Markasit als Begleiter des Succinit.

Von

Dr. Paul Dahms.

(Mit zwei Figuren.)

An der steil abgebrochenen, 30—40 m hohen Nord- und Westküste des westlichen Samlands tritt die sog. Blaue oder Bernsteinerde — als Abtheilung der bernsteinführenden Schichtenreihe, Zone A_1 [1]) — mit Unterbrechungen, bald über dem Niveau, bald in der Höhe des Meeres, meist aber unterhalb desselben zu Tage. Die Bernsteinerde besitzt eine Mächtigkeit von 1,3—1,7 m und gilt als die einzige primäre Lagerstätte des Bernsteins.[2]) Sie besitzt im frischen Zustande eine dunkelgraugrüne bis grünschwarze, im trockenen Zustande eine graue Färbung mit leisem Schein ins Grünliche. Ihre Hauptbestandtheile sind theils sehr kleine Quarzkörnchen mit einem Durchmesser von $^1/_{10}$ bis $^1/_4$, höchstens $^1/_3$ mm, der bei vereinzelten Individuen auch 3 mm erreichen kann, — theils sehr kleine Glaukonitkörnchen.

Milchweisser Quarz findet sich vorherrschend, nicht zu selten lassen sich jedoch auch durchsichtige, dunkelgraue oder violette, vereinzelt röthliche Stückchen antreffen. Diese tragen oft einen gelblichen Ueberzug, der mehrere von ihnen locker zusammenkitten kann. Dazwischen liegen einzelne Glimmerblättchen und sehr zahlreiche Körnchen eines Minerals, das man als „Glaukonit" bezeichnet. Dasselbe besitzt eine dunkelgrüne Farbe, lässt sich leicht zu einem hellgrünen Pulver zerreiben und besteht aus knolligen oder wulstförmigen Stücken, welche je nach dem Orte ihres Vorkommens eine mehr traubige oder eine knollen- bis nierenförmige Gestalt besitzen können.[3]) [4]) In dieser zusammengesetzten Bernsteinerde liegt der Bernstein ziemlich gleichmässig eingebettet, und zwar enthält das Cubikmeter ungefähr 1—3 kg des fossilen Harzes.

---

[1]) Alfred Jentzsch. Uebersicht der Geologie Ost- u. Westpreussens. Königsberg i. Pr. 1892.

[2]) G. Berendt. Die Bernstein-Ablagerungen und ihre Gewinnung. Schriften der Königl. physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. Band VII. 1866.

[3]) G. Zaddach. Ueber die Bernstein- und Braunkohlenlager des Samlandes. Schriften der Königl. physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. Band I. 1860.

[4]) G. Zaddach. Das Tertiärgebirge des Samlands. Schriften der Königl. physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. Band VIII. 1867.

Diese feinkörnigen „Glaukonitsande" charakterisiren sich durch ihren Mangel an Versteinerungen und ihren Reichthum an Schwefelkies, welcher bei seiner Oxydation Glaukonite und andere Stoffe zu Sulfaten umsetzt. Uebrigens ist der Kies mehr oder minder reichlich in der ganzen tertiären Glaukonitbildung vertreten; ein Umstand, den ich nicht unerwähnt lassen möchte.

Was die Herkunft des Kieses betrifft, so stammt von älteren Forschern wohl noch die Annahme her, dass schwefelsaure Dämpfe aus dem Boden stiegen und auf die Mineralbestandtheile der tertiären Glaukonitbildungen des Samlandes einwirkten. Diese Ansicht würde sich ganz vorzüglich dazu eignen, die Bildung des Schwefelgehaltes im Bernstein, sowie die des Schwefelkieses zu erklären[1]), besonders da die als „Kraut" bezeichneten Bildungen der Schichtenreihe bei ihrem hohen Eisengehalt das zur Bildung des Markasit nothwendige Eisen geliefert haben würden. Diese Annahme scheint mir jedoch zu gezwungen, besonders da von derartigen Exhalationen in jener Gegend, soweit mir bekannt, nirgends sichere Merkmale vorliegen. Wahrscheinlich hat der Kies, ebenso wie dieser ganze Schichtencomplex, seinen Ursprung aus der Kreidezeit herzuleiten. Diese Formation zeichnet sich in ihrem oberen Theile durch einen so reichen Gehalt an Markasit aus, dass es nicht allzufern liegen dürfte, einen Transport des Kieses mit dem zerkleinerten Untergrunde der Bernsteinwälder anzunehmen, sei es, dass er demselben anhaftend oder in theilweise gelöster Form den Weg zurücklegte, um sich dann später bei der Bildung der Schichten mit abzusetzen.

Eine Sicherung dieser Ansicht scheint sich mir daraus zu ergeben, dass auch ein anderes fossiles Harz, der Schraufit, aus einem mit dem Sandstein vom Wamma verbundenen, etwa 190 cm mächtigen Lager von Sandsteinschiefer zusammen mit Schwefelkies vorkommt. Dieser Sandstein gehört der mittleren Abtheilung des Karpathen-Sandsteins an und ist jedenfalls cretaceischen Ursprungs.[2]) Ueber die Einwirkung von gasigen Agentien, die dem thonigen Cemente des gelblichen bis bräunlichen Aggregates den zur Bildung der Schwefelverbindung nöthigen Gehalt an Eisen entzogen hätten, findet sich nirgends etwas angegeben. Auch für dieses Kies-Vorkommen wäre deshalb ein Transport aus den zerstörten Schichten der Kreidezeit am wahrscheinlichsten und ungezwungensten.

Die in den tertiären Glaukonitbildungen deponirten Kiesmassen zeigen verschiedene Formen je nach dem Gegenstande, der sie aus ihrer Lösung niederschlug. Wie auch heute noch in Sümpfen aus eisenhaltigem Wasser eine Neubildung von Eisenbisulfid durch den Schwefelgehalt des verwesenden Detritus vor sich geht, war bei den Kiesbildungen in den samländischen Schichten die Gegenwart reducirender Substanzen unumgänglich nothwendig.

[1]) Vergl. Otto Helm. Notizen über die chem. und physik. Beschaffenheit des Bernsteins. Archiv der Pharmacie. Band VIII. Heft 3. 1877. S.-A.

[2]) J. Freih. v. Schröckinger. Ein neues fossiles Harz aus der Bukowina. Verhandl. der Kaiserl. Königl. Geolog. Reichsanstalt. Wien. Jahrg. 1875. No. 8.

Markasitstücke, welche sich bildeten, ohne dass in einem festen Körper die Veranlassung zur Ausscheidung aus der Lösung läge, sind mir unbekannt. Kommen derartige Stücke vor, so lassen sich aus den Abdrücken, die sie tragen, Rückschlüsse auf die Körper machen, auf welche sie sich niederschlugen. In einigen knochenartigen Formen, die derartige Merkmale nicht zeigen, erkennt man beim Oeffnen kleine, stark zersetzte Thon- oder Mergelstücke von einem Durchmesser bis zu 4 mm, um welche die Kiesbildung vor sich gegangen ist.

Von hauptsächlichem Interesse scheinen mir die Bildungen um Bernsteinstücke zu sein. Diese haben bei mehr oder minder unregelmässiger Form eine Grösse, die gewöhnlich zwischen der einer Wallnuss und einer Haselnuss liegt. Grössere Formen scheinen nicht gerade allzu selten zu sein, ein mir vorliegendes Stück knochigen Bernsteins besitzt einen Mantel aus Kies, der — obschon zum Theil entfernt — eine Länge von 76 mm und eine Breite von 40 mm hat. Hier und da ist der Bernstein bereits ausgebröckelt. Ganz dünne, braunrothe Krusten sind dann oft die letzten Ueberreste des ausgewitterten Succinit. Nicht selten zeigen auch die Markasitstücke spitzere und stumpfere Erhebungen von mehreren Millimetern Höhe, welche Reste der Sulfidmasse darstellen, die auf Rissen in den Succinit eindrang, — oder es treten minimale, netzartige Kanten deutlich hervor, die wohl zuerst an organische Ueberreste erinnern, sich bei näherer Betrachtung jedoch als ein scharfer Abdruck der polygonal zerklüfteten Verwitterungskruste darstellen.

Hin und wieder besitzen die Kiesbildungen Abdrücke von Mollusken, die auf eine einstige Umhüllung dieser Wesen durch die Kiesmasse schliessen lassen und die feinsten Formen deutlich bewahrt haben.

Ziemlich häufig finden sich ferner eigenartig röhrenförmige Gebilde, welche an die im Alluvium vorkommenden Osteocollen erinnern und nach Herrn Stadtrath O. Helm durch Umhüllung von Wurzeln seitens der kiesbildenden Substanz erzeugt wurden. Diese Ansicht hat bei einigen Stücken um so mehr Berechtigung, als die Wandungen zuweilen Oeffnungen besitzen, durch welche zur Zeit der Bildung ohne Zweifel die Verästelungen der Wurzel drangen und dadurch eine vollständige Ausbildung der umhüllenden Kruste verhinderten. Diese röhrenförmigen Gebilde sind zum grossen Theil mit langen, weissen Nadeln von Vitriol bedeckt, die sogar eine Länge von 2 mm erreichen und dann den Eindruck einer Schimmelbildung erwecken.

Auch zapfenförmige, glatte, seltener quergerunzelte Stücke werden häufig angetroffen. Sie sind oft an beiden Seiten geschlossen und zeigen wohl auch noch im Inneren einen in der Längsachse verlaufenden Canal, der bei anderen bereits mit Kiesmasse erfüllt ist. Der Querschnitt wies, soweit es sich wegen der vielfachen Mineral-Einschlüsse erkennen liess, eine gleichmässig körnige Zusammensetzung auf. Eine Reihe derartiger Stücke ist jedenfalls durch Incrustation dünner Wurzelfäserchen entstanden, obgleich eine derartige Ver-

muthung nicht sicher begründet werden kann, da Fäserchen selbst bei wiederholter Betrachtung unter der Lupe sich mit Sicherheit nicht wahrnehmen liessen.

Auf die Entstehungsweise einer anderen Reihe von Stücken wirft der Fund eines Markasitstückes von Zapfenform einiges Licht, der bei Ullersdorf, unweit Naumburg a. Qu., in den dem Ueberquader angehörenden Braunkohlenlagern gemacht wurde. Dieser Fund wurde von Conwentz[1]) untersucht und ergab bei der mikroskopischen Betrachtung, dass ein ursprünglich als Braunkohle vorliegendes fossiles Nadelholz sich mit Schwefelkies infiltrirt hatte. Die Zellwandungen waren noch erhalten, während die Lumina bereits von dem Minerale ausgefüllt waren. Wie sich schliesslich ergab, hatte das petrificirte Holz jedenfalls einer Coniferenwurzel angehört. — Eine derartige Bildungsweise für eine Reihe von Zapfenformen der Blauen Erde hat sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich. Es darf wohl angenommen werden, dass in diesen Schichten der die Zellräume ausfüllende Markasit bald verwitterte und mit der so gebildeten Säure die dazwischen liegenden Wände zerstörte. Hierauf konnte dann die Ausfüllung der entstandenen Lücken und die damit zusammenhängende Bildung einer massiven Zapfenform vor sich gehen. Ob einzelne im Dünnschliff beobachtete, opake, unregelmässig begrenzte, bei auffallendem Lichte schwarz gefärbte Gebilde als Reste derartig zerstörter Wandungen anzusehen sind, vermag ich mit Sicherheit nicht zu entscheiden.

Aehnlich wie bei Wurzeln finden sich auch Kies-Krusten an Holzresten und Holzsplittern, welche mit Braunkohle grosse Aehnlichkeit besitzen. Die durch das Ueberfliessen von Stamm- und Aststücken mit Harzmasse gebildeten Abdrücke von Bernstein haben jedenfalls durch haften gebliebene, kleine Fäserchen die theils krystallisirte Kiessubstanz auf sich niedergeschlagen, an der sie oft recht reich sind.

Bei anderen Kiesstücken ist ein verhältnissmässig grosses Quarzkorn oder das dichte Zusammenliegen mehrerer kleiner Quarzkörner die Veranlassung zur Ausscheidung des Bisulfid gewesen Die kleinen Quarze zeigen dann immer eine breccienartige Verkittung, deren Cement der Verwitterung überaus leicht anheimfällt; in basisches Eisensulfat übergeht und häufig von einem irisirenden Häutchen überzogen ist. Schliesslich mag die bereits erwähnte Umhüllung von Thon- und Mergelstückchen noch einmal hervorgehoben werden.

Während sich der Niederschlag des Kieses auf die Wurzel- und Holztheile leicht erklären lässt, bietet die Incrustirung der Quarze und Bernsteinstücke einige Schwierigkeit. Dass die sich später niederschlagende Sulfatlösung so gesättigt und durch Einwirken von Schwefelwasserstoff bereits zum Theil in feste Kiessubstanz umgewandelt war, dass sie an jedem festen Gegenstande einen Ansatzpunkt für die Ausscheidung gesucht hätte, ist nicht annehmbar, weil sich sonst durch alle Bernsteinschichten vertheilt Krystalle und mehr

---

[1]) H. Conwentz. Ueber ein in Markasit verwandeltes Braunkohlenholz. Abhandlungen der Naturforsch. Gesellschaft in Görlitz. Band XVII. 1881.

kugelige Concretionen finden müssten. Die wahrscheinlichste Annahme wäre die, dass die durch Zersetzung organischer Substanz erzeugten, reducirenden Gase durch die Gewässer fortgeführt und an festen, grösseren Körpern als kleine Bläschen — etwa wie bei frischem Brunnenwasser die Gasbläschen an den Wandungen eines Glases — haften geblieben wären, um die löslichen Sulfate der Umgebung auf sich niederzuschlagen. Diese Annahme scheint mir auch deshalb vortheilhaft zu sein, weil die gleichmässige Vertheilung der Kiesmasse über den incrustirten Körpern darauf hinweisen muss, dass von diesen der Anstoss zum Absetzen gegeben worden ist.

Die Oberfläche der massigen Ausscheidungen ist uneben und oft rissig, durch Hervortreten von Quarz und Glaukonitkörnchen oft feinkörnig. Während sie an ebenen Stellen gewöhnlich rauh ist, kann sie stellenweise durch vorzugsweises Hervortreten von Zersetzungsproducten ein schwach glänzendes Aussehen gewinnen. Unter der Lupe heben sich von der graugrünlichen, die Grundmasse bildenden Kiessubstanz deutlich folgende Bestandtheile ab: bräunlich durchsichtige, weisse undurchsichtige oder seltener bläulich schimmernde Quarzkörner, welche oft einen gelblichen Ueberzug besitzen, meergrüne rundliche Körnchen von Glaukonit und einzelne lichte Glimmerblättchen, während da, wo Risse oder Vertiefungen in der Substanz vorhanden sind, weisslicher Vitriol fast nie fehlt. Je nachdem diese Nebenbestandtheile der Markasitmasse zurücktreten und je nachdem die Vitriolbildungen sich vertheilen, entsteht eine lichte oder mehr düstere, graugrüne Gesammtfärbung. Vereinzelt hat sich bereits durch die Verwitterung des Kieses ein gelbliches, basisches Eisensulfat gebildet, das dann eine mehr saftgrüne Färbung veranlasst.

Die unzersetzten Kies-Ausscheidungen zeigen einen grünlich-grauen Strich. Der Bruch ist splitterig und uneben, von einer silberweissen ins Gelbliche spielenden Färbung. Die ganze Kiesmasse ist von hirsekorngrossen, grauen bis weissen Quarzkörnchen und zahlreichen Glaukonitkörnchen durchspickt, denen sich vereinzelt wohl noch ein Glimmerblättchen zugesellt. Dadurch, dass Glaukonit schnell der Verwitterung anheimfällt, ist die Masse auch reichlich mit Hohlräumen versehen.

Diese eigenartige Umlagerung der Bestandtheile der Blauen Erde ruft fast den Eindruck hervor, als hätte man es mit einer Gesteinsmasse zu thun. Die Bestandtheile sind bei der Bildung von den sich niederschlagenden festen Theilchen dicht umsponnen worden. Diese Einlagerung von Partikeln erzeugt eine hohe Festigkeit der Concretionen, sodass man sich eines grösseren Stahlhammers bedienen muss, um die Masse zu zertrümmern. Dabei macht sich ein eigenartiger thoniger Geruch bemerkbar, welcher zugleich an den zerstossenen Schwefels erinnert. Die Härte ist grösser als 6. Auf der Zunge erzeugen die Stücke einen sauren, adstringirenden Geschmack.

In einem Dünnschliffe, der senkrecht zur Längsachse eines Osteocollenartigen Gebildes gelegt war, traten folgende Eigenarten deutlich hervor: In einer mit dunkelgrauer Farbe durchsichtigen, bei auffallendem Lichte durch

winzige, ihrer Form nach mit Sicherheit nicht bestimmbare Kryställchen schwach messinggelb gefärbten Grundmasse von Schwefelkies sind, wie schon der makroskopische Befund ergab, zahlreiche Quarz- und Glaukonitkörnchen eingelagert. Die Quarze sind eckig, ohne scharfe Begrenzung, wie angenagt, meist so klein, dass sie im Dünnschliffe bei durchfallendem Licht mit der Lupe gerade noch deutlich erkennbar sind, während vereinzelt auch grössere Stückchen mit einem Durchmesser von ungefähr $^1/_2$ mm scharf hervortreten. Sie sind entweder ganz hell und durchsichtig, oder von vielen, mehr oder weniger regelmässig vertheilten Bläschen durchsetzt. Die grösseren Individuen sind fast stets zerbrochen; bei den wenigen unversehrten lässt sich deutlich durch die undulöse Auslöschung im polarisirten Lichte die Einwirkung von Druckphänomenen constatiren. Das Zerbrechen der einzelnen Krystalle durch starken Druck muss bei dem Umschliessen seitens der Kiesmasse vor sich gegangen sein, da die einzelnen Theile mit geringen Abänderungen noch dieselbe Lage zu einander haben, die sie direct nach dem Zerbrechen gehabt haben müssen. In die so entstandenen Lücken ist dann die Kiesmasse, oft zusammen mit kleinen Glaukonitkörnchen eingedrungen und hat so die entstandenen Bruchstücke wieder mit einander vereinigt. Vereinzelte Quarze enthielten grössere und kleinere von der Markasitmasse erfüllte Einbuchtungen; diese lassen sich auf die zerstörende Wirkung der fortgesetzt in der Nähe bei der Zersetzung des Kieses entstehenden Schwefelsäure und die nachträgliche Ausfüllung seitens des Sulfid zurückzuführen. Einzelne ganz kleine Quarzkörnchen sind in ihrer Form derart willkürlich und so stark von Glaukonitkörnchen durchsetzt, dass für sie secundäre Bildungsweise — wahrscheinlich aus dem Glaukonit — anzunehmen ist.

Die Glaukonite haben ungefähr dieselbe Grösse, wie die Quarzkörnchen; sie sind mehr oder weniger rund und schön bouteillengrün durchsichtig. Gegen polarisirtes Licht verhalten sie sich fast indifferent; dieser Umstand lässt sich dadurch erklären, dass die Glaukonit-Individuen aus einer Menge minimaler Körnchen aufgebaut zu sein scheinen, welche durch die verschiedene, theils entgegengesetzte Lage zu einander sich in ihren optischen Aeusserungen gegenseitig beeinflussen. Auch die Glaukonit-Individuen sind von Rissen durchzogen, in die sich Bisulfid-Masse hineingedrängt hat. Sowohl der Quarz, wie die Glaukonitkörnchen, besitzen einen mehr oder minder deutlichen opaken Hof. Derselbe folgt den Conturen der kleinen Minerale ohne bedeutende Abweichung und scheint aus Eisenhydraten zu bestehen, die sich bei Einwirkung des Kieses auf die Einschlüsse bildeten.

Ein Schliff, welcher durch ein von Kies umschlossenes Bernsteinstück gelegt wurde, zeigt die Zersprengung der Quarze und ihre undulöse Auslöschung noch deutlicher. Ausserdem ist hier auch der Bernstein von stärkeren und feineren Sprüngen durchsetzt, in die hinein die Kiesmasse mit minimalen Quarzkörnchen sich oft gezogen hat. Dieses Succinitstückchen besitzt eine schwach bräunliche Zersetzungsrinde. Kleine in ihm vorhandene Hohlräume sind mit opaker Sub-

stanz gefüllt, die jedenfalls aus theilweise in Eisenhydrat verwandeltem Kies besteht.

Unter den durch die verschiedenen Kiesgebilde gelegten Schliffen, fiel besonders einer auf, der, reich an grösseren Quarzen, alle diese Körnchen theils ausgebuchtet, theils stark angenagt aufwies, so dass fast nur noch Quarzbrocken vorhanden waren. Dieser Schliff stammte von einer Markasitbildung um ein Mergelstückchen her.

Die Masse, die in den meisten Fällen Höfe um die eingeschlossenen Körnchen bildet, füllt ausserdem noch eine Menge von Rissen aus, welche die ganze Grundmasse durchsetzen. Diese Risse haben nach der Mitte des Stückes hin eine grössere Weite als an der Peripherie: ein Umstand, welcher ebenfalls dafür spricht, dass bei der Bildung des Kieses Contractionen stattgefunden haben. Jede neu sich anlegende Schicht — wenn überhaupt bei dieser krystallinen, fast amorphen Masse von Schichten gesprochen werden darf — übte bei der Aneinanderfügung der kleinen festen Theilchen und besonders durch die bei der krystallinen Ausbildung vor sich gehende Contraction einen Druck auf die umschlossene Substanz aus, während sie bei der Bildung der nächsten Schicht bereits selbst einen Druck von aussen her erleiden musste. Dieser wurde bei der Anlagerung immer neuer und neuer Mineralsubstanz stärker und stärker, bis schliesslich die zuerst zum Absatz gelangten Theile durch Bildung von Rissen dem übergrossen Drucke nachgaben. Dieser Zerklüftung mussten natürlich die zuerst niedergeschlagenen Erztheilchen am meisten ausgesetzt sein, und daher ist die innere Substanz auch reicher an derartigen, und an breiteren, Sprüngen als die äussere jüngere. Dass bei dieser Contraction auch in den meisten Fällen die Risse und Sprünge im Succinit entstanden sind, ist zweifellos, wennschon vielfach die Zerkleinerung besonders grösserer Stücke auch bei dem einstigen Transport des Bernsteins mit Gesteinsmaterial oder durch die Einwirkung von Gebirgsdruck vor sich gegangen sein wird.

Da sich bei der schwankenden Färbung eine einheitliche Constitution der einzelnen Stücke nicht erwarten liess, so wurde von einer Analyse Abstand genommen. Dagegen schien es von Interesse, durch einige Bestimmungen ein allgemeines Bild von der Zusammensetzung zu gewinnen. Zur Ausführung der Untersuchung wurde das möglichst gleichmässige Material einer Wurzelincrustirung vom spec. Gew. 3,53 gewählt. Dasselbe enthielt weder Quarzkörnchen, welche sich durch ihre Grösse wesentlich hervorhoben, noch deutlicher sichtbare Glimmerblättchen.

Die feingepulverte, im Thermostaten getrocknete Substanz wurde mit Wasser längere Zeit und zu wiederholten Malen aufgekocht und auf gewogenem Filter mit heissem Wasser ausgewaschen. Der Verlust der bei 100° getrockneten, so behandelten Substanz gab die Menge der in Lösung gegangenen an. In der wässerigen, stark sauer reagirenden Lösung wurde die Schwefelsäure als Bariumsulfat bestimmt. Die durch heisses Wasser von allen löslichen Bestandtheilen befreite Substanz lieferte das Material zur Ermittelung

des Gehalts an Kiesel- und Schwefelsäure. Die Schwefelsäure sollte in zweifacher Weise ermittelt werden. Das erste Mal wurde der Aufschluss mit Natriumcarbonat ausgeführt; nachdem die schwach angesäuerte Lösung mehrfach eingedunstet war, bis kein saurer Geruch mehr constatirt werden konnte, wurde die Kieselsäure direkt und die Schwefelsäure als Bariumsalz bestimmt. Von der Betrachtung ausgehend, dass die Sulfide bei diesem Aufschluss in Carbonate und Alkalisulfide zerlegt würden, letztere aber bei Zusatz von Säure ihren Schwefelgehalt als Schwefelwasserstoff abgäben, würden sich aus dieser Untersuchung einzig die in den Sulfaten vorhandenen Mengen von Schwefelsäure ergeben. Ein zweiter Aufschluss mit der vierfachen Menge von Natroncarbonat und der achtfachen von Natronnitrat sollte nun auch sämmtlichen nicht als Säure gebundenen Schwefel oxydiren. Die aus der Differenz dieser beiden Versuche sich ergebende Menge von Schwefelsäure wäre dann auf die Form des Kieses umzurechnen gewesen. Der Rest der auf 100 zu berechnenden Untersuchungsresultate hätte dann die Menge der an die unlöslichen Sulfate und Silicate gebundenen Basen ergeben.

Unter I und II werden die Resultate zweier Reihen von Untersuchungen niedergelegt, III giebt das Mittel von vier durchaus divergirenden Schwefelsäurebestimmungen aus dem Aufschluss mit Natroncarbonat, während unter IV das Mittel dreier gut übereinstimmender Ergebnisse von Schwefelsäure aus dem Aufschluss mit Natroncarbonat und Natronnitrat aufgeführt ist. Unter V sind die Mittel der erhaltenen Resultate zusammengestellt.

	I	II	III	IV	V
SiO_2	16,13	16,01	—	—	16,07
SO_3	—	—	36,39?	—	36,39
SO_3	—	—	—	100,13	100,13
In Wasser löslich	4,00	3,91	—	—	3,96
SO_3 in wässeriger Lösung	1,33	1,53	—	—	1,43

Wie verschiedene Versuche ergeben, lässt sich die beabsichtigte Umrechnung der Differenz aus den beiden Schwefelsäure-Bestimmungen auf Kies wegen des zu hohen, unter III angegebenen Werthes nicht ausführen. Die recht bedeutenden Differenzen in den Werthen, welche 36,39 als Mittel hatten, ist daraus zu erklären, dass die Zersetzungstemperatur des Kieses unter dem Schmelzpunkte von Natroncarbonat liegt. Das freiwerdende Schwefelgas oxydirt sich, da der Tiegel genügend Luft enthält, zu Schwefeldioxyd, welches dann beim Passiren der heissen, fein gepulverten Aufschlussmasse sich zu Schwefelsäure weiter oxydirt und mit dem Natroncarbonat zum entsprechenden Sulfat umsetzt. Dieser Werth musste deshalb unbeachtet bleiben, so dass sich als Endresultat ergiebt:

40,09 % Schwefel, theils an Markasit, theils als Sulfat gebunden.
16,07 % Kieselsäure, theils als Quarz, theils im Glaukonit.
1,43 % Schwefelsäure in wässeriger Lösung, theils frei, theils gebunden.
2,53 % lösliche Basen.

Die Einwirkung der freien Schwefelsäure aus den Kies-Incrustationen auf die von ihnen eingeschlossenen Gegenstände ist recht erheblich. Wie der mikroskopische Befund klar legt, ist sogar der so widerstandsfähige Quarz nicht kräftig genug gewesen, sich der Einwirkung zu widersetzen. Die eingeschlossenen Thon- und Mergelstückchen fallen, bereits mikroskopisch sichtbar, ebenfalls der Umsetzung anheim; am wenigsten Widerstand setzen jedenfalls die Glaukonite entgegen, deren Basen sich zu Sulfaten umsetzen, während sich die Kieselsäure ausscheidet oder in Lösung geht. Am bedeutungsvollsten für den Fundort dieser Mineralmassen ist aber jedenfalls die vernichtende Aeusserung, die sich dem Succinit gegenüber zeigt.

Wie bereits im Dünnschliff sichtbar war, wirkt die sich contrahirende Kiesmasse so stark auf das eingeschlossene fossile Harz ein, dass es Sprünge und Spalten erhält. Diese Zerpressung des Harzes durch äusseren Druck ist vorzüglich an einem Stücke sog. Knochens ersichtlich. Das Stück hat im Querschnitt die Form einer in der Längsrichtung halbirten Elipse, deren grösserer Durchmesser 31 mm und deren kleinerer 26 mm beträgt. Die das Stück umgebende Kruste hat im Mittel 5 mm Dicke und zeigt, dass nur sie allein das umschlossene Stück zerspalten haben kann, denn alle Sprünge fallen mit Richtungen zusammen, in denen der Druck der Kiesmasse wirksam war. (Vergleiche Fig. 1.) Während im Querschnitt auf dem gradlinigen Theile der Begrenzung, die dem grösseren Elipsendurchmesser entspricht, alle Sprünge senkrecht stehen, stehen sie bei dem krummlinigen stets senkrecht auf der durch ihren Anfangspunkt gelegten Tangente.

Fig. 1.

Der Umstand, dass gerade ein Stück sog. Bernsteinknochens in dieser Weise gepresst wurde, ist von Werth, da diese Varietät des Succinit beim Erstarren der Harzmasse wegen der zahlreichen eingeschlossenen Bläschen den Spannungen weniger ausgesetzt war, wie die klaren Varietäten. Diese fast homogene Masse ist daher vorzüglich geeignet, über den eigentlichen Verlauf der Risse Aufschluss zu geben, und zeigt denselben in charakteristischer Weise auch fast allein von allen Bernsteinarten. Klarer Succinit zeigt bei der Untersuchung im polarisirten Lichte, dass bei seinem Festwerden Spannungen entstanden, welche sich durch schwache Doppelbrechung kundthun. Bei diesen, wie bei den schlaubigen Stücken, welche letztere durch wiederholtes Ueberfliessen von an der Rinde sitzenden Harzkrusten durch neue dünnflüssige Massen gebildet wurden, ziehen sich die Risse in der Richtung des geringsten Widerstandes durch das Stück hin.

Auf diesen Rissen siedelt sich nun die Sulfidmasse wiederum an und zwar oft so vollständig, dass schlaubige Stücke bei durchfallendem Licht nur noch kantendurchscheinend sind. Diese leicht verwitternden Krusten dehnen sich bei der Bildung von Sulfaten ganz bedeutend aus und treiben die Bruchstücke noch weiter auseinander, wobei die auf diese Weise wiederum gepressten Stücke des Fossils auf's Neue von Spalten durchsetzt werden können. Neben dieser Zerklüftung, welche immer wieder der zerklüftenden Masse Eintritt in den Succinit gestattet, scheint auch noch die Schwefelsäure direkt zerstörend einzuwirken.

Setzt man ein Stück Succinit der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure aus, so bildet sich auf demselben eine braune Zersetzungskruste, während ein Theil des Bernsteins direkt mit brauner Färbung in Lösung geht und sich bei Zusatz von Wasser als flockige, braune Substanz abscheidet. An grösseren, stark zersetzten Bernsteinstücken fand ich nicht gerade selten braune, bröckelige Krusten, welche mir einen ganz anderen Charakter wie die gewöhnliche äussere Verwitterungskruste zu haben schienen. Die bräunlichrothe, oft violett irisirende Färbung erinnert in gewisser Hinsicht an das Farbenspiel, das verschiedene Substanzen nach dem Aetzen mit Säure zeigen. Ferner hatten diese Krusten die grösste Aehnlichkeit mit einem künstlich durch Schwefelsäure an Succinit erzeugten Belag. Da diese bräunliche Substanz in einigen ganz prägnanten Fällen der gewöhnlichen Verwitterungskruste des Succinit ganz unähnlich war und nur Verwitterungsprodukt des Eisenbisulfid oder des fossilen Harzes sein konnte, so wurde sie sorgfältig abgelöst und mit Hilfe der Phosphorsalz-Perle auf ihren Gehalt an Eisen geprüft. Eine Reihe von Versuchen ergab, dass dieses gänzlich fehlte, dass dagegen eine organische Substanz vorlag, weil jedes mit der schmelzenden Perle aufgenommene Körnchen sich sofort entflammte.

Dadurch wird es höchst wahrscheinlich, dass auch die Schwefelsäure bei der Zerstörung des Succinit thätig war; jedenfalls wirkte sie gleichzeitig mit dem zersprengenden Schwefelkies. Durch diese Annahme allein kann die Thatsache erhellt werden, dass die eingeschlossenen und zerbrochenen Stücke nur stumpfe Kanten haben, während doch die Splitter des frischen Succinit recht scharf sind. Ferner erklärt sie, wie die Bruchstücke je nach ihrer Zerkleinerung auch eine mehr und mehr kegelige Form annehmen, ferner die schliessliche Breite der Spalten. Wenn der Kies allein durch die bei seiner Oxydation stattfindende Ausdehnung für die später ausfüllenden Massen Bahn geschaffen hätte, so wären die Bruchstücke, wie der Augenschein lehrt, auf diese Weise um $^1/_2$ und mehr ihrer ursprünglichen Ausdehnung zusammengepresst worden. Hier muss also eine theilweise Auflösung durch Säure stattgefunden haben.

Was den Umstand betrifft, dass bei dem Experiment mit concentrirter Säure gearbeitet wurde, während die Tageswässer sie doch nur in einer gewissen Menge aufnehmen können, so lässt sich vielleicht für die eben beschriebene Einwirkung der Umstand hervorheben, dass bei den in der Natur

wirkenden Flüssigkeiten neben der Schwefelsäure wohl auch Kohlensäure enthalten ist, dass ferner innerhalb der Concretionen die Tageswässer an Säure recht concentrirt sein müssen, dass vielleicht sogar die Schwefelsäure direkt bei ihrer Bildung auf die Einschlüsse eingewirkt hat. Gegen diese Annahme, dass Schwefelsäure bei der Zerstörung betheiligt war, lässt sich nichts anführen, da einer Säure, welche Quarz corrodirt, wohl auch eine Vernichtung eingeschlossener Succinitstücke zugemuthet werden kann.

Die neben dem Bernstein vorkommenden Holzstücke sind, sofern sie nicht — vielleicht durch Umfliessen mit Bernsteinharz — geschützt sind, stets von Eisenkies durchdrungen, der sich an der Luft oxydirt und die Holzstücke in ähnlicher Weise, wie die schalig aufgebauten Stücke schlaubigen Bernsteins, zerstört hat. Die eingeschlossenen Kiesmassen fallen bald der Zersetzung anheim und ertheilen dann den in Sammlungen aufbewahrten Stücken vielfach durch das basische Sulfat und die Vitriolsubstanz eine schmutzige, dunkle Färbung. Den bei dieser Verwitterung entstehenden Charakter der Stücke hat bereits Bock[1]) deutlich geschildert. Dieser beschreibt das stark zersetzte Holz folgendermassen: „Es ist feucht, schwarz, schwer und mürbe, schmutzt die Hände und das Leinenzeug, aus welchem die Flecken nicht wohl herausgebracht werden können. Von Geschmack ist es etwas sauer und ekel, riechet wie Schiesspulver, fasset bey dem Feuer keine Flamme, sondern glühet, wenn es trocken wird, gleich dem Torf. Bey einem warmen Ofen riecht es sehr stark nach Salpeter, Vitriol und Schwefel. Im Schatten wird es mit einem weissen Schimmel, wie mit dicken Spinnweben überzogen“; wobei unter dem vermeintlichen Schimmel die weisslichen Ausblühungen von Vitriol zu verstehen sind.

Von noch grösserem Einfluss, wie auf Bernstein und Holz, ist die sich zersetzende Kiesmasse auf die organischen Reste jener Zeit gewesen. Die Blaue Erde ist bis auf vereinzelt vorkommende Wirbelkörper von Fischen und bis auf Haifischzähne an frei vorkommenden Versteinerungen überaus arm. Erklärung findet diese eigenartige Erscheinung in der Thatsache, dass die kalkigen Ueberreste der Mollusken und Seeigel von der Schwefelsäure zerstört wurden und das entstehende Calciumsulfat in Lösung fortgeführt worden ist. Nur vereinzelt, zum Theil aber recht scharf, zeigt noch das eine oder andere Kiesstück die Conturen und Riefen der Petrefacten, an die es sich bei seiner Ausscheidung anlegte. Zaddach[2]) erwähnt, dass ein gewisser Dr. Thomas nur einmal den Abdruck eines Echiniden in der Bernsteinerde gesehen und einmal eine in Schwefelkies verwandelte *Eschara* gefunden habe.

Die Versteinerungen, welche in der Blauen Erde erhalten blieben, sind in Thon- und Mergelknollen eingebettet; die schnelle Umhüllung mit Thon

---

[1]) Friedrich Samuel Bock. Versuch einer kurzen Naturgeschichte des Bernsteins und einer neuen wahrscheinlichen Erklärung seines Ursprungs. Königsberg. 1767.

[2]) G. Zaddach. Ueber die Bernstein- und Braunkohlenlager des Samlandes. Schriften der Königl. physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg. Band I. 1860.

oder Mergel hat hier gegen die Einflüsse geschützt, welche die übrigen organischen Reste ringsum zerstörten.

Unter den vorliegenden Markasitstücken fand sich ein fast kreisrundes, lichter gefärbtes Stück vor, das einen Durchmesser von 17 mm besass. Die fast uhrschalenartige Krümmung desselben, seine gleichmässige Dicke von ungefähr 4 mm und seine nur unbedeutend durch Unebenheiten gestörte Oberfläche liessen es mich als eine verkieste Muschelschale ansehen. Die Substanz ist im Querschnitt wegen der feinen Vertheilung des Kieses weiss und silberglänzend; sie umschliesst opake, rundliche bis eliptische Körnchen, die jedenfalls als Eisenverbindungen und mit Eisenoxyd umkrustete Glaukonitkörnchen zu erklären sind, ferner weisse Glimmerblättchen und graue, rundliche Quarzkörnchen. Das spec. Gew. beträgt 4,64. Der Strich ist derselbe, wie bei den Schwefelkiesconcretionen, nur etwas lichter, die Härte ist gleich 6; mit Salzsäure betupft, liess die fein gepulverte Substanz auch unter starker Lupe keine Bläschen mehr wahrnehmen, ein Zeichen, dass sie sich bereits ganz zu Sulfaten, resp. Sulfiden umgesetzt hatte.

Da diese Verdrängung von Kalk durch Kies von hohem Interesse ist und das Material sich als gleichmässig ausgebildet erwies, so wurde auch dieses Stück in ähnlicher Weise wie der Kies untersucht.

Unter I und II folgen, wie vordem, die durchgehenden Bestimmungen, unter III die in der Substanz enthaltene Schwefelsäure als Mittel mehrerer durchaus variirender Ergebnisse, unter IV die in den Sulfaten vorhandene und durch Oxydation des Sulfid gebildete Schwefelsäure als Mittel von drei gut übereinstimmenden Resulaten, unter V das Mittel der Bestimmungen.

	I	II	III	IV	V
SiO_2	6,82	6,85	—	—	6,83
SO_3	—	—	62,71?	—	62,71
SO_3	—	—	—	106,73	106,73
Im Wasser löslich	3,69	3,45	—	—	3,57
SO_3 in wässeriger Lösung	1,10	1,31	—	—	1,20

Das unter III aufgeführte Ergebniss wurde wegen seiner Ungenauigkeit wieder nicht in Rechnung gezogen, so dass als Endresultat anzuführen ist:

42,74 % Schwefel, theils an Markasit, theils als Sulfat gebunden.
6,83 % Kieselsäure, theils als Quarz, theils im Glaukonit.
1,20 % Schwefelsäure in wässeriger Lösung, theils frei, theils gebunden.
2,37 % Basen löslicher Sulfate.

Soweit ein Vergleich der beiden Bestimmungen möglich ist, zeigt sich, dass die verkieste Muschelschale viel ärmer an Kieselsäure ist, als die Markasit-

concretionen, während der Gehalt an Schwefel etwas höher liegt. Das Zurücktreten der Kieselsäure weist darauf hin, dass entweder die Basen der unlöslichen Salze oder die Sulfate bildende Schwefelsäure in grösserer Menge als in den Kiesbildungen vorhanden sein muss. Jedenfalls ist zu vermuthen, dass besonders reichlich schwefelsaure Verbindungen — vorzugsweise wohl Calciumsulfat — sich an dem Aufbau dieses schalenartigen Gebildes betheiligen.

* * *

Die um irgend einen Körper sich legenden Markasitknollen zeigen gewöhnlich keine Krystallbildung. Während auf der Aussenseite unter dem Einflusse der Tageswässer oft Ausblühungen von Vitriol emporschiessen, bilden sich auf der inneren Fläche des Mantels, gewöhnlich dort, wo kleine Bernsteinstückchen abgebröckelt sind, kleine Kryställchen; diese sind dann aber gewöhnlich so dicht zusammengefügt, und so winzig, dass eine deutliche Bestimmung der Form unmöglich ist. Dieselbe Erscheinung tritt an schlaubigen Stücken hervor, bei denen einige Lagen abfallen und dadurch die zwischen ihnen liegenden, blechförmigen Kiesmassen zu Tage treten lassen. Diese Sulfidbildungen haben eine fast bleigraue, zum Theil silberglänzende oder messinggelbe Färbung. Hier zeigen sich dann vielfach Kryställchen, die abgelöst bei der Betrachtung unter dem Mikroskop sich als Combinationen von Prisma und Brachydoma ergeben.

An der Luft oxydiren sie sich und werden schwarz[1]), bis auch sie sich schliesslich in lösliche Sulfate verwandeln, die dann fortgeführt werden.

Neben den mit Kies verbundenen Succinitstücken, gelangten auch einige Stücke von Gedanit zur Betrachtung. Letztere zeigten sich in derselben Weise, wie die ersteren, auf ihren Klüften mit zum Theil krystallisirtem Markasit überzogen, während jede andere Ausbildung von Krystallen oder Krusten an ihnen nicht wahrgenommen werden konnte.

Von hohem Interesse war mir ein mit zerbrochenem sog. Knochen dünn überzogener Holzrest, auf dem sich der Kies in messinggelben Blechen abgesetzt hatte. Neben diesen stark glänzenden, blattartigen Formen, die einen Durchmesser bis zu 2 mm erreichen, fanden sich auch zahlreiche kleine Krystalle. Unter dem Mikroskop zeigen die flächenhaften Bildungen eine stärkere oder minder starke Krümmung oder eine ganz plane Ausbildung; in beiden Fällen wurden parallel neben einander verlaufende Spaltungsrisse wahrgenommen. Diese plattenförmigen Ausbildungen bestehen aus ganz kleinen Kryställchen, unter denen sich nur hin und wieder eine grössere Fläche undeutlich hervorhebt. Die daneben vorkommenden Krystalle wurden, auf einen Objectträger ausgebreitet, unter dem Mikroskope betrachtet. Verhältnissmässig häufig war die Combination von Prisma und Doma, bei der die eine oder die

[1]) Joh. Chr. Aycke. Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig. 1835.

andere Krystallform vorherrschte, seltener liessen sich Wendezwillinge mit der Verwachsung nach den beiden Flächen des rhombischen Prisma erkennen. Diese Zwillinge machten sich besonders durch die Streifung auf 0P parallel der Combinationskante von Basis und Doma kenntlich, welche wegen der meist an den Streifen haftenden Theilchen von basischem Sulfat beim ersten Blick den Eindruck machte, als seien die vorliegenden Krystalle aus Schalen zusammengesetzt.

An solchen Stücken fossilen Harzes, die von kleineren oder grösseren Hohlräumen durchsetzt sind, lässt sich die Bildung von Markasitdrusen beobachten. Dieselben finden sich besonders in den durch grössere Hohlräume charakterisirten Succinit-Varietäten, vorzugsweise im sog. schaumigen Bernstein, der überaus reich an Abscheidungen von Schwefelkies in Krystallform ist[1]), seltener im sog. knochigen Bernstein.

Der Succinit zeichnet sich durch seine Permeabilität für gasförmige und flüssige Körper aus[2]); es ist möglich, leere Hohlräume in demselben durch Einlegen in Wasser bis auf ein kleines Luftbläschen zu füllen, während andererseits ein Flüssigkeitseinschluss beim Liegen an der Luft sich mehr und mehr vermindert, bis er schliesslich gänzlich verschwindet. Die undurchsichtigen Varietäten des Succinit, die dadurch entstanden, dass die noch gänzlich mit Zellsaft gefüllte Harzmasse erstarrte[3]), enthielten in den kleinen Bläschen Wasser und organische Substanzen. Von diesen trocknete ersteres vermuthlich auf dem Boden der Heimat des Bernsteins an der Luft aus, während ein Theil der organischen Substanz sich zersetzte. Wieweit diese Zersetzung bereits vorgeschritten war, als der Bernstein mit dem Waldboden fortgespült wurde, lässt sich nicht abschätzen, jedenfalls muss aber soviel von der organischen Substanz erhalten geblieben sein, dass in den neuen Lagern aus ihnen reducirende Gase gebildet werden konnten, welche das Bisulfid aus seiner Lösung ausschieden.

Ich möchte mich nicht dafür entscheiden, ob Reste von Albumin-Substanzen anzunehmen sind, die beim Gerinnen stets Schwefelwasserstoff entwickeln, oder ob sich bei der Zersetzung dieser Stoffe complicirte Verbindungen ergaben, die erst unter der Einwirkung von Schwefelsäure in der Blauen Erde tiefer eingreifende Umwandlungen erfuhren, bei denen reducirende Gase frei wurden, oder ob schliesslich allein die Salze des Eiweisses restirten und das Bisulfid auf sich niederschlugen.

Die grösseren der Bläschen besitzen nur eine ganz dünne Auskleidung von Kies, die kleineren sind sehr oft ganz ausgefüllt. In ersteren liessen sich mikroskopisch die Krystallcombinationen von Prisma und Doma, sowie nicht

---

[1]) R. Klebs. Aufstellung und Katalog des Bernsteinmuseums von Stantien und Becker. Königsberg. 1889.

[2]) Otto Helm. Mittheilungen über Bernstein. VIII. Schriften der Naturf. Gesellschaft zu Danzig. N. F. Band VI. Heft 1. S.-A.

[3]) H. Conwentz. Monographie der baltischen Bernsteinbäume. Danzig. 1890.

allzu selten Wendezwillinge wahrnehmen. Durch die im Inneren des Hohlraums sich absetzende Kruste drangen die mit Eisensulfat beladenen Tageswässer unausgesetzt hindurch und schlugen sich, so lange zersetzende organische Reste vorhanden waren, auf die bereits gebildeten Mineraltheilchen nieder. Bei diesen auf einander folgenden Niederschlägen scheinen auch Contractionen stattgefunden zu haben, denn bei derartigen stärkeren Krustenbildungen ist die Masse stets von Rissen durchzogen, die wohl zuerst der umgebenden Sulfatlösung, später aber in gleicher Weise den Sauerstoff führenden Wassern den Zutritt gestatteten. So sieht man denn neben den Rissen an den hier stets undeutlichen Krystallformen bald durch beginnende Oxydation gebildete, irisirende Häutchen, bald dicke, gelbliche Massen von bereits gebildetem basischem Sulfat.

Die Grösse einiger von diesen eine Ablagerung gestattenden Hohlräumen ist nicht direkt als von der Natur geboten anzusehen: auch hier hat — wie bei den Schlaubenstücken — der sich zersetzende Kies ätzend auf die Wandung eingewirkt.

Diese Einwirkung von Kies auf Hohlräumen des Bernsteins liess sich vorzüglich an einem Stück von ungefähr Faustgrösse erkennen. In die wenigen natürlichen Vertiefungen hatte sich die bereits früher erwähnte Markasitmasse hineingedrängt, während sich auf der anderen Seite, auf der der Bernstein als Knochen ausgebildet war, eine Reihe von erbsengrossen kugelförmigen Vertiefungen zeigte, die zum Theil mit Kiesmasse gefüllt, zum Theil leer waren. In allen Fällen war die Wandung von einer dünnen Schicht einer bräunlichen Substanz bekleidet, die da, wo Kies eingeschlossen war, sich noch vollständig ausgebildet vorfand, während sie dort, wo als Resultat der Zersetzung sich bereits weisslich-grüne Vitriolmassen gebildet hatten, von vielen kleinen Sprüngen durchsetzt war.

Besonders weit war die Zersetzung an einem knochigen, mit rundlichen, röhrigen oder verzweigten Höhlungen dicht durchspickten Stücke vorgeschritten. Aus diesen, jedenfalls erst durch die Umsetzung erzeugten Hohlräumen war die zerstörende Substanz zum Theil entweder bereits herausgebröckelt, oder sie hatte auf den Wandungen dünne Zersetzungshäutchen hinterlassen, welche ein lebhaftes Farbenspiel aufwiesen. — Bei anderen, noch stärker zersetzten Stücken fanden sich die Vertiefungen und Hohlräume so dicht neben einander und von einer solchen Grösse vor, dass man fast eine andere Substanz als Succinit zu erblicken glaubte.

Auch im klaren Succinit zeigte sich in den Vertiefungen, die durch Markasit ausgefüllt waren, eine starke Einwirkung auf die Wandungen der Hohlräume. Die lichtgelbe Färbung hatte sich hier zu einer braun- bis blutrothen umgeändert; die Substanz selbst schien sehr brüchig geworden zu sein, denn es liess sich ein Abblättern dieser Zersetzungs-Schicht, sowie die Bildung eines neuen, lichter gefärbten Häutchens stellenweise wahrnehmen. Derartige Bildungen zeigen eine rauhe, stark zernagte Oberfläche, auf welcher sich unter der Lupe deutlich die durch Einwirkung scharfer Agentien erzeugten Unregelmässigkeiten wahrnehmen lassen.

In ähnlicher Weise, wie die Bläschen mit ihren organischen Resten eine Reduction der Kiessubstanz veranlassen, wirken auch organische Inclusa ein. Die von den Bäumen rinnende Harzmasse hielt mit ihrer klebrigen Oberfläche Thierchen fest, welche dann durch einen oder mehrere darauf folgende Harzflüsse vor direkter Einwirkung der Atmosphärilien geschützt wurden. Nicht nur Thier-, sondern auch Pflanzenreste sind auf diese Weise in den „Schlauben" aufbewahrt. Bei dem Liegen an der Luft finden alsbald chemische Umsetzungen innerhalb der organischen Reste statt, die sich dann bald mehr und mehr auflösen und oft sogar ihre sonst so widerstandsfähigen Chitinskelette theils als Gas, theils in wässeriger Lösung aus dem Stücke entlassen. Auf diese Weise entstehen dann — freilich vereinzelt — völlig leere Hohlräume, die sich bei durchfallendem Lichte als eigenartig gestaltete Luftbläschen darstellen.

Auch in diesen können sich Drusen ausbilden, wenn die Zersetzung noch nicht soweit vorgeschritten ist, dass sämmtliche organische Substanz entführt wurde. Ein vorliegendes Stück enthält einen Einschluss von *Termes antiquus* Ber. Bei diesem Inclusum sind die Flügel zum Theil in Kies umgewandelt, während der Rest derselben gänzlich der zarten Structur entbehrt, ein Zeichen, dass diese Partien, sei es durch blosse Zersetzung, sei es durch die bei dem Niederschlagen des Bisulfid freiwerdende Schwefelsäure im Schwinden begriffen sind. Verkieste Reste von Phryganiden sollen nicht allzu selten sein.

Wo bei der Bildung von Schlauben derartige Ueberfliessungen des Harzsaftes stattgefunden haben, sind zwischen den einzelnen Schalen oft grössere oder kleinere Kluftflächen gebildet worden, welche fast in allen Fällen, wenn das Bernsteinstück nur irgend welche organischen Einschlüsse enthält, mit schönen Kieskrystallen erfüllt sind.

Von diesen Bildungen scheint mir folgendes Bernsteinstück eine vorzügliche Illustration zu geben. In ihm fand sich in flächenhafter Ausbreitung eine ganze Reihe von Krystallen, die bereits mikroskopisch deutlich sichtbar, dort wo eine Hemmung in der Ausbildung der Form nicht stattgefunden hatte, vorzüglich die Combination ∞P, $0P$ aufwies, während Domaflächen fast gänzlich unterdrückt waren oder sogar fehlten.

Diese Krystalle zeigten auf der Basis bei auffallendem Lichte eine ganze Reihe winziger Flächen, deren Form nicht weiter festgestellt werden konnte, da die Dicke des Stückes die bei stärkerer Vergrösserung erforderliche Annäherung des Objectivs verhinderte.

In derselben Höhe wie die Mineralausscheidungen war nun eine Menge organischer Reste sichtbar, die Veranlassung zur Bildung des Markasit gewesen waren. Von allem sichtbar war eine überaus grosse Menge der Sternhaare von *Quercus*, wie die Untersuchung im auffallenden Lichte ergab, fast stets verkiest. Ausserdem waren in derselben Höhe grössere Insecten eingebettet, deren Flügel bereits an einigen Stellen eine Umwandlung in Markasitsubstanz aufwiesen, sowie einige von grösseren Insecten stammende Antennen und Beine, die jedoch nur noch in ihrer Umgrenzung erhalten waren, während jede Spur

organischer Substanz bereits fehlte. In den auf diese Weise im Succinit entstandenen, röhrenförmigen Gebilden zeigten sich an einzelnen Stellen kleine Kügelchen und Knöllchen gefällter Erzmasse.

Selten nur wird der Fall beobachtet, dass aus einem im Bernstein enthaltenen Flüssigkeitseinschluss organische Reste, welche gleichzeitig eingeschlossen waren, das Mineral in Krystallform ausschieden. Mir liegt ein derartiges Stück vor, das bereits von Herrn O. Helm[1]) kurz erwähnt worden ist und mir von demselben zur Untersuchung gütigst überlassen wurde. Dasselbe hat bei einer Länge von 21,5 mm, einer Breite von 13 mm und einer Dicke von circa 7 mm ungefähr die Form von dem Mundstück einer Cigarrenspitze. Im Innern des Stückes befindet sich — wie Fig. 2 zeigt — ein bis auf eine Libelle mit Wasser gefüllter Hohlraum. Dieser ist 17 mm lang, an der ausgedehntesten Stelle 11 mm breit, circa 2 mm dick und besitzt ungefähr die Form eines Fruchtflügels der Gattung *Acer*. Während — um diesen Vergleich weiter zu verfolgen — die Wurzel des Flügels fast an die Querwand des Stückes stösst, lagert sich an seine untere Kante ein zum grössten Theil in Bernstein eingeschlossenes und nur deshalb noch in seiner Form erhaltenes, längliches, vielfach zersplittertes Holzstückchen. Wo dieses frei in die Flüssigkeit mündet, hat es zur Bildung reducirender Gase Veranlassung gegeben. Auf der einen grösseren Fläche des Einschlusses haben sich glänzende Krystalle und vereinzelt dünne, bei auffallendem Lichte nur schwach schimmernde, fast grau gefärbte Bleche von Eisenkies abgesetzt; die Bernsteinsubstanz, welche an die andere, grössere Fläche des Inclusum stösst, ist flohmig bis schaumig ausgebildet und erschwert dadurch bedeutend die mikroskopische Betrachtung.

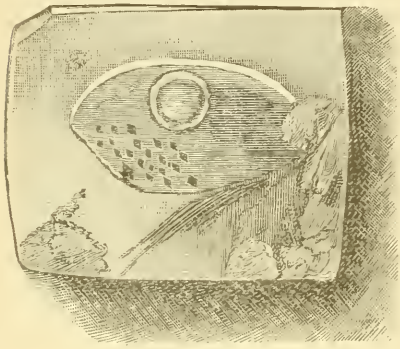

Fig. 2.

Die an den Wandungen sich absetzenden Krystalle erreichen einen Durchmesser von $^1/_4$ mm und besitzen vorzugsweise die Combination ∞P, 0P, nur vereinzelt treten noch Domaflächen hinzu. Auch hier sind die Flächen mit winzigen Kryställchen besetzt, die aus den oben angeführten Gründen jedoch nicht näher untersucht werden konnten. Die Umrisse und namentlich die Ecken der grossen Krystalle werden von einem opaken Hof umgeben, der sich unter dem Mikroskop in eine Menge von Wendezwillingen von reihenförmiger Zusammenfügung auflöste; nur vereinzelt liessen sich kleine Kryställchen der Combination von Doma und Prisma wahrnehmen. Diese Formen, die von einer Fläche mehr faden- oder mehr halbinselförmig in die Flüssigkeit hineinragen, scheinen sich von Zeit zu Zeit, wenn das Gewicht der sich ansetzenden

[1]) O. Helm. Mittheilungen über Bernstein. VIII. Schriften der Naturf. Gesellschaft in Danzig. N. F. Band VI. Heft 1. 1884.

Masse im Verhältniss zur Ansatzfläche zu gross wird, loszulösen und auf der jedesmaligen tiefsten Stelle des zu Gebote stehenden Raumes abzusetzen, da dieser mit ähnlichen Gebilden gänzlich übersäet ist. Diese am Boden ruhenden Massen erregen bei mikroskopischer Untersuchung den Anschein, als liege eine erdige oder mulmige Substanz vor, während sie am besten mit dem Krystallpulver verglichen werden können, das man als Endresultat gewisser Mineralsynthesen erhält.

Bei einigen grösseren aufgewachsenen Krystallen liess sich bereits eine oberflächliche Umwandlung in Brauneisenerz wahrnehmen.

Derartige Flüssigkeitsinclusa mit Kiesausscheidungen scheinen recht selten zu sein. Trotz vielfachen Suchens danach in der Bernsteinliteratur sind mir nur zwei ähnliche Fälle aufgestossen, die ich an dieser Stelle zum Vergleich aufführen möchte.

Graffenauer[1]), der während des Jahres 1812 in Preussen über Bernstein Forschungen und Untersuchungen anstellte berichtet: „J'ai vu, dans le cabinet du professeur Klaproth à Berlin, un morceau du succin qui renfermait une goutte d'eau; lorsqu'on renversait la pièce, on voyait s'élever des bulles d'air, pendant qu'une petite portion de sable noir tombait au fond."

Ein zweites Mal fand ich eine derartige Notiz in der Abhandlung des Danziger Bernsteinarbeiters van Roy[2]). Derselbe spricht von einigen flachen, sattelförmigen Stücken von kaum $^1/_4$ Zoll Stärke und 3 bis 4 Zoll Länge. Diese enthielten beutelförmige Höhlungen, welche — wie der Verfasser bereits hervorhebt — „unfehlbar durch Wasser entstanden sind". In diesen Höhlungen befand sich eine schwarze Substanz, die bei der Bewegung des Stückes lose hin- und herfiel.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass häufig Sprungflächen, besonders wenn sie sich kreuzen, durch an ihnen entstehende Totalreflection den Eindruck erwecken, als lägen Kieskrystalle vor. Solche Bildungen finden sich als Krystallflächen auch vereinzelt erwähnt. Vor diesem Irrthum kann man sich leicht bewahren, wenn man jede Krystallbildung vor der Untersuchung bei auffallendem zuerst bei durchfallendem Lichte betrachtet.

* * *

Schneller oder langsamer fallen alle diese Markasitbildungen der Zersetzung anheim. Die Oberfläche beläuft, es bilden sich lösliche und unlösliche Sulfate, sowie Hydrate des Eisens und freie Schwefelsäure. Diese geringe Widerstandsfähigkeit oxydirenden Einflüssen gegenüber wird verschiedentlich, vermuthlich

1) J. P. Graffenauer. Histoire naturelle, chimique et technique, du succin ou ambre jaune. Paris. 1821.

2) C. W. van Roy. Ansichten über Entstehung und Vorkommen des Bernsteins. Danzig. 1840.

zuerst von Berzelius[1]), auf geringe Beimengungen von Einfach-Schwefeleisen zurückgeführt.

Um dieses Sulfid aufzufinden, überdeckte ich eine Porzellanschale mit einem umgekehrten Trichter, dessen Oeffnung im Durchmesser 13 mm betrug. Während in der Schale ungefähr 1 g der Markasitsubstanz in fein gepulvertem Zustande mit nicht zu verdünnter Schwefelsäure angerührt wurde, erhielt die innere Trichterwandung bis etwa 1 cm von der Mündung eine Auskleidung von mit concentrirter Bleizuckerlösung getränktem Fliesspapier. Die Ausflussröhre des Trichters wurde mit einem ebenfalls von Bleisalzlösung durchtränkten Stopfen aus Fliesspapier geschlossen. Nach einer Exponirung von 24 Stunden an einem mässig belichteten Orte zeigte sich im Vergleich mit nicht derart exponirtem Papier auch nicht die geringste Farbenänderung, sodass diese Annahme als nicht zureichend gelten kann. Vielmehr scheint mir die feine Vertheilung der Kiesmasse durch die zahlreichen winzigen Einschlüsse eine so rasch um sich greifende Zersetzung der Mineralsubstanz zu veranlassen.

So zeigten sich auch die auf den Klüften der Stücke ausgedehnten, blechartigen Kiesabsätze leichter der Verwitterung ausgesetzt als die grossen, knolligen und röhrigen Stücke. Die silberglänzenden, sehr dünnen Flächen einer derartigen Bildung wiesen bereits im Laufe einiger Zeit Anlauffarben auf. Markasitkrystalle halten sich auch unter dem Einfluss umsetzender Agentien länger unversehrt, als die knolligen, radialstengeligen Bildungen, bei denen die Atmosphärilien überallhin leichten Zutritt finden. Ausserdem scheint mir der Annahme von Schwefeleisen in der Kiesmasse der Bernsteinerde die dort freie, leicht mit den Wassern überall hingelangende Schwefelsäure hinderlich zu sein. Dieselbe müsste das Monosulfid nach kurzer Zeit unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff gänzlich zersetzt haben, sodass in jetziger Zeit eine derartige Beförderung der Verwitterungsvorgänge nicht mehr möglich wäre. Wenn schon einerseits das frei werdende Gas für die Entwickelung mancher chemischer Vorgänge im Bernstein von sehr hoher Wichtigkeit ist[2]), so muss andererseits die noch jetzt in jenen Schichten und in den Sammlungs-Kästen vor sich gehende Zersetzung derartiger Kiesstücke gegen jene Annahme angeführt werden.

Bei der beginnenden Zersetzung zeigen einige Stücke eine bräunliche Kruste von Eisenhydrat, wie solche bereits an einigen im Bernstein gebildeten Krystallen erwähnt wurde. Man kann gelegentlich sogar den Vorgang der Zersetzung näher studiren. Während nämlich an einzelnen Stellen erst durch ein übergelagertes, irisirendes Häutchen der Beginn der Umwandlung in Eisenhydrat angedeutet wird, und an anderen nur eine bräunliche Kruste gebildet ist, unter welcher der Kies noch ein ganz frisches Aussehen bewahrt hat, lässt sich bereits die gänzliche Umwandlung an verschiedenen Stellen

[1]) Vergl. Fr. Aug. Quenstedt. Handbuch der Mineralogie. Tübingen. 1855.

[2]) Otto Helm. Mikroskopische Beschaffenheit und Schwefelgehalt des Bernsteins. Archiv d. Pharm. Band X. Heft 6. 1878. S.-A.

constatiren. Vorzüglich zeigte sie sich an einem Stück knochigen Bernsteins, welches von einer, stellenweise bis 20 mm dicken Schicht von ockergelbem Eisenhydrat umgeben war. Letztere enthält reichlich rundliche, weisse Quarzkörnchen, während alle anderen sonst in Kiesknollen vorkommenden Bestandtheile bei der Zersetzung zerstört zu sein scheinen. Die Kruste ist mit grösseren und kleineren Hohlräumen und Oeffnungen versehen, welche eine theils dunkelbraune, theils rothbraune Wandung besitzen.

Eine Reihe von Stücken muss bei Gegenwart von Carbonaten der Einwirkung sauerstoffhaltiger Wässer ausgesetzt gewesen sein, da die rostrothe Substanz auf die Bildung von Göthit oder auf eine dieser folgende von Hämatit schliessen lässt. Der Strich war zum Theil gelblich-braun, wie bei ersterem, zum Theil kirsch- bis braunroth, wie bei letzterem. Ueber die Zugehörigkeit zum einen oder anderen dieser beiden Minerale gab ein Versuch mittels der Härte wegen der dünn-pulverigen Beschaffenheit der Kruste kein sicheres Resultat.

Abgesehen von den weisslich-grauen Ausblühungen von Vitriol, welche sich besonders an den Osteocollen-ähnlichen Kiesgebilden, aber auch sonst recht häufig vorfinden, lässt sich vereinzelt auch das Vorhandensein des wasserhaltigen Salzes an einigen Stellen nachweisen. Ein aus der Grube von Sassau stammendes, durch die Gegenwart von Kies stark zerspeltes Holzstück liess aus grösseren Massen weisslichen, ausgewitterten Vitriols circa 10 mm lange, licht grüne, vorn hakig umgebogene Krystalle emporschiessen. Ein anderes Mal fand ich an einer Markasitknolle eine fast rundliche, glasglänzende, licht grüne Platte, die einen Vitriolkrystall mit vorherrschend ausgebildeter Basis erkennen liess. Der Durchmesser dieser Platte betrug 7 mm. Die Kanten und Ecken waren durch die bei ihnen bereits sich merkbar machende Verwitterung verwischt. Der Gesammteindruck des Krystalls war der einer grünlichen mit weissem Rande versehenen Scheibe.

Succinit ist bisweilen mit Schwefelkies derart durchsetzt, dass er beim Liegen durch die Bildung von Eisenvitriol in kleine Stücke zerfällt.[1]) Die bei dieser Zerbröckelung des Succinit vor sich gehenden Einzelheiten habe ich bereits oben weiter ausgeführt. Das mir vorliegende, auf diese Weise entstandene Ergebniss der Zersetzung und des Zerfalls von Kies und fossilem Harz bildet eine lockere Masse, die sich aus den verschiedenartigsten Umsetzungsproducten zusammensetzt. Neben dem gelblichen basischen Sulfat, sowie verwittertem und unverwittertem Vitriol treten auch sanft röthliche Partien hervor, die ihre Färbung jedenfalls dem im Kies vorhandenen und in der Salpeter-Schmelze nachgewiesenen Gehalt an Mangan verdanken. Ausserdem wies eine am Platindraht geglühte Probe der Substanz durch die Flammenfärbung minimale Spuren von Kalium und Natrium auf, die jedenfalls zu Alaun gebunden dem durch Schwefelsäure zersetzten Glaukonit entstammen dürften.

---

[1]) R. Klebs. Aufstellung und Katalog des Bernsteinmuseums von Stantien und Becker. Königsberg. 1889.

Zwischen diesen Substanzen finden sich braun bis braunschwarz gefärbte, bröckelige Splitter und Stücke von Succinit, zum Theil mit Oxyden und Hydraten des Eisens.

* * *

An dieser Stelle spreche ich den Herren: Prof. Dr. Conwentz, Direktor des Westpreussischen Provinzial-Museums, Stadtrath O. Helm-Danzig und Dr. R. Klebs-Königsberg i. Pr. für das mir bereitwilligst zur Bearbeitung überlassene Material meinen besten Dank aus.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig

Jahr/Year: 1892-1894

Band/Volume: NF_8_1

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

Artikel/Article: Markasit als Begleiter des Succinit. 180-200