Über Schaumspat.

Von

W. Wetzel in Kiel.

Mit Taf. I.

I. Einleitendes.

Die Namen: Schaumspat (Freiesleben, Bauer), Schaumkalk (Freiesleben und Aut.), Schaumerde (Werner, Freiesleben, Goethe), Aphrit (Karsten, Bauer), terra Hoppiana, verbinden sich seit langem mit Vorkommnissen von blätterigen, lockeren Pseudomorphosen des kohlensauren Kalkes nach Gips (abgesehen von der Doppelsinnigkeit der zweiten und dritten Bezeichnung).

Die ausgedehnte Literatur, die zur Kenntnis des Schaumspats Beiträge liefert, knüpft sich an die Namen Werner, Karsten, Bucholz, v. Struve, Reuss, Freiesleben (1809), v. Goethe (1809), C. A. Hoffmann (1816), Breithaupt (1837), Blum (1843), Bischof (1851), Rose (1856), E. E. Schmid (1864), F. E. Geinitz (1876), Liebe (1878), Beyrich (1864 und 1883), Kayser (1884), Vater (1899), Warth (1902), Mügge (1903), die teils kristallographische und chemisch-physikalische Daten, teils Mitteilungen über Entstehungsweise und Vorkommen gegeben haben.

Dennoch ist bisher nicht allein die Namengebung verschieden (der Name „Schaumspat“ dürfte den übrigen vorzuziehen sein), sondern es sind auch die Ansichten über den mineralogischen Charakter und die Bildungsweise nicht ganz ungeteilt.

Während beispielsweise Bauer in seinem Lehrbuch (2. Aufl. 1904. p. 600) entsprechend der meist vertretenen Ansicht den Schaumspat (= Schaumkalk oder Aphrit) als Varietät des Aragonit aufführt, findet er sich bei Dana (Syst. of Min. 6. Aufl. 1892. p. 267) unter Calcit, wobei die Bezeichnungen Schaumspat (Schaumerde) und Aphrit, und nur diese drei, annähernd gleichbedeutend gebraucht werden, obwohl nach C. A. Hoffmann (Handb. d. Min. **3.** 1816) Aphrit als Name für „Schaumkalk" (und „Schieferspat") anzuwenden ist, und „Schaumkalk" wiederum bei Dana als Pseudomorphose des Aragonit nach Gips erscheint. Die Unterscheidung von Schaumkalk und Schaumspat ist ursprünglich (Freiesleben) eine nur nebensächliche.

Daß der pseudomorphosierende kohlensaure Kalk, soweit er wirklich (d. h. vor allem seinem Gefüge nach) den Namen Schaumspat verdient, in der rhombischen Modifikation — der Mehrzahl der Autoren zufolge — auftreten soll, muß nach den Untersuchungen Vater's (Zeitschr. f. Krist. **31.** 1899. 538—578) zunächst merkwürdig erscheinen, der mit einigen seiner zahlreichen Versuchsanordnungen auch den natürlichen Bildungsprozeß des Schaumspats nachzuahmen suchte, hierbei aber im Gegensatz zu der natürlichen Aragonitbildung die Bildung von Calcit durch Ermittlung namentlich des spezifischen Gewichtes der Umwandlungsprodukte feststellte. Hiermit befand er sich freilich auch im Gegensatz zu Beobachtungen von Becquerel (1852—57), Sorby (1860) und Warth (Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 492), soweit es sich um ähnliche Versuchsanordnungen dieser Forscher handelt. Vater glaubte feststellen zu müssen, daß weder seine Versuche, insbesondere wegen der niederen Temperaturen, bei denen er gearbeitet hatte, noch die der vorerwähnten Autoren, eine tatsächliche Nachahmung der natürlichen Schaumspatbildung dargestellt hätten.

Anderseits weist Vater darauf hin, daß natürliche Pseudomorphosen von Calcit nach Gips (namentlich in den Gipsbildungen des Pariser Beckens) bekannt sind, vielleicht auch regelmäßige Verwachsung zwischen beiden (Pöhlmann, dies. Jahrb. 1894. I. -59-).

Wie das Studium der Pseudomorphosen den Schaumspat als etwas Besonderes gelten läßt, so auch die Beobachtungen über Kalkfällungen aus gipshaltigen Lösungen. Die von W. Meigen (dies. Jahrb. 1903. II. -19- und Zeitschr. f. Krist. 1905. p. 524) und von E. Werner (dies. Jahrb. 1905. II. -356-) aus z. T. gipshaltigen Lösungen erhaltenen Fällungen wurden zwar in einer Anzahl von Fällen als Aragonit erkannt, wandelten sich aber mehr oder weniger rasch in Calcit um; der Aragonit (von Vater überdies angezweifelt) erschien, genauer gesagt, als wenig stabiles Zwischenstadium nach einem ursprünglichen amorphen Zustand des Niederschlags und vor dem durch nochmalige Umwandlung entstehenden Calcit, im Gegensatz zu der Beständigkeit des pseudomorphosierenden Aragonits in der Natur.

B. Doss beschreibt (dies. Jahrb. 1897. I. 105) die natürliche Ausfällung von Calcit (Kalktuff) bei Anwesenheit von Gips als Lösungsgenossen.

Nach alledem fehlt es noch an Daten zur Kenntnis des Schaumspats, insbesondere zum Verständnis seiner Entstehung, wobei indes zu berücksichtigen ist, daß die Kenntnis der Aragonitbildung, die man neuerdings Linck (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVI. 1903) und Leitmeier (dies. Jahrb. 1910. I. Heft 2) verdankt, sich auch hier wird verwerten lassen[1].

II. Horizontal- und Vertikalverbreitung des Schaumspats.

Abgesehen von vereinzelten Vorkommnissen im mittleren Muschelkalk Hessens (Meißner) und Thüringens (Lengefeld b. Blankenhain nach E. E. Schmid und [?] Polleben b. Eisleben nach Leonhard) hat der Schaumspat nach heutiger Kenntnis seine hauptsächliche Heimat im deutschen Zechstein, und zwar in den Gebieten rings um den Harz, im Mansfeldschen und in der Gegend von Gera.

Die gipshaltigen Horizonte, an die der Schaumspat gebunden ist, gehören dem mittleren oder dem oberen Zechstein an, so zwar, daß es sich im mittleren Zechstein vorzugsweise

[1] In gleicher Weise kommt hier in Betracht die mir während des Druckes zu Gesicht gekommene Arbeit von Vetter (Zeitschr. f. Krist. **48**. 1910. Heft 1).

um Gips- oder Schaumspat-Einsprenglinge in Rauchwacke handelt, im oberen Zechstein vorwiegend um umfangreichere lager- und linsenförmige Massen von Gips oder Schaumspat.

Am Harzrand sind die Fundorte Lauterburg (nach Beyrich, oberer Zechstein), Ilfeld (siehe Vater l. c., vielleicht dem „älteren Gips“ angehörend) und Benzingerode[1] östlich Wernigerode (wohl zum „jüngeren Gips“ zu rechnen) zu nennen. Außerdem findet sich bei Quenstedt (Mineralogie) der Fundort Meisdorf b. Ballenstedt angegeben.

Von den Fundorten im Mansfeldschen dürften Mansfeld, Schwenda, sowie Cresfeld (Creisfeld) und der Böhner-Schacht b. Eisleben Schaumspat in der Rauchwacke aufweisen, dagegen Wiederstädt b. Hettstedt und Zabenstedt b. Gerbstädt, vielleicht auch Eisleben, Schaumspat in jüngerem Gips. Außerdem wird Sangershausen als Fundort erwähnt (Blum).

Im Geraer Gebiet findet sich Schaumspat bei Langenberg, Pfordten und Thieschütz bezw. Rubitz. An dem vorletzten Ort enthält die Rauchwacke den Schaumspat, am letzten handelt es sich nach der Beschreibung Goethe's, Liebe's und vielleicht auch Vater's um dolomitische (und Schaumspat führende) Einlagerungen in den Letten des oberen Zechsteins oder auch um Schaumspataggregate, unmittelbar in diese Letten eingesprengt. Hier sammelte ich einen Teil des von mir untersuchten Materials.

Zweifelhafter Herkunft sind zwei im Kieler Institut aufbewahrte Stücke, die aus Hildesheim stammen sollen. Wenn der Fundort richtig angegeben, so wäre an die Gipsvorkommen von Himmelsthür zu denken (oberer Buntsandstein und mittlerer Muschelkalk) während der Zechstein der Giesener Berge b. Hildesheim schwerlich jemals entsprechende Aufschlüsse enthalten hat.

III. Äußerer Habitus einiger Vorkommnisse.

Von den mir vorliegenden Stücken entspricht dasjenige von Hettstedt am meisten den Schilderungen Rose's (Pogg. Ann. 97. 1856), der dieses Vorkommen besonders eingehend

[1] Auf diesen Fundort machte mich Herr Prof. Dr. Stolley-Braunschweig freundlichst aufmerksam, dem ich auch Material von dort verdanke.

behandelt: unregelmäßig begrenzte Gipsindividuen, mehr oder weniger in Schaumspat umgewandelt, von feinerkörnigem Gips umgeben (Porphyrgips)[1].

Alle übrigen mir vorliegenden Stücke zeigen vollkommene Pseudomorphosierung und bestehen aus fast reinem kohlensauren Kalk. (Einige Autoren, u. a. Breithaupt [Jahrb. d. Chemie. 1837] erwähnen einen geringen Sr-Gehalt.) Das Material von Benzingerode besteht in wenig zusammenhängenden, breitfaserigen Schaumspatspänen, die auf umfangreichere Gipsaggregate von faserig-lamellarer Struktur zurückzuführen sind und die Fältelung und Verbiegungen bewahrt haben, die den Gips bereits betroffen hatten (vergl. Rose, l. c., über Stücke aus dem Böhner-Schacht). Bemerkenswerterweise zeigen einige Brocken die beginnende Umwandlung des Schaumspats in zusammenhängendere, festere Calcitaggregate, die u. d. M. nicht ganz regellos angeordnet erscheinen.

Die Einsprenglinge von umgewandeltem Gips in dolomitischem Gestein (Rauchwacke), sowie in roten Letten, um die es sich bei dem mir vorliegenden Material von Thieschütz, Pfordten, Mansfeld und Hildesheim handelt, scheinen, wie die viel größeren Aggregate von Hettstadt, unregelmäßig begrenzt (vergl. indessen die Beschreibung des Thieschütz-Rubitzer Vorkommens bei Goethe (Leonh. Taschenb. III. 1809. p. 367). Die verhältnismäßig großen Schaumspataggregate in der Rauchwacke von Pfordten sind völlig unregelmäßig verteilt und orientiert, die kleineren von Thieschütz[2], Hildesheim und Mansfeld dagegen meist parallel der Schichtung abgeplattet und ziemlich gleichmäßig verteilt. Die einander auffallend ähnlichen Stücke von Thieschütz und Hildesheim enthalten die kleinsten Einsprenglinge, deren Gesamtmasse indessen die Grundmasse überwiegt, was bei den

---

[1] Ähnlich beschaffen mögen die von Vater bei Gera (? Rubitz) gesammelten und zu seinen Versuchen (No. 136 u. 137; Zeitschr. f. Krist. 1899. p. 576) benutzten Stücke gewesen sein.

[2] Gemeint sind hier solche in dolomitischer Grundmasse aus einem im Sommer 1907 offenen Aufschlusse im Gegensatz zu den in roten Letten eingesprengten Aggregaten, die Pfingsten 1910 in einem kleinen Aufschlusse sichtbar waren.

Stücken von Mansfeld und Pfordten nicht der Fall ist. Fältelung wurde an den Einsprenglingen des Thieschützer Stückes beobachtet, allerdings bei weitem nicht in dem Maße wie an dem Schaumspat von Benzingerode.

IV. Die mineralogische Stellung des Schaumspats.

A. Frühere Beobachtungen.

Zur Ermittelung des mineralogischen Charakters des pseudomorphosierenden Calciumcarbonates haben mehrere Forscher Bestimmungen seines spezifischen Gewichts vorgenommen, namentlich G. Rose, E. E. Schmid und H. Vater. Schon der erstgenannte fand die für Aragonit charakteristischen Zahlen (2,98—2,99) und vermochte eine Verminderung des spezifischen Gewichts durch Glühen herbeizuführen (Umwandlung in Calcit). Das mikroskopische Bild von Schaumspatpräparaten ist mehrfach und ziemlich übereinstimmend beschrieben worden, vergl. insbesondere die Ausführungen von Rose (1856) [Abb. Taf. 2, Fig. 8], von Geinitz (1876), Vater (1899) und Mügge (1903). Daß der Blätterbruch des Gipses erhalten oder vielmehr zu erhöhtem Ausdruck gebracht sei in der aus lauter dünnen, parallelen Blättchen bestehenden Pseudomorphose, lag auf der Hand. Die bereits von Rose gemachte Annahme, daß diese Blättchen Aragonitindividuen, tafelig nach 010, darstellen, entbehrte zunächst einer stichhaltigen Begründung; daß 010 eine der häufigst am Aragonit auftretenden und dominierenden Flächen ist, kann nicht maßgebend sein, wo es sich, wie hier, um Aggregate von Kristallen handelt, die in regelmäßiger Verwachsung entstanden sind und unter solchem Zwange vielleicht abweichenden Habitus annahmen[1]. Allerdings machte Mügge's Beobachtung (Die regelmäßigen Verwachsungen. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVI. 1903) eines wenig charakteristischen, aber jedenfalls zentrisch-symmetrischen Interferenzbildes wahrscheinlich, daß entweder 010 oder 100 vorliege. Hinsichtlich der Umgrenzung der Blättchen bemerkte Rose die Seltenheit von

[1] Mit größerem Rechte würde nach neuerer Auffassung der Umstand heranzuziehen sein, daß der Winkel $(110)\widehat{\ }(1\bar{1}0)$ bei Gips und Aragonit ein ähnlicher ist.

rechteckigen Stücken neben dem häufigen Fall, daß zwei längere einander parallele Kanten von zwei irgendwie schräg dazu verlaufenden kürzeren Kanten gekreuzt werden. Geinitz beobachtete außerdem, daß stellenweise über die Blättchen bezw. über noch zusammenhängende Aggregate von solchen die noch unverwischte Spur der Spaltungsfläche $1\bar{1}1$ des Gipses hinwegläuft, ebenfalls geneigt zu den beiden parallelen, längeren Begrenzungslinien der Blättchen, wonach diese Linien dem Muschelbruch des Gipses und seiner $\dot{c}$-Achse parallel zu liegen scheinen. Mügge fand, daß in eben dieser Längsrichtung die gerade auslöschenden Aragonitblättchen die größere optische Elastizität besitzen. Diese Richtung ist, wenn man nach obiger Beobachtung Mügge's (010) oder (100) des Aragonits // (010) des Gips annimmt, diejenige der größten Elastizität, also der $\dot{c}$-Achse des Aragonit, nach welcher mithin die Einzelindividuen gestreckt erscheinen. Die Dicke der Blättchen ist, wie Rose aus ihrer Polarisationsfarbe ersah, durchweg die gleiche (sie zeigen grau bis gelb der I. Ordn.).

B. Neue Beobachtungen.

Daß im Schaumspat kohlensaures Calcium (neben Gips) vorliegt, fand ich durch qualitative chemische Analyse bestätigt. Als kontrollierende Probe auf die Aragonitnatur wandte ich auf das mir zur Verfügung stehende Material die Meigen'schen Methoden an (Violettfärbung mit Kobaltnitrat und Kobaltsulfat, grüner Niederschlag mit Eisenvitriol). Nach den Angaben von S. Kreutz (Tcherm. Mitt. 1909. **28**. Heft 5) wurden die bei den ersten beiden Methoden erhaltenen gefärbten Doppelsalze auf ihre Beständigkeit gegenüber Salmiak geprüft und erwiesen sich als recht schwer löslich, so daß auch diese Kontrolle gegen Calcit sprach. Freilich entstehen diese Aragonitreaktionen nach Panebianco (Rivista di miner. e cristal. ital. 1902. **28**. 5) schon bei geringem Prozentgehalt an Aragonit neben etwa auch vorhandenem Calcit und gelten nach Kreutz außer für Aragonit auch für eine Reihe verwandter, z. T. wasserhaltiger Carbonate des Calciums.

Die Orientierung des Aragonit gegenüber dem Gips wurde nunmehr durch folgendes eindeutig festgelegt: Ein

Individuum von Hettstedter Gips, das nur teilweise in Schaumspat übergeführt war, wurde senkrecht zur $\overset{|}{c}$-Achse geschliffen. Der Dünnschliff zeigt parallel einer Auslöschungsrichtung die Spur des Blätterbruches sowohl im Gips, wie in dem pseudomorphosierenden Aragonitaggregat und in der gleichen Auslöschungsrichtung die Spuren der optischen Achsenebenen beider Körper. Mithin liegt 100 des Aragonit // 010 des Gips. Das Interferenzbild des Gips ist charakterisiert durch den randlichen Austritt einer Achse und dadurch, daß parallel der Spur der Achsenebene die kleinere Elastizität liegt, das des Aragonit durch senkrechten Austritt der spitzen Bisektrix und gleichfalls dadurch, daß parallel der Spur der Achsenebene die kleinere Elastizität. Ergibt sich schon hieraus ein ungefährer Parallelismus der Vertikalachsen von Aragonit und Gips, so wurde dieser genauer festgestellt an nur teilweise pseudomorphosierten Gipsblättchen // 010 in parallelem Licht durch Beobachtung der Auslöschungsrichtungen von Gips und Aragonit. Die Aragonitindividuen sind nach 100 tafelig und // $\overset{|}{c}$ gestreckt.

Alle übrigen optischen Beobachtungen stehen hiermit im Einklang. Das Achsenbild, das die Spaltblättchen liefern und das im Gegensatz zu obigem Achsenbild so undeutlich ist, daß bei den besten Präparaten nicht einmal schwarze Balken klar wahrgenommen werden, ist also das optische Mittelbild und nicht das Bild der stumpfen Bisektrix.

Die Lichtbrechung der beiderlei Schwingungen ist in den Blättchen deutlich verschieden. Der Brechungsexponent der Schwingungen // $\mathfrak{a}$ ist demjenigen des Kanadabalsams außerordentlich ähnlich (α des Aragonit = 1.53, n des Kanadabalsams = 1,54), der Brechungsexponent der Schwingungen $\perp \mathfrak{a}$ ist erheblich größer als derjenige des Kanadabalsams ($\beta = 1{,}68$, $\gamma = 1{,}69$); dementsprechend verschwindet in der einen Stellung der Blättchen die Grenze zum Kanadabalsam.

Bringt man eine Blättchenschicht des Aragonitaggregates in den Klein'schen Drehapparat, so entstehen u. d. M. bei + Nicols durch Drehung des Blättchens um die Auslöschungsrichtungen Farbenänderungen, die der Annahme entsprechen, daß $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ in der Blättchenebene liegen. Bei einer Drehung des Blättchens um $\mathfrak{c}$ aus der Horizontallage wird

die Doppelbrechung schnell vermindert (sie entfernt sich von dem Wert $\gamma-\alpha$ und nähert sich $\gamma-\beta$); in der Tat beobachtet man Erniedrigung der Polarisationsfarben des Blättchenaggregates trotz der Verlängerung des Strahlenweges. Bei einer Drehung um $\mathfrak{a}$ wird die Doppelbrechung nur gering vermindert (von $\gamma-\alpha$ auf $\beta-\alpha$), und es resultiert infolge des verlängerten Strahlenweges eine höhere Polarisationsfarbe. Lägen die Elastizitäten $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ in der Blättchenebene, so würde die Doppelbrechung bei einer Drehung um $\mathfrak{b}$ ebenfalls schnell vermindert, jedoch bis zu dem Wert $\beta-\beta=0$, worauf wieder wachsende Interferenz eintreten müßte (Dementsprechendes wurde nicht beobachtet), bei einer Drehung um $\mathfrak{a}$ würde wiederum eine schwache Vergrößerung des Gangunterschiedes stattfinden.

Die Dicke der isolierten Aragonitblättchen läßt sich aus ihrer Polarisationsfarbe zu 1,5 μ im Mittel berechnen.

Die durch Zerreiben oder Zerspalten der Aggregate oder auch im Dünnschliff // (010) des Gips erhaltenen Aragonitblättchen, d. h. also nach 100 tafelige Aragonitindividuen, haben, wie bereits beschrieben, nicht gerade charakteristisch zu nennende Umrisse. Von den auch bei stärksten Vergrößerungen lediglich als Linien erscheinenden Rändern sind die beiden längeren, einander parallelen (// $\dot{c}$ des Aragonits und des Gipses) durchaus geradlinig, etwa wie Spuren einer guten Spaltbarkeit (die wenig deutlichen Spaltbarkeiten des Aragonits liegen parallel 110 und 010), die kürzeren Kanten sind weniger regelmäßig und lassen hier und da ausspringende scharfe oder abgerundete Ecken entstehen; sie können unter verschiedenen Winkeln zu den ersteren verlaufen. Unter diesen Winkeln findet sich besonders deutlich und häufig derjenige, den die Spuren von Faserbruch und Muschelbruch des Gipses miteinander auf 010 bilden (vergl. Geinitz). In diesem Falle pflegen auch die kürzeren Kanten ganz geradlinig zu sein (Faserbruch des Gipses!). Den eben erwähnten Kantenwinkel wie auch alle sonst beobachteten versuchte ich anderseits in Beziehung zu bringen zu Spuren von möglichen Domen und Pyramiden des Aragonits auf 100.

Unter den Winkeln, die den Längskanten anliegen (es können außer den hier bezeichneten 2 + 2 Winkeln noch

andere auftreten, wenn mehr als 2 kürzere Kanten unter meist auch verschiedener Neigung an der Begrenzung teilnehmen), sind solche von 63—66° am häufigsten. Fast ebenso häufig finden sich Winkel von 59—62°. Winkel, die kleiner als 59° oder größer als 66° sind, treten schon seltener auf. Winkel von 47° und kleinere sind fast ebenso sparsam vorhanden wie solche von 72° und größere. Winkel von 90° kommen vor, jedenfalls aber auffallend selten im Hinblick auf die am frei gewachsenen Aragonitkristall gewohnten Formen.

Dabei lassen die meisten der beobachteten Winkel die oben erwähnte Beziehung zu Aragonitflächen unter der Annahme zu, daß 100 die Blättchenebene ist, freilich ebenso unter der Annahme, daß die Blättchenebene als 010 zu deuten wäre. So fällt in das Intervall 63—66° der Winkel, den die Spur von r (123) auf 100 mit der Prismenkante bildet, in dasselbe Intervall der Winkel, den die schon erwähnte Spur des Faserbruches auf 010 des Gipses mit dessen Prismenkante bildet. Dieser Möglichkeit einer doppelten Deutung entspricht wohl nicht zufällig das häufige Auftreten des fraglichen Winkels. In dem Intervall 68—70° findet man den zur Spur von x (012) des Aragonits gehörenden Winkel wieder, in dem Intervall 52—54° den zur Spur von k (011) des Aragonits gehörenden Winkel usf.

V. Die natürliche Schaumspatbildung und deren Nachahmung.

A. Frühere Beobachtungen.

Daß hier der vollendeten Pseudomorphose das Zwischenstadium einer regelmäßigen Verwachsung von Gips und Aragonit vorangeht, ist ein Ergebnis der Untersuchungen von Freiesleben, Rose, Geinitz, Mügge.

Den Chemismus dieser gesetzmäßig fortschreitenden Umwandlung suchten Goethe, Bischof, Blum u. a. zu erklären, nach H. Vater allerdings in nicht ausreichender Weise; er schreibt (Zeitschr. f. Krist. **31**. 1899. p. 570): „Bei Einwirkung von Alkalicarbonat auf Gips bei niedriger Temperatur entsteht Kalkspat.“

Nimmt man also mit den angeführten Autoren eine derartige Umsetzung an, so darf man dabei nur Temperaturen über 30° (vergl. Rose [1856] und Vater [1899] p. 571) in Betracht ziehen, gleichgültig, ob man verdünnte oder konzentrierte Lösungen von Na_2CO_3 oder von $NaHCO_3$ wirksam denkt.

Außerdem wird man von der Einwirkung und dem Vorhandensein des gelösten Alkalicarbonates allein absehen müssen, denn die (nicht so zahlreichen) Versuche bei höherer Temperatur zeigen durch ihren wechselnden Ausfall (Werner-Meigen, siehe dies. Jahrb. 1905. II. -358- und Linck, dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVI. p. 507), daß die Einwirkung des Carbonats durch die Temperatur allein nicht entscheidend abgeändert wird.

Zwar glaubten, wie angedeutet, Becquerel, Meigen und Warth hinreichende Bedingungen für die Entstehung von Aragonit durch Umwandlung oder Ausfällung innerhalb des von Vater ausgeschlossenen Bedingungskomplexes gefunden zu haben und schrieben der Konzentration, dem Druck, der basischen Beschaffenheit der Lösung, auch dem Verhältnis der sich miteinander umsetzenden Substanzen eine entscheidende Rolle zu. Aber es hat die Vermutung Vater's manches für sich, daß die erwähnten Autoren z. T. Vater's „Modifikation" von 1895 [1] bei ihren Versuchen für Aragonit gehalten haben,

---

[1] Modifikationen des wasserfreien kohlensauren Kalkes: 1. Calcit; Meigen'sche Färbung: blau. Hierher rechnet Vater seine „Kristalle mit gestörtem Bau" (1899) trotz des spez. Gew. 2,68, zu dessen Erklärung er Mischungsanomalie in Anspruch nimmt. 2. Aragonit; Meigen'sche Färbung: violett. 3. Lublinit (Watitsch 1908) = Modifikation von Novo-Alexandria (Iwanoff-Tschirwinsky 1906); monoklin; Meigen'sche Färbung: keine; nach Armaschewsky (1883) vielleicht auch in Löß enthalten. 4. Bergmilch (Montmilch), entwässerter Hydrocalcit (Kosmann 1894); nach Tschirwinsky (1909) vielleicht z. T. Lublinit. 5. Vater's Modifikation von 1893 und 1902 (Zeitschr. f. Krist. **21**. 462; **35**. 178); schwach doppelbrechend, bezüglich der Härte zwischen Calcit und Aragonit stehend; spez. Gew. = 2,54 (dem Ktypeit gleichend); in Sphärokristalliten und Scheibenkristallen meist optisch negativ erscheinend. 6. Vater's Modifikation von 1895 bezw. 1897. (Zeitschr. f. Krist. **24**. 388 ff.; **27**. 478 ff.) = „Vater's dritte Modifikation" bei Linck (Naturw. Wochenschr. 1909); schwach doppelbrechend; spez. Gew. im Mittel 2,66; in sphärolithischen Aggregaten optisch positiv erscheinend; Meigen'sche

da sich diese in mancher Hinsicht wie Aragonit verhält, auch gegenüber den Meigen'schen Methoden, im übrigen aber bald in eine beständigere Modifikation (meist in Calcit) übergeht (vergl. Linck, Naturw. Wochenschr. 1909).

Linck (1903 und 1909) und Leitmeier (1910) haben nun die Bedeutung der Lösungsgenossen für die Modifikationsfrage bei Ausscheidungen kohlensauren Kalkes durch ihre Versuche in helleres Licht gesetzt, als es bereits durch Vater u. a.[1] geschehen war. Nach Linck begünstigt allgemein der Salzreichtum der Lösungen, in denen die Umsetzungen und Ausscheidungen vor sich gehen, die Bildung von Aragonit direkt oder indirekt aus der Vater'schen Modifikation von 1895. Leitmeier beobachtete Aragonitbildung in verdunstenden Kalklösungen bei Gegenwart von isomorphen Carbonaten oder von Magnesiumsalzen als Lösungsgenossen. Nach ihm begünstigt „höhere Temperatur die Bildung des rhombischen Carbonates, neben welchem aber immer noch rhomboedrische Ausbildung stattfand. Um diese zu verhindern, sind wohl größere Mengen von Lösungsgenossen, vielleicht andere Zeit- und Druckverhältnisse nötig."

B. Neue Untersuchungen.

Meine bisher nur orientierenden Versuche, die Schaumspatbildung nachzuahmen, liefen, wie die früherer Autoren, teils auf Fällungen infolge chemischer Umsetzung in Lösungen hinaus, teils auf Umwandlung von Gipsspaltungsstücken in Lösungen, und zwar in beiden Fällen in salzreichen Lösungen und im letzten Fall auch bei erhöhter Temperatur. Während der größere Teil der Versuchsanordnungen unerwünschte Niederschläge (meist Vater's Modifikationen) lieferte, ließ sich in wenigstens drei Fällen Aragonitbildung mit ziemlicher Sicherheit nachweisen:

Färbung: violett. Zu den letzten beiden Modifikationen mögen manche, ursprünglich (Meigen) als Aragonit gedeutete sphärolithische Aggregate gehören (vergl. Gassner, Weitere Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalks. Mainz 1906; ferner O. Bütschli, Journ. f. prakt. Chemie. **75**. 1907 und Adler, Zeitschr. f. angew. Chemie. 1897).

[1] H. Crenner hat, wie Vater erwähnt, bereits 1870 (Journ. f. prakt. Chemie. 1870. **110**. 292) Versuche mit Lösungsgenossen angestellt, die anscheinend den neuen Versuchen Leitmeier's recht ähnlich gewesen sind.

1. Es wurde eine Fällung erzielt aus ziemlich konzentrierter Sodalösung mit einer Sole, die außer Alkalisalzen $CaSO_4$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ enthielt. Die Sodalösung war infolge dauernden Einleitens von Kohlensäure unter einem eine Atmosphäre etwas übersteigenden Druck an letzterer gesättigt. Die Fällung fand bei niedriger Zimmertemperatur statt. Der gebildete Niederschlag bestand aus Rhomboedern, aus monoklinen Kristallen mit Lösungsspuren (offenbar infolge Auswaschens) und aus Scheibenkristalliten. Die ersten wurden als Calcit, die zweiten als Gaylussit[1], die letzten als Aragonit gedeutet (u. a. war die Meigen'sche Aragonitreaktion sehr typisch).

2. Die Sole wurde gegenüber Versuch 1 derart abgeändert, daß kein $MgCl_2$ darin vorhanden war, dafür desto mehr $CaCl_2$ und $NaCl$. Bei der im übrigen gleichen Versuchsanordnung bildeten sich Scheibenkristallite von zweierlei Art. Die eine Art ließ sich als Vater'sche Modifikation, die andere als Aragonit deuten.

3. Gipsspaltungsstücke wurden in eine Lösung von $NaHCO_3$ gebracht, die bei $+50^0$ C gesättigt war und auf dem Wasserbade bei fortdauernder Einleitung von Kohlensäure auf 60^0 C gehalten wurde. Die Einwirkungsdauer der Lösung betrug 2, 5, 10, 25, 60 Minuten. Die Umwandlung des durchsichtigen Spaltungsstückes in undurchsichtige, ziemlich lockere Aggregate schritt nach innen so vor, daß sie hauptsächlich parallel dem Blätterbruch, gleichsam von Lamelle zu Lamelle, vordrang. Bei einer ähnlichen Versuchsanordnung mit höherer Temperatur ging die Umwandlung schneller und gleichmäßiger vor sich. Die Aggregate bestehen, abgesehen von den Scheibenkristalliten, die als erste Umwandlungsprodukte[2] eine äußerste Schicht bilden, nach

[1] Gaylussit war bei ähnlichen Versuchen von Fritzsche (Bull. Ac. Petersb. 7. 580), nicht von Vater (1899) erhalten worden. Ich beobachtete Einzelkristalle und Zwillinge, bei einem anderen Versuch auch fächerförmige Gruppen von Kristallnadeln.

[2] Vereinzelt sitzen der nicht umgewandelten Gipsoberfläche auch andere Bildungen auf, vor allem solche von Calcit, Rhomboeder, nach der Basis tafelige Individuen und Kristallskelette, die sich wohl eher beim Herausnehmen und Waschen der Gipse als in der warmen Sodalösung gebildet haben mögen.

Vater's Bezeichnungsweise aus „Kristallen von gestörtem Bau", nämlich aus unregelmäßig begrenzten Fasern, die alle mit ihrer Längsachse senkrecht zur Ebene des Blätterbruchs des Gips gerichtet sind. Doppelbrechung, Lichtbrechung und Meigen'sche Reaktionen lassen in ihnen Aragonit vermuten. Dieser hätte dann einen anderen kristallographischen Habitus als die Aragonitindividuen des natürlichen Schaumspat, da die Faserbündel eine Streckung senkrecht zum Blätterbruch, der dieselben vielfach rechtwinkelig kreuzt, aufweisen. Aber die optische Orientierung des Aggregates stimmt mit derjenigen des Schaumspats zum mindesten darin überein, daß die Richtung der größten Elastizität in der Ebene des Blätterbruchs des Gips liegt. Ob die Ähnlichkeit dieser Gebilde mit den von Vater beschriebenen nur eine äußerliche ist, oder mehr, lasse ich dahingestellt.

Die drei Versuche lassen sich hinsichtlich ihres Ausfalls unschwer den bisherigen Versuchen[1] anreihen, welch letztere ja bestimmend für meine Versuchsanordnungen waren. Sie bedürfen eines systematischen Ausbaues, um die Frage der Schaumspatbildung entscheidend zu beantworten. (Die Bedingungen der ersten beiden Versuche müßten hinsichtlich der Temperatur abgeändert, der letzte Versuch bei Gegenwart von Lösungsgenossen vorgenommen werden, Vater's Versuche mit halbumgewandeltem Gips [No. 136 u. 137, Zeitschr. f. Krist. 1899. p. 576 u. 577] mit veränderten Bedingungen wiederholt werden.)

Man hat nach den geschilderten Versuchen damit zu rechnen, daß Calcit, Aragonit, Vater's Modifikationen und Gaylussit unter Umständen z. T. vergesellschaftet auftreten können, und ferner, daß man Scheibenkristalliten verschiedener Art erhält (sicherlich mehr als zwei Arten), von denen sich ein Teil schnell in Calcit umzuwandeln scheint, schneller als Aragonit.

Nach allen bisherigen Erfahrungen sondern sich immerhin schon eine Reihe von Bedingungen ab, deren Zusammen-

[1] Sie schränken den p. 72 wiedergegebenen Satz Vater's (Zeitschr. f. Krist. 31. 570) etwas ein, falls „Ausscheidung infolge chemischer Umsetzung" und „Umwandlung vorher gebildeten Gipses" hier gleichzusetzen sind (vergl. Linck und Leitmeier, l. c.).

wirken bei der natürlichen Schaumspatbildung eine gewisse Wahrscheinlichkeit gewinnt, nämlich außer der Gegenwart von Kohlensäure bezw. gelösten Alkalicarbonates: Erhöhte Temperatur (über 30°); Lösungsgenossen, vielleicht in erheblicher Menge, unter ihnen namentlich Magnesium- und Alkalisalze[1]. Unmittelbar dürfte von diesen Bedingungen namentlich die Kristallisationsgeschwindigkeit abhängen, mittelbar darum die Entstehung dieser oder jener Modifikation.

Hinsichtlich der natürlichen Vorkommnisse gibt es eine Annahme, die das Vorhandensein der soeben aufgezählten Bedingungen mehr oder weniger vollständig in sich schließt. Das ist die Annahme, daß die Schaumspatbildung nicht rezent ist, sondern in die Zeit der großen tektonischen Störungen des jüngsten Mesozoicums und des älteren Känozoicums fällt, gleichzeitig die Annahme, daß das Zusammenfallen des bisher für Schaumspat bekannten, hauptsächlichsten Verbreitungsbezirkes mit den Bezirken „posthumer, während der Tertiär- und Diluvialzeit erfolgter Auslaugungen" der Zechsteinsalzlager (Grupe, 2. Jahresb. d. Nieders. geol. V. 1909) (nach Fulda, Zeitschr. f. prakt. Geol. 1909, auch schon in der Kreide beginnend) nicht zufällig ist.

Der Kausalzusammenhang könnte nämlich der sein, daß in den durch die tektonischen Störungen vorgezeichneten Auslaugungsbezirken Oberflächenwasser, durch die Salzlager sich durchfressend, als „salzreiche" Lösungen auch in die gipsführenden karbonatischen Schichten des mittleren Zechsteins eindrangen, oder daß sie auch schon im oberen Zechstein die Umwandlung von Gipsen bewirkten, falls sie sich auch mit Kohlensäure bereits genügend beladen

[1] Die Annahme, daß außerdem der Druck von einigem Einfluß auf den Chemismus der Umwandlung von Gips in Aragonit sei, müßte durch den Nachweis gestützt werden, daß das Gesamtvolumen der an der Umwandlung beteiligten chemischen Körper vorher ein anderes sei als nachher. Aus meinen Berechnungen geht eine merkbare Volumänderung nicht hervor. Eine Einschränkung erfährt die Bedeutung der Lösungsgenossen bei Vetter (Zeitschr. f. Krist. 48. 1910. Heft 1. p. 103), die Bedeutung von Magnesiumsalzen für die Bildung bezw. größere Beständigkeit von Aragonit wird auch hier bestätigt (p. 103 und 105).

hatten[1]. Dort, wo carbonatisches Gestein Aggregate oder Kristalle von Gips unmittelbar umgab, mag die Umwandlung am intensivsten und vollständigsten gewesen sein (vergl. dagegen die Beschreibung des Schaumspats von Wiederstedt aus dem oberen Zechstein). Da der aus Gips gebildete Aragonit ein kleineres Volumen einnimmt als der Gips, so wurde die Bildung größerer Einzelindividuen von Aragonit und eine größere Dichte der Aggregate verhindert.

Die Annahme, daß die Schaumspatbildung einer früheren, wenn auch nicht allzu weit zurückliegenden Zeit angehört, ist um so mehr erlaubt, als an der Erdoberfläche die Umwandlung von Gips in Aragonit nicht beobachtet wird. (Der Schaumspat von Benzingerode zeigte sogar Spuren späterer Umwandlung in Calcit.) Allerdings finden sich in der Literatur zwei dem widersprechende Angaben. Freiesleben schreibt in C. A. Hoffmann's Handbuch. 1816. 3: „Es scheint, als ob sich die Schaumerde (der zerreibliche Schaumkalk) nach starken Regengüssen noch jetzt erzeugen könne". Liebe schreibt in den Erläuterungen zu Blatt Gera 1878: „Schaumkalk sondert sich auf dem Letten ab, auf welchem er nach jedem Regen aufgeblüht zu sein scheint, sowie auch in Höhlungen der dolomitischen Sandsteinlagen und Dolomite." Indessen scheinen jene Beobachtungen weniger auf Neubildung als auf Herausspülung von Schaumspatpartikeln aus dem sie enthaltenden Gestein hinzuweisen, so daß der Schaumspat auch hier prärezent sein dürfte. Solche Herausspülung beobachtete ich jüngst in einem Geraer Aufschluß von Schaumspat in roten Letten.

Zusammenfassung.

1. Schaumspat ist eine Pseudomorphose von Aragonit nach Gips.

2. Der Aragonit lagerte sich dem Gips regelmäßig ein, derart, daß 100 des Aragonit // 010 des Gips und $\overset{|}{c}$ des Aragonit // $\overset{|}{c}$ des Gips.

---

[1] Der Vorgang fand also nicht in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche statt (daher die als erforderlich hingestellten Temperatur- und Konzentrationsverhältnisse), während heute die betreffenden Horizonte dem Niveau der Erdoberfläche mehr oder weniger genähert sind.

3. Die früheren und die vorliegenden Versuche künstlicher Schaumspat-Nachahmung sprechen ebenso wie das natürliche Vorkommen dafür, daß der Schaumspat entstand unter der Einwirkung von salzreichen Lösungen und bei Temperaturen von Erdtiefen, die nach Hunderten von Metern zählen.

Die Anregung zu den vorstehenden Untersuchungen verdanke ich gern Herrn Prof. Dr. Johnsen, der mir auch seinen Rat in reichlichem Maße zuteil werden ließ.

Kiel, Mineralogisches Institut der Universität.

Tafel-Erklärung.

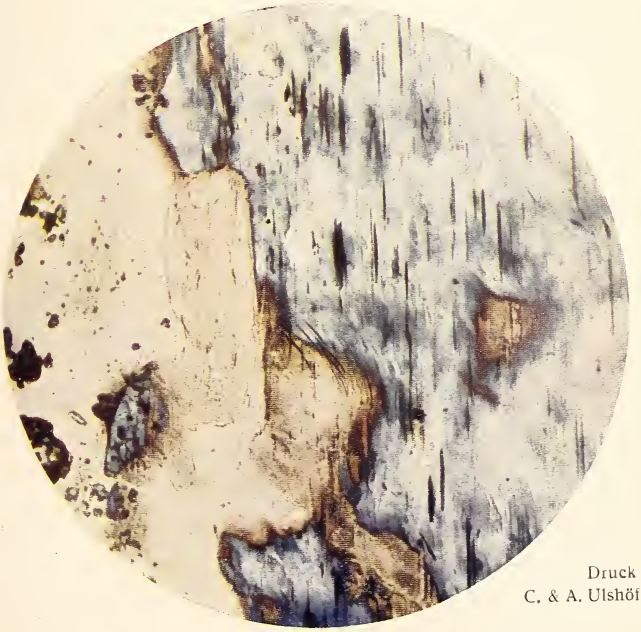
Tafel I.

Fig. 1. Aragonitaggregat in einem Gipsspaltungsblättchen von Hettstedt. Zwischen gekreuzten Nicols; Auslöschungsrichtungen des Aragonit unter 25° geneigt zu den Hauptschnitten der Nicols; ca. 50fach vergrößert.

„ 2. Dünnschliff von 2 Gipsindividuen von Hettstedt ($\perp$ $\overset{|}{c}$ des kleineren Individuums). Parallel dem Blätterbruch, dessen Spuren bei beiden Individuen sichtbar, verlaufen dunkel erscheinende Aragonitlamellen, welche senkrecht zu den beiden parallel geschalteten Nicolhauptschnitten liegen; ca. 110fach vergrößert.

Beide Photographien sind mit Lumière'schen Autochromplatten hergestellt.

1



Druck von
C. & A. Ulshöfer, Stuttgart.

2

W. Wetzel: Über Schaumspat.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 1910_2

Autor(en)/Author(s): Wetzel Walter

Artikel/Article: Uber Schaumspat. 63-79