteilt in Stücken aller Größen, Formen und Farben.

Die reiche, einem Meere entstammende Fauna, die F. Noetling und A. v. Koenen beschrieben, kennzeichnen die obere Blaue Erde als zum Unteroligocän gehörig. Die Fossilien finden sich in der Hauptsache in verschiedenen Tonknollenlagern. Über ein Dutzend verschiedene Seeigelarten, reguläre und irreguläre, ein halbes Dutzend Doostierchen (Bryozoen), mehr als 3 Dutzend Muscheln, darunter die bekannte Leitform für Unteroligocän, die Auster *Ostrea*

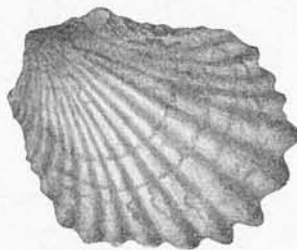


Abb. 6
Große Klappe der marinen unteroligocänen Leitaster *Ostreavenilabrum* der Blauen Erde. Etwa $\frac{2}{3}$ nat. Größe. Nach Fr. Nötling

ventilabrum (Abb. 6), mehr als 3 Dutzend Schnecken, verschiedene Röhrenwürmer, Seepocken, Krabben und Hummer mit großen Scheren neben Zahnresten von Haien sowie Zähnen und Knochen von anderen Fischen wurden hier gefunden. Die Fauna umfaßt insgesamt über 150 Arten bodenlebender und schwimmender Tiere.

Die gleiche Fauna, aber weniger artenreich, wird auch noch oberhalb der Blauen Erde in der Bernsteinformation gefunden. Das Skelett eines barschähnlichen Fisches konnte E. Voigt in der „Grauen Mauer“ des Tagebaues von Kraxtepellen bergen. Nicht selten sind vor allem die bezeichnenden Austern, andere Muscheln, Bryozoen und Seeigel, und zwar auch im Sockel des Zipfelberges bei Gr. Kuhren an der Nordküste des Samlandes in dem dortigen rostfarbigen, durch Sumpferz (Limonit) verkitteten sog. „Krant“ (kurisch = „Rand“). Das im Sonnenlicht auffallende Gestein bildet in diesem durch rückwärtsschreitende Erosion als „Zeugenberg“ aus der Steilküste des Samlandes herausgeschnittenen Berge eine untere Treppenstufe, ein Gesimse. Als seine Sandmassen noch der geschlossenen Küstenfront angehörten, entstand es durch Verwitterungsvorgänge in den — im frischen Zustande tonigen Siderit ($FeCO_3$) enthaltenden — Glaukonitsanden sowie durch Ausfällung aus eisenhaltigen Sickerwässern des darüber liegenden Diluviums im auf- und abschwankenden Grundwasserspiegel. Das Sickerwasser staute sich nämlich über der wasserdurchlässigen Blauen Erde, die hier, wenig mächtig, den tieferen Untergrund bildet. Sie kann unter dem vorliegenden Sandstrand leicht aufgegraben werden. Über dem Krant liegen noch weitere, aber unverkittete, grünliche Glaukonitsande der Bernsteinformation, sowie ein Zipfel von im Sonnenlicht mehr violett erscheinenden Braunkohlensanden. Ein ehemals höchster säulenförmiger „Zipfel“ von Geschiebemergel ist dagegen schon seit Jahrzehnten verschwunden.

Somit bieten der Zipfelberg bei Gr. Kuhren und der benachbarte Steilabfall der samländischen Nordküste ein vollständiges, natürliches Profil durch die samländische Bernstein- und Braunkohlenformation. Ein noch besser aufgeschlossenes Profil zeigt jedoch der große Bernsteintagebau, der seit 1912 nahe der Westküste des Samlandes, an der eigentlichen Bernsteinküste, bei Palmnicken-Kraxtepellen in einiger Entfernung von der Ostseeküste angelegt wurde und seitdem die Hauptgewinnungsstätte des Bernsteins geworden ist. Das hier erschlossene Profil sieht, unter Hinzunahme des nur erbohrten Liegenden mit der unteren Blauen Erde, so aus:

Geologisches Profil des Bernsteintagebaues von Palmnicken-Kraxteppelin

		Mächtigkeit		
Hangendes	Geschiebemergel und Fluvioglazialschotter des Diluvium			
Braunkohlenformation	„Gestreifte Sande“	Wechsel von kreuzgeschichteten Sanden und feinkörnigen Letten, zuweilen tonstreifig und lokal Braunkohlen führend		
	„Bockserde“	Dunkelbraune, schwach sandige, z. T. fette, steinharte Letten		
	Braunkohlensand	Im Liegenden desselben lokal eine untere „Bockserde“		
Bernsteinformation i. w. S.	Unteroligocän	„Grüne Mauer“	Toniger, lebhaft grüner Glaukonitsand	
		„Graue Mauer“	Grünlichgrauer, Glaukonit und Glimmer führender Feinsand; an der Oberkante mit Phosphorit-einlagerungen (0,10 m)	
		Oberer „Triebssand“	Grauer, mittelscharfer, wasserführender Sand	
		„Blaue Erde“: Graugrüne tonige Glaukonitsande	„Oberbank“	Bernsteinarm mit Wasseraustritten
			„Unterbank“	„Bunter Stich“ mit mittlerem Bernstein-gehalt
				„Steinstich“, reich an Bernstein
		„Wilde Erde“	Tonige, glaukonitische Quarzsande mit seltenem Bernstein und Phosphoriten	
		Unterer „Triebssand“	Wasserführende, glaukonitische Sande, teils grob-, teils feinkörnig	
		Wahrscheinlich oberes Eocän	Wechsel von graugrünen Sanden und grauen Letten mit einer 0,50 m mächtigen Bernstein führenden Bank, der sog. „Unteren Blauen Erde“ im obersten Viertel der Mächtigkeit	
		Liegendes	Gesteine der oberen Kreide (Senon), nicht durchbohrt	

nur erbohrt

Die marinen Flachwasserabsätze der Bernsteinformation zeigen schon auf die Entfernungen des über 1 km langen Tagebaues starke Schwankungen ihrer Dicke. Die Mächtigkeit z. B. der oberen Blauen Erde beträgt im westlichen Samland nach den Bohrungen zwischen 1 und 9 m.

In den unter dem unteren Triebssand erbohrten, fossilfreien „Grauen Letten“ mit der unteren Blauen Erde vermutet man, wie die folgende Tabelle zeigt, oberes Eocän. Dies geschieht in Übereinstimmung mit den Verhältnissen im westlichen Rußland, wo in der Ukraine, und zwar im Donez- und Dnjepr-Gebiet, ebenfalls bereits in sicherem Obereocän, dem sog. Kiew- oder Spondylus-¹⁰⁾ Ton, Bernstein gefunden wird.

Samland	Ukraine
Samländische Braunkohlenformation: Fluß-, See- und Sumpfablagerungen mit Bernstein. Geologisches Alter: Wahrscheinlich Miocän, vielleicht aber auch schon Mittel- und (oder) Oberoligocän mit einschließend.	Poltawa-Stufe: Tonige und sandige See- und Sumpfablagerungen mit Braunkohlen und Bernstein. Geologisches Alter: Mittel- (und Ober-) Oligocän.
Samländische Bernsteinformation mit oberer Blauer Erde: Marine Flachwasserablagerungen mit Bernstein. Geologisches Alter: Unteroligocän.	Charkow-Stufe: Tonige, glaukonitische Meeressande mit Bernstein. Geologisches Alter: Unteroligocän.
Graue Letten des Samlandes mit bernsteinführender unterer Blauer Erde. Geologisches Alter: Wahrscheinlich Obereocän.	Kiew- od. Spondylus-Ton: Marine Flachwasserablagerung mit Bernstein. Geologisches Alter: Sicheres Obereocän.

Wenn sich Bernstein demnach mit Sicherheit bereits im Obereocän auf sekundärer mariner Lagerstätte findet und wir sogar, wie der Fund von Hessland im Kristianstad-Gebiet im östlichen Schonen zeigt, schon eine (wenn auch nicht abbauwürdige) untereocäne marine Bernsteinlagerstätte kennen, so muß der Bernsteinwald selbst auch schon während der Eocänzeit bestanden haben. Das ist für die Bestimmung des absoluten Alters sowie für die erdgeschichtliche und stammesgeschichtliche Beurteilung der Bernsteininsekten etc. von größter Bedeutung. Es fragt sich nun, ob etwa auch der samländische Bernstein aus der unteroligocänen oberen Blauen Erde eocänen Alters ist oder ob der Bernsteinwald auch noch während der Oligocänzeit bestanden hat. Für diese letzte Annahme dürfen zwei Argumente ins Feld geführt werden. Das 1. ist die bereits besprochene Tatsache, daß sich gerade in der oberen

¹⁰⁾ Spondylus = eine fossile Meeressmuschel.

Blauen Erde des Samlandes verhältnismäßig oft gut erhaltene Tropfen etc. unseres Steines finden, die kaum viel Umlagerungen erfahren haben dürften. Das 2. Argument betrifft die Art des Vorkommens der Kopale, jener vielfach in Schiffsladungen nach Europa gebrachten Harzmassen, deren Ursprungsstätten bekannt sind. (Das Harz wird auch durch Anzapfen der Stämme direkt gewonnen.) Man trifft nämlich z. B. in Ostafrika, etwa bei Sansibar, subfossile, aber auch noch der Jetztzeit, also der Quartär, angehörende Lager dieses (ebenfalls Blätter und Insekten einschließenden) Materials in den sandigen Strandbildungen des Indischen Ozeans. Und der Forschungsreisende Cook hat auf seiner ersten Erdumsegelung am 10. 11. 1769 in der Mercurius-Bai an der Ostküste von Neuseeland an der Meeresküste in der Nähe einer Strommündung zahlreiche Harzknollen gefunden, von denen wir jetzt wissen, daß es das Harz der Dammarfichte (*Agathis dammara*) war. Es wird dort noch heute in großem Umfange gewonnen. Wenn aber das Kopalharz schon bald nach seiner Bildung haltbar genug ist, um Fluß- und Brandungstransport zu vertragen, so wird man Gleiches für das Harz der Bernsteinbäume annehmen dürfen. Es braucht daher kein wesentlicher Altersunterschied zwischen dem Bernsteinurwald und der ersten sekundären Lagerstätte am Grunde des benachbarten Tertiärmeeres zu bestehen. Wir kommen vielmehr zu dem Schluß, daß der auf unteroligocäner Lagerstätte in der oberen Blauen Erde

befindliche Bernstein dem auch noch während des Unteroligocäns bestehenden Bernsteinurwald entstammt. Das bedeutet also: Der deutsche Bernstein ist seiner Bildungszeit nach eocänen und unteroligocänen Alters.

Besonders bernsteinreich ist die Blaue Erde des samländischen Unteroligocäns nur im nordwestlichen Samland beiderseits Brüsterort. Doch reicht das bernsteinführende Tertiär nicht nur, wie die letzte Tabelle zeigte, weit in die Ukraine hinein, sondern setzt sich auch nach Westen fort. So findet man bernsteinführende unteroligocäne Grünsande bei Danzig und auch noch in Pommern, in durch das Eis der Diluvialzeit (wohl in gefrorenem Zustande) verschleppten Schollen sogar in der Provinz



Karte 1. Verbreitung der Bernstein führenden Schichten im Samland

man bernsteinführende unteroligocäne Grünsande bei Danzig und auch noch in Pommern, in durch das Eis der Diluvialzeit (wohl in gefrorenem Zustande) verschleppten Schollen sogar in der Provinz

Brandenburg. Mindestens der an den Küsten der südlichen Ostsee erfolgende Auswurf von Bernstein sowie seine Verbreitung in den Ablagerungen des Jungtertiärs, Diluviums und Alluviums im größten Teil des nördlichen Deutschland gehen demnach auf die Aufbereitung der bernsteinführenden Alttertiärschichten im Gebiete der südlichen Ostsee zurück, die sich ehemals wohl mindestens bis nach Rügen erstreckt haben.

Welches absolute Alter in Jahren dürfen wir diesem Urwald zurechnen, der während der Eocän- und Unteroligocän-Zeit auf einem nordeuropäischen Festland wuchs? Das Alttertiär, das aus Paleocän, Eocän und Oligocän besteht, dürfte rund 35 (—40) Millionen Jahre, das Jungtertiär, das wir in Miocän und Pliocän zerlegen, rund 25 (—35) Millionen Jahre gedauert haben. Für die seither vergangene Zeit des Quartärs (Diluvium und Alluvium) dürfen rund eine Million Jahre angesetzt werden. Aus diesen Zahlen läßt sich überschlagsweise das Bestehen des Bernsteinurwaldes (Eocän und Unteroligocän) auf rund 15 (—20) Millionen Jahre [von ca. 50 (65) Millionen vor bis ca. 35 (45) Millionen vor unserer Zeitrechnung] berechnen. In einer derart großen Zeitspanne darf man in der Tat dem Bernsteinurwald die Produktion wahrhaft immenser Mengen Harz zutrauen. Von diesen ist jedoch in Wirklichkeit nur ein kleiner Bruchteil überliefert worden, so gewaltig uns die Vorräte unseres norddeutschen Bernsteinhortes auch erscheinen mögen.

Die jüngeren Lagerstätten des deutschen Bernsteins

Trotz gegenteiliger Annahmen von W. Wetzel gibt es keinen sicheren Anhalt dafür, daß der Bernsteinurwald auf dem nordischen Festland auch noch während der späteren Abschnitte der Tertiärzeit, im Miocän, bestanden hätte. Es kann vielmehr durchaus möglich gewesen sein, daß das Miocänbecken der südöstlichen Nordsee, Schleswig-Holsteins und Jütlands direkt Material aus dem alttertiären Waldboden westlicherer Teile unseres Bernsteinfestlandes durch Flüsse bezogen hat. Schon Kristiansand im südlichen Norwegen und das heutige Götaland im südlichen Schweden dürften mit zur Südregion dieses Festlandes gehört haben. Vor allem bestehen aber auch recht erhebliche Unterschiede zwischen der alttertiären und der jungtertiären Flora sowie zwischen den alttertiären Insekten im Bernstein und den miocänen Insektenfaunen, die wir sehr gut aus westdeutschen Fundstätten (Oeningen am Bodensee u. a.) kennen.

Im übrigen dürfte das Jungtertiär und das Diluvium Norddeutschlands seine Bernsteinführung in der Hauptsache erst aus zweiter Hand bezogen haben. Der Bernstein entstammt der jetzt

mehr oder minder zerstörten und aufbereiteten, vor allem wohl unterseeischen westlichen Fortsetzung des ostpreußischen unter-oligocänen Alttertiärs. Von hier aus werden auch heute noch die „Bernsteinküste“ des Samlandes und die übrigen Küsten der südlichen Ostsee direkt mit Bernstein beliefert, soweit nicht schon wieder jungtertiäre und diluviale Lagerstätten daran beteiligt sind. Unter diesen sind vor allem die sog. „Gestreiften Sande“ der ostpreußischen Braunkohlenformation zu nennen. Sie enthalten nesterweise so reichlich zusammengespülten Bernstein, daß auf solche Nester Ende des 18. Jahrh. überhaupt zuerst Bergbau betrieben wurde.

In den diluvialen Ablagerungen ist der Bernstein weit verbreitet, seien es nun Geschiebemergel oder Schmelzwasserabsätze des Inlandeises. In jeder größeren Aufgrabung in diluvialen Bildungen in Ostpreußen, aber auch gegen Osten nach Rußland und gegen Westen nach Norddeutschland hinein, sei es beim Bau der Untergrundbahn in Berlin oder des Mittellandkanals, um nur einige Beispiele zu nennen, wurde und wird Bernstein gefunden. Das größte Stück ostpreußischen Bernsteins, ursprünglich $13\frac{1}{2}$ Pfund schwer (jetzt nur noch 6280 g), wurde am 12. 7. 1803 aus diluvialen Schichten auf dem köllmischen Gute Schlappacken bei Gumbinnen ausgegraben und dem Berliner Museum für Naturkunde übergeben.

Bei den Diluvialfunden handelt es sich einesteils um Zusammenschwemmungen durch Schmelzwässer, andererseits um einzelne, manchmal im Eistransport geschrammte Bernsteingeschiebe oder gar um ganze Schollen von Bernsteinformations-Schichtgliedern, die durch das Inlandeis losgerissen und verschleppt worden sind, also um Riesengeschiebe. So hat Heß von Wichdorff mit Hilfe von Flachbohrungen bei Steinitten (südöstlich des samländischen Ostseebades Cranz) im Diluvium „schwimmend“ eine Scholle Bernsteinformations von recht bedeutender Ausdehnung feststellen können.

Diluvialer Bernstein ist im 18. Jahrhundert in der Gegend von Heiligenbeil und Braunsberg sogar gegraben worden. Weit bedeutender aber waren die diluvialen Bernsteinlager im südlichen Masuren, wo sie in der ersten Hälfte und um die Mitte des 19. Jahrhunderts jahrzehntelang ebenso ausgebeutet worden sind, wie ihre Fortsetzung nach Polen und Rußland hinein. Die Bernsteingewinnung aus diesen Lagerstätten dürfte sogar bis in die graue Vorzeit zurückreichen.

Wo das Eis der Diluvialzeit und seine Schmelzwässer ihre Bahn gezogen haben, bis hinunter nach Oberschlesien und dem Hultschiner Ländchen, bis nach Sachsen (Meißen, Chemnitz, Mittweida) und Westfalen, ja Holland, um nur einige Orte zu nennen, tritt verschleppter Bernstein auf, und zwar im Alt- wie im Jungdiluvium,

im glazialen Geschiebemergel wie in Schmelzwasserablagerungen der Zwischeneiszeiten. Das gilt u. a. auch für die wahrscheinlich letztinterglazialen „Bernstein-Zweig-Schichten“ von Jütland mit ihren Rollstücken von Jura-Kohle, Lignit und Bernstein sowie für ihre schleswig-holsteinischen Aequivalente, deren jütländische Vertreter nach Milthers und anderen indes vielleicht schon voreiszeitlich sind. Das westlichste Vorkommen verschleppten baltischen Bernsteins liegt bei Cromer an der englischen Ostküste von Norfolk. Hier streichen ebensolche bernsteinführenden interglazialen Tone untermeerisch aus, wie sie auch in Schleswig-Holstein auftreten und vor allem den relativen Reichtum an Bernstein in der südöstlichen Nordsee und im Gebiet um die Elbemündung mit bedingen. So verdichten sich die Hinweise darauf mehr und mehr, daß die untere Elbe bei Hamburg den fabelhaften Eridanus der klassischen Phaëthon-Mythe bildet.

Schließlich gedenken wir noch jenes Bernsteins, der nach der Eiszeit bis zur Gegenwart aus einer der erwähnten geologisch älteren Lagerstätten ausgespült worden ist und Umlagerungen durch fließendes Wasser auf dem Festlande oder durch das Meer erfahren hat. Er wird auch jetzt noch zu Lagerstätten zusammengeschwemmt, soweit der Mensch dem nicht durch die Bernsteingewinnung entgegenwirkt. Diesen Vorgängen der Alluvialzeit verdanken wir vor allem den Bernsteinsegen, den uns die südliche Ostsee an allen ihren Küsten von Jütland bis zum Strande Kurlands — mit einem Maximum an den west- und ostpreußischen Küstenstrecken — bietet und den wir auch an den Westküsten der Jütischen Halbinsel, im Wattenmeer der Deutschen Bucht und am Strande der ost- und nordfriesischen Inseln — den Elektriden oder Glaesariae der Alten — bereits festgestellt haben. Auch an der Nordsee werden gelegentlich selbst größere Stücke gefunden. Im Jahre 1943 ging die Meldung durch deutsche Zeitungen, daß dänische Fischer im Karrebaeksminde-Fjord ein Bernsteinstück von nicht weniger als 3 kg in ihrem Garn fanden. Ebenso wird Bernstein am Strande von Schonen häufiger angespült. Er mag hier aus der von Hessland nachgewiesenen untereoceanen Lagerstätte stammen. Über die Küstenstrecken Kurlands hinaus findet er sich gelegentlich sogar auf Öland und Ösel, im Rigaischen Meerbusen und an den Küsten Estlands und selten Finnlands. Bei der Verschleppung durch die See spielen treibende Massen des Blasentanges (*Fucus vesiculosus*) und anderer Tangarten eine wesentliche Rolle.

Paläogeographische Deutung der alttertiären Vorkommen des deutschen Bernsteins:
Land und Meer zur Bernsteinzeit

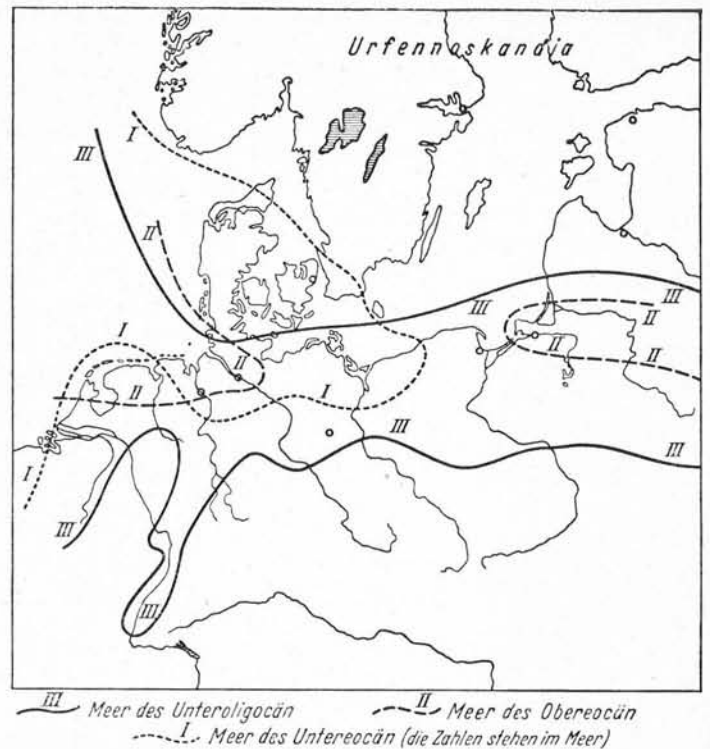
Schon den Alten, noch mehr aber den Gelehrten des Mittelalters hat die Tatsache der Gewinnung des Bernsteins hauptsächlich aus dem Meere nicht geringes Kopfzerbrechen verursacht. Sie hat auch mit dazu beigetragen, daß im Mittelalter, entgegen der richtigen Deutung bei Plinius und anderen, die abenteuerlichsten Vorstellungen über die Entstehung unseres fossilen Harzes im Schwange waren. Als aber dann vor etwa 100 Jahren die obere Blaue Erde des Samlandes, die damals älteste bekannte Lagerstätte, ebenfalls als der Absatz eines Meeres erkannt wurde, war die Geologie bereits weit genug vorangeschritten, um endlich Klarheit zu schaffen.

Nach den bisherigen Darlegungen waren die paläogeographischen Verhältnisse Nordeuropas zur Alttertiärzeit folgende: Ein Urwald, in dem neben Palmen und zahlreichen anderen Pflanzen auch höherer Art gewisse harzliefernde Nadelhölzer eine zwar bedeutende, aber nicht ausschließliche Rolle spielten, überzog die südlichen Küstenregionen eines nordeuropäischen Festlandes durch viele Millionen Jahre hindurch. Die Geologen nennen dieses Festland, das sich seit der Silurzeit mit wechselnder Ausdehnung immer wieder als Hochgebiet behauptet hat, „Fennoskandia“, da Finnland und Skandinavien seinen Kern bilden. Im Boden dieser Urwälder reicherte sich zur Alttertiärzeit das Harz an, das ungezählte Baumgenerationen im Laufe der Zeit spendeten. Aber ein gewisser Teil dieses Harzes wird sicher durch Bäche und Flüsse bereits dem Waldboden laufend entnommen und tieferen Regionen zugeführt worden sein. Südlich von diesem Festlande brandete ein Meer, dessen Ausdehnung ebenfalls wechselte. Dieses Meer erfüllte während seiner größten Ausdehnung in hauptsächlich westöstlicher Erstreckung das Gebiet der heutigen südlichen Ostsee und des niederdeutschen Beckens.

Eine besonders große Ausdehnung hatte das niederdeutsch-südbaltische Meer schon einmal in der Oberkreide, vor allem in der Senon-Zeit, besessen. Damals wurde in mittleren Tiefen dieses Meeres die bekannte Schreibkreide abgesetzt. Sie zieht sich von England durch Nordwestdeutschland bis nach Vorpommern und Rügen hin, macht aber in Ostpreußen sandführenden Mergeln Platz, die auf flacheres Wasser hindeuten. Auch durch Litauen und weit nach Rußland hinein erstreckte sich das Senon-Meer. Zur jüngsten Kreidezeit, in der Stufe des sog. Dan (Dänische Stufe), zog sich dieses Meer, das auch die schwedische Halbinsel Schonen überflutet hatte, ganz vom deutschen Boden zurück und hinterließ nur noch auf den dänischen Inseln und im westlichen Schonen Ablagerungen. Auch

in der Tertiärzeit haben die Meere in Norddeutschland unter dem Einfluß von Bodenbewegungen, die auf innere Kräfte der Erde zurückgehen, eine wechselnde Verbreitung gehabt. Das Meer des Paleocän hat lediglich den Nordwesten unseres Gebietes überflutet: die Halbinsel Jütland, die dänischen Inseln und Schonen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg und ein Gebiet beiderseits der unteren Elbe. Zur Untereocän-Zeit scheint das Meer etwas weiter nach Osten, bis nach Hinterpommern, vorgedrungen zu sein und flutete auch über Schonen, wo es bei Kristianstadt von „Urfennoskandia“ her Bernstein geliefert bekam. Dagegen hat sich das Meer im Mittel-eocän anscheinend ganz aus Norddeutschland zurückgezogen. Erst in der Obereocänzeit ist es von der Deutschen Bucht aus wieder in das Gebiet beiderseits der unteren Elbe vorgedrungen. Andererseits flutete es aber von Rußland her nach Ostpreußen hinein und setzte dort die „Grauen Letten“ mit der Bernstein führenden „Unteren Blauen Erde“ ab, Gesteine, die wir mit dem Kiew- oder Spondylus-Ton der Ukraine parallelisieren konnten. Dieser erneute Vorstoß des Tertiärmeeres bedeutete die Einleitung jener Meerestransgression, die z. Z. des Unteroligocäns von West und Ost her ganz Norddeutschland abermals unter Wasser setzte und somit einen Zustand wiederherstellte, wie er ähnlich zuletzt zur Senon-Zeit bestanden hatte.

Die Bestimmung des Nordufers dieses Meeres und damit der Südküste des nordischen Bernsteinfestlandes zur Unteroligocän-Zeit ist nicht ganz einfach. Einerseits hat das Eis der Diluvialzeit ohne Zweifel in weitem Umfange die fast durchweg noch nicht verfestigten tertiären Sedimente entfernt und aufbereitet, und zum andern werden sie von der Ostsee bedeckt. Sicher dürfte sein, daß die dänischen Inseln einschließlich Bornholm und Schonen kein marines Unteroligocän haben. Dagegen ist ein solches in Litauen vorhanden und besitzt im südlichen Rußland eine weite Verbreitung. Schon von Koenen konnte 1868 und 1892 faunistische Übereinstimmungen zwischen dem norddeutschen Unteroligocän und der Charkow-Stufe sowie zwischen den Schichten von Jekaterinoslaw am Dnjepr, vom Aralsee in der Kirgisiensteppe und von Burgas unweit Varna in Bulgarien feststellen. Dabei ist von Bedeutung, daß von diesen Gebieten aus offenbar direkte Beziehungen zum Tertiär der Südalpen bestanden haben. Die Küstenlinie wird danach etwas aus der Gegend von Libau nach WSW durch die heutige südliche Ostsee verlaufen sein und ist dann zwischen Bornholm und Rügen weitergezogen. Nicht sicher ist, ob auch die jütische Halbinsel vom Unteroligocänmeer überflutet worden war. Wir wissen nur, daß mitteloligocäne Meeresablagerungen in weiter Verbreitung bei Aarhus und nordwestlich davon vorkommen. Sollte Nordjütland während



Karte 2. Land und Meer zur Bernstein-Zeit

der Unteroligocän-Zeit Festland gewesen sein, so würde das Meer des Mitteloligocäns hier größere Ausdehnung gehabt haben als das des Unteroligocäns. Dagegen ist das Mitteloligocänmeer im östlichen Norddeutschland bis Hinterpommern und in die Gegend von Frankfurt an der Oder zurückgewichen, so daß West- und Ostpreußen festländisch blieben. Auch aus Rußland hat sich das Mitteloligocän-Meer damals zurückgezogen. Hier bildeten sich die See- und Sumpfablagerungen der Poltawa-Stufe mit ihren Braunkohlenflözen und eingeschwemmtem Bernstein (vgl. Profil S. 21).

Die geringe Korngröße der oberen Blauen Erde und der sie begleitenden glaukonitischen Gesteine der unteren samländischer Bernsteinformation deutet darauf hin, daß diese nicht in unmittelbarer Nähe der Küste des Bernsteinfestlandes gebildet wurde. Einmal kann der Bernstein wegen seines geringen spezifischen Gewichts, das ehemals wohl noch geringer war als jetzt, nur in relativ ruhigem Wasser zum Absatz gekommen sein. Dafür spricht neben der

geringen Korngröße auch die Glaukonitführung. Das Harz dürfte dem in Zerstörung befindlichen Waldboden des Bernsteinurwaldes durch Flüsse entführt worden sein. Küstenstrom und Strandvertriftung werden es dann mannigfach hin und her bewegt haben. Daran war auch die Brandungsabrasion des transgredierenden Meeres, welches das Festland annagte, beteiligt. Schließlich wurde es nach Sonderung von der Hauptmasse der etwa noch nicht vermoorteten Hölzer, die ja in der Blauen Erde relativ selten sind, durch ablandige Grundströmungen der Tiefe zugeführt. Als Ablagerungstiefen dürften die tieferen Zonen des (von ± 0 bis $- 200$ m reichenden) Schelfes unterhalb etwa 100 m und die sich daran anschließenden oberen Teile des Kontinentalabhangs von einigen hundert Metern Tiefe in Frage kommen. Die grobkörnigere, obere Abteilung des samländischen Unteroligocäns mit ihrem auffallenden Reichtum an zum Teil besonders großen Austernschalen weist auf eine Verflachung und damit wohl auf den Anfang des mitteloligocänen (endgültigen) Rückzuges des Meeres aus Ostpreußen hin.

II. Die Urheimat des Bernsteins und ihre Landschaft. Die Bernsteinwälder und ihr Leben

Urfennoskandia, seine Landschaft und seine Wälder

Schon Tacitus hatte von den üppigen Wäldern und Hainen der nordischen Länder und Inseln geschrieben, deren Bäume den „Saftstein“, das succinum, ausschwitzten. Aber erst Samuel Bock erkannte 1767, daß der Bernsteinwald ein Wald der geologischen Vorzeit gewesen sein müsse. Systematische Forschungen über die Pflanzen dieses Urwaldes und diesen selbst haben dann im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts der Breslauer Paläobotaniker H. R. Göpert und sein Schüler H. Conwentz angestellt. Nach deren Darstellung von 1890 hat dann Wilhelm Bölsche 1927 in einem „Kosmos“-Bändchen eine populäre Beschreibung dieses Waldes gegeben. Dieser Versuch des bekannten Schriftstellers leidet aber daran, daß er zur Unterbauung desselben leider auch die Flora der samländischen Braunkohlenformation mit herangezogen hat. Dadurch wird bei einem geologisch nicht geschulten Leser der Eindruck erweckt, diese Flora habe etwas mit dem Bernsteinwald zu tun. Das ist in Wirklichkeit nicht der Fall. Nicht nur trennen Millionen Jahre den Bernsteinwald und die Pflanzenwelt des jüngeren ostpreußischen Tertiärs zeitlich voneinander; auch räumlich besteht keine Übereinstimmung; denn der Bernsteinwald wuchs einst im südlichen Fennoskandia, die Pflanzenreste aber, die wir in der Braunkohle und den Letten finden, wurden aus der unmittelbaren Umgebung der Sümpfe und Seen Ostpreußens selbst und seiner

nächsten Nachbarschaft in die ostpreußische Braunkohlenformation eingeschwemmt.

Die Südküste des alttertiären „Urfennoskandia“ gegen das Alttertiärmeer kann etwa durch die Längsachse der heutigen südlichen Ostsee gekennzeichnet werden. Sie mag aber einmal nördlicher (zur Untereocänenzeit, als auch Schonen von einem Meere überflutet war) und einmal südlicher (zur Ablagerungszeit der Blauen Erde) gelegen haben. Die Ostküste dürfte irgendwo durch das nördliche Rußland (oder westlich Sibirien?) gegen das Nördliche Eismeer hin verlaufen sein. Aber Nord- und Westbegrenzung dieses Festlandes liegen wohl für immer im Dunkel der heutigen Meerestiefen oder unter dem arktischen Eis begraben. Es ist nicht wahrscheinlich, daß die ganze Fläche dieses immerhin nicht kleinen Festlandes mit Urwald bestanden war, wohl aber galt dieses für die Luvseiten von Bergrücken und die niedriger gelegenen, den feuchten ozeanischen Winden ausgesetzten Küstenstriche. Ihre Überflutung durch das vorwärtsdrängende Meer der Alttertiärzeit konnte um so leichter erfolgen, als das Festland sich zeitweise senkte. Auch gegen das Meer hin vorspringende höhere Kliffs aus kristallinen Gesteinen, wie sie Fennoskandien und sein südlicher Vorposten Bornholm noch heute zeigen, mögen der Zerstörung durch die Brandungswellen anheimgefallen sein. Mit ihnen verschwand der Waldboden des Bernsteinurwaldes, in dem sich das Harz aus ungezählten Generationen von Urwaldbäumen in unzähligen Jahrtausenden angereichert hatte. Jene Gesteine aber dürften einerseits mit das Material geliefert haben für die sandige Grundmasse der Sedimente der Bernsteinformation sowie für die untereocäne Ablagerung von Ahus und Kristianstad in Schonen, andererseits aber auch für die den beiden Sedimenten eigentümlichen Glaukonite; denn nach Analogieschluß aus den Bildungsumständen der rezenten Glaukonite heutiger Meere sind die Glaukonitkörner durch submarine Zersetzung der Feldspate und anderer Alkalisilikate solcher kristallinen Gesteine zu erklären.

Zunächst seien nur das allgemeine Bild des Bernsteinwaldes und das Aussehen der Landschaft des Bernsteinfestlandes besprochen.

Vor allem müssen auf diesem Festlande mindestens hier oder da ausgedehnte, mehr oder minder geschlossene Bestände von Nadelbäumen vorhanden gewesen sein, deren nächste Verwandte heute in Ostasien und Nordamerika leben. Natürlich darf man dabei nicht an reine Kiefernwälder denken. Vielmehr waren zwischen die Bernsteinkiefern zweifellos manche anderen Gewächse eingestreut. Hier oder da mögen Riesenexemplare von Sequoien den Kiefernwald überragt haben. Als Unterholz müssen dem heutigen Wacholder verwandte Gewächse vorhanden gewesen sein. Dazwischen und

daneben aber standen außer vielen Lebensbäumen auch Laubbäume. Vor allem Eichen waren reichlich vorhanden, die wir uns als immergrün vorstellen dürfen. Aber auch Buchen, Kastanien, Ulmen, Weiden und Ahorne fehlten nicht. Fremdartig wirken demgegenüber der Zimtbaum (*Cinnamomum*), der heute nur auf den „Gewürzinseln“ und in China und Japan lebt, die Magnoliaceen, die heute in Nordamerika und Japan vorkommen, und vor allem die Palmen, die also damals noch nördlich von etwa 57° nördlicher Breite gediehen. Es handelt sich u. a. um eine Dattelpalme (*Phoenix*), die heute in Nordafrika und Indien beheimatet ist, und um eine Fächerpalme (*Sabalites Kuenowii*), die zu den schönen amerikanischen Fächerpalmen unserer Warmhäuser, den Sabalarten, in Beziehung steht. Diese Sabal-Palmen leben heute in Südkarolina und Florida von 25–36° n. Br. Dort geht die sog. Palmetto-Palme am weitesten von allen lebenden Palmen nach Norden. Für diese Pflanzengesellschaft des Bernsteins reicht keines der heute in Europa herrschenden Klimate aus. Hilbert hat u. a. daraus auf eine mittlere Temperatur von mindestens 20°C geschlossen. Hierzu sei festgestellt, daß die Jahresisotherme von 20°C heute durch den äußersten Norden der Halbinsel Florida sowie durch Nordafrika und Südasien (vom Libanon bis nach Südchina) verläuft. Othenio Abel (1926) hat gemeint, daß man in der Tat einen ungefähren Eindruck vom Aussehen des ehemaligen Bernsteinurwaldes bekommt, wenn man die „Hammocks“ (= Dschungeln) und die Kiefernwälder Floridas mit ihrem meist undurchdringlichen Buschpalmenunterholz besucht, wo auch Sumpfyypressen und immergrüne Eichen wachsen.

Indessen ist Ander (1942) zu der Vorstellung gekommen, daß der Bernsteinwald wesentlich feuchter gewesen sein müsse und eher mit den Wäldern des heutigen südlichen China verglichen werden könne. Wir kommen darauf noch zurück.

Zu den baum- und buschartigen Gewächsen traten auf dem Waldboden und an lichtereren Stellen zahlreiche niedrigere Pflanzen.

Über alles das brachen nun die Unbilden der Natur herein, Windbruch und Hagelschlag, Gewitter und Waldbrand. Lebendes, frisches Holz wird selten vom Blitz entzündet, wohl aber abgestandenes und faules, wenn es trocken genug ist. Auch im Bernsteinwald konnten daher hohle Bäume oder totes Holz durch Blitzschlag entzündet werden. Dementsprechend werden angebrannte oder angeschwelte Stücke Bernstein gefunden. Aber auch anatomische Veränderungen infolge Blitzschlag konnte Conwentz bei der Untersuchung der baltischen Bernsteinbäume feststellen, Veränderungen, über die auch der Königsberger Botaniker R. Caspary und, darauf weiterbauend, E. Stahl gearbeitet haben.

Später hat R. Hartig (1897) bei Nadelhölzern, die vom Blitz getroffen waren, allerdings oft erst nach Monaten, bisweilen erst im folgenden Jahr, krankhafte Neubildungen von Harzkanälen gefunden. Auch diese Möglichkeit muß berücksichtigt werden, um die gewaltigen Harzmengen zu erklären.

Und nun habe Conwentz selbst das Wort:

x „Der Bernsteinwald wurde von einer sehr reichen Thierwelt belebt, denn Insecten und Spinnen, Schnecken..., Vögel und Säugethiere hielten sich hier auf, ganz wie in den Wäldern der Jetztzeit. Das Leben der meisten stand in inniger Beziehung zum Leben der Bernsteinbäume, und es giebt unter ihnen viele, welche den grünen Baum schädigten, während andere das todt Holz angegriffen haben. Größere Thiere brachen mutwillig und unabsichtlich Aeste ab und verletzten durch ihren Tritt die zu Tage liegenden Wurzeln. Eichhörnchen sprangen munter von Zweig zu Zweig und schälten die junge Rinde derselben. Die Stille des Waldes wurde vom Klopfen des Spechtes unterbrochen, welcher in der Rinde und im Holz der Bernsteinbäume nach Insecten suchte, auch wohl Höhlen zum Nachtaufenthalt und zum Brütgeschäft in das Innere hineinzimmerte. Mit vereinten Kräften mögen auch beide Thiere die Zapfen der Nadelbäume bearbeitet und zerstört haben.

Tausende von Insectenarten schwirrten im Wald umher und befahlen die Pflanzen und größeren Thiere desselben. Bastkäfer bohrten gesunde und lädierte Stämme an und gingen in die Rinde oder flach in den Splint hinein; sie brachten kränkelnde Bäume rasch zum Absterben und machten junge Individuen zu Krüppeln, welche in der Folge anderweitigen Angriffen um so eher ausgesetzt waren. Die Larven von Anobiiden¹¹⁾ fraßen die jungen Triebe oder auch die Zapfen an und durchnagten altes Holz nach allen Richtungen. Ferner erschienen Bockkäfer, welche ihre Eier an der Rinde ablegten oder sie tief in deren Risse einführten; die Larven fraßen zunächst oberflächlich und setzten im folgenden Jahr ihre Tätigkeit im Holz fort... Auf manche Bockkäfer mag besonders von seiten der Spechte Jagd gemacht sein. An der Lisière¹²⁾ des Waldes und in lückigen Stellen, wo Licht und Wärme ungehinderten Zutritt hatten, flogen Buprestiden¹³⁾ an und legten hier gleichfalls ihre Eier in die Borkenrisse der Bernsteinbäume. Die Larven wanderten noch in demselben Jahre in die äußeren und im folgenden auch in die inneren Schichten des Splintholzes und bildeten hier von oben nach unten geschlängelt verlaufende Gänge, welche nicht gereinigt wurden. Manche Thiere fanden sich auch in lebenden Bäumen und konnten auf dieselben in jugendlichem Alter sogar tödtlich einwirken. Wo durch Windbruch große Mengen frischen Holzes gefallen waren, blieb der Borkenkäfer nicht aus; er entwickelte sich in einer enormen Fülle und zerstörte im Verein mit Pilzen nicht nur das gesamte gebrochene Material, sondern griff auch die weniger beschädigten stehenden Bäume in der weiteren Umgebung an. Auf diese Weise wurden die Windrißlöcher zu Brutstätten für Käfer und andere Insecten, sowie zu Infectionsherden für parasitische und saprophytische¹⁴⁾ Pilze. Nachdem dieses ganze Material, unter steter Einwirkung der Atmosphärien, von Pilzen und Insecten verarbeitet war, konnte der junge Anflug in der entstandenen Lücke aufkommen und dieselbe im Laufe größerer Zeit-

11) Familie der Holzkäfer

12) Saum

13) Prachtkäfer

14) Auf faulenden Pflanzenteilen lebende Pilze

räume wieder ausfüllen; aber in derselben Zeit hatten gewiß anderswo schon andere Beschädigungen Platz gegriffen.

Neben den Käfern zeigten sich andere Insecten im Bernsteinwald. So wurden die Nadeln der Bäume von gewissen Hautflüglern (*Lophyrus*) befallen und abgefressen, wodurch bei massenhaftem Auftreten derselben weite Strecken verwüstet werden konnten; andere Hymenopteren, wie die Larven von Holzwespen, lebten im Holz der zurückbleibenden und kränkenden Stämme. Auch die Räumchen von Wicklern nagten in den Nadeln und in der Rinde junger Bäume; die gebräunten Nadelreste blieben anfangs wohl hängen, fielen später aber ab. Gallmücken impften ihre Eier jungen Pflanzentheilen ein und gaben zur Bildung von Gallen Anlaß, in welchen die Larven ihre Entwicklung durchmachten; wenn dieses gerade an der Basis junger Nadeln geschah, wurden letztere selbst beschädigt und fielen weit früher als unter normalen Verhältnissen ab. Baumläuse bedeckten Stamm und Äste und führten mit ihrem langen Schnabel einen Stich ins Cambium¹⁵⁾, welcher nicht ohne Nachtheil für die Bäume blieb.

Auf Grund dieser Beschädigungen verloren viele Bäume theilweise oder auch völlig ihre Nadeln. Wenn dieses frühzeitig im Jahre geschah und das Individuum sonst lebensfähig war, wurden noch in demselben Jahre andere Nadeln neu gebildet. Dieser Umstand rief aber eine locale Anomalie im Bau des Holzes hervor, insofern unmittelbar nach der Entlaubung nur wenige Schichten radial zusammengedrückter Zellen gebildet wurden, während nach der Neubelaubung die Holzbildung mit radial gestreckten Zellen ihren Fortgang nahm. Auf diese Weise sind auf kurzen oder längeren Strecken des Umfanges im Holz der Bernsteinbäume Doppelringe entstanden. Im anderen Falle konnte aber durch den Nadelverlust ein Absterben des betreffenden Astes oder des ganzen Baumes bewirkt werden, in Folge dessen sich auch bald die Rinde vom Holzkörper abtrennte. So kam es, daß mitten im grünenden Bernsteinwald einzelne Baumskelette stehen blieben und noch lange den Einflüssen der umgebenden Natur Widerstand leisteten . . .“

So weit Conwentz. Mag man auch Einzelheiten dieser Schilderung beanstanden, wie das mit den Bemerkungen über das Leben und Treiben eichhörnchenähnlicher Tiere oder der Spechte im Bernsteinwalde wohl geschehen ist, weil das Vorkommen dieser Tiere ja keineswegs bewiesen wurde, so bleibt es ohne Zweifel das große Verdienst dieses Autors, den Bernsteinwald und sein Leben zum ersten Male und in seiner Mannigfaltigkeit auf Grund exakter Forschungen geschildert zu haben. Natürlich wird dieses Bild weitere Ausgestaltung finden, wenn die Inklusenforschung weitere Fortschritte macht, die nicht nur die Systematik der eingeschlossenen Pflanzen und Tiere fördern, sondern auch Beiträge zur Lebensweise der Formen liefern. Die Spezialliteratur über Bernsteininsekten enthält bereits manches, was in dieser Hinsicht ausgewertet zu werden verdiente.

Das vorliegende Material zeigt, daß das Bernsteinfestland nicht allein von einem geschlossenen Urwald bedeckt war. Schon Conwentz sprach von Waldrändern und Lichtungen. Aber auch größere

¹⁵⁾ Das Wachstum der Stämme bedingendes Zellgewebe

Wiesengebiete mit reichlichem Blumenbestand müssen vorhanden gewesen sein. Bachofen-Echt hat zweifellos recht mit seinem Hinweis auf weite offene Flächen, auf denen blühende Pflanzen von Insekten besucht wurden. Er schreibt:

„Am überzeugendsten ist das Vorkommen von mindestens 25 Arten von Bienen, die meist nur durch wenige Individuen vertreten sind. Ohne Wiesen mit reichem Blumenbestand können diese Honigsammler nicht bestehen. In den Wald kamen sie nur zu ihren Behausungen. Die große Zahl von Arten ist bei der genauen Auswahl, die sie bei der Nahrungssuche treffen, ein starker Beweis für den Reichtum an Blütenpflanzen.“

Manche Pflanzen des Bernsteins zeigen, daß im Umkreis der Bernsteinwälder auch trockene Gebiete lagen. Ein ausgesprochen auf trockene Böden und trockene Luft angewiesener Baum ist *Sciadopitys* mit ihren so charakteristischen Blättern. Zwei Arten dieser Gattung sind vertreten. Sie stehen der heute in Japan lebenden Schirmtanne nahe. Auch zwei Arten der mit unseren Misteln verwandten Santalaceae, die Wurzelschmarotzer sind und zu den Hartlaubgewächsen des heutigen Australien und Südafrika gehören, weisen in die gleiche Richtung.

Andererseits kann das Bernsteinfestland, auch in unmittelbarer Nachbarschaft der harzliefernden Wälder, nicht frei von Gewässern gewesen sein. Dafür spricht einerseits das Vorkommen einer dem ursprünglich ostasiatischen Kalmus (*Acorus calamus*) verwandten Pflanze, andererseits das gelegentliche Vorkommen von Flohkrebsen. Das gleiche geht auch aus der Tatsache hervor, daß viele Bernstein-Insekten wasserbewohnende Jugendstadien besitzen. Auch die bisher aus dem Bernstein bekannten drei Arten von Schwimmkäfern (Dytiscidae) weisen auf das Vorhandensein von Wasseransammlungen hin, desgleichen der einzige Vertreter der Klauenkäfer (Dryopidae), den H. Bollow 1940 beschrieb.

Bezüglich der Köcherfliegen (Trichopteren) des Bernsteins konnte Ulmer feststellen, daß von den von ihm untersuchten Formen 35 Gattungen mit 73 Arten ihr Larvenstudium in stark bewegtem Wasser von Quellen, Bächen oder Flüssen und nur 14 Gattungen in ruhigem Wasser von Seen und Tümpeln verlebt haben dürften. Der Rest, 7 Gattungen mit 7 Arten, ließ in dieser Hinsicht wahrscheinlich keine ausgesprochene Vorliebe erkennen. Da das gelegentliche Auftreten „torrenticoler“ (Gebirgsbäche bewohnender) Gattungen in sehr großen Seen mit lokal starker Brandung nicht nur in der Gegenwart, sondern auch in der Tertiärzeit eine Ausnahme gewesen sein dürfte und Hinweise auf das Vorhandensein größerer Wasserbecken fehlen, liegt die Annahme nahe, daß zur Bernsteinzeit nicht nur küstennahe Niederungen Wald trugen, sondern auch die Gebirgsgegenden dieses Festlandes.

Dem hat auch Bachofen-Echt neuerdings mit Recht Ausdruck verliehen. Das aber sind Vorstellungen, die wiederum von Einfluß auf unsere Schlußfolgerungen über die ehemalige biogeographische Verbreitung anderer Formen auf diesem Festlande sein müssen. So hat auch schon vor längerer Zeit Wheeler das Vorhandensein verschiedener Ameisenfaunen in klimatisch verschiedenen Höhenlagen des Bernsteinfestlandes erwogen. Daraus ergibt sich ein neuer Gesichtspunkt für das gemeinsame Vorkommen von tropischen bzw. subtropischen und palaearktischen Gattungen innerhalb des ja zweifellos zusammengespülten Inklusenmaterials.

An dieser Stelle sei auf eine Entgleisung eingegangen, die geeignet ist, Verwirrung in den Vorstellungen über die Entstehung des Bernsteins anzurichten. G. Kirchner, ein verdienter technischer Beamter der ehemaligen Königsberger Bernsteinwerke, hat 1944 in einer deutschen und 1950 in einer englischen populären Zeitschrift völlig abwegige Ansichten über Bernsteineinschlüsse veröffentlicht. Da nur die wenigsten Leser dieser populären Zeitschriften in der Lage gewesen sein dürften, seine Ausführungen kritisch zu betrachten, möge dieses hier geschehen.

Kirchner meint, daß „wir jetzt fast ebenso viele Bernsteineinschlüsse aus dem Meer- und Süßwasser wie vom Lande stammende besitzen“ und legt besonderes Gewicht auf seine angebliche Entdeckung „submariner Bernsteineinschlüsse“. Als solche werden „die Spitze eines Seesternarms, ein Jungfischchen, der Abdruck des Schwanzstieles einer Fischwirbelsäule, ein polychaeter Borstenwurm und vor allem die Korallen“ herausgestellt. Er erhebt damit den Anspruch, die „exakte Bernsteinforschung“ vor eine völlig neue Sachlage gestellt zu haben. Der Verfasser des vorliegenden Büchleins hatte 1944 die nicht angenehme Aufgabe, eine diese Vorstellungen wiedergebende Ausarbeitung Kirchners für die Naturwissenschaftliche Fakultät der Albertus-Universität zu beurteilen. Er mußte aber zu einer Ablehnung der geäußerten Ansichten kommen. Nachdem der Inhalt dieser Ausarbeitung trotzdem zum Druck gegeben wurde und zudem Bachofen-Echt 1949 in seiner für einen größeren Leserkreis geschriebenen Zusammenfassung der Forschungen über Bernsteineinschlüsse Kirchners Beschreibung der angeblichen Korallen, wenngleich nur als Zitat gebracht hat, läßt es sich nicht mehr vermeiden, die Ablehnung näher zu begründen. Als Einschlüsse im Bernstein können alle Objekte erscheinen, die ein Waldboden liefert und in sich birgt, seien sie anorganischer oder organischer Natur. Dazu kommen gewisse sekundäre mineralische Neubildungen, wie z. B. der früher besprochene Schwefelkies. Wir sind nun weit davon entfernt, alle Einschlüsse, auch solche organischer Natur, bereits deuten zu können. Denn die Zahl der Formen, ihrer Entwicklungsstadien, ihrer Einzelteile, ihrer Lebensäußerungen ist Legion, und nur eine Zusammenfassung aller Spezialisten beider Lebenswissenschaften einschließlich der Paläontologen kann hier allmählich Fortschritte bringen. Man muß also den Mut haben, vorläufig unbestimmbare Inklusen beiseite zu stellen, bis sich eine Deutung anbietet. Aber man darf nicht ohne genügende Grundlage und unter Vernachlässigung unserer Kenntnisse über Fossilisierungsmöglichkeiten Deutungen geben, die nicht haltbar sind. Was Kirchner als Spitze eines Seesternarms, als Jungfischchen, als Abdruck des Schwanzteiles einer Fischwirbelsäule angibt, sind „*lusus naturae*“ — Naturspiele —, aber keine wirklichen Reste solcher Tiere. Seine „*Hydraulis favosa* n. sp.“, die er als Hydrokoralle

deutet, ist eine infolge Raumbehinderung in einer Haarspalte hauptsächlich nach zwei Dimensionen gewachsene mineralische Ausscheidung von Schwefelkies, aber kein Fossil. Ebenso fehlt seiner „*Cariophyllia*“ alles, was einen Paläontologen berechtigen könnte, eine Koralle darin zu sehen. Der Nachweis von nur 26,25 % kohlensaurem Kalk ($CaCO_3$) ist ein sehr schwaches Argument für Korallenskelettnatur des betreffenden Einschlusses. Völlig unmöglich aber ist es, daß „regelmäßig bei Naturereignissen ins Meer geratenes Frischholz der Bernsteinbäume sich auf . . . ufernahen Riffen entharzte“ und das Harz „die Tentakeln der Korallenpolypen teils voll ausgestreckt, teils in Schreckstellung gefaltet und im Zurückziehen begriffen“ konserviert haben könnte. („*Isis victrix n. sp.*“ und „*Hydralis aenea n. sp.*“) Abgesehen davon, daß Kirchners Vorstellungen vom Leben der fossilen Korallen in „beträchtlicher Meerestiefe“ unrichtig sind, weshalb er neben der „echten Koralle *Cariophyllia*“ vor allem an in geringerer, „ungünstigerer“ Tiefe wachsende Hydrokorallen denkt, ist das alles freie Phantasie. Phantasie ist auch die Vorstellung, daß die Schwefelkieskonkretionen, die sich im Glaukonitsediment der Blauen Erde finden, „Trümmer der zu Bruch gegangenen und pyritisierten Hydrokorallenbänke des tertiären Meeres“ darstellten, die durch eine „Senkung des Meeresbodens . . . in stark eisen- und schwefelwasserstoffhaltige Wassertiefen abgesackt“ seien und „dort eine Schwefelkiesdiagenese erlitten“ hätten. Solche „Korallenbänke“ haben im ostbaltischen Alttertiärmeer niemals existiert. Wir müssen es uns versagen, auch manche anderen falschen und z. T. reichlich naiven Vorstellungen G. Kirchners über mit der Bildung des Bernsteinharzes zusammenhängende chemische und physikalische Prozesse einer näheren Kritik zu unterziehen. Sicher ist jedenfalls das eine: Was er in den genannten beiden Arbeiten vorgelegt hat, ist nicht der „Stand der deutschen Bernsteinforschung beim Kriegsende 1945“! Es bleibt zu hoffen, daß noch nicht allzuviel Unheil dadurch angerichtet worden ist.

Das Leben der Bernsteinwälder und ihrer näheren
Umgebung, erschlossen aus den Inklusen.
Die Pflanzen des Bernsteinfestlandes
Urfennoskandia

Die Bernsteinhölzer, wie sie sich als Treibhölzer nicht besonders häufig in der Blauen Erde finden (nicht verwechseln oder zusammenwerfen mit den Braunkohlenstämmen der über diesem Horizont lagernden „Gestreiften Sande“ des Miocän!) erweisen sich mit ihren Jahresringen und Harzkanälen als Nadelbäume. Sie sind teils mehr oder minder verkient, d. h. mit Bernsteinharz imprägniert, teils braunkohlenähnlich umgewandelt. Ganz allgemein hat sich in neuerer Zeit Potonié mit dem Erhaltungszustand der pflanzlichen Bernsteininklusen näher befaßt. Er konnte mit Hilfe moderner Methoden nicht nur feststellen, daß selbst das zarteste Pflanzengewebe erhalten geblieben ist, sondern auch Aufschlüsse über die Art der Umbildung der Pflanzensubstanzen gewinnen. Die Substanz der Bernsteinpflanzen erinnerte ihn wegen ihrer Farbe und lockeren Beschaffenheit, auch wegen ihres Reichtums an extrahierbaren Humusstoffen an Braunkohle, durch ihren Cellulose-Reich-

tum aber an Torf. Man darf annehmen, daß dieser zwischen Torf und Braunkohle stehende Erhaltungszustand mit seiner Verzögerung des Braunkohlenstadiums — trotz gleichen geologischen Alters mit vielen Braunkohlen — auf die Dichtheit des Einbettungsstoffes zurückzuführen ist. Der quantitative Nachweis des noch gestaltlich erhaltenen Cellulosegerüsts konnte durch anatomische, der qualitative durch mikrochemische Untersuchungen sichergestellt werden. Die meisten übrigen Bausteine des Pflanzenkörpers, außer Harz und Kutin, scheinen dagegen weitgehend zersetzt zu sein; ihre Inkohlungsprodukte, die Humusstoffe, erfüllen und färben die Reste des Pflanzenkörpers derart, daß sie erst entfärbt werden müssen, wenn man gute mikroskopische Gewebebilder erhalten will. J. Grüss wollte übrigens in einem Bernstein-Eichenblatt durch Blaufärbung mit Jod im Schwammparenchym und in den Schließzellen der Spaltöffnungen noch Stärkekörner nachgewiesen haben.

Systematisch ist über die Flora des Bernsteins, wenn man von einigen auf beschränktes Material sich stützenden kritischen Bemerkungen von Kirchheimer (1937) absieht, neuerdings wenig gearbeitet worden, obwohl überaus reiches Material an Bernsteinpflanzen in zahlreichen Sammlungen liegt, und zwar nicht nur an Ästen, Nadeln und Blättern, sondern auch an Knospen, Blüten, Pollen, Früchten etc. Es ist daher Zurückhaltung in der Auswertung geboten. Coniferen-Pollen wurden schon 1860 von H. von Duisburg beobachtet, J. Grüss fand sie an Fühlern von Bernstein-Schmetterlingen und -Bienen, und Handlirsch stellte sie bezeichnenderweise auch an den Hinterbeinen von Bernstein-Bienen fest. Diese Pollenfunde haben jedoch noch keine Bearbeitung im Sinne der modernen „Pollenanalyse“ gefunden. Nachdem man aber mit dieser durch die Arbeiten von Post's u. a. für die Quartärgeologie und Vorgeschichte wichtig gewordenen Methode auch in das Tertiär vorgestoßen ist, indem R. Potonié, Fr. Thiergart und P. W. Thomson Braunkohlen auf ihren Pollengehalt statistisch durchforscht haben, sollte sie auch auf den Bernstein ausgedehnt werden. Allerdings müßte dieses durch einen Botaniker geschehen, dem nicht nur Baumpollen, sondern auch der Blütenstaub höherer Pflanzen (Angiospermen-Pollen hat schon Kirchheimer nachgewiesen!), möglichst auch tropischer und subtropischer, bekannt ist. Gerade die Mitverwertung der Nichtbaumpollen (in der „NBP-Analyse“) der Gräser, Ericaceen und Kräuter könnte wichtigste pflanzensoziologische Aufschlüsse über die Landschaft vermitteln.

Nicht ganz sicher ist das Auftreten von Kieselalgen (Diatomeen) im Bernstein. Der bekannte Mikropaläontologe C. G. Ehrenberg hat uns 1848 mit ihnen bekannt gemacht, und zwar nach Funden von Dr. Thomas in zwei Bernsteinstückchen. Es handelte sich um Süß- und Brackwasserformen vor allem der Gattungen *Navicula*, *Pinnularia* und *Cocconeis*.

Ehrenberg ist erst nach manchen Bedenken dazu gekommen, die auf Spalten im Harz (wie die meisten Inkluden!) eingeschlossenen Formen als wirklich zum Bernstein gehörig anzusehen, da sie „vom Bernsteinharz durchdrungen und nur daher völlig durchsichtig“ sind. Da man immerhin nicht weiß, ob diese Bernsteinstücke aus der Ostsee oder vom Festlande stammten, und die fraglichen Diatomeen in der heutigen Ostsee lebend angetroffen werden, scheint immer noch Vorsicht geboten. Sollten aber solche Funde künftig unter sicheren Umständen wiederholt werden, so mag ein Angewehtwerden der Schälchen aus dem trockengelaufenen Uferstrand von Wasseransammlungen im Gebiet des Bernsteinwaldes eine plausible Erklärung bieten. Auch über das Vorkommen von Bakterien, die G. Blunck 1929 stark deformiert im Bernstein gefunden haben will und die er *Mikrococcus elektoni*, *Bacillus elektoni*, *Longibacillus elektoni* und *Spirillum elektoni* nennt, sind die Akten noch nicht geschlossen.

Von Pilzen hat J. Größ 1931 Hefepilze (Saccharomyceten) im Bernstein erwähnt. Er nannte die Hauptform *Anthomyces primigenius*. Es handelt sich seiner Meinung nach um eine Nektarhefe, die sich vor allem am Kopf und an den Fühlern eines Kleinschmetterlings sowie an einer Bernsteinbiene fand. Die weitere Feststellung dieses Autors, daß „Bernsteinstücke, welche Blattläuse eingeschlossen enthielten, durchschnittlich einen Zuckergehalt von 0,2 bis 0,3% Glukose aufwiesen“, erscheint schwer verständlich; denn aller Bernstein ist ja im Tertiärmeer, im bergfeuchten Untergrund oder in der Ostsee so ausgiebig und so lange mit Wasser in Berührung gekommen, daß jeder tertiäre Nektarzucker längst aufgelöst sein müßte. Größ meinte, daß die Tiere bei ihrer Einschließung unter heftigen Befreiungsbewegungen auch einen Teil aufgesaugten, in Zucker verwandelten Pflanzensaftes, des bekannten „Honigtaus“, ausgespritzt hätten, der dann im Bernstein mit eingeschlossen wurde.

Als weitere Hefepilze des Nektars, die von Insekten in das Harz der Bernsteinbäume verschleppt wurden, beschreibt Größ noch *Melanosphaerites tertiarius* und *Arachnomycelium filiforme*, sowie Arten von *Torulites*, *Schizosaccharomyces*, *Dematites*, *Penicillites*, *Mucorites* und *Coccus*.

Manche im Bernstein eingeschlossenen Fliegen, Tausendfüßler u. a. sind von den Pilzfäden (Mycelien) eines Schimmelpilzes überzogen und wurden wohl schon als Leichen eingebettet.

Conwentz fand 1890 im Holz der Bernsteinkiefern abnorme lysigene Harzräume (vgl. S. 14), die auf schädliche äußere Einflüsse zurückgeführt werden müssen. In Frage kommen tierische Parasiten oder ein Befall durch Pilze. Er dachte an den Pilz *Trametes pini*, einen weit verbreiteten Nadelholzerstörer, den man heute, nach dem Vorschlag von Meschinelli 1902, *Trametes pini* nennt. Conwentz spricht aber auch von Zerstörungsformen nach Art des Poren-Haus- oder Lohschwammes (*Poria vaporaria*), den er mit „*Polyporus*“ *vaporarius* (f. *succinea*) bezeichnet. Diese holzerstörenden Pilze gehören zu den Basidienpilzen (Basidiomyceten) aus der Gruppe der Hymenomyceten.

Neben Pilzen finden sich Flechten; und vor allem Moose sind nicht selten. Sie stehen lebenden Arten nahe. Unter ihnen befinden sich zahlreiche von C. Gottsche und Caspary beschriebene Lebermoose. Von Farren hat von Wettstein eine typische Wurzel bestimmt.

An Nacktsamern (Gymnospermen) sind außer einer Gnetacee (*Ephedra Joanina*), die einer südamerikanischen Art verwandt ist, eine Menge Nadelhölzer (Coniferen) nachgewiesen worden. Dazu zählen die zu den Cypressengewächsen gehörenden Gattungen *Widdringtonites*, *Librocedrus* (Weihrauchzeder), die wohl am häufigsten durch Zweige vertretene lebensbaumähnliche *Thuja orientalis succinea*, *Chamaecyparis*,

Cupressites, *Cupressinanthus*, der wacholderähnliche *Juniperites*, ferner die Taxodiaceae *Glyptostrobus*, *Sequoia* (Mammutbaum) und *Podocarpites*, die zu den Araucariaceae gehörende *Scia* und die Abietaceae *Pinus* (Kiefer, mit 13 Arten), *Picea* (Fichte), *Piceites*, *Larix* (Lärche) und *Abies* (Tanne). Unter den Kiefern, die Conwentz vornehmlich als Bernsteinproduzenten in Anspruch nahm, und die man heute unter dem Sammelnamen *Pinites succinifera* zusammenzufassen pflegt, sind besonders vier hervorzuheben, von denen z. B. *Pinus silvatica* gewissen nordamerikanischen Kiefern ähnlich ist, wogegen *Pinus baltica* an die japanische Rotkiefer, *Pinus cembriifolia* aber an Zirbelkiefer, Arve und das japanische Knieholz erinnern.

Von den Einkeimblättrigen Blütenpflanzen (Monocotyledonen) sind Vertreter aus den meisten Ordnungen vorhanden, wenn auch im allgemeinen nur in wenigen Arten. Von den Liliengewächsen (Liliaceae), ist *Smilax baltica*, verwandt mit subtropischen Klettersträuchern, durch z. T. prachtvoll erhaltene Blüten vertreten. Von den krautigen, subtropischen Commelinaceen kannte Conwentz nur eine Blüte. Zwei Gattungen und Arten von Gräsern (Gramineae) lassen, da Blüten fehlen, keine genauere Einordnung in das System zu. Vier Palmen sind vertreten, darunter *Phoenix Eichleri* mit einer gut erhaltenen Blüte, die Fächerpalme *Subalites Kuenowii* in zahlreichen, im Bernstein abgedrückten Blattfragmenten. Für Palmblätter, deren systematische Zugehörigkeit nicht näher zu ermitteln war, schuf Conwentz die Sammelgattung *Palmophyllum*. Auch die Aronstabgewächse (Araceae) sind vertreten.

Von den Zweikeimblättrigen Blütenpflanzen (Dicotyledonen) sind rund 60 Gattungen mit etwa 100 Arten beschrieben worden, von denen 13 (nach Kirchheimer nur 4) allein auf Eichen (*Quercus*) entfallen. Wenn wir auch davon absehen, daß damit noch keineswegs die ganze Flora des Bernsteinwaldes, die z. T. als Unterwuchs seinen Boden bedeckte, erfaßt ist, denn vieles liegt noch unbestimmt in den Sammlungen, und weiteres wird ständig dazu gefunden, so überrascht doch die verhältnismäßig geringe Artenzahl. Mag hier und da auch einmal ein Blatt oder eine Blüte aus außerhalb des Waldes gelegenen Wiesen- und Geländen etc. an das Harz des Waldes angeweht oder sonst in diesen verschleppt und damit überliefert sein, so wird das offene Land Urfernoskandias doch zweifellos sehr viel mehr Pflanzen beherbergt haben, als uns überliefert werden konnten. Die Unzahl blütenbesuchender, aus dem Bernstein schon jetzt bekannter Insekten, die ja z. T. gewiß wie heute an ganz bestimmte Pflanzen angepaßt waren, verlangt geradezu nach einer an Arten viel reicheren Flora. Mit der Zeit dürfte es möglich sein, auf diesem Umwege auch über die Pflanzengesellschaften der den Bernsteinwäldern benachbarten Florengebiete gewisse Aufschlüsse zu erhalten; denn manche der gewöhnlich über offenem Land lebenden Insekten werden gelegentlich auch den Wald aufgesucht haben oder sind vom Wind in diesen hineingeweht worden, wo sie ihr „gläsernes“ (man beachte: „gles (um)“ = Bernstein = „Glas“!) Grab fanden.

Auf das Vorhandensein von Magnoliaceen weist ein ausgezeichnet erhaltenes Blatt (*Drimysophyllum succineum*) hin. Die Lorbeergewächse (Lauraceae) sind durch Blätter und Blüten zweier Arten des Zimtbaumes (*Cinnamomum*) vertreten. Von Steinbrechgewächsen (Saxifragaceae) und Pittosporaceen finden sich je wenige Arten. Zu den Rosengewächsen (Rosaceae), die im Tertiär stark an Artenzahl zunahm, hat man einige Blüten aus dem Bernstein stellen wollen, die denen des Seifenbaums (*Quillaja*) ähneln. Auch ein Vertreter der Hamamelidaceae hat sich gefunden. Zwei Arten von Schmetterlingsblütlern (Papilionaceae) wurden beschrieben, ferner drei Arten der Thymelaeaceae, die den Myrtengewäch-

sen nahestehen und in der rezenten Flora bei uns durch den Seidelbast vertreten sind. Von den zu den Parietales gehörenden Cistaceen, die heute — wie die niedlichen Ciströschen — die südeuropäische Macchie mit bilden, kennt man eine Art, ebenso von den mit dem Teestrauch verwandten Ternstroemiaceae. Hierher gehört die größte Blüte mit 28 cm Durchmesser, die der Bernstein wohl bisher geliefert hat: eine *Stuartia*, die heute durch 3 Arten in Nordamerika und 1 in Japan vertreten ist. Die Oxalidaceen, unserem Sauerklee verwandt, liefern zwei Arten. Von den ebenfalls krautigen Storchschnabelgewächsen (Geraniaceen) finden sich nicht selten die „Schnäbel“. Von den nahestehenden Flachsgevächsen (Linaceae) ist eine Art durch zwei Klappen einer Kapsel Frucht nachgewiesen. Die insektenblütigen Ahorngevächse (Aceraceae) lieferten nicht weniger als 5 an ihren Blüten erkennbare Arten. Sie dürften im Baumbestand des Bernsteinwaldes keine geringe Rolle gespielt haben. Ferner kennt man allein 3 Stechpalmen-Arten (*Ilex*) mit z. T. wunderbar erhaltenen Blüten (Aquifoliaceae), ferner eine dem Pfaffenhütchen unserer Wälder verwandte Art der Celastraceae. Eine im Bernstein aufgefundene Frucht bezieht man auf eine (windblütige) Rhamnacee, eine Verwandte unseres Faulbaumes. Die Doldengewächse (Umbelliferae) lieferten bisher eine Art.

Von den ausschließlich windblütigen Holzgewächsen der Fagales sind vor allem Fagaceen oder Cupuliferen vertreten. Das Vorkommen einer Buche, auf die Conwentz einige Blätter und eine Frucht beziehen wollte, wurde neuerdings angezweifelt. Dagegen glaubt man von einer Edelkastanie (*Castanea*) häufiger Blüten gefunden zu haben. Nach männlichen Blütenkätzchen, wie sie fast in allen größeren Sammlungen liegen (Abb. 7),



Abb. 7. Männliches Blütenkätzchen einer Eiche des Bernsteinwaldes. Vergrößert

hatte man allein mehr als 10 Arten von Eichen (*Quercus*) unterscheiden wollen, die Kirchheimer allerdings auf eine wesentlich kleinere Zahl reduzieren möchte. Daneben findet man häufiger auch Blätter, ohne sie aber in nähere Beziehungen zu den Blüten setzen zu können. Wenn Conwentz Sternhaare von Eichen für die häufigsten Angiospermenreste des Bernsteins erklärt, so bleibt dabei zu bedenken, daß nach Kirchheimer Stern- oder Büschelhaare die filzige Beschaffenheit junger Organe bei Gewächsen der verschiedensten systematischen Zugehörigkeit bedingen und sich nicht einmal auf die Fagaceen beschränken. Die Eichen des Bernsteinwaldes waren wohl immergrün, wie unsere heutigen Mittelmeer-Eichen. Was das Auftreten von Eichen im subtropischen Bernsteinwald betrifft, sei darauf verwiesen, daß in Asien noch heute mehrere Arten über den Äquator nach Süden bis in den Malaiischen Archipel vorstoßen. Von den meist subtropischen, bei uns durch die „Heidemyrte“ (*Myrica gale*) vertretenen Myricaceen kennt man zwei Arten im Bernstein. Die im Tertiär reichlich vorkommenden Weidengewächse (Salicaceen) sind durch Blätter vertreten. Von den unseren Ulmen verwandten Windblütlern (Ulmaceae) kennt man bisher auch nur Blätter. Die ebenfalls

windblütigen krautigen Brennsegelgewächse (Urticaceen) lieferten bisher eine Art. Das früher behauptete Vorkommen eines Wolfsmilchgewächses (*Euphorbia*-Verwandten) wurde angezweifelt. Die Hartlaubgewächse der Proteaceae werden durch 3 Arten vertreten. Die unserer Mistel (*Viscum album*) nahestehenden, durch 2 Arten im Bernsteinwald vertretenen Santalaceen sind grüne Halbschmarotzer auf Bäumen. Auch die halbparasitischen Loranthaceae, die sich gern auf Coniferen aufhalten, lieferten Conwentz 2 Arten.

Die immergrünen Zwergsträucher der Heidekrautgewächse (Ericaceen) sind im Bernstein durch eine größere Zahl von Arten vertreten. Die Gattung *Andromeda* (Rosmarinheide) lieferte nicht weniger als 6 Arten. Von den Myrsinaceae sind 2 Arten durch Blüten belegt. Von den in den Tropen als Lianen vorkommenden Apocynaceae, zu denen unser Immergrün gehört, kennt man aus dem Bernstein 1 Art. Dasselbe gilt für die nahestehenden Oleaceen. Die durch Tausende von Arten in den Tropen vertretenen Rubiaceen lieferten bisher 2 Arten. Von den verwandten Geißblattgewächsen (Caprifoliaceen) liefert die Gattung *Sambucus* (Holler) 2 Arten. Von den Glockenblumen (Campanulaceen) schließlich wurde das Vorkommen einer Frucht gemeldet. Alles in allem handelt es sich um eine Pflanzengesellschaft, die neben Gattungen, die noch heute in Nordeuropa leben, auch solche aufweist, die ein wärmeres Klima fordern und z. T. heute nur in den Tropen leben, wie z. B. *Cinnamomum*. Manche weisen auf klimatische Verhältnisse wie im heutigen Ostasien, Japan, dem paläarktischen China und dem südöstlichen Nordamerika hin.

Die Tiere des Bernsteinfestlandes Urfennoskandia

Besser als über die der Nachprüfung und Ergänzung bedürftige Pflanzenwelt der Bernsteinwälder und ihrer Umgebung sind wir über die Tiere unterrichtet, soweit sie in das Harz hineingerieten. Auch hier besteht jedoch eine nicht unerhebliche Verschiedenheit im Stande der Erforschung der einzelnen Klassen, je nach der Zeit, aus der die Bearbeitung stammt, sowie danach, ob dem jeweiligen Autor nur ein vielleicht besonders gut erhaltenes oder interessantes Exemplar vorlag oder das gesamte in Sammlungen greifbare Material.

Über den Erhaltungszustand der tierischen Inkluden, insbesondere der Bernstein-Insekten, finden sich in Lehrbüchern und zusammenfassenden Darstellungen bis in die neueste Zeit recht falsche Vorstellungen. Selbst angesehene Autoren haben angenommen, daß diese Inkluden in der Hauptsache nur Hohlräume, also gleichsam äußere Abdrücke der Insektenleiber darstellen. Hiernach erschien es zwecklos, nähere Untersuchungen anzustellen. In der Tat stößt man beim Durchbrechen oder Durchschneiden größerer Inkluden häufig auf einen Hohlraum. Natürlich darf eine solche Untersuchung über den Erhaltungszustand sich nicht etwa nur auf abgestreifte Häute und Puppenhüllen (Exuvien) stützen, die auch recht häufig als Inkluden gefunden werden. Die Vorstellung, daß die Inkluden eigentlich nur äußere Abdrücke der Insekten etc. seien,

ist auch von A. Tornquist 1910 in seiner „Geologie von Ostpreußen“ vertreten worden, in der er dieses als Regel hinstellte. Gleichwohl war das schon damals ein Irrtum; denn bereits 1903 hatte Kornilowitsch in den Beinen von Fliegen und Netzflüglern im Bernstein quergestreifte Muskulatur gefunden. Das ließ schon R. Klebs an der Ansicht von Tornquist zweifeln. Außer den leider ungenügend belegten, in russischer Sprache veröffentlichten Beobachtungen von Kornilowitsch gab es 1910 nur gelegentliche Feststellungen von A. Dampf. Dieser hatte im Innern von Bernstein-Schaben regelmäßig geformte, durchsichtige, lose Körper als Brustplatten der Mittelbrust erkannt. Er vertrat jedoch die Ansicht, daß hier nicht der aus Chitin bestehende Skeletteil selbst vorläge, sondern lediglich ein mit Bernstein imprägniertes Modell desselben.

Dampf fand auch Bruchstücke von Atemröhren (Tracheen) mit Verzweigungen sowie Abdrücken der zierlichen Ringelung in Form von Steinkernen. In den Jahren 1922/23 stellte H. v. Lengerken im Rahmen einer Untersuchung „Über Widerstandsfähigkeit organischer Substanzen gegen natürliche Zersetzung“ fest, daß im Bernstein nicht nur eine erstaunlich gute Erhaltung von Chitinteilen gegeben ist, sondern er konnte auch das Vorhandensein des Chitins durch chemische Reaktionen nachweisen. Gleichwohl schrieb er: „Natürlich sind sämtliche nicht chitinisierten Gewebe zerstört, Muskulatur usw. wird man vergeblich suchen“. Das war 20 Jahre, nachdem Kornilowitsch seine Untersuchungen veröffentlicht hatte, die Tornquist als seltenste Ausnahme von seiner „Regel“ abtun zu müssen glaubte. In Wirklichkeit dürfte der russische Forscher richtig beobachtet haben, wenn man auch bis vor nicht langer Zeit infolge seines ungenügenden Berichts und wegen der Möglichkeit einer Verwechslung mit Kopal-Inklusen von Zweifeln nicht loskam. Das zeigte schon eine kurze Mitteilung von A. Petrunkevitch (1935) über quergestreifte Muskelbündel (im Bein einer Pilzmücke), die aber kaum bekannt geworden ist. Den Anlaß dazu, die Untersuchung des Erhaltungszustandes der tierischen Bernsteininklusen erneut in Angriff zu nehmen, bot die Tatsache, daß die Fossilien der mitteleocänen Braunkohle des Geiseltales bei Halle a. S. nicht nur Weichteile, sondern auch Farbstoffe, Epithelien etc. in erstaunlicher Weise überliefert haben. So kam es auf Anregung des Verfassers zu den Untersuchungen seines damaligen Assistenten R. Keilbach. Dieser konnte 1936 die Resultate v. Lengerkens bestätigen. Darüber hinaus wies er nicht nur bei größeren Inklusen-Insekten, sondern gerade auch bei winzigen Schlupfwespen (Braconiden) und Kriebelmücken die Erhaltung von Chitin nach. Ferner fand Keilbach, in Bestätigung der Funde des russischen Forschers, Muskulatur, nicht nur in den Beinen, sondern auch im übrigen Körper, und

zwar fast in jedem präparierten Individuum. Sie ist von der Beschaffenheit der Mumienmuskulatur. In Zupfpräparaten zeigt sie wunderbar typisch die Querstreifung. Die Muskelzüge haften dem Chitin entweder an oder liegen etwas gelockert in den Hohlräumen der Inkluse. Schließlich fand Keilbach gleich gut erhalten Reste des Darmes, Eischläuche und andere Teile. 1937 hat sodann E. Voigt alle diese Feststellungen mit Hilfe der von ihm eingeführten Lackfilmmethode bestätigen können und gezeigt, daß die Erhaltung von Weichteilen in Bernsteininklusen derjenigen in der mitteleocänen Braunkohle des Geiseltales nicht nachsteht.

Die gute Erhaltung von Weichteilen in Bernsteininklusen dürfte darauf zurückzuführen sein, daß das frische Bernsteinharz und der Bernstein kein Nährstoff für Fäulnisbakterien sind und das frische Harz eine, wenngleich nur schwache, antiseptische Wirkung besaß. Eingeschlossene Bakterien dürften daher bald abgestorben sein. Dagegen könnte eingewendet werden, daß der Bernstein eine gewisse Durchlässigkeit für Wasser und Luft besitzt, was auch durch seine Färbbarkeit bewiesen wird. Aber Farbstoffmoleküle sind, worauf L. Schmid-Wien mich aufmerksam machte, nur klein, Eiweißmoleküle dagegen zu groß, um die Poren des Bernsteins zu passieren.

Vor der systematischen Behandlung der tierischen Bernsteininklusen seien noch zwei Punkte kurz besprochen, die Unterscheidung von Kopal-Inklusen und die Erkennung von Inklusenfälschungen. Schon R. Klebs hat darauf hingewiesen, daß manche in älteren Sammlungen liegenden und auch wissenschaftlich beschriebenen Inklusen in Wirklichkeit Kopalinklusen waren und daß die betreffenden Formen von Pflanzen und Tieren somit aus der Flora und Fauna der Bernsteinzeit zu streichen seien, da der Kopal ein rezentes oder diluviales Harz darstellt. Selbst dem bekannten Insektenforscher Handlirsch ist dieser Fehler in seinem großen Handbuch der fossilen Insekten unterlaufen. Kopale mit Einschlüssen kommen auch heute noch in den Handel. Für jeden Inklusensammler ist es daher wichtig, die Kennzeichen des Kopals zu wissen: Kopal ist weicher als Bernstein, wird bei längerem Erwärmen in der Hand klebrig und erweicht beim Polieren mit Spiritus; vor allem aber zeigt er fast durchweg auffallend blässere Farben als Bernsteinschrauben mit Einschlüssen. Weitere Unterscheidungsmerkmale gab Plonait.

Schon 1558 hat Goebel von künstlichen Einschlüssen eines Frosches und einer Eidechse berichtet, die ein Danziger Händler dem Herzog von Mantua überlassen hatte. Auch in der 1742 von Sendel beschriebenen Bernsteinsammlung Augusts des Starken, die leider 1849 in der Petrefaktengalerie im Zwinger in Dresden verbrannt ist, haben sich solche Inklusenfälschungen befunden. Ja, mancher Schatz hochgestellter Familien enthält solche mit dem Nimbus großer Seltenheit und Kostbarkeit umgebene und ängstlich gehütete Inklusen, wie schon R. Klebs feststellte und auch W. Branco 1906 schrieb. Ein Teil dieser Fälschungen, unter denen sich neben den (häufigsten) Froscheinschlüssen auch solche von Fischen, Eidechsen und großen Käfern finden, ist in der Weise hergestellt, daß zwei sauber polierte und innen schwach konkav geschliffene Bernsteinplatten nach Dazwischenlegen des „Einschlusses“ sauber aufeinandergekittet und dann gefaßt wurden. Eine raffiniertere, weil dem

Vorkommen der echten Inkluden auf den Spaltflächen schaliger Schrauben bestens angepaßte Methode ist die, Schrauben in der Flußrichtung aufzuspalten, die wellig gebogenen, aber genau aufeinander passenden Oberflächen so weit sauber auszusleifen, daß der Einschluß mit irgendeinem Harz blasenfrei eingebettet werden kann, und danach die Schalen wieder fest aufeinanderzukitten. Solche Fälschungen sind selbst bei Fehlen einer Fassung und vor allem bei noch rohem Zustande der Oberfläche um so schwerer zu erkennen, als der Einschluß allseitig von echtem Bernstein umgeben ist. Ferner läßt eine sehr allmählich zunehmende Vertiefung der Ausfräsung die Abgrenzung der Harzfällung nur schwer erkennen. Schließlich verläuft der mit Kitt gefüllte Sprung meist gefaltet und wird daher nur schwer als solcher erkannt. Eine dritte Art der Herstellung falscher Inkluden konnte Verfasser an zwei Bernsteinanhängern feststellen, die der Sammlung des Fürstlich Schönburg-Waldenburgschen Familienvereins auf Schloß Waldenburg, Sachsen, gehören. Bei diesen beiden Stücken, die aller Wahrscheinlichkeit nach an die 200 oder mehr Jahre alt und daher von zahlreichen Verwitterungsrissen durchzogen sind, ist das Innere von oben her, wo später ein Bernsteinansatz mit Durchlochung zum Durchziehen einer Schnur aufgeklebt worden war, ausgehöhlt. In diese Höhlung ist eine Froschmumie hineingeschoben und mit Harzmasse umschlossen worden, so daß der Frosch auf diese Weise ebenfalls vollständig von echtem Bernstein umgeben erscheint. Heute zeigt eine etwas verschiedene Lichtbrechung des umschließenden Bernsteins und der Harzfällung bei genauer Betrachtung deutlich die Tatsache der Fälschung.

Die Tierwelt, die uns aus den Bernsteinwäldern und ihrer nächsten Nachbarschaft als Einschlüsse im Bernstein überliefert wurde, ist an Gattungen und Arten ungleich reicher als die bisher bekannte Pflanzenwelt des Bernsteinfestlandes. Selbstverständlich gibt uns aber die in Inkluden überlieferte Fauna prozentmäßig keinen richtigen Querschnitt durch das tierische Leben des Bernsteinwaldes. Es überwiegen vielmehr jene meist kleineren Tiere, die fliegend oder kriechend richtig „auf den Leim gingen“ oder (nicht selten auch als Leichen) vom tropfenden Harz eingefangen wurden und nicht genügend Kraft besaßen, sich wieder zu befreien. Das konnte nur Vögeln und Säugetieren gelingen, die dabei aber wenigstens Federn oder „Haare ließen“.

Die letzte Zusammenstellung über das Leben der Bernsteinwälder und ihrer Umgebung, ihre Pflanzen und Tiere und deren Leben und Sterben, hat Bachofen-Echt 1949 für einen größeren Leserkreis gegeben. Daß sein Buch nur mit Kritik benutzt werden darf, mag der Leser schon aus den Bemerkungen des Verfassers, S. 35 zu dem von Bachofen-Echt übernommenen Vorkommen von „Korallen“ und anderen „submarinen Bernsteineinschlüssen“ ersehen haben. Aber darüber hinaus enthält die Darstellung des im übrigen durchaus ernst zu nehmenden Autors, der leider vor Drucklegung des von M. Beier der Öffentlichkeit übergebenen Buches im Alter von mehr als 80 Jahren verstorben ist, eine nicht geringe Zahl von Fehlern und so zahlreiche Druckfehler, daß man es nur bei stän-

digem Vergleich mit der Originalliteratur und guten Handbüchern der Botanik und Zoologie benutzen sollte.

Von Würmern sind lediglich Gliederwürmer (Anneliden) bekannt, und zwar zu den Borstenwürmern (Chaetopoden) gehörige kleine Wenigborster (Oligochaeten). Man wird nicht fehlgehen, wenn man die nicht allzu häufigen Funde zu den Enchytraeidae stellt, wie sie noch heute das Fall-Laub und seine Vermoderungsprodukte, den Mulm des Waldbedens, bewohnen.

Unter den Gliederfüßern (Arthropoden) treten die Krebstiere (Crustaceen) an Menge nicht allzu stark hervor. Zweimal nur sind bisher Flohkrebse (Amphipoden) im Bernstein gefunden worden. *Palaeogammarus sambiensis* und *P. balticus* stehen dem heutigen Süßwasserfloh (*Gammarus pulex*) nahe.

Reichlicher sind uns aus dem Bernstein landbewohnende Asseln (Isopoden) überliefert. Sie gehören den Familien der Trichoniscidae und Porcellionidae an. Die Vertreter der ersten pflegen im Fall-Laub und Mulm des Bodens zu leben, die der zweiten halten sich, wie unsere Kellerasseln, an feuchten Stellen sowie unter Baumrinde und Steinen auf.

Unter den neben den Krebstieren stehenden Arachnomorpha oder Chelicerata spielen im Bernstein naturgemäß nur die landlebenden spinnenähnlichen Tiere (Arachnoidea) eine größere Rolle. Von den 8 Ordnungen, die von dieser formenreichen Tiergruppe unterschieden werden, haben 3 bisher keine Vertreter geliefert, nämlich die Geißelskorpione (Pedipalpi), einschließlich der Palpigradi, die Walzenspinnen (Solifugae) sowie die heute nur noch kleine Ordnung Ricinulei. Die mehr als 300 beschriebenen Arten verteilen sich somit, allerdings sehr ungleichmäßig, auf die übrigen Ordnungen.

Die Skorpione (Scorpionidea), durch *Tityus vogelius* vertreten, standen bereits auf der Höhe der jetzt lebenden Formen.

Die eigentlichen Spinnen (Araneida) sind im Bernstein mit über 200 Arten überliefert. Allein A. Petrunkevitch hat 1942 28 Familien mit 64 Gattungen und 93 Arten beschreiben können, von denen nur 5 Familien, aber 50 Gattungen heute keine Vertreter mehr haben. Seine sorgfältige Bearbeitung zeigt, daß die Spinnenfauna des Bernsteins nur wenige Beziehungen zur jetzigen europäischen bzw. mediterranen besitzt. Ihre nächsten verwandtschaftlichen Beziehungen weisen vielmehr nach den südlichen tropischen und subtropischen Zonen der östlichen Hemisphäre, also vor allem nach Südafrika, Madagaskar, dem tropischen Asien und Australien. Die Spinnen der Bernsteinzeit lassen bereits die ganze Mannigfaltigkeit der Jagd- und Fangarten erkennen, die sich im Laufe des Mittelalters der Erde mit der raschen Entfaltung der Insekten und ihrer immer mehr zunehmenden Beweglichkeit entwickelt hat. Wir finden freie Jäger, wie die Vogelspinnen (Aviculariidae), von denen Bachofen-Echt in klarem Bernstein das stark behaarte Bein eines Individuums fand, dessen Körperlänge er auf 4 cm schätzte, und dessen Gesamtlänge etwa 10 cm betragen haben mag. Auch *Archaea paradoxa*, von der Bachofen-Echt ein Exemplar mit erbeuteter Ameise abbildet, jagte im Freien. Daß andere Spinnen, wie die Theridiidae, schon damals mit Wurfnetzen fingen, wieder andere Radnetze mit Klebetropfen bauten, haben die mehrfachen schönen Funde dieses Autors gezeigt. „Körperliche Gestaltung und Kunstfertigkeit waren bei den Spinnen im Bernsteinwald auf voller, den jetzigen Verhältnissen gleicher Höhe.“

Von den Afterskorpionen (Pseudoscorpionidea), zu denen der bekannte Bücherskorpion gehört, sind nach Beiers Feststellungen im Bernstein

21 Arten gefunden worden. Sie stehen den lebenden Formen nahe und lassen sich teilweise sogar in heutige Gattungen einreihen. Alle größeren Familien der Jetztzeit waren im Bernsteinwald bereits vorhanden. Von *Pycnochelifer Kleemanni* wurde ein Weibchen gefunden, das an der Unterseite des Abdomens in einer Scheibe angeordnete Eier trug. Bei einem *Cheridium Hartmanni* fand sich an einem Kieferfühler (Chelicere) ein Spinnfaden.

Die Afterspinnen (Opilionea) sind nur mit wenigen Formen vertreten. Eine Art steht der rezenten Gattung *Caddo* nahe, die zu den mit langen und dünnen Beinen versehenen Weberknechten (Phalangidae) gehört.

Reichlich vertreten sind dagegen wieder die Milben (Acarina). Es sind durchweg kleine Tiere mit gedrungener ungegliederter Körperform. Sie besitzen beißende, stechende oder saugende Mundwerkzeuge. Die Lebensweise vieler ist parasitisch. Von rezenten Formen sind dafür die Zecken oder Holzböcke bekannt. Auch viele andere sind Schmarotzer an Käfern, Vögeln, Säugetieren usw. Gewisse Milbenlarven fanden sich als Schmarotzer auf Köcherfliegen (Trichopteren) des Bernsteins. Daraus hat man auf Wassermilben (Hydrarachnidae) schließen wollen, deren Jugendzustände häufig an Wasserinsekten parasitierend leben. Milben finden sich im Bernstein oft vereinzelt, manchmal aber auch in ganzen Gesellschaften, bis zu 30 Stück. Zahlreiche Familien werden unterschieden, oft auf Grund feinsten Merkmale. Wahrscheinlich ist erst der kleinste Teil bekannt. Am besten untersucht ist die große Familie der Hornmilben (Oribatiden), und zwar durch M. Sellnick (1918—1931). Wenn man bedenkt, daß man 1930 etwa 300 rezente Arten dieser Familien kannte, so ist die Zahl der 71 Arten, die Sellnick aus dem Bernstein beschreiben konnte, relativ hoch. Etwa jede 30. Schlaube pflegt eine Milbe zu enthalten, und jede größere Inklusionsammlung enthält wohl Hunderte von ihnen. Hornmilben leben meist an Orten, an denen verwesende Pflanzensubstanz oder die die Verwesung beschleunigenden Pilze ihnen reichlich Nahrung geben, im Humus der Moose, in faulem Holz und unter Laub, also in Lebensstätten (Biotopen), die im Bernsteinwald überall vorhanden gewesen sein müssen. Viele der Bernstein-Oribatiden ähneln heutigen Formen so sehr, daß man sie vielleicht mit deren Namen bezeichnen würde, wenn man nicht wüßte, daß sie fossil sind. Immerhin sind kleine Abweichungen vorhanden. „Wenn man einen Vergleich ziehen darf, so sind die fossilen von den rezenten etwa so verschieden wie einige europäische Arten von nordamerikanischen.“ Sellnick konnte übrigens auch Vertreter anderer Familien wenigstens der Gattung nach feststellen, so von den Prostigmata-Arten der Gattungen *Anystis*, *Trombidium*, *Rhyncholophus*, *Caeculus* und *Labidostomma*, von den Mesostigmata solche der Gattungen *Parasitus*, *Zercon*, *Ameroseius* und ? *Trachytes*. Diese Formen aber harren noch der Bearbeitung. Manche Milben leben auf Nadelbäumen. Einzelne Hornmilben bohrten im Holz der Bernsteinbäume. Sehr bemerkenswert ist noch, daß gewisse Milben gerade die für viele Kleintiere so verhängnisvoll werdenden Harzmassen als Biotop gewählt haben und z. T. sogar ausschließlich in den Hohlräumen von Harzmassen lebend angetroffen werden, wie Graf H. Vitzthum 1926 mitteilte, wenn sie auch dem frischen Harz fernbleiben. Sie ernähren sich im wesentlichen von den im Harz sich ansiedelnden Pilzen.

Die durch Atemröhren (Tracheen) atmenden Gliederfüßer (Eutrateata) pflegt man heute in 4 Unterklassen zu unterteilen: 1. Myriapoda, 2. Chilopoda, 3. Apterygogenea und 4. Insecta. 1 und 2 kann man als

Tausendfüßer (Myriapoda) im weiteren Sinne, 3 und 4 als Insekten (Insecta) im weiteren Sinne zusammenfassen.

Die Myriapoden im engeren Sinne (Progoneata: wegen ihrer vorn liegenden Geschlechtsöffnung) sind Pflanzenfresser. Sie werden in 3 Ordnungen zerlegt. Von diesen ist die der kleinen, zarten und verborgen lebenden Pauropoda (1. Ordnung) im Bernstein nicht vertreten. Die Vertreter der 2. Ordnung, *Symphyla*, kleine lichtscheue Tiere mit 12 beintragenden Segmenten, leben unter Steinen, faulendem Laub und in der Erde. Bisher kennt man nur einen nicht näher bestimmten Vertreter der einzigen Familie, der Scolopendrellidae.

Unter den Angehörigen der 3. Ordnung, den Doppelfüßern (Diplopoda) finden sich kleinste Tiere von nur wenigen Millimetern Länge und wahre Riesen bis zu 28 cm Länge. Ihr Körper ist meist drehrund oder halbzylindrisch. Die Zahl der Körperringe schwankt von 11–13 bei *Polyxenus*, bis zu mehr als 100 bei Juliden und verwandten Familien. Die meisten Körperringe tragen zwei Beinpaare. Ihr Hautskelett enthält vielfach eine beträchtliche Menge von Calciumcarbonat. Die 1. Unterordnung, die Pinselfüßer (Pselophognatha), mit der einzigen Familie Polyxenidae, enthält nur kleine Formen mit weichem Körper, der mit Haarbüscheln besetzt ist. Diese bilden am Körperende 2 Schwänze. Bachofen-Echt nennt nach Angaben des Myriapoden-Spezialisten Graf Attems aus dem Bernstein *Polyxenus lagurus* nebst einer nahestehenden Art *P. ovalis* sowie *Schindalmonotus hystrix*. Von der letzten Art wurden mehrere männliche und weibliche Exemplare in demselben Bernsteinstück gefunden. *Polyxenus lagurus* lebt heute in Europa in der Rinde von Nadelbäumen. Die letztgenannte Art ist rezent in Südafrika heimisch. Die weitgehende Übereinstimmung der altertiären Polyxeniden mit den rezenten mag damit zusammenhängen, daß diese Tiere ihre ganz bestimmte Lebensweise beibehalten haben.

Von der 2. Unterordnung der Doppelfüßer, den Chilognathen (Chilognatha), sind mehr Vertreter aus dem Bernstein überliefert. Mehrere Arten gehören zur Familie der Polydesmidae. Juliden mit ihrem aus zahlreichen Segmenten aufgebauten, drehrunden Körper sind, wenn auch seltener, ebenfalls vertreten. Auch eine Art der Gattung *Polyzonium* (Familie Polyzoniidae) ist bekannt geworden.

Zu der Unterklasse der Hundertfüßer (Chilopoda), die man neuerdings trotz der Ähnlichkeit in der Körperbildung mit den übrigen, im vorigen besprochenen Myriapoden von diesen abgetrennt hat, weil sie so viele Übereinstimmungen mit den Insekten zeigen, gehören durchweg räuberische Formen. Ihr vorderstes, mit Giftdrüsen versehenes Beinpaar ist nahe an den Kopf herangerückt und zu mächtigen Kieferfüßen ausgestaltet. Der meist flachgedrückte, langgestreckte Körper baut sich aus 15 bis mehr als 170 Segmenten auf; das letzte, häufig verlängerte Beinpaar streckt sich weit nach hinten über das stets fußlose Endsegment hinaus. Eine ostindische *Scolopendra* der Jetztzeit wird 26,5 cm lang. Von allen 4 heute unterschiedenen Familien sind im Bernstein Vertreter überliefert. Die Geophilidae haben einen wurmförmig langgestreckten Körper und sind augenlos. Man findet im Bernstein nicht besonders selten Vertreter mit bis zu 41 Beinpaaren. *Himantarium* und seine Verwandten leben heute in Südeuropa, Erythraea, Madagaskar und Vorderindien. Die Skolopender (Scolopendridae), die die größten Formen enthalten, leben heute in den Tropen und Subtropen, reichen aber vom Balkan her bis nach Mitteleuropa hinein. Bachofen-Echt fand im Bernstein ein Tier, das vollständig etwa 7 cm erreicht haben dürfte. Die häufigsten Vertreter der Chilopoda werden im Bernstein von Lithobiiden

gestellt, die nicht selten 25 mm Länge erreichen. Die heutigen Lithobiiden leben in Europa und Amerika; nur wenige gehen bis in die Tropen. Einen charakteristischen Vertreter der Scutigerae hat schon Berendt als *Cermatia illigeri* beschrieben.

Die Myriapoden im engeren Sinne und die Chilopoden, die an ganz bestimmte Lebensräume angepaßt sind und keine Möglichkeit haben, weite Wanderungen zu unternehmen, wie die fliegenden Insekten, sind für Aussagen über alte Landverbindungen besonders geeignet. Wenn z. B. *Schindalmonotus hystrix*, der heute nahezu unverändert nur in Südafrika lebt, im Bernstein überliefert ist, so dürfte es eine Zeit gegeben haben, in der unter anderen paläogeographischen und klimatischen Verhältnissen auch in den Zwischengebieten die Möglichkeit seiner Existenz gegeben war. So helfen die Inkluden in vielen Fällen unsere Vorstellungen über die allmählichen Veränderungen des Erdbildes zu ergänzen.

Bei den Insekten im weiteren Sinne, zu denen wir nunmehr übergehen, unterscheiden wir zwei Unterklassen, die ungeflügelten Apterogonea und die geflügelten eigentlichen Insekten.

Die Mannigfaltigkeit der Insekten i. w. S. im Bernstein ist ungeheuer. Die Zahl der bisher gefundenen Arten dürfte sich auf nahezu 3000 beziffern, unter denen sich allein mehr als 1000 Käferarten befinden. Der Raum reicht natürlich nicht im entferntesten aus, um der ganzen Formenfülle der Insekten gerecht zu werden, hat doch Bachofen-Echt in seinem schon mehrfach erwähnten Buch weit mehr als die Hälfte seiner 204 Seiten den Insekten-Inkluden gewidmet. Doch seien die Bernstein-Insekten soweit ausgewertet, als man aus ihrem Vorkommen biogeographische und paläogeographische Schlüsse zu ziehen vermag.

Die Unterklasse der Ungeflügelten Insekten, der Apterogonea, die an feuchten dunklen Orten von organischen Abfällen leben, enthält zwei Ordnungen, die den Symphylen nächststehenden Sackkiefler, Entognatha, mit eingezogenen Mundteilen und die Ektognatha mit freiliegenden Mundteilen.

Von der 1. Unterordnung der Entognatha, den Campodeidea, ist im Bernstein nur eine Art, *Campodea Darwinii* gefunden worden. Aus der 2. Unterordnung, den Beintastern (Protura), kennt man bisher noch keinen Vertreter. Dagegen sind aus der 3. Unterordnung, den Springschwänzen (Collembola) ca. 50 Arten beschrieben worden. Gewisse Formen gehören zur Rinden- und Moosfauna; ihre Häufigkeit im Bernstein ist daher verständlich. E. Handschin hat sie zuletzt beschrieben. Noch heute lebt in den norddeutschen Kiefernwäldern eine Collembolenfauna, die jener des Bernsteinwaldes ähnelt.

Die 2. Ordnung der Apterogonea wird durch die Zottenschwänze (Ektognatha oder Thysanura) vertreten. Diese Tiere erinnern in ihrem Bau an die Geradflügler und leiten offenbar zu diesen über. Ihr gestreckter, dicht mit metallisch glänzenden Schuppen bedeckter Körper (daher „Silberfischchen“) zeigt borstenförmige Fühler und drei Schwanzborsten. Beide heute unterschiedenen Familien sind nach von Olfers und Silvestri im Bernstein vertreten, die Lepismatidae (zu denen das Silberfischchen, *Lepisma saccharina*, gehört) durch je eine Art der ausgestorbenen Gattungen *Lampropholis* und *Lepidothrix* und die Machilidae mit 8 Arten, die rezenten Vertretern in Südeuropa nahe verwandt sind.

Damit kommen wir zur 4. und letzten Unterklasse der Tracheentiere (Eutracheata), den geflügelten Insecta.

Von den Insekten i. e. S. waren schon vor 40 Jahren aus der Klebschen Inkludensammlung ca. 450 Zweiflüglerarten, 60 Ameisenarten,

15 Schabenarten, 40 Holzlausarten sowie zahlreiche Trichopteren, Collembolen und Thysanuren beschrieben worden. Von Käfern aber waren nicht weniger als 452 Gattungen festgestellt. Klebs hat auch über das zahlenmäßige Verhältnis der einzelnen Formen zueinander während seiner Arbeiten für die Bernsteinwerke der Firma Stantien u. Becker eine Statistik aufgestellt. Ihr sei folgendes entnommen: „Im Durchschnitt von allen Bestimmungen aus unausgesuchtem Grubenstein dürfte folgende Zusammensetzung der Kleintiere wohl der des Bernsteinwaldes am nächsten kommen: Dipteren 50,9, Hymenopteren 5,1, Phryganiden 5,6, Microlepidopteren 0,1, Coleopteren 4,5, Collembolen 10,6, Thysanuren 0,1, Rhynchoten 7,1, Orthopteren 0,5, Spinnen 4,5, Milben 8,6, Verschiedenes 2,4 Prozent.“ Doch muß zu diesen Vergleichszahlen gesagt werden, daß die Gefahr der Einbettung in das Harz der Bernsteinbäume für die verschiedenen Organismen je nach dem Biotop, dem sie angehörten (Wald, Wiese etc.), und je nach sonstiger Lebensweise und Größe doch eine recht unterschiedliche gewesen ist. Die Zahlen von Klebs dürfen also nicht ohne Kommentar als maßgebend für die Zusammensetzung der Fauna der Bernsteinwälder und ihrer nächsten Umgebung angesehen werden. In dieser Hinsicht sind daher die Untersuchungen von Ch. T. Brues bemerkenswert, die dieser Forscher 1933 vergleichsweise über die Populationen der Insekten in rezenten Wäldern Nordfloridas an zur Terpentin-gewinnung angeschlagenen Kiefern und mit einer Art Fliegenpapier in Nord-Massachusetts angestellt hat, worauf hiermit verwiesen sei.

Wir unterscheiden 17 Ordnungen. Von allen sind Vertreter im Bernstein überliefert.

Zur 1. Ordnung, den Geradflüglern (Orthopteren) gehören die 5 Unterordnungen der Ohrwürmer (Dermaptera), Schaben (Blattodea), Fangheuschrecken (Mantodea), Gespenstheuschrecken (Phasmodea) und echten Heuschrecken (Saltatoria).

Von den Ohrwürmern (Dermaptera) sind bisher 10 oder 11 Arten beschrieben worden, die alle zum größeren Teile der Familie der Forficulidae angehören, zum kleineren den nahestehenden Labiduridae. Die vorgefundenen *Forficula*-Arten (z. B. *baltica*, *Klebsi*, *pristina*, *praeursor*) stehen rezenten Arten aus Afrika und Indien nahe.

Die 2. Unterordnung, die Schaben (Blattodea), ist im Bernstein stärker vertreten. Mehr als zwei Dutzend Arten hat allein Shelford beschrieben. Durch ihre Lebensweise im Fall-Laub des Waldes, in alten Strünken und in modernem Holz kamen sie leicht in die Gefahr, vom Harz eingebettet zu werden. So ist auch die Individuenzahl eine erhebliche. *Ectobius balticus* ist mit *E. lapponicus* aus Europa nahe verwandt. Andere Formen stehen subtropischen der Jetztzeit nahe. Besonders häufig sind *Phyllodromia*-(*Blattella*-) Arten, die typische Waldbewohner darstellen. Häufig sind im Bernstein auch Schabenlarven.

Die 3. Unterordnung der Geradflügler wird durch die Fangheuschrecken (Mantodea) gebildet mit der einzigen Familie der Mantidae. Die bekannteste rezente Form aus dieser ist die Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*) Mittel- und Südeuropas. Handlirsch erwähnt nach Guérin eine artlich nicht näher gekennzeichnete „*Mantis*“ aus dem Bernstein, daneben eine (*Chaetoessa brevia*lata). Die letzte ist nach R. Klebs aber eine Kopal-Inkluse und scheidet für uns aus. Die Königsberger Sammlung besaß jedoch ein ausgezeichnetes Exemplar einer Mantide mit den mächtigen Fangarmen dieser Räuber. Bachofen-Echt führt aus seiner Sammlung auch drei Larven an, die wenigstens zu zwei verschiedenen Arten gehören. Nach M. Beier stehen diese Larven denen südamerikanischer, baumbewohnender Formen nahe und deuten so auf ein subtropisches Klima im Bernsteinwald.

Die Angehörigen der 4. Unterordnung, der Gespenstheuschrecken (Phasmodea) haben einen stab- oder blattförmigen Körper (Stabheuschrecken, „Wandelndes Blatt“). Von Stabheuschrecken ist die *Pseudoperla lineata* aus dem Bernstein bereits länger bekannt, ebenso *P. gracilipes*. Neben ausgewachsenen Tieren finden sich häufiger auch Larven. Die Verwandtschaft weist nach Südamerika.

Aus der 5. Unterordnung, den Echten Heuschrecken (Saltatoria), sind von der Familie der Gryllacridae, welche die primitivsten Formen stellt, durch L. Chopard 3 Arten aus dem Bernstein beschrieben worden: *Prorhaphidophora antiqua*, *P. Zeumeri* und *P. tachycinoides*. Feldheuschrecken (Acrydiidae) sind bisher nicht bekannt geworden. Das ist bei ihrem Leben im offenen Land verständlich. Dagegen kennen wir verschiedene Laubheuschrecken (Locustidae = Tettigoniidae), wie sie in Wald und Gebüsch leben. *Eomortoniellus Handlirschi* und *Lipotactes Martynovi* haben ihre rezenten Verwandten auf den Sunda-Inseln. Schließlich sind mehrere Angehörige der Familie der Grabheuschrecken oder Grillen (Achetidae) gefunden worden, obwohl sie meist unterirdisch in selbstgegrabenen Gängen und Höhlungen leben, die sie aber natürlich zeitweise auch verlassen. Durch Germar und Berendt, sowie Chopard wurde je eine Art der Gattungen *Trichogryllus* (*Cyrtoxiphus*), *Heterotrypus*, *Madasomma* und *Stenogryllodes* beschrieben, die Verwandte auf den Sundainseln und in den übrigen Tropen besitzen.

Von der 2. Ordnung der geflügelten Insekten, den Corrodentia, sind besonders die Angehörigen der 1. Unterordnung, die Termiten (Isoptera), durch ihre Staatenbildung bekannt geworden. Sie spielen, zumal sie immer in bedeutender Individuenzahl auftreten, eine sehr wichtige Rolle als Holzzerstörer. In allen tropischen und subtropischen Ländern sind die heutigen Termiten zu Hause. Kein Wunder, daß ihr Auftreten im Bernstein von jeher besonderes Interesse gefunden hat. Aus dem Zusammenvorkommen mehrerer oder gar zahlreicher Individuen in einem Bernsteinstück kann man, wie Bachofen-Echt gezeigt hat, das Leben der Termiten, soweit es sich im Freien abspielte, wiedererkennen. Allerdings fanden sich bisher nur ausgewachsene Exemplare mit Flügeln und solche, welche Flügel abgeworfen hatten. Larven sind selten, Arbeiter und Soldaten aber fehlen unter den Bernsteininklusionen. Man ist jedoch nicht berechtigt anzunehmen, daß sie überhaupt gefehlt hätten. Vielmehr muß man vermuten, daß die ständig in den Termitenbauten lebenden oder diese nur in gedeckten Galerien verlassenden Arbeiter und Soldaten kaum je in Gefahr gerieten, vom Harz eingefangen zu werden. Bei den Bernsteintermiten, mit denen sich zuletzt besonders Baron K. v. Rosen beschäftigt hat, handelt es sich durchweg um holzbewohnende Formen. Vor allem die Angehörigen der im Bernsteinwald besonders häufigen Gattung *Leucotermes* leben meist in totem Holz. Von der ziemlich hoch entwickelten Familie der Calotermitidae wurden *Termopsis Bremii*, *Archotermopsis Tornquisti* (Abb. 8), *Calotermes Berendtii* und *C. affinis*, Formen, die keine Galeriebauer sind und auch keine großen Wanderungen unternehmen, gefunden, ferner 5 sehr häufige *Electrotermes*-Arten. Von den Mesotermitidae lieferte der Bernstein bisher 3 Arten der Gattung *Leucotermes*: *antiquus*, *borussicus* und *robustus*. (Ein größeres Material von Bernstein-Termiten der Königsberger Sammlung, das sich in Bearbeitung durch Baron Rosen befand, ist leider einem Luftangriff auf München zum Opfer gefallen.) Von den tiefststehenden, noch an Schaben erinnernden Termitenformen (*Mastotermes* etc.), die heute den Tropen angehören, kennt man im Bernstein keine Vertreter. Die Termitenfauna des Bernsteinfestlandes gehört vielmehr ausgesprochen der holarktischen

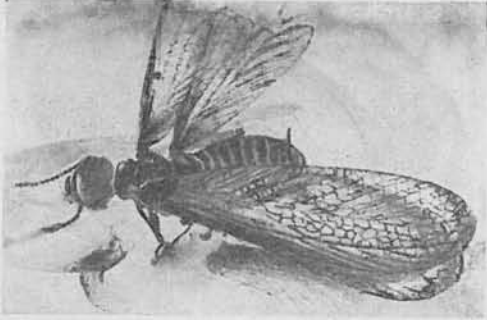


Abb. 8. Die Termiten *Archotermopsis Tornquisti*. Vergr. Nach von Rosen

Fauna an. Sie entspricht klimatisch derjenigen der heutigen Mittelmeerlande und der südöstlichen Provinzen der Vereinigten Staaten.

Die 2. Unterordnung der Corrodentia, die Bodenläuse (Zoraptera) sind im Bernstein bisher nicht gefunden worden. Dagegen haben die Holzläuse (Psocidea, Copeognatha) welche die 3. Unterordnung bilden, eine ganze Reihe von Einschlüssen (bisher 29 Arten) geliefert. G. Enderlein (1911) hat ihnen eine ausgezeichnete Monographie gewidmet. Die kleinen, auf Laub- und Nadelhölzern verborgen lebenden Tiere nähren sich durchweg von Moosen, Flechten und Pilzen, die sie an der Rinde der Bäume abweiden. Die häufigste Art *Archipsocus puber* (die Gattung wurde zuerst aus dem Bernstein beschrieben) hat normal geflügelte Tiere und solche mit zu kleinen Schuppen reduzierten Flügeln geliefert; sie lebte wahrscheinlich, wie man es bei den rezenten tropischen Arten findet, in Kolonien. Der Lebensraum der Holzläuse ist heute tropisch bis warm gemäßigt.

Daß man auch von den ektoparasitisch lebenden Federlingen (Mallophaga) und den Läusen (Anoplura), welche die 4. und die 5. Unterordnung der Corrodentia bilden, im Bernstein Vertreter finden würde, war bis vor kurzem nicht in Betracht gezogen worden. Diese Corrodentia leben auf Vögeln und Säugetieren von deren Hautgebilden und kleben ihre Eier an Federn oder Haaren fest. Unlängst hat nun E. Voigt an einem Haarbüschel eines Bernsteinstückes ca. 0,27 mm lange birnförmige „Nissen“ gefunden, wie sie die rezenten Läuse (Pediculidae) an den Haaren ihrer Wirtstiere festzukleben pflegen (Abb. 9). Damit sind überhaupt zum ersten Male auch diese Parasiten fossil nachgewiesen worden, eine an sich höchst bedeutsame Tatsache, wenn auch sonst aus dem Vorkommen dieser an das „Mikroklima“ der Warmblüter angepaßten parasitisch abgewandelten Tiere weitergehende Schlüsse kaum möglich sein dürften.

Die 3. Ordnung, die Blasenfüßer (Thysanoptera) sind kleine Insekten, die auf Blättern und Blüten oder in Baumrinde in allen Regionen leben. Von den 40 bisher aus dem Bernstein beschriebenen Arten gehört die Mehrzahl zu der 1. Unterordnung, den Terebrantia, deren Weibchen einen Legebohrer besitzen. Nicht weniger als 24 Arten gehören den Thripidae an (mit nach unten gekrümmtem Legebohrer). Aus der 2. Unterordnung, den Tubulifera, hat bisher nur die Familie der Phloeothripidae 7 Arten geliefert.

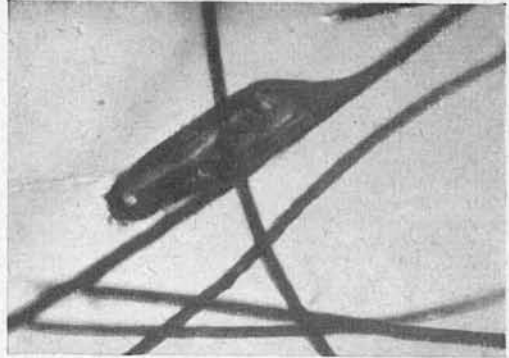


Abb. 9. Nisse einer alttertiären Laus an Haaren eines Nagetieres(?) des Bernsteinwaldes. 100× nat. Größe. Nach Ehrhard Voigt

Sehr selten sind im Bernstein Vertreter der 4. Ordnung, der Embidaria. Nur eine Art wurde bisher beschrieben: *Oligotoma antiqua*.

Auch die Angehörigen der 5. Ordnung, die Steinfliegen oder Uferbolde (Plecoptera), sind im Bernstein verhältnismäßig selten. Diese Insekten sind äußerst scheue Tiere, die sich in der Nähe von Gewässern unter Baumwurzeln oder Steinen, in rissiger Rinde sowie in hohlen Weiden aufhalten. Nur bei gutem Wetter sieht man sie auf Zweigen oder Blättern von Uferpflanzen sitzen, und so sind es vor allem Tiere mit zusammengefalteten Flügeln, die im Bernstein ihr Grab fanden. Da die Larven der Uferbolde ihre Entwicklung in fließenden Gewässern durchmachen, in denen sie sich vor allem von den Larven der Eintagsfliegen nähren, geht auch aus ihrem Vorkommen das ehemalige Vorhandensein von Bächen und Flüssen hervor. Aus der Familie der Afterfrühlingsfliegen (Perlidae) hat Hagen 1856 schon drei Arten beschrieben. Von den Nemuridae führt Handlirsch nach Hagen, Pictet und Berendt 11 Arten an. Die Mehrzahl der heute lebenden Steinfliegen gehört der nördlichen Erdhälfte an.

Daß von Angehörigen der 6. Ordnung, den Wasserjungfern (Odonata), bisher nur einmal eine zu der Familie der Agrionidae gehörige Art — *Platycnemis antiqua* — gefunden wurde, ist verständlich; denn der Lebensraum dieser ausgezeichneten Flieger ist die Luft über Gewässern und Sümpfen; der Wald aber ist und war ihnen fremd. Von ihren im Wasser lebenden Larven sind wenige Exemplare bekannt geworden.

Etwas häufiger überliefert sind Angehörige der 7. Ordnung, der Eintagsfliegen (Ephemeroidea), doch kennen wir nicht einmal ein Dutzend Arten aus dem Bernstein. Neben männlichen und weiblichen Tieren sind auch Larvenhäute und das letzte Häutungsstadium (Subimagines) gefunden worden.

Über die im Bernstein vorkommenden Arten der 8. Ordnung, der Netzflügler (Neuropteroidea) haben neuerdings L. Krüger 1923 und G. Enderlein 1929 (1930) berichtet. Von den Großflüglern (Megaloptera) kennt man 2, die vielleicht zu den Wasserflorfliegen (Sialidae) gehören. Die Kamelhalsfliegen (Raphidioidea) sind durch eine *Raphidia (Inocellia) erigena* vertreten und durch eine nicht näher bestimmbare Larve.

Von den Plattflüglern oder Landhaften (Neuroptera s. str.) gibt Krüger folgende Familien aus dem Bernstein an: Nymphesidae (1 Art), Osmyliidae (1), Sisyridae (1), Berothidae (1), Psychopsidae (1), Hemerobiidae (3). Dazu kommen (nach Enderlein) 4 Arten der Coniopterygidae sowie (nach Klebs) eine größere Larve, die zu den Ameisenlöwen (Myrmeleontidae) oder zu den Schmetterlingshaften (Ascalaphidae) gehört. Soweit man bis jetzt übersehen kann, finden sich nach K. Ander (1942) unter den Netzflüglern des Bernsteins außer paläarktischen Formen, die am zahlreichsten sind, auch der heutigen europäischen Fauna völlig fremde Typen, die auf Australien, Hinterindien und Südkina sowie auf Süd- und Südostafrika beschränkt sind.

Von den Angehörigen der Schnabelfliegen (Mecoptera) (9. Ordnung) sind bisher nur wenige Inkluden bekannt geworden. Diese Tiere haben ihren Höhepunkt anscheinend schon vor dem Tertiär überschritten. Bisher sind nur 2 Arten gefunden worden; die eine, zur Gattung *Electropanorpa* gehörig, hat Beziehungen zu der in Europa und Sibirien lebenden Skorpionsfliege (*Panorpa communis*). Die andere ist ein *Electrobittacus*.

Die 10. Ordnung der geflügelten Insekten umfaßt die Trichoptera. In der Regel sind die Trichopteren, die sich gern in der Nähe von Gewässern auf Blättern und Baumstämmen aufhalten, in der Ruhestellung (mit zusammengefalteten Flügeln) vom fallenden Harz überrascht und eingeschlossen worden. Nur selten zeigen sie geöffnete Flügel. Nach der ausgezeichneten Bearbeitung der Bernstein-Trichopteren durch G. Ulmer (1912), hat K. Ander 1942 seine zoogeographischen Schlüsse gezogen. Auch die neueste Zusammenstellung von Bachofen-Echt beruht hauptsächlich auf dieser Grundlage, berücksichtigt aber auch eigene Funde. Ulmer, der etwa 5060 Trichopteren-Inkluden untersuchen konnte, behandelte nicht weniger als 152 Arten, die sich auf 56 Gattungen (darunter 30 rezente) verteilen. Bachofen-Echt erwähnt 177 Arten und 60 Gattungen. Er führt auch eine Art der Gattung *Limnophilus* aus der Familie der Limnophilidae an. Diese Familie umfaßt heute etwa 25% der rund 2000 rezenten Arten. Sie herrscht in der nördlichen gemäßigten Zone durchaus vor. Demgegenüber überwiegen auf dem Bernsteinfestland die Polycentropidae mit 44% der Artenzahl (nach Ander), bzw. 69 Arten von 177 (nach Bachofen-Echt). Ihnen folgten die Sericostomatidae und Psychomyidae mit 15,1 bzw. 10,5% (28 bzw. 16 Arten). Diese Zahlen sind bemerkenswert, wenn man bedenkt, daß die Polycentropidae in der rezenten Trichopterenfauna lediglich 6–7% ausmachen. Die Trichopterenfauna des Bernsteins ist nach Ulmer „eine hauptsächlich aus eurasischen und nearktischen Elementen bestehende, aber von südamerikanischen und südasiatischen Formen durchsetzte Mischfauna mit subtropischem Charakter und vorwiegender Entwicklung der Polycentropiden“. Ander bewertet die von Ulmer als tropische Elemente angesprochenen Formen allerdings geringer und kommt nach den zahlenmäßigen Verhältnissen zu der Meinung, daß die Fauna überwiegend holarktisch und das Klima eher warm gemäßig als subtropisch war. Zum Schluß sei noch einmal darauf hingewiesen, daß die Tatsache des Wasserlebens der Trichopterenlarven gewisse Rückschlüsse auf die Art der Gewässer in der nächsten Nachbarschaft der Bernsteinwälder zu ziehen erlaubt. Die zahlreichen „Bachformen“ unter den Trichopteren — wie auch unter den Plecopteren — machen es durchaus wahrscheinlich, daß ein Teil des Bernsteinlandes gebirgig und von zahlreichen rasch fließenden Bächen durchzogen war. Phryganiden-„Köcher“ — die durch Zusammenspinnen von Fremdkörpern hergestellten röhrenförmigen Larvengehäuse — wurden übrigens, obwohl 8 Arten Köcherfliegen (Phryganeidae) vertreten sind, bisher aus Bernstein nicht beschrieben.

Wir kommen zur 11. Ordnung, den Schmetterlingen (Lepidoptera). Man unterscheidet Groß- und Kleinschmetterlinge, Makro- und Mikrolepidopteren. Die seltenen Großschmetterlinge des Bernsteins sind sämtlich nicht genauer bearbeitet. Erwähnt werden 1 Art der Gattung *Lycaenites* (Lycaenidae), 1 der Gattung *Papilio* (Papilionidae), 1 der Gattung *Tripbaena* (Noctuidae), 1 (in voller Zeichnung erhaltene) Art der Gattung *Arctia* (Arctiidae) und je 1 Art der Gattungen *Sesia* und *Sphinx* (Sphingidae). Nicht allzu selten sind Larvensäcke, die mindestens z. T. Vertretern der Familie der Sackspinner (Psychidae) angehören dürften. Die Kleinschmetterlinge hat H. Rebel nach einem allerdings nicht großen Material neuerdings bearbeitet. Bis jetzt sind mindestens 44 Arten beschrieben worden. Eine Bernsteinform gehört der auch noch rezent vorkommenden Gattung *Micropteryx* (Micropterygidae) an. Ihre Larven mögen an den Lebermoosen gelebt haben, die im Bernsteinwald üppig gedeihen. Die übrigen Mikrolepidopteren verteilen sich auf die Adelidae (3 Arten), Incurvariidae (1), Tineidae (9), Hyponomeutidae (7), Elachistidae (1), Oecophoridae (11) und Tortricidae (11). Aus der vorletzten Familie lieferte die Gattung *Borkhausenites* allein 9 Arten. Diese dürften sich, so meinte Bachofen-Echt, an den unteren Partien der Stämme aufgehalten haben, wo sie mit ihrem langen Rüssel Ausscheidungen aus Rindenspalten aufsaugten und daher leicht mit dem Harzfluß in Berührung kamen. Ihre Larven lebten wohl unter der Rinde morscher Bäume und in deren Mulm. Die bisher bekannte Mikrolepidopterenfauna des Bernsteins ist recht einförmig. Sie besitzt keine Arten, die der paläarktischen Region fremd wären. Auch *Micropteryx* hat eine rein paläarktische Verbreitung.

Mehr als die Hälfte der tierischen Bernsteineinschlüsse, nämlich 50—60%, entfällt auf die Angehörigen der 12. Insektenordnung, auf die Zweiflügler (Diptera). Von den heute bekannten ca. 51 000 Arten entfallen mehr als 9000 auf die Mücken (Nematocera) und an 42 000 auf die Fliegen (Brachycera). Von diesen sind „orthorhapha“ Brachycera mit ca. 14 000 Arten, „cyclorhapha“ mit ca. 28 000 Arten bekannt. Die Cyclorhapha haben oberhalb der Antennen eine halbkreisförmige Furche, eine sogenannte Bogennaht, die den Orthorhapha fehlt. H. Löw wollte schon 1864 etwa 800 Zweiflüglerarten aus dem Bernstein unterschieden haben; aber nur etwa 650 seien so gut erhalten, daß sie beschrieben werden könnten. Handlirsch gab in einer von Ander „vermutlich recht unkritisch“ genannten Zusammenstellung 1921 etwa 900 Arten für das Alttertiär an. Die neueste Übersicht von Bachofen-Echt (1949) führt aus dem Bernstein 554 Nematoceren, 243 Brachyceren und 72 Cyclorhapha, zusammen also 869 Arten an. Die Mücken (Nematocera) sind meist schlanke Tiere mit gut entwickelten, sehr verschieden gestalteten Fühlern, die meist reichlich Sinneshaare tragen. Die Larven der Pilzmücken (Mycetophilidae) entwickeln sich vorwiegend in den oberirdischen Sporenkörpern von Pilzen. Sie werden daher auch Fungivoridae genannt. Im Bernstein fanden sich von dieser Familie etwa 100 Arten, ein Hinweis darauf, daß auch „Hutpilze“ in den Bernsteinwäldern vorkamen. Die Schmetterlingsmücken (Psychodidae), deren Larven sich meist in jauchigem Wasser, aber auch an sumpfigen Orten, in Baumhöhlungen und in Pilzen entwickeln, sind mit ca. 30 Arten im Bernstein vertreten. Die Larven der Stechmücken (Culicidae), deren Weibchen Blut saugen, leben überwiegend in stehenden Gewässern, seltener, wie gewisse *Anopheles*-Arten, auch in rasch fließenden Bächen. Bis jetzt wurden von ihnen im Bernstein 5 Arten gefunden. Nach der Zusammenstellung von Bachofen-Echt fanden sich bisher im Bernstein (außer den schon genannten Familien) von Schnaken (Tipulidae) 16 Arten,

von Stelzmücken (Limnobiidae) 85 Arten, die zu 30 Gattungen gehören, von Sciophilidae (Larven in Rindenschwämmen, Pilzen und faulenden Strünken) ca. 50 Arten, von Zelmiridae ca. 20, von Trauermücken (Sciaridae) ca. 50, von Gallmücken (Cecidomyiidae) ca. 25, von Haarmücken (Bibionidae) ca. 10, von Zuckmücken (Chironomidae) mehr als 60 (Abb. 10), von Gnitzen (Heleidae) 25, von Kriebelmücken (Simuliidae) ca. 12 Arten. Außerdem liegen von etwa 1 Dutzend weiterer hier namentlich genannter Familien jeweils nur einzelne Arten vor. Von diesen verdient noch die primitive Tanyderide *Macrochile* hervorgehoben zu werden.



Abb. 10. Kopf eines Zuckmücken- (Chironomiden-) Männchens. Stark vergrößert

Von den Fliegen besprechen wir zuerst die Brachycera Orthorhapha (mit gerader „Naht“). Von den primitivsten Formen, die noch den Nematoceren nahesteht, erwähne ich die Rhachiceridae, die mit den Gattungen *Chrysothemis* und *Electra* vertreten sind, ferner die Holzfliegen (Xylophagidae) mit wenigen Arten der Gattungen *Xylophagus*, *Bolbomyia* und *Habrosoma*. Die Larven der Holzfliegen halten sich unter der Rinde oder im Holz abgestorbener Bäume auf, wogegen die fertigen Fliegen an den Baumstämmen leben. Die Schnepfenfliegen (Rhagionidae) sind mit etwa 14 Arten überliefert. Bemerkenswert ist die Familie der Bremsen (Tabanidae), deren Weibchen meist Blutsauger sind, ein Hinweis auf das Vorhandensein von (wohl auch größeren) Säugern im Bernsteinwald. 5 hierher gehörende Arten der Gattungen *Silvius*, *Tabanus* u. a. sind beschrieben worden. Von den Waffinfliegen (Stratomyiidae) sind 3 Arten, von den Acroceridae ist 1 Art bekannt geworden. Je 6 Arten der sonnenliebenden Raub- oder Mordfliegen (Therevidae und Asilidae), die sich von ihren Ruheplätzen an Bäumen als „Habichte der Insektenwelt“ auf heranschwirrende Insekten stürzen, sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie (im Gegensatz zu einer Äußerung des alten Insektenforschers L^öw) zeigen, daß auch sonnenbeschienene, offene Wiesen oder Lichtungen in den Bernsteinwäldern vorhanden waren. Auch die Wollschweber (Bombyliidae), von denen wir 3 Arten kennen, deuten in eine ähnliche Richtung; denn auch sie lieben warme, trockene, sandige Örtlichkeiten. Mit mehr als 100 Arten aus über 20 Gattungen sind die Tanzfliegen (Empididae) vertreten, die gern in Wäldern schwärmen. In nahezu gleicher Häufigkeit finden sich die räuberischen Langbeinfliegen (Dolichopodidae).

Sehr viel artenärmer dürften die meisten Familien der cyclorhaphen Brachycera auf dem Bernsteinfestlande gewesen sein, denn von vielen kennt man nur 1 oder 2 Arten. Etwa 12 Arten Buckelfliegen (Phoridae) sind gefunden worden; zu ihnen gehören Termiten- und Ameisengäste; andere leben als Larven parasitisch in Bienenlarven. Gut bearbeitet sind neuerdings durch Carpenter und Hull 1939 sowie durch M. Aczél 1948 die Augenfliegen (Dorilaidae), von denen der Letztgenannte allein 12 Arten beschreiben konnte. Die Schwebfliegen (Syrphidae) haben bisher über ein Dutzend Arten geliefert; sie sind sonnenliebende Blütenbesucher.

Auch Agromyzidae, deren Larven in Blättern minieren (daher Minierfliegen), sind mit etwa 5 Arten vertreten. Von den teils nordhemisphärischen, teils tropischen Diopsidae sind 2 Arten der Gattungen *Sphyracephala* und *Diopsis*? bekannt. Die Helomyzidae, deren Larven und Imagines an Exkrementen und Aas, aber auch an frischen Bruchflächen von Bäumen leben, lieferten bisher 8 Arten. Ferner sind 3 Arten der auf sauer gärenden vegetabilischen Substanzen lebenden Obstfliegen (Drosophilidae) beschrieben worden, die zu den Taufliegen (*Drosophila*) gehören. Von den Muscidae lieferte die Gattung *Musca*, der unsere Stubenfliege angehört, nicht weniger als 11 Arten. Von den Blumenfliegen (Anthomyiinae) sind 14 Arten, von den Stechfliegen (Stomoxydinae) 1 Art bekannt geworden. Schließlich sind von den Schmeiß-, Aas- und Raupenfliegen (Larvovoridae), deren Larven teils Allesfresser sind, teils parasitisch leben, wogegen die Imagines Blüten besuchen, 7 Arten beschrieben worden. Ander hat 1942 eingehend die Bedeutung der so ungeheuer mannigfaltigen Dipterenfauna des Bernsteins für die Ermittlung des Klimas des Bernsteinfestlandes diskutiert. Er faßt sein Urteil dahin zusammen, „daß die Dipterenfauna des Bernsteinwaldes für ein warm gemäßigtes Klima spricht.“

Von den tierischen Bernsteineinschlüssen wurde wohl am häufigsten ein Floh genannt. Er gehört zur 13. Insektenordnung, den Flöhen (Siphonaptera = Aphaniptera). Das einzige bis vor kurzem überhaupt fossil bekannt gewordene Exemplar aus dieser Ordnung entdeckte Klebs, seine wissenschaftliche Bearbeitung lieferte A. Dampf, der seine Verwandtschaft feststellte und ihm den Namen gab: *Palaeopsylla Klebsiana*. Die Gattung ist rezent als Schmarotzer auf kleinen Nagern oder Insektenfressern bekannt. Der Fund zeigt, daß auch die Säugetiere des Bernsteinwaldes bereits von Flöhen heimgesucht wurden. Da im Oligocän bereits Angehörige der Maulwürfe (Talpidae) und Spitzmäuse (Soricidae) vorkamen, dürfen wir annehmen, daß ein Vertreter einer dieser Familien den Bernsteinwald bewohnte und der *Palaeopsylla* als Wirt diente. Neuerdings ist ein zweiter Bernsteinfloh entdeckt worden, harrt aber noch der endgültigen Auswertung.

Die Käfer (Coleoptera), welche die 14. Ordnung bilden, sind mit etwa 300 000 Arten die in der Jetztzeit artenreichste Insektenordnung. Sie hat uns auch aus der Bernsteinzeit die größte Artenzahl (mehr als 1000) überliefert. Leider ist nur ein geringer Teil der Familien gründlich bearbeitet.

Viele Käferfamilien sind im Bernstein mit einer großen Zahl von Arten vertreten, so die Laufkäfer (Carabidae), von denen allein etwa 30 Gattungen bekannt wurden. Etwa ebenso häufig sind die Kurzflügler (Staphylinidae), von denen bisher mehr als 60 Arten vorliegen. Von den Blattkäfern (Chrysomelidae) kennt man sogar ca. 70, von den Rüsselkäfern (Curculionidae) etwa 64, von den Palpenkäfern (Pselaphidae) etwa 50, von den Schnellkäfern (Elateridae) über 50 Arten. Leider können bei der ungeheuren Fülle hier nur einige bemerkenswerte Formen herausgehoben werden. So sei von den Sandlaufkäfern (Cicindelidae), die sonnenfrohe und lebhaft Tiere sind, besonders die *Tetracha carolina* genannt, die W. Horn aus dem Bernstein beschrieben hat. Es ist das eine noch rezente Gattung und Art. Es „handelt sich vielleicht um den einzigen sicheren Fall, wo eine Bernsteinart bis in die Gegenwart fortgelebt hat“ (Ander). Die Art gehört heute dem südlichen Nordamerika, Zentralamerika und dem nördlichen Südamerika an. Auf dasselbe Klimagebiet weist die im Bernstein durch die Gattung *Priacma* vertretene Familie der Cupedidae hin. aus der P. de Peyerimhoff 1909 ein Exemplar

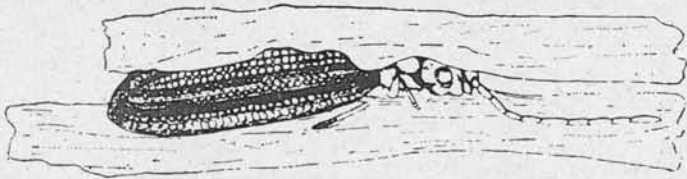


Abb. 11. Der Käfer *Priacma tessellata* in situ in Bernstein-Coniferenholz. Nach P. de Peyerimhoff 1909

der *Priacma tessellata* beschrieb, das an seinem Lebensort innerhalb von Bernsteinholz aufgefunden wurde — ein für den Bernstein bisher einzig dastehender Fund! (Abb. 11). Bemerkenswerte Formen stellen sodann die Fühlerkäfer (Pausidae) dar, die von E. Wasmann bearbeitet wurden. Das sind durch ihre Lebensweise als Ameisengäste gesetzmäßig abgewandelte Laufkäfer-Verwandte. Sie leben heute in etwa 375 Arten in den Tropen und Subtropen sowie in der südlichen Paläarktis. Es handelt sich also um ausgesprochen wärmeliebende Formen. 20 Arten aus 7 Gattungen wurden beschrieben; von ihnen lebt *Arthropterus* noch heute in Australien. Die Schwimmkäfer (Dytiscidae) und die Taumelkäfer (Gyrinidae), von denen der Bernstein bisher 3 bzw. 6 Arten lieferte, interessieren als Bewohner von Gewässern. Sie dürften bei dem abendlichen Wechsel ihrer Wohngewässer an den klebrigen Bernstein angefliegen und dadurch überliefert sein. Aquatisch leben auch die Larven der Helodidae, die wohl die individuenreichste Familie der Bernsteinkäfer überhaupt darstellen. Sie sind mit etwa 2 Dutzend Arten bekannt geworden. Dagegen kennt man von den in der Jetztzeit mit etwa 1700 Arten vorkommenden „Wasserkäfern“ (Hydrophilidae) bisher nur eine Bernsteinart, die der rezenten Gattung *Cercyon* nahesteht, aber auch auf dem Lande in faulenden Schwämmen, morschem Holz etc. leben soll. Auf alle Fälle deuten diese Vorkommnisse auf das Vorhandensein vieler Gewässer im Bereiche der Bernsteinwälder hin. Ferner seien von den etwa 65 Käferfamilien, die gegenüber den etwa 107 rezenten Familien im Bernstein vertreten sind, noch die ausgesprochenen Baumschädlinge, vor allem die Borkenkäfer (Ipidae) genannt. Über sie hat nach Hagedorn (1906) zuletzt K. E. Schedl (1947) veröffentlicht. Diese kleinen, walzenförmigen Tiere, von denen heute etwa 2000 Arten bekannt sind, leben als Larven und als fertige Käfer stets im Innern verschiedener Pflanzenteile, vor allem in Holzgewächsen. Dort nagen sie teils unter der Rinde, teils bis in den Holzkörper hinein artspezifische Gangsysteme aus. 8 Arten der heute tropischen Kernkäfer (*Platypus*) sind bekannt geworden. Dazu kommen etwa zwei Dutzend Arten der Gattungen *Hylastes* (Bastkäfer), *Hylurgops*, *Hylescierites*, *Xylechinites*, *Phloeosinites*, *Charpoborites*, *Taphramites* und *Thaphrorhynchus*. Dagegen fehlen Vertreter der Gattungen *Ips*, *Pityophthorus* und *Pityogenes*, die heute in unseren Nadelhölzern großen Schaden anrichten, im Bernstein vollständig. Von den vorgefundenen Gattungen leben heute die *Hylastes*-Arten meistens in Kiefern und Fichten, die *Phloeosinus*-Arten in Thujen, Cypressen und Wacholder-Verwandten, die *Xylechinus*-Arten aber ausschließlich in Fichten. Das ist im Hinblick auf das über das Vorkommen dieser Baumarten in den Bernsteinwäldern Gesagte von hohem Interesse. Neben den Ipidae sind aber auch Familien vertreten, die vor allem Laubbäume befallen; dahin gehören die Kapuzinerkäfer (Bostrychidae) (mit ca. 12 Arten), die Melasidae (14), die Splintkäfer (Lyctidae) der Eichen (1), die Lymexylonidae (12),

die Pyrochroidae (4) und die Hirschkäfer oder Feuerschröter (Lucanidae) der Eichen mit 5 Arten, darunter *Palaeognathus succini* mit Verwandten aus Südamerika, Südafrika und der australischen Region.

Trotz dieser und früher bereits erwähnter tropischer Elemente sind die allermeisten Käfergattungen des Bernsteins paläarktisch oder allgemein holarktisch verbreitet. Das konnten wir auch schon für andere Insektenordnungen feststellen.

Von der 15. Ordnung, den Fächer- oder Kolbenflüglern (Strepsiptera), ist nur *Mengea tertiaria* in 5 Männchen gefunden worden. Diese wurden zuletzt von R. Keilbach (1939) beschrieben. Der Bau der *Mengea* ist ursprünglicher als der irgendeiner rezenten Form. Die Fächerflügler sind heute zwar weltweit verbreitet, aber ausgesprochen wärmeliebend und demgemäß vorwiegend tropisch und subtropisch.

Von der 16. Ordnung, den Hautflüglern (Hymenoptera), mögen heute etwa 80 000 Arten leben. Aus dem Bernstein kennt man gegen 400. Die 1. Unterordnung wird durch die Symphyta repräsentiert, welche die Blatt- und Holzwespen zusammenfaßt; sie sind Pflanzenfresser, einzeln lebende Tiere. Ihre Larven erzeugen vielfach Gallen in Blättern. Andere leben frei an Pflanzen oder bohren in Holz. Am häufigsten sind wie in der Jetztzeit (etwa 3500 Arten) so auch im Bernstein (mit 9 Arten) die Blattwespen (Tenthredinidae). Darunter ist die Kiefernblattwespe *Lophyrus* mit 2 Arten vertreten. Ihre freilebenden, Schmetterlingsraupen ähnlichen „Afterraupen“ wurden schon damals von den ebenfalls in Kiefernwäldern lebenden (mit 3 Arten im Bernstein gefundenen) Tryphoninen, die zu den Schlupfwespen (Ichneumonidae) gehören, parasitiert. Je 2 Arten lieferten die nahe verwandten Halmwespen (Cephalidae) und die Holzwespen (Siricidae).

Sehr viel häufiger sind die Vertreter der Apocrita, der 2. Unterordnung. Mit ihren parasitischen Vertretern im Bernstein ist Brues seit 1923 beschäftigt. Insgesamt mögen aus dem Bernstein etwa 370 Arten der Apocrita bekannt sein. Etwa 25 Arten lieferten die heute mit über 12 500 Arten bekannten Schlupfwespen (Ichneumonidae), deren Larven vorwiegend in Schmetterlingslarven parasitieren. Nahe verwandt sind die Braconidae mit etwa 5000 lebenden Arten, deren Larven sich vielfach in Käferlarven entwickeln. Es ist erstaunlich, wie die Legebohrer der Braconiden-Weibchen sogar Holzschichten zu durchdringen vermögen, um ihre Brut an die Wirtstiere heranzubringen; kein Wunder, daß der Bernstein von 40 Gattungen über 80 Arten einfangen konnte. 37 Arten lieferten bisher die Serphidae, deren Larven parasitisch in allen möglichen Insekten oder deren Eiern leben. Von den Bethyloidea haben 17, teils nur fossil bekannt gewordene Gattungen 27 Arten geliefert. Besonderes Interesse aber verdienen die vielfach sozial lebenden Ameisen, Wespen und Bienen. Die dominierende Familie bilden die Ameisen (Formicidae). Ihnen hat der bekannte Ameisenforscher W. M. Wheeler 1914 eine umfangreiche Monographie gewidmet. Ihm lagen allein 11 678 Exemplare aus dem Bernstein vor. Sie verteilten sich auf die Unterfamilien Ponerinae (8 Gattungen; 10 Arten; 111 Exemplare), Myrmicinae (15; 30; 232), Dolichoderinae (7; 20; 7508) und Camponotinae (= Formicinae) (13; 32; 3827). Das sind insgesamt 43 Gattungen und 92 Arten. 19 Gattungen und alle Arten sind ausgestorben. Den größten Individuenreichtum zeigten die Dolichoderinae mit 64,2% und die Camponotinae mit 32,7% der Gesamtanzahl. Dagegen waren diese in der größten Artenzahl (34,7%) vertreten. Am an Arten und Individuen waren die Ponerinae. Zu diesen gehört die Gattung *Prionomyrmex*, die der primitiven australischen Gattung *Myrmecia* sehr nahe steht,

aber noch ursprünglicher als diese ist. Bachofen-Echt führte u. a. eine Art der Gattung *Anomma* aus der relativ artenarmen Unterfamilie der Dorylinae an. Es handelt sich hierbei vor allem um tropische Formen, und zwar um die ungemein kriegerischen Treiber- oder Wanderameisen, deren über weite Strecken führenden Raubzüge von Tieren (und Menschen) gefürchtet werden, vernichten sie doch alles Lebende, was auf ihren Wegen liegt. Von nordeuropäischen Ameisen sind *Stenamma*, *Myrmica*, *Leptothorax*, *Lasius*, *Formica* und *Camponotus* vertreten. Die große Individuenzahl der Dolichoderinae und der Camponitinae erklärt sich nach Wheeler daraus, daß diese Ameisen im Gegensatz zu den übrigen hochgradig baumlebend sind und folglich mehr der Gefahr ausgesetzt waren, vom Harz eingeschlossen zu werden. Sehr häufig waren 4 Arten: *Iridomyrmex Goeperti* (5428 Exemplare), *I. Geinitzi* (1289), *Formica flori* (1310) und *Lasius Schiefferdeckeri* (1172). Die Arbeiter dieser Arten müssen wie unsere *Formica* und *Lasius* reihenweise die Baumstämme hinauf- und hinabgelaufen sein und sich in den Baumkronen einen großen Teil ihrer Nahrung geholt haben. Dort hatten sie offenbar auch ihre Blattlausherden; denn wir kennen Bernsteinstücke, die sowohl Ameisen wie Blattläuse, die „Ameisenkühe“ Linnés, einschließen. Das Vorkommen mit Ameisen zusammenlebender (myrmecophiler) Käfer, z. B. von Paussiden, zeigt, daß die Myrmecophilie schon eine sehr alte Form des Zusammenlebens ist. Möglicherweise kam auch schon Sklaverei vor. Soldaten wurden im Bernstein bisher nicht festgestellt, wohl aber verschiedene Arbeiterformen (Di- oder Polymorphie). Die gefundenen Larven und Puppen zeigen bereits die gleiche Spezialisierung wie die der heutigen Arten. Kokons sind vorhanden oder fehlen wie bei den rezenten Formen. Gewohnheiten und Instinkte der Bernsteinameisen waren offenbar schon ebenso hoch entwickelt wie heute. Die biogeographische Bedeutung der Ameisenfauna des Bernsteins ist nach Wheeler vor allem durch K. Ander 1942 erörtert worden. Wenn wir von der einen heute ausschließlich amerikanischen Gattung *Erebomyrma* absehen, so ist nur ein Vergleich dieser Fauna mit den Ameisenfaunen Eurasiens und Australiens möglich. Wheeler teilte die Bernsteinameisen in zwei Gruppen ein, in eine holarktische Gruppe von 13 Gattungen und in eine zweite Gruppe, welche Gattungen umfaßt, die der indomalaiischen und der australischen Fauna angehören oder Verwandtschaft dorthin zeigen. Die letzte Gruppe besteht aus 11 rezenten und allen 19 ausgestorbenen Gattungen. Auch wenn man, wie Ander das getan hat, an diesen Berechnungen gewisse Korrekturen anbringt, die den holarktischen Einschlag höher bewerten lassen, so bleibt doch die Tatsache bestehen, daß der tropische Einschlag bei den Hymenopteren stärker ist als bei den Langhornfliegern (Nemocera) und bei den Trichopteren. Die apocriten Bernsteinhymenopteren sind überhaupt auch im ganzen stärker wärmeliebend als die genannten Ordnungen. Das gilt auch für die Wespen (Vespidae), die mit 6 Arten im Bernstein vertreten sind. *Palaeovespa*, die zu den sozial lebenden Wespen gehört, steht der Gattung *Vespa* nahe. Die Wegwespen (Pompilidae) sind mit 2 Arten der Gattung *Pompilus* und die Raubwespen (Sphegidae) mit ein Dutzend Arten verschiedener Gattungen überliefert. Schließlich wären noch die Bienen (Apidae) zu erwähnen, die heute mit etwa 12 000 Arten in allen Zonen leben. Der Bernstein lieferte bisher 33 Arten, vor allem solche, die zu den echten Bienen oder Apinae gehören, mit allein 24 Arten (Abb. 12). Sie gehören den Gattungen *Halictus*, *Andrena*, *Xylocopa*, *Protobombus*, *Electrapis* etc. an. Die Bernsteinbienen erscheinen oft ursprünglicher als ihre rezenten Verwandten. Cockerell hält *Electrapis* für das Bindeglied



Abb. 12. Bienen-Inkluse

zwischen den Honigbienen (*Apis*) und den Hummeln (*Bombus*), *Protobombus* ist möglicherweise die Stammform von *Bombus*. Das von Handlirsch angegebene Auftreten der tropischen Gattung *Melipona* im Bernstein ist nach Salt (1931) unsicher. Die einzigen heute noch lebenden Bienengattungen sind *Andrena*, *Halictus* und *Xylocopa*. Die Gattung *Ctenoplectrella*, die zu den Bauchsammlern oder Megachilinae (mit 9 Arten der Gattungen *Megachila*, *Osmia*, *Glyptapis* u. a.) gehört, ist der indomalaiischen *Ctenoplectra* nächstverwandt. Man hat übrigens gelegentlich Bernsteinblöcke mit bis zu einem Dutzend eingeschlossenen Bienen gefunden.

Die 17. und letzte Ordnung der Insekten sind die Schnabelkerfe (Rhynchota). Wir unterscheiden 2 Unterordnungen, die Wanzen oder Halbflügler (Hemiptera) und die Gleichflügler oder Pflanzensauger (Homoptera). Von den Wanzen sind 60 Arten aus dem Bernstein beschrieben worden; aber fast alle Beschreibungen sind sehr alt. Von den Landwanzen (Geocores) wurden wenige Arten der Springwanzen (Saldidae) und der den Wasserläufern (Hydrometridae) nahestehenden Gerrididae bekannt. Von den mit Fangbeinen ausgestatteten Nabidae sind mehrere Gattungen nicht selten. 2 Arten lieferten die Raubwanzen (Reduviidae), die hauptsächlich den Tropen angehören. Von diesen wird uns *Proptilocerus* wegen seiner Lebensweise später noch interessieren. Mit allein 34 Arten sind die Blindwanzen (Capsidae) vertreten. Dagegen kennt man bisher nur 3 Arten der Langwanzen (Lygaeidae), 4 der Aradidae und 7 der Schildwanzen (Pentatomidae). Interessant ist die Überlieferung von Wasserwanzen (Hydrocores). Hierher gehört eine Art der Skorpionswanzen (Nepidae), die gern am Ufer flacher Gewässer einherstelzen und wohl bei einem solchen Ausflug vom Tode im Harz überrascht wurden. Schließlich erwähnte Bachofen-Echt drei noch ungeflügelte Larven eines Vertreters der Corixidae, die mit den Rückenschwimmern (Notonectidae)

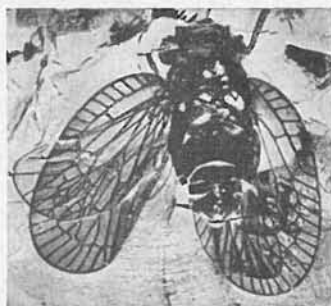


Abb. 13. Eine Bernstein-Zikade, *Tritophania patruelis*. Etwa $4\frac{1}{2}$ \times vergr. Nach Jacobi

verwandt sind und im ausgewachsenen, geflügelten Zustande bei einer gelegentlichen Luftreise auch leicht Bekanntheit mit dem klebrigen Harz machen konnten. Von den Gleichflüglern oder Pflanzensaugern (Homoptera) sind alle 3 Sektionen im Bernstein vertreten. Die 1. Sektion, die durch die Zikaden oder Zirpen (Auchenorrhyncha) gebildet wird, hat bisher ca. 45 Arten geliefert. Die Fulgoridae (fälschlicherweise als Leuchtzirpen bezeichnet) sind mit 17 Arten vertreten. Unter ihnen befindet sich die ausgezeichnet erhaltene *Tritophania patruelis* (Abb. 13), die einer indoaustralischen Art nahesteht. Die

Schaumzikaden (Cercopidae) lieferten 8, die Singzikaden (Cicadidae) bisher 2 Arten. Diese drei Familien sind heute vorwiegend tropisch. Dagegen leben die Jasidae (16 Arten) heute in allen Regionen. Von den kleinen, den Zirpen nahestehenden Blattflöhen (Psylloidea) (2. Sektion) kennt man erst 1 Bernsteinart. Reichlicher finden sich die Pflanzenläuse (Phytophthires) (3. Sektion). Von den Aleurodidae ist nur eine Art bekannt. Die Blattläuse (Aphidae) aber lieferten bisher etwa ein Dutzend Arten. Von ihnen lebt *Mindarus*, der kosmopolitisch verbreitet ist und einer primitiveren Gruppe der Blattläuse angehört — im Bernstein *Mindarus magnus* —, interessanterweise auf Nadelhölzern! Endlich sind 8 Arten Schildläuse (Coccidae) bisher bekannt geworden.

Leben und Sterben der Kleintiere des Bernstein-Festlandes

Die große Mannigfaltigkeit und der Reichtum der Insektenwelt des Bernsteinfestlandes an Familien, Gattungen und Arten hat es uns bereits in den vorhergehenden Abschnitten ermöglicht, hier und da Hinweise auf die Lebensweise der einzelnen Formen zu geben. In der Tat reizen die Funde geradezu, dem Leben und Sterben der Insekten und anderer Kleintiere im Bernsteinwald bzw. seinen Gewässern nachzugehen. Es seien daher zum Schluß noch einige Stichproben angeführt, die uns zeigen, daß die Inklusen nicht nur in systematischer Hinsicht erforscht zu werden verdienen, sondern daß sie uns auch hinsichtlich der Lebensweise und des Lebensmilieus dieser Tiere sowie auch bezüglich der Landschaft des Bernsteinfestlandes Aufklärung geben können.

Larven, Puppen, Maden und Raupen von Insekten sind im Bernstein nicht selten, teils als Inklusen, teils als äußere Abdrücke. Noch manches davon liegt unbestimmt in den Sammlungen. Auch Raupenhüllen sind nicht selten. Wir erwähnten bereits die Gehäuse der Sackspinner (Psychidae), deren moderne Bearbeitung durch einen Spezialisten gewiß lohnend sein dürfte. Ihre Zugehörigkeit zu den Sackspinnern ist durch das gelegentliche Vorkommen von Raupen in den Gehäusen sichergestellt worden. Dagegen fehlen bisher Köcher von Köcherfliegenlarven. Ulmer hat gemeint, die Larven der Trichopteren der Bernsteinzeit hätten vielleicht noch nicht die Eigenschaft besessen, sich Köcher zu bauen; aber das ist bloße Vermutung. Vielmehr dürfte das Fehlen solcher Köcher auf das Leben der Larven im Wasser zurückzuführen sein. Es könnte also ein solcher Fund ebenso gut einmal gemacht werden wie die erwähnten seltenen Funde von Flohkrebsen.

Lange bekannt und außer einem nicht ganz sicheren Fund aus dem Miocän von Oeningen einzigartig unter allen übrigen Fossilien der geologischen Vorzeit ist das Auftreten von Insekten in copula unter den Bernstein-Inklusen. Das von O. Heer einst beschriebene und immer wieder erwähnte Zuckmückenpärchen des *Chironomus*

Meyeri scheint leider verschollen zu sein. Doch hat Bachofen-Echt, der mit Recht davor warnt, die Zusammenlagerung zweier Individuen ohne weiteres als Beweis für eine Einbettung in copula anzusehen, im Material des Museums für Naturkunde in Berlin ein zweites Chironomiden-Pärchen im Begattungsakt aufgefunden. Solche Funde sind nicht ganz so selten. Die Königsberger Sammlung enthielt (auch bei Anlegung eines strengen Maßstabes, d. h. unter Ausschluß aller möglicherweise zufälligen Zusammenlagerungen) Pärchen von Fliegen, Schnaken und Zikaden, die während des Hochzeitsflugs vom Tode im Harz überrascht wurden. Auch Ameisen in copula sind bekannt geworden.

Nicht selten werden Eier und Exkremente neben den Tieren gefunden, die sie hervorgebracht haben. Diese mögen teils im Todeskampf, teils auch unter dem Druck des fließenden Harzstromes ausgetreten sein. Der Druck des Harzes mag auch die Ursache für den Vorfall des Enddarms gewesen sein, den H. Rebel bei einer Wicklerraupe (Tortricide) und Bachofen-Echt an einer Pilzmücke (Mycetophilide) der Gattung *Sciara* festgestellt haben. Gleiches gilt auch wohl für die von diesem Forscher abgebildete Fliege mit ausgetretenem Legeapparat.

Daß sich die Lebensgewohnheiten der Tiere des Bernsteinwaldes vielfach nicht von denjenigen ihrer heutigen Verwandten unterscheiden haben, wird mehrfach bezeugt. Ein interessantes Beispiel hierfür hat E. Wasmann (1932) in einer nachgelassenen Arbeit beschrieben. In Java lebt auf Gebüsch eine räuberische Wanze (*Ptilocerus ochraceus*), die Haarbüschel mit Drüsenauscheidungen (sog. Exsudat-Trichome) besitzt. Dieses Tier wird gern von Ameisen der Gattung *Dolichoderus* besucht und wegen der Ausscheidungen eifrig beleckt. Die Wanze dagegen saugt die durch das Exsudat betörten Ameisen mit ihrem Stechschnabel aus. Nun konnte Wasmann einen *Proptilocerus dolosus* beschreiben, unter dem im gleichen Bernsteinstück in einer Entfernung von nur 5—7 mm zwei Leichenhaufen von Ameisen eingeschlossen waren. Bei diesen waren die Köpfe mit den Fühlern meist unversehrt, der Rumpf aber erschien zusammengeschrumpft, als wäre er ausgesogen worden. Bei den Ameisen handelte es sich um die häufigste *Dolichoderus*-Art des Bernsteins (*D. tertiarius*). Die tertiäre Wanze war etwas kleiner als die rezente aus Java und zeigte auch einige Unterschiede in der Bildung der Fühler und der Hinterbrust. Schon im Alttertiär hat also die gleiche Symphilie (Beherbergen echter Ameisengäste) mit Myrmecophagie (Ameisenfresserei) bestanden wie in der Jetztzeit. Die gegenseitige Fütterung von Ameisen hat Bachofen-Echt aus einer Inkluse abbilden können. Ferner fand er eine Spinne (*Archaea*), die eine erbeutete Ameise festhielt. Weiterhin konnte

er feststellen, daß Milben am Harzfluß festgeklebte Tiere angefressen haben. Auch Vögel mögen nach noch zappelnden Insekten gesucht haben, wobei sie gelegentlich einige Federn einbüßten. Besonders instruktiv aber sind die Reste einer Spinnenmahlzeit im Spinnen-Netz, die Bachofen-Echt in Form eines Päckchens von Flügeln und Beinen abgebildet hat. „Spinnen-Netze“ mit „Thautropfen“ hat übrigens bereits B. von Cotta vor mehr als einem drei-viertel Jahrhundert bekannt gemacht; aber erst Bachofen-Echt hat in diesen „Thautropfen“ Tröpfchen von Klebstoff am Spinnfaden erkannt. Vollständige unverwirrte Spinnen-Netze sind naturgemäß im Bernstein nicht überliefert worden. Aus von vornherein wird durcheinander gesponnenen Fäden besteht aber das Wurfnetz der Kugelspinnen (Theridiidae). Reimoser zweifelte nicht daran, ein solches Wurfnetz aus dem Bernsteinwald vor sich gehabt zu haben; so gut war seine Form überliefert worden.

Bachofen-Echt hat übrigens auch eine Ameise gefunden, die, als sie vom Harzfluß überrascht wurde, zwischen ihren Kiefern eine Larve trug. Das hat zu der Frage geführt, ob nicht im Bernsteinwald auch schon Weberameisen gelebt haben, deren mit Spinndrüsen ausgestattete Larven von den Arbeiterinnen beim Bau und bei der Ausbesserung der meist aus Blättern hergerichteten Nester wie Weberschiffchen hin- und herbewegt werden. In der Tat kommen sowohl Arten der heute altweltlich-tropischen Smaragdameise (*Oecophylla*) wie auch Vertreter der Gattungen *Lasius* und *Formica* (*L. Schiefferdeckeri* und *F. flori*) vor, deren Puppen nach Wheeler gesponnene Kokons besaßen.

Zum Schluß seien noch zwei Formen des Zusammenlebens bei Kleintieren des Bernsteinwaldes erwähnt, wie sie auch in der Jetztzeit beobachtet werden. Schon Menge konnte von einer Schlupfwespe aus dem Bernstein berichten, an deren Körper ein Pseudoskorpion aus der Verwandtschaft des Bücherskorpions (*Chelifer*) hing. Diesen Fall der Phoresie, des Transports durch lebende Insekten, hat Bachofen-Echt sogar dreimal bei Inkluden feststellen können, und zwar an drei verschiedenen Arten von Pseudoskorpionen des Bernsteins, die sich Braconidenbeinen angeklammert hatten. Es waren *Oligochernes Bachofeni*, *Pycnochelifer Kleemanni* und *Oligochelifer Berendtii*. Das dürfte doch die Meinung von R. Heymons im neuesten „Brehm“ ausschließen, solche Luftreisen kämen nur zufällig zustande, „wenn einmal ein Pseudoskorpion nach einem Fliegenbein gepackt hat“! Einen ähnlichen Fall, bei dem es sich aber wohl um Parasitismus handelt, hat Wheeler geschildert. Er fand nämlich an einem Hinterbein zweier Individuen der Ameise *Lasius Schiefferdeckeri* aus der Königsberger Sammlung eine Milbe



Abb. 14. Die Stellung der Beine und die Schlieren im Bernstein oberhalb der Fliegen-Inkluse zeigen mißglückte Befreiungsversuche an. Etwa 7× vergrößert

angeklammert. Dieses Verhältnis dürfte in den Ameisenmilben rezenter *Lasius*-Arten seine Parallele finden.

Schließlich noch ein Wort über die Todeskämpfe, welche die auf oder in das Harz der Bernsteinbäume geratenen Insekten oder anderen Kleintiere unseres tertiären Urwaldes vielfach erdulden mußten, ehe der „gläserne“ Sarg sie für immer einhüllte. Alles, was in dieser Hinsicht ein leimbeschmierter Fliegenfänger dem aufmerksamen Beobachter zu zei-

gen vermag, ist im Bernstein der Alttertiärzeit vielhunderttausendfach fossil überliefert worden. Das Losreißen von Beinen in den Gelenken, die Bildung von Schlieren im Harz durch Fluchtbewegungen, alle die krampfhaften Bemühungen, sich aus der Umhüllung zu befreien, sind erhalten geblieben und geben uns Kunde von manchmal gelungenen, meist aber mißlungenen Versuchen, dem Grab zu entgehen, in welches das trügerisch glänzende Harz so manches Individuum gebracht hat (Abb. 14).

Weitere tierische Bernsteineinschlüsse

Noch bleibt uns die Aufgabe, einiger seltener Funde zu gedenken, die unsere Kenntnis von der Fauna des Bernsteinwaldes stark vermehrt haben.

So sind bisher wohl erst wenige Dutzend kleine Schnecken aus dem Bernstein bekannt geworden, die alle zu den durch Lungen atmenden Landschnecken gehören. Seit Klebs (1885) und von Sandberger (1887) diese Funde beschrieben haben, liegen neuere Bearbeitungen nicht vor. Es handelt sich u. a. um je zwei gut charakterisierte Arten von *Hyalina* und *Vertigo* sowie um eine *Parmacella* und eine *Microcystis*. Ihre nächsten Verwandten leben in Ostasien und Nordamerika. Klebs erwähnte 1910 noch eine zu den Clausilien gehörige Lungenschnecke. Nach Angabe von Bachofen-Echt bestimmte Adensamer eine im Berliner Museum befindliche Bernsteinschnecke als eine Helicide, die einer afrikanischen Art nahesteht.

Der einzige Fund eines Wirbeltieres im Bernstein ist (neben einigen Häutungsresten, Abb. 15) die Eidechse der Königsberger Sammlung.

Ihre Echtheit erwies sich dadurch, daß sie teilweise jenen eigentümlichen weißlichen, emulsionsartigen Überzug zeigte, der die Inkluden nicht gar so selten mehr oder minder verhüllt und manche sogar für nähere Untersuchungen unzugänglich macht. Es handelt sich bei diesen Überzügen um blasenreiche Trübungen des Bernsteins, die



Abb. 15. Häutungsstück einer Eidechse der Bernstein-Zeit. Vergrößert

wahrscheinlich durch den Wassergehalt und die Verwesungsgase der frisch eingeschlossenen Tierreste gebildet wurden. Manche dieser Inkludenhüllen machen äußerlich aber auch den gleichen Eindruck wie die weißen Pilzüberzüge, die mit dem Pilz *Empusa* infizierte Fliegen im Herbst gelegentlich zeigen. Die um 1875 gefundene, ohne die abgebrochene Schwanzspitze 4,2 cm lange Eidechse erwies sich als hohl. Sie enthielt bei der durch Klebs vorgenommenen Öffnung nur „wenige hohlige Reste“. Daß diese damals nicht näher untersucht wurden, ist im Hinblick auf die Feststellungen von Kornilowitsch Petrunkevitch, Keilbach und Voigt ein nicht wieder gut zu machendes Versäumnis. Die Einzelheiten der Beschuppung lassen das Stück nach A. Boulanger und Klebs in der Nähe der im tropischen und südlichen Afrika mit wenigen Arten lebenden Gattung *Nucras* einreihen. Dafür spricht vor allem die glatte Beschuppung der unteren Fläche der Zehen, das ausgeprägte „Halsband“, das Kleinerwerden der Kehlschuppen nach hinten, dem Halsband zu, und die langen Schilder auf der Brust. Wenn auch der Körper der Bernsteineidechse weniger langgestreckt ist, so stimmen doch die Proportionen (besonders der Gliedmaßen) mit denen eines jungen Exemplars der *Nucras tessellata* von derselben Größe wie das Fossil so gut überein, daß Boulanger dessen Beschuppung ohne Schwierigkeiten auf eine Zeichnung der rezenten Form übertragen konnte.

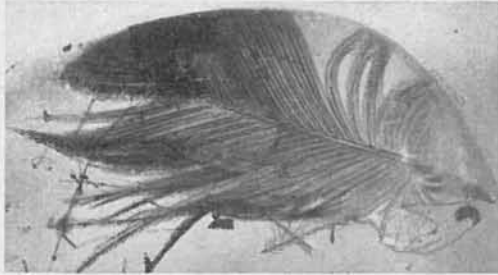


Abb. 16. Vogelfeder in Bernstein. Vergr.

Für das Vorhandensein von Vögeln im Bernsteinwalde spricht das wenn auch nicht allzu häufige Vorkommen im Harz eingeschlossener Federn (Abb. 16). A. B. Meyer konnte sich 1887 nach erster Untersuchung nicht für irgend eine Familie entscheiden, meinte aber, daß nach Lage der Dinge Spechte, Baumläufer (*Certhia*), Meisen (*Parus*) oder Finken (*Fringilla*), also Sperlings-Verwandte (Passeres) in Frage kämen. Spechte (*Picus*) selbst sind zwar erst aus dem Miocän bekannt; nahe verwandte Formen aber fand man schon im Alttertiär. K. Lambrecht wurde von

einer von ihm mikroskopisch untersuchten Bernsteinfeder an eine solche der in Mexiko und Brasilien lebenden, den spechtähnlichen Vögeln (Piciformes) nahestehenden Gattung *Momotus* erinnert, die zu den rabenähnlichen Vögeln (Coraciiformes) gehört. Somit stimmen die Angaben der beiden Autoren, was den Hinweis auf „Spechte“ im Bernsteinwald betrifft, gut miteinander überein. Zuletzt hat Bachofen-Echt über die Vogelfedern des Bernsteins gearbeitet. Ihm lagen aus verschiedenen Sammlungen 18 Bernsteinstücke mit Federn vor. Darunter war ein Stück mit einer offensichtlichen Nesteinlage, die aus kreuz und quer dicht aufeinandergepackten Flaumfedern bestand. Manche gut erhaltenen Einzel Federn scheinen angeweht zu sein, andere sind wohl von Vögeln verloren worden, als sie mit dem klebrigen Harz in Berührung kamen. Auch Bachofen-Echt hält es für wahrscheinlich, daß im Bernsteinwalde spechtartige Vögel, evtl. Ahnen von *Momotus*, gelebt haben.

Daß auch Säugetiere im Bernsteinwald gelebt haben, könnte unter Umständen bereits aus dem Vorkommen von Bernsteinflöhen, sowie von Blutsaugern unter den Zweiflüglern (Bremsen, Stechfliegen und Stechmücken) erschlossen werden, sofern es sich hierbei nicht um Vogelparasiten handelt. In der Sammlung der Königsberger Bernsteinwerke befand sich ein kleiner Bernsteinblock mit einem fünfteiligen Abdruck. Bachofen-Echt, der das Stück abgebildet hat, hielt ihn für die Fährte eines kleinen Säugetieres. Sie zeigt, wenn wir diese Deutung anerkennen, eine schmale, ovale Sohle und davor vier fast gleich große ovale Zehenabdrücke. Weitere Schlüsse lassen sich aus diesem Stück jedoch nicht ziehen. Einen



Abb. 17. Hautstück eines Säugetieres mit Haaren in einer Inkluse der Sammlung des Geol. Inst. Hamburg. 20× vergr. Phot. A. W. Scheele

direkten Beweis für das Vorkommen von Säugetieren aber bilden die Funde von Haaren und behaarten Hautstücken (Abb. 17). K. Eckstein (1890) und M. Lühe (1904) haben sie zuerst untersucht. Danach kann es sich um Haare von Nagern, z. B. Schlafmäusen (*Myoxidae*), Eichhörnchen (*Sciurus*) oder etwa, wie der zweite Autor nach den Königsberger Stücken vermutete, von einem Raubbeutler (*Dasyuridae*) handeln. M. Schlosser hat dagegen an die oligocänen Gattungen *Nesokerodon*, *Theridomys* oder ähnliche Nagerformen gedacht. Eine Entscheidung ist schwer, da Knochenreste bisher im Bernstein nicht gefunden wurden. Bachofen-Echt, der ebenfalls einen Vergleich mit den Haaren des Siebenschläfers anstellte, bildete 1949 außerdem noch Haare ab, die ihn mit ihrem spiraligen Aufbau und ihren anscheinend spiralig angeordneten, kräftigen Schuppen an Haare von Fledermäusen erinnerten.

Das ist alles, was wir an Pflanzen- und Tierresten im Bernstein überliefert gefunden haben. Wir können jetzt an die Auswertung gehen.

Die Bernsteininkluden-Flora und -Fauna als Grabgesellschaft oder Taphocoenose

Die Inklusengesellschaft des Bernsteins liegt in einem gemeinsamen Grab. Sie ist eine Grabgesellschaft, eine „Taphocoenose“. Es erhebt sich die Frage: War diese Gesellschaft einst auch eine Lebensgemeinschaft, eine Biocoenose? Der Bernstein ist,

wie wir sahen, eocän bis unteroligocän. Rein theoretisch könnte schon aus dieser Altersfeststellung der Schluß gezogen werden, daß unsere Grabgesellschaft sehr verschiedenartige und klimatisch verschiedenartige Elemente in sich vereinigt. Ja, manche Widersprüche in den klimatischen Hinweisen, die uns Flora und Fauna gegeben haben, könnten dadurch ihre Erklärung finden. So wäre es z. B. möglich, daß der Nordseebernstein, wie wir schon früher andeuteten, z. T. von westlicheren Teilen des Bernsteinfestlandes stammte als der Bernstein der östlichen Ostseeküsten, und möglicherweise könnte er sogar eocän sein wie der von den Küsten der Halbinsel Schonen im Gebiete von Ahus. Indessen stammt doch, wenngleich auch im Nordseebernstein hin und wieder Inklusen gefunden worden sind, die weit überwiegende Menge der Einschlüsse führenden Schrauben aus dem Samlande bzw. von den deutschen Küsten der südöstlichen Ostsee. Die zur wissenschaftlichen Untersuchung gelangten und gelangenden Inklusen dürften daher auch zum überwiegenden Teile unteroligocänes Alter besitzen. Gleichwohl kann nicht ausgeschlossen werden, daß ein Teil auch dieses Bernsteins bereits eocänes Alter hat. Dadurch sind aber alle weiteren Schlüsse mit einer Hypothek vorbelastet, die man vor allem niemals dann außer acht lassen sollte, wenn man daran geht, biogeographische und paläoklimatologische Folgerungen zu ziehen.

Folgerungen über die Natur und das Klima des Bernsteinfestlandes und der Bernsteinwälder

Das Bernsteinfestland, auf dem die Bernsteinwälder einst wuchsen, war, wie wir früher mehrfach feststellen konnten, ein teilweise gebirgiges Land, dem weder stärker strömende, noch ruhigere, stehende Gewässer fehlten. Die tieferen Lagen dieses Landes mit ihrem Waldboden waren vor allem den Angriffen des transgredierenden Tertiärmeeres ausgesetzt. Aber auch der Waldboden höherer, stärkerer Abtragung ausgesetzter Lagen mit dem in ihm angereicherten Harz konnte durch die strömenden Gewässer der gebirgigen Gegenden ausgespült werden und durch Flüsse dem benachbarten Meere Harzmaterial liefern. So wären wir zweifellos zunächst berechtigt, anzunehmen, daß uns die Bernsteininklusen Glieder der verschiedensten Lebensgemeinschaften überliefert haben. Es fragt sich, ob hier eine Kontrolle möglich ist. Man müßte zu ergründen versuchen, ob im gleichen Bernsteinstück Organismen vorkommen, die beim Vergleich mit den heutigen Floren- und Faunengebieten auf verschiedene Regionen hindeuten. Es sind deshalb vor dem Zerlegen aller größeren Inklusenstücke diese Verhältnisse sorgfältig zu registrieren. Das ist bei dem bisherigen Sammlungsmaterial leider größtenteils nicht geschehen. Tatsächlich

hat man aber öfter ein solches Zusammenvorkommen etwa von tropischen und paläarktischen Insekten im gleichen Schlaubenstück beobachtet. Man darf daher, ohne Rücksicht auf solche Bedenken, doch schon den Versuch wagen, die biogeographische Stellung des Bernsteinwaldes zu bestimmen.

Zweifellos weist die Bernstein-Insekten-Fauna auf die verschiedensten biogeographischen Regionen der Jetztzeit hin. So gibt es Gattungen und Unterfamilien, seltener auch ganze Familien, die charakteristisch für die holarktische Region sind, ferner solche, die auf die äthiopische, orientalische, australische oder neotropische Region hindeuten. Im einzelnen können aber auch indomalaiische, südafrikanische und chilenische Formen unterschieden werden. Es liegt danach eine Mischung höchsten Grades vor. Das ist aber den Bearbeitern einzelner Gruppen wohl deshalb in sehr verschiedenem Maße zum Bewußtsein gekommen, weil aus manchen Gruppen nur wenige Stücke vorlagen, die natürlich nur auf die eine oder andere Region hinweisen konnten. Es gibt aber auch Fälle, in denen eine reichlich vertretene Gruppe eindeutig auf eine bestimmte Klimaregion hindeutet, wie z. B. die echten Spinnen (*Aranea*) auf die südlichen und subtropischen Zonen der östlichen Hemisphäre. Vor allem haben Formen mit tropischem Einschlag stets besondere Beachtung gefunden und sind daher vielleicht in ihrer Bedeutung überschätzt worden.

Für die Insektenfauna des Bernsteins hat K. Ander 1942 einen Überblick zu geben versucht. Nach ihm weisen die dominierenden Arten und Gattungen vor allem auf die Lebensbedingungen der heutigen holarktischen Region hin oder sind Kosmopoliten. Unter den „fremden“ Elementen aber ist am zahlreichsten die paläotropisch-circumtropische Gruppe, die Formen aus dem mittleren und südlichen Afrika, dem tropischen Asien und Australien, aus einem dieser Gebiete oder aus allen tropischen Regionen umfaßt. Am geringsten ist der neotropische Einschlag, der auf Formen aus dem tropischen Süd- und Mittelamerika hinweist. Die einzige tropische Fauna, die unter den Bernsteininsekten vertreten sein dürfte, ist vielmehr — so schließt Ander — „die indomalaiische; die gemeinsamen Formen sind, soweit ich es beurteilen kann, Waldformen, und eine sichere Übereinstimmung zwischen den Wäldern des Bernsteinlandes und des indomalaiischen Gebiets ist der Charakter des feuchten Urwaldes“. Aber „wir haben uns diesen als einen feuchten, gewöhnlich dichten und deshalb kühlen, hochgewachsenen Urwald aus Nadelhölzern zu denken. Allgemein vermischt damit wuchsen Eichen, während andere Laubhölzer nur an offenen Lichtungen, an den Rändern oder an wärmeren, nicht so dicht bestandenen Südhängen auftraten“. Wenn man nach heutigen Verhält-

nissen urteilt, kann man diesen Wald nicht als tropisch, sondern nur als subtropisch oder warm gemäßigt ansprechen. Übrigens unterstützen nach F. von Sandberger auch die Bernsteinschnecken durchaus die biogeographischen und klimatischen Hinweise, die schon Conwentz aus den Bernsteinpflanzen gewonnen hatte, d. h. Beziehungen zum heutigen Ostasien und dem südlichen Nordamerika.

Die im Bernsteinwald festgestellte Mischung von heute gemäßigten, subtropischen und tropischen Pflanzen und Tieren hat man auf verschiedene Weise erklären wollen. So wurde mit Heer angenommen, daß die gemäßigten Formen auf den Höhen lebten, die wärmeliebenden aber in den Niederungen, und daß auch die verschiedene Breitenlage sich auswirken mußte. Wheeler (1914) hielt es dagegen für wahrscheinlicher, daß eine Klimaänderung stattgefunden habe; der eigentlichen Bernsteinzeit sei eine wärmere Periode vorausgegangen, und die tropischen Formen des Bernsteins seien die letzten Zeugen einst dort existierender Floren und Faunen. Andererseits wurde von Ander auch die Möglichkeit erörtert, daß die heute tropischen Formen früher mehr eurytherm (d. h. an einen weiteren Spielraum hinsichtlich der Temperatur angepaßt) gewesen sein möchten. Da aber im Bernstein die tropischen und auch alle anderen „fremden“ Elemente — wie übrigens auch im heutigen Europa — nur einen kleinen Teil der Pflanzen- und Tierwelt ausmachen, dürfte die Wheelersche Hypothese den Vorzug verdienen, dies um so mehr, als die Bernsteinzeit viele Millionen Jahre andauert hat. Ander wies auch darauf hin, daß manche Arten, die heute nur in den Tropen vorkommen, Relikte von Formen sind, die früher nicht ausschließlich tropisch lebten. Damit würden diese für die Frage nach dem tropischen Einschlag der Floren und Faunen des Bernsteins natürlich ausscheiden. Nun war aber das Bernsteinfestland sicher teilweise gebirgig. Die Niederungen sowie die Südhänge und Täler dürften daher wärmer gewesen sein und das Leben wärmeliebender Pflanzen und Tiere begünstigt haben. Insofern hat auch die Heersche Deutung zweifellos etwas Richtiges getroffen. T. G. Halle hat (nach Ander) 1940 darauf hingewiesen, daß sonst in den Tropen lebende Formen in China in einem nicht tropischen Klima vorkommen und daß dort die gleiche Mischung von gemäßigten und tropischen Arten bestehe wie in manchen europäischen Tertiärfloren. Die großen Höhenunterschiede bieten dort die Voraussetzung dafür, daß sowohl Formen kühlerer Gebiete als auch stark wärmeliebende Formen in einem verhältnismäßig begrenzten Gebiete existieren können. Es ist nach Ander daher recht wahrscheinlich, daß die dortigen Verhältnisse denen des Bernsteinlandes recht nahe kommen. Alles in allem: Die Pflanzen- und Tier-

welt des Bernsteinfestlandes setzt sich aus Gattungen und höheren systematischen Einheiten zusammen, die in der Gegenwart überwiegend in der nördlichen gemäßigten Zone leben. Speziell auch die Insektenfauna spricht für ein warmgemäßigtes Klima mit an thermisch günstiger gelegenen Orten subtropischem Einschlag.

III. Gewinnung und Verwendung des deutschen Bernsteins

Da die vorliegende Darstellung vor allem der naturwissenschaftlichen Seite der Bernsteinprobleme gewidmet ist, sei der gleichwohl auch für die andere, mehr kulturwissenschaftliche Seite der Wissenschaft vom Bernstein interessierte Leser auf die ausführlichere Darstellung verwiesen, die der Verfasser 1937 unter dem Titel „Der Bernstein und seine Bedeutung in Natur- und Geisteswissenschaften, Kunst und Kunstgewerbe, Technik, Industrie und Handel“ gegeben hat. Tatsächlich geht ja auch die kulturelle Bedeutung unseres Steins in letzter Linie auf die Eigenschaften und das naturgegebene Vorkommen zurück und ist ohne deren Kenntnis nicht voll verständlich.

Die Gewinnung des Bernsteins ist wie bei vielen anderen Bodenschätzen allmählich von den sekundären Vorkommen zu den älteren und in diesem Falle reicheren Lagerstätten vorgedrungen. Gleichzeitig ist sie von der Handlese zur maschinellen Gewinnung im Großen übergegangen. Doch ist beim Bernstein bemerkenswert, daß die älteste Gewinnungsart, die Handlese, auch heute noch ausgeübt wird.

Seit undenklichen Zeiten wird längs der ganzen südlichen Ostsee- und Nordsee-Küsten der von der Brandung ausgeworfene und besonders nach dem Abflauen von Stürmen auf dem Strande liegende Bernstein aufgesammelt. Er bildet jedoch heute nur noch einen kleinen Bruchteil der gewonnenen Steine. Der „Blanke See-stein“ wird von den Bernsteinarbeitern von jeher bevorzugt; denn seine Stücke, die sich trotz der Unbilden des Meeres erhalten haben, sind durchweg „gesund“, d. h. frei von Rissen, haben kaum eine Verwitterungsrinde und geben demgemäß nur wenig Abfall. Nicht selten ist rezenter Bewuchs mit Meeresalgen (Blasentang etc.) oder Meerestieren (Bryozoen, Seepocken, Miesmuscheln). Er verrät die Herkunft aus dem Meere, was im Hinblick auf Verstöße gegen das noch zu erwähnende „Bernsteinregal“ von Wichtigkeit ist.

In einer Sturmnacht im Herbst des Jahres 1862 hat die Ostsee allein auf der ca. 7 km langen Strecke von Nodems bis Palmnicken an der Bernsteinküste an 2000 kg Bernstein ausgeworfen — darunter auch viele große Stücke —, so daß ganze Wagenladungen abgefahren werden konnten. „Strandsegen“ von solchem Ausmaß ist

natürlich nicht alltäglich. Längs der ganzen südöstlichen und südlichen Ostseeküste von der Insel Ösel über die Küste Kurlands, die ost- und westpreussischen Küsten der Nehrungen und des Samlandes bis nach Pommern, Mecklenburg und Schleswig-Holstein sowie ganz Jütland, wird stellen- und zeitweise mehr, stellenweise weniger Bernstein durch *S t r a n d l e s e* gewonnen. Nächst dem Samlande ist vor allem die Westküste der jütischen Halbinsel, das erste Bernsteinland der Alten, auch heute noch einigermaßen ergiebig. Als besonders reich gelten dort die Halbinsel Stavning, die Insel Fanö und die Halbinsel Eiderstedt nördlich der Eidermündung sowie die davorliegenden Wattflächen. Hier erstreckt sich eine Untiefe, die Hitzbank, weit in das Meer. Das nur während der Ebbe mögliche Arbeiten der Bernsteinsammler, die hier „Hitzläufer“ heißen, ist nicht ohne Gefahren, da die Flut bei Windwechsel gelegentlich unvermutet früher zurückkehrt. Daher ziehen in Norderdithmarschen die Sammler bei beginnender Ebbe wohl auch zu Pferde hinaus: „Bernsteinreiter“.

An der Bernsteinküste, im nordwestlichen Samland, ist man schon seit Jahrhunderten noch zu einer anderen Gewinnungsart übergegangen, zum *S c h ö p f e n* (Abb. 18). Die Tangstrandtrift, die sich nach dem Abflauen von Stürmen oft in dunklen Bänken anhäuft, die hauptsächlich aus Blasentang (*Fucus vesiculosus*) bestehen, pflügt nämlich besonders reichlich Bernstein zu enthalten,

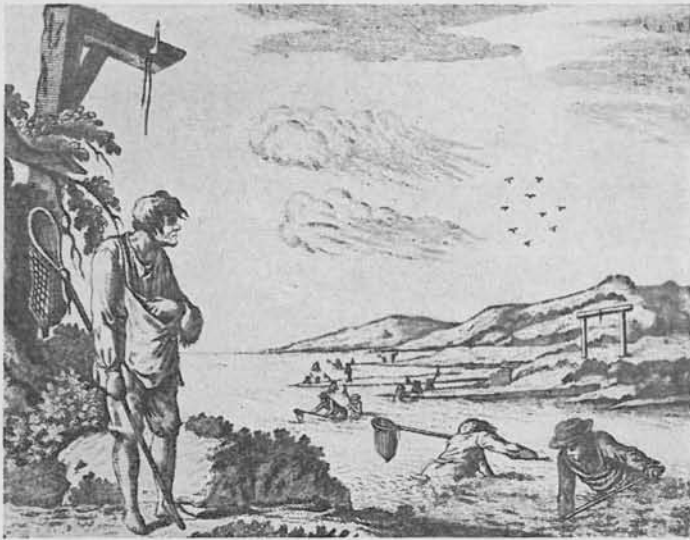


Abb. 18. Bernstein-Fischer und Galgen an der Bernsteinküste. Nach Kupferstich von J. Wagner. Wiener Flugblatt von 1774. Verlag J. Kurzböck

der wegen seines geringen spez. Gew. zusammen mit dem Tang transportiert wird. Das hat den Anreiz dazu gegeben, die Tangmassen bei abflauendem Sturm aus dem Meere herauszuholen, da sie sonst mit der Küstenversetzung und dem Küstenstrom oft kilometerweit abtreiben und — vielleicht der Nachbargemeinde zugeführt werden, sofern das „Bernsteinkraut“ bei raschem Abflauen der Sturmbrandung nicht wieder zu Boden sinkt. Es ist oft beschrieben und abgebildet worden, wie man den Tang mit Keschern, die an viele Meter langen Stangen befestigt sind (Abb. 19), aus



Abb. 19. Bernsteinfischerei bei Palmnicken im 20. Jahrhundert

dem Wasser fischt und auf den Strand wirft, wo er von Frauen und Kindern nach Bernstein durchsucht wird. Das Schöpfen geschah in früheren Jahrhunderten vielfach nackt, aber auch, wie noch heute, in einer besonderen Kleidung, einem Leder-„Kürass“ mit wasserdicht anschließenden Stiefeln. Der Oberbergrat Runge hat 1868 für die eigentliche Bernsteinküste einen durchschnittlichen Jahresertrag von 400 Zentnern angenommen, so daß im Laufe der letzten 3000 Jahre rund 1 200 000 Zentner Samlandgold geliefert worden wären.

Auf das heute kaum noch ausgeübte „Stechen“ und Tauchen nach Bernstein kann nur kurz eingegangen werden. Das Stechen geschah bei ruhiger See vom Boot aus mit Hilfe von „Speeren“. Damit wurde der am Boden des Meeres sichtbare Stein zum

Aufschwimmen gebracht und dann mit Keschern herausgeholt. Taucherei nach Bernstein ist, nach Erfindung des Taucheranzugs um etwa 1865, durch die Firma Stantien & Becker von 1869 bis 1891 mit großem Erfolg auf einem Steinriff vor Brüsterort, dem Nordwestkap des Samlandes, geübt worden. Beide Gewinnungsarten lagen nahe, als man bei der Grundfischerei und bei der unterseeischen Steingewinnung festgestellt hatte, daß Bernstein an gewissen Stellen des Ostseebodens reichlicher zu finden ist.

Bernsteinbaggerei schließlich haben Stantien & Becker von 1860 bis 1890 auf einer alluvialen Lagerstätte am Boden des Kurischen Haffes vor Schwarzort betrieben, schließlich mit 22 großen Dampfbaggern und einer Belegschaft von zeitweise gegen 1000 Mann. Diese Lagerstätte, die 30 Jahre lang durchschnittlich 75 000 kg im Werte von 180 000 Talern pro Jahr erbrachte, ist entstanden durch den natürlichen Bernsteintransport längs der samländischen Nordküste, deren Bernstein enthaltende Tertiärschichten durch den Küstenrückgang aufbereitet wurden, als die Kurische Nehrung bei ihrer allmählichen Bildung vom Samlande her in Richtung auf Memel erst etwa bis zur Breite von Schwarzort gekommen war. Diese Bildungsart bedingte, daß sich unter den großen Mengen von Rohbernstein, welche die Lagerstätte enthielt, auch zahllose Bernsteinartefakte (menschliche und tierische Figuren etc.) befanden, die der Mensch der jüngeren Steinzeit, des Neolithikum, mit Feuersteinmessern geschnitzt hat. Die Wohnstätten dieser Bewohner der Samlandküste sind ja mit der in Jahrtausenden erfolgten Rückverlegung der Küste verloren gegangen. Die von diesen Menschen hergestellten Artefakte aber haben, eingewickelt in Tang, den Transport von ca. 100 km längs der Küste gut überstanden. Noch kürzlich wurden gelegentlich Bernsteinartefakte aus dem Neolithikum auf den Strand von Kurland geworfen. R. Klebs hat die Artefakt-Gesellschaft von Schwarzort 1882 beschrieben. B. von Richthofen stellte sie 1935 in die Zeit der nordischen Ganggräber und damit etwa in die 2. Hälfte des 3. Jahrtausends v. Chr.

Schon seit Jahrhunderten ist man den bernsteinführenden Schichten Norddeutschlands, auch Polens und Westrußlands, einerseits durch einfache Aufgrabungen, anderseits im bergmännischen Tiefbau zu Leibe gerückt. Der erste, in der Mitte des 17. Jahrhunderts auf Veranlassung des Großen Kurfürsten unternommene bergmännische Versuch, den man unter Heranziehung mitteldeutscher Bergleute als Stollenbau vom Fuß der „Seeberge“ der samländischen Westküste aus unternommen hat, ist allerdings fehlgeschlagen. Damals fehlten noch die Erfahrungen des späteren deutschen Braunkohlenbergbaus in der Bewältigung lockerer und zum Teil wasserreicher Schichten. Besser verlief ein von der Regierung 1782 begon-

nener Schachtbau zwischen Gr. Hubnicken und Kraxtepellen, für den man durch Tagesstrecken frische „Wetter“ vom Strande herholte. Dieser Tiefbau bewegte sich in Bernsteinnestern der Gestreiften Sande der Braunkohlenformation und hat 24 Jahre lang mit einigem Erfolg gearbeitet. Danach war wieder mehr als ein halbes Jahrhundert Pause, bis die schon mehrfach genannte Firma Stantien & Becker 1873 von ihrem unmittelbar am Strande von Palmnicken angelegten, musterhaften Tagebau aus einen in den Seeberg hineingehenden Tiefbau anlegte, nachdem die Wasserschwierigkeiten aus dem hangenden Triebssand überwunden waren. Dieser Tiefbau, für den zwei andere Versuche bei Nortycken unweit Rauschen (1874) und bei Kreislacken (1876) keine Konkurrenz bedeuteten, wurde 1896 zugunsten der Grube „Anna“ verlassen, die schon 1883 nördlich davon (nach Kraxtepellen und Hubnicken zu) angelegt worden war. Sie blieb bis 1922 in Betrieb, und zwar seit 1899 unter staatlicher Regie, nachdem die genannte Firma ihre ganzen Anlagen im In- und Auslande dem Preußischen Staat verkauft hatte. Anstelle dieser Grube „Anna“ mit ihren beiden Förderschächten „Anna“ und „Walther“ trat dann der 1912 östlich der „Schwedenschanze“, einer alten Preußenburg, begonnene Tagebau (Abb. 20). Von Sassau (östlich des Seebades Rauschen) über Brüsterort bis nach Palmnicken hin sind in früheren Zeiten häufiger Tagebaue mehr oder weniger lange mit Erfolg in



Abb. 20. Blick in den Tagebau der Bernsteinwerke bei Kraxtepellen-Palmnicken. Zu unterst der „Sumpf“. Darüber Anschnitt der „Blauen Erde“ mit schichtweise austretendem Wasser; im nächsthöheren Anschnitt der „obere Triebssand“ die „graue“ und die „grüne Mauer“; der darüber folgende, mehr abgeschrägte Schichtenstoß enthält Sande und Letten der „Braunkohlenformation“, der dunkel erscheinende oberste diluvialen Geschiebemergel. Der „Sumpf“ liegt ca. 14—15 m, die Oberkante der Blauen Erde ca. 1 m unter dem Ostseespiegel.

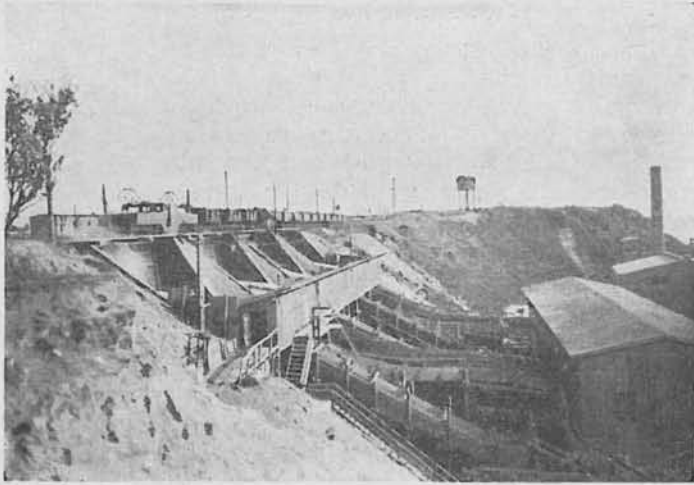


Abb. 21. Blauerdewäsche. Rechts im Mittelgrund Tagesanlagen der Grube „Anna“, links oben elektrische Zufuhrbahn aus dem Tagebau

Betrieb gewesen und haben sehr zum Rückgang der Samlandküste beigetragen. Manche weitere anderswo unternommene Versuche, den Bernstein vom Tage aus zu gewinnen, besitzen nur lokales Interesse.

Auf die in der „Reinwäsche“ mit starken Wasserstrahlen erfolgende Aussonderung des Bernsteins aus der Blauen Erde etc. (Abb. 21), die Entrindung mit scharfem Sand und Bürsten in rotierenden Trommeln und auf die Sortierung in die einzelnen Handels- und Gebrauchssorten, von denen an 250 nach Größe, Stückzahl auf 1 kg, Farbe, Wölbung, Form und Textur bzw. Struktur unterschieden werden, kann nicht eingegangen werden. Gewisse Bedeutung hat von jeher das „Klarieren“ trüber Bernsteinsorten gehabt, berichtete doch schon Plinius in seiner „Historia naturalis“ davon, daß Archelaos von Kappadocien Bernstein im Fette eines Spanferkels glänzend und durchsichtig machen ließ. Diese Kunst des Klarkochens, für die man später mit Erfolg Rüböl benutzte, hat Christian Porschin und andere Bernsteinschleifer seit etwa 1700 instandgesetzt, Brennspiegel, Brillengläser und anderes aus gekochtem Stein herzustellen. Auch kann man auf diese Weise sowie durch das Klarieren auf trockenem Wege (im erhitzten Sandbade) schöne antikfarbene Bräunung, Stücke mit hellen oder dunklen „Sonnenfinten“ etc. herstellen, je nachdem, wie man den Vorgang steuert. Dafür haben die Bernsteinarbeiter ihre eigenen, möglichst geheimgehaltenen Methoden.

Erhitzt man Naturbernstein unter Luftabschluß, so wird er zwischen 140° und 200° klebrig und so weich, daß er sich biegen läßt. Diese Eigenschaft hat seit 1881 zuerst zwei Wiener Firmen zur Fabrikation des sog. Preßbernsteins (oder Ambroids) geführt. Dieser aus kleinen Bernsteinstücken und Bernsteinabfällen hergestellte Preßbernstein ist stofflich zwar dasselbe wie der Naturstein, weicht aber von diesem durch seine Feinstruktur und seine optischen Eigenschaften ab. Der Bernsteinhandel unterscheidet dementsprechend zwischen Naturbernstein und dem sog. „echten“ Bernstein. Zu diesem wird auch der Preßbernstein gerechnet. Für manche technischen Zwecke ist der Preßbernstein geeigneter als der Naturbernstein, und zwar wegen der größeren Gleichmäßigkeit seiner Eigenschaften, z. B. wenn es auf den elektrischen Widerstand oder auf schwere Benetzbarkeit ankommt. Die Erfindung seiner Herstellung bedeutete daher für die Bernsteinproduzenten eine erhebliche Konkurrenz. Man ist deshalb seit 1885 dazu übergegangen, die Preßbernsteinherstellung durch Zurückhalten der kleinen Bernsteinsorten in eigene Regie zu bekommen. Das ist im wesentlichen auch gelungen. Der auf die erforderliche Korngröße gemahlene Rohstein wird bei Temperaturen von $225\text{--}300^{\circ}$ C und Drucken bis zu 3000 at in schweren, stählernen Formen zu Platten, Stangen und Blöcken gepreßt. Das Pressen fertiger Formteile ist nur in beschränktem Maße möglich.

Mit dem sog. Bernstein-„Schmelzen“ geht eine Zerlegung des Bernsteins Hand in Hand. Es entstehen Bernsteinkolophonium (öfter fälschlich „geschmolzener Bernstein“ genannt), Bernsteinöl und Bernsteinsäure. Die Korngrößen unterhalb 9 mm und das bei der Sortierung und Verarbeitung anfallende Material (zusammen ca. 75—80%) wanderten in die „Schmelzfabrik“, die sich bis 1945 auf dem Gelände der Bernsteinwerke in Palmnicken befand. Der zuletzt in großen Aluminiumgefäßen unter Temperaturen bis 360° C durchgeführte Prozeß ergibt bei Unterbrechung der Vorgangs in dem Augenblick der Verflüssigung etwa 60% Bernsteinkolophonium, das zur Herstellung des wertvollen Bernsteinlacks und Bernsteinfirnis benutzt wird, freie Bernsteinsäure und etwa 15% eines eigenartig riechenden Terpenöles, des sog. Bernsteinöles, ferner Gase, unter denen vor allem der Schwefelwasserstoff charakteristisch ist. Bei stärkerem Erhitzen gehen auch die leicht löslichen, zunächst neugebildeten Harze in Öle und Gase über, und es bleibt nur eine geringe Menge Koks übrig. Das Bernsteinöl dient vor allem in der Lackfabrikation mit zur Bereitung von Bernsteinfirnissen. Daneben findet es Verwendung bei der Herstellung gewisser Seifen und Badesalze, als Holzkonservierungsmittel, zur Bekämpfung von Baumschädlingen, als Kernöl in Eisen-

gießereien und neuerdings vor allem bei der Steinkohlen- und Erzaufbereitung als sog. Flotationsöl zur Schaumerzeugung. Die je nach dem Ausgangsmaterial mit 3—8% anfallende Bernsteinsäure erhielt schon Agricola (1550) bei der Erhitzung des Bernsteins. Ihre Zusammensetzung ermittelte Berzelius als $C_4H_6O_4$. Die zuerst noch mit Öl verunreinigte schmutzig-braungelbe Rohsäure wird durch Kochen mit Tierkohle und Salpetersäure in Wasser gereinigt. Sie kristallisiert nach mehrmaligem Auswaschen als reine Säure in monoklinen Kristallen von säuliger oder tafeliger Gestalt aus. Salze der Bernsteinsäure fanden früher in der Medizin gegen Katarrhe und Syphilis Verwendung. Die Herstellung der Bernsteinsäure-Rhodamine in der Farbentechnik ist neuerdings mehr zurückgegangen.

Über das Bernsteinrecht und die zu seiner Befolgung erlassenen Gesetze wollen wir nur kurz sprechen. Das Bernsteinregal, das den Bernstein zum Eigentum des Staates erklärte, ist zuerst von den pommerellischen Herzögen für die Küsten um Danzig ausgeübt worden. Es wurde vom Deutschen Ritterorden nach der Besitzergreifung Preußens für das ganze von ihm beherrschte Gebiet übernommen. Seit diesen Zeiten lag harte Arbeitsfron im Dienste des Bernsteinsammelns und -fischens auf den Bewohnern der Küste, und auf der Höhe der Seeberge an der Samlandküste standen weithin sichtbar die Galgen für Bernsteindiebe. Um diesen das „Handwerk“ zu erschweren, erfolgte die Verarbeitung des Bernsteins außerhalb des Landes. Die ersten Bernsteindreherzünfte der sog. Paternostermacher entstanden daher weit ab von den Gewinnungsstätten in Brügge (1302), Lübeck (1310), Stolp (vor 1480), schließlich aber auch in Kolberg, Danzig (1477) und Elbing (1539). Erst 1641 erlaubte der Große Kurfürst die Errichtung einer Zunft auch in Königsberg. Der Staat hat mehrfach die Ausübung seines Handelsmonopols Generalpächtern überlassen. So befand es sich seit der Umwandlung des Ordens in ein weltliches Herzogtum (1525) in den Händen der Danziger Kaufmannsfamilie von Jaski, deren „auf ewige Zeiten“ geschlossenes Pachtverhältnis erst 1642 durch den Großen Kurfürsten gelöst wurde. Danach hat das Recht der Bernsteingewinnung aus der See mehrfach zwischen der Küstenbevölkerung und Generalpächtern gewechselt, bis es von 1837 bis 1907 von den Strandgemeinden ausgeübt wurde. Das Recht, in den „Seebergen“ nach Bernstein zu graben und jede andere Gewinnungsart wurde allerdings von 1867 an allein an die Firma Stantien & Becker verpachtet. Diese bewies eine so glückliche Hand, daß der Staat anstelle der 27 000 Mark durchschnittlichen Jahresertrages schließlich 837 000 M Jahreseinnahme verbuchen konnte, von denen nur noch 11 000 M durch die Strandgemeinden aufgebracht

waren. Als diese Firma dann 1899 ihre ganzen Betriebe, einschließlich des nicht unbeträchtlichen Grundbesitzes und aller Handelseinrichtungen im In- und Auslande, dem Staate für 9 700 000 M verkaufte, war auch dieses ein gutes Geschäft; denn bereits 1906 war die Kaufsumme amortisiert, da der Reingewinn, der im Maximum (1902) nahezu 1 600 000 M betrug, einer durchschnittlichen Rente von 13,09% entsprochen hatte. 1912 war der Jahresertrag sogar 2^{1/2} Millionen M. Das war kein Wunder, wurden doch in guten Jahren 500 000 bis 600 000 kg Rohbernstein gewonnen. Davon entfielen 5—10% auf Strandlese und Schöpfen, ca. 90% auf Gewinnung im Tagebau. Von der gesamten Jahresproduktion wurden 60—70% teils direkt, weil zu klein, teils als Abfälle aus der Roh- und Preßbernsteinherstellung der „Schmelzfabrik“ zugeführt. Etwa 20% fielen als absatzfähiger Rohbernstein an. Der Rest, also 10—20%, stand zur Verarbeitung auf Preßbernstein zur Verfügung.

Der Preis der Handelsware hat immer stark geschwankt. Je nach Qualität und Größe lag er vor dem 1. Weltkriege zwischen 3 und 250 M pro kg. Preßbernstein erreichte bis 100 M Durchschnittspreis. In der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen wurde das Kilo Rohbernstein zu 8—300 RM berechnet.

Seitdem der Mensch der jüngeren Steinzeit den Bernstein mit Feuersteinmessern zu bearbeiten gelernt hat, ist diese Fertigkeit, wenn auch in wechselndem Ausmaß, ausgeübt worden. Auch heute noch erfolgt die Verarbeitung des Bernsteins wie ehemals handwerksmäßig durch Sägen, Schnitzen, „Drehen“ (Drechseln), Bohren, Schleifen, Polieren. In allen größeren Betrieben werden heute die aus Metall bestehenden Sägen, Bohrer, Schleifscheiben usw. zwar nicht mehr mit der Hand oder dem Fuß, sondern meist elektrisch bewegt, doch läßt das Rohmaterial, soweit es Naturstein und nicht Preßbernstein ist, eine alleinige maschinelle Verarbeitung nicht zu; denn jedes für wertvollere Arbeiten bestimmte Stück besitzt seine individuelle Eigenart und Schönheit und bedarf daher in jedem Abschnitt des Arbeitsganges der menschlichen Hand und des menschlichen Auges.

Erfahrene Bernsteinarbeiter sollen den Bernstein vor dem Schnitzen in heißes Wasser legen, da er dann weicher werde. Indessen muß dabei, ebenso wie beim „Klarkochen“, eine zu plötzliche Erwärmung vermieden werden, weil sonst leicht infolge innerer Spannungen Sonnenflinten entstehen.

Über die für Ringsteine etc. günstigste Schliff-Form, die dem Bernstein auf Grund seiner optischen Konstanten zukommt, hat W. F. Eppler 1938 Anweisungen gegeben.

In der Herstellung von Amuletten und Rosenkränzen, deren Benutzung auf den heute noch, wenn auch vielen unbewußt, leben-

digen Glauben an dem Bernstein innewohnende besondere Kräfte zurückgeht, ist vor allem seit der Reformation in Deutschland ein Rückschlag eingetreten. Doch ziehen auch die Angehörigen anderer Religionen den Bernstein gern zur Herstellung ihrer Devotionalien heran, und jahraus, jahrein gehen nach wie vor große Mengen mohammedanischer und buddhistischer Gebetsschnüre nach Bagdad, Mekka, Aden, Persien und Indien.

Die Rauchutensilienfabrikation aus Bernstein und Meerscham hat ihren Sitz vornehmlich in Wien, das auch den Orient beliefert. Meerscham wird seit etwas mehr als einem Jahrhundert für Pfeifenköpfe und Zigarrenspitzen verwendet, nachdem der ungarische Graf Andrassy dieses Material, das hauptsächlich von Eski-Schehir in Kleinasien stammt, von einer Balkanreise nach Budapest mitgebracht hatte. Die Verwendung von Bernstein für diesen Zweck hängt damit zusammen, daß dem rechtgläubigen Mohammedaner der Gebrauch von Mundstücken, deren Material vom Tier herrührt, durch ein Religionsgesetz untersagt ist. Da aber Glas wegen seiner Härte und Kälte im Gebrauch unangenehm ist, sind Mundstücke aus Bernstein, der sich als schlechter Wärmeleiter warm anfühlt, dem Orientalen unentbehrlich. Daß bei dieser Fabrikation neuerdings vielfach Preßbernstein oder Kunstharze Verwendung finden, ist bei deren geringerem Preis verständlich.

Die Widerstandsfähigkeit des Bernsteins gegen viele chemische Stoffe war wohl der Grund dafür, daß — wie Plinius berichtet — die Römer Pilze durch ihre Küchensklaven mit Bernsteinmessern — *novaculis succineis* — zubereiten ließen, da Metallmesser dabei leicht anlaufen. Aus dem gleichen Grunde und wegen des geringen spez. Gew. hat man im 18. Jahrhundert in der Bierbrauerei Skalenaräometer aus Bernstein zur Bestimmung des Alkoholgehaltes des Bieres benutzt.

Bernstein ist ein hervorragendes Isoliermittel; denn sein Isolationswiderstand ist außerordentlich hoch und konstant. Das letzte gilt besonders für den Preßbernstein, der fester als Naturbernstein ist und sich besser bearbeiten läßt.

Erst seit etwa 15 Jahren stellt man nach den Vorschlägen von C. Plonait und A. Eisenack aus klarem Preßbernstein auch Laboratoriumsgeräte her. Sie eignen sich für Arbeiten mit Flußsäure anstelle paraffinierter Glasgefäße, Bleigefäße oder Platinbecher. Die nach dem D.R.G.M. 111 296 in den Handel gebrachten Reagenzgläser, Becher, Schalen, Rührstäbe usw. sind sowohl gegen konzentrierte Flußsäure wie auch gegen 50%ige Kalilauge bis Wasserbadtemperatur vollkommen beständig. Die Sauberkeit des Arbeitens mit diesen Geräten, ihre Durchsichtigkeit, ihre geringe Sprödigkeit (gegenüber Glas) und ihr niedriger Preis (gegenüber

Platin) bringen viele Vorteile mit sich. Schließlich hat sich eine ganz neue Verwendung für den Preßbernstein infolge seiner geringen Benetzbarkeit ergeben. H. Lampert konnte nämlich zeigen, daß der Preßbernstein eben wegen dieser Eigenschaft die Blutgerinnung ebenso wie Paraffin verzögert. Da ihm außerdem erhebliche chemische Indifferenz und Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Alkalien zukommt, er ferner leicht poliert und sterilisiert werden kann, ist der Preßbernstein dem Paraffin, zumal bei seiner größeren Festigkeit und Härte, aber auch wegen seiner Durchsichtigkeit, erheblich überlegen. Daher hat man nach dem Vorschlage des genannten Arztes in der Firma F. & M. Lautenschläger G.m.b.H. in München Buretten, Becher und Spritzen von Blutaufbewahrungs- und Transfusionsgeräten und andere Instrumente aus diesem Material gefertigt.

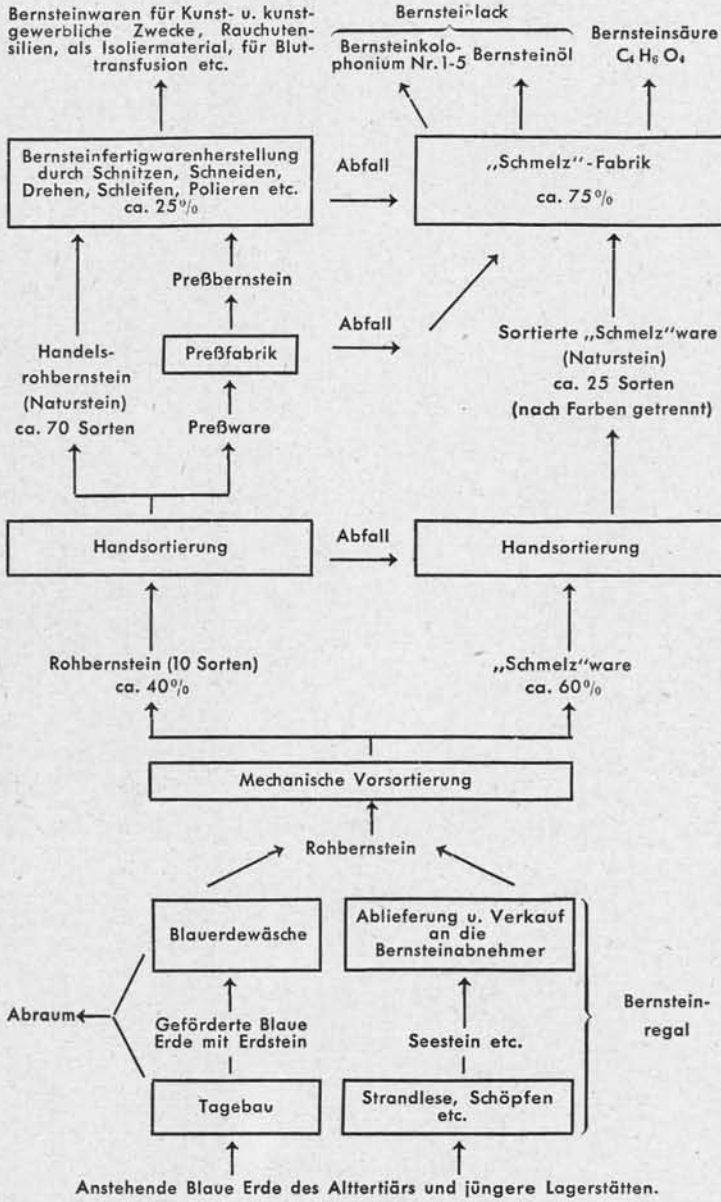
Schließlich sei noch auf die uralte, bereits durch Plinius belegte und bis heute geübte Verwendung des Bernsteins bei der Herstellung von Räucherkerzen und Räucherpulver hingewiesen, für die man das allerfeinste Bernsteinpulver verwertet.

Des weiteren sei noch erwähnt, daß in einem „Normaljahr“ vor den beiden Weltkriegen (1912) von den nach Abzug von 75% für die Lackfabrikation verbleibenden 25% der gesamten Bernsteinausbeute zwei Fünftel = 10% für Rauchrequisiten und drei Fünftel = 15% für Schmuckwaren Verwendung fanden. Es teilten sich in dieses Viertel der Bernsteinproduktion Deutschland mit 33%, Rußland mit 30%, Österreich mit 24%, Frankreich mit 4%, die Türkei mit 2%, verschiedene andere Länder mit zusammen 7%.

Wir schließen diesen Abschnitt mit einer Übersicht.

Übersicht der Bernstein-Gewinnung und -Verwertung

(in Richtung der Pfeile zu lesen)



Schluß: Der Bernstein und die abendländische Kultur

Bernsteinnamen und ihre Bedeutung

Unter den Wissenschaften, die mit gewissen Fragestellungen noch über die Zeitspanne der schriftlichen Überlieferungen hinausgehen können, steht die vergleichende Sprachforschung nicht an letzter Stelle. Sie hat auch in die Bernsteinforschung mit Erfolg eingegriffen. Ohne nun auf die z. T. recht widerspruchsvollen Angaben der einschlägigen Literatur näher einzugehen, sei doch in kurzem Überblick gezeigt, wie außerordentlich vielseitig der Bernstein im Kulturleben der Jahrtausende der europäischen und vorderasiatischen Menschheitsgeschichte verankert ist. In ihr spiegeln sich seine verschiedenen Namen, das Wissen über Aussehen, Entstehung und augenfälligste Eigenschaften, über Vorkommen, Gewinnung, Handelswege sowie über seine Verwendung wider.

Auf die Entstehung des Bernsteins als Baumharz nehmen Bezug das lateinische *sucinum*, *succinum*, nebst den Ableitungen *succin* (rumänisch), *succino* (spanisch), das spätgriechische *σοῦγιον*, der Succinit der Mineralogen, das russische *sok* (= lateinisch *sucus* = Saft), das altpreußische *sackis*, das lettische (dialektische) *saki* = Harz, das litauische *sakai* = Harz, Gummi, das skythische *sacrium* und vielleicht das von Plinius überlieferte altägyptische *sacal* sowie das estnische *meriwaik* (Meerwachs) und *meripihkaa* (Meerpech, Meerharz). H. Schliemann meinte in seinem Mykenae-Werk (1878), daß das arabische (vielleicht auch phönizische) *elek* = Harz die Grundlage des altgriechischen *Elektron* bilden könnte. — Die Brennbarkeit gab die Veranlassung für *sacrium* der Skythen (*sakari* — althochdeutsch = Feuer, nach einer zweiten, allerdings wenig wahrscheinlichen Deutung), *Sualiternicum* (Plinius), *Sualternik* (von der litauischen Wurzel *swel* = schwelen), *Agststein*, *Aitstein* (von altoberdeutsch *aiten* = brennen), *Bernstein* und seine verschiedenen Abwandlungen im Deutschen (*Börnstein*, *Burnsteyn* — to burn —), Holländischen (*Barnsteen*, *Brandsteen*), Schwedischen (*bärnsten*) und Polnischen (*burztyń*), sowie *lapis ardens* späterer lateinischer Urkunden. — Der Glanz unseres fossilen Harzes ist betont in dem altgermanischen *glaere* (vgl. mittelniederdeutsch *glar* = Baumharz), *glaes* oder *gles*, die wir bei Plinius und Tacitus als *glaesum*, *glesum* finden, *glit* im Althochdeutschen, *glis* von Wenden in Kurland (mittelhochdeutsch *glizen* = glitzern). Alle diese Wörter bedeuten so viel wie glänzender, gleißender Stein. Das gleiche gilt nach Annahme der meisten Forscher für *Elektron* = Glanzstein (nach *Ἠλεκτρον* = der strahlende Sonnengott). — Auf die (beim Naturstein allerdings recht seltene und keineswegs charakteristische) braune Farbe soll die friesisch-skandinavische Wortsippe *rav* (dänisch und schwedisch), *raf* (spätalnordisch), *rafr* (isländisch), *reav* (nordfriesisch) (vgl. Rebhuhn) Bezug nehmen. — Die Anziehungskraft des geriebenen Bernsteins, um 600 v. Chr. durch Thales von Milet entdeckt oder zum ersten Male beschrieben, könnte Veranlassung gewesen sein für die Namen *Elektron* nach einer weiteren, allerdings nicht sehr wahrscheinlichen Meinung von *ἐλκτρον* = Zugstein, Zugmittel), *harpax* (nach Plinius in Syrien gebräuchlich, bedeutet plündernd, räuberisch), *raf*, *rav* etc.

= Raffer, Agtstein (Verwechslung mit dem Magnetstein!) sowie, was sehr interessant ist, Kâh rûba, der persische, von den Arabern übernommene Name des Bernsteins, d. h. „Stroh-Räuber“, „quia paleas trahit“ (Plinius). Dieses Wort ist als carabe, carabé wohl in der Zeit des arabischen Weltreichs in die romanischen Sprachen übergegangen. Es findet sich im Italienischen, Spanischen, Portugiesischen und Französischen. — Die dem Bernstein zugeschriebene Heil- und Abwehrkraft, die sich wohl aus seiner Anziehungskraft herleitet, veranlaßte (nach einer weiteren Meinung) den Namen Elektron (von *αλεω* = ich wehre ab — eine Krankheit, ein Unheil) und die baltischen Wörter gintaras (litauisch), dzinters (lettisch) und gentars (auch genitar, altpreußisch) für Bernstein; denn ginti (litauisch) heißt schützen, wehren. Die ebenfalls damit zusammenhängende Benutzung des Steines als Amulett bedingte vielleicht die neu-griechischen Bezeichnungen *Φερειννη* „Siegbringerin“. — Die von Xenokrates als in Italien überlieferten Bernsteinnamen thyeum, auch thyon von *θυω* = räuchern, bedeuten Räuchermittel, wogegen *Φερειννη* auch wohl auf den altägyptischen Ursprungsort einer Lackart Berenike zurückgeführt wird, wozu schließlich Fernitzstein, Firnis (mittelhochdeutsch virnis), französisch vernis gehören. — Auf die Herkunft bzw. auf die Bernsteinengewinnung und den Bernsteinhandel beziehen sich Lyncurium (nicht versteinertes Luchshorn, wie das Mittelalter infolge volksetymologischer Verballhornung faselte, sondern „Ligurerstein“, weil die Ligurer eine bedeutende Rolle im Zwischenhandel des Bernsteins spielten), möglicherweise *Φερειννη* (siehe das Vorstehende) und sehr fraglich das ungarische Borystyanka als „Borysthenes-Stein“ auf Grund des uralten „südrussischen“ Bernsteinzwischenhandels. In diesem Zusammenhang sei auch auf das russische jantar und das ungarische Gyanta hingewiesen. Schließlich entsprechen merikiwi, merrikiwi der Esten und Finnen unserem „Seestein“.

Auf Verwechslung mit anderen Naturkörpern gehen zurück Ambra, amber etc. der romanischen Sprachen und des Englischen, die über das mittellateinische ambrum aus dem arabischen anbar (Walfisch) abzuleiten sind. Hier liegt also die Verwechslung und Vermengung mit der echten Ambra vor, jenen wohlriechenden, wachsähnlichen Konkrementen aus dem Darm des Pottwals, die noch heute im Morgenlande eine große Rolle in der Medizin, als Räucherwerk und in der Parfüm- und Seifenfabrikation spielen und gelegentlich sogar (um die Verwechslungen noch mehr auf die Höhe zu treiben) als „orientalischer Agtstein“ bezeichnet werden. Schließlich sei in diesem Zusammenhang noch auf die in Livland für Bernstein gebräuchlichen Worte elm und elmas verwiesen, die Beziehungen zu dem arabischen almas haben dürften, das seinerseits aus dem griechischen Adamás (= Diamant) entstanden und mit gleicher Bedeutung in das Persische und Türkische übergegangen ist, wo es almas, elmas oder yalmas lautet. Auch hier steht der durch Rußland, das Land der Skythen, gehende Überlandhandel im Hintergrund, der über den Borysthenes an den Pontus, und von da sowohl nach Griechenland wie nach Kleinasien, in die arabischen Länder und auch nach Persien ging. Die Benennung Agtstein hat man auch wohl auf Verwechslung mit Achat(stein) zurückgeführt, gibt es doch recht achatähnlichen Bernstein!

Aus der Vor- und Frühgeschichte des deutschen Bernsteins und über die Bernsteinstraßen der Alten

Schon Homer berichtete in der Odyssee, wie ein phönizisches Schiff, beladen mit allerlei Tand, an der Küste erschien und einer der Händler die Amme des jungen Eumaios durch einen Halschmuck aus Gold und Bernstein (*ηλεκτροισι*) bestach, ihm mit dem Knaben aufs Schiff zu folgen. Die Assyrer haben nach einer im Britischen Museum befindlichen Keilschrift bereits im 10. Jahrhundert v. Chr. durch ihre Karawanen den Bernstein (den Safran, welcher anzieht!) in den Meeren gefischt, wo der Polarstern im Zenit steht. Ja, auch in den Gräbern von Kumasa auf Kreta, die der Zeit um 2500 v. Chr. angehören, fand sich echter nordischer Bernstein mit 8% Bernsteinsäure als Zierrat von Dolchgriffen, deren Silber aus Spanien stammte. Aber über diese wichtigen Ergebnisse der Archäologie hinaus hat uns die Vorgeschichte Beweise für Bernstein-gewinnung und -handel aus noch älteren Zeiten geliefert. Funde von gesammeltem Rohbernstein sind uns bereits aus der nordeuropäischen Altsteinzeit und aus den Muschelhaufen (Skaldynger, Kjökkenmöddinger) bekannt geworden. Daneben kommen auch schon mehr oder minder kunstvoll gearbeitete Artefakte aus Bernstein vor. Reichlicher sind diese allerdings erst in der jüngeren Steinzeit (seit 4000 v. Chr.) nachzuweisen. Zuerst (ganz zu Beginn der

nordischen Jungsteinzeit, noch vor der Dolmenzeit) tritt Bernstein als Kettenschmuck auf. Von den teils im Moor, teils im Acker gemachten Depotfunden in Jütland sei der von Laesten mit gegen 4000 bearbeiteten Bernsteinstücken besonders genannt. Vielleicht war der Bernstein damals gleichsam Zahlungsmittel.

Während sich in den „Kleinen Stuben“ nur roh bearbeitete Stücke fanden, herrschen am Ende des 4. Jahrtausends in den Ganggräbern oder „Großen Stuben“ feiner bearbeitete vor, und auf einfache Perlen folgen auch kürzere oder längere Röhren, wohlgeformte runde Perlen, flache, halbrunde



Abb. 22. Mit Feuersteinmessern geschnittene Menschen- und Tier-Figuren aus der Bernsteinbaggerei von Schwarzort. Etwa $\frac{1}{3}$ der Originalgröße

Anhänger, knopfähnliche Stücke und hammer-, keulen- und axtförmige Anhänger, und zwar in getreuen Nachahmungen von Steingeräten. Diese Formen können wohl nur als Amulette oder Votivgegenstände gedeutet werden. In die Jungsteinzeit gehören auch die Artefakte aus der Baggerei von Schwarzort (2. Hälfte des 3. Jahrht. v. Chr.) (Abb. 22). Ihnen schließen sich, wohl als Exportstücke aus Ostpreußen, Einzelfunde von Woldenberg in der Neumark (Abb. 23), Stettin und Bernburg an der Saale an. In der aus-

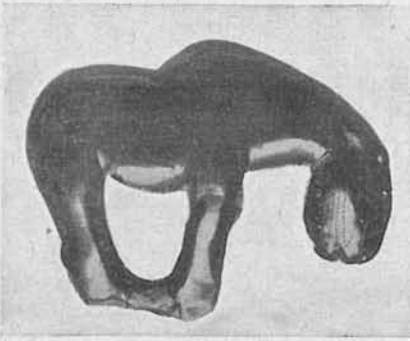


Abb. 23. Jungsteinzeitliche Tierfigur aus Bernstein, wohl junges Wildpferd. $\frac{1}{2}$ nat. Größe. Woldenberg, Kreis Friedeberg, Neumark

gehenden Steinzeit finden sich Bernsteinartefakte, wenngleich nur mehr einzeln, auch in England, das ja mit seinen östlichen Randgebieten noch im Bereiche der diluvialen Bernsteinverbreitung liegt. Doch mag der Bernstein auch als Importware gegen irisches Gold und englisches Zinn bezogen worden sein. Ferner wurden Bernsteinartefakte in Frankreich in Höhlengräbern sowie in Dolmen und in der Schweiz in

Hockergräbern und in Pfahlbauten gefunden. Diese westeuropäischen Funde setzen wohl schon damals einen Bernsteinhandel von den Fundstätten des Nordseebernsteins über westeuropäische Handelswege voraus. Das muß auch für einige spärliche neolithische Funde in Spanien angenommen werden. Im ganzen übrigen Mittelmeergebiet aber scheint nach La Baume Bernstein in der Steinzeit nicht vorzukommen.

Erst von 2000 v. Chr. an, vor allem etwa zwischen 1500 und 500, also in der Bronze- und der frühen Eisenzeit, findet man zahlreiche Bernsteinsachen in Mittel- und Südeuropa. Vor das 15. vorchristliche Jahrhundert sind die Hunderte von Bernsteinperlen zu datieren, die H. Schliemann aus den Schachtgräbern in der Nähe des Löwentores von Mykenae gehoben hat. Auch in den dortigen Kuppelgräbern, die einer etwas jüngeren Zeit angehören, kommen sowohl Bernsteinperlen als auch Rohbernstein vor. Helm und Jonas haben die Übereinstimmung des Mykenae-Bernsteins mit dem baltischen Bernstein sichergestellt. Auch bei der Ausgrabung des Artemis-Tempels in Sparta durch die Engländer wurden Bernsteinstücke aus der Zeit der Dorischen Wanderung (12. Jahrhundert) zu Tage gefördert. Die bronze- und hallstattzeitlichen Bernstein-

Artefakte unterscheiden sich von denen der Steinzeit durch die bessere und sorgfältigere Bearbeitung besonders in der Art der Durchbohrung, wie sie durch die Anwendung von Metallwerkzeugen gegeben war. Hinzu kommt eine neue Art der Verwendung. Einerseits diente der Bernstein als Einlagen in Bronzewaffen (Dolch- und Schwertgriffen), Bronzegeräten und metallenen Schmucksachen; andererseits versah man Bernsteinperlen und -nadelköpfe mit Zinn- und Bronzeinlagen, die in fein eingebohrten Löchern befestigt wurden. Wenn in Norddeutschland, überhaupt in Nordeuropa, in der Bronze- und Hallstattzeit Schmucksachen und Amulette aus Bernstein seltener gefunden werden als in der Steinzeit, so mag nach La Baume mit daran liegen, daß damals die Leichenverbrennung aufkam und schließlich vorherrschte, was für die Überlieferung von Bernsteinsachen um so ungünstiger sein mußte, als die meisten Funde aus Gräbern stammen. Doch lieferte uns die eigenartige Gesichtsurnenkultur in Pommern, Westpreußen und Polen aus der frühen Eisenzeit kleine Bernsteinperlen, die, zusammen mit Glasperlen auf Metallringen aufgereiht, als Ohrgehänge an den Gesichtsurnen angebracht sind. Auch die Bronze- und Hallstattzeit Mittel- und Süddeutschlands, der Schweiz und der früheren österreichisch-ungarischen Länder hinterließ im allgemeinen nur eine geringe Anzahl von Bernsteinsachen. Ausnahmen sind Böhmen als Zinnlieferant und Hallstatt im Salzkammergut als Salzlieferant. Unter den weitaus über 1000 Hallstattgräbern gibt es nur wenige, die keine Bernsteingaben, wie Perlen, Ringe, End- und Mittelstücke von Schmuckgehängen, aufweisen. Ja, häufig findet man Prachtstücke bis zur Größe eines Hühnereies. Auch sonst ärmlich ausgestattete Leichen waren mit schönen Bernsteingehängen geschmückt. Dieser Bernstein ist wohl im Tausch gegen Salz nach Hallstatt gekommen. In Italien spielte der Bernstein in der eigentlichen Bronzezeit als Schmuck neben Glas die erste Rolle.

Aus der altitalienischen frühen Eisenzeit interessieren vor allem die Skarabäen und Skarabäoide aus Bernstein, die F. W. Freiherr von Bissing aus Etrurien beschrieben hat. Sie sind wahrscheinlich in Vetulonia (dem jetzigen Colonna), gegenüber der er reichen Insel Elba, hergestellt worden. Vermutlich dienten sie (wie die bekannten ägyptischen Skarabäen) als Amulette. Aus der La-Tène-Zeit werden Bernsteinartefakte seltener gemeldet. Etwas häufiger kommen sie zwar in etruskischen Gräbern des 5. und 4. Jahrhunderts v. Chr. vor; aber sie fehlen in der jüngeren Zeit des griechischen Imports und überhaupt in der Zeit des starken Einflusses der griechischen Kolonisation an der Westküste Italiens und in Sizilien. Auch in Griechenland selbst fand ja der Bernstein in der klassischen Periode nur vereinzelt Verwendung. Daß in diesen Zeiten gleich-

wohl ein weitreichender Bernsteinhandel vom Samlande, dem Lande der Aestier, ausging, zeigen die unterirdischen Bernstein-speicher der La-Tène-Zeit, die man mehrfach mit bis zu 12 Zentnern Rohbernstein (mit nur einzelnen vielleicht bearbeiteten Stücken) bei Breslau-Hartlieb gefunden hat. Man deutet sie auf einen Großhandelsplatz für Bernstein, den die damaligen Herren des fruchtbaren Lößgebietes von Niederschlesien, die Frühwandalen, etwa in den letzten Jahrzehnten v. Chr. unterhielten. Dieser Handelsplatz lag an der alten Bernsteinstraße Samland-Aquileja.

Eine neue Blüte erlebten Bernsteinhandel und -verwendung in der römischen Kaiserzeit. Sowohl Italien als auch Nordostgermanien waren damals reich an Bernsteinschmuck. In den ersten Jahrhunderten n. Chr. sind in Nordostgermanien Halsketten sehr beliebt gewesen, die neben Bernsteinperlen bunte Glas- oder Emailperlen enthielten. Diese letzten sind sicher aus den römischen Provinzen als Austauschgut nach Germanien gelangt. Unter den Bernsteinperlen sind Kugeln seltener als flache Formen. Unter diesen finden sich zylindrische, linsen-, kegel- und tonnenförmige. Ein Teil ist auf der Drehbank gearbeitet worden. Diese Stücke wurden außen mit Rillen versehen, indem man eine scharfe Spitze gegen die sich drehende Perle hielt. Von den eigentlichen Perlen sind die in Ost- und Westpreußen nicht seltenen Spinnwirtel zu unterscheiden, einmal durch ihre Größe und dann durch die zum Aufstecken auf den Spindelstab erforderliche Weite der Durchbohrung. Gleiche oder ähnliche Formen — bedingt durch den Zweck — finden sich fast zu allen Zeiten, selbst noch im Mittelalter.

Der Verlauf der vor- und frühgeschichtlichen Handelswege ergibt sich teils aus Bodenfunden, teils aus den Berichten der alten Schriftsteller. Als Drittes tritt noch hinzu, daß nur zwei Liefergebiete ernstlich in Frage kommen, die Ostseeküsten Altpreußens, an die sich noch die masurischen und westpreußischen Lagerstätten anschließen, und die Nordseeküste der jütischen Halbinsel mit dem Schwergewicht in ihrem südlichen Teil zwischen Elbe- und Eidermündung. Wie man von Seiden-, Tee- und Salzstraßen spricht, so kann man auch von Bernsteinstraßen sprechen. Es sind dieses diejenigen Teile des Überlandwegenetzes, die dem Handel mit Bernstein zwischen den Erzeugungsstätten und den mittel- und südeuropäischen Verbrauchsländern dienten. Dem tut keinen Abbruch, daß auf diesen Wegen im Anfang auch andere Rohstoffe, wie etwa Nephrit und Feuerstein, später auch Kupfer, Zinn, Bronze und Gold oder Felle, Leder, Eiderdaunen und Salz gehandelt und transportiert worden sind. Zu diesem Wegenetz gehörten Gewinnungs- und Verarbeitungsstätten, Umschlags- und Stapelplätze, Furten, Floßfähren und Brücken. Vielfach wird dieser Handel von

Stamm zu Stamm oder von Volk zu Volk unter Tausch gegen andere Erzeugnisse, wie Salz, Bronze, Zinn, später Eisen, erfolgt sein. Daraus erklärt sich die Unkenntnis der Alten hinsichtlich Entstehung und Herkunft des Bernsteins. Vielfach hielten sie die Umschlagsplätze, wie die Mündung des Po (bei Euripides) oder der Rhone (bei Aeschylus) für die Erzeugungsstätten, für den Eridanus. Auf solche Zusammenhänge wurde schon bei der Erklärung des Bernsteinnamens Lyncurium = Ligurerstein hingewiesen; und als jüngeres Vergleichsbeispiel sei hierzu erwähnt, daß finnischer heller Glimmer, der über Moskau gehandelt wurde, als Moskau-Stein = Muskovit in das Sprachgut der Mineralogen eingegangen ist. Wir haben in der „Einführung“ darauf hingewiesen, daß schon Alexander von Humboldt den Bernsteinhandel richtig gekennzeichnet hat, und verstehen jetzt auch, wenn O. Peschel seine „Geschichte der Erdkunde“ von 1865 mit dem Bernsteinhandel einleitete. Der Austausch der Waren ist besonders klar für den mittleren der trans-europäischen Handelswege, der die Halbinsel Jütland und die Elbemündung (= Eridanus) mit den südlicheren Ländern verband. So konnte schon Olshausen (1890) das Vorrücken gewisser Goldspiralen und der doppelspiraligen Noppenringe in der Richtung auf Jütland verfolgen, wo sie nach S. Müller an der Westküste am zahlreichsten nachgewiesen sind. In diesem Sinne nannte Moldenhauer den Bernstein das „Gold des Nordens“. So erklären sich auch der hohe Stand der bronzezeitlichen Kultur der jütländischen Halbinsel, aber auch die reiche Ausstattung von Gräbern aus der ersten Hälfte der Bronzezeit in Ostpreußen sowie der große Bronze depotfund von Nortycken im nördlichen Samland.

Die zentral gelegenen Routen des Bernsteinhandels, die sich in der frühen Bronzezeit öffneten, nahmen ihren Ausgang an der westlichen Küste der cimbrischen Halbinsel und lassen sich elbeaufwärts bis zur Saalemündung verfolgen, wo sie sich gabeln. Der eine Ast verlief weiter elbeaufwärts bis nach Zentralböhmen und von da an die Donau gegen Linz und Passau, von hier aus aber innaufwärts und über den Brennerpaß nach Oberitalien. Der zweite Ast ging saaleaufwärts und führte über Mittelfranken etwa bei Kelheim oder Regensburg an die Donau. Dort wendete er sich einerseits donauaufwärts, andererseits aber donauabwärts. Dieser letzte Zweig vereinigte sich bei Passau mit dem ersten.

Die westlicheren Routen, die sich seit der mittleren Bronzezeit nachweisen lassen, nahmen ebenfalls ihren Ausgang von der Westküste der cimbrischen Halbinsel. Sie folgten zunächst über den von Ptolemäus erwähnten Ort Treva, wie die Iren heute noch Hamburg nennen, der Unterelbe und der Saale, gingen dann aber quer durch Thüringen, Hessen und die Wetterau in das Mündungsgebiet des



Karte 3. Routen des vorgeschichtlichen Bernsteinhandels

Mains hinüber, wo sie sich weiter rhein- und neckaraufwärts fortsetzten. Später dürfte eine andere Route benutzt worden sein. Diese nahm ihren Anfang im bernsteinreichen Dithmarschen im Eidermündungsgebiet, benutzte zunächst eine Fährverbindung über Stör, Elbe und Schwinge nach Stade, setzte sich dann beim Dorf Hellwege mit einer Furt über die Wümme, bei Verden mit einer Furt über die Aller und rechts der Weser über Nienburg und die Porta Westfalica nach Paderborn fort. Schließlich gewann sie durch die Landschaft Hellweg (Regierungsbezirk Arnsberg) in Asciburgium-Duisburg den Anschluß an den Rhein. Sollte es ein Zufall sein, daß auf dieser Strecke ein drittes Hellweg, eine Bauernschaft bei Bad Oynhausen im Kreise Herford, liegt? Ist nicht die erste Silbe in Hellweg gleich der ersten in Helgoland? Galten doch die Bernstein-Handelswege, worauf R. Hennig unter Berufung auf Aristoteles hinweist, als „heilige Straßen“! Der rheinaufwärts weitergehende Ast dieses Straßenzuges scheint im Aaretal bis nach dem Neuenburger See im Schweizer Jura und weiterhin wohl

rhoneabwärts in das Mittelmeergebiet gegangen zu sein. Dort bildete das 600 v. Chr. von Phokäern gegründete Massilia (Massalia) = Marseille den Umschlaghafen. Von hier aus trat um die Zeit Alexanders des Großen (nach R. Hennig zwischen 350 und 320 v. Chr.) Pytheas, auf dessen Berichten Jahrhunderte hindurch die geographische Kenntnis des Nordens und der germanischen Völker an der Nordsee beruhte, seine vielbehandelte, aber auch umstrittene Reise zur Nordsee an.

Die ostdeutsche Route endlich, deren Eröffnung in die frühe Eisenzeit zurückreichen dürfte, nahm ihren Anfang im Samlande, als dem eigentlichen Kernland des Bernsteins. Von hier führte der Handelsweg über eine jungsteinzeitliche Flußterrassensiedlung (das jetzige Königsberg), oberhalb deren damals eine alte Preußenburg den Übergang über den hier durch die Kneiphof-Insel zweigeteilten Pregel beschützte, an den Südrand des Frischen Haffs. Sodann verlief er südlich an den Elbinger Höhen und dem Ort, an dem später die Wikinger Truso erbauten (also an der Stelle des jetzigen Elbing) vorbei. Weiter führte er um den früher als Zipfel des Frischen Haffs wesentlich größeren (jetzt verlandenden) Drausensee herum in Richtung auf die beiden im Tal der Sorge nördlich von Christburg nur 3 km voneinander entfernten beiden Moorbrücken, die H. Conwentz 1897 beschrieben hat. Sie überquerten in einer Länge von 1230 bzw. 640 m als brückenartige Holz- und Faschinenwege unweit Baumgarth im Kreise Stuhm die sumpfige Sorge-Niederung, die sich hier tief nach Süden in das höhere Land hinein erstreckt. Vom Weichselknie bei Thorn und Bromberg verlief diese Handelsstraße über den Goplosee, Kalisch (Calisia), die Prosna aufwärts und durch Oberschlesien zur Mährischen Pforte, weiter an die March bis zu deren Einmündung in die Donau und zum römischen Grenzkastell Carnuntum (dem heutigen Petronell), der damals größten Siedlung nahe dem Ostsaum des Wiener Beckens. Eine westliche Variante scheint vom östlichen Posenschen aus nach Niederschlesien und durch den Glatzer Talkessel an die March gegangen zu sein, wie es überhaupt wahrscheinlich ist, daß das Durchbruchstal der oberen Neiße bei Glatz mindestens zeitweise eine Querbindung zu der zentralen, durch Böhmen verlaufenden Route abgegeben hat. Von Carnuntum erreichte der Handelsweg über die Pässe der Ostalpen und den Karst die Adria. Dort wurde in dem 189 v. Chr. gegründeten Aquileja zur römischen Zeit sowohl Glas als auch Bernstein gehandelt. Seit etwa 500 v. Chr. hat der samländische Bernstein den jütischen vom Handel nach dem Süden verdrängt. Seit 50 n. Chr. hat nachweislich ein direkter Handel zwischen Römern und Ostgermanen bestanden. Ließ doch zur Zeit des Kaisers Nero (54—68 n. Chr.) Julianus von Carnuntum aus einen

römischen Ritter eine so große Menge Bernstein von der Ostsee holen, daß ein Gladiatorenspiel damit ausgerüstet werden konnte, indem die Netze zur Abhaltung der wilden Tiere mit Bernsteinwirteln geknotet und die Waffen und der Leichenapparat damit verziert wurden. Daß auch noch im 6. Jahrhundert n. Chr. die Aestier Beziehungen nach Italien unterhalten haben, bezeugt ein Bernsteingeschenk derselben an den Gotenkönig Theoderich in Ravenna, wie wir dem Brief, den dessen Kanzler, Cassiodor, geschrieben hat, entnehmen. Das ist die letzte Erwähnung des Bernsteins in der römischen Literatur.

Außer diesen drei Deutschland durchziehenden Routenbündeln sind im Westen und Osten zweifellos noch andere Handelswege benutzt worden. So ist kaum daran zu zweifeln, daß schon die Phönizier die britannischen Zinninseln, die Kassiteriden, und die Nordseeinseln, die Elektriden oder Glaesariae, auf dem Seewege besuchten, und denselben Weg nahmen später die römischen Kaufahrtsschiffe. Für diese war auf ihrer Fahrt in die Nordsee das alte Fectio, das heutige Vechten bei Utrecht in den Niederlanden, zugleich Kriegshafen und Stapelplatz. Von hier nahmen die Schiffe zunächst ihren Kurs durch die Fossa Drusiana (die Vecht) in die Zuidersee und von da in die Nordsee. Aber weder die Phönizier noch Pytheas und die Römer haben die jütische Halbinsel umfahren.

Im Osten haben zweifellos auch schon zur Bronzezeit direkte oder indirekte Beziehungen zwischen dem Samlande und dem Pontus sowie darüber hinaus bestanden, und das Mündungsgebiet des Dnjepr, des Borysthenes der Alten, hat lange Zeit durch den Handel mit dem Süden geblüht. Ja, unter Berufung auf Plinius hat man mit beachtenswerten Gründen angenommen, daß die ostpreußischen Goten Bernstein gegen Schmucksteine bis nach Indien geliefert haben. Pontisches Salz dürfte dagegen, vielleicht zur Winterzeit durch Schlittentransport, nach Norden gelangt sein. Für diesen durch das südliche Rußland hindurchgehenden Bernsteinhandel sprechen auch die Bernsteinfunde aus Gräbern des Kubangebietes in Nordkaskasien, die der ersten Hälfte des 1. Jahrtausends v. Chr. angehören. Gewiß mag ein Teil des auf diesen östlichen Routen gehandelten Steins den westrussischen, polnischen oder masurischen Lagerstätten entnommen sein. Immerhin fand sich bei Schernen im Kreise Memel eine Bronzefigur, offenbar ein Tauschobjekt aus dem Südosten.

Zahlreiche Handelsvölker Südeuropas haben den Bernstein des Nordens erhandelt und eingetauscht: die Phönizier auf dem See- und Landwege, die Massilier längs der Rhonestraße durch Gallien und die Schweiz sowie über die Rheinstraße, die am Golf von Genua wohnenden Ligurer sowie die Etrusker ebenfalls durch die

Schweiz und über die Rheinstraße; die Veneter und Pannonier dagegen gingen ihrem Handel über die Pässe der Ostalpen nach, und die pontischen Griechen sowie die ostgermanischen Goten nahmen ihren Weg durch Südrußland, wie auch vielfache Münzfunde südlicher Herkunft in Ostpreußen bestätigen.

Der Bernstein in der Volkskunde und Volksmedizin

Seit Tausenden von Jahren hat der Bernstein den Menschen als Schutzstein und Amulett gedient. Kein Wunder, daß er auch in der Volksmedizin seit jeher eine große Rolle spielt.

Wenn die Wünschelrute noch heute ihre Anhänger besitzt und es noch gar nicht so lange her ist, daß selbst Behörden ihre Amtsräume mit „Entstrahlungsapparaten“ ausstatteten, um angeblich schädliche Strahlen abzuhalten, wenn heute mehr denn je Okkultismus und Mystizismus Triumphe feiern, wer wollte sich dann darüber wundern, daß der vorgeschichtliche Mensch in höchstem Grade abergläubisch war. „Wo er sich auch befand, in welcher Jahreszeit und Tageszeit er lebte, was er auch begann und ausführte, ständig glaubte er sich umgeben und umlauert von Gefahren, die von ungezählten bösen Geistern ausgingen, von Unholden irgendwelcher Art, die ihm nachstellten: vom „bösen Blick“, der ihn oder seinen Besitz verhexen konnte, von den Geistern der Verstorbenen, von Dämonen der Erde, der Luft und des Wassers, von unheilvollen und Unheil bringenden Mächten verschiedenster Art, vor denen er nirgend sicher war“ (W. La Baume). Die Zahl der Amulette aus dem vor- und frühgeschichtlichen Altertum, aus der Antike und aus dem Mittelalter, die sicheren Schutz gegen alle diese Gefahren versprachen, ist unvorstellbar groß. Auch dem Bernstein wurde als „Apotropaion“ eine dämonenabwehrende Wirkung zugeschrieben. Dies geschah sicherlich wegen der merkwürdigen Eigenschaften des Steines: seiner Durchsichtigkeit, seiner Brennbarkeit, seinem dabei ausströmenden aromatischen Geruch, seiner Anziehungskraft, wenn man ihn rieb oder sonst bearbeitete, seiner Wärme in der Hand. Erst sekundär hat man den Bernsteinamuletten durch Formgebung und Verzierung das Asehen von Schmucksachen gegeben und sie zu „Anhängern“ ausgestaltet (Abb. 24). Dabei mochte die Form wieder besondere Bedeutung gewinnen, wie bei den menschlichen Figuren des Neolithikum von Schwarzort, die als Ahnenbilder gedeutet werden, den Tierdarstellungen, die als gute Vorbedeutung für die Jagd galten, und dem kleinen Bernsteinphallus, der ein Sinnbild der Zeugungskraft war. Daß man auch Gebrauchsgegenstände, wie z. B. Spinnwirtel, aus Bernstein herstellte, beruht auf den gleichen abergläubischen Vorstellungen. Dieselbe Abwehrbedeutung kam den Bernsteinskarabäen aus Vetulonia zu. Wenn die Gehänge der west-

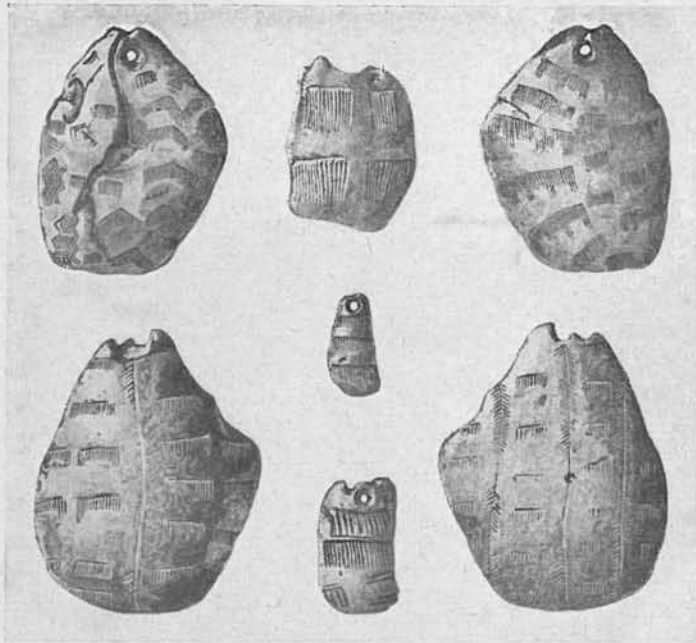


Abb. 24. Mittelsteinzeitliche Bernstein-Anhänger aus Dänemark. Nach Sophus Müller. Die Ritz-Zeichnungen vermutlich bandförmige Nordlichter darstellend

preußischen Gesichturnen neben Perlen aus Bernstein solche aus blauem Glase und weither gehandelte Kaurischnecken (*Cypraea*) enthalten, so kann die Bedeutung dieser Gehänge um so weniger unklar sein, als blaues Glas und Kauris noch heute im Orient und in Ägypten zur Abwehr gegen den „bösen Blick“ getragen werden. Auch die riesige Größe und das plumpe Aussehen der Bernsteinstücke an Gewandnadeln (Fibeln) der gleichen Zeit in Italien wird nur durch die geheime Kraft verständlich, die auch die südlichen Völker so sehr an dem nordischen Stein schätzten.

Medizinische Bedeutung ist dem Bernstein schon im klassischen Altertum zugeschrieben worden. Das bezeugt Plinius, der von den Bauernweibern jenseits des Po schreibt, sie hätten damals noch („hodieque“) Bernsteinschmuck als Halsbänder getragen, „hauptsächlich der Zierde wegen, aber auch für die Gesundheit, da man nämlich glaubt, er sei gut für die Mandeln und Halskrankheiten (d. h. wohl Kropf), welche durch die Wasser der Alpen hervorgerufen werden“. Und weiterhin: „Den Bernstein Kindern als Amulett umzubinden, ist ganz gut. Callistratus versichert sogar,

daß er in jedem Alter gegen den Wahnsinn helfe, sowie gegen Harnbeschwerden, mag er nun getrunken oder als Amulett getragen werden“. Das goldfarbige, sehr feuergefährliche, leicht entzündliche „chryselectrum“ aber helfe „um den Hals gebunden, gegen Fieber und Krankheiten, mit Honig und Rosenöl zerrieben gegen Ohrenkrankheiten, und wenn es mit attischem Honig zerrieben werde, auch gegen Augenschwäche, ja sogar gegen Magenbeschwerden sowohl sein Reibmehl allein als auch mit Mastix in Wasser getrunken“ (nach der Übersetzung bei Waldmann). Auch der bekannte griechische Arzt Galenos, der später in Rom wirkte, berichtete ein Jahrhundert danach über die Heilkraft des Bernsteins. Noch im Mittelalter hat der Bernstein in pharmazeutischer Hinsicht Bedeutung besessen. Ja, man zählte ihn zu denjenigen Medikamenten, welche an Stärke nichts übertreffe:

„Sunt sex in medicis, quae vincunt robore taurum,
Succinum, castoreum, mars, camphora, tartarus, aurum“,
so lautete ein gereimter Hexameter aus jener Zeit.

Nach Albertus Magnus (1193 oder 1205 bis 1280) ist das succinum ein sicheres Mittel, um eingegeben die Virginität eines Mädchens festzustellen. Herzog Albrecht andererseits schickte dem am Stein leidenden Luther ein Stück Knochenbernstein als Heilmittel zu mit dem Wunsch, daß der gute Stein den bösen austreiben möge. Agricola (1494—1555), der sog. meißener Plinius, hielt den Bernstein für ein vorzügliches Mittel gegen Pest und Epilepsie. Selbst noch im 19. Jahrhundert finden wir in dem riesigen Kompendium des damaligen Wissens von Ersch und Gruber (1822) offizielle Verwendungen des Bernsteins in den verschiedensten Zubereitungen: zu Wundbalsam, zu trockenen Dampfbädern, gegen hysterische Beschwerden, gegen Uterin- und andere Krämpfe, gegen verschiedene Frauenkrankheiten, gegen Hüften- und Wadenschmerz, anhaltendes Erbrechen, zur Zerteilung von Wassergeschwülsten, gegen rheumatische und andere Schmerzen, gegen Beschwerden in der Rachitis, gegen Schleim, Schwindsucht, gegen Lungen- und Harnbeschwerden, Typhus, Gicht, Lähmung, Schlagflüsse, Blähungen, Kolik. Kurz: der Bernstein galt noch damals als Allheilmittel! Inzwischen ist der Bernstein selbst allerdings aus den modernen europäischen Pharmakopöen verschwunden, wogegen die Bernsteinsäure noch eine gewisse Rolle für die Heilkunde spielt.

Der Volksglaube schreibt gleichwohl noch heute dem Bernstein alle möglichen Heilkräfte und Wirkungen zu, allerdings nur bei äußerlicher Anwendung. Im alten Rußland wurden den Ammen in Moskau und Kiew sowie bis nach Litauen hinein Ketten aus Bernsteinperlen umgehängt, da man meinte, sie selbst und die Kinder damit vor Krankheiten schützen zu können. Auch gibt man vielfach

kleinen Kindern Bernsteinkettchen um den Hals, um sie vor Anfällen beim Zahnen zu bewahren, wobei diese Ketten gleichzeitig als Beißketten dienen. Gewiß lächelt man darüber, wenn man in Elizabeth Villiers Buch „Amulette und Talismane und andere geheime Dinge“ (1927) über den Bernstein liest: „Menschen, die unter dem Zeichen des Löwen geboren sind, sollten ständig Bernstein tragen, dagegen ist er denen entschieden unheilbringend, die im Zeichen des Stiers geboren wurden“. Indessen, die riesigen Bernsteinperlen in dem oft bewunderten Brautschmuck der Bückeburger Bäuerinnen, die zu Ketten geschnürten „Russischen Oliven“ der ägyptischen Fellachin, ja, die Bernsteinrosenkränze der Katholiken und die orientalischen Rosenkränze der Mohammedaner zeigen, wie manches andere, daß der Bernstein auch heute jene Bedeutung noch nicht ganz verloren hat, die ihm seit Jahrtausenden innewohnt, wenn der Glauben daran jetzt auch meist von der Freude an der Schönheit des edlen Steines überstrahlt wird.

Schrifttum:

Die wichtigste bis 1937 über den Bernstein erschienene Literatur hat der Verfasser in seinem Buch „Der Bernstein und seine Bedeutung in Natur- und Geisteswissenschaften, Kunst und Kunstgewerbe, Technik, Industrie und Handel, Königsberg 1937“ verarbeitet. Die in den letzten Jahrzehnten gedruckten Schriften sind überdies in den vom Verfasser im Verlage W. de Gruyter & Co., Berlin, herausgegebenen „Bernsteinforschungen“ besprochen, von denen seit 1929 vier Hefte mit Originalarbeiten und Referaten erschienen sind. Des weiteren seien in kleinster Auswahl als wichtig von seit 1937 herausgekommenen Schriften erwähnt:

- Kjell Ander, Die Insektenfauna des baltischen Bernsteins nebst damit verknüpften zoogeographischen Problemen. Lund 1942
- K. André, Miocäner Bernstein . . . an der Nordsee? — Abalus, die Glaesarien oder Elektriden und der Eridanus der Alten. Petermanns Geogr. Mitt. 1942
- A. Bachofen-Echt, Der Bernstein und seine Einschlüsse. Wien 1949
- F. Kirchheimer, Beiträge zur Kenntnis der Flora des baltischen Bernsteins, I. Beiheft zum Botan. Centralbl., LVII. Band, 1937
- A. Rohde, Bernstein, ein deutscher Werkstoff. Seine künstlerische Verarbeitung vom Mittelalter bis zum 18. Jahrh. Berlin 1937
- E. Voigt, Paläohistologische Untersuchungen an Bernsteineinschlüssen. Paläontologische Zeitschr., 19. Band, 1937

Inhaltsverzeichnis

Einführung	3
I. Die Natur des Bernsteins	
Der Bernstein ein Liptobiolith. Seine physikalischen und chemischen Eigenschaften	4
Die Entstehung des Bernsteins als Harz ausgestorbener tertiärer Nadelhölzer. Tränen, Tropfen, Schrauben etc. als Beweise . . .	11
Die verschiedenartigen und verschiedenartigen Lagerstätten des deutschen Bernsteins	17
Die alttertiäre Bernsteinformation, ihr relatives und absolutes Alter und die Dauer der Bernsteinzeit	18
Die jüngeren Lagerstätten des deutschen Bernsteins	23
Paläogeographische Deutung der alttertiären Vorkommen des deutschen Bernsteins: Land und Meer zur Bernsteinzeit . . .	26
II. Die Urheimat des Bernsteins und ihre Landschaft. Die Bernsteinwälder und ihr Leben	
Urfennoskandia, seine Landschaft und seine Wälder	29
Das Leben der Bernsteinwälder und ihrer näheren Umgebung, erschlossen aus den Inkluden.	
Die Pflanzen des Bernsteinfestlandes Urfennoskandia	36
Die Tiere des Bernsteinfestlandes Urfennoskandia	41
Leben und Sterben der Kleintiere des Bernsteinfestlandes	61
Weitere tierische Bernsteineinschlüsse	64
Die Bernsteininkluden-Flora und -Fauna als Grabgesellschaft oder Taphocoenose	66
Folgerungen über die Natur und das Klima des Bernsteinfestlandes und der Bernsteinwälder	67
III. Gewinnung und Verwendung des deutschen Bernsteins	70
Übersicht der Bernstein-Gewinnung und -Verwertung	81
Schluß: Der Bernstein und die abendländische Kultur	
Bernsteinnamen und ihre Bedeutung	82
Aus der Vor- und Frühgeschichte des deutschen Bernsteins und über die Bernsteinstraßen der Alten	84
Der Bernstein in der Volkskunde und Volksmedizin	92
Schrifttum	95

