X. Zur Symmetrie der Krystalle.

Von

J. Beckenkamp in Mülhausen i. Els.

Dritte Mittheilung.

3. Aragonit von Bilin. (Schluss.)

4. Kalkspath von Nieder-Rabenstein.

(Mit 3 Textfiguren.)

Da nach dem in den beiden vorhergehenden Mittheilungen Gesagten die Symmetrieebenen im Allgemeinen Zwillingsgrenzen, und letztere Ebenen grösster Ausdehnung sind, so erklären sich hierdurch auch die Erscheinungen der Skelettbildung und des schaligen Aufbaues z. B. des Alauns und anderer Krystalle. Auch bei diesen Erscheinungen bilden Symmetrieebenen, oder Schnittlinien mehrerer Symmetrieebenen Richtungen grösster Ausdehnung; es überwiegen in diesen Fällen die genannten Richtungen derart, dass es zu gleichmässiger Anlagerung nach den anderen Richtungen an Substanz fehlt. Auch die Diffusion der Lösung spielt natürlich hierbei eine wesentliche Rolle; »denn an den Stellen der stärksten Zuschärfung müssen sich die Niveauflächen der Concentration am dichtesten drängen, dort ist also das stärkste Gefälle der Concentration, mithin der stärkste Diffusionsstrom und in Folge dessen das intensivste Wachstumsbestreben«^{*)}. Aber gerade jene das stärkste Gefälle veranlassende stärkste Zuschärfung, welche ohne Frage in der Structur des Krystalles selbst begründet sein muss, erscheint nach meiner Annahme als nothwendige Folge der Zwillingsgrenze.

Eine eigenthümliche Erscheinung bilden die Aetzfiguren, welche in den Figuren 15 und 17 der zweiten Mittheilung^{**)} angegeben sind, indem von den Aetzgruben aus feine Spitzen unter der Oberfläche in den Krystall

^{*)} Vgl. O. Lehmann, Molekularphysik, 1, 337.

^{**)} Diese Zeitschr. 19, Taf. IV.

eindringen. Dass diese Spitzen nicht etwa mit ursprünglich vorhandenen Kanälen im Zusammenhange stehen, folgt schon daraus, dass sie bei vollständig klaren Krystallen nach dem Aetzen auftreten. Auch liesse sich eine solche Annahme mit der Beobachtung, dass sie immer an den bestimmten Enden der gewöhnlichen Aetzfiguren erscheinen, nicht vereinigen. Abgesehen davon, dass dieselben eine ganz gesetzmässige Orientirung zeigen, lassen sie sich aber auch an und für sich als Aetzgruben bei holoëdrischer Symmetrie nur schwer erklären. Es müsste sich bei ihrer Entstehung bald eine concentrirte Salzlösung bilden, welche das weitere Vordringen der Säure verhindern würde. Da nun aber die Axen des Krystalles enantiopolare Richtungen sind, so muss die Säure am Boden dieser ausgeätzten Höhlungen nach deren Spitze hin vordringen, an der Decke derselben dagegen in entgegengesetzter Richtung auflösend wirken, so dass im Innern eine continuirliche Strömung hervorgebracht wird.

Von besonderem Interesse sind ferner die bedeutend weniger angegriffenen Ränder, von welchen die einzelnen stärker geätzten Felder nach kurzer Behandlung mit Salzsäure eingefasst werden (Fig. 7a und 7b der zweiten Mittheilung). Sie verlaufen sowohl über die Zwillingsgrenzen nach (440) als auch über die Grenzlinien der verschiedenen Orientirung der anomalen Aetzfiguren. Sie sind demnach identisch mit den Stellen, von welchen aus das Wachsthum beginnt. Sie lassen darauf schliessen, dass hier die gleichmässige elektrische Polarisirung der Moleküle (und daher vielleicht auch die des Lösungsmittels) in Folge des Zusammentreffens zweier gleicher Pole gestört und deshalb der Angriff erschwert ist.

Eine ganz ähnliche Erscheinung wurde schon vor Jahren beim Boracit beobachtet. C. Klein*) erwähnt darüber Folgendes: »Schon Volger hat darauf gebührend hingewiesen und den Umstand betont, dass bei der Veränderung der (Boracit-)Krystalle ein Gerüst nach den Ebenen des Rhombendodekaëders erhalten bleibt, was bedeutend widerstandsfähiger ist als die ausfüllende Masse.« »Kann man sonach auch nicht das Gerüst in seinem Entstehen beobachten, so gelingt es doch bei der anfangenden Veränderung und dem Fortschreiten derselben im Krystalle dasselbe unzweifelhaft nachzuweisen. Wenn die Krystallmasse bei dem wachsenden Krystall ein solches Gerüst erfüllt, so werden Trichter gebildet, die von der Form einer vierseitigen Pyramide mit der Rhombendodekaëderfläche als Basis sich darstellen, entsprechend der Hartmann-Mallard'schen Annahme. In diesem Trichter sind die Dimensionen: Höhe der Pyramide, Parallele zu den kleineren und grösseren Diagonalen des basischen Schnittes drei ungleichwerthige Richtungen, denen die optischen Elasticitätsaxen in folgender Reihe: grösste, mittlere, kleinste, entsprechen. Durch das feste im Wachs-

*) Neues Jahrbuch für Mineral. 1880, 2, 246.

thum voranschreitende Gerüst sind also innerhalb desselben die Bedingungen gegeben, die ein Wachsen nach den rhombischen Zwischenaxen, ein »rhombisches Wachsthum« ermöglichen, und die sich einlagernde Krystallmasse kann beim Festwerden eine von kleinstem Theilchen auf kleinstes Theilchen wirkende, also sehr regelmässige, nach den oben erwähnten Hauptrichtungen orientirte Spannung dann erfahren, wenn man annimmt, die innerhalb des Gerüsts abgelagerte Masse erhalte durch die bei ihrer Ausscheidung frei werdende Wärme gegenüber dem Gerüst eine Aenderung der Temperatur und in Folge dessen bei der Abkühlung eine verschiedene Contraction. In dieser Annahme kann man, wie ich glaube, einen auf That-sachen gestützten Erklärungsversuch eines Theiles der Erscheinungen, die der Boracit darbietet, erblicken.«

In ganz analoger Weise kann man nach meiner Auffassung die hier besprochenen Erscheinungen erklären, wenn man annimmt, dass bei der Anlagerung der Moleküle eine dauernde elektrische Polarisirung derselben eintrete. Ohne Frage bilden hier die Rhombendodekaëderkanten die Hauptwachstumsrichtungen und von diesen aus erfolgt die Anlagerung über die beiden anliegenden Dodekaëderflächen symmetrisch in der Richtung einer Diagonale; diese muss demnach auch die Richtung eines Maximum der elektrischen Polarität bilden.

Der aus den von mir mitgetheilten Untersuchungen abzuleitende homogene (einfache) Aragonitkrystall besitzt keine Symmetrieebene, keine Axe und kein Centrum der Symmetrie; er müsste also nach der üblichen Bezeichnungsweise asymmetrisch-hemiëdrisch genannt werden. Er unterscheidet sich aber von einem wirklich asymmetrischen Krystalle dadurch, dass durch mehrfache Zwillingbildung eine geometrisch und optisch (von etwaigen Spannungen natürlich abgesehen) den Anforderungen der rhombischen Holoëdrie entsprechende Form hervorgehen kann. Die oben erwähnten Symmetrieelemente (Ebene, Axe und Centrum) genügen also nicht zur Definition einer Krystallfamilie. Der einfache Aragonitkrystall ist vielmehr als rhombisch-ogdoëdrisch zu bezeichnen.

4. Kalkspath von Nieder-Rabenstein.

Der Kalkspath von Nieder-Rabenstein in Sachsen ist in einem älteren Vorkommen in den Sammlungen verbreitet und von Frenzel (Mineralog. Lexikon für das Königreich Sachsen 1874, 51) genauer beschrieben. Ein davon abweichendes neueres Vorkommen ist in den letzten Jahren in grosser Menge in den Handel gelangt, ohne dass bis jetzt eine eingehendere Untersuchung desselben vorliegt. Eine kurze Mittheilung darüber habe ich in den Sitzungsberichten des naturwissenschaftlichen Vereins zu Mülhausen vom October 1889 veröffentlicht.

Herr G. Seligmann in Coblenz hatte die Güte, mich auf dieses Vorkommen aufmerksam zu machen, und mir aus seiner bekannten reichhaltigen Sammlung eine grössere Anzahl von Krystallen zur Untersuchung zu überlassen, zu denen ich später durch Kauf noch einige hinzu erwarb.

Man kann zwei ziemlich scharf getrennte Typen der völlig wasserklaren Krystalle unterscheiden: einen sklenoëdrischen und einen prismatischen.

Erster Typus.

Die zum ersten Typus gehörigen Formen bilden ziemlich grosse Krystalle bis zu 50 mm Länge. Als weitaus herrschende Form tritt das Sklenoëder $R3\{24\bar{3}4\}$, mit ziemlich glatten und einheitlichen Flächen auf. Die Enden werden abgestumpft durch das Sklenoëder $\frac{1}{2}R_2\{54\bar{6}7\}$, welches parallel zu seinen scharfen Kanten häufig gestreift ist; dazu treten noch die Flächen von $-\frac{1}{2}R\{04\bar{1}2\}$.

Die Mehrzahl derselben ist von Zwillingslamellen nach $-\frac{1}{2}R$ durch-

Fig. 4.

setzt, welche denselben einen eigenthümlichen monosymmetrischen Charakter aufprägen. Die Fig. 4 zeigt die Ausbildungsweise eines solchen Krystalles. Auf den Sklenoëderflächen e und f fallen eine Anzahl hervorstehender Rippen auf, von denen besonders die mit den Buchstaben g, h, k, o bezeichnete eine genaue Bestimmung zuliess. Sie rühren von Zwillingslamellen nach $-\frac{1}{2}R$ her. Die kleine Fläche $h = (3\bar{2}41)$ fällt mit der Fläche $d = (3\bar{1}\bar{2}4)$ des Hauptkrystalles genau in dieselbe Ebene; o ist die Zwillingsebene $-\frac{1}{2}R(04\bar{1}2)$ und geht der Fläche $c = (04\bar{1}2)$ des Hauptkrystalles parallel. g ist $-\frac{1}{2}R(\bar{1}042)$; $k = R3(24\bar{3}4)$; die zur Lamelle gehörigen Flächen $(1\bar{2}\bar{3}4)$ und $(\bar{1}3\bar{2}4)$ liegen unmittelbar über den

beiden grossen Sklenoëderflächen des Hauptkrystalles auf der Rückseite, sind deshalb in der Figur nicht angedeutet. Sie bilden mit diesen Winkel von $70^\circ 57'$. Sie treten hier nicht als einheitliche Flächen auf, sondern als eine Reihe paralleler Schüppchen, wie p und q auf den Flächen d und e . Die Zwillingslagen gehen meist alle parallel einer und derselben von den drei Flächen $-\frac{1}{2}R$, so dass die Schüppchen auf zwei benachbarten an einer stumpfen Kante zusammentretenden Flächen $R3$ [hier $(\bar{1}\bar{2}\bar{3}4)$ und $(\bar{3}241)$] in nur wenig gegen die Horizontale geneigten Reihen auftreten; auf den beiden Flächen von $R3$ rechts und links daneben, hier $(3\bar{1}\bar{2}4)$ und $(\bar{3}241)$, ist gar nichts von Lamellen oder nur höchstens eine Anzahl ganz feiner Streifen sichtbar, und endlich auf den beiden anderen unter einer scharfen Kante zusammenstossenden Flächen [hier $(24\bar{3}4)$ und $(\bar{2}3\bar{1}4)$] treten die Rippen heraus. Nur selten sieht man daneben auch Einlagerungen nach einer anderen der drei Flächen $-\frac{1}{2}R$. In der Figur ist diese Ausnahme durch

mit ∞R abwechselnd die oberen Flächen eines spitzen positiven Skalenoëders, deren Winkel in roher Annäherung etwa auf die Form $\{18.2.16.1\}$ führen könnten, deren schwankende Werthe jedoch eine genaue Bestimmung unmöglich machen. Von den beiden oberen Flächen dieses positiven Skalenoëders, welche über einer Prismenfläche auftreten sollten, ist aber nur die eine ausgebildet, und zwar die linke, so dass die drei unteren Prismenflächen a dann von einem parallelen Streifensystem von oben rechts nach unten links durchzogen sind. Es lagen mir im Ganzen 27 Krystalle dieser Art vor. Von den 84 hierhergehörigen Flächen zeigten etwa 30 diese Ausbildungsweise.

Seltener tritt ein doppeltes Streifensystem, welches zu einer stumpfen ausspringenden Kante zusammenstösst, auf; diese Kante endigt ohne Ausnahme genau an der stumpfen Kante von $R3$, mag diese letztere nun in der Mitte oder auch irgendwie am Rande über der Prismenfläche an diese herankommen. Dieses System wird hervorgebracht durch die beiden unteren Flächen eines ähnlichen negativen Skalenoëders, mit dem Prisma ∞R alternirend; es wurde bei etwa 18 Flächen beobachtet.

Endlich am seltensten ist die Erscheinung, dass zwei Streifensysteme zu einer einspringenden Rinne zusammenstossen. Auch hier wechseln die beiden unteren Flächen eines negativen Skalenoëders mit ∞R ab; aber die rechte und linke Fläche erscheinen im Vergleich zum vorigen Falle in ihrer Lage mit einander vertauscht. Dieser Fall wurde nur einmal beobachtet. Auf den übrigen unteren Prismenflächen a war keine ausgeprägte Zeichnung zu erkennen.

Bei den drei oberen Prismenflächen b fehlt die eigentliche Prismenebene vollständig; statt ihrer treten die oberen Flächen verschiedener vicinaler negativer Skalenoëder auf, die, in regelloser Weise mit einander abwechselnd, ganz unregelmässige ein- und ausspringende Winkel hervorbringen. Im Verhältniss zu den anderen Prismen sind die einzelnen einheitlichen Flächenpartien grösser; aber auch hier war eine genaue Bestimmung der Flächen nicht möglich; die Skalenoëder schwanken etwa zwischen $\{2.16.18.1\}$ und $\{3.40.43.2\}$; es wurden hier stets beide Skalenoëder, und zwar nur obere negative beobachtet.

Endlich ist noch das Grössenverhältniss der Skalenoëderflächen $R3$ bezeichnend. Bei den erwähnten 27 Krystallen mit 84 an den stumpfen Kanten benachbarten Flächenpaaren von $R3$ war nur bei zwei Paaren die Flächenausdehnung in der Streifenrichtung bei der linken Fläche grösser als bei der rechten; sonst immer die linke Fläche kleiner als die rechte. In weitaus den meisten Fällen ist dieser Grössenunterschied sehr beträchtlich; in vielen Fällen verschwindet die linke Fläche fast gänzlich. Fassen wir also diejenigen drei Flächen, welche oben links von den stumpfen Kanten liegen, als linkes, diejenigen, welche oben rechts davon liegen,

als rechtes hemimorphes Trapezoëder zusammen, so ist die Ausbildung des rechten Trapezoëders bedeutend mehr begünstigt.

Die vollständig verschiedene Ausbildung der drei unteren und der drei oberen Prismen beweist, dass dieser Typus hemimorph ist; das Zerfallen der positiven Skalenoëder $\{21\bar{3}4\}$ und $\{16.2.\bar{1}8.4\}$ in je zwei Trapezoëder, von denen ersteres beide in ungleicher Form, letzteres aber nur das eine Trapezoëder auftreten lässt, beweist, dass er tetartoëdrisch ist.

Zunächst rein geometrisch betrachtet ist dieser zweite Typus des Nieder-Rabensteiner Kalkspathes tetartoëdrisch-hemimorph, d. h. ogdoëdrisch ausgebildet.

Wie zuerst v. Kobell*) beobachtet, und dann G. Tschermak**) in ausführlicher Weise dargethan hat, ist der Dolomit nicht zu der rhomboëdrischen Hemiëdrie, sondern zur rhomboëdrischen Tetartoëdrie zu stellen. Es bedarf daher noch des Nachweises, ob die vorliegenden Krystalle des zweiten Typus nicht ebenfalls etwa zum Dolomit gehören.

Chemisch unterscheiden sich Kalkspath und Dolomit durch den Magnesiagehalt; der Normaldolomit enthält 54 % kohlens. Kalk, 46 % kohlens. Magnesia; andere Dolomite enthalten etwas weniger des letzten Carbonates. Ich fand bei der Analyse des oben beschriebenen Materiales nur 1 bis 2 % Magnesiumcarbonat.

Geometrisch unterscheiden sich Kalkspath und Dolomit durch den Rhomboëderwinkel. Bei Calcit ist $R : R = 74^{\circ}55'$, bei Dolomit $73^{\circ}45'$. An Spaltungsstücken des zweiten Typus fand ich absolut genau $R : R = 74^{\circ}55'$.

Physikalisch unterscheiden sich beide u. a. durch den Brechungsexponenten. Für Natriumlicht sind nach Rudberg:

$$\begin{array}{ll} \text{für Kalkspath } \omega = 1,6585, & \varepsilon = 1,4863, \\ \text{für Dolomit } \omega = 1,6847, & \varepsilon = 1,5026. \end{array}$$

Mit Hilfe eines polirten Prismas des genannten Vorkommens bestimmte ich:

$$\omega = 1,6586, \quad \varepsilon = 1,4862.$$

Dass also vorliegendes Vorkommen zum Kalkspath und nicht zum Dolomit gehört, ist unzweifelhaft.

*) Sitzungsbericht der bayer. Akad. 1862.

**) Mineral. Mitth. 1882, 4.