

Beiträge zur Mineralogie.

IV. Reihe*.

Von

Max Bauer in Marburg.

(Mit 2 Holzschnitten.)

8. Über Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit.

Schon seit langer Zeit sind Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit bekannt, bei denen z. Th. die Krystallform des Aragonit sehr deutlich erhalten geblieben ist, so die Pseudomorphosen von Schlackenwerth in Böhmen und von Herrengrund bei Neusohl in Ungarn, auf welche Haidinger¹ die Aufmerksamkeit lenkte, die von der Emericusgrube bei Offenbanya in Ungarn² und die aus den Schwefellagern von Girgenti³, welche G. Rose bekannt machte und andere. In der letztcitirten Abhandlung, sowie in Blum's Sammelwerk sind die bisher bekannt gewordenen Pseudomorphosen dieser Art zusammengestellt.

Bei allen diesen Pseudomorphosen ist es als selbstverständlich betrachtet worden, dass die rhombische Substanz des Aragonits durch molekulare Umlagerung (durch Umstehen) in die rhomboëdrische des Kalkspaths übergegangen sei, ohne dass eine Zufuhr oder eine Entfernung von Substanz oder eine Überführung derselben in den flüssigen Zustand dabei stattgefunden habe, in ähnlicher Weise wie z. B. monokliner

* Vergl. dies. Jahrb. II. Beil.-Bd. p. 49. 1883.

¹ Pogg. Ann. Bd. 52, pag. 353 und Bd. 53, pag. 139. 1841.

² Pogg. Ann. Bd. 91, pag. 147. 1854.

³ Abh. Berl. Ak. 1856. (Über die heteromorphen Zustände der kohlen-sauren Kalkerde. 1. Abh.)

Schwefel durch molekulare Umwandlung ohne stoffliche Veränderung im festen Zustand in rhombischen Schwefel übergeht. Man fasste also die Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit ebenso als wahre Paramorphosen auf, wie die letztgenannten Bildungen.

Bekanntlich hat BERZELIUS (und früher schon HAÜY) die Beobachtung gemacht, dass Aragonitkrystalle beim Erhitzen bis zu beginnender Rothgluth in ein Pulver zerfallen, von dem man sofort vermuthete, dass es nicht mehr Aragonit sondern Kalkspath sei. In der That hat auch bald darnach die chemische Untersuchung durch MITSCHERLICH¹, die mikroskopische Beobachtung, und die Bestimmung des absoluten und spezifischen Gewichts durch G. ROSE² erwiesen, sowie neuestens die Beobachtung der Interferenzerscheinungen im polarisirten Licht durch C. KLEIN³ bestätigt, dass die neu entstandene Substanz zweifellos Kalkspath ist und C. KLEIN hat noch ausserdem durch seine Beobachtungen festgestellt, dass die neu entstandenen Kalkspathkryställchen, wenn sie statt aus einander zu fallen, in der Lage bleiben, welche sie im Augenblick ihrer Entstehung eingenommen haben, wenigstens ziemlich annähernd parallel orientirt sind.

Die Versuche von BERZELIUS (resp. HAÜY) sind später von HADINGER⁴ wiederholt worden; namentlich hat sich aber G. ROSE⁵ in seiner oben erwähnten Abhandlung damit eingehend beschäftigt und u. A. gezeigt, dass derbe und dichte Aggregate von Aragonit beim Erwärmen nicht in Pulver zerfallen, ebensowenig, und diess ist für den hier vorliegenden Gegenstand wichtig, kleine Krystalle. Letztere werden zwar beim Erhitzen bis zu der geeigneten Temperatur ebenfalls in Kalkspath verwandelt, aber sie zerfallen nicht in Pulver, sondern behalten ihren Zusammenhang. Nach der Beobachtung von C. KLEIN (l. c.) hat man ein solches Gebilde wohl aufzufassen als ein Kalkspathindividuum von in allen seinen Punkten vollkommen gleicher Orientirung, das nach aussen von den Flä-

¹ Pogg. Ann. Bd. 21, pag. 158. 1831.

² Pogg. Ann. Bd. 42, pag. 353. 1837.

³ Nachr. Gött. Ges. Wissensch. 1883. No. 12.

⁴ Pogg. Ann. Bd. 11, pag. 177. 1827.

⁵ Pogg. Ann. Bd. 42, pag. 353. 1837.

chen des ursprünglichen Aragonitkrystals begrenzt ist; oder als ein ebenso begrenztes Aggregat von dicht gedrängt liegenden parallel orientirten Kalkspathkryställchen. Aus diesem Verhalten der kleinen Krystalle von Aragonit wurde dann geschlossen (allerdings nicht durch den Versuch bestätigt), dass auch grössere Krystalle wohl auf demselben Weg, ohne zu zerfallen, in Kalkspath verwandelt werden könnten, wenn der Versuch nur mit der nöthigen Sorgfalt und unter Beobachtung der erforderlichen Vorsichtsmassregeln angestellt würde.

Damit schien die Entstehung der Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit, durch molekulare Umlagerung in der Hitze, auf das befriedigendste erklärt, und das um so mehr, als an diesen Bildungen gewisse Erscheinungen beobachtet wurden, welche die genannte Erklärung zu stützen geeignet schienen. So hat z. B. G. ROSE¹ beobachtet, dass die in Kalkspath umgewandelten Aragonitkrystalle von Klüften und Spalten durchzogen sind, welche aufgefasst wurden als Berstungsrisse entstanden durch die nothwendig mit der vorliegenden Umwandlung verbundene Volumenvermehrung im Verhältniss der spezifischen Gewichte beider Substanzen: 2,9 : 2,7, auf deren Nothwendigkeit HAIDINGER zuerst aufmerksam gemacht hatte. Der spezifisch leichtere, neu entstandene Kalkspath fand in dem vom Aragonitkrystall gegebenen Raum keinen genügenden Platz, es mussten Spannungen eintreten, welche die erwähnten Zerklüftungen im Gefolge hatten und welche schliesslich, was ebenfalls HAIDINGER zuerst äusserte, ein vollkommenes Zerfallen des Aragonits in die neugebildeten Kalkspathkryställchen zur Folge haben mussten, wie das ja auch bei grösseren Aragonitkrystallen in der That stets eintritt. Man konnte die erwähnte Erklärung dieser Pseudomorphosen für um so begründeter halten, als man sogar ein Beispiel einer solchen Paramorphosirung von Aragonit in Kalkspath kannte, welches unzweifelhaft auf Hitzeinwirkung zurückzuführen war. MITSCHERLICH² hatte nämlich früher schon einen in die glühend-flüssige Lava des Vesuv gefallenen Aragonitkrystall beobachtet, welcher an der Oberfläche und bis zu einer gewissen Tiefe in Kalkspath umgewandelt worden war und zwar offen-

¹ Sitzungsber. Berl. Akad. 1853. pag. 491.

² Pogg. Ann. Bd. 21, pag. 158. 1831.

bar durch die Hitzeeinwirkung der Lava; jedenfalls hatte das Gebilde die Form des Aragonits, bestand aber nur im Innern aus dieser Substanz, während die äussere Hülle dieses Aragonitkerns Kalkspath war.

In solcher Weise also wurden vielfach die Pseudomorphosen der in Rede stehenden Art aufzufassen versucht und namentlich HADINGER wies auf die Nothwendigkeit der Mitwirkung höherer Temperatur dabei hin und suchte nach dem Beweise für Hitzeeinwirkung in den einzelnen Fällen des Vorkommens solcher Pseudomorphosen. Später kam man allerdings mehr von der Nothwendigkeit hoher Temperatur für die in Rede stehende Umwandlung zurück, indem man die bekannten Versuche von G. ROSE über die Entstehung von Kalkspath und Aragonit, sowie die Beobachtungen von SENFT¹ über diese in Betracht zog, und nachdem man sich überzeugt hatte, dass die Art und Weise des Vorkommens solcher Bildungen meist keineswegs die Annahme einstiger höherer Temperatur begünstigte, sondern sie vielmehr als sehr unwahrscheinlich erscheinen liess. Namentlich sprach sich FR. SANDBERGER² in seiner Beschreibung der Kalkspathpseudomorphosen nach Aragonit im gelben Drusendolomit der Lettenkohle von Oberwern bei Schweinfurt gegen Herbeiziehung höherer Temperatur aus unter ausdrücklicher Berufung auf die Beobachtungen der beiden letztgenannten Forscher. Aber auch SANDBERGER blieb bei der Ansicht stehen, dass man es bei den in Rede stehenden Bildungen jedenfalls mit durch molekulare Umlagerung entstandenen Paramorphosen zu thun habe und auch er führte die Spalten und Hohlräume in den von ihm (l. c.) beobachteten Pseudomorphosen auf die nicht unerhebliche Volumensvermehrung im Verhältniss der spezifischen Gewichte des Aragonits und Kalkspaths, die bei solcher Umwandlung stattfinden muss, zurück.

Ein abweichendes Licht auf die Entstehung derartiger Umwandlungsprodukte von Aragonit in Kalkspath oder allgemeiner gesagt auf das Vorkommen von Kalkspath in der Form des Aragonits wirft ein neuentdecktes schönes Vorkommen solcher Pseudomorphosen bei Klein-Sachsenheim, Ober-

¹ Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Bd. XIII. pag. 316. 1861.

² Sitzungsber. Bayr. Akad. München. 1872. pag. 9.

amt Vaihingen, in Württemberg, das von Herrn Stadtpfarrer B. BAUER in Gross-Sachsenheim ausgebeutet worden ist und dessen Beschreibung und Erklärung im Nachfolgenden versucht werden soll.

Die Krystalle sitzen auf grossen flach linsenförmigen Hohlräumen in dem gelben von QUENSTEDT sogenannten Flammendolomit der Lettenkohlengruppe, oft in grösserer Anzahl und von erheblichen Dimensionen bis 10 cm. lang und 5 cm. dick, so dass sie mit zu den grössten bekannten Aragonitbildungen zu zählen sind. Das Vorkommen hat grosse Ähnlichkeit mit dem Vorkommen der schon erwähnten von SANDBERGER (l. c.) beschriebenen Pseudomorphosen von Oberwern, welche ebenfalls aus linsenförmigen Hohlräumen eines gelben Lettenkohlendolomits stammen, der wegen der grossen Zahl der in ihm vorkommenden, allerdings, wie es scheint, nur selten und stellenweise mit Aragonit erfüllten Drusenräume von SANDBERGER mit dem Namen „Drusendolomit“ bezeichnet worden ist. Er liegt an der Basis des Bausandsteins der Lettenkohle, welcher in Franken vielfach in Steinbrüchen gewonnen wird, während der schwäbische Flammendolomit den Bausandstein der Lettenkohle der Gegend von Gross- und Klein-Sachsenheim unmittelbar überlagert und also etwas jünger wäre als der Drusendolomit, gleiches Alter der Lettenkohlenbausandsteine an den erwähnten Orten in Schwaben und Franken vorausgesetzt. Die Kleinsachsenheimer Aragonitdrusen sind bei der Gewinnung des genannten Sandsteins zum Vorschein gekommen, als der den Abraum des Sandsteins bildende Flammendolomit in dem dortigen Steinbruch auf eine gewisse Erstreckung abgedeckt wurde, und nur bei einer späteren Erneuerung dieser Arbeit sind grössere neue Funde des interessanten und keineswegs spärlichen Vorkommens zu erwarten.

Die flachlinsenförmigen Drusen, in welchen die Aragonitkrystalle sitzen, liegen in dem Flammendolomit, wenigstens auf der durch den Steinbruchsbetrieb für die Beobachtung entblössten Strecke, in einem ganz bestimmten Niveau, das durch ein parallel mit den Schichtflächen sich hinziehendes dünnes rothbraunes Band auf dem Querbruch der gelben Dolomitbank bezeichnet ist. Dieses Band verbreitert sich an

manchen Stellen zu kleinen, linsenförmigen Hohlräumen, deren Wände mit kleinen Braunspathkryställchen ausgekleidet sind; zuweilen sind diese Hohlräume aber auch grösser und bis zu $1\frac{1}{2}$ bis 2' lang und entsprechend breit und hoch. Alle diese Drusenräume sind ringsum begrenzt von derselben braunen harten eisenschüssigen Haut, welche sich, wie erwähnt, als dünne Schicht durch den Flammendolomit hindurchzieht. Diese spaltet sich vor einem solchen Hohlraum, zieht sich rings um denselben herum und vereinigt sich hinter demselben wieder zu einer dünnen Schicht, die man sich darnach aber nicht als einheitliches Gebilde, sondern als zwei einander dicht berührende durch eine der Schichtung parallele Fläche getrennte halb so dünne Schichten vorzustellen hat.

Die erwähnten grösseren Hohlräume dieser Art nun sind die Ansiedlungsplätze der Aragonitkrystalle. Diese sitzen auf der dünnen Haut, welche aber vielfach zunächst einen Überzug von braunen Braunspathkryställchen trägt, die sich auch nicht selten zu runden, kugeligen Aggregaten zusammenhäufen. Auf diesem Braunspath sitzen nun in den allermeisten Fällen die Aragonite; selten ist das Altersverhältniss ein anderes, was sich dadurch zu erkennen giebt, dass zuweilen eine solche Braunspathkugel auch auf einem Aragonitkrystall aufgewachsen ist.

Die Art und Weise der Entstehung dieser die Aragonitkrystalle tragenden Hohlräume und des sie umgebenden und sich durch die Dolomitschicht hinziehenden eisenschüssigen braunen Bandes giebt uns einer oder der andere solche Hohlraum zu erkennen, der vielleicht auch zu gleicher Zeit ein Licht darauf zu werfen geeignet ist, warum das in diesen Drusenräumen zur Krystallisation gelangte Kalkkarbonat nicht in der gewöhnlicheren, häufigeren Form als Kalkspath, sondern in der selteneren als Aragonit ausgebildet worden ist. In einzelnen dieser Räume sind nämlich noch unregelmässige Knauern von Gyps enthalten, welcher farblos bis wenig gefärbt und späthig bis körnig beschaffen ist, und der den betreffenden Hohlraum fast vollständig erfüllt. Wahrscheinlich hat er ihn ursprünglich ganz erfüllt und ebenso sind wohl auch die anderen linsenförmigen Hohlräume, welche jetzt keine Spur von Gyps mehr enthalten, davon erfüllt gewesen. Dar-

auf weisen wenigstens die Braunspathkrystalle und die kugeligen Braunspathaggregate hin, welche in den gypsführenden Linsen nur in den schon gypsleeren Hohlräumen sich finden, nicht aber in den noch gypserfüllten Theilen derselben, und welche daher wohl als bei der Auflösung des Gypses zurückgebliebene Verunreinigungen dieses letzteren als sogenannte Gypsresidua zu betrachten sind.

Darnach muss man sich wohl vorstellen, dass früher dem Flammendolomit eine Gypsbank von einer gewissen nicht mehr bestimmbarcn Mächtigkeit eingelagert war, welche von dem hangenden und liegenden Dolomit durch ein schmales rothbraunes, eisenschüssiges Band getrennt wurde. Möglicherweise entstand dieses braune Band aber auch erst bei der nachfolgenden Auflösung des Gypses dadurch, dass die unmittelbar den Gyps berührenden Theile der Dolomitbänke von den fremden eisenhaltigen Beimengungen des Gypses imprägnirt wurden. Diese Gypsbank wurde vom Wasser angegriffen und allmählig aufgelöst; dabei mussten sich die beiden Begrenzungsflächen des Gypses, dem Gebirgsdruck gehorchend, einander immer mehr nähern und als der Gyps endlich verschwunden war, berührten sie sich beide und bildeten das den Flammendolomit durchziehende braune Band, in dem naturgemäss vielfach grössere und kleinere Hohlräume zurückbleiben mussten. An einzelnen Stellen hielt sich der Gyps bei der Lösung länger als an anderen Stellen, einige Gypsklötze blieben zurück, als die Hauptmasse desselben schon weggeführt war. An solchen Stellen findet man entweder jetzt noch Gyps, oder wenn dieses Mineral schliesslich doch noch fortgeführt, die kleineren und grösseren Hohlräume, die sich dann trotz des Gebirgsdruckes vereinzelt offen halten konnten, auch wenn der Gyps aus ihnen verschwunden war. Vielleicht wurden sie aber doch etwas von oben nach unten zusammengedrückt und erhielten so ihre stets sehr flachlinsenförmige Gestalt, die aber auch schon, als die eines allseitig vom Wasser benagten Gypsstücks, als die von Haus aus wahrscheinlichste von vorn herein angenommen werden könnte. Man begreift auf diese Weise die Art des Vorkommens der Aragonitdrusen in dem den Flammendolomit durchziehenden braunen eisenschüssigen Band, das, wie erwähnt, neben den

linsenförmigen Hohlräumen thatsächlich Gypsknauern noch heutzutage einschliesst.

Dass sich in diesem kalkreichen Gestein auf Drusenräumen Krystalle von kohlensaurem Kalk bilden, kann nicht auffallen und ferner bei genauerer Betrachtung ebensowenig, dass dieses Carbonat sich in den rhombischen Formen des Aragonits ausgebildet hat. Das erwähnte Vorhandensein von Gyps in diesen Hohlräumen noch im jetzigen Augenblick zeigt deutlich, dass die Lösungen, aus welchen sich die in den Drusenräumen sitzenden Krystalle abgeschieden haben, und die als vorzugsweise CaCO_3 haltig vorausgesetzt werden müssen, auch Gyps in grösserer oder geringerer Menge enthalten haben. Nun hat aber HERMANN CREDNER¹ gezeigt, dass aus einer, wenn auch nur wenig Gyps enthaltenden Kalkcarbonatlösung sich der kohlensaure Kalk nicht als Kalkspath, sondern als Aragonit ausscheidet. Die jetzige Anwesenheit des kohlensauren Kalks als Aragonit statt als Kalkspath ist also mit grosser Wahrscheinlichkeit eine Folge der Anwesenheit des Gypses.

Auch SANDBERGER (l. c.) hat sich die Frage vorgelegt, warum in dem Drusendolomit von Oberwern der kohlensaure Kalk als Aragonit und nicht als Kalkspath auskrystallisiert ist. Derselbe kommt zu dem Schluss, dass wohl die Verdünnung der Lösung, welche die Krystalle ausschied, die Veranlassung zur Aragonitbildung gewesen sei. Er befindet sich hierbei in Übereinstimmung mit den Ansichten von SENFT², nach welchen Aragonitgebilde vorzugsweise aus sehr verdünnten Kalklösungen entstehen, und zwar besonders in Dolomiten, weniger in Kalken. Aus concentrirten Lösungen von kohlensaurem Kalk bildet sich dagegen nach SENFT im allgemeinen Kalkspath, zuweilen aber doch auch Aragonit, aber nur dann, wenn diese Lösungen möglichst gegen Luftzug und Temperaturwechsel geschützt sind und recht langsam verdunsten. Gyps wird aus dem Drusendolomit von Unterfranken von SANDBERGER nicht erwähnt, bei dem sonst so ähnlichen Vorkommen der Pseudomorphosen von Klein-Sachsenheim und Oberwern wäre es doch vielleicht immerhin möglich, dass

¹ Journal für prakt. Chemie 1870.

² Zeitschr. deutsch. geol. Ges. Bd. XIII. pag. 316. 1861.

auch in dem Drusendolomit früher Gyps eingelagert gewesen ist, der aber jetzt vollkommen verschwunden ist, was ja auch bei Klein-Sachsenheim beinahe vollständig der Fall ist, und dass auch die Aragonitbildung bei Oberwern ihre Ursache in dem Gypsgehalt der betreffenden Lösungen hätte. Vielleicht hat aber auch an letzterem Orte die Beschaffenheit der Lösung allein ohne Gypsgehalt zur Aragonitbildung ausgereicht, was ja nach den Beobachtungen von SENFT wohl möglich ist, während bei Klein-Sachsenheim vielleicht die geringe Concentration der Kalklösung in Dolomit mit dem Gypsgehalt derselben bei der Aragonitbildung zusammengewirkt hat.

Was die krystallographische Ausbildung der vorliegenden Aragonitkrystalle anbelangt, so ist dieselbe mit voller Schärfe durch exakte Winkelmessung nicht festzustellen, da die Flächen in Folge eines rauhen Überzugs zwar die Umrisse der Krystalle und manche Details derselben deutlich hervortreten lassen, aber die Bestimmung der Neigungswinkel nur mittelst des Anlegegoniometers gestatten. Die wenigsten Krystalle, welche mir zur Verfügung stehen, sind am einen Ende frei und regelmässig ausgebildet und zeigen dann als Endbegrenzungsfläche ganz vorherrschend die Basis; die meisten Krystalle stossen mit beiden Enden an den Wänden der flach linsenförmigen Drusenräume an, so dass nur die Flächen der Vertikalprismenzone ausgebildet sind. Man erkennt sofort, dass man es bei den meisten Krystallen mit cyklich wiederholter Zwillingsbildung nach den Flächen des Vertikalprismas ∞P (110) zu thun hat, wie bei den bekannten Krystallen von Herrengrund, Leogang etc., mit denen die meisten vorliegenden Krystalle in der allgemeinen Ausbildung die grösste Ähnlichkeit zeigen. Es sind meist sechsseitige Prismen, an denen diese Zwillingsbildung angedeutet wird durch flache einspringende Winkel auf einzelnen Prismenflächen parallel mit den Kanten, durch gekerbte Kanten etc. Das Anlegegoniometer lässt auch die spezielle Art der Gruppierung der Individuen wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit erkennen, völlige Klarheit hierüber gewinnt man aber nur bei denjenigen Stücken, welche eine verhältnissmässig glatte Oberfläche haben und welche im Innern gleichzeitig, wenigstens zum grössten Theil nach aus unverändertem Aragonit bestehen, wie letzteres nicht

gar selten vorkommt. Ein Schliff senkrecht zu den Prismenflächen giebt, da der noch frische Aragonit zuweilen fast wasserhell und klar ist, schon bei verhältnissmässig grosser Dicke im parallelen polarisirten Licht die Grenzen der einzelnen Individuen und im convergenten Licht die Interferenzcurven des Aragonits und somit für jedes einzelne Individuum die Lage der Ebene der optischen Axen und damit ist dann der betreffende Vielling vollständig bekannt.

Einer der Krystalle zeigt die Zwillingsbildung im polarisirten Licht besonders deutlich; derselbe ist von fünf regelmässigen ebenen Flächen begrenzt, deren eine in der Mitte einen flachen einspringenden Knick parallel der Prismenkante hat; ungefähr parallel dieser letzteren Fläche

geht eine unregelmässige Bruchfläche, wie das Fig. 1 im Querschnitt abgebildet ist. Das Anlegegoniometer giebt vier ausspringende Winkel von ca. 116° und die Beobachtung im polarisirten Licht ergibt, dass der ganze Krystall aus drei In-

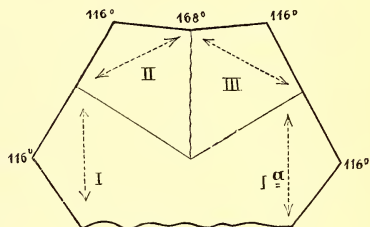


Fig. 1.

dividuen besteht, die allerdings viel unregelmässiger gegen einander abgegrenzt sind, als in der schematisch gehaltenen Figur, und zwar so, dass sogar stellenweise Parthien des einen Individuums von einem andern ringsum eingeschlossen werden. Jedenfalls sind aber nur nach dreierlei verschiedenen Richtungen orientirte Individuen vorhanden, kein viertes hievon abweichendes. Es ist ein grosses Individuum I und Ia, das sich parallel der Fläche mit dem flach einspringenden Winkel quer durch den ganzen Krystall hindurchzieht, so dass also diese etwas gebrochene Fläche nirgends das Individuum I begrenzt. Nach oben sind die beiden unter einander und gegen I verschieden orientirten Individuen II und III zwillingsartig an I angewachsen. I und II, sowie I und III grenzen nach einer verhältnissmässig geraden stellenweise in der bekannten Art polygonal gezackten Linie (vgl. die Abbildungen von LEYDOLDT in der unten citirten Abhandlung) aneinander, welche ungefähr auf der die Individuen I und II, sowie I und III in ununterbrochener Fortsetzung begrenzen-

den, je beiden Individuen gemeinsamen Prismenflächen, den Zwillingflächen von I und II und von I und III senkrecht steht, wie das Fig. 1 zeigt. Die Grenze von II gegen III ist unregelmässiger als die bei der andern. Sie verläuft auf den flach einspringenden Winkel der einen Fläche zu, in welchem die beiden Flächentheile unter 168° zusammenstossen müssen, wenn der Prismenwinkel $= 116^\circ$ gesetzt wird, was auch das Anlegegoniometer im Mittel ergibt; der flache einspringende Winkel selbst ist nicht direkt messbar. Die Richtung der Ebene der optischen Axen in jedem einzelnen Individuum geben die in Fig. 1 eingezeichneten Pfeile. Man hat es also hier mit einem Drilling zu thun, dessen Individuen ebenso gruppirt sind wie es z. B. von LEYDOLT¹ beschrieben und abgebildet wird. Ob noch andere Gruppierungen

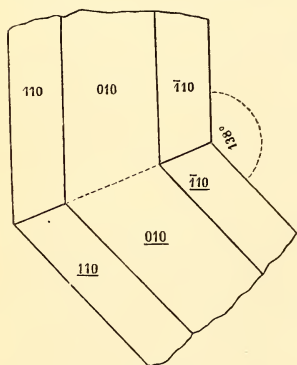


Fig. 2.

der Individuen in diesen Zwillingbildungen vorkommen, als die beschriebene ist, lässt sich wegen des Mangels an völlig genügendem unverändertem Material mit deutlicher krystallographischer Begrenzung nicht mit Sicherheit angeben.

Einer der vorliegenden Krystalle war von besonderem Interesse, da er ausser der Basis noch andere freilich nicht sehr regelmässige, nicht näher bestimm-

bare Endflächen als die Basis zeigte, vornehmlich aber deswegen, weil in ihm zwei Individuen nach einem neuen, bisher beim Aragonit noch nicht beobachteten Zwillingsgesetz mit einander verwachsen sind. (Fig. 2; Projektion auf die Längsfläche $\infty P \infty$ (010).) Die beiden Individuen dieses Zwillings zeigen deutlich das gewöhnliche Prisma ∞P (110), dessen seitliche Kante durch die breite Längsfläche $\infty P \infty$ (010) abgestumpft ist. Der Winkel des Prisma's ∞P (110) ergab sich mit dem Anlegegoniometer zu 116° cca., der Winkel einer Prismenfläche gegen die Längsfläche zu 122° cca. Beide In-

¹ Sitzungsber. Wien. Akad. Bd. XIX, 1856, Fig. 72, wo a, b, c', a' den Abtheilungen I, II, III, Ia in unserer Fig. 1 entsprechen.

dividuen bilden ein stumpfes Knie; die Längsflächen beider fallen genau in ein Niveau, wovon man sich mit genügender Sicherheit überzeugen kann und die Prismenflächen und die Prismenkanten bilden am Knie einspringende Winkel. Die Zwillingfläche muss demnach nothwendig die auf die stumpfen Kanten des Prismas aufgesetzte Fläche eines Makrodomas $mP\infty(h0l)$ sein. Den Winkel einer Prismenkante des einen Individuums mit einer solchen des andern und damit auch der Winkel der allerdings hier nicht ausgebildeten Querflächen $\infty P\infty(100)$ beider Individuen kann man, allerdings nur mit Hülfe einer Papierschablone und mit dem Anlegegoniometer messen und erhält dafür im Mittel 138° , aus 4 im Maximum um $1\frac{1}{2}^\circ$ differirenden Einzelwerthen. Daraus folgt, dass die Zwillingfläche in jedem Individuum mit der Querfläche einen Winkel von 111° macht, und hieraus ergibt sich schliesslich der Ausdruck der Zwillingfläche: $\frac{1}{3}P\infty(103)$. Berechnet man aus diesem Ausdruck und dem Axenverhältniss des Aragonits: $a : b : c = 0,6224 : 1 : 0,7206$ den Winkel zwischen Querfläche und Zwillingfläche, so erhält man: $111^\circ 41'$ (statt des gemessenen Winkels von 111° cca.).

Das eine der beiden zum Zwilling vereinigten Individuen ist vollkommen einfach, das andere ist es in der Hauptsache auch, doch sind kleine Theile anderer Individuen an dasselbe nach dem oben betrachteten Gesetze in der Weise angewachsen, dass dieses zweite Individuum strenge genommen ebenso einen Vielling nach Art der Leoganger Krystalle bildet, wie die oben beschriebenen. Die an dem ersteren Individuum beobachteten Endbegrenzungsflächen sind zu rauh und auch zu wenig vollständig entwickelt, als dass sie genau bestimmt werden könnten; die grösseren derselben scheinen dem Brachydoma $P\infty(011)$, die kleineren einem Makrodoma anzugehören. Das erwähnte neue Zwillingsgesetz scheint übrigens auch an dem vorliegenden Fundort selten zu sein, wenigstens habe ich in meinem umfangreichen Material nur einen einzigen solchen Zwilling beobachtet.

Betrachtet man nun die Krystalle nach ihrer substantiellen Seite, so ergibt sich auf den ersten Blick eine grosse Verschiedenheit in der Ausbildung der einzelnen Stücke, jedoch beobachtet man gleichzeitig, dass alle Krystalle aus

einem und demselben Drusenraum im Wesentlichen gleich ausgebildet sind. Die Verschiedenheiten, welche die Krystalle aus verschiedenen Drusen zeigen, bestehen darin, dass manche Krystalle noch ganz aus Aragonit bestehen, während in andern bei vollkommener Erhaltung der Aragonitform keine Spur dieses Minerals mehr vorhanden ist. Dasselbe ist dann vollständig durch ein nun seine Stelle einnehmendes Aggregat von Kalkspathindividuen in verschiedener Orientirung ausgefüllt, zwischen welchen stets weite Zwischenräume sich befinden, so dass dieses Aggregat stets eine sehr grobmaschige Beschaffenheit besitzt. Die relative Grösse der Kalkspathkörner und der Zwischenräume ist bei den einzelnen Krystallen verschieden; manchmal tritt der Kalkspath so bedeutend zurück, dass die Aragonitform nur durch sehr dünne den einzelnen Aragonitflächen entsprechende ebene Wände dargestellt wird, welche eine Hohlform von der Gestalt des ehemals vorhanden gewesenen Aragonits darstellen. Zwischen den genannten Extremen sind nun alle möglichen Übergänge vorhanden: Krystalle, in denen viel Aragonit und wenig neugebildeter Kalkspath ist, und solche, bei welchen das Umgekehrte stattfindet, bis zu solchen, wo aller Aragonit verschwunden ist; Krystalle, bei denen die Aragonitform völlig von lose sich berührenden Kalkspathrhomboëderchen erfüllt ist, bis zu solchen, bei denen die Aragonitform fast leer ist. Stets steht die Menge des vorhandenen Aragonit zu der des Kalkspaths im umgekehrten Verhältniss: je mehr des einen, desto weniger des andern und beide zusammen füllen den Raum des Aragonits ganz aus, wenn eben nicht die Aragonitform eine völlige Hohlform geworden ist.

Ganz constant ist die gegenseitige Anordnung des Kalkspaths und des Aragonits, indem der Aragonit stets den inneren Kern bildet, welcher von dem neugebildeten Kalkspath in einer mehr oder weniger dicken Hülle rings umgeben ist. Es ist hiernach evident, dass die Kalkspathbildung von aussen nach innen allmählig auf Kosten des Aragonits vorgeschritten ist.

Alle Krystalle zeigen einen Bestandtheil, welcher zwar an Masse sehr zurücktritt, der aber für die Genesis dieser Gebilde von entscheidender Bedeutung ist, da er es war, welcher bei der Zerstörung des Aragonits dessen Form con-

servirte. Es ist diess ein dünner Überzug kleiner Rhomboëderchen, welcher dicht gedrängt, sowohl die Oberfläche der reinen Aragonite, als der mehr oder weniger umgewandelten Pseudomorphosen, überzieht und eine zusammenhängende Haut von der Form des ursprünglichen Aragonits bildet, die höchstens an einzelnen Stellen einiger Krystalle und noch seltener überhaupt fehlt und zwar letzteres nur an gänzlich umgewandelten Krystallen, in denen der Aragonit gänzlich verschwunden ist. Diese nämliche Haut ist es auch, aus welchen die Wände der obenerwähnten Aragonithohlformen bestehen, aus denen alles CaCO_3 mehr oder weniger vollständig verschwunden ist. Sie besteht im Wesentlichen aus dem gleichen Material, das als Überzug der Wände der Drusenräume oben erwähnt wurde; hier sind es aber einzelne kleine Rhomboëderchen, dort mehr grössere, kugelförmige Aggregate von Rhomboëderchen von etwas bedeutenderen Dimensionen und unregelmässigerer Ausbildung, auch sind die letzteren, die Drusenräume auskleidender Braunspathkrystalle offenbar etwas eisenhaltiger, wenigstens sind sie stets stärker rothbraun, während die Überzüge der Aragonitkrystalle weiss oder doch heller gefärbt sind. Offenbar sind letztere eine etwas jüngere Bildung, doch ist das Verhältniss des Braunspaths auf den Aragonitflächen und desjenigen auf den Drusenwänden nicht ganz klar.

Was zunächst die speziellen Verhältnisse dieser Braunspathhaut auf den Aragonitkrystallen anbelangt, so braust sie mit ClH in der Kälte lebhaft und löst sich allmählig ganz darin auf; aber das Aufbrausen ist doch weniger lebhaft und die Lösung geht langsamer vor sich, als bei reinem Kalkspath oder Aragonit. Eine etwas genauere Untersuchung ergiebt einen nicht ganz unbeträchtlichen MgO -Gehalt, auch etwas Fe enthält die Lösung. Die Rhomboëderchen gehören also offenbar einem kalkreichen Braunspath an, dessen charakteristische Form sie auch, jedenfalls im Gegensatz zum reinen Kalkspath in so fern haben, als ihre Flächen sattelförmig gekrümmt sind, während die eigentlichen Kalkspathkryställchen, welche an die Stelle des Aragonits getreten sind, ebenflächige Begrenzung zeigten. Diese Haut ist meist sehr dünn, allerhöchstens 1 mm. dick, und bei etwas bedeutenderer Dicke auch wohl doppelt, zwei halb so dicke Schichten übereinander.

Sie ist an einigen Stellen direkt auf der Oberfläche der intakten Aragonitkrystalle befestigt, und zwar dann manchmal so innig, dass man auf einer geschliffenen basischen Fläche Mühe hat, die Grenze der Braunspathhaut gegen den Aragonitkern zu erkennen; meist ist aber der Zusammenhang ein weniger inniger, und zuweilen findet man sogar zwischen dem Aragonit und der Braunspathhaut eine sehr dünne braune Lage, offenbar von Eisenoxydhydrat, welche die Grenze beider sehr gut und deutlich hervortreten lässt. Wenn der Aragonit durch das Kalkspathaggregat vertreten ist, ist die Grenze gegen die Haut fast stets sehr deutlich zu verfolgen.

Der Aragonit, den diese Haut umschliesst, ist im völlig reinen Zustande farblos und durchsichtig, fast wasserhell, höchstens geht die Färbung etwas ins gelbliche, er ist aber stets stark zerklüftet und unregelmässige Risse, sowie Spalten in der Richtung der Blätterbrüche gehen hindurch, so dass die Durchsichtigkeit dadurch mehr oder weniger beeinträchtigt wird. Stellenweise ist derselbe auch trübe und zuckerkörnig, wie aus einzelnen Körnchen zusammengehäuft, dies aber nur an Stücken, wo er schon z. Th. durch Kalkspath ersetzt ist, an der gegen den Kalkspath gerichteten äusseren Parthie, die dann mehr oder weniger stark zerfressen aussieht. Seine krystallographischen Verhältnisse sind schon oben ausführlich angegeben worden.

Ebenso ist der Kalkspath, dessen wirr gegeneinander liegende Krystalle das lockere Aggregat bilden, farblos und durchsichtig und fast ganz wasserhell. Die Krystalle sind von dem nächsten stumpferen Rhomboëder — $\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ begrenzt, dessen Flächen, wie erwähnt, im Gegensatz zu den krummen Flächen der sattelförmigen Rhomboëder, welche die äussere Haut bilden, ganz eben sind und dessen Kanten ungefähr 1 mm. messen. Nicht selten sind es allerdings auch unregelmässig begrenzte Körner. Diese Rhomboëderchen und unregelmässigen Körner berühren sich nun nur noch an einzelnen Kanten und Ecken ganz wenig und bilden so das oben geschilderte Kalkspathgewebe, dessen grobmaschige Bildung auf den ersten Blick erkennen lässt, dass nicht die ganze Aragonitmasse in Kalkspath umgewandelt worden ist, sondern dass beim Umwandlungsprocess ein Substanzverlust, und zwar stets ein recht erheblicher statt-

gefunden hat. Es kann also von einer molekularen Umwandlung hiebei keine Rede sein, der Process der Umwandlung des Aragonit in Kalkspath muss ein anderer gewesen sein und zwar ist dieser Umwandlungsprocess wahrscheinlich in folgender Weise verlaufen:

Nachdem der Aragonit in den Drusen fertig gebildet war, hat sich zuerst die dünne Braunspathhaut gebildet, welche gleichmässig die Aragonitkrystalle und die Innenwände der Drusenräume überzieht. Wo diese Haut Alles vollkommen zusammenhängend und für das Wasser so gut wie undurchdringlich bedeckte, da blieben die Aragonitkrystalle völlig intakt, sie haben ihre ursprüngliche Durchsichtigkeit, Klarheit und Frische vollkommen bewahrt und füllen ihren ganzen ursprünglichen Raum noch jetzt ganz ununterbrochen aus. Wo aber Lücken in der Haut dem Wasser, das die Drusenräume erfüllte, Zutritt gewährte, da spielte sich ungefähr folgender Vorgang ab: Das Wasser wirkte auf das ganze Gebilde ein und löste offenbar leichter den reinen kohlensauren Kalk des Aragonits, als die magnesia- und eisenhaltige Substanz der Braunspathhaut. Das Wasser drang auf allen Klüften und Spalten in den Aragonit ein, so namentlich zwischen dem letzteren und der Haut. Hier hatte dasselbe Gelegenheit, sich aus dem Aragonit mit kohlensaurem Kalk zu sättigen, während die Braunspathhaut z. Th. auch dadurch geschützt wurde und erhalten blieb, dass dieselbe nach innen gegen den Aragonit hin mit der erwähnten, wenn auch sehr dünnen, Brauneisensteinhaut überzogen war. Aus einer auf solche Weise gebildeten gesättigten Lösung konnte nun leicht die Ausscheidung von Krystallen von CaCO_3 veranlasst werden. Diese mussten sich als Kalkspath in rhomboëdrischer Gestalt abscheiden, da ja weder durch die Gegenwart von Gyps, der längst verschwunden war, noch durch die Verdünnung der Lösung Aragonitbildung jetzt veranlasst wurde. Der neugebildete Kalkspath wurde von dem damit isomorphen Braunspath angezogen und veranlasst, sich an ihn anzulagern und zwar wahrscheinlich parallel je zu dem an die Trennungsfläche zwischen beiden unmittelbar anstossenden Braunspathkryställchen. Vielleicht kann man sogar annehmen, dass die Gegenwart der Braunspathkryställchen die Veranlassung zur Bildung von Kalkspath aus der gesättigten Lösung von CaCO_3

waren. In der steten Berührung mit dem Aragonit konnte die Lösung, auch wenn eine stete Ausscheidung von Kalkspathkrystallen aus derselben stattfand, doch nie aufhören gesättigt zu bleiben, denn das, was sie durch die Ausscheidung von Kalkspath verlor, wurde sofort wieder ersetzt durch Auflösung neuer Mengen von Aragonit aus dem ursprünglichen Krystall. Auf diese Weise konnte, eventuell ohne Zufuhr neuer Flüssigkeit, die Kalkspathbildung fortwährend weiter gehen und zwar auf Kosten des Aragonits, der in demselben Maass abnahm, als die Kalkspathmenge zunahm und so wanderte das Kalkkarbonat allmählig von innen, wo der Aragonit war, nach aussen, wo sich der neugebildete Kalkspath ansetzte.

Wenn man sich auch im Grossen und Ganzen die Flüssigkeit als stagnirend im Innern der Drusenräume und noch mehr im Innern der die Aragonitkrystalle umgebenden Braunspathhaut vorstellen muss, so war diese Stagnation doch keine vollständige. Sie war es um so weniger, je weniger dicht die Braunspathhaut die Aragonitkrystalle umschloss und wurde es immer weniger, je weiter der Umwandlungsprocess vorwärts schritt und je grösser dadurch der Zwischenraum zwischen den dünnen Braunspathwänden und dem Aragonitkern wurde. Ein Theil der aus dem Aragonit aufgelösten Substanz konnte also immerhin fortgeführt werden, und das Vorkommen von fast vollkommen leeren Räumen innerhalb der Braunspathhäute zeigt, dass zuweilen fast das ganze Kalkkarbonat, das den Aragonit gebildet hatte, bei dem Umwandlungsprocess weggeführt wurde, statt als Kalkspath abgelagert zu werden. Wenn für die etwa fortgeflossene Lösung neue Flüssigkeit zutrat, so wurde dadurch nur der Auflösungsprocess im Aragonit beschleunigt, aber das Ausgeschiedene hatte unter allen Umständen die Tendenz, sich dem schon gebildeten Kalkspath zuzugesellen und dieser ganze Vorgang musste fort dauern, bis der letzte Rest des Aragonits verschwunden und in Kalkspath übergeführt war; jedenfalls ist es sehr wenig wahrscheinlich, dass von aussen her CaCO_3 zugeführt und zur Kalkspathbildung verwendet worden ist. Bis zu diesem Stadium lassen die vorliegenden Stücke die Vorgänge verfolgen; bei fort dauernder Einwirkung lösenden Wassers könnten dann irgend welche andere sekundäre von der Natur der zutretenden Flüs-

sigkeiten etc. abhängige Processe statt des eben geschilderten stattfinden, von denen aber, wie erwähnt, bemerkbare Andeutungen zur Zeit nicht viele vorhanden sind; so konnte z. B. nach Vollendung der Umwandlung die Braunspathhaut aufgelöst und weggeführt werden.

Man sieht daraus, dass in der That nicht alle Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit als durch molekulare Umlagerung entstandene Paramorphosen ohne Verlust und ohne Aufnahme von Stoffen zu betrachten sind, sondern dass manche von ihnen sich in einer Weise gebildet haben, dass sie eher zu den Umwandlungspseudomorphosen gerechnet werden könnten. Jedenfalls müsste der Begriff der Paramorphose in entsprechender Weise weiter gefasst werden, als es jetzt zu geschehen pflegt. Sicherlich sind auch andere derartige Gebilde, als von dem in Rede stehenden Fundort in derselben oder in ähnlicher Weise entstanden, wie oben geschildert wurde. Ich möchte dies für alle solche Kalkspathpseudomorphosen annehmen, welche eine Braunspathhaut oder einen ähnlichen Überzug und besonders für die, welche ein lockeres Gefüge haben und bei denen zwischen den neugebildeten Kalkspathkryställchen mehr oder weniger grosse Zwischenräume enthalten sind, welche unter allen Umständen mit Sicherheit darauf hinweisen, dass ein Theil des ursprünglichen Kalkkarbonats bei der Umwandlung in Kalkspath aufgelöst und fortgeführt worden ist.

Am ähnlichsten dem hier beschriebenen ist vielleicht das von FR. SANDBERGER (l. c.) beschriebene Vorkommen von Oberwern, von dem mir Herr SANDBERGER in dankenswerther Weise einige schöne Exemplare zur Untersuchung übersandte. Sodann findet man ganz übereinstimmende Umwandlungen auch an den schönen Aragonitkrystallen auf Spalten im Basalt und Basalttuff der „blauen Kuppe“ bei Eschwege in Hessen, welche u. A. GUSTAV ROSE schon erwähnt¹. Es liegen mir von dieser Lokalität aus der Marburger Universitäts-Sammlung mehrere Stücke vor, welche z. Th. vollkommen frischen, weissen, trüben, in grossen Stücken undurchsichtigen Aragonit zeigen, sodann Stücke mit einem Braunspathüberzug oder wenigstens Theilen

¹ Abh. Berl. Akad. 1856.

desselben, wie der oben beschriebene, und endlich solche, welche schon eine mehr oder weniger weit gehende Umwandlung in Kalkspath ganz in der geschilderten Weise erlitten haben, hier sind aber nicht alle Übergänge vorhanden, wie bei dem Vorkommen von Klein-Sachsenheim, an denen man die angegebenen Umwandlungsvorgänge so ganz Schritt für Schritt vom frischen Aragonit bis zum reinen Kalkspath, in dem aller Aragonit verschwunden ist, verfolgen könnte, was aber wohl nur in der Spärlichkeit des Materials begründet ist.

Auch in krystallographischer Beziehung stimmt dieser Aragonit von der „blauen Kuppe“ in der Hauptsache mit demjenigen von Klein-Sachsenheim und weiterhin von Herrengrund und Leogang etc. überein. Es sind dieselben cyklisch verwachsenen Viellinge, welche oben nur von der Basis begrenzt sind, die andern Prismen bis zu 3 cm. Länge und Dicke bildend; jedenfalls sind andere Endbegrenzungsflächen als die Basis nur andeutungsweise und untergeordnet vorhanden. Die spezielle Gruppierung der Individuen in diesen Zwillingsgebilden zu erkennen, hindert die rauhe Beschaffenheit der mit der Braunspathhaut bedeckten Oberfläche, sowie z. Th. die schon weit vorgeschrittene Umwandlung in Kalkspath. Auf Klüften im Basalt der „blauen Kuppe“ findet sich der Aragonit übrigens auch in Form von dünnen, krustenförmigen, feinkörnigen Überzügen mit nierenförmiger Oberfläche. Diese Abänderung des Aragonit scheint von der Umwandlung in Kalkspath ganz unberührt geblieben zu sein.

Vielleicht lässt sich weiterhin schliessen, dass auch manche sog. Paramorphosen anderer Substanzen als des Kalkkarbonats im Sinne der obigen Auseinandersetzungen aufgefasst werden müssen.

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: 1886

Band/Volume: [1886](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Max Hermann

Artikel/Article: [Beiträge zur Mineralogie 62-80](#)