4. Ueber die Krystallform des Antimons.

Von Herrn H. Laspeyres in Aachen.

Hierzu Tafel XIII–XIV.

I. Vorkommen von Antimonkrystallen.

Krystalle von Antimon sind nicht nur in der Natur gefunden, sondern auch mehrfach künstlich dargestellt worden, oder haben sich bei metallurgischen Prozessen zufällig gebildet. Die natürlichen Antimonkrystalle gehören zu den grössten Seltenheiten und sind bisher nur in wenigen Exemplaren bei Andreasberg im Harze von F. A. Roemer gefunden worden. „Sie erreichen eine Grösse von 8 Linien“*). Das von anderen Fundorten bekannte Antimon sind krystallinisch-körnige Massen, an welchen man öfters die Spaltbarkeit gut studiren kann.

Künstliche Krystalle erhält man nicht schwer, aber auch nie gross und schön, durch den Ausfluss halb- und langsam erstarrter Antimon-Schmelzmassen. Solche Krystalle hat Marx**) zuerst beschrieben; sie erreichten die Grösse von einer viertel bis zu einer halben Linie. Später hat Elsner***) auf dieselbe Weise noch bessere, $\frac{1}{2}$—1 Linie grosse Krystalle sich verschafft. Lässt man das Antimon, wie es gewöhnlich in den Handel gebracht wird, ohne Ausfluss langsam erstarren, so bekommt man derbe späthige Massen, an denen man — wie zuerst Hauy†), später Marx**) u. A. — die interessanten Spaltungsbeobachtungen anstellen kann.

---

*) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1848. pag. 310 f.

**) Schweigger-Seidel, Journal f. Chem. u. Phys. LIX. 1830 pag. 211 ff.

***) Journ. f. pract Chem. XX. 1840. pag. 71.

†) Traité de Minéralogie II. ed. tom. IV. pag. 281. 1822. — Lehrbuch d. Mineralogie, übersetzt von Karsten und Weiss. 1810. Th. IV. pag. 342.

Auch durch Abkühlung von Hartblei, welches mit Antimon gleichsam übersättigt worden ist, kann man sich Antimonkrystalle verschaffen, wie Versuche auf der Bleihütte Münsterbusch bei Stolberg unweit Aachen kürzlich gezeigt haben. Das dort erzeugte und in schnell abkühlende Masseln gegossene, angeblich gegen 36 pCt. Antimon haltende Hartblei zeigt im Innern kleine Hohlräume, welche mit 1 bis 2 Mm. grossen, sehr rudimentär ausgebildeten Krystallen von Antimon bewandet sind. Etwas bessere und grössere Krystalle erhielt man auf derselben Hütte durch Umschmelzen grösserer Mengen Hartblei bei theilweisem Ausfliessenlassen und langsamer Erkaltung.*)

Ungleich schöner und grösser als die absichtlich dargestellten sind die durch Zufall bei metallurgischen Processen gebildeten Antimonkrystalle, welche in vielen Beziehungen sogar die natürlichen übertreffen. Die hübschen $4\frac{1}{2}$ Linien breiten und $\frac{1}{2}$ Linie dicken Krystalle, welche Hessel**) beschrieben hat, dürften solche gewesen sein.

Dieselben stehen aber an Grösse, Schönheit und krystallographischem Interesse denjenigen bei Weitem nach, welche der günstigste Zufall durch Unvorsichtigkeit der Hüttenarbeiter im verflossenen Jahre auf der Bleihütte Münsterbusch bei Stolberg unweit Aachen gebildet hatte, und welche der Generaldirector der Actiengesellschaft für Bergbau, Blei- und Zinkfabrication in Stolberg und in Westfalen, Herr E. Landsberg, mir zu übergeben die Gefälligkeit hatte.

Diese Krystalle haben nach einer vorläufigen Mittheilung***) zu dieser Abhandlung Veranlassung gegeben. In der vorläufigen Mittheilung besprach ich näher die wahrscheinlichen Bildungsumstände dieser Krystalle. Beim Gewinnen von antimonreichem Hartblei aus antimonhaltigen Abfällen der Hütte floss durch Versehen aus dem Schlackenloche Metall in den mit flüssiger Schlacke gefüllten Schlackentopf und gelangte dadurch hier sehr langsam in den festen Zustand. In

---

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874 pag. 326. — Journ. f. pract. Chem. IX. 1874 pag. 314.

**) N. Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1833 pag. 56 f.

***) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874 pag. 318 ff. — Journ. f. pract. Chem. IX. 1874 pag. 305 ff.

dem erstarrenden Erzkuchen entstand — vermuthlich durch zufälligen Ausfluss aus der halb erstarrten Masse — ein grösserer Hohlraum, welcher ganz mit Antimonkrystallen dick bewandet war. Diese Krystalle haben sich aus zu antimonreichem Hartblei, welches schliesslich die feurigflüssige Mutterlauge bildete, langsam auskrystallisirt. Ehe diese umhüllende Mutterlauge erstarren konnte, erhielt sie Gelegenheit, auszufliessen. Nur kleinere oder grössere Theilchen derselben blieben als Schmelzfluss durch Adhäsion auf den Krystallen zurück oder wurden eingeschlossen bei der Krystallisation, ohne der Schönheit und Form der Krystalle wesentlich Abbruch zu thun.

II. Krystallographische Kenntniss des Antimons.

Bis zum Jahre 1824 hielt man das damals nur in späthigen Stücken bekannte Antimon allgemein für tesseral. Die Schuld an dieser auffallenden Thatsache sucht Marx *) in dem grossen Ansehen, welches Romé de l'Isle unter den zeitgenössischen und nachfolgenden Mineralogen genoss. Dieser hatte nämlich den Satz ausgesprochen **), dass allen gediegenen Metallen der Würfel und das Octaëder als Grundform zukommen.

Höchst auffallend bleibt es, dass Hauy diesen Irrthum am Antimon nicht entdeckte, da er sich gerade ganz besonders eingehend mit der Spaltungsform dieses Metalles beschäftigt hat***). Sollte auch Hauy durch das Ansehen von Romé de l'Isle befangen gewesen sein, wie Marx es vermuthet?

An den künstlich dargestellten späthigen Stücken erkannte nämlich Hauy 20 „sehr deutliche" Blätterdurchgänge, also 10 Spaltrichtungen, und führte sie zurück auf das Octaëder und Dodecaëder.

1824 erkannte F. Mohs †) zuerst die rhomboëdrische

---

*) Schweigger-Seidel, Jahrbuch der Phys. u. Chem. LIX. 1830 pag. 211.

**) Cristallographie ou déscription etc. Paris 1783 vol. III. pag 2.

***) Lehrbuch d. Mineral., übersetzt von Karsten u. Weiss 1810 IV. pag. 342. — Traité de minéralogie II ed. 1822 IV. pag. 281.

†) Grundriss der Mineral. 1824 II. pag. 479. — Anfangsgründe der Mineral. 1824. I. pag. 496.. — Treatise on Mineralogy by F. Mohs translated by Haidinger, Edinburgh 1825. vol. II. pag 426. fig. 127.

Krystallform des Antimons an den natürlichen körnigen Stücken von Allemont im Dauphiné (Calanches Dpt. Isère) und beobachtete wie Hauy 10 Spaltrichtungen nach o R, $-\frac{1}{2}$ R, -2 R, ∞ P 2*). Den Endkantenwinkel $-\frac{1}{2}$ R bestimmte er zu ca. 117° 15′; daraus berechnet sich Winkel $-\frac{1}{2}$ R : o R = 143° 3′, der Endkantenwinkel R = 87° 39′.

1830 studirte Marx**) die leicht darstellbare Spaltungsform des gewöhnlich im Handel vorkommenden Antimons, wobei der im Wesentlichen die Beobachtungen von Mohs bestätigte und die von Hauy widerlegte, aber vermuthlich (siehe u. V.) durch eine irrthümliche Auslegung der Hauy'schen Beobachtungen, was erst in Folge der Rose'schen Arbeit über das Antimon wahrscheinlich gemacht werden kann, in etwas zu herber Weise Hauy beurtheilt hat, welcher bekanntlich in dem Erkennen feiner physikalischer Differenzen an Mineralien und Krystallen mit den damaligen Hilfsmitteln von keinem Zeit- und Fachgenossen erreicht wird.

Es gelang Marx ein schwachglänzendes Rhomboëder ($-\frac{1}{2}$ R) herauszuspalten, welches vollkommene Spaltbarkeit zeigte, und an welchem mit Leichtigkeit die sehr vollkommen spaltbare Basis (o R) zu spalten war. Also nur 4 Spaltrichtungen (3 + 1); die anderen, dagegen sehr untergeordneten von Hauy und Mohs beobachteten Spaltrichtungen konnte Marx nicht auffinden und erklärt deshalb diese entweder für nicht vorhanden***), oder für vielleicht nur am natürlichen Antimon vorkommend†), oder für scheinbar.††)

---

*) Die Zeichen hier und im Folgenden beziehen sich auf die Stellung der Krystalle nach Rose s. u., welcher das Spaltungsrhomboëder zu $-\frac{1}{2}$ R machte, während alle Vorgänger es als Hauptrhomboëder (R^1) genommen hatten.

**) Schweigger-Seidel, Jahrbuch der Phys. u. Chem. LIX. 1830. pag. 211.

***) l. c. pag. 215 Anm. „Jedoch möchte ich eher glauben, dass hier eine Conivenz (von Seiten Mohs) gegen die Autorität Hauy's stattfinde, der durchaus 20 Durchgangsrichtungen beobachtet haben will.“

†) l. c. pag. 215 Anm. „Ob sich diese (untergeordneten Spaltflächen) wirklich an dem natürlich vorkommenden Metalle vorfinden, kann ich aus Mangel eigener Untersuchung mit demselben nicht beurtheilen.“

††) l. c. pag. 214. „wenn sich mehrere zu zeigen scheinen, so rührt dieses entweder davon her, dass verschiedene Stücke des Metalles

Wie weit und unter welchen Umständen es gelingt, die Beobachtungen von Hauy, Mohs und Marx in Uebereinstimmung zu bringen, kann erst unten (V.) erörtert werden.

An einem seiner Spaltungsstücke konnte Marx im Reflexionsgoniometer den Winkel o R : — $\frac{1}{2}$ R messen. Er fand bei 8 maligem Repetiren 142° 5′, „wobei höchstens ein Irrthum von 2 Minuten stattfinden durfte.“ Daraus berechnet sich Endkantenwinkel — $\frac{1}{2}$ R = 116° 59′ und Endkante R = 87° 28′.

In Folge dieser Beobachtungen stellte sich Marx durch Schmelzung (s. o. I.) die künstlichen Krystalle dar. Sie waren „entweder isolirt für sich, oder symmetrisch an einander gereiht und gruppirt“, und zeigten nur das würfelähnliche Rhomboëder R von 87° 28′, an welchem o R und — $\frac{1}{2}$ R als Spaltflächen (nie als Krystallflächen) auftreten konnten. Diese Rhomboëder sind aber „selten vollständig ausgebildet, meist liegen — was auch schlecht und undeutlich abgebildet wird — eine Menge kleiner Individuen in paralleler Stellung den Kanten entlang aneinander.“ „Die Höhlungen im Antimonkuchen sind ganz mit einfach- oder doppelt-dreiseitigen Pyramiden bekleidet, welche an den Kanten eine treppenartige Aufschichtung und in der Mitte der Flächen Vertiefungen und somit ein Skelett des Rhomboëders zeigen.“ Das sind die sogen. gestrickten Aggregate, aus deren näherer Beschreibung soviel deutlich hervorgeht, dass unter den Krystallen keine Zwillinge gewesen sein können, weil die Spaltbarkeit o R ungestört und parallel durch das oft verworrene Aggregat von z. Th. mikroskopischen Individuen „als sicherer Leitstern“ geht.

1833 bestätigt Hessel*) diese Marx'schen Beobachtungen an seinen, wohl durch Zufall erzeugten Krystallen (s. o. I.); denn auch er hat nur Spaltrichtungen nach o R und — $\frac{1}{2}$ R beobachten können. Diese Flächen werden zwar als Krystallflächen angegeben und abgebildet, allein nach der Streifung dürften es wohl nur zufällig entstandene Spaltflächen sein (s. u. III. §. 1., 2. u. 3.).

---

beim Erstarren sich in besonderen, aber stets unregelmässigen Lagen und Ebenen zusammengesetzt haben, oder dass man beim Versuchen mit einem scharfen Messer an dem etwas milden und schneidbaren Antimon erst solche Flächen gewaltsam hervorbringt.“

*) N. Jahrbuch f. Min. etc. 1833. pag. 56 f.

Die 1840 von Elsner*) erwähnten künstlichen Antimonkrystalle sind nur Rhomboëder (R), welche die Marx'schen Angaben ebenfalls bestätigen.

1848 beschreibt F. A. Roemer**) in einer kurzen brieflichen Mittheilung an Bronn die ersten und bisher einzigen natürlichen Antimonkrystalle von Andreasberg und erläutert die Beschreibung mit einer Abbildung. Wenn alle Flächen der verschiedenen Krystalle an einem Krystall zusammengetragen werden, erscheint derselbe als ein Individuum mit oR^1, R^1, $-2R^1$, $4R^1$, $-\frac{1}{2}R^1$, ∞R^1, $\infty P\,2$, $\frac{5P\frac{10}{3}}{2}$ (nach Rose = oR, $-\frac{1}{2}R$, R, $-2R$, $\frac{1}{4}R$ u. s. w.). Obwohl die Beschaffenheit der Flächen keine genaue Messung gestattete, liessen die ungefähren Messungen und die Beschaffenheit der Flächen Roemer schon richtig vermuthen, dass diese Krystalle nicht Individuen seien, sondern auf Zwillingsbildung beruhen, bei welcher die Individuen von oR, $-\frac{1}{2}R$. R . $\frac{1}{4}R$ begrenzt würden, was G. Rose schon bald darauf in seiner bekannten, nur leider Wenigen zugänglichen Abhandlung „über die Krystallform der rhomboëdrischen Metalle, namentlich des Wismuths“ ***) bewies.

Zu dieser Abhandlung wurden die künstlichen Krystalle von Elsner und die natürlichen aus Andreasberg von Roemer G. Rose zur Disposition gestellt.

Zunächst wird darin für alles Antimon die von Mohs angegebene, später bestrittene Spaltbarkeit nach 10 Richtungen bestätigt. Da die natürlichen Krystalle keine Spiegelmessung erlaubten, versuchte Rose zur Ermittelung der noch zweifelhaften krystallographischen Elemente des Antimons die Messung der künstlichen Krystalle, welche nur R zeigten, obgleich die Flächenbeschaffenheit, ihr geringer Glanz und ihre treppenartige Vertiefung die Messung sehr erschwerten: „ihre Flächen sind nicht sehr glänzend, aber sie sind immer noch glänzender

---

*) Journ. f. pract. Chemie XX. 1840. pag. 71.

**) N. Jahrb. f. Miner. u. s. w. 1848. pag 310. f

***) Abhandlungen d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1849. pag. 73 ff., 2 Tafeln (1. Antimon pag. 73—82). — Auszüge in: Pogg. Ann. LXXVII. 1849. pag. 143 ff. — N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1849. pag. 566 ff. — Journ. f. pract. Chemie XLIX. 1850. pag. 158 ff. — Monatsberichte der Berl. Akad. 1849. pag. 137 ff. u. s. w.

als die dem Hauptrhomboëder (unser $-\frac{1}{2}$ R) parallel gehenden Spaltflächen, welche Marx gemessen hat, daher ich (G. Rose) es nicht für überflüssig hielt, sie auch zu messen."

Der Supplementwinkel der Randkante eines Krystalls wurde 6 Mal gemessen:

Minimum . . .	88°	3′
Maximum . . .	88	$13\frac{1}{2}$
Mittel	88	$8\frac{1}{8}$
Randkantenwinkel	91	$51\frac{7}{8}$ *)

Der Supplementwinkel der Endkante eines zweiten Krystalls wurde 6 Mal gemessen:

Minimum . . .	92°	$23\frac{3}{4}$′
Maximum . . .	92	$28\frac{1}{2}$
Mittel	92	$25\frac{1}{3}$
Endkantenwinkel.	87	$34\frac{2}{3}$

„Die Mittel beider Messungen weichen demnach um 33′ von einander ab, da indessen der Krystall, welcher zur zweiten Messung gedient hatte, bessere Bilder reflectirte als der erstere, so ziehe ich (Rose) es vor, die erste Messung gänzlich zu verwerfen, als aus beiden das Mittel zu nehmen." „Der somit gefundene Endkantenwinkel 87° 35′ liegt zwischen den Winkeln 87° 39′ und 87° 28′, die Mohs und Marx erhalten haben, nähert sich aber mehr dem ersteren." „Obgleich er der Beschaffenheit der Flächen halber auch nicht für ganz genau zu halten ist, so kann ich (Rose) ihn aus den angegebenen Gründen dem von Marx erhaltenen nicht nachstellen, wenngleich derselbe anführt, dass seine Angabe einen Fehler von nur höchstens 2 Minuten einschliessen möchte."

Im Gegensatze zu allen früheren Bearbeitern des Antimons, welche wie beim Kalkspathe das als Krystallform äusserst seltene Spaltungsrhomboëder zum Hauptrhomboëder wählten, hält es Rose für zweckmässig, das mit dem Endkantenwinkel von 87° 35′ als Hauptrhomboëder anzunehmen, da es bei künstlichen Krystallen in der Regel allein vorkommt,

---

*) Hier wie anderweitig sind bei den Zahlen Druckfehler in der Abhandlung.

und auch bei den übrigen rhomboëdrischen Metallen in der Regel herrscht. Da meines Wissens alle Mineralogen dieser Annahme beigetreten sind, bin ich ihr gefolgt.

Aus dem Endkantenwinkel von R = 87° 35′ berechnet G. Rose:

$$a:c = 1:1{,}3068 \ldots.$$
$$= 1{,}7652 : 1$$

Endkantenwinkel . .	$-2R$	=	69°	23′
„ . .	$-\frac{1}{2}R$	=	117	8
„ . .	$\frac{1}{4}R$	=	144	24
Combinationswinkel .	$R:oR$	=	123	32
„	$-2R:oR$	=	108	20
„	$-\frac{1}{2}R:oR$	=	142	58
„	$\frac{1}{4}R:oR$	=	159	26
Flächenwinkel von	R	=	87	0,5
Endkante R : Axe c		=	52	58

Von diesen Flächen sind am Antimon als Krystallflächen bekannt:

1. an natürlichem : R, $-\frac{1}{2}R$, $\frac{1}{4}R$, oR
2. an künstlichem : R, (Elsner, Marx, Hessel)
   $-\frac{1}{2}R$ (? Hessel)
   oR (? Hessel)

Ebenso wie an den Präparaten von Marx sind auch nach G. Rose an den Stücken von Elsner isolirt ausgebildete Krystalle viel seltener als solche in paralleler, vielfach aggregirter Stellung. Soviel man aus der wenig verständlichen Darstellung dieser Aggregate von Marx urtheilen kann, zeigen die Präparate von Marx und Elsner dieselbe Aggregation. Zum Vergleiche derselben mit der später zu beschreibenden von den mir vorliegenden Krystallen von Münsterbusch, welche davon abweicht, lasse ich die Rose'sche Beschreibung folgen, indem ich allerdings in Bezug auf die zugehörige Abbildung auf die Originalarbeit oder auf die Copie in Rammelsberg, Handbuch der krystallographischen Chemie 1855 pag. 19, verweise:

„Eine Reihe Rhomboëder (R) nämlich, nach oben stetig kleiner werdend, sitzen in paralleler Stellung mit ihren Endecken aufeinander; jedes derselben ist aber mit Schalen von

Rhomboëdern bedeckt, die aber bei den oberen in der Mitte der Flächen nicht mehr zusammenhängen und nach den Seitenecken zu immer kleiner werden. Gewöhnlich sind die Schalen in der Richtung der horizontalen Diagonalen der Flächen nicht ausgebildet; sie zerfallen nun nach den Seitenecken zu in immer kleiner werdende Rhomboëder, die in der oberen Endkante und den zwei unteren Seitenkanten der Seitenecken anliegen und besonders in der Richtung der horizontalen Diagonalen tiefe Rinnen bilden. Die nach einer Seitenecke auslaufenden Rhomboëder bilden auf diese Weise dreikantige, in der Mitte der Flächen vertiefte Spitzen, von denen nun drei von einem Mittelpunkte sich so verbreiten, dass ihre Axen in einer und derselben Ebene liegen und unter Winkel von 120° aufeinander stossen. Dergleichen dreistrahlige Gruppen liegen nun in verticaler Richtung aufeinander, werden nach oben immer kleiner und die ganze Gruppe erscheint so als die Endecke eines spitzen Rhomboëders, das in der Richtung der schiefen Diagonalen eingesunken ist. Es ist also dieselbe Gruppirung, die so schön im regulären Krystallsystem, z. B. bei dem gediegenen Silber oder Speiskobalt vorkommt und die Werner als besondere äussere Gestalt mit dem Namen der gesrickten bezeichnet hat."

Dass in diesen Aggregaten auch keine Zwillingsbildung zu beobachten ist, führt Rose speciell an. Künstliche Zwillinge sind also bisher noch nicht gefunden worden.*)

Zum Schlusse beschreibt Rose die natürlichen Antimonkrystalle von Andreasberg, welche niemals Individuen, sondern sehr interessante und complicirte Vierlinge und Sechslinge sind, wie es Roemer schon vermuthet hatte. Schöne Abbildungen ergänzen die Beschreibung.

Alle Krystalle sind Berührungszwillinge; Zwillingsebene ist $-\frac{1}{2}$R und die Zusammenwachsungsfläche von je zwei Individuen aber ist eine Fläche senkrecht zur Endkante von R (und zur Fläche $-\frac{1}{2}$R). Ihre Endkanten von R liegen also in ihrer gegenseitigen Verlängerung.**)

---

*) Rose, Abhandl. der Berl. Akad. 1849. pag. 79. — Marx, Schweigger-Seidel, Journ. f. Chem. u. Phys. LIX. 1830. pag. 217 f.

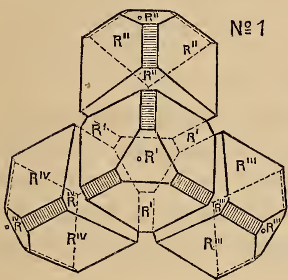
**) Das Zwillingsgesetz des Rothgiltizerzes (Mohs, Haidinger), nur liegen hier die Endkanten $-\frac{1}{2}$R in gleicher Lage und die Zusammensetzungsebene ist also senkrecht zu dieser Endkante.

An jedes Individuum können sich also 3 andere Individuen in Zwillingsstellung heranlegen und an jedes der letzteren wieder zwei andere.

Die Hauptaxen der Zwillings-gestellten Individuen bilden somit einen Winkel von $74^0\ 4'$ und ihre o R einen von $2 \times 52^0\ 58' = 105^0\ 56'$.

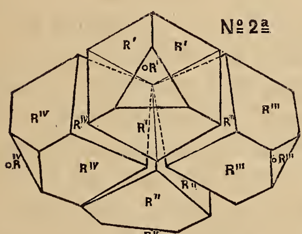
G. Rose hat folgende Fälle beobachtet:

I. Vierlinge.*)

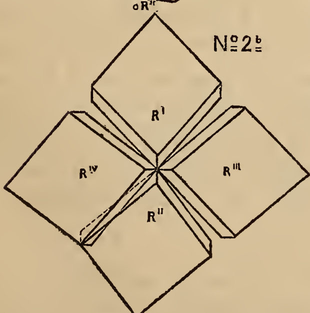


№ 1

A. Um ein mittleres Individuum sind 3 gruppirt. Vergleiche den Holzschnitt No. 1, in welchem o R des mittleren Individuum Projectionsebene ist. $oR^1 : oR^{11} = oR^1 : oR^{111} = oR^1 : oR^{1V} \doteq 105^0\ 56'$.



№ 2a



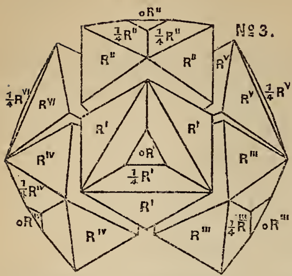
№ 2b

B. Alle 4 Individuen sind ringförmig so aneinander geschlossen, dass sie eine Fläche R gemeinsam haben. Im Holzschnitte 2b ist diese Allen gemeinsame Fläche die Projectionsebene; im Holzschnitt No. 2a die Fläche oR^1

$$oR^1 : oR^{111} = oR^1 : oR^{1V} = oR^{111} : oR^{11} = 105^6\ 56'$$
$$oR^{11} : oR^{1V} = 114^0\ 26'.$$

*) Früher in Andreasberg vorgekommene Krystalle der Berliner Universität.

II. Sechslinge.*)



Um einen Zwilling, dessen Individuen noch je 2 freie Endkanten R haben, als Mittelpunkt legen sich 4 andere Individuen herum. Im Holzschnitt No. 3 ist oR^1 die Projectionsebene.

$oR^1 : oR^{111} = oR^1 : oR^{1V} = oR^1 : oR^{11} = oR^{11} : oR^V = oR^{11} : oR^{V1} = 105^0\ 56'$

$oR^V : oR^{111} = oR^{V1} : oR^{1V} = 114^0\ 26'$.

1861 will J. Cooke jun. die noch nicht wieder bestätigte Beobachtung gemacht haben, dass das Antimon — wie das isomorphe Arsen — unzweifelhaft tesseral krystallisire (O . ∞ O ∞ . ∞ O.), wenn Antimonwasserstoff im Wasserstoffstrom geglüht wird, und leitet daraus die Dimorphie beider Metalle ab.**)

1861 hat K. W. Zenger die letzte Mittheilung über die Krystallform des Antimons gemacht.***) Er mass neben anderen rhomboëdrischen und tesseralen Krystallen natürlich und künstlich krystallisirte Antimone unter dem Mikroskop in ihren Kantenlängen und berechnete daraus die Kantenwinkel. Er fand so den Endkantenwinkel von R an gediegenem Antimon im Mittel aus 6 Beobachtungen 87° 14′ 38″ nnd bei Berücksichtigung des Gewichts jeder Messung 87° 6′ 10,8″, an den künstlichen Krystallen im Mittel aus 2 Messungen = 87° 10′ 33″ und bei Berücksichtigung des Gewichts der Beobachtungen 87° 4′ 18″. Das Mittel der aus den Beobachtungen der natürlichen und künstlichen Krystalle berechneten Winkel giebt im ersten Falle 87° 12′ 35,5″, im zweiten Falle 87° 5′ 14,4″.

Die Resultate dieser Messungen weichen mithin um 14 bis 34′ von den oben mitgetheilten ab. Diese Differenz er-

---

*) Der von Roemer abgebildete und beschriebene Krystall.

**) Silliman, The american Journal of science a. arts (2) XXXI. No. 92. 1861. pag. 191 ff. und Journ. f. pract. Chemie 1861. LXXXIV. pag. 479.

***) Sitzungsberichte d. math. naturw. Classe d. kais. Ak. d. Wiss. in Wien 1861. XLIV. (II.) pag. 311 ff.

klärt Zenger durch Beobachtungsfehler, welche bei Reflexionsgoniometer-Messungen nicht kleiner sind als bei der von ihm angewandten Methode, und durch fremde Beimischungen. Das natürliche Antimon wurde nicht chemisch untersucht, das künstlich erzeugte enthielt einer qualitativen Analyse zufolge ziemlich viel Eisen und etwas Blei.

Aus den Mittheilungen dieses Abschnitts geht hervor, dass trotz der zahlreichen Arbeiten über das Antimon von Seiten der ersten Mineralogen des letzten Säculum die Krystallform dieses Metalles noch nicht so ermittelt werden konnte, als es wünschenswerth ist.

Die Krystalle von Münsterbusch werden die Kenntniss dieser Form theils bestätigen, theils erweitern, theils berichtigen und die Isomorphie mit den anderen rhomboëdrischen Metallen noch inniger darstellen.

III. Die Krystalle von Münsterbusch.

§. 1. Die Individuen.

Die Krystalle von Münsterbusch haben jede Grösse bis zu der maximalen Länge von 15 Mm. bei prismatischem Habitus; durchschnittlich sind sie 3—5 Mm. gross. Je nach der Grösse haben sie sehr mannigfaltiges Aussehen durch normale oder abnorme Ausbildung der Flächen, durch Verschiedenheit der Combination, durch parallele Aggregation und durch Zwillingsbildung. Je kleiner die Krystalle sind, um so einfacher und normaler sind sie ausgebildet.

1. Das Hauptrhomboëder R

zeigen ohne Ausnahme alle Krystalle. Fast immer bedingt es durch sein Vorwalten den Habitus der Combinationen (Taf. XIII. Fig. 2—6) und bei den kleinen Krystallen kommt es gar nicht selten selbstständig vor (Taf. XIII. Fig. 1). Von allen Krystallflächen zeigt es die grösste Neigung zu treppenartig vertiefter Ausbildung und deshalb auch die meiste Anhäufung von Schmelzfluss. Nur die kleinen Krystalle unter 2—3 Mm. Grösse haben ebene Ausbildung der Flächen und die ganz kleinen sind normal und vollkommen spiegelnd.

2. Die Basis oR

findet sich bei den meisten Krystallen als kleinere oder grössere, gleichseitig-dreieckige Abstumpfung der Endecke von R (Taf. XIII. Fig. 2). In der Regel geht sie aber gerade durch die Randecken von R (Taf. XIII. Fig. 3) und in einzelnen Fällen erscheinen die Krystalle, wie die Eisenglimmer, als hexagonale Tafeln (Taf. XIII. Fig. 3c, 3d Zwillinge). Der Basis folgt die erste Spaltbarkeit, sie erscheint deshalb oft nicht als Krystall-, sondern nur als Spaltfläche. Als Erstere ist sie, wenngleich recht gut, so doch niemals in dem Grade vollkommen ausgebildet wie als Letztere, so dass beide leicht zu unterscheiden sind. Als Spaltfläche bildet oR meist einen ununterbrochenen ebenen Spiegel ohne Makel und zeigt nur selten eine äusserst zarte trianguläre Streifung parallel den selten vorhandenen Combinationskrystallkanten mit $-\frac{1}{2}$R, weil letzterer Fläche die zweite Spaltbarkeit folgt. Als Krystallfläche ist sie stets besser, ebener und vollkommener ausgebildet als das Hauptrhomboëder, ist viel seltener, unregelmässiger, nie so stark zur treppenartigen Vertiefung disponirt, ist lebhafter glänzend und weniger mit Tröpfchen von Mutterlauge bedeckt. Manchmal erscheint sie auch buckelig und wellig. Das und die Spaltbarkeit orientirt rasch an den Krystallen namentlich an den Zwillingen. Ist die Treppung von oR zufällig sehr zart, so erscheint oR triangulär gestreift, aber die Streifen gehen den vorhandenen Combinationskanten mit den benachbarten Flächen R parallel zum Unterschiede von der gestreiften Spaltfläche oR.

An künstlichen Krystallen dürfte danach hier die Basis zuerst als Krystallfläche beobachtet worden sein, denn an den Krystallen von Hessel (s. o. II.) ist es mir zweifelhaft, weil daran $-\frac{1}{2}$R wegen der Streifung wohl nur Spaltfläche sein kann.

2. Das erste stumpfere Rhomboëder $-\frac{1}{2}$R

erscheint an den beschädigten Krystallen sehr gerne wegen seiner vollkommenen Spaltbarkeit als schmalere oder breitere gerade Abstumpfung der Endkanten R (Taf. XIII. Fig. 4). Dass es Spaltflächen sind, sieht man an der horizontalen Streifung durch Oscillation mit der ersten Spaltfläche. Deshalb vermuthe ich, dass diese von Hessel (s. o. II.) als

Krystallfläche angegebene Fläche auch nur Spaltfläche ist. Alle anderen bisher beobachteten künstlichen Antimonkrystalle haben stets nur das Hauptrhomboëder gezeigt. An den natürlichen Antimonkrystallen von Adreasberg hat Rose sie auch nicht als Krystallfläche gefunden; er giebt nur an*), wo sie auftreten müsste an dem Sechslinge. Roemer**) hat sie dort gezeichnet, weil er sie an einem Krystalle — aber nicht an dem abgebildeten und best erhaltenen — deutlich beobachtet hat, aber möglicher Weise auch nur als Abspaltung der Ecken, welche stets von 2 Individuen gebildet werden.

An mehreren Krystallen von Münsterbusch tritt $-\frac{1}{2}$R aber auch ungestreift, glänzend (aber nicht so lebhaft als oR und R), z. Th. mit Schmelzfluss bedeckt, also unzweifelhaft als Krystallfläche auf, aber stets nur äusserst schmal (Taf. XIII. Fig. 6). Man kann sich im Goniometer davon überzeugen, dass sie gerade Abstumpfung der Endkante R ist. Das folgt aber auch aus der ihr folgenden Spaltbarkeit.

Nicht selten erscheint diese Krystallfläche an den tafelförmigen Krystallen (Taf. XIII. Fig. 3, 3c, 3d) als schmale Abstumpfung der scharfen Combinationskanten oR:R.

4. Das Deuteroprisma ∞P2.

An seltenen Krystallen, aber ganz unzweifelhaft, erscheint eine äusserst schmale gerade Abstumpfung der Randkanten von R, also das Deuteroprisma (Taf. XIII. Fig. 6). Es ist als Krystallfläche für die rhomboëdrischen Metalle hier zuerst beobachtet.***) An denselben Krystallen tritt auch $-\frac{1}{2}$R auf und

5. das erste schärfere Rhomboëder -2R

als kleine Abstumpfung der Randecken (Taf. XIII. F. 6, Taf. XIV. F. 10). Diese bisher nur am Wismuth†) und Tellurwismuth††)

---

*) Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 81.

**) N. Jahrb. f. Mineral. 1848. pag. 310 (h und d′).

***) Wenn man nicht das von Rose (l. c. pag. 95 ff.) zweifelhaft gelassene hexagonale Prisma des Zinks als ∞P 2 nimmt, oder wenn man nicht das Prisma des künstlich aus Tellurkalium dargestellte Tellur, wie Naumann (Mineralogr. 1874. pag. 576) es deutet, als Deuteroprisma auffasst (vergl. Rose, Abhandl. pag. 88. t. I. f. 9.).

†) Rose l. c. pag. 78. Anmerkung.

††) Rose l. c. t. 2 f. 14.

bekannte Krystallfläche ist als solche für Antimon neu. Dass sie wirklich $-2R$ ist, nicht etwa das am Tellur, Osmiridium und Zink (?) beobachtete Protoprisma oder $-mR$, erkennt man an der ihr folgenden dritten Spaltbarkeit und konnte an einer grösseren, das Licht leidlich reflectirenden Fläche im Goniometer mittelst allgemeinen Lichtreflexes einer nahen Lichtquelle gemessen werden:

Horizontaler Kantenwinkel $-2R:R$
gefunden $129^\circ\ 20'$
berechnet $128^\circ\ 41'\ 17''$

Die Flächen sind eben und gut, nicht gestreift, aber auch nicht glänzend.

6. Das Scalenoëder $-\frac{1}{8}R5$.

An einem kleinen, nur ein Kubikmillimeter grossen, aber gut ausgebildeten Krystalle (Zwilling wie Taf. XIII. Fig. 1b) fand sich eine schiefe Abstumpfung einer einzigen Endkante R, also eine Fläche eines Scalenoëders aus der Zone der Endkante des Hauptrhomboëder. Der Winkel zwischen dieser Fläche und R konnte mit Sicherheit nicht gemessen werden, denn, obwohl R jedes Signal reflectirte, gab es keins, welches deutlich von der Scalenoëderfläche gespiegelt wurde. Ich versuchte deshalb, diese Kante, wie es Websky und vom Rath für ganz dieselben Fälle beim Quarz gethan haben, durch Reflex einer dem Goniometer sehr genäherten hellen Lichtquelle zu messen. So ergaben alle Messungen ganz nahe um $147^\circ\ 10'$ herum. Man kann diesen Winkel als Mittelwerth annehmen, wenn man sich nicht verhehlt, dass solche Messungen Fehler bis zu einem Grade wohl begehen können. Allein selbst solche Messungen können zur Berechnung der in einfachem Verhältnisse stehenden Axenlängen mit Vorsicht benutzt werden.

Aus diesem Winkel $R:\frac{mPn}{2} = 147^\circ\ 10'$ berechnet sich der Endkantenwinkel vom Scalenoëder, welches die Endkante von R zuschärft $= 152^\circ\ 46'\ 50''$ und die andere Endkante zu $133^\circ\ 39'\ 55''$. Es ist also ein negatives Scalenoëder mit dem Randkantenwinkel $= 77^\circ\ 54'\ 44''$, also genau das Scalenoëder $-0{,}1547\ R\ 3{,}976$, also sehr nahe $-\frac{2}{13}R4$, dessen

Endkantenwinkel 152° 42′ 26″ und 133° 41′ 18″ erheischen. Diese Formel ist aber nicht einfach und deshalb unwahrscheinlich. Dem Ausdrucke — 0,1547 R 3,976 entspricht genau die Formel

4,344 a : 1,626 a : 2,598 a : c, welche dem Verhältnisse
4 a : 1,6 a : 2,666 a : c oder
4 a $\frac{8}{5}$ a $\frac{8}{3}$ a : c

gleich $-\frac{5}{8}$ P $\frac{5}{3}$ = $-\frac{3}{8}$ P $\frac{3}{2}$ sehr nahe kommt.

Dieser letzte Ausdruck entspricht genau der Naumann'schen Formel $-\frac{1}{8}$ R 5.

Von diesem einfachen Scalenoëder berechnet sich

der stumpfe Endkantenwinkel	= 150°	32′	17″
„ scharfe „	= 135	9	25
„ Combinationswinkel mit R	= 148	17	17

während 147° 10″ also 1° 7′ 17″ weniger gemessen wurde, wie bei der Methode dieser Messung zu erwarten steht. Dieses Scalenoëder ist das erste, welches an den rhomboëdrischen Metallen beobachtet worden ist. In Fig. 5 Taf. XIII. ist es mit allen Flächen und mit R und oR combinirt dargestellt worden.

Das vereinzelte Auftreten dieser Fläche erinnert lebhaft an dasjenige der entsprechenden Flächen am Quarze.*) Ohne aus diesem seltenen Falle irgend weitere Schlüsse ziehen zu wollen, muss man bei neuen Erfunden von Antimonkrystallen jene Beobachtung im Auge behalten, um zu erfahren, ob dieses Metall vielleicht tetartoëdrisch krystallisirt. Ich würde nicht wagen, diese vage Vermuthung auszusprechen, wenn sie nicht G. Rose**) für das isomorphe Tellur schon in Anregung gebracht hätte. Die aus Tellurkalium erhaltenen dünnen nadelförmigen Krystalle zeigen nämlich ein Prisma, welches Rose als Protoprisma annehmen zu müssen glaubt***) und eine

---

*) Des Cloizeaux, Mémoire sur la cristallisation du Quartz 1858. pag. 100 f. — G. vom Rath, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXII. 1870. pag. 623. — Websky, N. Jahrb. f. Miner. u. s. w. 1871. pag. 901 ff. — Laspeyres, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. XXVI. pag. 334.

**) Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 88 f. fg. 9. tf. 1. und deren genannte Auszüge.

***) Vergl. Naumann, Mineralogie 1874. pag. 576, wo das Prisma als ∞P 2 und die Zuspitzung als R genommen wird.

dreiflächige Zuspitzung (Fläche gerade aufgesetzt auf die abwechselnden Prismenkanten), welche entweder dem Trigonoëder des Quarzes $\frac{2P2}{4}$ oder einem Rhomboëder in diagonaler Zwischenstellung zwischen den positiven und negativen Rhomboëdern*) entspricht. Bei der Kleinheit und Unvollständigkeit der Krystalle konnte Rose nicht bestimmen, ob am ausgebildeten unteren Ende die parallelen Flächen der oberen oder wie am Quarze die nichtparallelen vorkommen. Auch am Antimon ist bisher noch keine Andeutung zu finden, ob man in diesem Falle rhomboëdrische oder trapezoëdrische Tetartoëdrie vor sich haben würde.

7. Habitus der Individuen.

Die Krystalle haben theils einen rhomboëdrischen Habitus (Taf. XIII. Fig. 1 — 6), theils sind sie — wenngleich selten — tafelförmig nach oR, theils sind sie prismatisch durch Ausdehnung nach einer Kantenzone vom Hauptrhomboëder. Mit dieser Richtung sind die Krystalle dann auch in der Regel aufgewachsen und erscheinen dadurch monoklin (Taf XIV. Fig. 10). Sie zeigen also dieselbe Ausbildungsweise wie die von G. Rose beobachteten künstlichen Krystalle des Wismuths.**)

§. 2. Zwillinge.

Während alle bis jetzt bekannten natürlichen Antimonkrystalle als Viellinge, alle künstlichen als isolirte oder parallel aggregirte Individuen sich erwiesen haben, sind, wie es scheint, alle Krystalle von Münsterbusch Zwillinge. Sie erscheinen nur manchmal als einfache Krystalle, wenn man sie von der Unterlage abgebrochen hat, weil diese von dem anderen Individuum des Zwillings gebildet wird. Jedes Individuum steht zu einem benachbarten in Zwillingsstellung.

Alle Zwillinge sind nach demselben Gesetze gebildet: Zwillingsebene, welche zugleich Zusammenwachsungsfläche ist, ist $-\frac{1}{2}$R. Die beiden Individuen haben $-\frac{1}{2}$R gemein und sind um eine dazu senkrechte Zwillingsaxe um 180° gedreht.

---

*) Rhomboëder zweiter Art von Naumann.

**) Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 90.

Es ist dieses das Gesetz der natürlichen Antimonkrystalle von Andreasberg nur in anderer (dazu senkrechter) Zusammenwachsung der Individuen, wodurch die natürlichen und künstlichen Zwillinge ganz verschiedenes Aussehen erhalten.

Dasselbe Zwillingsgesetz mit demselben Aussehen der Krystalle ist an anderen rhomboëdrischen Mineralien, z. B. Kalkspath, bekannt. Am künstlichen Wismuth und Arsenik ist es schon früher von Rose*) genau so beobachtet worden und von v. Zepharovich**) kürzlich am natürlichen Arsenik von Joachimsthal in Böhmen.

Die Figuren 1a, 2a, 3a, 3c, 7a auf Tafel XIII. stellen diese meist hemitropen Juxtapositions-Zwillinge in rhomboëdrischer Ausbildungsweise und Stellung in den häufigsten Combinationsformen dar.

Noch weit häufiger als die Individuen sind diese Zwillinge nicht rhomboëdrisch, sondern prismatisch nach der Kantenzone des Hauptrhomboëders entwickelt und gestellt, in welcher auch die Contact- und Zwillingsebene liegt (Taf. XIII. Fig. 1b, 2b, 3b, 3d, 7b). Dadurch erscheinen die Krystalle rhombisch mit hemimorpher Ausbildung oben und unten. Sie bilden scheinbar rhombische, fast quadratische Prismen von ca. 87 und 93° ***), in deren brachydiagonalem Hauptschnitte die Zwillingsebene liegt. Die dritten Paare der Flächen R und R^1 bilden an diesem Prisma ein ganz stumpfes Doma von ca. $171\frac{1}{2}$° und zwar an dem einen Ende einspringend, am anderen ausspringend (Taf. XIII. Fig. 1a, 1b).

Treten, wie meistens der Fall ist, die Basis an die Krystalle, sei es als Krystall-, sei es als Spaltflächen, so bilden sie ebenfalls ein Brachydoma, aber ein viel schärferes, nämlich von ca. $74\frac{3}{4}$°, denn die Hauptaxen der beiden Individuen bilden einen Winkel von ca. $105\frac{1}{4}$° miteinander. Dieses schärfere Doma ist an dem Ende des Prisma einspringend, wo das stumpfe ($R:R^1$) ausspringend ist und umgekehrt (Taf. XIII. Fig. 2a, 2b, 3a, 3b, 3c, 3d, 7a, 7b), weil das Hauptrhomboëder ein spitzes ist.

Die Zwillinge sind nun bald mit dem einen, bald mit

---

*) Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 82 ff. u. 91.

**) Loros, Zeitschr. f. Naturwissensch. XXIV. 1872. pag. 206. — Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1875. LXXI. pag. 20 ff.

***) Die genauen Winkel werden unten (IV.) angegeben.

dem anderen Ende aufgewachsen und zeigen danach sehr verschiedene Entwickelung und Ausbildung.

Weit aus am häufigsten sind sie mit dem Ende aufgewachsen, wo R und R^1 einspringende und oR und oR^1 ausspringende Winkel bilden (Taf. XIII. Fig. 1b, 2b, 3b, 3d), dann zeigen sie die Ausbildungsweise wie Fig. 13a. 13b. 12 auf Taf. XIV. Wir wollen sie Zwillinge erster Art kurzweg im Folgenden nennen. Unter den kleineren Krystallen finden sich auch Zwillinge ohne Aggregation und Treppung, allein sie sind immerhin selten (Taf. XIII. Fig. 1b, 2b, 3b, 3d).

Viel seltener und deshalb erst später gefunden*) sind die Zwillinge zweiter Art, welche mit dem anderen Ende aufgewachsen sind; sie erscheinen oft genau so, wie in Fig. 7b Taf. XIII. dargestellt ist, ausgebildet, allein meist zeigen sie vielfach wiederholte parallele Aggregation (Fig. 9 Taf. XIV.) und die interessanten Durchkreuzungszwillinge (Taf. XIII. Fig. 8, Taf. XIV. Fig. 9). An ihnen sind auffallender Weise treppenartig vertiefte Ausbildung der Krystallflächen äusserst selten und niemals tief.

§. 3. Durchkreuzungszwillinge.

Dieselben erscheinen als Zwillinge zweiter Art, aus deren oberen, deshalb nur theilweise ausgebildeten Enden ein zweiter Zwilling in umgekehrter Stellung, also ein Zwilling erster Art herausragt (Taf. XIII. Fig. 8a, 8b, Taf. XIV. Fig. 9). Wir haben aber keinen Doppelzwilling oder Vierling vor uns, weil bei dieser Stellung jedes Individuum des einen Zwillings einem des anderen parallel steht. Es sind Durchkreuzungszwillinge, genau so wie sie bei monoklinen Substanzen z. B. Gyps bekannt sind. Wenn die einspringenden Winkel auswachsen, erscheinen sie rhombisch ohne Hemimorphie, oben und unten also gleich. Es ist wohl interessant, wie eine rhomboëdrische Form mit monoklinem Habitus auch die Zwillingserscheinungen dieses Krystallsystems sich aneignet.

Ganz dieselben Durchkreuzungszwillinge, nur mit verschiedenem Habitus durch andere Ausdehnung und gleichzeitiges Auftreten von $-\frac{3}{2}$R hat Rose**) am Arsenik beobachtet.

---

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. pag. 324.

**) Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 83. f. 5. t. 1.

Sieht man von der unter ca. $105\frac{1}{4}^0$ resp. $74\frac{3}{4}^0$ gekreuzten ersten Spaltbarkeit ab, so verrathen sich die Durchkreuzungszwillinge durch die an den schärferen Kanten der rhombischen Prismen auftretenden Einkerbungen, welche von den beiderseitigen Basis gebildet werden und mehr oder weniger tief sind. Die einspringenden Winkel zwischen o R und o R^1 rechts und links sind das Supplement von dem entsprechenden einspringenden Winkel oben und unten, also gleich ca. $105\frac{1}{4}^0$.

Betrachtet man den Durchkreuzungszwilling bei rhombischer Stellung (Taf. XIII. Fig. 8 b) von rechts nach links, so ist $-\frac{1}{2}$ R Zwillings- und Contactfläche, wie bei den Juxtapositionszwillingen von Münsterbusch; sieht man von oben nach unten, so ist eine Ebene senkrecht zu $-\frac{1}{2}$ R, oder richtiger zur Endkante R die Zusammenwachsungsfläche wie bei den natürlichen Antimonkrystallen von Andreasberg.

Nicht immer sind die Durchkreuzungszwillinge so regelmässig, wie in Fig. 8 a, 8 b Taf. XIII. dargestellt ist, allein sie kommen so vor (z. B. Abbildung Fig. 9 Taf. XIV. unten links), sondern sie erscheinen häufig so wie in derselben Abbildung oben rechts, d. h. als ein grösseres Individuum mit parasitisch, einseitig daran liegendem, kleinem Individuum in Zwillingsstellung. Dann erscheinen sie gleichsam als Drillinge, bei denen 1 und 2 in der Stellung von Münsterbusch, 2 und 3 in derjenigen von Adreasberg, 1 und 3 dagegen in paralleler Stellung sich befinden.

Die in Fig. 9 Taf. XIV. abgebildete Krystallgruppe macht es wahrscheinlich, dass alle Krystalle von Münsterbusch solche Durchkreuzungszwillinge sind, nur dadurch versteckt, dass der Kreuzungspunkt meist unter der frei ausgebildeten Stelle, also in der Unterlage der aufgewachsenen Krystalle liegt.

Bemerkenswerth bleibt es, dass diese Durchkreuzungszwillinge ganz besonders häufig parallele Aggregation zeigen (Taf. XIV. Fig. 9) und zwar vor Allem in der unteren Hälfte, soweit der Zwilling zweiter Art reicht. In diesem Theile sind die Flächen nur selten und dann stets wenig getreppt vertieft, während die obere Hälfte — Zwilling der ersten Art — meist ohne parallele Aggregation die Treppung der Flächen wie in Fig. 12, 13a, 13b Taf. XIV. zeigt.

Vierlinge u. s. w. konnten nicht aufgefunden werden.

§. 4. Parallele Aggregation.

Wie alle bisher beobachteten künstlichen Antimonkrystalle zeigen auch die von Münsterbusch eine besondere Neigung zur parallelen Aggregation, welche aber sowohl an den Individuen als auch an den Zwillingen wesentlich abweicht von der von Marx und Rose (s. o. II.) beschriebenen Aggregation, durch welche das gestrickte Ansehen entsteht, welches ich bei den Krystallen von Münsterbusch nicht beobachtet habe.

Ein individueller, aggregirter Krystall (Taf. XIV. Fig. 10) besteht aus Individuen, welche nach einer Kantenzone von R langgezogen und zugleich nach einem in derselben Zone liegenden Flächenpaare tafelförmig sind. Diese lamellaren Individuen liegen mit ihren Tafelflächen (R) so aufeinander gepackt, dass sie, nach aussen immer kleiner werdend, in der Richtung der Normalen der gemeinsamen Rhomboëderfläche sich aufthürmen. Diese Aufschichtung erfolgt in den meisten Fällen nur nach einer der 6 Normalen des Rhomboëders, d. h. die Aggregation ist auf eine einzige Rhomboëderfläche beschränkt. Die parallelen Schalen umhüllen deshalb selten eine Kante, niemals die Ecken, wodurch eben, wie Rose gezeigt und gezeichnet hat, das gestrickte Aussehen hervorgerufen wird.

Bilden nun zwei solche aggregirte Individuen einen Zwilling, so entstehen Aggregationsformen, wie sie in Fig. 9 Taf. XIV. dargestellt sind. Die Schalen auf der einen Rhomboëderfläche des einen Individuum stossen an der Zwillingsgrenze, also bei den scheinbaren rhombischen Prismen im brachydiagonalen Hauptschnitte an der stumpferen Prismenkante, zusammen und bilden gemeinsam eine knieförmige Schale um diese Kante. Jede solcher Schalen hat rechts und links ihre scharfe Prismenkante (Endkante R) und diese verschiedenen, parallel nebeneinander liegenden, scharfen Kanten bilden sägenzahnartige Vorsprünge.

Sehr eigenthümlich und mannigfaltig gestaltet sich diese parallele Aggregation bei den Krystallen, deren Flächen getreppt vertieft sind (Taf. XIV. Fig. 11, 13a, 13b).

§. 5. Die treppenartige Vertiefung der Flächen

zeigt sich bekanntlich fast immer, wo die Krystallisation rasch von statten ging, gleichsam als ein plötzlich im Ausbau unter-

brochener und zum Erliegen gekommener Krystallbau, nicht nur in der Natur, sondern viel schöner und tiefer an künstlich dargestellten Krystallen und deshalb ganz vorzugsweise gut an den schnell erstarrenden Metallen. Alle bisher erzeugten Antimonkrystalle zeigten diese Erscheinung, wie es Rose und Andere hervorheben.*) Schwerlich dürfte sie je schöner, regelmässiger und tiefer auftreten als bei den Antimonkrystallen von Münsterbusch, welche dadurch namentlich in Verbindung mit der parallelen Aggregation und mit der Zwillingsbildung oft ein ganz merkwürdiges und entstelltes Ansehen bekommen. Unter diesen Umständen, ferner weil man jetzt immer mehr und allgemeiner die Aufmerksamkeit der Bauweise der Krystalle zuwendet, und um Worte zu sparen, welche die Sache doch nicht ganz klarstellen würden, habe ich diese Ausbildungsweise der Antimonkrystalle ganz naturgetreu in parallelperspectivischer Ansicht wiedergegeben, allerdings etwas vereinfacht in der Feinheit und Mannigfaltigkeit nicht nur der Treppung, sondern ganz besonders der immer wieder von Neuem die Treppung durchbrechenden parallelen Aggregation. Hätte ich das nicht gethan, so würden die Zeichnungen (Taf. XIV. Fig. 11, 12, 13a, 13b) durch das Gewirr der Linien ihre Klarheit und Verständlichkeit verloren haben. Zu den Zeichnungen ist der Maassstab doppelt so gross als zu den anderen Figuren genommen worden, auch sind deshalb alle seltenen Krystallflächen fortgelassen. Die Figuren zeigen nur R und oR und zwar letztere ohne Treppung und Aggregation theils zur besseren Orientirung und theils weil die Basis selten, nur wenig und unvollkommen getreppt vertieft ist. Die getreppten Flächen sind mithin alle Hauptrhomboëderflächen. Die Treppung ist auf den verschiedenen Flächen R in den verschiedensten, von mir beobachteten Modalitäten zur Wiedergabe gekommen.

Wenn die Basis Treppung zeigt, so gehen die Stufen meist auf der oberen (unteren) Basis den Combinationskanten mit den 3 oberen (unteren) Rhomboëderflächen parallel, werden also durch Oscillation derselben mit oR gebildet. Nur manchmal folgen sie den selten vorhandenen Combinationskanten mit den 3 unteren (oberen) Rhomboëderflächen auf

*) Abhandl. d. Berliner Akad. 1849. pag. 74.

der oberen (unteren) Basis, wie es die feinen Linien auf Taf. XIV. Fig. 11 andeuten. Der nie tiefe und stets rudimentäre, in seinem Ende durch ausgedehnte oR eben abgeschlossene Trichter ist also meist dreieckig, kann aber auch bis sechseckig werden.

Die Rhomboëderflächen (R) sind meist sehr tief und mit grösster Regelmässigkeit getreppt. Manchmal gehen die dadurch gebildeten trichterartigen Einsenkungen der Flächen ganz spitz und fein dem Mittelpunkte der Krystalle nahe aus, so dass die Antimonwände, welche benachbarte Trichter von einander trennen, ganz dünn und dann wegen der Spaltbarkeit des Antimons um so zerbrechlicher sind. Bei den weniger tiefen und nur wenig gestuften Trichtern ist der Boden meist flach und eben, d. h. er wird durch eine Fläche R gebildet.

Die Stufen werden hier meist durch Oscillation der betreffenden Fläche mit den herumliegenden, sich mit ihr schneidenden Flächen gebildet; d. h. die Form des Trichters ist von dem Umrisse der vertieften Fläche abhängig. Im Allgemeinen kann mithin der Querschnitt des Trichters alle Formen annehmen, welche durch Combination und Verzerrung die Rhomboëderflächen erhalten können. Dadurch, dass am häufigsten die Stufen nur durch die Flächen des Hauptrhomboëders, in zweiter Linie erst durch diese und die Basis gebildet werden, verräth sich auch, wie durch die Selbstständigkeit oder das Herrschen des Hauptrhomboëders, das Bestreben des Antimons zur Bildung von R.

Die Zwillinge der ersten Art werden am befremdendsten durch die treppenartige Vertiefung der beiden Rhomboëderflächen, welche, an der Zwillingsebene zusammenstossend, bei rhombischer Stellung der Zwillinge am oberen Ende das stumpfe Brachydoma bilden. Nur äusserst selten zeigt sich hier die Vertiefung so regelmässig und wenig tief, als in Fig. 12 auf Taf. XIV. dargestellt ist, wo der Boden der rhombischen und ringsum geschlossenen Vertiefung noch deutlich das gebrochene Flächenpaar R R^1 zeigt. In den allermeisten Fällen ist die Vertiefung hier so stark wie auf keiner anderen Fläche, sie geht meist bis auf die Hälfte der Länge der Zwillinge herunter und oft noch tiefer, wie es Fig. 13a in rhomboëdrischer und Fig. 13b in rhombischer Stellung zeigt.

Dadurch werden die Zwillinge mehr oder weniger hohl

im Innern. Dazu kommt nun noch, dass diese Treppung nicht allen 4 dort liegenden Randkanten von R folgt, sondern nur einer von jedem Individuum und zwar den beiden, welche an derselben stumpfen Kante des scheinbaren rhombischen Prisma, durch welche die Zwillingsebene geht, zusammenstossen. Die den beiden gegenüber liegenden Randkanten entsprechende Treppung wird nämlich in der Regel gleichsam fortgeschnitten durch die dort auftretenden Basis der beiden Individuen, welche bei gleicher Neigung zur Zwillingsebene den scharfen einspringenden Winkel von ca. $74\frac{3}{4}^{0}$ zu einander bilden und an der zweiten (vorderen) stumpfen Prismenkante des Zwillings eine nach unten sich verengende, seitliche Scharte in dem Trichter bilden, welche ebenso tief ist als der Trichter und welche sich im Weiterverlauf dieser stumpfen Kante durch die vielfach wiederkehrende, parallele Aggregation immer von Neuem wiederholt.

Nehmen, was häufig ist, diese parallel aggregirten und bei rhombischer Stellung übereinander gebauten Zwillinge nach oben hin an Grösse regelmässig ab, so entstehen ganz eigenthümliche, zur Hälfte hohle, spiessige, bis 15 Mm. lange Krystalle. Die zwei Randkanten des tiefen Trichters, welchen die Treppen parallel gehen, sind durch diese Vertiefung äusserst scharf, fast schneidig und brechen deshalb leicht ab. Da diese Kanten Randkanten der beiden Hauptrhomboëder sind, welche durch ∞ P 2 gerade abgestumpft werden, gelingt es hier am leichtesten, die Spuren der vierten, von Mohs nachgewiesenen Spaltbarkeit zu entdecken (s. u. V.).

§. 6. Der Schmelzfluss auf den Krystallflächen.

Die Krystalle haben sich, wie mitgetheilt, aus bleihaltigem Antimon oder antimonreichem Hartblei ausgebildet. Dasselbe bildete also die feurigflüssige Mutterlauge, welche nach der Bildung der Krystalle durch ebenso glücklichen als durch Beobachtung nicht ergründeten Zufall ausfliessen konnte. Dass an dem, die feste Kruste bewandenden Krystallgewirre der ausfliessende Schmelzfluss durch Adhäsion vielfach an der Oberfläche der Krystalle, namentlich in den rauhen Trichtern festgehalten wurde und darauf erstarrte, lässt sich von vornherein erwarten. Der Schmelzfluss überzieht entweder als dünne Haut ganz besonders die getreppten Rhomboëderflächen

oder haftet als ausgebreitete Tröfchen, welche man häufig nur unter der Lupe sieht, an den Krystallflächen.

Dadurch wird die Schönheit der Flächenausbildung meist sehr beeinträchtigt, wenn auch die Haut nicht dick ist. Viele Krystalle haben aber auch die Mutterlauge gut abtropfen lassen, namentlich die kleinen, so dass man sie als vollkommen ausgebildete bezeichnen kann.

Da die Basis seltener und schwächer vertieft sind als die Rhomboëderflächen, zeigen erstere seltener Schmelzfluss, niemals als Häute, nur als Tröpfchen.

Dass diese skelettartigen Krystallgebilde auch vielfach Mutterlauge eingeschlossen haben werden, lässt sich auch erwarten. Das zeigt sich denn auch an durchgespaltenen Krystallen im reflectirten Lichte unter Vergrösserung; die lebhaft glänzenden Spaltflächen zeigen zahlreiche, ebenso scharf als unregelmässig begrenzte matte Partieen. An schlechten Krystallen der grossen Krystalldruse liegt der Schmelzfluss dick auf dem Gewirre der Krystalle, so dass diese nur selten ihn durchragen.

Soweit die Krystalle nicht mit Schmelzfluss bedeckt sind, zeigen sie den hohen Metallglanz und die zinnweisse Farbe des Antimons auch noch heute, nach einem Jahre. Wo aber Schmelzfluss sich findet, zeigen sie messing- bis goldgelbe, seltener bunte Anlauffarben, die sich im Laufe der Zeit in schmutzig gelbbraune umändern. Das kann doch nur durch Oxydation des Schmelzflusses an der Luft erfolgen. Deshalb kann der Schmelzfluss nicht reines Antimon sein, sondern nur Hartblei oder Blei. Die Spaltflächen der gleich nach dem Erkalten abgebrochenen Krystalle zeigen heute nach Jahresfrist keine Spur von Anlauffarben, ebensowenig späthige Stücke reinen Antimons, welche seit 2 Jahren in meinem Arbeitszimmer liegen. Wenn also natürliches Antimon Anlauffarben zeigt, so sind daran die Verunreinigungen Schuld oder es haben sich in der Erde schon dünne Häute am Antimon — Verbindungen gebildet, was an der Luft wenigstens in kurzer Zeit nicht erfolgt, während sich Hartblei ziemlich rasch unter diesen Umständen oxydirt.

Hie und da zeigt aber auch der Schmelzfluss keine Anlauffarben.

IV. Die krystallographischen Constanten des Antimons.

Wie aus dem Mitgetheilten (s. o. II.) erhellt, haben die krystallographischen Constanten des Antimons noch niemals mit Sicherheit ermittelt werden können aus Mangel an geeigneten Krystallen. Die verschiedenen Resultate der bisherigen Messungen, die eingestandene oder nachweisbare Unsicherheit derselben, ferner vorläufige Messungen der Kantenwinkel an den Krystallen von Münsterbusch mit einem kleinen Wollaston'schen Goniometer von Oertling, welche einen viel kleineren Endkantenwinkel von R, als die besten Messungen von Rose ergaben, nämlich nur 87° $7\frac{1}{2}'$ bis 87° 13'*), machten es wünschenswerth, wenn irgend möglich, diese schönen Krystalle auch zur sicheren Ermittelung der krystallographischen Elemente des Antimons zu verwerthen.

Die grösseren (über 1—2 Mm.) Krystalle erwiesen sich wegen der vielfachen Fehlerhaftigkeit der Flächen als unbrauchbar zu allen Messungen. Die kleineren Krystalle mit ihrem lebhaften Reflexe und der glatten und ebenen Beschaffenheit der Flächen, auf denen nur selten Schmelzfluss in isolirten Tröpfchen haftete, schienen alle ein Messen im grossen Reflexionsgoniometer mit Fernrohr zu gestatten, denn dem nahen unbewaffneten Auge gaben sie ein vollkommen deutliches Spiegelbild der Umgebung. Trotzdem konnten nur wenige sehr kleine Krystalle zu Messungen genommen werden, weil die scheinbar guten Spiegelbilder meist nicht einmal die schwache Vergrösserung und Lichtabsorption des Goniometer-Fernrohres vertragen konnten. Bei diesen wenigen Krystallen mussten noch, um ziemlich gute bis gute Spiegelbilder zu erhalten, sehr helle Signale**)

---

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. pag. 322. — Journal f. pract. Chemie 1874. IX. pag. 309

**) Als das beste Tagessignal erwies sich, und wurde deshalb immer benutzt, ein schmaleres oder breiteres ausgeschnittenes Kreuz an dem, soweit das Gesichtsfeld des Fernrohrs reicht, mit schwarzem Papier verklebten Fenster. Der eine Arm des Kreuzes ist genau vertical, der andere genau horizontal und parallel der Axe des Goniometers. Die Einstellung des schwarzen Fadenkreuzes im Fernrohre auf die Mitte der lichten Kreuzbalken ist eine leichte und genaue und erleichtert ausser-

angewendet und alles diffuse Nebenlicht vom Krystalle abgehalten*) werden.

Die Messungen wurden bei Anwendung von einem Beobachtungsfernrohre sowohl bei Tage als auch Abends mit einem grossen MITSCHERLICH'schen Goniometer aus dem mechanischen Etablissement des Professors E. JÜNGER in Kopenhagen, ausgeführt. Sie dienten zugleich zur Prüfung des neuen Instrumentes und wurden deshalb mit äusserster Genauigkeit ausgeführt, nachdem das Goniometer selber durch einen Spiegelversuch mittelst planparalleler Platte und der genannten Signale bei Drehung genau um 180° auf das Sorfältigste und wiederholt justirt war. Dass das Goniometer dieser Werkstätte Nichts zu wünschen übrig lässt und dieselbe deshalb von mir allen Fachgenossen nicht warm genug empfohlen werden kann, werden die folgenden Messungen an Krystallen, welche in Bezug auf Spiegelung der Flächen noch Vieles zu wünschen übrig liessen, beweisen.

Am besten Krystalle wurden zwei verschiedene Endkanten von R in 3 Versuchsreihen mit je 5 — 7 Repetitionen einmal am Tage und zweimal am Abend gemessen. Die Mittel der gut unter sich stimmenden Ablesungen mit beiden Nonien sind:

I. Tagesbeobachtung	87° 7′ 20″	dieselbe Kante
II. Abendbeobachtung	87° 6′ 51″	dieselbe Kante
III. „	87° 6′ 49″	andere Kante

---

ordentlich die Justirung des Instrumentes und des Krystalles an demselben.

Als das geeignetste Abendsignal zeigte sich ein kleines kreisrundes Loch in einem Blechschirme von der Grösse des Gesichtsfeldes, hinter dem eine helle Gasflamme brannte.

Die Entfernung des Signales am Krystalle betrug in beiden Fällen 6,75 Meter; eine grössere war nicht zu ermöglichen. Dieselbe ist auch völlig genügend bei einer guten Centrirung des Krystalles, wie sich bei der Justirung des Instrumentes ergeben hat.

*) Die Abblendung erfolgt sehr gut durch eine camera obscura ohne Linse mit kleinem Eintrittsloche für die nur vom Signal kommenden Lichtstrahlen. Der seitliche Theilkreis liegt nicht mit in der Kammer behufs der Ablesung, wohl aber der Kopf des Beobachters. Es ist sehr merklich, wie durch diese Abblendung undeutliche Spiegelbilder deutlich und selbst gut und scharf erscheinen. Die Kammer behindert bei grossen Goniometern in keiner Weise weder den Gebrauch des Instrumentes noch die Einstellung des Krystalles.

Da sich das Spiegelbild des Abendsignals viel schärfer erwies und sich deshalb viel sicherer einstellen liess, ferner da die Resultate der Abendbeobachtungen gut stimmen, nimmt man am besten nur das Mittel dieser und verwirft die Tagesbeobachtungen:

Endkantenwinkel	R =	87°	6′	50″
Randkantenwinkel	R =	92	53	10

Daraus berechnet sich

das Axenverhältniss a : c = 1 : 1,3236 ....
= 0,75551 .... : 1.

Neigung der geneigten Diagonalen der Fläche R : c	=	33°	11′	48″
Combinationskantenwinkel . . R : oR	=	123	11	48*)
Neigung der Endkante . . . . R : c	=	52	36	49
Ebener Winkel des Hauptschnittes von R (an der Endecke)	=	85	48	37
Ebener Winkel der Fläche R an der Randecke	=	94	11	23
Ebener Winkel der Fläche R an der Endecke	=	86	57	39
Endkantenwinkel . . . . . — 2 R	=	69	12	27
„ . . . . . — $\frac{1}{2}$ R	=	116	32	58
„ . . . . . $\frac{1}{4}$ R	=	143	59	16
Combinationskantenwinkel . — 2 R : oR	=	108	6	55
„ . — $\frac{1}{2}$ R : oR	=	142	36	49
„ . $\frac{1}{4}$ R : oR	=	159	5	19

Obgleich sich an den Zwillingen der Winkel zwischen den Spaltungsflächen oR viel sicherer als die Krystallkanten messen

---

*) An einem anderen Krystalle konnte dieser Winkel ziemlich gut resp. gut gemessen werden:

I. Versuch, Mittel aus 7 Wiederholungen	123°	10′	19″
II. „ „ „ 6 „	123	11	35
III. „ „ „ 5 „	123	10	32

Am zuverlässigsten ist der zweite Versuch, weil die dabei benutzte Kantenstelle das beste Bild gab, er stimmt gut mit der Berechnung überein. Aus dem ersten Versuche berechnet sich dagegen:

a : c = 1 : 1,32482; Endkantenwinkel R = 87° 5′ 5″.

lässt, wurde doch derselbe nicht, wie es Rose bei den gleichen Zwillingen des Arseniks mit Erfolg gethan hat*) zum Ausgangspunkte der Berechnung der krystallographischen Constanten genommen, um jenen besser zu bestimmenden Winkel zur Controlle der ersten Messungen aufzusparen.

Die oben (III. §. 2 und §. 3) nur annähernd angegebenen Winkel an den Zwillingen sind bei rhombischer Auffassung:

Stumpfer Prismenwinkel (Randkante R)	=	92°	53′	10″
Scharfer „ (Endkante R)	=	87	6	50
Stumpfes Brachydoma ($R:R^1$) . . .	=	171	37	14
Scharfes „ ($oR:oR^1$) . .	=	74	46	22
Combinationswinkel zwischen beiden Domen ($oR:R$)	=	123	11	48
Seitlicher einspringender Winkel bei den Durchkreuzungs-Zwillingen . . .	=	105	13	38
Neigung der Hauptaxen (cc^1) zu einander in den Zwillingen erster und zweiter Art	=	105	13	38

Der viertletzt berechnete Winkel lässt sich als Spaltungswinkel mit grösster Schärfe messen und bietet dadurch, wie gesagt, die beste Controlle der anderen Winkelmessungen.

In einem sehr warmen Zimmer gemessen betrug das Mittel aus 5 gut unter sich stimmenden Messungen = 74° 46′ 0″ und an einem kühleren Tage hatte dieselbe Kantenstelle genau 74° 46′ 20″ bei allen 3 Repetitionen.

Diese Uebereinstimmung ist Bürge nicht nur für die Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen, sondern auch für die Vorzüglichkeit des Goniometers.**)

Diese von mir festgestellten krystallographischen Elemente weichen nicht unbedeutend von den oben (II.) mitgetheilten der älteren Beobachter ab, was sich am einfachsten im Endkantenwinkel von R ausdrückt:

---

*) Abhandl d. Berl. Akad. 1849. pag. 83.

**) Auch die in der vorletzten Anmerkung mitgetheilten Controllmessungen bestätigen die Richtigkeit meiner Messungen.

		Differenz =
nach Mohr	= 87° 39′	— 32′ 10″
„ Rose	= 87 35	— 28 10
„ Marx	= 87 28	— 21 10
„ Zenger I.	= 87 12 35″	— 5 45
„ Zenger II.	= 87 5 14,4	+ 1 35,6

Gut, unter Berücksichtigung des Gewichtes der Zenger'schen Messungen (II.) und der Methode desselben sehr gut, stimmen meine Messungen mit denen von Zenger; von den übrigen weichen sie aber sehr ab. Bei den Messungen von Mohs und Marx, welche an den Winkeln der gestreiften und deshalb ungeeigneten Spaltflächen von $-\frac{1}{2}$R gemacht wurden, hat die Differenz keine Bedeutung, obwohl Marx angiebt, dass er sich höchstens nur um 2 Minuten vermessen haben könne.

Allein den Messungen von G. Rose gegenüber, welcher eine solche Meisterschaft im Krystallmessen und im Beurtheilen des Werthes von nicht ganz guten Messungen gehabt hat, glaubte ich nicht so radical verfahren zu dürfen, obwohl Rose die Unsicherheit seiner Messungen, welche untereinander um 33 Minuten (s. o. II.) differiren, bespricht.

Ich musste die Frage zuvor erwägen, ob innere, chemische oder physikalische Verhältnisse der beiden künstlichen Antimonarten der Grund der Differenz sein könnten.

Von physikalischen Verhältnissen kommt darin nur die Ausdehnung durch die Wärme in Betracht. Dass dieselbe nach den verschiedenen Richtungen beim Antimon sehr verschieden ist, geht aus den Resultaten meiner zuletzt mitgetheilten Winkelmessungen hervor (20 Secunden in einem doch höchstens um 6° schwankenden geheizten Arbeitszimmer).*) Allein sie erklärt die grosse Differenz von 28 Minuten nicht, deshalb musste an die Chemie appellirt werden.

Durch Verunreinigungen namentlich mit den isomorphen Metallen können die krystallographischen Elemente des Antimons bei derselben Temperatur grösseren Schwankungen unterliegen. Bei der Seltenheit vieler dieser rhomboëdrischen Me-

*) Ich hatte versäumt, beim kühleren Zimmer die Temperatur zu beobachten.

talle kommen nur Arsenik (R:R = 85° 4′; Rose), Wismuth (87° 40′; Rose) und Zink (?) in Betracht.

Von den früher gemessenen künstlichen Antimonkrystallen fehlt jede Analyse, allein man darf wohl annehmen, dass dieselben, wenn auch nicht ganz, so doch wenigstens ziemlich reines Metall gewesen sein möchten. Für die mir gestellte Frage scheint es wenigstens ohne Bedeutung, weil nur Wismuth den Endkantenwinkel vom Antimon zu vergrössern vermag, aber nur sehr wenig. So viel Wismuth kann man im Antimon von Elsner und Rose nicht annehmen. Die von P. Groth an überchlor- und übermangansauren Salzen beobachtete Thatsache*), dass die Winkel- und Axenverhältnisse isomorpher Mischungen nicht immer zwischen denen der Componenten liegen, darf man, scheint mir, nicht so ohne Weiteres allgemeiner annehmen. Wenn Groth**) dieselbe für das dem Antimon isomorphe Tellurwismuth zur Geltung zu bringen geneigt ist, so darf man nicht vergessen, dass dabei nicht bloss der Schwefelgehalt des Letzteren, sondern auch die noch nicht ganz zweifellose Krystallform des Tellurs und Tellurwismuths zur Vorsicht mahnen.

Obwohl die qualitativen Analysen wiederholt nur kleine Mengen Blei, Spuren von Zink, Eisen, Schwefel, Arsenik, kein Zinn u. s. w. nachgewiesen hatten, hielt ich es trotzdem für meine Pflicht, eine quantitative Analyse der Krystalle von Münsterbusch auszuführen, schon zur Ermittelung des Verhältnisses von Blei zu Antimon. Zur Analyse***) wurden möglichst reine, von der Unterlage, so gut es ging, befreite Krystalle geopfert und zwar von 2 Stellen der grossen Druse.

I. Zinnweisse Krystalle von der Stelle der gemessenen Krystalle.

II. Gelbangelaufene Krystalle von einer entfernten Stelle.

---

*) Pogg. Ann. CXXXIV.

**) Tabellarische Uebersicht der einfachen Mineralien u. s w. 1874. pag. 73.

***) Den Gang der Analyse findet man in A Classen, Grundriss der analytischen Chemie. Quantitative Analyse 1875. pag. 182 u. s. w.

Die Analysen ergaben*):

	Ia.	Ib.	II.
Blei . . .	18,339	15,314	21,326
Eisen . .	0,226	0,289	0,474
Zink . . .	0,282	0,580	0,338
Arsen . .	0,524	nicht bestimmt	0,481
Antimon .	82,184		79,429
Schwefel .	Spur		Spur
	101,555		102,048

Den kleinen Mengen Eisen, Zink, Arsen und Schwefel kann man die grosse Abnahme des Endkantenwinkels der Krystalle von Münsterbusch gegen die Rose'schen nicht zuschreiben. Auffallend gegenüber den Schätzungen bei den qualitativen Analysen war die grosse Menge Blei. Das Volum Schwefelblei erscheint nämlich sehr klein gegen das flockige, stets mit Schwefel gemengte Schwefelantimon.

Könnte nun diese Bleimenge die Verkleinerung der Winkel verursachen? Dann müssten offenbar Blei und Antimon isodimorph sein, was ja von Vielen angenommen oder für wahrscheinlich gehalten wird, wenigstens nicht unmöglich ist.**) In diesem Falle müsste das rhomboëdrische Blei einen sehr viel schärferen Endkantenwinkel als Antimon haben und die Folge davon wäre, dass Schwankungen im Bleigehalte von mehreren Procenten Schwankungen in den Minuten veranlassen müssten und zwar bleihaltigere Krystalle müssten schärfere Rhomboëder zeigen.

Die Sache lässt sich berechnen, wenn man annimmt, dass der Endkantenwinkel der isomorphen Mischung dem Bleigehalte proportional sei, wofür ja z. B. unter den isomorphen Carbonaten der Dolomitspath spricht, und dass das von Rose gemessene Antimon ganz bleifrei und rein gewesen und richtig zu 87° 35′ gemessen worden sei. Die von mir gemessenen Krystalle (87° 6′ 50″) enthalten nach der Analyse Ia. und Ib. im Mittel 16,8 pCt. Blei und 83,2 pCt. Antimon; mithin

*) Die kleinen angewandten Mengen veranlassten ein Plus in den Procenten.

**) G. Rose, Abhandl. der Berl. Akad. 1849. pag. 99.

kommen sehr nahe, fast genau, auf 1 Volum oder Molekül Blei 8 Volum Antimon. Danach müsste der Endkantenwinkel des reinen rhomboëdrischen Bleis 83° 21′ 30″ sein.

Die unter II. analysirten Krystalle bestehen dagegen aus 1 Molekül Blei auf 6 Moleküle Antimon und ihr Endkantenwinkel müsste mithin 86° 58′ 47″, also schon 8′ 3″ kleiner als der oben gemessene sein.

An diesen Zahlen ändert sich wenig, wenn nicht der mittlere Bleigehalt von Ia. und Ib. genommen wird als Ausgangspunkt der Berechnung, sondern der eine oder der andere.

Ein kleiner von der Stelle, woher das Material zur Analyse II. genommen worden war, ausgebrochener Zwillingskrystall wurde zur Lösung der vorliegenden Frage nun in Bezug auf seine Neigung der Spaltflächen $oR : oR^1$ gemessen.

I.	Mittel aus 6 gutstimmenden	Tagesmessungen	74°	44′	27″
II.	„ „ 5 „	Abendmessungen	74	44	12

Nimmt man die bessere Abendmessung = 74° 44′ 12″, so berechnet sich a : c = 1 : 1,322727 ... und der Endkantenwinkel von R = 87° 8′ 7″. Derselbe ist also nicht kleiner als der des bleiärmeren, wie die Berechnung erfordert, sondern etwas grösser.

Dass die Spaltungswinkel $oR : oR^1$ bei den unter I. u. II. analysirten Krystallen nicht völlig gleich gefunden sind, sondern, wenngleich nur wenig, um 74° 46′ 22″ — 74° 44′ 12″ = 2′ 10″, differiren, dürfte zuerst auffallen, weil die Messungen derselben Kante unter sich gut stimmen, also der Beobachtungsfehler nicht soviel ausmachen kann, ebensowenig die Schwankungen in der Beobachtungstemperatur. Allein man kann sich diese Differenz ganz gut durch die geringe Geschmeidigkeit des Antimons, verbunden mit der grossen Spaltbarkeit nach der gemessenen Kante erklären. Die zuerst gemessenen Krystalle (Analyse I.) waren nämlich sehr klein und deshalb zufällig von ihrer Unterlage durch eine Erschütterung der ganzen Stufe abgefallen, nicht mit Gewalt abgespalten worden; sie gaben deshalb die richtige, dem Endkantenwinkel von 87° 6′ 50″ entsprechende Neigung $oR : oR^1$. Die grösseren, unter II. analysirten und gemessenen Krystalle waren mit Absicht und Gewalt durch Hin- und Herbiegen abgebrochen

worden. Dass hierbei eine kleine, durch die Geschmeidigkeit des Antimons bleibende Aufblätterung der einen Fläche der Kante, also eine Verkleinerung des Kantenwinkels eintreten konnte, ist wohl denkbar und wird dadurch mindestens wahrscheinlich, dass von allen so gewaltsam präparirten Krystallen nur der Eine brauchbar zur Messung war, obwohl auch er den folgenden Fehler in sehr geringem Grade zeigte. Die anderen Krystalle gaben nämlich nur auf o R ein scharfes Spiegelbild der der Kante parallelen Visirlinie; dieselbe war auf der Fläche o R^1 durch deren Krümmung zu einer breiten Binde verwaschen, welche ein auf 5—10 Minuten genaues Einstellen des Fadenkreuzes nicht erlaubte, während auf beiden Flächen das Verticalsignal sehr scharf gespiegelt wurde. Die Endkantenwinkel dieser unter II. analysirten Krystalle konnten direct nicht genau gemessen werden.

Ein fernerer Versuch, diese Frage durch Beobachtung mit aller Sicherheit zu entscheiden, nämlich durch Messung des Spaltwinkels o R : — $\frac{1}{2}$ R an chemisch reinem, künstlichem Antimon, führte zu keinem befriedigenden Ziele, weil selbst die besten der herausgesuchten Spaltungsstücke durch die Streifung der Spaltflächen — $\frac{1}{2}$ R zahlreiche Reflexe gaben.

Befriedigen diese Beobachtungen und Untersuchungen auch nicht ganz, so geht aus ihnen doch hervor:

1. dass der bis ca. 21 pCt. nachgewiesene Bleigehalt im Antimon von Münsterbusch ebensowenig als die Spuren der anderen Elemente von nachweisbarem Einfluss auf die Krystallform dieses Metalles sind,

2. dass mithin die von mir ermittelten krystallographischen Constanten dem reinen Antimon zukommen,

3. dass die Rose'schen Messungen, vorausgesetzt dass das Antimon rein war, wegen nachgewiesen schlechter Ausbildung der Krystalle nicht ganz genau sind,

4. dass eine Isodimorphie von Blei und Antimon unwahrscheinlich geworden ist, denn in den Krystallen von Münsterbusch hätte das Blei die beste Gelegenheit gehabt, seine Dimorphie zu beweisen,

5. dass der schwankende Bleigehalt in den Krystallen von Münsterbusch, welcher nur in Procenten, nicht in Molekülen so gross erscheint, weil das Atom- und Volumgewicht des Bleis fast noch einmal so gross als das des Antimons

ist, nur mechanisch am oder im Antimon sitzt (s. o. III. §. 6). Die bleireicheren Krystalle zeigen auch deutlich mehr Schmelzfluss als die bleiärmeren auf ihrer Oberfläche.

Dass mechanische Einschlüsse selbst in weit grösserer Menge als hier das Blei die Krystallisation nicht hindern, ist bekannt, vielleicht am auffallendsten ist darin der sogen. krystallisirte Sandstein von Fontainebleau mit $\frac{2}{3}$ Quarzsand und $\frac{1}{3}$ Kalkspath.*)

V. Die Spaltbarkeit des Antimons.

Die Spaltbarkeit des Antimons ist nicht von allen Beobachtern gleichgefunden worden. Es stehen sich die von Hessel bestätigten Beobachtungen von Marx mit 4 Spaltrichtungen den von Rose bestätigten Beobachtungen von Mohs mit 10 Spaltrichtungen gegenüber. Ebenso ist die Frage, wie hat Hauy aus den Spaltungsstücken das tesserale Krystallsystem ableiten können, noch nicht gelöst worden.

Die Antimone von Münsterbusch erweisen die Richtigkeit der Beobachtungen von Mohs und Rose, wie bei so ausgezeichneten Beobachtern zu erwarten stand.

Das Antimon gehört zu den an Spaltungsrichtungen reichsten Substanzen und die Richtungen sind vierlei Art mit recht verschiedenen Graden. Allein der Grad derselben Spaltbarkeit scheint z. Th. an verschiedenen Stücken von Antimon kleinen Schwankungen zu unterliegen, wodurch sich die Widersprüche von Mohs und Marx erklären dürften.

Die erste Spaltbarkeit nach der Basis ist eine allgemein als sehr vollkommen bezeichnete; Hessel nennt sie ebenso deutlich wie die deutlichste am Antimonglanze. Die Krystalle von Münsterbusch lassen sich fast so leicht als Gyps in die dünnsten Lamellen zertheilen. Die Spaltflächen sind deshalb meist vollkommen eben und vollkommen spiegelnd mit dem lebhaftesten Metallglanze, so dass sich die Flächen am besten zu Messungen eignen. Nicht selten erscheinen sie aber durch Oscillation mit den folgenden Spaltflächen einfach oder gleichseitig trigonal, äusserst fein gestreift parallel den Combinationskanten mit $-\frac{1}{2}$ R.**)

---

*) Quenstedt, Mineralogie 1863. pag. 396.
**) „ „ „ pag. 596.

Die zweite, ebenfalls allgemein anerkannte Spaltbarkeit folgt $-\frac{1}{2}$ R. Sie wird von Allen eine deutliche oder vollkommene genannt. Obwohl die Spaltflächen stark metallglänzend sind, eignen sie sich nicht zu Reflexionsmessungen; nur eine Ausnahme beobachtete Marx und benutzte sie zu seinen Messungen. Die Flächen sind nämlich wegen der zahllosen oscillatorischen, feineren und gröberen Streifen, namentlich durch die erste aber auch durch die folgende Spaltbarkeit (— 2 R) nie vollkommen glatt und spiegelnd, sondern erscheinen fein und grobfaserig, ähnlich wie die zweite Spaltbarkeit am Gyps, was Hessel schon hervorhebt. Dadurch spielt der Metallglanz in den Seidenglanz hinüber. Die Streifen und Fasern gehen natürlich den Streifen auf oR parallel. Trotz des Herrschens der ersten Spaltbarkeit lässt sich diese zweite leicht ausführen*); das beweist schon ihr oscillatorisches Auftreten auf oR.

Die dritte Spaltbarkeit nach — 2 R wird als wenig deutlich oder unvollkommen von Mohs und Rose angegeben, von Marx und Hessel geläugnet, wenigstens für den künstlichen Antimon. An den Krystallen von Münsterbusch lassen sich die Randecken von R ziemlich leicht abspalten. Die kleine dreieckige Fläche wird dabei durch die zweite Spaltbarkeit meist zu einem Trapez. Sie ist manchmal so eben und glänzend, dass man im Goniometer ihre Neigung zu R annähernd messen kann, so dass kein Zweifel besteht, dass diese Spaltbarkeit der Richtung — 2 R folgt. An manchen Krystallen erscheint — 2 R ja auch als Krystallfläche, welche man durch Spalten beliebig vergrössern kann. Diese Spaltflächen ähneln in ihrer Beschaffenheit den zweiten, denn sie sind dicht gestreift bis feinfaserig durch Oscillation mit den beiden ersten Spaltflächen, also parallel mit ihren horizontalen Combinationskanten mit R und $-\frac{1}{2}$ R. Der Grad dieser Spaltbarkeit scheint nun zu variiren, da sie Marx und Hessel nicht beobachten konnten, während derselbe an den mir vorliegenden Krystallen zwischen vollkommen und unvollkommen bezeichnet werden muss.

Die vierte Spaltbarkeit folgt ∞ P 2; sie wird von Marx, Hessel und Anderen geläugnet, von Anderen „in Spuren“

*) Hessel sagt weit leichter als der faserige Bruch des Gyps.

oder „in schwachen Spuren, die schwer wahrzunehmen sind", angegeben. Ein Uebersehen dieser Spaltbarkeit ist bei dem etwas geschmeidigen Antimon sehr begreiflich. Dass sie aber vorhanden ist, zeigen die Krystalle von Münsterbusch, wo diese Abstumpfungsfläche der Randkanten der Rhomboëder als schmale Krystall- und sehr undeutliche Spaltfläche zu beobachten ist, namentlich an den tiefgetreppt ausgebildeten Krystallen (besonders Zwillingen), bei denen an diesen Kanten die Masse sehr dünn ist, und dashalb leicht unfreiwillige Abstossungen vorkommen, welche die vierte Spaltbarkeit am besten zeigen können.

Die Vermuthung von Marx, in der Angabe oder Annahme von 10 Spaltrichtungen von Seiten Mohs fände nur eine Conivenz gegen die Autorität Hauy's statt, ist mithin thatsächlich unbegründet.

Das führt mich zur Erörterung der Frage, ob die 10 Spaltrichtungen, welche Hauy am Antimon beobachtet hat, und aus denen er die Combination $\infty O . O$, sowie das tesserale Krystallsystem des Metalls abgeleitet hat, dieselben sind, welche Mohs beobachtete, um daraus das hexagonale Krystallsystem abzuleiten.

Diese Identificirung ist mehrfach — wenn nicht sogar allgemein — als selbstverständlich angenommen worden. Sie erscheint mir aber durchaus unbegründet, namentlich einem so hervorragenden Entdecker der feinsten physikalischen Unterschiede an Krystallen gegenüber.

Die Identificirung liegt allerdings sehr nahe, denn ein von allen 20 Spaltflächen begrenztes Stück Antimon hat abgesehen von allen anderen Eigenschaften bloss in der Form grosse Aehnlichkeit mit der Combination ∞O und O in sogen. rhomboëdrischer Stellung, d. h. eine hexaëdrische Axe vertical gestellt.

Allein die Winkel stimmen nur theilweise überein, andere kommen sich nur nahe, noch andere differiren stärker. Legt man meine obigen Winkel zu Grunde, so sind:

O : O = 109° 28′ entsprechend	Randkante	— 2 R =	110°	47′	33″
	o R :	— 2 R =	108	6	55
O : O = 70° 32′ entspr.	Endkante	— 2 R =	69	12	27

$\infty O : \infty O = 120^0$ —′ entsprechend	Endkante $-\frac{1}{2}R$	=	116^0	32′	58″
	$-\frac{1}{2}R : \infty P 2$	=	121	43	31
	Kante $\infty P 2$	=	120	—	—
$\infty O : O = 144^0$ 44′ entsprechend	$oR : -\frac{1}{2}R$	=	142	36	49
	$-\frac{1}{2}R : -2R$	=	145	30	6
	$-2R : \infty P 2$	=	145	23	46

Formell wäre also dem nur mit dem Anlegegoniometer messenden Hauy kein Vorwurf zu machen, dass er sich in der Krystallform des Antimons getäuscht hat. Anders gestaltet sich aber das Urtheil, wenn man die physikalische Gleichwerthigkeit der Flächen mit berücksichtigt. Die den Flächen O entsprechenden Spaltungsflächen oR und $-2R$ sind physikalisch total verschieden, nicht minder die den Flächen ∞O entsprechenden $-\frac{1}{2}R$ und $\infty P 2$.

Wir können uns deshalb nicht denken, dass Hauy so verschiedene Spaltflächen für gleichwerthige hat halten können, am allerwenigsten, wenn wir bei ihm lesen, dass die „Durchgänge der Blätter“ an den von ihm untersuchten Antimonen „sehr deutlich waren“.*)

Ebensowenig hat die Autorität, in welcher Romé de l'Isle auch bei Hauy stehen musste, Letzteren so befangen machen können, um das Wahre und Unzweideutigste nicht zu sehen, wie Marx vermuthet.

Die Lösung dieses Widerspruches dürfte meines Erachtens am einfachsten durch die Annahme erfolgen, dass die von Hauy untersuchten Stücke Antimon einer Zwillingsbildung angehört haben, während spätere Untersucher, Individuen vor sich habend, die Wahrheit leichter entdecken konnten.

Alles Antimon liebt, wie wir gesehen haben, die Bildung von Zwillingen u. s. w.; es ist deshalb wohl noch nie ein Antimonkuchen erzeugt worden, der aus einem Individuum bestand. Alle zeigen sich aus zahllosen, nicht parallelen, bald grossen bald kleinen Individuen, welche sich nicht nur möglicherweise sondern auch wahrscheinlich z. Th. in Zwillingsstellung befinden, zusammengesetzt. Der von Hauy untersuchte Antimonkuchen war auch ein solcher, denn er sagt:

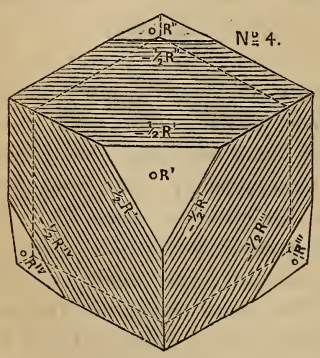
---

*) Lehrbuch der Mineralogie, übersetzt von Karsten und Weiss, 1810. IV. pag. 342.

„obgleich die Durchgänge der Blätter sehr deutlich waren, so liess sich doch, da sie nach 20 verschiedenen Richtungen gingen, an einem durch das Abschlagen erhaltenen Stücke immer nur ein Theil dieser Durchgänge beobachten.“ *)

Nach den von Rose an den natürlichen Krystallen beobachteten Zwillingsbildungen sind die beiden Arten von Vierlingen nur verschiedene, zur Entwickelung gelangte Theile des beschriebenen Sechslings (s. o. II.), welcher aber noch nicht geschlossen ist, da er freie Endkanten von R besitzt, an welche sich fernere Individuen in Zwillingsstellung noch anlegen können.**)

Was man für einen Vierling ableitet, gilt folglich auch für die anderen Viellinge. Man nehme nun deshalb den regelmässigsten und einfachsten Fall, nämlich einen Vierling der ersten Art (s. o. II. Holzschnitt 1) und denke sich das Ende mit den vielen einspringenden Kanten aufgewachsen und alle Lücken zwischen den 4 Individuen durch diese möglichst regelmässig ausgewachsen. Führt man ferner an allen nach oben und seitwärts gerichteten Flächen o R und $-\frac{1}{2}$ R die Spaltung so aus, dass eine möglichst ideale, nur von diesen Spaltflächen und der Aufwachsstelle begrenzte Form entsteht, so wird dieselbe, vergleiche den Holzschnit No. 4, ebenfalls wie der einfache Krystall vorhin ganz ausserordentlich einer Combination von ∞ O und O gleichen, welche mit einer hexaëdrischen Axe so aufgewachsen ist, dass die drei dort Ecke bildenden Flächen ∞ O und die vier nach hierhin geneigten Flächen O nicht ausgebildet sind. 13 Flächen werden sich also zeigen, 4 gleich-



*) Ebendaselbst und Journal f. Phys. u. Chem. LIX. 1830. p. 212.

**) An einem ringförmig gruppirten Vierling von Andreasberg (s. o. II. Holzschnitt 2a. u. 2b.) beobachtete Rose (Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 82) zwischen dem II. und IV. Individuum des obigen Holzschnitts noch ein fünftes. Dasselbe stand zu II. in Zwillingsstellung (d. h. $oR^{II} : oR^{V} = 105^{0}\ 56'$), aber nicht zu IV.; oR^{V} war zu oR^{IV} unter dem sehr stumpfen einspringenden Winkel von 172° (bei zu Grunde-

seitige Dreiecke mit der ersten Spaltbarkeit (o R), sie entsprechen den 4 nach oben gekehrten Flächen O und 9 mit der zweiten Spaltbarkeit ($-\frac{1}{2}$R). Diese entsprechen in der Lage den 3 nach oben und den 6 nach seitwärts gekehrten Flächen ∞ O nahe zu, weil nach dem obigen Zwillingsgesetze immer eine Fläche $-\frac{1}{2}$R der Individuen 2, 3, 4 mit einer von 1 vollkommen, auch in ihrer Streifungsrichtung zusammenfällt. Es tritt also hier am Vierlinge der an der Spaltungsform eines Individuum nicht mögliche Fall ein, dass die scheinbar gleichliegenden Flächen (einerseits O, andererseits ∞ O) auch physikalisch vollkommen gleichwerthig sind.

Bis zu welchem Grade entsprechen sich in ihrer gegenseitigen Lage die Flächen O mit oR und ∞ O mit $-\frac{1}{2}$R? Eine Winkeldifferenz ist vorhanden, sie ist aber gering, so dass der in diesem Falle von Hauy begangene Irrthum besonders in Hinblick auf die damaligen Methoden der Winkelmessung wenig grösser ist und kaum anders beurtheilt werden darf als der Irrthum aller Mineralogen, welche den Leucit für tesseral hielten.

Die Winkeldifferenzen betragen bei zur Grundlage meiner Messungen nämlich:

zwischen den scheinbaren Flächen:

O	statt	109°	28′	—	105°	13′	38″
∞ O u. O	„	144	44	—	142	36	49
∞ O	„	120	—				

a. die 3 an der oberen Endecke	116°	32′	58″
b. die 6 zwischen den scheinbaren Randecken	116	32	58
c. die 3 von den unteren scheinbaren Randecken nach unten hin	116	32	58
d. die 3 von den oberen scheinbaren Randecken nach unten hin	123	55	15

Die sechs letztgenannten Flächen $-\frac{1}{2}$R bilden also nicht wie die 6 entsprechenden Flächen ∞ O eine regulär-sechs-

---

legung meiner Winkel = 169° 50′) geneigt. Wäre der Endkantenwinkel R = 90°, so würde ein Achtling geschlossen sein, d. h. keine freien Endkanten mehr haben; da er kleiner als 90° ist, bleibt der Vielling stets umgeschlossen.

seitige Säule, sondern die untere Hälfte eines Scalenoëders, welches mit $-\frac{1}{2}$R die Randkanten gemein hat, also ein $-\frac{1}{2}$Rn ist. n bekommt den Werth = 17,863.

die stumpfe Endkante	Y =	123°	55′	15″
die scharfe Endkante	X =	116	32	58
die Randkante	Z =	169	39	—

Es ist ein Hauy'sches metastatisches Scalenoëder, nach Naumann der zweiten Art*), denn es hat den scharfen Endkantenwinkel X gleich dem Endkantenwinkel des eingeschriebenen (Randkanten-) Rhomboëder $-\frac{1}{2}$R und die stumpfen Flächenwinkel von $-\frac{1}{2}$R und $-\frac{1}{2}$R 17,863 sind gleich 108°.

VI. Neues Zwillingsgesetz am Antimon.

Bei den im Obigen mitgetheilten Beobachtungen wurde zum Vergleiche mehrmals chemisch-reines, späthiges Antimon zur Hand genommen. Dasselbe hatte ich früher aus der chemischen Fabrik von Trommsdorff in Erfurt bezogen; es waren Stücke einer sehr grobspäthigen, fingerdicken Antimongussplatte. Mit Leichtigkeit konnte man sich daraus bis 10 Mm. grosse Spaltungsstücke ($-\frac{1}{2}$R . oR) spalten, wie es schon Marx gethan hat. Dieselben zeigen (Taf. XIV. Fig. 15) auf der ersten Spaltungsfläche oR neben der oben (V.) erwähnten Streifung parallel den Combinationskanten oR : $-\frac{1}{2}$R durch Oscillation dieser beiden vorzüglichsten Spaltungsrichtungen stets noch eine zweite viel feinere, kaum mit blossem Auge sichtbare Streifung, welche der ersteren parallel ist. Dieselbe wird aber nicht durch Oscillation ungleichwerthiger Spaltungsflächen gebildet; das sieht man sehr gut trotz der Feinheit der Streifen unter der Lupe.

Man hat es also mit einer polysynthetischen Zwillingsstreifung zu thun, wie bei den Plagioklasen, beim Kalkspath u. s. w., oder wie neuerdings Sadebeck entdeckt hat, beim Bleiglanze **) und Eisen. ***) Die Spaltfläche oR ist nämlich

*) Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie I. 1829. pag. 434.

**) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. pag. 631 ff.

***) Ebendaselbst pag. 638 und N. Jahrb. für Mineralogie u. s. w. 1875. pag. 44.

keine vollkommene Ebene, sondern erscheint durch eingeschobene, äusserst feine Zwillingslamellen vielfach fein geknickt unter sehr stumpfen Winkeln. Diese die Streifung veranlassenden Knickungen gehen nun stets allen Combinationskanten $oR : -\frac{1}{2}R$ parallel, schneiden sich also auf oR unter 60^0 (120^0). Die ersten Spaltflächen oR^1 der eingeschobenen Zwillingslamellen bilden mit oR einen sehr stumpfen Winkel und zwar immer so, dass sie mit der in derselben Zone liegenden Fläche $-\frac{1}{2}R$ gleichsinnig, aber nicht so stark geneigt sind; d. h. die Spaltflächen oR^1 der Lamellen haben zum herrschenden Individuum die Lage eines sehr stumpfen negativen Rhomboëders.

Die Existenz dieser sehr feinen Zwilligslamellen verräth sich nur auf der äusserst vollkommen das Licht reflectirenden Fläche oR; man sieht durchaus keine Spur von ihnen auf den durch horizontale Streifung entstellten und im Lichtreflex dadurch sehr beeinträchtigten Spaltflächen $-\frac{1}{2}R$. Die Streifen, die sich dort häufig zeigen, sind Sprünge, welche den benachbarten Kanten von $-\frac{1}{2}R$ parallel gehen und durch die Spaltbarkeit dieser benachbarten Flächen $-\frac{1}{2}R$ veranlasst werden. Sie stossen deshalb an der Kante $oR : -\frac{1}{2}R$ mit einer oscillatorischen Streifung durch $-\frac{1}{2}R$ auf oR zusammen.

Eine Ableitung des dieser polysynthetischen Zwillingsstreifung zu Grunde liegenden Gesetzes aus den ebenen Winkeln zwischen den Kanten der Spaltungsform und den Zwillingslamellen war somit unmöglich. Es wurde deshalb an den besten Spaltungsstücken der Versuch gemacht, die ein- und ausspringenden Winkel zwischen den breiten Flächenelementen oR und den haarfeinen oR^1 direct im grossen Reflexionsgoniometer zu messen.*) Eine scharfe sichere Messung mit den gewöhnlichen linearen Signalen war dabei unmöglich. Als Signal diente der allgemeine Lichtreflex einer Oeffnung im entfernten Fensterladen am Tage oder einer ebenso weiten hellen Gasflamme am Abend. Der Lichtreflex wurde theils mit dem Fernrohre, theils mit dem aus diesem, durch Vorlage

---

*) Sadebeck (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. pag. 632) hat für die Ermittelung des analogen Gesetzes am Bleiglanze denselben Weg eingeschlagen, obwohl er die ebenen Winkel auf alle Flächen $\infty O \infty$ messen konnte.

einer Linse gemachten Mikroskope beobachtet. In beiden Fällen fielen die leicht auffindbaren Maxima des Lichtreflexes stets zusammen. Die Kante $oR : -\frac{1}{2}R$ wurde centrirt und justirt und der Lichtreflex der dieser Kante zunächst liegenden Zwillingslamelle (oR^1) zur Messung benutzt. Gemessen wurde mit Repetition die Neigung $oR : oR^1$ und, um ein Urtheil über die Zuverlässigkeit dieser Messung mit allgemeinem Lichtreflexe zu gewinnen, auf dieselbe Weise $oR : -\frac{1}{2}R$, welcher Winkel nach Rose 142° 58′ nach mir 142° 36′ 49″ beträgt.

Am Tage erhielt ich im Mittel aus 4 Beobachtungen:

$$oR : oR^1 = 176^\circ\ 44' \text{ und } oR : -\tfrac{1}{2}R = 142^\circ\ 48'$$

am Abend im Mittel aus 3 Beobachtungen:

$$oR : oR^1 = 176^\circ\ 54' \text{ und } oR : -\tfrac{1}{2}R = 143^\circ\ 23'$$

Die Abendsignale waren für $oR : oR^1$, die Tagessignale für $oR : -\frac{1}{2}R$ besser. Da letztere Messung bis auf einige Minuten richtig ist, darf man erstere auch nahezu als richtig annehnen.

Wenn $oR : oR^1$ 176° 54′ bilden, so bilden die Axen $c : c'$ 3° 6′ miteinander und die Zwillings- und Contactebene ist eine mR-Fläche, deren geneigte Diagonale mit Axe c 1° 33′ bildet. Daraus bestimmt sich m = 24,18.*) Die Form 24 R ist für die rhomboëdrischen Metalle eine einfache und deshalb befriedigende und wahrscheinliche; sie ist nämlich die vierte schärfere von $+\frac{3}{2}R$ und $-\frac{3}{2}R$ ist nach G. Rose**) am Arsenik eine sehr häufige Form. Dieser Widerspruch in den Vorzeichen liess mich nochmals auf das Sorgfältigste das späthige Antimon dahin beobachten, ob auch nicht — 24 R die Zwillingsebene sein könnte, d. h. ob am Hauptindividuum die Flächen oR^1 nicht die Richtung eines sehr stumpfen positiven Rhomboëders hätten; aber niemals zeigten das die Lamellen. Geht man bei der ferneren Besprechung dieses Zwillingsgesetzes von der Zwillings- und Contactfläche 24 R aus, so bilden oR und oR^1 einen ein- und ausspringenden Winkel von 176° 52′ 38″ und die beiden Hauptaxen 3° 7′ 22″.

---

*) Geht man von der unsicheren Tagesmessung = 176° 44′ aus, so ist m = 23, also unwahrscheinlicher.

**) Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 82.

Nach diesem Gesetze erhält man einen Zwilling (Taf. XIV. Fig. 16), wenn man ein Individuum ($-\frac{1}{2}$R : oR) parallel mit einer Fläche von 24R durchschneidet und in der Schnittfläche die Hälften gegeneinander um 180° dreht. Die Drehungs- oder Zwillingsaxe hat ungefähr die Lage einer Endkante von $\frac{1}{28}$R oder einer schiefen Diagonalen von $-\frac{1}{56}$R; sie bildet mit der Hauptaxe c 88° 26′ 19″, während die Endkante $\frac{1}{28}$R nur 88° 26′ 11″ bildet.

Die Zwillings- oder Contactebene ist ein symmetrisches Sechseck mit parallelen gegenüberliegenden Seiten. An den beiden langen, in der Basis parallel einer Kante mit $-\frac{1}{2}$R liegenden Seiten liegen die 4 Winkel von 146° 12′ 50″ und zwischen den kurzen Seiten an den Randkanten von $-\frac{1}{2}$R die zwei Winkel von 67° 34′ 20″. Diese Zwillingsebene theilt das Individuum in 2 congruente Hälften und bildet mit oR 88° 26′ 19″, mit $-\frac{1}{2}$R 71° 1′ 35″. Am Zwillinge betragen also die ein- und ausspringenden Winkel

$$\begin{aligned} oR : oR^1 &= 176^\circ\ 52'\ 38'' \\ -\tfrac{1}{2}R : -\tfrac{1}{2}R^1 &= 142\ \ \ 3\ \ 10 \end{aligned}$$

Am ausspringenden Winkel haben die Flächen oR die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks, am einspringenden die eines symmetrischen Trapezes; $-\frac{1}{2}$R ist beim Zwilling am ausspringenden Winkel ein Trapezoid, am einspringenden ein ungleichseitiges Dreieck, wenn oR durch die Randecken von $-\frac{1}{2}$R geht.

Die Zwillingsebene schneidet sich mit $-\frac{1}{2}$R so, dass sie auf $-\frac{1}{2}$R mit deren Combinationskante mit oR oder mit deren horizontalen Diagonalen den ebenen Winkel von 113° 43′ 46″ (66° 16′ 14″), mit deren geneigter Diagonalen 23° 43′ 46″ (156° 16′ 14″) bildet. Figur 17 auf Tafel XIV. zeigt einen solchen polysynthetischen Zwilling vergrössert und so dass nur nach der Richtung von einer Fläche von 24R die Zwillingsbildung erfolgt. Erfolgt sie aber, wie das immer der Fall ist, nach allen 3 Flächenrichtungen von 24R (Fig. 15 Taf. XIV.), so verlaufen die Zwillingslamellen und Streifen, welche man in Wirklichkeit auf $-\frac{1}{2}$R nicht zu erkennen vermag, auf $-\frac{1}{2}$R derartig, dass sie mit der Combinationskante oR : $-\frac{1}{2}$R (horizontale Diagonale von $-\frac{1}{2}$R) 113° 43′ 46″ (66° 16′ 14″) mit der geneigten Dia-

gonalen von $-\frac{1}{2}$R 23° 43′ 46″ (156° 16′ 14″), untereinander 47° 27′ 32″ (132° 32′ 28″), mit den Kanten von $-\frac{1}{2}$R 77° 43′ 46″ (102° 16′ 14″) oder 30° 16′ 14″ (149° 43′ 46″) bilden, weil die ebenen Winkel von $-\frac{1}{2}$R an den Endecken 108° betragen.

Ich hebe nochmal hervor, dass sich alle diese Winkelangaben auf die aus 24 R berechneten Winkel und auf die Messungen an den Krystallen von Münsterbusch beziehen.

Wenn sich die Lamellen verschiedener Richtungen kreuzen, so lenken sie sich am Kreuzungspunkte gegenseitig etwas ab in ihrem Verlaufe, aber niemals in ihrer Richtung; das Wieviel hängt von der Dicke der Lamellen ab. Sie erscheinen am Kreuzungspunkte geknickt. Eine andere Unterbrechung und Ablenkung der Lamellen am Kreuzungspunkte mit den anderen Streifen auf oR, gebildet durch Oscillation der beiden vollkommenen Spaltflächen, ist nur eine scheinbare, weil auf beiden Seiten dieser letzteren Streifen die Flächen oR in etwas verschiedenem Niveau liegen.

Meist gehen, wie es scheint, die eingeschobenen Lamellen ununterbrochen durch das ganze Hauptindividuum hindurch, sehr häufig sieht man sie aber auch mitten in demselben allmählich sich auskeilen, oder sie hören am Kreuzungspunkte mit einer durchgehenden anderen Lamelle auf. Die Vertheilung und Breite der eingeschobenen Lamellen ist eine sehr ungleiche; bald liegen sie nahe zusammen, bald weit auseinander, aber nie so nahe und regelmässig, das gestreifte Scheinflächen entstehen. Nie werden sie stärker als ein ganz feines Haar.

Diese Zwillingsstreifung ist somit ganz analog der kürzlich von Sadebeck*) so eingehend beschriebenen Zwillingsbildung am Bleiglanze und der mehrfach namentlich von Rose**) und Reusch***) bearbeiteten am Kalkspathe. Man darf deshalb bei solchen Antimonzwillingen wie im Bleiglanze wegen der Opacität der Substanz nicht sichtbare hohle Kanäle erwarten, welche Rose beim Kalkspath beobachtet und beschrieben hat.

Reusch hat diese polysynthetischen Zwillinge beim Kalk-

---

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874. pag. 634 ff.

**) Abhandl. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1868.

***) Pogg. Ann. CXXXII. pag. 441.

spath bekanntlich durch Druck nach bestimmten Richtungen künstlich dargestellt. Das gelang SADEBECK beim Bleiglanze nicht, vielleicht nur wegen dessen grosser Sprödigkeit bei seiner sehr vollkommenen Spaltbarkeit; der Bleiglanz zerbröckelte bei jedem Drucke in kleine Hexaëder. Vielleicht gelingt es trotz der grossen Spaltbarkeit bei dem etwas geschmeidigen und zähen Antimon. Zu solchen Versuchen fehlte mir das geeignete Material.

ROSE ist deshalb sehr geneigt, diese polysynthetischen Zwillinge des Kalkspathes als Folge von, nach der Bildung erfahrenem, Druck aufzufassen. Das mag beim Kalkspath und beim Bleiglanz möglich sein, bei meinem Antimon — wie oben gesagt ein Stück einer fingerdicken Gussplatte — ist es unwahrscheinlich. Dasselbe hat nämlich einen äusseren Druck nur beim Zerbrechen erfahren, ma müsste also zu inneren Drucken beim Erstarren und Erkalten des Antimons seine Zuflucht nehmen, die allerdings nicht unwahrscheinlich, bis jetzt aber noch ganz hypothetisch sind. Dieses Zukunftsgebiet der feinsten physikalischen Untersuchungen können wir vorläufig nicht betreten.

Zum Schlusse drängt sich noch die Frage auf, zeigen alles Antimon und die anderen isomorphen Metalle diese oder eine analoge Zwillingsbildung?

Zur Beantwortung dieser Frage fehlt mir vorläufig das hinlängliche Beobachtungsmaterial.

Für heute kann ich nur folgende vergleichende Beobachtungen mittheilen:

1. Alle Theile des genannten späthigen, chemisch-reinen Antimons zeigen unter der Lupe diese Zwillingsbildung schön und deutlich.

2. Unter den Krystallen von Münsterbusch zeigte mir bisher nur ein Zwilling zweiter Art diese eingeschobenen Zwillingslamellen genau in derselben Weise, aber so fein, dass nur in der grellsten Beleuchtung, aber dann deutlich und zweifellos, die Knickungen in ihrer Richtung und Neigung wiederzuerkennen waren.

3. Schlechte, nur feinspäthige und abgestossene Stücke von reinem Antimon im hiesigen chemischen Laboratorium zeigten dieselbe Erscheinung aber nicht gut.

4. Das grobkörnige natürliche Antimon von Allemont im Dauphiné zeigt dieselbe Bildung sehr fein und schön.

5. Eine ganz analoge Zwillingsstreifung zeigt in fast gleicher Schönheit und Deutlichkeit auch das natürliche und künstliche Wismuth, welches mir vorliegt. Das Erstere sind späthige oder sehr grobkörnige Stücke von Altenberg in Sachsen und das Letztere ist ein Stück eines ebenfalls grobkörnigen Kuchens chemisch reinen Wismuths, welches ich früher von Trommsdorff in Erfurt bezogen habe.

Von den anderen rhomboëdrischen Metallen habe ich weder natürliche noch künstliche Vorkommnisse in so grobkörnigen oder späthigen Stücken, um diese Beobachtung anstellen zu können. Wenn nicht allgemein für alle rhomboëdrischen Metalle, so dürfte diese Zwillingsbildung wenigstens am Antimon und Wismuth eine sehr gewöhnliche sein, und es ist interessant, dass sie am natürlichen und künstlichen Antimon und Wismuth scheinbar in ganz derselben Ausbildung vorkommt.

Die früheren ausgezeichneten Beobachter dieser Metalle haben diese Streifung wohl nicht beobachtet, denn in der mir hier zugänglichen Literatur findet sich keine Andeutung darüber. Rose*) spricht zwar von der gleichseitig dreieckigen Streifung auf der Spaltfläche o R am Zink und Quenstedt**) von der gleichen am Antimon, aber Beide mit dem ausdrücklichen Zusatze, dass diese Streifen durch Oscillation mit der anderen Spaltbarkeit entstehen. Vom Arsenik von Worlik sagt v. Zepharovich***): „Die Zusammensetzungsstücke federartig gestreift"; wie das zu verstehen ist, weiss ich nicht, weil mir die Arbeiten von Zippe in den Verhandlungen der Gesellschaft des böhmischen Museums fehlen.

---

*) Abhandl. d. Berl. Akad. 1849. pag. 96.
**) Mineralogie 1863. pag. 596.
***) Mineralogisches Lexicon I. pag. 35.

Aachen im März 1875.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XIII.

Figur 1—6 einfache Krystalle von Antimon von Münsterbusch.

1. R vergl. S. 585.
2. R . oR vergl. S. 586.
3. R . oR im Gleichgewicht, vergl. S. 586.
4. R . oR . $-\frac{1}{2}$R als Spaltfläche, deshalb gestreift, vergl. S. 586.
5. R . $-\frac{1}{8}$R5, vergl. S. 589.
6. R . oR . -2R . $-\frac{1}{2}$R . ∞P2, vergl. 587.

Figur 1a—3a, 3c u. 7a Zwillinge von Antimon von Münsterbusch in rhomboëdrischer Stellung.

1a.	R	Zwillinge I. Art	vergl. S. 591.
2a.	R . oR		vergl S. 591.
3a.	R . oR		vergl. S. 591.
3c.	oR . R		vergl S. 587, 591

7a R . oR Zwilling II. Art, vergl. S. 591.

Figur 1b—3b, 3d, 7b: Zwillinge von Antimon von Münsterbusch in rhombischer Stellung,

1b.	R	Zwillinge I. Art	vergl. S. 588, 591 u. 592.
2b.	R . oR		vergl. S. 591 u. 592.
3b.	R . oR		vergl. S. 591, u. 592.
3d.	oR . R		vergl. S. 587, 591 u. 592.

7b. R . oR, Zwilling II. Art, vergl. S. 591 u. 592.

Figur 8a. Durchkreuzungszwillig von Antimon von Münsterbusch in rhomboëdrischer Stellung R . oR, vergl. S. 592 u. 593.

Figur 8b. Derselbe in rhombischer Stellung, vergl. S. 592 u. 593.

Tafel XIV.

Figur 9. Ausbildungsweise und parallele Aggregation der Zwillinge von Antimon von Münsterbusch. Aus einem Zwilling zweiter Art ragen zwei Durchkreuzungszwillinge oben heraus, vergl. S. 592 ff. in rhombischer Stellung.

Figur 10. Ausbildungsweise und parallele Aggregation eines einfachen Krystalls von Antimon von Münsterbusch in rhomboëdrischer Stellung, vergl. S. 587, 590 u. 594.

Figur 11. Ausbildungsweise, parallele Aggregation und treppenartige Vertiefung der Flächen R eines einfachen Krystalles von Antimon von Münsterbusch in rhomboëdrischer Stellung, vergl. S. 594.

Fig. 12. Zwilling erster Art von Antimon von Münsterbusch in rhombischer Stellung mit den Anfängen der treppenartigen Vertiefung der Flächen R, vergl. S. 592 u. 593 ff.

Figur 13. Ausbildungsweise, parallele Aggregation und treppenartige Vertiefung der Flächen R eines Zwillings erster Art von Antimon von Münsterbusch, vergl. S. 595.

Figur 13 a. In rhomboëdrischer Stellung.

Figur 13 b. In rhombischer Stellung.

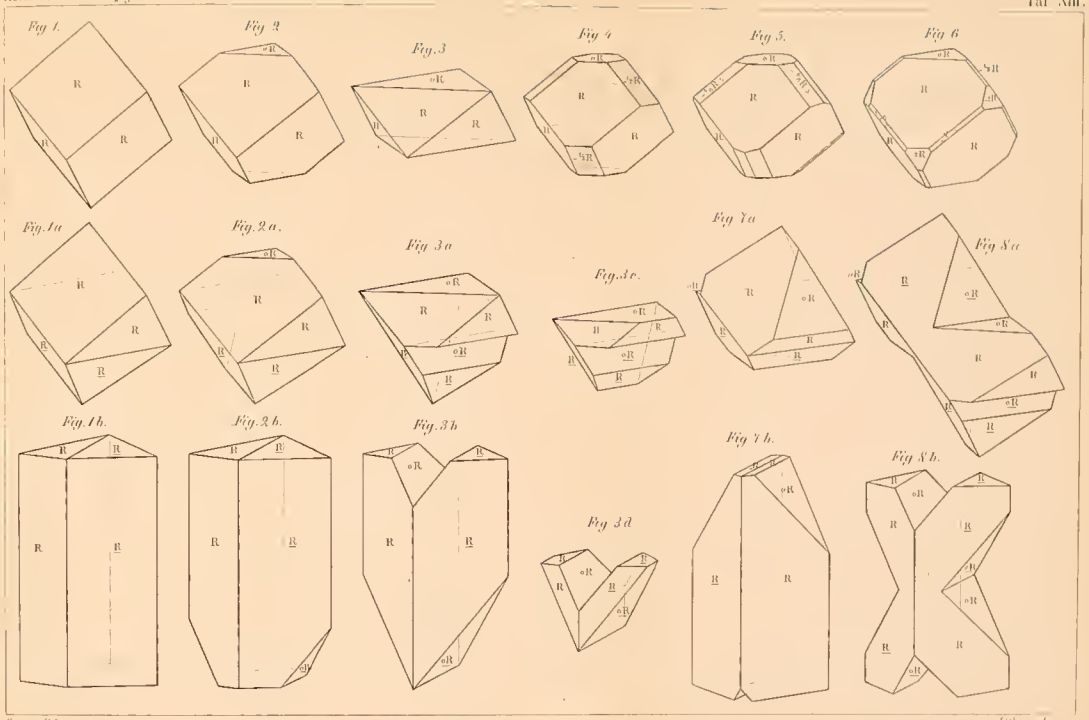
Figur 14 - 17. Spaltungsstücke ($-\frac{1}{2}$ R . o R) von reinem künstlichen Antimon mit Zwillingsstreifung nach dem Gesetz: Zwillingsebene und Contactfläche eine Fläche von 24 R, vergl. S. 614 ff.

Figur 14. Hauptschnitt durch einen polysynthetischen Zwilling; die Schraffirung zeigt die Spaltbarkeit von $-\frac{1}{2}$ R senkrecht zum Hauptschnitte.

Figur 15. zeigt den Verlauf der Streifung auf o R und $-\frac{1}{2}$ R nach allen Flächen von 24 R.

Figur 16. Hemitroper Zwilling nach diesem Gesetze.

Figur 17 zeigt zwei nach einer Richtung von 24 R eingeschobene Zwillingslamellen vergrössert in einem Hauptindividuum.



Ges. von H. Lasperyres.

Lith. von Lüdes

Fig. 14.

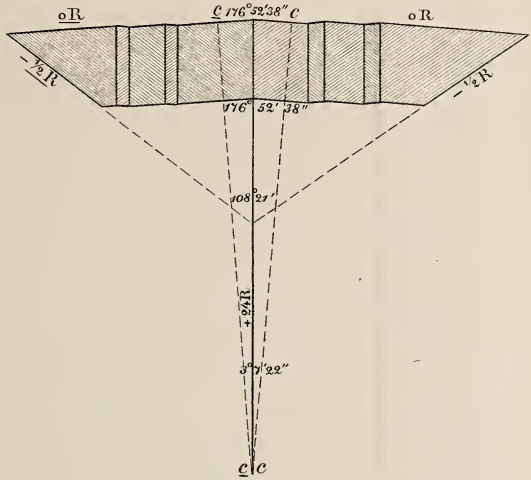


Fig. 15.

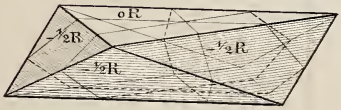


Fig. 16.

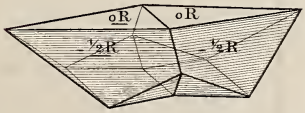


Fig. 17.

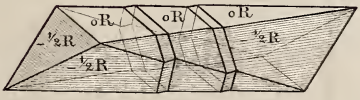


Fig. 9.

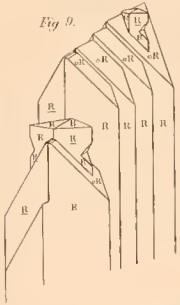


Fig. 11.

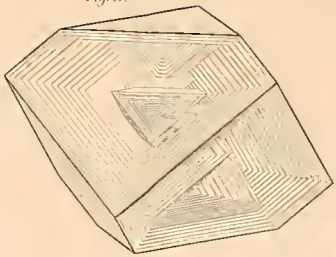


Fig. 12.

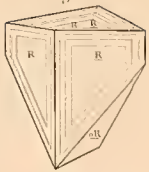


Fig. 14.

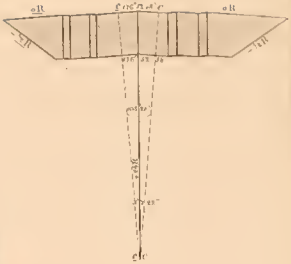


Fig. 13 a

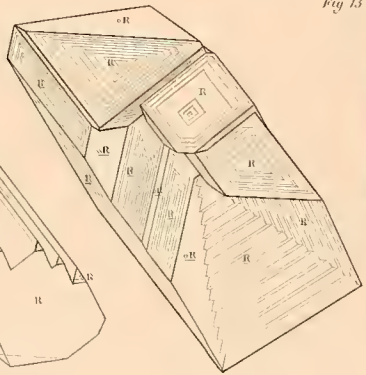


Fig. 13 b

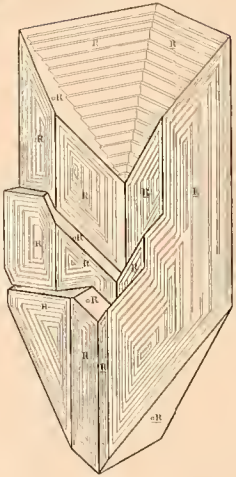


Fig. 15

Fig. 10.

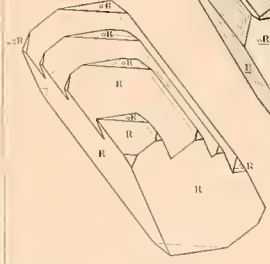


Fig. 16

Fig. 17.

Grz. v. u. H. Lustgarten

Lith. v. m. Laute

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Laspeyres Hugo

Artikel/Article: Ueber die Krystallform des Antimons. 574-622