

# Ueber die Krystallform des Tellurit.

Von

Dr. *Aristides Brezina*.

Mit drei Figuren im Texte.

---

Die nachfolgende Arbeit war bis auf die Nachberechnung einiger von Laspeyres am Valentinit beobachteten Flächen im Juli 1884 druckfertig gemacht; mancherlei andere Arbeiten kamen dazwischen und verzögerten den Abschluss; unterdessen erschien im April des Jahres 1885 die Untersuchung von D. Klein und J. Morel über den Dimorphismus der tellurigen Säure, worin eine tetragonale, dem regulären Oktaëder sehr nahe stehende, und eine rhombische, nahe tetragonale Modification angegeben werden; vorher (December 1884) war eine Arbeit von Mallard erschienen, worin die eigenthümlichen Beziehungen der Formen der Oxyde zu einander besprochen und die Rückführbarkeit derselben auf ein tesserales Netz nachgewiesen wurde. Ich habe gleichwohl meiner Arbeit ihre ursprüngliche Form belassen und nur an den entsprechenden Stellen den Hinweis auf die vorerwähnten fremden Publicationen eingefügt.

Die Arbeit von Klein und Morel bestätigt einerseits die von mir aus den Untersuchungen von Berzelius geschöpfte Vermuthung, dass neben der rhombischen eine oktaëdrische Modification der tellurigen Säure existire; dass diese aber nur pseudotesseral sei, könnte mit den von Mallard angenommenen Gesetzmässigkeiten der Anordnung zusammenhängen; es wäre aber auch andererseits denkbar, dass eine jede der in Frage stehenden Substanzen (Oxyde) polymorph sei und eine tesserale Modification besitze, was nach den Entdeckungen der letzten Jahre durchaus wahrscheinlich ist. Auf alle Fälle gehört diese Gruppe zu den interessantesten, welche bisher krystallographisch untersucht wurden, und verspricht bei genauerer Durchforschung reiche Aufschlüsse über die Beziehungen von Form und Mischung.

In den letzten Tagen ist, veranlasst durch die Ankündigung meiner vorliegenden Arbeit im ersten Hefte der Annalen, eine Notiz von Krenner »über den Tellurit von Facebaja« erschienen, worin für das ältere Telluritvorkommen Elemente bekannt gemacht werden, welche nahe mit den von mir am neuen Anbruche gefundenen übereinstimmen.

## 1. Aeltere Beobachtungen.

Die tellurige Säure  $TeO_2$  wurde zuerst von Berzelius<sup>1)</sup> untersucht, welcher angab, dass sie durch Verdünnen einer salzsauren Lösung des Tellursuperchlorüres mit kochendem Wasser in wasserfreien Krystallen erhalten wird, deren Form oktaëdrisch zu sein

---

<sup>1)</sup> Berzelius, Untersuchung über die Eigenschaften des Tellurs. Pogg. Ann. XXXII, 1—32, 577—627, 1834.

schien. Messungen wurden nicht angestellt. Oppenheim,<sup>1)</sup> welcher später die Versuche von Berzelius wiederholte, vermochte auf dem angegebenen Wege keine Krystalle zu erhalten. Inzwischen war durch Petz<sup>2)</sup> die tellurige Säure in Begleitung von gediegen Tellur in Faczebaja im natürlichen Zustande aufgefunden und erkannt worden; »ein Mineral in ganz kleinen Kugeln von feinfaserigem Gefüge, gelblichweisser, ins Grauliche gehender Farbe, welches vor dem Löthrohre, in der offenen Röhre sowohl als auf Kohle, ganz das Verhalten von telluriger Säure zeigte«.

Offenbar hat jedoch schon im vorigen Jahrhundert Esmark<sup>3)</sup> dieselbe Substanz unter den Händen gehabt, wenn er gelegentlich des sogenannten problematischen Gold-erzes, d. i. gediegen Tellurs, schreibt (a. u. a. O., Seite 91): »Bei ihm traf ich einige sehr kleine Krystalle von gelblichgrauer Farbe an, welche längliche, sechsseitige Tafeln bildeten, stark glänzend, von Demantglanze und halbdurchsichtig waren, und deren übrige Kennzeichen ich, wegen ihrer Kleinheit, nicht bemerken konnte. Vor dem Löthrohre verflüchtigten sie sich in Rauchgestalt. Ich halte sie für gelbes Spiessglaserz.«

In neuerer Zeit wurde der Tellurit an drei Fundorten Colorado's, der Keystone, Smuggler und insbesondere in Spalten von gediegenem Tellur und als Ueberzug auf demselben auf der John Jay Grube durch F. A. Genth<sup>4)</sup> aufgefunden: »kleine, weisse, gelblichweisse und gelbe Kryställchen, einige weisse Krystalle scheinen spitze rhombische Pyramiden zu sein; meistens prismatisch; häufig der Länge nach gestreift, einzeln oder zu Bündeln vereinigt; Spaltbarkeit sehr deutlich in einer Richtung«.

So dürftig die vorstehenden Angaben über die Formen des Tellurit auch sind, deuten sie doch auf eine Dimorphie der Substanz hin, eine rhombische (oder monokline, triklone) natürlich vorkommende und eine tesserale, künstlich erhaltene Modification, falls man nicht annehmen will, dass Berzelius eine oktaëderähnliche rhombische Pyramide beobachtet hat.<sup>5)</sup>

## 2. Neues Vorkommen.

Ich erhielt im Juni 1884 durch Herrn Adolf Genzsch eine Stufe gediegen Tellurs von Faczebaja, auf welcher derselbe ausgezeichnete Telluritkrystalle aufgefunden hatte. Insbesondere zeigten drei miteinander verwachsene Individuen deutliche, gut spiegelnde Endflächen, welche eine genauere Untersuchung gestatteten.<sup>6)</sup> Ausserdem fand ich bei Durchmusterung der älteren Tellurstufen des mineralogischen Hofkabinetes nicht nur zahlreiche Exemplare von Tellurit in der von Petz beschriebenen Form von zu Kugeln

1) Oppenheim, Ueber das Tellur und einige seiner Verbindungen. Journ. pr. Chem. LXXI, 266—282, 1857.

2) Petz Wilhelm, Zerlegung einiger Siebenbürger Tellurerze. Pogg. Ann. LVII, 467—478, 1842.

3) Esmark Jens., Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise durch Ungarn, Siebenbürgen und das Banat, Freyberg 1798.

4) Genth, F. A., On some Tellurium and Vanadium Minerals. Amer. Philos. Soc. XVII, 118 bis 128, 1877. Darin S. 123: »where it is found in minute white, yellowish-white and yellow crystals, mostly prismatic, often longitudinally striated, isolated or aggregated in bundles; a few of the white crystals are acute rhombic pyramids. Cleavage eminent in one direction«. Auch Zeitschr. für Krystallogr. II, 1—13, 1878, woraus das obige deutsche Citat.

5) Unterdessen haben Klein und Morel (Sur le dimorphisme de l'anhydride tellureux etc. Compt. rendus C, 1140—1143, 1885) eine oktaëderähnliche tetragonale Form von der Dichte 5.67 und eine rhombische Form (Grenzform zum tetragonalen System) vom specifischen Gewichte 5.90 erhalten.

6) Die Stufe, welche seither vom mineralogischen Hofkabinete erworben wurde, trägt die Nummer D. 196. Der grösste von den drei erwähnten Krystallen befindet sich noch auf der Stufe.

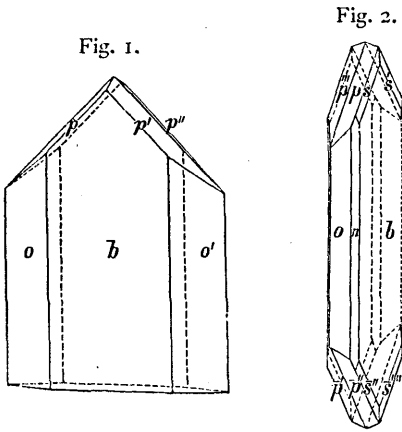
gehäuften Blättchen, sondern auch auf Stücken des neuen Anbruches (von 1883) von Faczebaja ein paar wetzsteinähnliche, kleine Krystallstöcke, welche durch parallele Aufeinanderlagerung von nach aussen immer kleiner werdenden Tellurittafeln erzeugt sind. Die Krystalle sitzen entweder auf Tellurkrystallen oder unmittelbar in Hohlräumen des stark porösen Gesteines, eines spröden, stellenweise fast glasigen Quarzsandsteines, wie er als Muttergestein des gediegen Tellur von Alters her bekannt ist. Zuweilen sind die Hohlräume des Gesteines ganz mit blanken oder in den lebhaftesten metallischen Farben angelaufenen Tellurkrystallen von meist geflossenem Aussehen bekleidet, über welche Baron Heinrich Foullon, welchem ich mein diesbezügliches Material zur Bearbeitung überlassen habe, genauere Nachrichten gebracht hat. Die einzeln ausgebildeten Telluritkrystalle scheinen mit Vorliebe in Hohlräumen dem Gesteine selbst aufzusitzen, während die (bei Weitem häufigeren) wetzsteinähnlichen Gebilde mehr auf Tellurkrystallen gefunden werden, welche Höhlungen des Gesteines auskleiden. Die Identität dieser Kryställchen mit Tellurit konnte allerdings nur durch einen qualitativen Versuch, das Verhalten im beiderseits offenen Glasrohr, erhärtet werden, wobei in strenger Rothgluth ein Schmelzen zu braunen Tröpfchen, sodann Verdampfen eintritt; doch stimmen sowohl das Vorkommen als auch alle anderen äusseren Eigenschaften so vollkommen mit den Beschreibungen des Tellurit von Petz und Genth, dass ein Zweifel über die Substanz kaum aufkommen kann. Angaben über die genauere Fundstelle verdanke ich Herrn Bergingenieur J. Heski, über dessen Anrathen Herr k. k. Baurath Friedrich Stach in Wien den seit den Jahren 1848—1849 darniederliegenden Bergbau von Faczebaja wieder aufgenommen hat. Herr Heski schreibt mir über das neue Vorkommen: »Die erwähnten Stufen entstammen einer Bergveste der sogenannten Präpestyenerkluft, welche Bergveste in den Stollen: Präpestyene, Dreifaltigkeit und Sigmund bekannt, derzeit jedoch nur im Präpestyenerstollen bebaut wird und nahezu press gehauen ist. Die Stufen des Hof-Mineralienabinetes stammen aus dem Dreifaltigkeitsstollen vom Jahre 1883. Das Vorhandensein dieser Bergveste, sowie mancher kleinerer erklärt sich durch die in Faczebaja von jeher betriebene kunstwidrige Art des Abbaues und wohl auch durch den geringen Halt des Tellurerzes an Gold, speciell in dieser Bergveste, während z. B. im Jahre 1773 auf der Querenduskluft Tellurerze erschrotten wurden, welche 8% Feingold hielten. Die jetzt im Gange befindlichen Arbeiten haben hauptsächlich den Zweck, die Querenduskluft mit dem Sigmundsstollen zu erreichen und zu bebauen, da sie nur bis zur Sohle des Mathiasstollens abgebaut ist, während die Präpestyenerkluft bis 4 M. unter die Sohle des Sigmundsstollens press gehauen ist (abgesehen von einzelnen Bergvesten und Rücklässen des alten Manns), und deren Aufschluss in weiterer Teufe ein sehr namhaftes Capital erfordern würde. Beide Klüfte streichen Nord-Süd, verfläichen 80° morgenseitig und sind von 1 M. 50 bis 20 Cm. mächtig. Die Gangart ist Quarz (Hornstein), seltener Kalkspath. Accessorisch: metallisches Gold, gediegen Tellur (andere Tellurverbindungen?) und güldischer Pyrit.«

Die Farbe der Tellurite ist zumeist honiggelb, nämlich die der schwach durchscheinenden Stöcke, während die einzelnen Krystalle durchsichtig und von strohgelber bis honiggelber Farbe sind. Im Ganzen sind die Farben dunkler als beim alten Vorkommen, das meist stroh- in weingelb war; nur einzelne Kugeln gingen bis honiggelb in der Farbe.

### 3. *Habitus. Flächenbeschaffenheit.*

Die untenstehenden Figuren 1 und 2 stellen, und zwar die erstere in gewendeter Stellung, *b* nach vorne, die wichtigsten Combinationen der frei ausgebildeten Krystalle

dar, mit zonarem Aufbau aus Schichten von abwechselnd hellerer und dunklerer Farbe, welche den Umrissen der flachen Tafeln, insbesondere deutlich aber den Spuren der



Pyramiden  $p$  folgen; in Fig. 1 sind nur die stärker ausgebildeten Formen  $b$ ,  $p$  und  $o$  dargestellt, nach unten durch die (nicht beobachtete) Basis geschlossen und so den Habitus der mit dem unteren Ende aufgewachsenen Krystalle wiedergebend; Fig. 2 zeigt die an den untersuchten Telluriten auftretenden Flächen in idealer Ausbildung und in der normalen Stellung ( $a$  vorne,  $b$  seitlich). Herrschend ist immer die Fläche  $b$ , nach welcher die Krystalle dünn tafelig sind, nach welcher auch ausgezeichnete Spaltbarkeit vorhanden ist. In der aufrechten Prismenzone  $ab = [001]$  tritt ein nahe an  $b$  gelegenes Prisma  $o$  (3.16.0) auf, dessen Kante zu  $(010)$  durch ein noch stumpferes Prisma  $n$  (3.34.0) abgestumpft wird. Diese Flächen wurden nur einmal beobachtet, in allen anderen Fällen war die Tafel in der Richtung gegen  $a$  zu durch vollkommen unbestimmbare, reflexlose Flächenelemente geschlossen, von denen sich nur angeben lässt, dass sie ausserordentlich steilen, prismaähnlichen Pyramiden angehören dürften, welche etwa als Vicinalflächen zu  $b$  und  $o$  oder  $b$  und  $n$  zu deuten wären.

Die Umrandung der Tafeln nach oben zu geschieht durch die stets ebenflächig und glänzend ausgebildeten Flächen der Pyramide  $p$  (111), von welcher an jedem der beiden Krystalle  $p$  und  $p''$  verhältnissmässig stark entwickelt sind (etwa 0.0015 bis 0.002 Mm. Breite), während  $p'''$  kaum ein Drittel dieser Breite hat (0.0004 und 0.0007 Mm.) und die vierte Fläche  $p'$  ganz fehlt; an der Unterseite des grösseren Krystalles ist noch  $\bar{p}$  äusserst klein ausgebildet. Die Gleichheit dieser zufälligen Eigenthümlichkeiten (es liegt

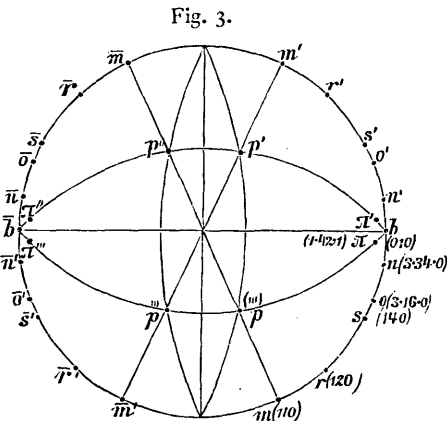
keinerlei Grund vor, an eine monokline Symmetrie zu denken) ist eine Erscheinung, welche bei nahe nebeneinander gebildeten Individuen, offenbar in Folge der gleichen äusseren Umstände, sehr häufig auftritt.

In der Zone  $pb$  treten Vicinalflächen  $\pi$  von  $b$  auf, deren Lage den Symbolen (1.42.1) entspricht, wie die weiter unten folgenden Winkelangaben zeigen; doch sollen diese, sowie die Symbole der obigen Vicinalflächen nur die Lage der Flächen darstellen, ohne dass damit gemeint ist, dass diese Flächen beständige Formen der Substanz seien.

Die wetzsteinähnlichen Formen der durchscheinenden, nach  $b$  nicht so stark

abgeplatteten Complexe bauen sich durch Aufeinanderlagerung zahlreicher solcher dünner Tafeln mit den Flächen  $b$  auf, wobei der Umfang der Tafeln nach aussen immer kleiner wird.

Beim Losbrechen der Krystalle entstanden zahlreiche Vicinalflächen von  $b$  in der Zone  $bc = [100]$ , für welche ich keine eigenen Symbole berechnet habe; ebenso zeigen



sich nahe an  $c$  Ansätze zu sehr stumpfen Pyramiden, für deren Symbolisirung keine Anhaltspunkte zu gewinnen waren.

Die Flächenausbildung des Tellurit lässt eine Eigenthümlichkeit erkennen, welche man an den meisten Substanzen mit ausgezeichneter Spaltbarkeit beobachten kann; während die ebenflächigen echten Flächen von constanter Lage meist unter grossen Winkeln gegen die Spaltfläche geneigt sind (so wie hier die Pyramide  $p$  mit  $bp = 71^\circ 53$ ), treten zahlreiche Vicinalflächen der Spaltungsebene in verschiedenen Zonen und mit schwankender Symbolisirung auf; denn dass die obigen hochzahligen Indices sich mit anscheinend grösserer Bestimmtheit ergeben, ist nur der geringen Anzahl von beobachteten Fällen zuzuschreiben.

Fig. 3 gibt die Lage aller symbolisirten Flächen in stereographischer Projection.

#### 4. Winkel. Elemente.

Die absoluten Dimensionen der beiden gemessenen Krystalle sind 0.5 Mm., beziehungsweise 0.27 Mm. nach  $a$ , 0.02 Mm. nach  $b$  und 0.80 Mm., respective 0.50 Mm. nach  $c$ ; die Flächen  $p$  geben in Folge ihrer Ebenheit und Glätte gute, jedoch durch Beugung langgezogene Bilder; insbesondere bei  $p'''$ , welches am schmalsten ist, reicht das Bild beiderseits über das Gesichtsfeld hinaus, woraus sich die grosse Abweichung des Winkels  $p p'''$  vom berechneten Werthe erklärt.

Aus den am Krystall Nr. 1 gemessenen Winkeln  $bp$  und  $pp''$  hatte ich zuerst die Parameter

$$a : b : c = 0.4552 : 1 : 0.4686$$

berechnet; mit Hinzuziehung der am zweiten Krystalle beobachteten Werthe ergaben sich die genaueren Elemente

$$a : b : c = 0.4566 : 1 : 0.4693.$$

Krenner fand für das ältere Vorkommen:

$$a : b : c = 0.45954 : 1 : 0.46495$$

und die Formen  $b(010)$ ,  $m(110)$ ,  $r(120)$ ,  $s(140)$ ,  $p(111)$ ;  $(140)$  von schwankender Position, gegen (4. 17. 0) neigend.

Mit Zugrundelegung der Elemente des alten und des neuen Anbruches könnte man für den Tellurit das Axenverhältniss  $a : b : c = 0.458 : 1 : 0.467$  annehmen.

Eine Abweichung der Symmetrie von der rhombischen war aus den Messungen nicht zu entnehmen; an den Elementen fällt die nahe Gleichheit der Parameter  $a$  und  $c$  auf, welche eine Annäherung der Elemente an ein tetragonales Axensystem mit  $b$  als Hauptaxe bedingt; der Flächenhabitus wiederholt jedoch diese Aehnlichkeit nicht, und demgemäss ist auch keine optische Analogie mit dem tetragonalen System vorhanden, indem auf  $b$  kein Axenbild erscheint; Krenner fand am älteren Vorkommen die Orientirung  $(b|ac)$ , Axenebene parallel  $a(100)$ , negative Mittellinie senkrecht  $b(010)$ .

Klein und Morel beschreiben die von ihnen für rhombisch gehaltene Modification der künstlichen tellurigen Säure als rechtwinkelige, langgestreckte Nadeln mit den Formen  $h_1 g_1 a_1$  und den Winkeln  $h_1 a_1 = 90^\circ$ ;  $a_1 g_1$  nahe  $90^\circ$ ;  $a_1 a_1$  ungefähr  $45^\circ$ ; ihre Angabe, dass das zu Grunde liegende rhombische Prisma eine Grenzform des tetragonalen Systems zu sein scheine, ist aus den angeführten Werthen nicht ersichtlich, es müsste nur durch einen Druckfehler  $a, a_1$  anstatt  $h_1 a_1$  stehen. In diesem Falle ergäbe sich auch

eine einfache Beziehung zu unseren Werthen ( $h_1 a_1$  gemessen  $45^0$  Klein und Morel,  $100 : 101$  gerechnet  $44^0 13$  Brezina).

In der folgenden Tabelle sind die für das neue Vorkommen von mir berechneten und gemessenen Werthe mit den entsprechenden von Krenner für das alte Vorkommen angegebenen zusammengestellt.

Brezina, neues Vorkommen						Krenner, altes Vorkommen	
Winkel		Rechnung	Messung	Zahl d. Kanten	Grenzwerte	Rechnung	Messung
$bp$	(010) (111)	—	$71^0 52.8$	6	$71^0 40 - 72^0 12$	$71^0 54$	—
$pp'''$	(111) ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )	$36^0 14.4$	$36 53.0$	1	—	—	$36^0 12$
$b\pi$	(010) (1.42.1)	4 9.7	4 8.7	3	4 0 — 4 21	—	—
$ap$	(100) (111)	47 3.9	—	—	—	47 28	—
$pp'$	(111) ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )	85 52.3	—	—	—	—	85 4
$cp$	(001) (111)	48 29.4	—	—	—	—	—
$pp''$	(111) ( $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ )	—	96 58.8	2	96 55.5 — 97 2	—	—
$bm$	(010) (110)	65 27.6	—	—	—	65 19	—
$br$	(010) (120)	47 36.0	—	—	—	47 25	—
$bs$	(010) (140)	28 42.2	—	—	—	28 33	—
$bx$	(010) (4.17.0)	27 14.9	—	—	—	27 7	—
$bo$	(010) (3.16.0)	22 19.6	22 26.5	1	—	—	—
$bn$	(010) (1.11.0)	11 15.7	10 57.0	1	—	—	—
	(010) (3.34.0)	10 56.3					
$r\bar{r}'$	(120) ( $\bar{1}\bar{2}0$ )	84 48.0	—	—	—	85 10	85 6
$sr$	(140) (120)	18 53.8	—	—	—	18 52	19 1
$m\bar{m}'$	(110) ( $\bar{1}\bar{1}0$ )	49 4.8	—	—	—	49 22	49 30
$rx$	(120) (4.17.0)	20 21.1	—	—	—	20 18	20 15

### 5. Vergleich mit anderen Substanzen.

Der Tellurit zeigt sowohl im Habitus seiner Combinationen, als auch in Spaltbarkeit und Winkelverhältnissen eine grosse Aehnlichkeit mit den rhombischen Modificationen der arsenigen und antimonigen Säure.

Insbesondere mit der ersteren, dem Claudetit, ist die Uebereinstimmung eine ausserordentliche. Die ausgezeichnete Spaltbarkeit nach  $b(010)$ ,<sup>1)</sup> nach welcher dünntafelige Ausbildung vorhanden ist, die Vicinalflächen an  $b$  in der Prismen- und steilen Pyramidenzone und die durch dieselben bedingte Krümmung gegen  $a$  zu, ferner die Aehnlichkeit in der Lage der dominirenden, ebenflächigen Pyramide  $o$ , wodurch eine Näherung der beiderseitigen Elemente bedingt wird, endlich die Dimorphie zwischen einer rhombischen und einer tesserale Modification (welche allerdings bei der tellurigen Säure nur mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf) machen die Analogie zu einer sehr vollständigen; die beiderseitigen Elemente sind:

$$\text{Tellurit } a : b : c = 0.4566 : 1 : 0.4693 \quad (a : c = 0.9729)$$

$$\text{Claudetit } a : b : c = 0.3758 : 1 : 0.3500 \quad (a : c = 1.0737)$$

1) P. Groth, Ueber die Isodimorphie der arsenigen und der antimonigen Säure, Pogg. Ann. CXXXVII, 414—433, Taf. VII, Fig. 1—5, 1869.

Die Unterschiede zwischen den beiderseitigen Parametern sind allerdings nicht unbedeutend; sie werden jedoch minder auffallend, wenn man den Valentinit zum Vergleich heranzieht.

Ueber den letzteren hat kürzlich Laspeyres<sup>1)</sup> zahlreiche Beobachtungen veröffentlicht, aus welchen er jedoch ganz unzulässige Schlüsse gezogen hat. Ich habe deshalb seine und die älteren Angaben über den Valentinit einer Discussion unterzogen, welche im Anhang ausführlich wiedergegeben ist; hier will ich nur als Resultat derselben anführen, dass sowohl den älteren Beobachtungen als auch denen von Laspeyres, soweit dieselben überhaupt in Betracht kommen können, am ungezwungensten ein Parameterverhältniss:

$$a : b : c = 0.3915 : 1 : 0.4205 \quad (a : c = 0.9310)$$

entspricht, auf welches bezogen die Formen nachstehende Symbole erhalten:

$$\begin{aligned} a(100) \quad h(010) \quad \pi(310) \quad m(210) \quad \sigma(540) \quad M(110) \quad q(160) \quad v(0.13.1) \quad d(0.11.2) \quad o(092) \\ e(041) \quad p(0.10.3) \quad f(095) \quad g(053) \quad n(054) \quad s(098) \quad i(011) \quad l(056) \quad \varepsilon(405) \quad \xi(102) \\ x(1.20.19) \quad u(4.13.5) \quad v(122) \end{aligned}$$

Man sieht, dass die Grundform des Valentinit zwischen denjenigen des Claudetit und des Tellurit steht, mit Ausnahme des Verhältnisses  $a : c$ , in welchem die Reihenfolge Claudetit, Tellurit, Valentinit ist. Auf alle Fälle steht die Form des Tellurit denen der beiden anderen ebenso nahe wie diese beiden einander. Wenn man also Claudetit und Valentinit isomorph nennt, muss man den Tellurit ebenfalls der Gruppe beizählen, umso mehr, als die Spaltbarkeit bei allen dreien dieselbe ist.

Man könnte nun versucht sein, die auffallende Thatsache der Isomorphie von  $TeO_2$ ,  $As_2O_3$  und  $Sb_2O_3$  mit den bekannten, durch A. E. Nordenskjöld<sup>2)</sup> zwischen der Mehrzahl der rhombischen Oxyde nachgewiesenen Beziehungen zu erklären; derselbe fand, dass  $CrO_3$ ,  $V_2O_5$ ,  $MoO_3$ ,  $WO_3$ ,  $Sb_2O_3$ ,  $Bi_2O_3$ ,  $As_2O_3$  und  $TiO_2$ , also Oxyde von ganz verschiedener chemischer Zusammensetzung sich durch Multiplication einzelner Parameter mit 2, 3 oder  $\frac{3}{2}$  auf eine gemeinsame Grundform  $a : b : c = 0.397 : 1 : 0.471$

beziehen lassen, wobei die Spaltbarkeit zwar nicht für alle Glieder dieselbe, aber doch immer nach einer Fläche der Zone  $[001]$  gerichtet ist. Dagegen ist jedoch zu bemerken, dass nach den heute geltenden Anschauungen von einer Isomorphie dieser Oxyde untereinander in morphologischer Beziehung nicht gesprochen werden kann. Eine Uebereinstimmung der Elemente nach Multiplication eines oder gar zweier Parameter mit wenn auch einfachen Zahlen bei gänzlicher Verschiedenheit des Habitus und abweichender Spaltbarkeit reicht nicht hin zur Begründung der Isomorphie, wenn sie auch immerhin eine interessante Beziehung darstellt und vielleicht in späterer Zeit zu weiteren Schlüssen

1) H. Laspeyres, Mineralogische Bemerkungen, VIII. Theil, 15. Krystallographische Untersuchungen am Valentinit. Zeitschr. für Krystallogr., IX, 162—185, 1884.

2) Om Vanadin-och Molybdensyrans Kristallformer. Öfv. 1860, Nr. 6, S. 299—302; auch Pogg. Ann. CXII, 160—163, 1861. In letzterer Uebersetzung sind alle Zehntelgrade irrtümlich als Minuten gesetzt; es ist zu verbessern:

S. 161, Z. 13 von oben	133.8 statt 133.08'	S. 162, Z. 3 von oben	157.7 statt 157.07'
S. 161, Z. 15 » »	92.3 » 92.3	S. 162, Z. 4 » »	148.5 » 148.5
S. 161, Z. 10 » unten	$\infty p^{3/4}$ » $p^{3/4}$	S. 162, Z. 5 » »	140.3 » 140.3
S. 161, Z. 9 » »	$\infty p$ » $p$	S. 162, Z. 18 » »	minder » einander

Bidrag till kännedom om oxidernas Kristallformer. Öfv. 1860, Nr. 9, S. 439—452; auch Pogg. Ann. CXIV, 612—627, 1861.

Nordenskjöld schreibt Naumann'sche Zeichen, stellt aber Z vertical (Hauptaxe), X Makro-, Y Brachydiagonale, also c' Basis, a Brachy-, b Makropinakoid.

verwendet werden kann. Zudem sind mehrere der obigen Substanzen nur ungenau untersucht, die Elemente sind zum Theile nur aus Messungen ebener Winkel unter dem Mikroskope abgeleitet.

Die einzige, wirklich in unsere Gruppe gehörige Substanz scheint, wie schon Breithaupt<sup>1)</sup> bemerkt hat, die von Letzterem untersuchte Modification der Molybdänsäure  $MoO_3$  zu sein, an welcher derselbe ein Prisma (110) von  $43^\circ 12'$ , ein unbestimmbares Doma (*okl*), vollkommene Spaltbarkeit nach (110), sehr deutliche nach (010) beobachtete; aus dem Prismenwinkel ergibt sich  $a : b = 0.3959 : 1$ , auch die Biegsamkeit der Substanz entspricht der Cohäsion in unserer Gruppe. Hingegen scheint die von Nordenskjöld beobachtete Modification der Molybdänsäure mit der von Breithaupt untersuchten dimorph zu sein, er fand nämlich (*a* und *b* vertauscht)

$$a : b : c = 0.3872 : 1 : 0.4792,$$

Formen  $a(100) b(010) c(001) m(430) r(203) s(102) t(103)$

Spaltbarkeit äusserst deutlich (010), minder deutlich (100) und (001).

Man sieht, dass zwischen beiden Modificationen vollkommen die Beziehungen bestehen, die man zwischen dimorphen Körpern zu finden gewohnt ist, eine Zone ähnlich ( $bm = 73^\circ 48'$  Nord.,  $bp = 68^\circ 24'$  Breith.), Spaltbarkeit sehr verschieden, so dass beide Substanzen einen ganz anderen Modus der Anordnung besitzen. Es ist offenbar viel ungezwungener, die von Nordenskjöld untersuchte Modification auf das Parametersystem

$$a : b : c = 0.2904 : 1 : 0.2396; m(110) r(101) s(304) t(102)$$

zu beziehen. Jedenfalls erfordert die Molybdänsäure eine erneuerte krystallographische Untersuchung.

Auch das Verhalten der Vanadinsäure  $V_2O_3$  ist eigenthümlich. Nordenskjöld gibt die Elemente (*a* und *b* vertauscht):

$$a : b : c = 0.3832 : 1 : 0.9590$$

Formen  $a(100) b(010) c(001) m(110) n(1.20.0) r(011) t(014) (?)$

Spaltbarkeit sehr deutlich (100), minder deutlich (010), (001).

Diese Substanz liesse sich ebenso gut auf die Elemente

$$a : b : c = 0.3832 : 1 : 0.4795; m(110) n(1.20.0) r(021) t(012)$$

beziehen und wäre dann mit unserer Gruppe vollständig isomorph bis auf den Umstand, dass die beste Spaltbarkeit nach (100) anstatt (010) ginge; diese vorzügliche Spaltbarkeit nach (100) ist aber auch aus dem Grunde befremdlich, als das gewöhnliche Prisma  $m(110)$  zur besten Spaltbarkeit unter einem kleinen Winkel ( $am = 20^\circ 58'$ ) geneigt ist, hingegen das seltene *n*, das eher den Charakter einer Vicinalfläche trägt, unter einem sehr grossen ( $an = 82^\circ 34'$ ), während es gewöhnlich umgekehrt zu sein pflegt; man könnte allenfalls an eine Verwechslung von *a* und *b* denken, allein andererseits stimmt wieder der Charakter von *a* als dominirende Fläche, nach der die Krystalle abgeplattet sind, besser mit der vorzüglichen Spaltbarkeit nach dieser Fläche. Also auch hier sind die Verhältnisse ungewöhnlich, jedoch nicht von der Art, um eine Isomorphie mit unserer Gruppe ohne weiteres annehmen zu lassen.

Die Tantalsäure  $Ta_2O_3$  entspricht weder der Vanadinsäure, noch unserer Gruppe direct; Nordenskjöld fand (*a* und *b* vertauscht):

<sup>1)</sup> Aug. Breithaupt, Ueber die natürliche Molybdänsäure und ihre Homöomorphie mit der natürlichen antimoniigen Säure. Berg- und Hüttenm. Ztg. XVII, 125—126, 1858.



$$a : b : c = 0.8288 : 1 : 0.8239; m(110) n(101) o(301) q(041)$$

Spaltbarkeit nicht angegeben.

Hier ist die nahe Gleichheit von  $a$  und  $c$  sehr deutlich ausgesprochen, dagegen die Zurückführung auf die Gruppenwerthe nicht zulässig, obwohl die Verdoppelung von  $b$  zu einem entsprechenden Parametersystem  $0.4144 : 1 : 0.4120$  führen würde; nachdem jedoch die Formen dann  $m(120) n(101) o(301) q(081)$ , also minder einfach würden, kann eine solche Aufstellung ohne Kenntniss der Cohäsionsverhältnisse nicht angenommen werden.

Auch das Bleioxyd  $PbO$  hat durch nahe Gleichheit von  $a$  und  $c$  einen pseudo-tetragonalen Charakter, welcher hier in dem einen Typus (Fig. 8 in den Oefversigt, Fig. 12 in Poggenдорff's Annalen, zweite Arbeit Nordenskjöld's) auch durch die Flächenausbildung zur Geltung kommt. Vertauschen wir Nordenskjöld's  $a$  und  $c$  mit einander, um im zweiten Typus (Fig. 9, beziehungsweise 13) die Längserstreckung aufrecht parallel  $Z$  zu erhalten, so wird

$$a : b : c = 0.9764 : 0.6706 : 1;$$

Formen  $b(010) r(111) s(545) t(323)$  Typus I  
 $b(010) a(100) d(h10) q(4h.3.3h) v(2h.1.h)$  Typus II

Auch diese Elemente lassen sich in Uebereinstimmung mit unserer Gruppe bringen, wenn man  $b$  verdreifacht; dann wird

$$a : b : c = 0.9764 : 2.0118 : 1 = 0.4853 : 1 : 0.4971$$

$$a(100) b(010) r(131) s(5.12.5) t(121)$$

Die Zahlen für die Indices vereinfachen sich noch, wenn man  $s$  als (252) annimmt, was mit der Beobachtung Nordenskjöld's und den von Rammelsberg<sup>1)</sup> gefundenen Zahlen auch noch vereinbar ist; in der That ist

	gemessen	berechnet für (252)	berechnet für (5.12.5)
$ss''$	99° 36' N. aus $bs$ 98° 30' - 45' Rg.	98° 4'	100° 24'
$ss'$	67° 40' Rg.	65 25	66 41
$s\bar{s}''$	fast gleich $ss'$	63 41	64 55

Allerdings wäre auch hier der Fall denkbar, dass die von Nordenskjöld und Rammelsberg untersuchten Krystalle zwei dimorphen Modificationen angehören, indem die einzige von Letzterem gefundene Pyramide mit einer nicht ganz einfachen Form des anderen Typus und auch da nicht eben befriedigend übereinstimmt. Keinesfalls aber lässt sich eine dieser Formen ohneweiters in unsere Gruppe einreihen, da die obige Axenwahl nur dann annehmbar wäre, wenn die Substanz eine ausgezeichnete Spaltbarkeit nach  $b$  besäße, welche für  $b$  einen grossen Parameter erfordern würde; von einer Spaltbarkeit ist aber weder bei Nordenskjöld noch bei Rammelsberg die Rede.

Das Quecksilberoxyd  $HgO$  wird zwar von Nordenskjöld als mit dem Bleioxyd vollkommen isomorph betrachtet, ist es aber wohl kaum, wenigstens müsste diese Isomorphie erst durch Auffindung gleicher Cohäsionsverhältnisse erhärtet werden, welche von keiner der beiden Verbindungen angegeben sind; stellt man beide Körper mit der

1) Rammelsberg, Krystallographische Chemie, Berlin 1855, S. 30.

Längenerstreckung (nach welcher auch am  $HgO$  alle Prismenflächen gestreift sind) aufrecht, so werden die Elemente

$$\begin{array}{l} PbO \dots 0.9764 : 0.6706 : 1 \\ HgO \dots 1 : 0.6522 : 0.9459 \end{array}$$

was allerdings mit Nordenskjöld's Annahme auch nicht unvereinbar wäre; aber auch der ganze Charakter der Combinationen ist ein anderer; mit unserer Gruppe hat das Quecksilberoxyd keinen wahrnehmbaren Zusammenhang; wollte man es auf ein isomorphes Axensystem beziehen, so wäre  $b$  zu verdreifachen (also  $a : b : c = 0.5111 : 1 : 0.4834$ ), wodurch die Prismen (welche allein ihr Zeichen ändern würden) anstatt (430) (110) (230) (120) (130) die Symbole (490) (130) (290) (160) (190) erhielten; eine solche Aufstellung wäre kaum zu rechtfertigen.

Das Wismutoxyd  $Bi_2O_3$  hat nach Nordenskjöld die Elemente ( $a$  und  $b$  vertauscht)

$$a : b : c = 0.8165 : 1 : 1.0640; c(001) m(110)(034) r(011) s(032)(031)$$

um es mit der Gruppe isomorph zu machen, wäre  $b$  zu verdoppeln, wodurch wir erhielten

$$a : b : c = 0.4083 : 1 : 0.5320; c(001) m(120)(032) r(021) s(031)(061)$$

Die Symbole würden also etwas complicirter, das einzige vorhandene Prisma erhielte das Zeichen (120), was auch wieder nur zu rechtfertigen wäre, wenn eine ausgezeichnete Spaltbarkeit nach  $b$  vorhanden wäre.

Die Chromsäure  $CrO_3$  hat ein herrschendes Pinakoid  $b(010)$  und die Elemente

$$a : b : c = 1 : 0.6920 : 0.6285; b(010) m(110) q(120) s(111) r(331)$$

hier fällt wieder die nahe Gleichheit der Axen  $b$  und  $c$  auf; während dies aber bei den meisten übrigen Oxyden von den zwei zum ausgedehntesten Pinakoide parallelen Axen gilt, ist dies hier anders; auch lässt die Chromsäure kaum eine mit der Gruppe isomorphe Aufstellung zu.

Die Wolframsäure  $WO_3$  hat nach Nordenskjöld die Elemente

$$a : b : c = 1 : 0.6966 : 0.4026; b(010) m(110) n(210)(201)(301)(401)(501)(801)$$

durch Verdreifachung von  $b$  und Verdoppelung von  $c$  erhielt man

$$\begin{array}{l} a : b : c = 1 : 2.0898 : 0.8052 = 0.4785 : 1 : 0.3853 \\ b(010) m(130) n(230)(101)(302)(201)(502)(401) \end{array}$$

also eine unbedeutende Erhöhung der Zahlen für die Indices, dafür aber complicirte Verhältnisse in der Prismenzone. Auch hier ist eine Einreihung in unsere Gruppe nicht gut thunlich.

Wie man sieht, bedürfen noch viele Umstände in der Gruppe der Oxyde eine genauere Untersuchung; von vielen Gliedern derselben fehlen Angaben über die so wichtigen Eigenschaften der Spaltbarkeit, und auch eine grosse Zahl von Formen sind nur sehr angenähert, durch mikroskopische Messungen festgestellt. Es wäre deshalb auch noch verfrüht, Schlüsse aus der anscheinenden Isomorphie des Tellurit mit den beiden oder drei anderen Gliedern, oder aus den Beziehungen zwischen den übrigen Oxyden und den genannten vier ziehen zu wollen. Es wäre aber eine lohnende Aufgabe, an reinem Materiale die so wichtigen Formen dieser Körper von Neuem zu bestimmen.

Die Annahme Mallard's würde allerdings für die auffallenden Erscheinungen der obigen Elemente eine Erklärung geben.

## Anhang.

## Die Elemente des Valentinit.

Im Nachfolgenden stelle ich chronologisch die auf die Formen und Elemente des Valentinit bezüglichen Publicationen zusammen; der Uebersichtlichkeit halber füge ich Flächensignaturen bei, und zwar, soweit dies möglich, die von den Entdeckern der betreffenden Flächen gebrauchten. Die Originalaufstellungen sind in den Axenlängen beibehalten, die Axen aber immer so gedreht, dass das Spaltungsprisma als Prisma ( $hko$ ), das Spaltungspinakoid (parallel der kurzen Diagonale des Prismas) als  $(010)$  erscheint.

Behufs grösserer Uebersichtlichkeit stelle ich die für den Valentinit bisher angegebenen Formen in die untenstehende Tabelle zusammen; in erster Colonne steht die Flächensignatur, die folgenden Columnen enthalten in chronologischer Ordnung die von den einzelnen Autoren gegebenen Formenreihen mit den von ihnen gebrauchten Signaturen; ein Punkt (.) an Stelle einer Signatur deutet an, dass der betreffende Autor die Fläche erwähnt, ohne sie zu signiren; ein Strich (—), dass er eine vorher schon bekannt gemachte nicht erwähnt. Aus der Anordnung der Tabelle ist sofort zu ersehen, welcher Autor eine Fläche zuerst bekannt gemacht hat.

	I		II				III			IV	V	
	Mohs-Haidinger 07884:1:2:8283		Sénarmont 03942:1:1:4142		Miller	Descloizeaux	Groth (Pogg.)	Groth (Pogg.) 03869:1:0:3710	Groth Tab. Uebers. 03822:1:0:3443	Laspeyres 03914:1:0:3567	Brezina I 03915:1:0:4205	Brezina II 03915:1:0:5607
$h$	(010)	$h$	(010)	.	$a$	$\sigma^1$	$h$	(010)	$b$	$b$	(010)	(010)
$M$	(210)	$M$	(110)	.	$m$	$m$	$M$	(110)	$p$	$p$	(110)	(110)
$p$	(012)	$p$	(011)	$e^1$	$r$	—	$p$	(041)	—	$r$	(0.10.3)	(052)
$l$	(018)	.	(014)	$e^4$	—	$e^4$	.	(011)	—	$l$	(056)	(035)
$P$	(111)	$P$	(121)	.	$x$	—	$P$	(481)	—	$y$	(361)	(241)
$v$			(041)		$v$	—	.	(0.16.1)	—	$t$	(0.13.1)	(0.10.1)
$s$			(013)		$s$		$e^3$	(043)	—	$k$	(098)	(056)
$o$			(043)				$e^{3/4}$	(0.16.3)	—	$s$	(092)	(0.16.5)
$q$			(012)				.	(021)	$q$	$q$	(053)	(054)
$n$							.	(032)	$q'$	$q'$	(054)	(0.9.10)
$x$							.	(1.20.15)	$x$	$x$	(1.20.19)	(1.20.25)
$a$							.	(100)		$a$	(100)	(100)
$\pi$							.	(310)		$\pi$	(310)	(310)
$m$							.	(210)		$m$	(210)	(210)
$\sigma$							.	(540)		$\sigma$	(540)	(540)
$\rho$							.	(160)		$\rho$	(160)	(160)
$\chi$	?						.	(071) ?		$h$	(0.11.2)	(041) ?
$d$							.	(0.27.4)		$d$	(0.11.2)	(041)
$e$							.	(092)		$e$	(041)	(031)
$f$							.	(073)		$f$	(095)	(075)
$g$							.	(0.15.8)		$g$	(032)	(098)
$i$							.	(054)		$i$	(011)	(034)
$\varepsilon$							.	(101)		$\varepsilon$	(405)	(305)
$\xi$							.	(508)		$\xi$	(102)	(308)
$u$							.	(3.10.3)		$u$	(4.13.5)	(3.10.5)
$\tilde{\lambda}$							.	(5.10.8)		$v$	(122)	(368)

Phillips Williams, An elementary introduction. 3. ed. London 1823. 331.

»It yields to mechanical division parallel to the sides of a rhombic prism of  $137^{\circ}43'$  and  $42^{\circ}17'$ , by the reflective goniometer, but the principal cleavage is parallel to the lesser diagonal of the prism.«

Mohs Fr., Grundriss der Mineralogie. Dresden 1824. II, 168—171.

Die Axen nach obiger Regel vertauscht, werden die Elemente:

$$a : b : c = \sqrt{7.77} : \sqrt{12.5} : 10 = 0.7884 : 1 : 2.8283$$

$h(010) = \bar{P}r + \infty$ ;  $M(210) = (\bar{P}r + \infty)^3$  Spaltungsprisma;  $p(012) = \bar{P}r - 1$ ;  $P(111) = P = 105^{\circ}38' : 79^{\circ}44' : 155^{\circ}17'$ ; ferner die Winkel  $M = (210)(2\bar{1}0) = 43^{\circ}2$

(Normalenwinkel) Refl. gon.;  $p = (012)(0\bar{1}2) = 109^{\circ}28'$  Annäherung. Spaltbarkeit  $M$  sehr vollkommen. Zu letzterer fügt Haidinger in der Uebersetzung hinzu: »scarcely traces parallel to  $\bar{P}r + \infty$ .« (Treatise on mineralogy by Fr. Mohs, translated by W. Haidinger. Edinburgh 1825. II, 152.)

Beudant, Traité de minéralogie. 2 éd. Paris 1830. II, 615.

»Masses clivables parallèlement aux pans d'un prisme rhomboidal de  $137^{\circ}43'$ , et aussi suivant les diagonales de ce prisme.« Laspeyres führt unter den Angaben Beudant's nur die Spaltbarkeit nach (110) und (010), nicht die nach (100) an, während Beudant solche nach beiden Diagonalen angibt.

Breithaupt, Vollständige Charakteristik. 3. Aufl., 1832, S. 62 (damit übereinstimmend Vollständiges Handbuch, 1841, II, 185) gibt an: » $\bar{P}r\infty = \frac{1}{2} \frac{4}{8} = 109^{\circ}28'16''$ ;  
 $\infty P = \frac{913}{360} \infty O' = 43^{\circ}2'21''$  ( $109^{\circ}28'$ ;  $43^{\circ}2'$  Hdgr). Spaltbarkeit prismatisch, vollkommen, brachydiagonal unvollkommen.« Nachdem Breithaupt innere Winkel und für die Domen Polkantenwinkel verwendet, wäre obiges Doma allerdings ein flaches, während Mohs-Haidinger's Doma steil ist. Allein Breithaupt hat ohne Zweifel einfach übersehen, dass Mohs ein steiles Doma gemeint hat; dafür spricht vor Allem, dass er die Haidinger'schen Werthe zum Vergleich neben seine ohne weitere Bemerkung setzt, also offenbar voraussetzt, dass sie dieselben Gestalten betreffen. Die Täuschung ist wahrscheinlich dadurch entstanden, dass er in Folge des Mohs'schen Zeichens  $\bar{P}r - 1$  an ein flacheres Doma dachte und nicht bemerkte, dass bei der Länge der von Mohs gewählten aufrechten Axe auch das flachere Doma noch immer ein steiles ist. Der Irrthum war um so leichter möglich, als Breithaupt offenbar keine Messung vornahm; seine gegen Mohs veränderten Winkel beruhen auf Rechnung, er gab nämlich für das Doma den genauen Oktaëderwinkel statt des auf Minuten abgerundeten, welcher bei Mohs erscheint, und für das Prisma den aus seinem Symbol  $\frac{913}{360} \infty O'$  berechneten ( $43^{\circ}2'19.5''$ ).

Nachdem also jedenfalls Breithaupt in einem Irrthum befangen war, ist seine Angabe einfach zu streichen. Es scheint mir deshalb auch nicht gut anzugehen, dass man, wie Groth gethan hat, die Angaben von Mohs in Zweifel stellt; Mohs kann ja nichts dafür, dass Breithaupt eine Confusion gemacht hat, und auch der zufällige Umstand, dass der Domenwinkel dem des regulären Oktaëders gleich gefunden wurde, lässt noch nicht mit Bestimmtheit die Deutung zu, dass diese Gleichheit nur auf Schätzung beruhe, wenn gleich die Möglichkeit davon zugegeben werden muss. Und selbst wenn dies erwiesen wäre, kann man noch nicht daraus schliessen, dass die Schätzung eine ungenaue sei; sie kann im Gegentheil viel genauer sein als eine Messung mit dem Anlegegoniometer,

welche man ja ohne Bedenken als Grundlage einer Elementenbestimmung annehmen würde.

Mohs, Leichtfassliche Anfangsgründe. 2. Auflage. Wien 1839. II, 155 fügt nach Beobachtung Haidinger's zu den früheren Flächen noch  $\bar{P}r - 3 = 38^{\circ} 56' = (018)$  hinzu. Bis hierher sehen wir somit ausschliesslich die erste, Mohs-Haidinger'sche Aufstellung im Gebrauche:

$$I. \begin{cases} \text{Mohs-Haidinger. } a : b : c = 0.7884 : 1 : 2.8283 \\ h(010) M(210) p(012) d(018) P(111); hM = 68^{\circ} 29'; hp = 35^{\circ} 16'; hd = 70^{\circ} 32' \end{cases}$$

Sénarmont H. de, Note sur l'antimoine oxydé naturel de forme octaédrique. Ann. chim. phys. 1851, XXXI, 504—507. Gibt keine neuen Messungen, welche zur Bestimmung der Elemente beitragen könnten; er bezeichnet die Mohs'schen Formen  $p(012)$  und  $P(111)$  mit  $e^1 = (011)$  und  $(b^{1/3} h^1 b^1) = (121)$ , setzt also  $a : b : c = 0.3942 : 1 : 1.4142$  und gibt die neuen Formen  $e^4 = (014)$  mit  $38^{\circ}$  und  $(b^{1/2} h^{1/2} b^1) = (1.3.24)$  mit der brachydiagonalen Polkante  $34^{\circ}$  und dem Winkel zum Grundprisma  $57^{\circ}$  an; das Zeichen dieser Pyramide stimmt, wie schon Laspeyres bemerkt, nicht mit den zwei angegebenen Winkeln (es würde nämlich den Polkantenwinkel  $22^{\circ} 0'$  und den Winkel zum Prisma  $77^{\circ} 17'$  erfordern); Laspeyres vermuthet deshalb, dass das Zeichen  $(b^{1/5} h^{1/2} b^1) = (2.3.12)$  heissen sollte, was aber auch nicht zulässig ist, da dieses Zeichen den Polkantenwinkel  $36^{\circ} 13'$  (nicht  $32^{\circ} 33'$ , wie Laspeyres angibt) und den Winkel zum Prisma  $52^{\circ} 48'$  erfordern würde, also Winkel, welche von den Sénarmont'schen um 2 bis 4 Grade abweichen; der Winkel für das Doma  $e^4$  stimmt bei Sénarmont zwischen Rechnung und Messung auf einen Grad ( $38^{\circ}$  gemessen,  $38^{\circ} 56'$  berechnet), und man darf nicht einen um so viel grösseren Spielraum bei den zwei Pyramidenwinkeln voraussetzen. Aus Sénarmont's zwei Winkeln berechnet sich für die Pyramide das Zeichen  $(4.7.28)$ , nämlich  $k : h = 1.758$  und  $l : h = 7.083$ , oder  $(b^{1/11} h^{1/28} b^{1/3})$ ; da dieses Zeichen keinerlei Beziehung zu dem von Sénarmont gegebenen erkennen lässt, kann man heute nicht mehr entscheiden, ob sich dieser Autor in den Winkeln oder im Symbol geirrt hat, und es bleibt nichts Anderes übrig, als diese Form bis auf neuerliche Beobachtung zu streichen.

Wir haben also jetzt die zweite Aufstellung:

$$II. \begin{cases} \text{Sénarmont. } a : b : c = 0.3942 : 1 : 1.4142 \\ h(010) M(110) p(011) d(014) P(121); \text{ Winkel wie unter I.} \end{cases}$$

Miller W. H., Elementary introd. London 1852. S. 253—254 gibt die Fundamentalwinkel ( $a$  und  $b$  vertauscht)  $011.001 = 54^{\circ} 44'$ ;  $110.010 = 68^{\circ} 29'$

$$h(010) s(013) p(011) v(041) M(110) P(121)$$

Miller's Signatur  $a \quad s \quad r \quad v \quad m \quad x$

worunter  $s$  und  $v$  neu, bezieht also die Krystalle auf dieselben Elemente wie Sénarmont; Miller gibt nur die aus den Mohs'schen Werthen berechneten Winkel, so dass zur Discussion der von mir gewählten Elemente nur die Symbole seiner neuen Flächen verwendet werden könnten.

Fellenberg E. v., Neues Jahrb. 1861, S. 302 erwähnt Valentinit von Felsöbanya mit den Flächen  $\infty P(110)$ ,  $0 P(001)$ ,  $\bar{P}\infty(011)$ ,  $2\bar{P}\infty(021)$ ,  $\infty\bar{P}\infty(010)$ ,  $\infty\bar{P}\infty(100)$ . Hievon wäre  $(021)$  neu; es ist zwar misslich, dass gar keine Messungen angeführt sind, was bei dem complicirten Baue der Valentinitkrystalle die Vermuthung entstehen lassen könnte, dass die Zeichen nur auf Schätzung beruhen, umso mehr, als Fellenberg nicht einmal angibt, auf welches Axenverhältniss seine Symbole bezogen sind; da jedoch

derselbe Uebelstand auch bei vielen anderen Formen des Valentinit vorliegt, wird man auch diese von Fellenberg angegebene nicht gut ausschliessen können.

Dasselbe gilt von Descloizeaux, *Nouvelles recherches* (Savants étrang. XVIII, 568, 1867), welcher für Bräunsdorf die Formen  $e^3(013)$  und  $e^4(014)$  anführt, also offenbar auch die Sénarmont-Miller'sche Aufstellung adoptirt, und ausserdem eine neue Form gibt,  $e^3/4 = (034)$ ; Descloizeaux führt ausser dem Prismenwinkel keinen weiteren an.

Mit Hinzunahme der neu beobachteten Flächen lautet somit die zweite Aufstellung:

$$\text{II. } \left\{ \begin{array}{l} \text{Sénarmont. } a : b : c = 0.3942 : 1 : 1.4142 \\ h(010) \ c(001) \ M(110) \ d(014) \ s(013) \ e(034) \ p(011) \ q(021) \ v(041) \ P(121) \\ hM = 68^{\circ}29; \ hd = 70^{\circ}32; \ hs = 64^{\circ}46; \ he = 43^{\circ}19; \ hp = 35^{\circ}16; \ hq = 19^{\circ}28; \\ \quad \quad \quad hv = 10^{\circ}2. \end{array} \right.$$

Groth, Ueber die Isodimorphie etc. Pogg. Ann. CXXXVII, 414—433, 1869, bespricht die Angaben von Mohs-Haidinger, Breithaupt, Dana und Descloizeaux; was die ersteren Autoren betrifft, wurde schon oben erwähnt; bezüglich Dana's vermisst Groth einen Nachweis über die Flächen  $(013)$  und  $(041)$ ; diese sind wohl aus Miller entnommen. Von Descloizeaux erwähnt Groth die neue Fläche  $\frac{4}{3}\bar{P}\infty$ . Als neu beobachtet erscheint — auf Sénarmont's Elemente bezogen —  $\frac{1}{2}\bar{P}\infty = f(012)$  mit dem Endkantenwinkel  $110^{\circ}$ , also  $hf = 55^{\circ}$  (berechnet nach Mohs' Werthen  $54^{\circ}44$ ).

Groth hat den Prismenwinkel neu gemessen und mit Beibehaltung des Mohs'schen Winkels  $hp$  ein neues Parametersystem gegeben (wobei  $c$ , wie Laspeyres bemerkt hat, durch einen Druckfehler verändert wurde); ich gebe seine Aufstellung, welche er zur Parallelsirung mit dem Claudetit vorgenommen hat und worin  $c$  ein Viertel des Sénarmont'schen Werthes beträgt, mit Bezugnahme auf die Mohs-Haidinger'schen Winkel:

$$\text{III. } \left\{ \begin{array}{l} \text{Groth. } a : b : c = 0.3942 : 1 : 0.3535 \\ h(010), M(110), d(011), s(043), f(021), e(031), p(041), q(081), v(0.16.1), P(481) \\ \text{Winkel wie unter II, nebst dem } hf = 54^{\circ}44'. \end{array} \right.$$

In seiner zweiten Veröffentlichung über den Valentinit (Tabellarische Uebersicht. Braunschweig 1874. S. 84—85) berechnet Groth auf Grundlage neuer Messungen ( $M'M' = 41^{\circ}50$ ,  $Mf = 78^{\circ}19$ ) die Elemente  $a : b : c = 0.3822 : 1 : 0.3443$ , gibt ein neues Doma  $\frac{3}{2}\bar{P}\infty = g(032)$  und eine Pyramide  $\frac{4}{3}\bar{P}20 = x(1.20.15)$  und fünf gemessene Winkel,  $gg'$ ,  $xx'$ ,  $xx''$  nebst obigen Fundamentalwinkeln an; die Bemerkung Groth's, dass die in seiner früheren Arbeit nachgewiesene Fläche  $f(021)$  mit dem Mohs'schen Doma identisch sei, hat nur dann Geltung, wenn man annimmt, dass Mohs Pol- und Seitenkantenwinkel verwechselt habe, für welche Annahme jedoch, wie ich oben gezeigt habe, kein Grund vorliegt.

Laspeyres, Mineralogische Bemerkungen VIII. Zeitschr. Kryst. IX, 162—195. 1884; darin krystallographische Untersuchungen am Valentinit, S. 162—185.

Ich will nicht die sämtlichen Beobachtungen von Laspeyres hier einzeln besprechen, sondern gleich vorausschicken, dass unter allen von ihm gemessenen Formen nur zwei an einer grösseren Zahl von Krystallen ausgebildet waren; das Grund-, resp. Spaltungsprisma  $M(p)$ , für das sehr zahlreiche Werthe an allen Valentinitvorkommnissen ermittelt wurden, und das Doma  $i$ , das an acht verschiedenen Krystallen, welche zwei Stufen von Bräunsdorf entstammten, mit befriedigender Uebereinstimmung gemessen

werden konnte; unter den übrigen zwölf von Laspeyres angegebenen neuen Formen sind sieben, nämlich  $\chi$  ( $h$ ),  $u$ ,  $f$ ,  $\varepsilon$ ,  $\sigma$ ,  $\pi$  und  $m$  nur je einmal beobachtet,  $q$  und  $g$  je zweimal ( $g$  mit einem Unterschiede von  $1\frac{1}{2}$  Grad zwischen den zwei Messungen) und nur  $d$  viermal mit sehr nahe übereinstimmenden Werthen ( $bd$  zwischen  $23^{\circ} 47$  und  $23^{\circ} 59$ ). Schon hieraus geht hervor, dass die Mehrzahl der neuen Formen kaum Anspruch auf Selbstständigkeit besitzen, und dass daher bei der Wahl der Grundform wenig Rücksicht auf dieselben genommen werden kann.

Es erscheint deshalb angezeigt, die zwei Formen  $p$  und  $i$  als Grundprisma und -Doma anzunehmen, keinesfalls aber der Fläche  $i$  ein so complicirtes Symbol (054) beizulegen, wie Laspeyres gethan hat, lediglich der von Groth ausgesprochenen Vermuthung zu Liebe, dass eine (nicht beobachtete) Grundform (111) des Valentinit von ähnlichen Abmessungen wie am Claudetit existire; denn solche Beziehungen zwischen den Formen haben nur dann einen Werth, wenn sie aus der Natur herausgelesen werden; in dieselbe hineininterpretirt sind sie bedeutungslos.

Unter der Annahme  $M(110)$  und  $i(011)$  werden die Elemente des Valentinit (aus  $hM = 68^{\circ} 37.3$  und  $hi = 67^{\circ} 11.5$  berechnet)

$$a : b : c = 0.3915 : 1 : 0.4205.$$

Man sieht sogleich, dass die einzige Fläche, welche ausser  $M$  und  $i$  an einer grösseren Zahl von Krystallen beobachtet wurde, das Doma  $d$  nicht gleichzeitig mit  $i$  ein einfaches Zeichen besitzen kann, da aus  $hd = 23^{\circ} 53$  (Mittel von vier Werthen) ein Symbol (0.16.3) folgt ( $hd$  berechnet  $24^{\circ} 2$ ). Es ergibt sich nämlich das Verhältniss der Indices  $k : l = 5.3707$ , was, in einen Kettenbruch entwickelt, der Reihe nach die Näherungsbrüche  $\frac{5}{1}$ ,  $\frac{11}{2}$ ,  $\frac{16}{3}$ , also die Symbole (051), (0.11.2), (0.16.3) ergibt, denen die Winkel  $hd = 25^{\circ} 26$ ,  $23^{\circ} 23$  und  $24^{\circ} 2$  entsprechen. Da die gemessenen Werthe zwischen  $23^{\circ} 47$  und  $23^{\circ} 59$  liegen, können die beiden Symbole (051) und (0.11.2) nicht gut gewählt werden. Wollte man die Hochzahligkeit des Symbols von  $d$  auf die beiden Formen  $d$  und  $i$  vertheilen, so könnte man diese mit  $i(034)$  und  $d(041)$  bezeichnen, wodurch die Elemente

$$a : b : c = 0.3915 : 1 : 0.5607$$

würden. Die letztere Annahme entspricht, wie weiter unten gezeigt werden wird, den Beobachtungen minder gut als die erstere und ist somit zu verwerfen.

Bevor wir nun die den Formen unter den verschiedenen Annahmen zu ertheilenden Symbole und die daraus berechneten Winkelwerthe mit den gemessenen zusammensetzen, sind noch einige Bemerkungen über die Formen und Beobachtungen vorauszuschicken.

Wenn wir die Reihe der für den Valentinit angegebenen Flächen durchgehen, so sehen wir zunächst, dass die Formen der aufrechten Zone

$$a(100) \pi(310) m(210) \sigma(540) M(110) q(160) h(010)$$

in den Aufstellungen von Groth und mir gleiches Zeichen behalten, also für die Discussion der Elemente ohne Belang sind.

Von den übrigen Formen sind  $v(t)$  und  $s(k)$  Miller,  $o$  Descloizeaux und  $P$  Mohs von den betreffenden Autoren ohne Angabe gemessener Winkel eingeführt, kommen also bei der Wahl der Elemente ebenfalls nicht in Betracht.

Die von Laspeyres angegebene Fläche  $\chi(h)$  ist nur einmal beobachtet, mit einem gemessenen Winkel  $\chi i$  von etwa  $44^{\circ} 31$ . Derselbe Winkel für die viermal beobachtete

Fläche  $d$  ist  $di = 43^0 26.5$ ; da nun Winkeldifferenzen von ein bis anderthalb Graden am Valentinit etwas ganz Gewöhnliches sind, so ist ohneweiters klar, dass diese beiden Flächen vereinigt werden müssen, beziehungsweise dass die offenbar schlecht ausgebildete Fläche  $\chi(h)$  zu streichen ist.

Bei den Formen  $u$  und  $f$  hat Laspeyres eine arge Verwirrung angerichtet. Er gibt Seite 174 als gemessen an:  $h(b)M(p) = 68^0 37$  ( $68^0 41$  bis  $68^0 33$ ),  $uM(p) = 45^0 49$  ( $45^0 58$  bis  $45^0 45$ ),  $uh(b) = 49^0 18$  ( $49^0 20$  bis  $49^0 16$ ), »sowie unsicher«:  $M(p)f = 75^0 49$  ( $76^0 35$  bis  $75^0 0$ ) »daraus«  $fu = 30^0 0$ .

Ferner wird die Tautozonalität von  $M(p)uf$  übereinstimmend mit der Zeichnung Fig. 9, Taf. V angegeben und für  $u$  das Symbol (3.10.3), für  $f$  (0.20.9) abgeleitet. Das ist schon an sich unmöglich, da aus der Zone  $M(110)u(3.10.3)$  für  $f$  das Symbol (073) folgt. Ferner berechnen sich aus den obigen Winkeln  $hM$ ,  $Mu$ ,  $uh$  mit Rücksicht auf Zone  $Muf$  die Winkel  $Mf = 76^0 52$  (in hinlänglicher Uebereinstimmung mit dem unsicher gemessenen Werthe  $75^0 49$ ),  $hf = 51^0 26.5$  und  $ff' = 77^0 7$ . Hingegen gibt nun Laspeyres auf Seite 175 an:  $hf$  gerechnet  $53^0 18$ , was offenbar mit einem kleinen Rechenfehler aus dem Symbol (0.20.9) abgeleitet wurde, da dieses Symbol unter Annahme der Laspeyres'schen Grundform ergäbe  $hf = 53^0 13$ ,  $ff' = 73^0 34$ . Weiter aber (Seite 185) findet sich die Angabe  $ff = 73^0 36$  berechnet,  $73^0 24$  beobachtet, was für  $fh$  die Werthe  $53^0 12$  berechnet,  $53^0 18$  gemessen liefern würde. Bei dem vielfachen Widerspruch in den Angaben ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen, wie es sich mit diesen Flächen verhält, doch ist das Wahrscheinlichste, dass die ersten vier als gemessen angegebenen Winkel und die Tautozonalität  $Muf$  Bestand haben, wonach  $f$  mit (073) nach Laspeyres'scher Aufstellung zu bezeichnen ist. Zur Discussion der Elemente kann aber  $f$  unter solchen Umständen nicht benutzt werden.

Die Formen  $f$ ,  $g$ ,  $u(q')$ ,  $s(k)$  und  $i$  bilden eine Reihe, in welcher die benachbarten Glieder einander sehr nahe stehen; es ist  $hf = 51^0 26.5$  (aus der Position von  $u$  und der Tautozonalität  $Muf$  berechnet),  $hq = 55^0$  (aus  $qq' = 70^0$ ),  $hg = 56^0 47$  bis  $58^0 15$  (zwei Messungen von Laspeyres),  $hn = 62^0 36.5$  (aus  $nn' = 54^0 47$ ),  $hs = 64^0 46$ ,  $hi = 67^0 11.5$ . Eine solche Erscheinung zeigt sich häufig in Zonen, welche auf eine ausgezeichnete Spaltfläche zulaufen, oder welche überhaupt zu Treppenbildung hinneigen. In einem solchen Falle ist doppelte Vorsicht bei Annahme von Flächen nothwendig, da die Abstände benachbarter Formen zuweilen auf das Maass der Ausbildungsfehler der Flächen herabsinken. Hiezu kommt, dass die obige Reihe um denjenigen Werth oscillirt, welchen der Winkel (010)(011) nach meiner zweiten Aufstellung besitzt, nämlich  $60^0 43$ . Damit soll natürlicherweise nicht gesagt sein, dass innerhalb des Abstandes  $f$  bis  $i$  nur diese eine Fläche anzunehmen sei; es ist vielmehr eine charakteristische Eigenschaft solcher oscillirenden Flächenfolgen, dass um eine Form von sehr einfachem Symbol (welche entweder wirklich beobachtet wird oder in Wirklichkeit nicht auftritt, so wie hier) Formen von complicirtem Zeichen in grösserer Zahl auftreten, deren Existenz allerdings dem Bestreben des Krystalles zu entspringen scheint, Formen von einfachen Verhältnissen hervorzubringen. Den Flächen  $g$  entsprechen nach meiner zweiten Annahme alle zwischen (087) und (0.15.14) gelegenen Symbole, während für  $n$  solche zwischen (0.9.10) und (0.15.16) annehmbar sind; man sieht, wie nahe einander und dem Symbole (011) dieselben rücken.

Ich habe nun in der folgenden Tabelle die Flächensignatur, das Laspeyres'sche Symbol, den Winkel, der zur Symbolisirung verwendet wurde, seinen gemessenen und den nach Laspeyres berechneten Werth, sowie die Differenz gemessen — berechnet, ferner die entsprechenden Werthe nach meinen beiden Annahmen zusammengestellt.



Signatur	Symbol nach Laspeyres	Winkel, woraus das Symbol berechnet wurde.	Gemessen	Laspeyres		Annahme Brezina I			Annahme Brezina II		
				Berechnet	Differenz	Symbol	Gerechneter Winkel	Differenz	Symbol	Gerechneter Winkel	Differenz
<i>d</i>	(0.27.4)	$dh = (0.27.4)$ (010)	23°53	23°45	8'	(0.11.2)	23°23	30'	(041)	24° 2	9'
<i>e</i>	(092)	$eh = (092)$ (010)	32 55	33 25	30	(041)	30 44	131	(031)	30 44	131
<i>p</i>	(041)	$pp' = (041)$ (041)	109 28	106 48	160	(0.10.3)	109 0	28	(052)	109 0	28
<i>q</i>	(021)	$qM = (021)$ (110)	78 19	78 16	3	(053)	77 55	24	(054)	77 55	24
<i>g</i>	(0.15.8)	$qq' = (021)$ (021)	70 —	67 52	128		70 3	3		70 3	3
<i>n</i>	(032)	$gh = (0.15.8)$ (010)	57 31	57 44	13	(032)	57 45	14	(098)	57 45	14
<i>i</i>	(054)	$nn' = (032)$ (032)	54 47	53 35	72	(054)	55 27	40	(0.9.10)	53 33	74
<i>l</i>	(011)	$ih = (054)$ (010)	67 11'5	67 11'5	0	(011)	67 11'5	0	(034)	67 11'5	0
<i>ε</i>	(101)	$ll' = (011)$ (011)	38 56	37 12'5	103'5	(056)	38 38	18	(035)	37 11	105
<i>ξ</i>	(508)	$ae = (100)$ (101) Zone $v\xi v'$	49 30	49 18	12	(405)	49 19	11	(305)	49 19	11
<i>x</i>	(1.20.15)	$xx' = (1.20.15)$ (1.20.15)	6 14	5 59	15	(1.20.19)	5 55	19	(1.20.25)	5 59	15
<i>u</i>	(3.10.3)	$xx''' = (1.20.15)$ (1.30.15)	48 40	48 17	23	(4.13.5)	47 41	59	(3.10.5)	48 15	25
<i>v</i>	(5.10.8)	$uh = (3.10.3)$ (010)	49 18	49 36	18	(122)	50 20	62	(368)	49 36	18
		$uM = (3.10.3)$ (110)	45 49	45 42	7		45 35	14		45 46	3
		$vv':v''v''' = (054)$ (054)	47 3	45 37	86		45 37	86		45 37	86
		$vv' = (5.10.8)$ (5.10.8)	53 39'5	52 43	56'5		52 41	58'5		52 41	58'5
Summe	179 d. Indices				735 d. Diff.	145 d. Indices		597'5 d. Diff.	175 d. Indices		604'5 d. Diff.

Die Summe der Indices und der Differenzen gemessen — berechnet wird nun

bei Laspeyres: Summe der Indices 179, der Differenzen 735 Minuten

» Brezina I: » » » 145, » » 598 »

» Brezina II: » » » 175, » » 605 »

es ist also die Annahme Brezina I mit  $a : b : c = 0.3915 : 1 : 0.4205$  beizubehalten, da sie die niedrigsten Symbole und gleichzeitig die beste Uebereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Winkeln ergibt.