

# Mineralogische Untersuchungen über Bernstein.

Von Dr. PAUL DAHMS in Zoppot a. d. Ostsee.

Mit 8 Figuren im Text.

## X. Über geschichteten und achatartigen Succinit.

Es ist schwierig, ein richtiges Bild von der ursprünglichen Balsamform des Harzes zu gewinnen, aus dem der Bernstein hervorging. Frisches, unzersetztes Material von Succinit enthält nach E. AWENG<sup>1)</sup> etwa 2 % Borneolester der Succinoabietinsäure, 28 % freie Succinoabietinsäure und 70 % Succinin, d. i. einen Ester der Bernsteinsäure mit dem Succinoresinol. Der erstere von diesen Bestandteilen soll als letzter Rest des ätherischen Öles vom Bernsteinbaume aufgefaßt werden können. Nach Versuchen, die bereits SELLIN ausführte, geht Succinoabietinsäure mit schmelzendem Kali durch Autoxydation in Bernsteinsäure über. Dieses Ergebnis scheint mir interessant, da es nicht ausgeschlossen ist, daß die Rolle der Kalischmelze bei den Verwitterungsvorgängen durch ein anderes Agenz ersetzt werden kann; dabei würde dann bezw. Bernsteinsäure frei werden. Leider erstrecken sich diese Untersuchungen nur auf klares und durchaus frisches Material, so daß sich von hier aus ein weites, unbearbeitetes, gänzlich unbekanntes Arbeitsfeld ausbreitet.

Reste des ätherischen Öles aus der Stammpflanze unseres Bernsteins konnten nur so Jahrtausende hindurch erhalten werden, daß sie von der Haupt-Harzsäure in Esterform gebunden wurden. Solche ätherischen Öle gehören zu den sog. „Beisubstanzen“, treten zu dem eigentlichen Harzkörper, dem „Reinharz“, mengen sich ihm bei und verwandeln ihn — der stets fest ist — in einen Balsam. Es ist deshalb eigentümlich, daß das Terpentinöl, ein Gemenge mehrerer, einander sehr nahestehender Verbindungen, dasjenige Lösungsmittel ist, welches auch noch vom nunmehrigen Bernstein am meisten aufnimmt<sup>2)</sup>.

1) AWENG, E.: Über den Succinit. Arbeiten aus dem pharmazeutischen Institute der Universität Bern. Untersuchungen über die Sekrete, mitgeteilt von A. TSCHIRCH, Nr. 11. S.-A. Archiv d. Pharmacie, Bd. 232, Heft 9, 1894. S. 10, 22, 23, 30, 31.

2) HELM, OTTO: Notizen über die chemische und physikalische Beschaffenheit des Bernsteins. S.-A. Archiv d. Pharm. Bd. 8, Heft 3, 1877. S. 10.

Hierbei ist freilich hervorzuheben, daß die ätherischen Öle, wie wir sie in Flaschen aufbewahren, in dieser Form nicht in der Pflanze vorkommen. Wie pflanzliche Sekrete unter der Mitwirkung von Enzymen durch Polymerisation und verwickelte Vorgänge, die unter Abspaltung von Wasser und Kohlensäure, unter Oxydation und Reduktion verlaufen, zur Entstehung und dann durch primären und sekundären Harzfluß ins Freie gelangen, zeigt uns A. TSCHIRCH<sup>1)</sup>. Über das ausgeflossene, meist getrübbte Bernsteinharz<sup>2)</sup> und die eintretenden Klärungsvorgänge<sup>3)</sup> berichtet R. KLEBS. Bereits JOH. CHR. AYCKE<sup>4)</sup> gibt eine umfassende Schilderung der Verwitterungsvorgänge am Bernstein, während OTTO HELM<sup>5)</sup> dem Verständnis der sich bei dieser Gelegenheit abspielenden chemischen Veränderungen näher zu treten versucht.

Die einzelnen Bernsteinvarietäten, wie sie aus den verschiedenen Stufen der Klärung entstehen, und die Farbentöne, die mit dem Grade der Verwitterung wechseln, bieten eine große Menge von Abstufungen und Verschiedenheiten. Es ist wohl selbstverständlich, daß bei der großen Menge von möglichen Kombinationen gelegentlich Stücke in Sammlungen auftauchen, die lebhaftes Interesse erregen. So fand ich bei einer Besichtigung der Bernsteinsammlung des Herrn Pfarrer WINKLER-Zoppot mehrere Stücke, gestreifte und achatartige, die meine Aufmerksamkeit gewannen und mich zu ihrer näheren Untersuchung veranlaßten. Für die Liebenswürdigkeit und Bereitwilligkeit, mit der Herr Pfarrer WINKLER mir die Stücke zur Bearbeitung überließ, sage ich ihm auch hier meinen besten Dank.

Über beide Spielarten, wenn man so sagen darf, sind verschiedene Angaben in der Literatur zu finden. Besonders über die durch Schichtungen gestreiften liegen Notizen vor, die freilich bald von Naturspielen, bald von versteinertem Holz sprechen. Nach dem Alter angeordnet, mögen sie hier kurz folgen.

HELWING<sup>6)</sup> erwähnt ein Stück, „*venas ligni abiegni ex asse exprimens*“ und „*lutei et mellei coloris, candidis lineis ornatum*“. BOCK<sup>7)</sup> spricht von einem an Jaspis erinnernden Stück, „ein gestreiftes und geädertes Holz nach-

1) TSCHIRCH, A.: Die Chemie und Biologie der pflanzlichen Sekrete. Leipzig. Akad. Verlagsgesellschaft, 1908. S. 12, 13, 74, 88.

2) KLEBS, R.: Farbe und Imitation des Bernsteins. Schrift. der phys.-ökonom. Ges. zu Königsberg i. Pr., Jahrg. 28, 1887; 1888 Sitz.-Ber. S. 21.

3) KLEBS, R.: Aufstellung und Katalog des Bernstein-Museums von STANTIEN & BECKER, Königsberg i. Pr. 1889; S. 32 bis 35.

4) AYCKE, JOH. CHR.: Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835, S. 78 bis 88.

5) HELM, OTTO: Mitteilungen über Bernstein. VI. Über die elementare Zusammensetzung des Ostsee-Bernsteins. Schrift. d. Naturf. Ges. in Danzig. N. F. Bd. 5, Heft 3, 1882. S. 9—11.

6) HELWING, M. GEORG ANDREAS: Lithographia Angerburgensis. Lipsiae 1720. Pars II, § VIII, S. 77, Nr. 13 und 26.

7) BOCK, FRIEDRICH SAMUEL: Versuch einer kurzen Naturgeschichte des Preußischen Bernsteins und einer neuen wahrscheinlichen Erklärung seines Ursprunges. Königsberg 1767, S. 72 und 132.

ahmend“, und von einem weiteren, das er kurz so beschreibt: „Wie gestreift Holz. Die Adern des Tannenholzes vorstellend.“ — VON WOLF<sup>1)</sup> zählt auf: „Ein schönes grosses Stück klarer Bernstein mit weissen parallelen Streifen durchzogen. Oft sieht man Späne von Kühn, die diesem Stück vollkommen gleich sind, daß wohl niemand zweifeln kan, die Streifen der Safröhren und das klare darzwischen, die Bläschen gewesen zu seyn. Man unterscheidet auch 3 bis 4 Reihen dieser Röhren, als so viel verschiedene Jahrgänge, ja auch an denen Enden die Oefnungen dieser Röhren.“ — AYCKE<sup>2)</sup> geht bei der Besprechung des klaren Bernsteins auch auf diese Stücke ein und sagt anknüpfend: „Er wird oft von undurchsichtigem weißem Bernstein in scharf begrenzten Lagen, Streifen und Punkten durchschnitten, durchzogen und marmoriert; manche Stücke haben abwechselnde Lagen beider Arten, wodurch sie zuweilen das Ansehen von Holzstücken gewinnen, die durch Schichten weißen und klaren Bernsteins, die Jahresringe des Baumes anzeigen . . .“ — OTTO HELM<sup>3)</sup>, weist auf die „gestreiften“ Stücke seiner Zusammenstellung bunter Stücke hin und betont, daß sie gern zur Herstellung von Schmuckgegenständen benutzt würden. Auch R. KLEBS<sup>4)</sup> erwähnt derartige Stücke als Seltenheiten.



Oberl. P. Baenge phot.

Fig. 1. Stück mit gröberer Holzstruktur. Die holzähnlichen Elemente sind durch Verwitterungsvorgänge scharf gegeneinander abgehoben. Verkl. 8:9. — Koll. O. Helm im Wpr. Prov.-Mus.

Ich glaube, daß durch weitere Durchsicht der Bernsteinliteratur dieses Verzeichnis sich nicht erheblich würde erweitern lassen. Wenigstens zeigte eine eingehende Durchsicht der umfangreichen Bernstein-Sammlung des Westpreußischen Provinzialmuseums in Danzig und der ihr angegliederten Kollektion des † Stadtrats Dr. OTTO HELM nur eine kleine Reihe grob geschichteten Materials. Holzartige Proben fehlten dagegen bis auf eine von weniger feiner Struktur gänzlich. (Vergl. Fig. 1.) Von den oben aufgeführten Autoren versuchen nur zwei, eine Erklärung von der Entstehung solcher Färbungsabarten zu geben. So meint AYCKE, daß hier jedenfalls ein eigentümlicher Wechsel in der Substanz des ausfließenden Bernsteinharzes vorzuliegen scheine. Ganz durchsichtiges und ganz undurchsichtiges Material, das vielleicht aus verschiedenen Quellen desselben Baumes stamme, müsse zu gleicher Zeit oder in kurzen Zwischenräumen ausgeflossen sein. Dabei seien zuweilen oft wiederholte Schichten von undurchsichtigem miteinander oder abwechselnd mit durchsichtigem so innig verbunden, „daß sie eine homogene Masse ausmachen und sich nicht trennen lassen<sup>5)</sup>“. — R. KLEBS weist bereits 1887 darauf hin, daß in einzelnen

1) WOLF, VON: Naturalienkabinet an die Hochberühmte Naturforschende Gesellschaft in Danzig geschenkt. Danzig 1785. S. 180, Nr. 19.

2) AYCKE a. a. O. S. 69 und 73.

3) HELM, OTTO: Notizen usw. S. 5, 6.

4) KLEBS, R.: Farbe und Imitation usw. S. 21 und Aufstellung usw. S. 27 und 93, Nr. 10 735 bis 10 737.

5) AYCKE a. a. O. S. 65, 66.

Fällen auch Schrauben aus knöchigen Flüssen entstanden sein dürften, 1889 kommt er auf diese Frage zurück und hebt hervor, daß Stücke mit einem Wechsel von trüben und klaren Flüssen zu den Seltenheiten gehörten. Beide Autoren versuchen also eine Erklärung dadurch zu geben, daß sie an einen rhythmisch verlaufenden Mechanismus bei der Bildung der einzelnen Schichten denken. Klares und undurchsichtiges Sekret soll abwechselnd an der Entstehung dieser ungewöhnlich gefärbten Stücke beteiligt gewesen sein.

Das holzähnlichste der mir vorliegenden, schichtig gebauten Stücke entstammt der Sammlung des Herrn Pastor WINKLER. Es hat ungefähr Quaderform, da es auf drei Flächen durch fast rechtwinkelig zueinander verlaufende Spalt- und Abschlußflächen begrenzt wird. Die größte Länge beträgt rund 42 mm, die größte Breite 41 mm und die größte Dicke 28 mm bei einem Gewichte von 26,994 g. Es liegt ein Bastard mit eingeschobenen, fast parallel geschichteten, teilweise klaren, teilweise knochenfarbigen Lagen von Succinit vor. An einigen Stellen heben sich diese einzelnen Ausbildungen des Bernsteinharzes scharf gegeneinander ab, an anderen treten sie mehr oder weniger



Oberl. P. Baenge phot.

Fig. 2. Holzähnlicher Bernstein. Verkl. 8:9. — Sammlung des Herrn Pfarrer Winkler - Zoppot.

voneinander zurück. In ersterem Falle wird etwa der Anschein erweckt, als hätte man es mit einem von Bernsteinharz durchtränkten Holzstücke zu tun. Dabei rufen die trüberen Partien die Vorstellung länglicher Gewebelemente wach. (Vergl. Fig. 2.) Auf den Flächen senkrecht zur Schichtung findet man unter der Lupe Vertiefungen, die an angeschnittene Gefäße bzw. Zellen erinnern.

Die Verwitterungskruste ist gelblich, stellenweise mehr bräunlich. Sprungflächen, die sich meist dem inneren Schichtenverlauf entsprechend hinziehen, hat verwitternder Markasit mehr oder weniger durch Anätzen verändert. — Bei seitlich einfallendem Lichte zeigt sich im Inneren des Steines ein liches Flimmern, wie es von Rissen und Sprüngen im Bernstein oft hervorgerufen wird. Gelegentlich tritt hierbei sogar ein schwaches Irisieren auf.

Senkrecht zum Verlauf der parallelen Schichten wurde ein Dünnschliff angefertigt. Die Grenzlinien zwischen den einzelnen dünnen Schichten treten in der Regel aus lichter, farbloser Grundmasse mit gelblicher bis bräunlicher Farbe hervor oder bestehen aus getrübten Partien, teils sind sie nur undeutlich und können schließlich sogar durch Verwaschung fast vollkommen zurücktreten. Gewöhnlich haben sie eine Dicke von 36 bis 54  $\mu$ ; selten steigt diese bis auf 72  $\mu$  oder sinkt bis zu 27  $\mu$  hinab. Die makroskopisch parallel verlaufenden Schichten zeigen unter dem Mikroskop diese Regelmäßigkeit nicht. Hier sind sie breiter, dort schmaler und keilen wohl sogar immer mehr und mehr aus. An einigen Stellen verlaufen sie wellig oder gehen über Unebenheiten ihrer Sohle, die teilweise in Zacken emporsteigen, hinweg. Besonders die Eigentümlichkeit der ehemaligen Flüsse des Bernsteinharzes auszukeilen,

macht eine genaue Zählung und Messung der aufeinander folgenden Schichten schwierig. Andererseits bietet sie, gemeinsam mit der Verwitterungskruste und eigentümlichen Wirbelbewegungen im Harzfluß der dickeren Schichten, eine Möglichkeit, die Richtung des ehemaligen Ergusses zu bestimmen.

Der Schliff hatte eine Höhe von 22,356 mm. Von den inneren nach den äußeren Partien des Bernsteinstücks, d. h. von der Bruchfläche zur Verwitterungsschicht hin, wurde senkrecht zum Schichtenverlauf auf einer Geraden die Messung vorgenommen. Es war eine Stelle gewählt, wo der Verlauf der Schichten ein verhältnismäßig normaler war. Von den 22,356 mm kamen 0,594 mm auf Grenzlinien und 21,762 mm auf die Schichten. Von diesen wurden 19 gezählt. Ihre Dicke betrug im Maximum 4680  $\mu$ , im Minimum 90  $\mu$  und im Mittel 1144,8  $\mu$ . Die Dicke der einzelnen Schichten beträgt, von innen nach außen aufgezählt und in  $\mu$  angegeben:

1656, 3096, 1080, 396, 4500, 990, 414, 4680, 810, 630, 450,  
810, 450, 360, 360, 90, 630, 180 + 180 (Verwitterungsschicht).

Die aufgeführten Zahlen zeigen, daß die zuerst entstandenen Schichten — von kleinen Schwankungen abgesehen — dicker sind als die späteren. Es läßt sich wohl annehmen, daß das Stück aus einer Reihe von Harzflüssen hervorgegangen ist, die zuerst in günstigerer Lage zur Wunde des Baumes lagen als später. Wahrscheinlich baute nach der Richtung, wo dieses Stück lag, der Harzfluß sich selbst einen Wall auf, den es mit der Zeit immer weniger überströmen konnte, bis auch dieses unmöglich wurde.

Die dünneren Schichten — bis etwa zu 990  $\mu$  Dicke — haben übereinstimmend die Ausbildung, daß ihr Inneres größere Bläschen enthält, während die oberen und unteren Partien sich im Bilde als klare Säume zeigen. Hier ist der Klärungsprozeß bereits recht weit vorgeschritten. Die dickeren Schichten allein geben uns ein Bild von seinem Verlauf. Auch hier sind die Ränder bereits in geringerer oder weiterer Ausdehnung in vollständig oder annähernd klaren Succinit verwandelt. Das Innere ist dagegen noch teilweise in seiner ursprünglichen Beschaffenheit erhalten, teilweise auf dem Wege der Klärung. Das Ausgangsmaterial enthält viele winzig kleine Bläschen, deren Durchmesser nur Bruchteile von 1  $\mu$  betragen. Als größte Ausdehnung wurde an ihnen 0,8  $\mu$  gemessen. Es liegt also Bernsteinknochen vor. An diesem setzt das Klarwerden ein. Meist äußert sich das in einer Art von Wolkenbildung. Dabei legen sich um dunklere Kerne von rundlicher, elliptischer und länglich elliptischer Form verschiedene Verwitterungs- bzw. Aufhellungsringe. Sie bilden Zonen aus kleineren bzw. größeren Bläschen und erscheinen deshalb mehr oder weniger dunkel. Wo die einzelnen Klärungspartien sich schärfer voneinander absetzen, erwecken sie die Vorstellung, daß man es mit achatartigen Bildungen zu tun habe. Mitunter liegen auch mehrere Kerne aus dem noch vollkommen ungeklärten Material in einer gemeinsamen, etwas geklärteren Zone. Wo die einzelnen Verwitterungsringe wolkige Ausbildung haben und

die zarteren getönten Blätter der so gebildeten Rosette die anderen überragen, wird man an gewisse eigentümliche Bildungen in der Natur erinnert.

Wo am Meeresstrande der Sand sich in konkordanten Schichten übereinander häuft, tritt nach kräftiger Durchfeuchtung des Untergrundes durch Wellen oder Regen bei einsetzendem kräftigen Winde die Ausbildung charakteristischer Formen auf. Aus diesem Sandmaterial modelliert letzterer terrassenförmige Gebilde, bei denen die unteren Lagen unter den oberen hervorragen, so daß mit Zunahme der Höhe die oberen immer kleiner werden. Die Konturen sind nicht einfach gerundet, sondern an verschiedenen Stellen eingekerbt, der Tatsache entsprechend, daß der Wind überall mit treibenden und polierenden Sandkörnern angreift, wo sich nur eine kleine Blöße bietet. Wäre ein derartiges Gebilde teilweise durchsichtig, so würde es bei der Projektion ähnlich geformte und in der Schattierung abgestufte Zeichnungen ergeben, wie der Bernstein sie hier im Schliff bietet. Tatsächlich liegen in diesem Falle ja auch bei der Bildung entsprechende Bedingungen vor. Der ätzenden Wirkung der Sandkörner entspricht hier die Klärung durch die Wirkung der Luft auf den beiden benachbarten, angrenzenden Schichtflächen. Gerade diese doppelseitige, gleichzeitige Wirkung scheint im vorliegenden Stück das häufige Vorkommen solcher rosettenartigen und wolkigen Gebilde zu befördern. Diese reihen sich gelegentlich in einer solchen Verwitterungszone aneinander. Sie liegen dann im mikroskopischen Bilde scheinbar auf einem Bande, dessen Ränder von klarem Bernsteinmaterial umsäumt sind, wie es bei noch weiter vorgeschrittener Aufhellung aus dem getrübten hervorging. Diese Ränder sind jedoch nicht überall gleich breit. Häufig zeigen sich Einkerbungen, wo die Klärung zwischen den rundlichen Gebilden, welche die noch kaum unveränderten Kerne umgeben, tiefer in das Innere der Schicht eingedrungen ist. Dann grenzt klarer Bernstein die einzelnen Bildungen, oder Gruppen aus ihnen zu je zwei oder einigen wenigen, voneinander ab. In den so entstandenen Einkerbungen können dann wieder kleine Systeme aus stark getrübttem Bernsteinknochen mit ihren Aufhellungszonen eingebettet sein. — An einigen Stellen hat man deshalb direkt den Eindruck, als läge ursprünglich ein kugelförmiges Material vor, aus dem erst die nachfließende Harzmasse, planierend und die Lücken ausfüllend, ein einheitliches Ganze geschaffen hätte. An anderen Stellen teilt sich auch die getrübte, elliptische oder länglich geformte Mittelpartie der dickeren Schichten in mehr abgerundete Bildungen. Wie Nebel aus überaus zarten, winzigen Bläschen liegen die getrübteren Partien in den geklärteren mit den größeren Hohlräumen. Bei den letzteren wurden die Durchmesser ermittelt; sie betrugen im Maximum  $15,6 \mu$ , im Minimum  $5,2 \mu$  und im Mittel  $8,6 \mu$ . Das Verhältnis des Blasenquerschnittes zum Gesamthalt der Bernsteinfläche beträgt nach RICHARD KLEBS für Bastard  $0,25 : 100$ . In diesem Falle wurde das Verfahren angewendet, das AUGUST ROSIWAL bei seinen geometrischen Gesteinsanalysen benutzt, bei einem Verhältnis der Mengen-Indikatrix  $1 : 500$ . Das erhaltene Resultat ergab  $0,26 \%$ . Der völlig getrübe Stein, der bereits als Bernsteinknochen ermittelt wurde,

geht also zunächst in Bastard über. Dieser seinerseits ergibt dann direkt den klaren Stein. Die größeren Bläschen des Bastards treten in der Nähe der kleineren des Knochens besonders zahlreich auf, da sie ja hier entstehen und sich von hier aus in den klaren Stein hinein verlieren.

Außer Gebilden mit wolkigen, schlierenförmigen und geflamten Konturen und Säumen kann man gelegentlich auch, besonders bei dünneren Schichten, wirbelförmige wahrnehmen. Unebenheiten auf den Flächen, über die das Fließen stattfand und die häufig genug auch im Bilde hervortreten, müssen die Veranlassung zu ihrer Entstehung gegeben haben. Es ist anzunehmen, daß die verhältnismäßig träge dahinfließende, von Bläschen durchsetzte Balsammasse bei derartigen Bewegungen öfter, als sonst möglich, eine Reihe von Teilchen mit der Luft in Berührung brachte. Beim Überfließen der bereits vorhandenen Harzsohle nahm sie solche kleinen Luftteilchen mit und brachte sie durch wälzende Bewegung zwischen sich und der Harzschicht des vorigen Ergusses. Dadurch veranlaßte sie hier die Bildung kleiner Hohlräume, die später bei dem einsetzenden Klärungsprozeß von Bedeutung waren.

Wieweit die vorher besprochenen Bildungen bei dem Übergange des Knochens in Klar durch besondere Vorgänge beim Ausfließen des Harzes bedingt sind, ist nicht zu ermitteln. Daß sie aber sehr wohl auf bestimmte Erscheinungen bei der Entstehung des Bernsteins zurückgeführt werden könnten, zeigen zwei andere Bildungen beim Aufklären des getrübten Succinit. In beiden Fällen möchte man zuerst meinen, daß sie beim Strömen einer Flüssigkeit zwischen zwei seitlichen Grenzen zur Entstehung gelangt seien. Im ersten Falle geben die Bläschen bestimmte Zeichnungen, die in Kurven quer über den Verlauf des Harzflusses stehen und der strömenden Masse ihre konkave Seite zuwenden. Hier kommt die bekannte Tendenz der Flüssigkeiten zum Ausdruck, sich in gesonderte Längsschichten zu gliedern, deren mittlere die größte und deren randliche die kleinste Geschwindigkeit haben. Auf diesen tritt eine gegenseitige Verschiebung der flüssigen Teilchen von Schicht zu Schicht ein, wobei die dem Ufer näheren Teilchen gegen die mehr nach innen gelegenen immer mehr und mehr zurückbleiben. — Im zweiten Falle wurde ein tropfenförmiges Gebilde aus noch trübem Bernsteinharz wahrgenommen, das mit dem stumpfen Teil nach vorn, mit dem scharf zugespitzten nach hinten in der Strömungsrichtung lag. Auch hier wird man gut tun, auf die entsprechenden Verhältnisse beim strömendem Wasser zurückzugreifen. Wo eine Flüssigkeit sich in Schichten von verschiedener Geschwindigkeit teilt, tritt zwischen den einzelnen eine „scherende“ Reibung auf. Diese sorgt mit den Adhäsionsschichten und den sich diesen anschließenden Wirbelbewegungen hinter schwimmenden, umbildungsfähigen Körpern dafür, daß sie stumpfe „Nasen“ und spitze „Schwänze“ erhalten.

Beide Male muß man annehmen, daß die Bildung zustande kam, nachdem bereits die Oberfläche des ausgeflossenen Balsams erhärtet war. Dann saß das noch flüssige Innere zwischen zwei festen Grenzflächen und konnte nachsinken:

entweder weil die Kruste unten noch nachgiebig war und sich dehnte, oder weil eine Öffnung in ihr auf kurze Zeit einen Harzausfluß begünstigte. Bei der Zähigkeit des Materials vermochte die Bewegung in dieser Harzmasse nur verhältnismäßig langsam zu erfolgen. Dieses nachträgliche, sackende Fließen des Bernsteinharzes zwischen zwei begrenzenden Flächen scheint mir ungezwungener und klarer, als wenn man einen Zerfall der immerhin recht zähen Masse der dickeren Schichten in weitere Schichtenpartien annehmen wollte, der dann allein durch die Reibung auf nur einer Seite — der Unterlage — bedingt wäre.

Bei der mikroskopischen Betrachtung lassen sich einige Grenzflächen zwischen den Schichten bereits bei schwacher Vergrößerung deutlich an ihrer gelblichen bis tiefbraunen Färbung und ferner an den Rissen erkennen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn aus ihrer Nähe die Bläschen fast ganz verschwunden sind. Dann ist jeder Riß auf beiden Seiten von einem farblosen Bande umgeben, das je einer Nachbarschicht angehört. Die Risse, die je zwei Schichten trennen, stammen aus der Zeit, als die einzelnen Bernsteindecken übereinander flossen.

Für trockenen Kanadabalsam ist nachgewiesen, daß bei Temperaturen zwischen  $12^{\circ}$  und  $26^{\circ}$  der Brechungsexponent im Durchschnitt um 0,000 33 für je  $1^{\circ}$  Temperatursteigerung erniedrigt wird. Harze, die viele flüchtige Bestandteile enthalten, ändern beim bloßen Eintrocknen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur besonders schnell ihre ursprünglichen, physikalischen Eigenschaften, Brechungsquotient, Festigkeit und Härte, ab<sup>1)</sup>. Bereits nach  $\frac{1}{4}$  Stunde können sich hier recht bemerkenswerte Abänderungen zeigen. — In der Zeit zwischen dem einen und dem nächstfolgenden Harzerguß kann deshalb der frühere bereits verhältnismäßig erheblich umgeändert sein. Da man annehmen muß, daß die trüben Flüsse an besonders geschützten Punkten aus dem Baume hervorquollen, an Stellen, wo das läuternde und erwärmende Sonnenlicht nicht direkt auf sie einwirkte, kann die Bildung solcher Bernsteinstücke nur langsam erfolgt sein. Das verhältnismäßig zähe Harz vermochte sich nicht völlig der immerhin gewellten und mehr oder minder unregelmäßigen Unterlage anzuschmiegen. Da diese inzwischen bereits ihre ursprüngliche Beschaffenheit oberflächlich verloren hatte, war auch eine direkte Vermischung der zu verschiedenen Zeiten ausgeflossenen Harzmassen nicht gut möglich. Von den kleinen, hierbei eingeschlossenen Lufträumen aus setzte dann später nach beiden Seiten hin der Prozeß der Klärung ein. Gleichzeitig begann die Gelbfärbung der Harzmasse, wo sie direkt mit der Luft in Verbindung trat.

Auf diesen Klüften zeigt sich oft eine gelbliche Substanz eingebettet, die scheinbar prismatische Formen aufweisen, welche ihrerseits von Endflächen ab-

<sup>1)</sup> WÜLFING, E. A.: Über die Lichtbrechung des Kanadabalsams. Sitzungsbericht der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Klasse. Jahrg. 1911, 20. Abhandl., S. 11 und 18 bis 23.

gestumpft werden. Diese Gebilde, die gelegentlich wohl auch mehr die Form eines Kegelstumpfes annehmen, sind ihrer Länge nach meist wie der Verlauf der Grenzflächen orientiert. Nur vereinzelt liegen sie etwas abseits von ihnen oder gar quer über sie hinweg. Wir haben es in allen diesen Fällen mit Bernsteinstückchen von Rissen und Sprüngen zu tun, die sich durch Berührung mit der Luft gelb färbten. Bei der Herstellung des Schliffs lösten sie sich zum Teil los und veränderten ihre ursprüngliche Lage.

Diese sprungartigen Kluftflächen, die hier und dort in ihrem Verlaufe vollständig aussetzen, rufen an der Oberfläche unpolierter Bernsteinstücke bei stärkerer Vergrößerung den Anschein wach, als läge eine Holzbildung vor. Bei polierten zeigt die Lupe, daß die klaren und die getrübten Teile beim Schleifen infolge der verschiedenen Härte verschieden angegriffen werden. Hier und dort läßt sich auch das Austreten von Hohlräumen in Form feiner Öffnungen wahrnehmen. Soweit sich diese Austrittsstellen der Wahrnehmung unter der Lupe entziehen, sind sie für die Oxydationsvorgänge im Inneren auch nur von untergeordneter Bedeutung. Andererseits sei an die Durchlässigkeit der Succinitsubstanz erinnert, durch welche die Luft von außen her zu den Einschlüssen tritt und durch die die Zersetzungsgase der Inkluse andererseits wieder hinauswandern. In den so entstandenen Hohlräumen wirkt die Luft dann weiter, etwa wie an der Oberfläche des Bernsteins. Eine größere Sammlung mit Einschlüssen, die nach dem früher üblichen Verfahren aus durchlochten und auf einer Schnur zusammengereihten Stücken bestand, ließ deshalb von den Formen der Tier- und Pflanzenreste nichts Wesentliches mehr erkennen. Die polygonale Zerklüftung der starkverwitterten Konturen hatte sämtliche Feinheiten verwischt.

Statt der Grenze, wie sie durch ihre gelbe, von der lichtereren Harzmasse der Umgebung abweichende Färbung gewöhnlich gekennzeichnet ist, bemerkt man in anderen Fällen zwischen je zwei Schichten eine solche von grauer Farbe. Bei stärkerer Vergrößerung läßt sich erkennen, daß hier die gelbliche freilich auch vorhanden ist, durch das Auftreten zahlreicher Bläschen aber stark übertönt und fast ganz zurückgedrängt wird. — Wie bei dem Klärungsprozeß des Bernsteins die Bläschen zusammenfließen und an die Oberfläche der Harzmasse treten, verläuft der Prozeß auch bei den nachträglichen Oxydationsvorgängen im fertig vorliegenden Succinit. Langsam steigen die größeren Bläschen, die durch das Zusammentreten kleinerer zustande kamen, in die Höhe und gelangen an die horizontale Grenzfläche, die über ihrer Schicht liegt. Diese setzt ihnen in ihrer Oberflächenspannung vorläufig ein Hemmnis entgegen und hält sie auf. An ihr haften die Bläschen einstweilen, etwa wie die Luftperlen an den Wandungen in einem Glase frisches Wasser. Dabei vereinigen sie sich teilweise miteinander langsam und treten dann in die Kluftfläche aus. Hier ist der Klärungsprozeß also noch nicht soweit gediehen wie

im ersten Falle, wo die Bläschen bereits völlig entwichen sind. Sobald die letzteren verschwinden, tritt die Grenzfläche zwischen den Schichten mit ihren gelblichen Verwitterungssäumen klar hervor. Da eine Orientierung des Schliffes möglich ist, kann aus der früheren Lage die Richtigkeit dieser Annahme nachgewiesen werden. Nach RICHARD KLEBS<sup>1)</sup> sind Stücke bekannt, bei denen ein deutlicher Abdruck der Unterlage auch eine Orientierung gestattete. Ihre unteren Teile waren klar; Bläschen fanden sich erst nach oben hin ein und wurden nach der Oberfläche zu immer größer und dichter. Schließlich schloß eine Schicht reiner Knochen das Stück ab; an ihm ließen sich alle Varietäten des Succinit wahrnehmen. Dort liegen ähnliche Verhältnisse vor wie in diesem Falle. Bastardtrübungen an der Oberfläche von klarem Bernstein zeigen da, wo sie auftreten, bei auffallendem Lichte einen schönen, blauen Schein. Hier waren die Vorgänge also auch ähnlich wie in dem vorliegenden Stück.

Man muß sich den Prozeß der Klärung so vorstellen, daß die Bläschen bei ihm zusammenfließen und emporsteigen. Die Harzmasse ist nicht völlig starr sondern immer noch in Bewegung begriffen. Sind doch nach OTTO HELM vom gewöhnlichen, klaren Stein bis 25 % und im knochenfarbigen bis 22 % in Alkohol löslich, und das so extrahierte Harz erweicht bereits unter 100° C. und schmilzt bei 105°<sup>2)</sup>. Anderseits muß man sich der von W. SPRING festgestellten Tatsachen erinnern, daß die amorphen und selbst die nur unvollkommen kristallisierten Körper, ja sogar die, bei welchen Allotropien möglich sind, bereits vor dem Schmelzen weich werden<sup>3)</sup>. Es findet also ein langsames Vorrücken der Bläschen nach oben hin statt. Die Mittelpartie jeder Schicht prägt sich zuerst nur so heraus, daß sich über ihr eine Decke aus klarer Harzmasse bildet, die aus ihr hervorgegangen ist. Auch an der Unterseite der Schicht setzten die Klärungsvorgänge ein. Die Bläschen vereinigen sich, werden größer und drängen hinauf; damit zeigen sich auch hier die Anfänge für die Bildung einer Grenzfläche aus klarem Succinit. Das Aufsteigen der Bläschen aus der Mitte nach oben und ihre Ergänzung von unten her bewirken, daß die ganze getrübe Substanz jeder Schicht sich nicht emporzuschieben, sondern nur fortgesetzt zu verschmälern scheint. Tatsächlich haben sich die Klärungsvorgänge in den dünneren Schichten in diesem Sinne abgespielt, denn statt der ursprünglich nur kleinen Hohlräume, wie sie den Bernsteinknochen charakterisieren, haben sich jetzt größere — wie im Bastard — herausgebildet. Zu den Grenzflächen verlaufen die Konturen der inneren getrüben Partien parallel. Diese scheinbare Regelmäßigkeit im Verlauf der Klärungsvorgänge ist sicherlich durch die Nähe der

1) KLEBS, RICHARD: Aufstellung und Katalog usw. S. 28 und 33.

2) HELM, OTTO: Notizen usw. S.-A. S. 8 und 9.

3) SPRING, W.: Sur l'apparition, dans l'état solide, de certaines propriétés caractéristiques de l'état liquide ou gazeux des métaux. Bulletins de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-arts de Belgique. Bruxelles. 1894. S. 3, T. 28, S. 45.

Luft enthaltenden Hohlräume bedingt. Außerdem ist der Grund dafür auch dadurch gegeben, daß die geklärte Harzmasse freilich die emporstrebenden Bläschen durch sich hindurchwandern läßt, jedoch einen gleichmäßig verteilten Gegendruck gegen diese Bewegung von oben her bewirkt.

Der Gedanke, daß die Klärung der zwischen den getrübten eingelagerten Schichten bereits bei ihrer Entstehung durch die läuternde Kraft der Sonnenstrahlen entstanden sei, muß zurückgewiesen werden: ist doch in einer jeden durch die Kluftflächen abgegrenzten und gesonderten Schicht sowohl die obere wie die untere Partie für sich in Umwandlung zu klarem Stein begriffen. Messungen, die feststellen sollten, ob die obere dieser Partien dicker als die zugehörige untere sei, führten zu keinem positiven Ergebnis. Nach ihnen ist die obere nirgends wesentlich breiter als die untere, dagegen ist oft das Gegenteil der Fall. Die Klärungsvorgänge im Inneren des Stückes haben also erst nach dem Erstarren stattgefunden.

An der Grenze zwischen je zwei aufeinander folgenden Schichten finden sich — infolge des Zusammenfließens kleinerer — besonders große Blasen. Diese formen sich vor dem Verlassen der Harzmasse zu regulär- und verschoben- bis verzerrt-ovalen Gebilden um, die schließlich durch weitere Umgestaltung vielfach kaum mehr an ihre ursprüngliche Gestalt erinnern. Die größte Länge beträgt bei ihnen 0,611 mm, während das Verhältnis der beiden größten Durchmesser zwischen 1:1 und 1:2,5 schwanken kann.

In der Verwitterungsschicht des Steins, und zwar von ihrem Übergang in den noch licht gefärbten Stein an, geben die Bläschen fast sämtlich ihre Kugelform auf. Die kleinsten haben bei  $1,3 \mu$  Durchmesser meist noch ihre Ausgangsform beibehalten, die größeren besitzen Durchmesser bis zu  $67 \mu$  für die kürzere und für die längere Achse  $123 \mu$  (1:1,8). Teilweise bis vollkommen zusammengedrückt, lassen sie dann parallele Orientierung erkennen. Daneben treten abgestumpfte, polyedrisch- und segmentartig gestaltete und verschiedentlich abgeänderte Formen auf. Neben größeren Gruppen aus solchen Bläschen, die parallel oder schräge zur Oberfläche gerichtet sind, dann aber auch senkrecht zu dieser verlaufen oder Windungen aufweisen, treten auch Schnüre aus ihnen auf. Diese sind wahrscheinlich Reste alter Grenzschichten, die bei dem freieren Zutritt der Luft an der Oberfläche einer besonders lebhaften Klärung unterzogen wurden. Ein derartig intensiv verlaufender Prozeß machte sie beweglicher wie die anderen unter ihnen gelegenen und zog sie in eine fließende Bewegung hinein. Zu ihr gaben sie wahrscheinlich auch erst die Veranlassung mit ihren Bläschen, welche wie bei einer Mammutpumpe den Auftrieb der teilweise flüssigen Harzsubstanz besorgten. Die von der ursprünglichen Kugelform abweichende Gestalt von diesen ist vorzugsweise durch die Zähigkeit der Harzmasse und deren fließende Bewegung, teils durch die Größenzunahme der Bläschen bedingt. Das Harz bewegte sich selbst nicht als Ganzes und auch die größeren Bläschen nicht als ganze.

Besonders wo größere Bläschen mit ihm flossen und an dem Material zäherer Ströme durch Adhäsion haften bleiben, mußten Abplattungen und weitgehende Umformungen Platz greifen.

Organische Reste im Harz zeigen ebenfalls bestimmte Strömungsrichtungen. Jedenfalls ist durch diese Bewegung der verschiedenen Strömungen in gewisser Hinsicht die Entstehung einer schichtigen Struktur bedingt. Diese kommt dadurch zum Ausdruck, daß die Bläschen ihren Luftinhalt in der Richtung der Strömung hier und dort entlassen und dadurch kleine Ringe um sich bilden. Diese liegen fast ausnahmslos in einer Ebene, die durch einen größten Kreis geht. Unwillkürlich wird man hier an skizzenhafte Abbildungen des Planeten Neptun mit seiner Ringbildung erinnert. Tatsächlich liegen auch ähnliche Kräfte für beide Bildungen zugrunde. Der Zentrifugalkraft, die am Himmelskörper wirkt, entspricht hier die Zugkraft in dem zähen Harzmaterial. Sobald die Bläschen durch den seitlichen Druck ihren Inhalt unter Ringbildung in die Harzmasse — zwischen deren Schichten — zu pressen suchen, sinken sie mit ihren Polen senkrecht zur Richtung der Ringebene und Strömungsrichtung zusammen. Dabei werden sie gleichzeitig flacher und flacher, nehmen Linsenform an und bilden schließlich jene eigentümlichen Sprünge, die man als Sonnenflinten bezeichnet; hier haben sie freilich nur eine geringe Größe. Diese eigenartig geformten Gebilde können dann später gänzlich verschwinden, wenn die Schichten, zwischen denen sie liegen, wieder zusammenheilen<sup>1)</sup>.

Der Übergang der Luftbläschen in „Flinten“, wie es eben geschildert wurde, erinnert lebhaft an die Entstehungsweise der letzten, wie MENGE<sup>2)</sup> sie gibt. Nach ihm haben die eingeschlossenen Hohlräume nie vollkommene Kugelform, so daß ein Querschnitt bei ihnen der größte ist. Die durch Erwärmung erregte Spannkraft der eingeschlossenen Luft wirkt im Umfange dieser Schnittebene am stärksten und veranlaßt in dem erweichten Stein eine Ausdehnung in dieser Richtung.

Wo Luftbläschen bei ihrer Bewegung in der Harzmasse an zäherem Flußmaterial hängen bleiben, nehmen sie die Form von Kugelsegmenten an. An der abplattenden Fläche bilden sie dabei einen ähnlichen, flächenförmigen Ring aus, wie bei den runden Hohlräumen in der Äquatorialebene. Auf diese Weise treten Formen auf, die an Hüte mit mehr oder minder breiten Krempe erinnern. Die letzteren liegen dann meist ausnahmslos in einer Ebene. Wo das ringförmige Gebilde nur nach einer Richtung hin ausgebildet ist, haben die Hohlräume die Form von Mützen mit Schild.

Eine Reihe von Messungen ergab für die rundlichen Bläschen folgende Mittelwerte:  $9,1 \mu$  für den kleineren,  $15,34 \mu$  für den größeren Durchmesser

<sup>1)</sup> DAHMS, PAUL: Mineralog. Untersuchung. über Bernstein. VIII. Über den Brechungsquotienten des Succinit usw. Diese Schriften 1906. N. F. Bd. 11, Heft 4; S. 41.

<sup>2)</sup> MENGE, A.: Lebenszeichen vorweltlicher, im Bernstein eingeschlossener Tiere. Progr. der Petrischule in Danzig 1856, S. 30.

und  $18,72 \mu$  Durchmesser für den umgebenden Ring. Für die schuppenartigen Sprünge wurde ein Durchmesser von etwa  $21 \mu$  festgestellt. Je mehr der größere Durchmesser den kleineren an Größe übertrifft, desto geringer wird der des Ringes im Verhältnis zu dem des größeren Kugeldurchmessers. In die durch die Strömung gebildete Kluftfläche tritt die Luft teilweise ein und treibt sie in der Umgebung linsenförmig auf. Bei solchen Bildungen tritt die scharfe Ansatzstelle des Ringes an die frühere Luftkugel mehr und mehr zurück.

Das Bild, das diese Zersetzungszone gewährt, ist durch die verschiedenen durcheinander geflossenen Harzströme recht unruhig. Die Umformung der zuerst runden Bläschen geht bis an die früher erwähnten Grenzschichten heran, soweit diese nicht bereits verwischt und in die Zirkulation der Harzmasse hineingezogen sind.

Gelegentlich wurde ein Zusammenfließen von Bläschen wahrgenommen. — Das Material des Stückes erwies sich als isotrop. Es handelt sich also auch in diesem Falle um eine allmähliche Klärung wie sie von der Oberfläche des Succinit ausgeht, und in diesem besonderen Falle auch von den Grenzflächen zwischen den einzelnen Schichten und den Hohlräumen und Spalten, welche zwischen ihnen auftreten. Wahrscheinlich entstanden diese bereits bei dem Überströmen von früherem Material durch neueres, besonders da man sich das Fließen der getrübten Masse als verhältnismäßig schwerfällig vorstellen muß. Dann wurden sie später bei dem Eintrocknen — durch Verflüchtigung der verdünnenden „Beisubstanzen“ — noch vergrößert und erweitert.

Die Erklärung für die Entstehung derartiger Stücke durch Annahme verschiedener heller und trüber Ausflüsse aus dem Bernsteinbaum, die in regelmäßigem Wechsel an der Bildung teilnahmen, kann deshalb nicht beibehalten werden. Auch hier muß die Hypothese vor klar erkannten Gesetzmäßigkeiten über die Vorgänge im Bernsteinharze weichen. Ähnlich ist die früher allgemein anerkannte Annahme von rhythmischen Vorgängen bei der Bildung des Achat von LIESEGANG<sup>1)</sup> in verschiedenen Arbeiten zurückgewiesen worden.

Die nebenstehenden Abbildungen nach Originalen aus dem Westpreußischen Provinzial-Museum und der ihm einverleibten HELMSchen Bernsteinsammlung mögen zur Vervollständigung gebracht und kurz erörtert werden. Fig. 3 stellt ein Stück von knochenfarbigem Bernstein dar. Es ist von Rissen durchzogen, und von diesen setzen Klärungsvorgänge ein, die einen jeden auf beiden Seiten



Oberl. P. Baenge phot.  
Fig. 3. Die Klärung des Bernsteinstückes geht von vorhandenen Rissen und Sprüngen aus. Natürl. Größe. — Koll. O. Helm im Wpr. Prov.-Mus.

<sup>1)</sup> LIESEGANG, RAFAEL ED.: Die Entstehung der Achate. Centralblatt für Mineralogie, Geolog. und Paläontolog. 1910, Nr. 19, S. 593 bis 597 — Schichtungen. Mit 1 Abb. Naturw. Wochenschrift. N. F. Bd. 9, Nr. 41, 1910, S. 641 bis 644. — Achat-Probleme. Centralblatt für Geolog. usw. 1911, Nr. 16, S. 497 bis 507.

mit einem schmalen Band von geklärtem Bernstein einfassen. Im Gegensatz zu den beiden zuerst dargestellten Stücken (Fig. 1 und 2) scheint Fig. 4 beim ersten Blick nicht aus einem System von Flüssen aus knochenfarbigem Bernstein



Oberl. P. Baenge phot.

Fig. 4. Von den Grenzflächen der ehemaligen Flüsse aus knochigem Bernstein aus setzt die Klärung ein. Natürl. Größe. — Koll. O. Helm im Wpr. Prov.-Mus.

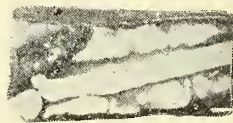
hervorgegangen zu sein. Bereits die Unruhe in der Anordnung der verhältnismäßig derben Schichten gibt der Vermutung Raum, daß diese Bildung aus abwechselnden Decken, von klarem und getrübttem Bernstein entstand. Eine genauere Prüfung ergibt aber auch in diesem Falle, daß eine Reihe von Flüssen knochenfarbigen Bernsteins zu Anfang vorlang, und von diesen und ihren Zwischenräumen aus die Aufhellung zu dem zwischengeschalteten klaren Stein be-

gann. Schließlich weist Fig. 5 noch weitergehende Klärungsvorgänge auf. Das Stückchen ist aus dem gleichen Material hervorgegangen, wie das in Fig. 4. Die zwischen dem klaren Stein eingeschalteten Schichten aus getrübtter Substanz beginnen sich aber bereits in mehr oder weniger abgerundete Partien weiter zu zerlegen. Ähnliche Vorgänge wurden bei der Schilderung der mikroskopischen Verhältnisse beschrieben.

Auch für achatähnliche Bildungen lassen sich verschiedene Daten aus der Literatur aufführen. HELWING<sup>1)</sup> erwähnt ein Stück „pantherae pellis similitudinem exhibens“, und SENDEL<sup>2)</sup> bildet eine Reihe bemerkenswerter Proben in seinem Werke über die Bernsteinsammlung im Dresdener Schatz ab. BOCK<sup>3)</sup> zählt unter den Bildungen auf: „Ein gemahltes Auge. Der Haut von einem Pantherthier ähnlich. Ein Pfau mit ausgebreiteten Federn“, und AYCKE<sup>4)</sup> kennt achatartig marmoriertes Material, ebenso HELM<sup>5)</sup>.

Aus dieser Aufzählung läßt sich bereits erkennen, daß das hierher gehörige Material recht verschiedenartig ist. Auf Grund des mir vorliegenden Materials lassen sich derartige Bildungen in zwei Gruppen teilen, deren erstere Verwitterungs- und Klärungsvorgängen, deren zweite dagegen dem Zustandekommen von Flüssen und Strömungen an den äußeren Partien der Bernsteinstücke ihre Entstehung verdanken.

Für die erste dieser Gruppen ist besonders eine kleine Probe bemerkenswert, die durchgehends dieselben Klärungsvorgänge zeigt. Sie sei im folgenden ausführlicher beschrieben.



Oberl. P. Baenge phot.

Fig. 5. Die durch geklärte Partien getrennten Reste der ehemaligen Flüsse aus knochigem Bernstein lösen sich in abgerundete Gebilde auf. Natürl. Größe.

<sup>1)</sup> HELWING a. a. O. S. 77, Nr. 21.

<sup>2)</sup> SENDEL, NATH.: *Historia succinorum corpora aliena involventium et naturae opere pictorum et caelatorum ex regiis augustorum cimeliis Dresdae conditis aeri insculptorum conscripta*. Lipsiae 1742. Taf. XI, Abb. 18 und 22; Taf. XII, Abb. 1, 3 und 4.

<sup>3)</sup> BOCK a. a. O. S. 133.

<sup>4)</sup> AYCKE a. a. O. S. 68.

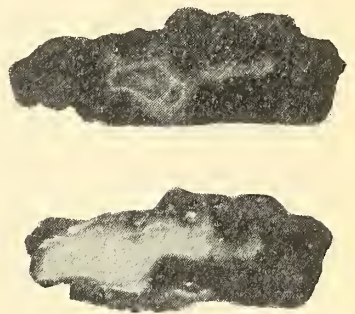
<sup>5)</sup> HELM: *Notizen usw.* S. 5.

Bei einem Gewicht von 3,208 g sind folgende die größten Maße: Länge 34 mm, Breite 20 mm, Dicke 12 mm. Es handelt sich um einen in Klärung begriffenen Bastard, in den ringförmige Partien von Bernsteinknochen eingelagert sind. Die Oberfläche ist uneben, besitzt mehrere zapfenartige Hervorragungen und eine Verwitterungskruste von zart braungelber Färbung. Runde, rundliche und längliche, kraterförmige Vertiefungen sind durch gratartige Erhebungen getrennt und schwarz bis braun getönt. Sie entstanden durch die Einwirkung von Schwefelsäure, die ihrerseits bei der Verwitterung von anhaftendem bzw. umflossenem, markasithaltigem Material entstand.

Außer an einer längeren, etwa 26 mm langen Bruchfläche war die Verwitterungsschicht noch an einigen anderen Stellen entfernt. An zwei größeren tritt das Material in zarter, gelblicher Tönung, wie sie an der Luft durch Oxydationsvorgänge entsteht, hervor. Hier wechseln in annähernd konzentrischen, länglichrunden Ringen geklärte und ungeklärte Partien miteinander ab. Diese sind nicht überall gleich breit. Die schmäleren, gelblichen stellen das noch getrübte Succinitmaterial, die breiteren, bräunlich-gelben das in Klärung begriffene dar.

Bei dem Anschneiden des Stückchens an verschiedenen Stellen zeigt sich, daß die achatartige Struktur besonders dort zu finden ist, wo die wulstigen, bzw. stumpf zapfenförmigen Hervorragungen getroffen werden. Diese haben also einen Bau, als wären sie aus tütenförmigen, ineinandergeschachtelten, verschiedenartig ausgebildeten Schalen von Bernstein gebildet. Bei dem frischen Material liegen weiße Ringe aus Bernsteinknochen in der bläulich-weißen von Bastard, der in Klärung begriffen ist und durch die abblendenden Knochenschichten diese typische Färbung erhält. (Vergl. Fig. 6.)

Unter dem Mikroskope erkennt man, daß der Hauptsache nach ein Bastard vorliegt, der nach dem Rande hin in fohmigen Stein übergeht. Bläschen, die ziemlich gleichmäßig durch die ganze Masse verteilt sind, treten nach dem Rande hin zerstreuter auf, gleichzeitig werden sie durch Zusammenfließen größer, zeigen das Bestreben sich mehr und mehr abzurunden und versuchen, in der Größe gleichmäßiger zu werden. Die Bläschen nach der Mitte hin hatten die folgenden Durchmesser:  $2,6 \mu$  im Min.,  $18,2 \mu$  im Max. und als Mittelwert  $11,57 \mu$ ; für die mehr randlich gelegenen:  $15,6 \mu$  im Min.,  $19,5 \mu$  im Max. und als Mittelwert  $18,59 \mu$ . Schnitte, die senkrecht zur Längsachse der zapfenartigen Vorsprünge durch das Material gelegt wurden, zeigen in dieser Grundmasse außerdem mehr oder weniger konzentrische Ringbildungen. Diese bestehen aus dichten, staubförmigen Wolken von winzig kleinen Bläschen, deren Durchmesser oft nur Bruchteile eines  $\mu$  beträgt. Stellenweise klären sie sich auf, ihre Bläschen fließen zu größeren — wie bereits erwähnt, von  $11,57 \mu$  im Durchmesser — zusammen und lassen ein Bild entstehen, als hätten hier



Oberl. P. Baenge phot.

Fig. 6. Achatähnliche Zeichnungen auf den Schnittflächen eines knochenfarbigen Bernsteinstücks. Natürl. Größe. — Sammlung des Herrn Pastor Winkler-Zoppot.

starke Anätzungen und Lösungen von festen Substanzen stattgefunden und nur noch Reste und Fetzen des ursprünglichen Materials zurückgelassen. In der Regel beginnt der Klärungsprozeß unter Bildung rundlicher oder zungenartiger Einbuchtungen von außen her oder setzt auch, scheinbar unvermittelt, im Inneren ein. Im letzteren Falle treten in den dichten Wolkenbildungen kleine, lichte Partien auf. Diese sind rundlich, wenn sie nur ein größeres Bläschen, elliptisch, wenn sie zwei, und verschiedengestaltig abgerundet bis rosettenartig, wenn sie deren mehrere enthalten. In fast allen Fällen ist das neue entstandene größere Bläschen von einem Saume aus fast völlig klarem Succinit-Material umgeben, welches letztere nur noch vereinzelt kleinere enthält. Die Breite dieses Saumes ist mit geringen Abweichungen so groß, wie der Durchmesser des von ihm umrandeten Lufteinschlusses.

Man erkennt hier leicht, wie kleinere derartige Gebilde zu größeren zusammenfließen. Auch diese größeren vereinigen sich in der Randpartie dann wieder. Dabei bilden sich hier und dort Übergangsformen aus, die sich aus 2, seltener aus 3 und gelegentlich sogar aus 4 Sektoren zusammensetzen und entsprechend größere Ausmessungen haben als die Bläschen ihres Ursprungs. Dabei erinnern sie in gewisser Hinsicht an eine sich furchende kugelförmige Zelle. Bei teilweise abgeblendetem Licht und flüchtigem Überblick kann man deshalb auch an den Verschmelzungsnähten den Eindruck gewinnen, als wiesen einige der Bläschen das Polarisationskreuz auf. Verschiedene dieser größeren Bläschen sind wieder durch Adhäsion an weniger beweglichen Harzpartien im Inneren des Stückes abgeplattet oder unregelmäßig abgerundet.

Wo Risse von außen her eindringen, zieht mit ihnen die Zersetzung einher und färbt die ersteren und die Innenflächen der berührten und sogar der benachbarten Bläschen gelb bis rostbraun. Die Risse und Klüfte ragen meist senkrecht zur Oberfläche in die Stücke und sind jedenfalls beim Eintrocknen des Rohmaterials entstanden. Bei starker Vergrößerung zeigt sich, daß die rotbraun bis braunschwarz gefärbten Bläschen auf ihrer Innenfläche mit der bekannten polygonal zerklüfteten Oxydationsschicht inkrustiert sind. Wo diese Hohlräume zusammenfallen und zu schuppenartigen Sprüngen werden, läßt sich ihre so veränderte Fläche besonders gut erkennen. Sie stellen sich dann etwa wie Flecke in der klaren Bernsteinmasse dar. Sind sie ganz ausgeheilt, so werden durch die im Harze vorhandenen Strömungen die allseitig von der Bernsteinmasse umschlossenen Zersetzungsprodukte in der Richtung des Fließens verschleppt. Die Flecke lösen sich dann scheinbar durch Korrosion auf.

In einem Schliff von nur ca. 7 mm Durchmesser konnte die Veränderung in der Blasengröße bequem gemessen werden. Der besseren Übersicht wegen sollen alle Werte auf die Durchmesser bezogen werden. Die Blasengröße betrug bei  $\frac{1}{2}$  Durchmesser vom Rande: 7  $\mu$ . Es liegt also ein Übergang von Knochen zum Bastard vor. Gemessen wurde dann in der Mitte der Ringbildungen, die bereits eine Klärung des gewöhnlichen, knochigen Steins aufweist, und zwar  $\frac{4}{9}$  Durchmesser vom Rande: 9  $\mu$ . Dieser Bastard lag an der Innenperipherie

des großen innersten Bläschenringes;  $\frac{2}{7}$  Durchmesser von dessen Rande betrug die Größe  $14\ \mu$ . Dieser Übergang zwischen Bastard und fohmigem Stein befand sich dicht außerhalb der Ringpartien;  $\frac{1}{7}$  Durchmesser vom Rande:  $20\ \mu$ . Der so charakterisierte Bastard war möglichst dicht am Rande der äußeren Oxydationszone gelegen. Diese selbst zeigte sich gelblich gefärbt, fast gänzlich geklärt und nahm in vollendeter Ausbildung etwa  $\frac{1}{14}$  des Durchmessers als Breite ein. — Ähnliche Messungen wurden nach verschiedenen Richtungen hin angestellt. Die ermittelten und eben angeführten Werte zeigen ein gleichmäßiges Ansteigen der Bläschengröße von innen nach außen. Auf Ordinaten abgetragen, gibt ihre Verbindungslinie eine sanft ansteigende Kurve, die wenig von einer Geraden (DE) abweicht. Gleich-

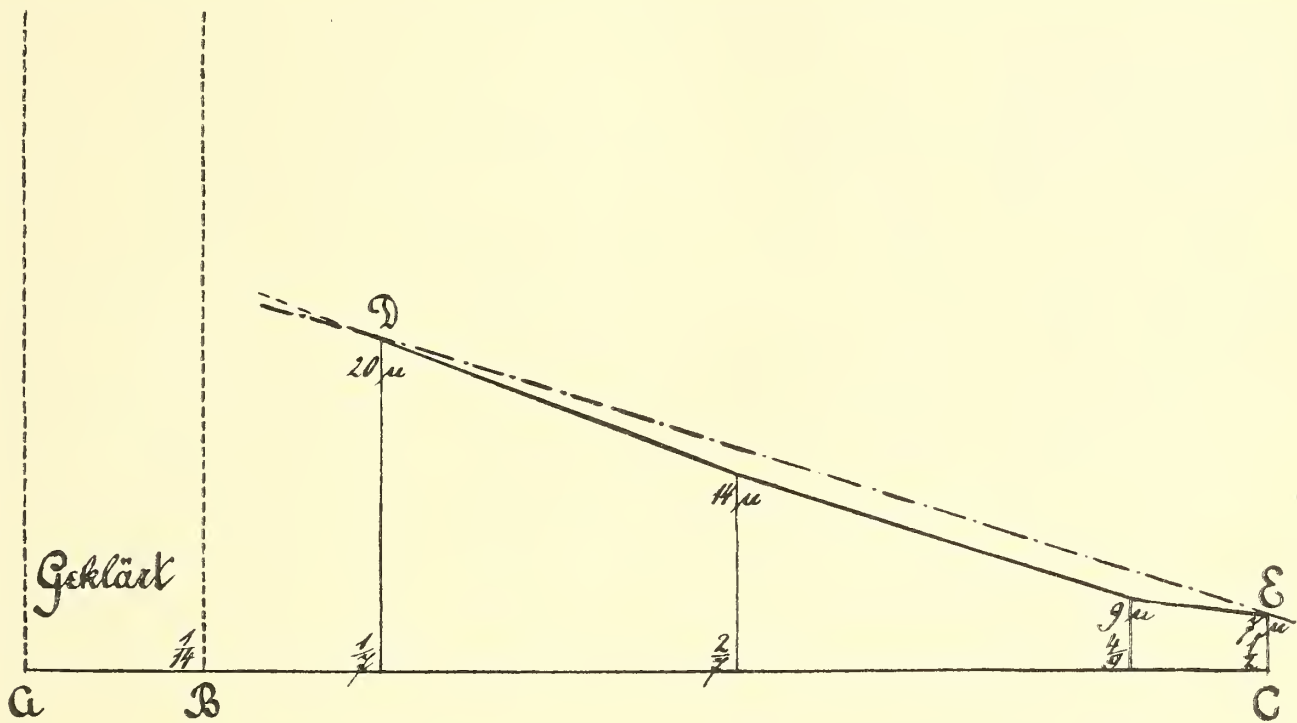


Fig. 7. Zunahme der Bläschengröße nach dem Rande hin. — C: Mittelpunkt des Stückes, A: ein Punkt der Oberfläche, DE: eine Gerade. — AC ist um 1:50 verkürzt.

zeitig zeigen sie dadurch, daß Strömungen und Flüsse in der Harzmasse nicht stattgefunden und diese Ringbildungen auch nicht veranlaßt haben können. (Fig. 7).

Eine derartige Ausbildung durch Zonenanlage erscheint beim ersten Blick befremdlich. Ähnliche Verhältnisse sind aber auf verschiedenen Gebieten bereits bekannt. Aus der Akustik weiß man, daß tönende Körper nicht immer gleichmäßig ihre Wellen nach allen Richtungen hin sich ausbreiten lassen. Zwischen Orte der größten Schallstärke können sich solche von geringerer Intensivität einschieben, ja solche sogar, wo die Tonwahrnehmung gleich Null wird („Zone des Schweigens“). Eine allgemeine gültige Erklärung für das Auftreten solcher abwechselnden Zonen ist trotz TYNDALLS Versuche bis heute noch nicht gegeben. Dagegen hat man das Wesen der „Wellengruppen“, die in ziemlich gleichen Intervallen an der Oberfläche des mäßig bewegten Meeres auftreten, bereits ergründen können. Auch die eigenartigen Erscheinungen, die sich an den

Nagelgebilden des menschlichen Körpers nach heftigen Krankheiten und ebenso bei den Hohlhörnern — besonders bei Kühen nach dem Kalben — an ihrem Stirnschmuck zeigen, gehören hierher. Hingewiesen mag noch auf eine Erscheinung werden, die sich gelegentlich beim Zufrieren kleiner Gewässer, wie Pfützen usw., zeigt. Das Erstarren der Oberfläche geht nicht immer in einheitlichem Zuge vor sich. Es tritt vielmehr hier und dort eine achatähnliche Ringbildung ein, bei der durchsichtiges Eis durch Grenzen von undurchsichtigem in Zonen geteilt wird. Auch hier vermute ich, daß ja Wasser in genügender Menge vorhanden ist, daß dieser Wechsel in der Ausbildung durch äußere Einflüsse bedingt wird. Hierher wäre z. B. ein Wechsel in der Temperatur, in der Bestrahlung usw. zu suchen. Auch bei einem einfachen Kristallisieren eines Salzes (Trinatriumphosphat) in einer Gallerte können Schichtungen entstehen, selbst wenn alle chemischen Vorgänge gänzlich ausgeschaltet sind. In diesem Falle handelt es sich nach LIESEGANG<sup>1)</sup> in der Hauptsache um die Folgen von Übersättigungserscheinungen. Dagegen hat man es in den erwähnten Fällen aus der organischen Natur und aus dem physikalischen, bzw. mineralogisch-chemischen Gebiete nicht überall mit solchen Vorgängen zu tun, im ersteren Falle vielmehr um zeitweise auftretende Verarmungen der zu Gebote stehenden Flüssigkeiten. Ob derartigen Verdünnungen gegenüber die natürliche Konzentration auch eine gewisse Übersättigung aufzuweisen scheint, dürfte nachzuweisen bleiben. Inwiefern der bei 105° schmelzbare und bei gewöhnlicher Temperatur nach SPRING in Spuren flüssige Bestandteil des Bernsteins dabei in Frage kommt, muß vor der Hand unentschieden bleiben. Da dieser Bestandteil sich bei der Verwitterung des Succinit zuerst verändert, dunkel färbt und im Stücke selbst wandert, stört er jedenfalls zuerst das zu Beginn bestehende Gleichgewicht.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, daß ring- und kugelförmige Verwitterungsringe nicht allzu selten vorkommen. Recht häufig sind sie bei sehr feinkörnigen Sandsteinen. Ihrem Auftreten nach lassen sie sich in drei Gruppen teilen, deren eine die konzentrischen Kugelflächen umfaßt, die im Innern des Steines liegen, nicht an die Fläche gebunden sind und sich schalenförmig verteilen<sup>2)</sup>.

In den Sammlungen des Westpreußischen Provinzial-Museums habe ich verschiedene derart entstandene, angeschliffene Stücke mit Achatzeichnungen angetroffen, von denen ich eins hier wiedergebe (Fig. 8). — Besonders schön war die Ausbildung in einem Falle. Hier lag die Trübung wie ein zarter Hauch in der geklärten Succinit-Substanz. Der verhältnismäßig tief liegende

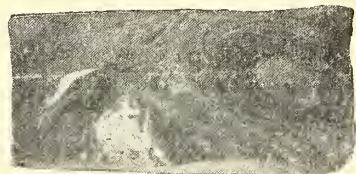
1) LIESEGANG, RAFAEL EDM.: Zur Übersättigungstheorie einiger scheinbar rhythmischer Reaktionen. Zeitschr. f. physik. Chemie. Bd. 75, 1911, S. 371--373.

2) LEITMEYER, HANS: Über Dendriten und Verwitterungsringe und ihre Beziehungen zu den von LIESEGANG und BECHHOLD studierten Erscheinungen. Zeitsch. für Chemie und Industrie der Kolloide. Band 4, Heft 6, 1909, S. 283.

Untergrund war durch dichte Sprünge und Verunreinigungen abgeblendet, so daß bei geeignetem Halten ein bläuliches Ringsystem in dem gelblichen Harze zu schweben schien.

Die zweite Gruppe von Bernsteinstücken, bei denen das Aussehen eines Achat vorliegt, ist durch ein Fließen im Harze gebildet worden. Daß bereits mehr oder weniger vollständig verfestigte Stückchen sich bei diesem Bestreben hemmend in den Weg stellten, Wirbelbildungen veranlaßten und dem sich bewegenden Harz neue Bahnen aufzwingen oder eine Erweiterung, bzw. Verengung der zuerst eingeschlagenen Bahn veranlaßten, ergibt sich bei genauerer Durchsicht des einschlägigen Materials. Die Beschreibung einer Probe von besonders schöner und typischer Ausbildung soll im folgenden gegeben werden.

Das Stück hat bei ellipsoidischer Form eine größte Länge von 34 mm bei einer größten Breite von 29 mm und 16 mm größter Dicke. Die ockerfarbige, spröde Verwitterungsrinde ist 1 bis 2,5 mm dick, setzt sich an einigen Stellen scharf vom frischen Kern ab und geht nur an einigen wenigen fast unmerklich in ihn über. Wir haben es also mit einem gegrabenen Stein zu tun, der aus tonig-sandigem oder einem Kalkmergel-Boden stammt<sup>1)</sup>. 8,6 mm von dem einen Endpunkte der Längs-



Oberl. P. Baenge phot.

Fig. 8. Achatzeichnung im Bernstein. Die horizontale angedeutete Linie deutet eine angeschliffene Kante an.

Verkl. 8:9. — Koll. O. Helm im Wpr. Prov.-Mus.

achse entfernt, zieht fast senkrecht zu ihr eine Bruchfläche hindurch. Auf dieser zeigt sich ringsum die Rinde scharf vom Kerne abgesetzt. Diese Abgrenzung ist besonders auf dem größeren Bruchstücke ausgeprägt. Hier besitzt die noch frischere Substanz des Bernsteins eine konvexe, etwas gewellte Fläche und tritt mit dieser aus der Umhüllung der Rindensubstanz hervor, als hätte sie mit ihr nichts Gemeinsames. Im Gegensatz zu der Färbung des Stücks auf verschiedenen frischen Schnittflächen, die möglichst parallel zur bereits vorhandenen Bruchfläche gelegt wurden, weist die letztere gelbliche und bräunliche Farbentöne auf. Sie besitzt etwa Form und Größe eines Mandelkerns und zeigt eine eigentümliche, achatartige Zeichnung. An dem schmälern Ende liegt exzentrisch — vom Mittelpunkt der Fläche aus etwa um  $\frac{1}{3}$  in die Länge und ebensoviel in die Breite verschoben — ein tief gelbbrauner Fleck von Ellipsenform. Seine Durchmesser sind rund 5,4 und 4,5 mm lang. An der einen Seite hebt er sich in zarter Wölbung aus seiner Umgebung hervor, von der er durch eine feine Vertiefung abgegrenzt ist, an der andern geht er in sie über. Um ihn zieht sich ein licht-braungelber Hof, der nach der Mitte des Stückes hin etwa 1,5 mm breit ist, dann umwendet, beim Verlauf in die entgegengesetzte Richtung sich bis an die Verwitterungsrinde dehnt und nach dem spitzeren Ende des Bernsteinkerns sogar eine Breite von

<sup>1)</sup> AYCKE a. a. O. S. 79.

4 mm erreicht. An diese Zone schließen sich abwechselnd lichtere und dunklere Partien von geringerer und größerer Breite an. An einigen Stellen ziehen 5 zarte Bänder bei einer Gesamtbreite von 0,6 mm nebeneinander hin und zeigen unter der Lupe recht ausgesprochene, mehr gelbliche oder mehr bräunliche Färbungen und ausgeprägte Grenzlinien gegeneinander. Bald dehnen sie sich dann aber wieder aus und lassen ihre Konturen mehr verschwimmen. Die dunklere, braune Tönung, wie sie bei den eben beschriebenen zarten Bändern auftrat, wird dann bedeutend heller. Dabei findet eine Ausdehnung dieses Systems von der ursprünglichen Breite (0,6 mm) bis zu 3,6 mm statt.

Die Bänder laufen in Trümmer aus oder verengen sich wohl auch, um nochmals an Breite zuzunehmen; gelegentlich treten neue in Form feiner Bogenlinien hinzu. Dem äußersten bräunlichen Ringstreif, der an seiner breitesten Stelle 2,7 mm breit ist, sind winzige, lichte, längliche Flecke eingestreut, die mit ihrer Längsrichtung dem Verlaufe der bogenförmigen Zeichnungen folgen. Außerhalb dieser wechselreichen Zone liegt der Hauptsache nach nur noch licht gefärbter Succinit vor. Unter der Lupe lassen sich in ihm freilich noch hier und dort — in größerer und geringerer Entfernung von den Bändern — bei kaum erkennbarer bis zu 0,8 mm betragender Breite blaß braungefärbte Andeutungen von weiteren Ringen entdecken.

Interessant ist außerdem der Umstand, daß außer dieser achatartigen Zeichnung noch eine zweite angedeutet ist. In der eben erwähnten, licht gefärbten Restpartie der Sprungfläche tritt nahe der Rinde, fast tangential zu dieser verlaufend, in 0,9 mm Breite ein Zug von 9 mehr oder weniger ausgeprägten Bändern auf. Der zu ihrem wenig gekrümmten Verlauf gehörende Mittelpunkt muß außerhalb des Stückes gesucht werden. Jedenfalls ist die Krümmung dieser Linien der entgegengesetzt, wie die Hauptzeichnung sie besitzt. Dadurch ist zur Genüge erwiesen, daß bei der Bildung solcher Stücke Kräfte tätig waren, die nicht auf jedes einzelne gesondert einwirkten.

Zur Prüfung der inneren Struktur wurde durch das größere Bruchstück, etwa 8,8 mm von der Bruchfläche entfernt, ein Schnitt gelegt. Die frische Fläche des Kerns hat hier ebenfalls etwa die Form einer Mandel, nur ist sie etwas in die Länge gezogen. Allmählich geht sie in die Rinde über, so daß auch diese beim Schleifen zum Teil Politur annimmt. Die Hauptausdehnungen der Kernsubstanz können auf dieser Schnittfläche deshalb nur rund auf 22 und 9 mm angegeben werden.

Dem rundlich elliptischen Mittelstück bei der achatähnlichen Ausbildung auf der Bruchfläche entspricht hier eine zartgetrübte Partie. Sie hat etwa die Form einer halben Ellipse von den Durchmessern 11 und 7 mm und legt sich mit ihrem längeren Durchmesser an die Rinde des Stückes in der Längserstreckung der Bruchfläche, und zwar an deren schmalerem Ende an. — Den Zonen, die auf der Bruchfläche den mittelsten Teil umschließen, entspricht hier eine weiß gefärbte Ringbildung von ungleicher Dicke; an einigen Stellen

beträgt diese 4,3, an den schwächsten 0,8 mm. Unter einem Winkel von etwa  $61^\circ$  bzw.  $83^\circ$  stößt auf diese dünnste Stelle von außen her ein etwa 11,4 bis 12,8 mm breiter Bernsteinfluß von licht weiß gefärbter Substanz. In der Hauptsache läßt er zu beiden Seiten klarere Partien frei und versucht nach dem stumpfen Ende hin, dicht an der Verwitterungskruste dahinziehend, die eine von ihnen inselartig abzugrenzen.

In den weißen Massen des Succinit und ebenso in den getrübten Teilen treten unter der Lupe ferner schlierenartig ausgebildete und gegeneinander verzogene Zeichnungen auf. Teilweise liegen auch zart wolkige Gebilde vor, die jedoch nirgends in ihren Begrenzungen größere Schärfe aufweisen. Nur in den randlichen Partien sind die erwähnten Strukturverhältnisse durch die einsetzende Oxydation und die durch sie bedingte, ausgeprägtere Tönung des verschiedenen Bernsteinmaterials stärker charakterisiert. Das ist teilweise sogar in so hohem Maße der Fall, daß man auch bei diesen Schnittflächen von einer randlich auftretenden achatähnlichen Zeichnung sprechen kann.

Die mikroskopische Untersuchung fügt dem vorigen Befund wenig Neues zu. Es handelt sich um einen Succinit, der mehrmals zerbrochen und von frischer Harzsubstanz durchtränkt wurde. Auch diese ist stellenweise von neueren Harzflüssen durchzogen, die dann ihrerseits wieder von weiteren hier und dort durchsetzt worden sind. — Da die verschiedenen Harzmassen aus gewöhnlichem, knöchigem Bernstein bestehen, gelegentlich auch aus solchem, der in Klärung begriffen ist, und die Größe der Bläschen in den verschiedenen Fällen verschieden ist, heben sich die einzelnen, zeitlich verschiedenen Flüsse scharf voneinander ab. Das älteste Material in diesem Stück ist von Kreuz- und Querrissen durchsetzt und liegt wie eine Insel zwischen verschiedenen Strömen. Es wird von einem stark und zwei sehr schwach gekrümmten Bogenstücken begrenzt, hat also ungefähr die Form eines sphärischen Dreiecks. Aus dem ganz dichten, wolkig getrübtem Harz, das nur noch in Gestalt von Fetzen vorliegt, gingen dann die kleineren Brocken hervor. Diese haben  $1\ \mu$  Durchmesser und, wie früher bereits beschrieben, einen Hof. Sie treten zu größeren von ziemlich gleichmäßig  $5\ \mu$  Durchmesser zusammen, und wo das geschieht, ist das Harz fast vollkommen klar. Die kleinen Bläschen liegen also in und dicht an den getrübten Partien, die größeren zwischen ihnen.

Das zwischen diesen Brocken dahingeflossene Material weist reichlich die Bildung von Schlieren und Flußlinien auf. Durch die der Harzmasse beigemengten Bläschen kommen diese Zeichnungen recht schön zum Ausdruck. — Dichte Trübungen sind hier nicht mehr vorhanden. Die größeren Bläschen besitzen ziemlich einheitlich einen Durchmesser von  $6\ \mu$ , die kleineren, welche neben ihnen auftreten, zeigen wenig Übereinstimmung in ihrer Größe. Hin und wieder schiebt sich ein Strom zungenartig in einen anderen hinein; dann entsteht eine besonders günstige Gelegenheit zur Bildung von Stromlinien. Bei einigen von diesen wurde eine Entfernung von je 36 bis  $108\ \mu$  gemessen, bei anderen war die Ausbildung unscharf.

Das Material der vorliegenden Probe ist reich an Verunreinigungen verschiedener Art. Diese sind als eine Folge der jedesmaligen Auflösung älteren Materials durch neu hinzukommendes von jüngerem Alter anzusehen. Daß es sich bei dieser Art Stücke um Strömungserscheinungen handelt, ist außer Frage. Auch in diesem Falle sind die Stromlinien da, wo die Geschwindigkeit der Flüssigkeit am größten ist, sehr schmal. Das ist dort der Fall, wo die letztere um das in die Höhe ragende, bereits erstarrte Stück klaren Bernsteins herum biegt. Findet das Fließen dann aber wieder langsamer statt, so verbreitern sich die verschmälerten Fäden wieder und zwar um so stärker, je mehr die Geschwindigkeit abnimmt. Es sei hier auf die Versuche von HELESHAW in Liverpool hingewiesen und auf den Umstand, daß seine Aufnahmen der Stromlinien besonders schön wurden, wenn als Versuchsflüssigkeit nicht Wasser sondern Glycerin gewählt wurde. Der Erfolg wurde hier wohl dadurch bedingt, daß die Klebrigkeit dieser Substanz die Bildung von störenden Wirbelbewegungen nicht aufkommen ließ<sup>1)</sup>.

Stücke mit derartigen Strömungszeichnungen in der verschiedensten Ausbildung scheinen in der Regel ihre Bildung auf dem Waldboden oder am unteren Teile der Baumstämme gewonnen zu haben. Hier konnten sie von verhältnismäßig größerer Masse entstehen. Hier fanden sich Brocken aus Bernstein von der verschiedenartigsten Entstehungsweise zusammen und wurden von nachtröpfelndem, noch nicht starr gewordenem Harze verkittet und zu einheitlich ganzen Gebilden vereint. Daß das am Boden lagernde Material oberflächlich zum Teil noch nicht ganz erstarrt war und deshalb auch unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen erweichen konnte, ist anzunehmen. So traten kleinere Stücke zu größeren zusammen, und die jüngsten und frischesten konnten sich dabei wohl so weit verflüssigen, daß ihr Material in fließende Bewegung geriet. Die Bläschen in ihnen wurden, soweit sie noch nicht entwichen waren, mitgeführt, zu feinen, linien- und bandartigen Gebilden ausgezogen und um Hemmnisse herumgeschlungen. So entstanden die verschiedenartigsten Formen mit ganz ruhigen bis zu den wildesten Linienführungen und Zeichnungen. Wo Verunreinigungen von dem Waldboden mit in das Harz eingeschlossen wurden, entstanden noch lebhaftere Bilder, und diese wurden früher von Liebhabern für teures Geld erstanden.

So soll nach HARTMANN<sup>2)</sup> ein Stück mit dem Bilde eines Schweinekopfes für 2000 Florens<sup>3)</sup> nach Belgien verkauft worden sein. Auch die Zeichnungen

<sup>1)</sup> WALTER, B.: Über Strömungslinien und Oberflächenreibung in Flüssigkeiten. Mit 47 Abb. Prometheus. 10. Jahrg. 1899. Nr. 499, 500, 501, S. 521 und 523.

<sup>2)</sup> HARTMANN, M. PHIL. JAC.: Succini Prussici physica et civilis historia cum demonstratione ex autopsia et intimiori rerum experientia deducta. Francofurti 1677. Lib. I, cap. IV, § V; S. 80, 86, 87.

<sup>3)</sup> 1 Floren = ca. 2 M.

von Brotlaibern, Karpfenkopf, Totenschädel, Zwiebel wurden nebst vielen anderen für erwähnenswert gehalten. Neben der Phantasie des Beschauers kam hier aber noch die Handfertigkeit des Bernsteinkünstlers in Betracht. Durch Ritzungen und Schnitte, sowie durch untergelegte und gefärbte Zinnfolie, wußte er das hervorzuheben, was gesehen werden sollte. Unwillkürlich wird man hier an die Herstellung der Kameen erinnert, bei denen die Natur auch nur Stoff und Farbe gibt, während die Gestaltung zu einem Bilde, also das Wesentliche, erst von dem Künstler nach einer ihm vorschwebenden Idee hinzugebracht wird. Muscheln- und Schneckenschalen, die in verschiedenen Schichten verschiedene Färbungen aufweisen, sowie Steine von ähnlicher Beschaffenheit kommen bei solchen Arbeiten zur Verwendung; immer soll in diesen Fällen ein bestimmtes Bild in einer Farbe sich von einem andersfarbigem Grunde abheben. Doch auch Höcker, Erhabenheiten und eigentümlich gefärbte Stellen bieten für die Phantasie des Künstlers den Ausgangspunkt bei einem zu schaffenden Zierstück<sup>1)</sup>.

Bei den alten Bernsteinkünstlern lief das Streben freilich meist auf ein anderes Ziel hinaus. Besonders passende Rohstücke des Succinit wurden durchsägt und die beiden so erhaltenen, einander entsprechenden Bilder, wie sog. Pendants, zusammengefügt. Es entstanden auf diese Weise eigentümliche Doppelbilder aus spiegelbildlich übereinstimmenden Hälften, die mit einem Rähmchen aus zartem, weißen Bernsteinknochen umfaßt und zusammengehalten wurden<sup>2)</sup>. Tauben, die sich zukehren und schäbeln, besonders Landschaften mit Tälern und Bergen, über die zarte Wölkchen und schwere Gewitterwolken dahinziehen, werden auf diese Weise erhalten und immer wieder hergestellt. Um Stücke mit natürlichen Zeichnungen oder aber zur Bearbeitung möglichst passendes Rohmaterial zu erhalten, suchte man Stücke hervor, die irgendwo an der Oberfläche durch Verunreinigungen des Bernsteinharzes schwarz gefärbt waren. Diese gaben die Ausgangsstellen für ein geeignetes Bildchen: die Form eines emporsteigenden Berges oder eines Tales, während die übrige Fläche der Schnittstelle — und zwar meist der überwiegende Teil — frei von solchen gröberen Gebilden bleibt und fast immer Wolkenzeichnungen aufweist. — Wie groß die Rolle ist, welche die Phantasie bei vielen derartigen Bernsteinbildern spielt, läßt sich aus einer Stelle im Werke SENDELS ansehen. Dort bildet der Verfasser mehrere solcher Kunstwerke ab und bittet den Leser, die Zeichnungen und Bildnisse auf ihnen mit Wohlwollen nach eigener Laune zu deuten.

Wenn der Künstler das Material zu seinen Arbeiten möglichst aus den äußeren Teilen (*parte extrema*) der Stücke wählte, so verfolgte er dabei noch einen weiteren Zweck. Die Bernsteinvarietäten, die bei frischem Stein sich nicht immer scharf voneinander absetzen, nehmen bei der Verwitterung ver-

1) MARTENS, ED. VON: Die Weich- und Schalthiere. 1883. Leipzig und Prag. S. 305, 306.

2) SENDEL a. a. O.: Pars III, § XX, S. 321; § XXVI, S. 322; § XXXI und XXXIII, S. 323.

schiedenartigen Glanz sowie tiefere, vollere Farbentöne an und lassen dadurch die vorhandenen Zeichnungen besonders schön hervortreten. Klar wird dunkel, während Bastard Wachsglanz und bräunliche Töne, Knochen schließlich sogar Porzellanglanz erhält<sup>1)</sup>.

\*

\*

\*

Der aus Schichten von knöchigem und klarerem Harzmaterial aufgebaute Bernstein bildete sich aus einem Schichtensystem von knöchigem Bernstein. Als die einzelnen Decken übereinander flossen, machte es sich bemerkbar, daß die jedesmalige Unterlage in der Zwischenzeit durch die Einwirkung der Luft oberflächlich bereits eine Veränderung erfahren hatte. Eine direkte Vereinigung durch Vermischung zwischen je dem älteren und dem jüngeren Fluß fand deshalb nicht statt. Das getrübte, neu hinzukommende Harz war verhältnismäßig zähe und schmiegte sich seiner Unterlage deshalb auch nicht vollkommen an. In die schmalen Zwischenräume zwischen den einzelnen Lagen fand die Luft ihren Weg und begann auf die Schichten zu beiden Seiten klärend einzuwirken. Die verschiedenen Lagen aus klarerem und trüberem Material entsprechen also einerseits bereits verändertem, andererseits noch fast ursprünglichem Succinit. Hierbei würde jede klarere sich aus den geklärten Teilen von je zwei aufeinander folgenden Decken zusammensetzen, jede getrübte dazwischen den Rest aus noch ungeklärtem Material jeder einzelnen darstellen. Bei den Klärungsvorgängen an der eigentlichen Oberfläche fand ein eigentümliches Fließen des Succinit statt, wozu die emporsteigenden Bläschen durch ihren Auftrieb etwa wie bei einer Mammutpumpe den Anstoß gaben. Diese Bewegungen in der bereits erstarrten Harzmasse zogen die Schichten ihrer Nachbarschaft in ihre Strömungen hinein und veranlaßten eigentümliche Umgestaltungen der immer größer werdenden Bläschen. — Die Hypothese, welche zur Bildung derart aufgebauter Stücke einen ständigen Wechsel in der Beschaffenheit des abwärts fließenden Bernstein-Balsams annimmt, ist deshalb zu verwerfen.

Achatartig gezeichneter Succinit konnte in zweierlei Weise zur Bildung gelangen. Einmal durch Umwandlungerscheinungen jedes einzelnen Bernsteinstücks, wobei Strömungen nicht aufzutreten brauchen, und zweitens durch Verkittung mehrerer Brocken. In diesem Falle wurden durch frisch herabträufelndes Harz, das zwischen sie oder in ihre Risse und Sprünge eindrang, ja sie sogar anätzen und teilweise lösen konnte, eine Vereinigung erzielt. Hier treten in dem geflossenen Material dieselben Bildungen auf, wie sie für Strömungen in Flüssigkeiten bekannt sind.

---

1) KLEBS: Aufstellung und Katalog usw., S. 38.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig](#)

Jahr/Year: 1913-1914

Band/Volume: [NF\\_13\\_3-4](#)

Autor(en)/Author(s): Dahms Paul

Artikel/Article: [Mineralogische Untersuchungen über Bernstein 1-24](#)