

**ZEITSCHRIFT**  
FÜR  
**KRYSTALLOGRAPHIE**  
UND  
**MINERALOGIE**

UNTER MITWIRKUNG  
ZAHLEICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

**P. GROTH.**

-----  
<sup>4</sup>  
**VIERTER BAND.**

MIT 1 BUNTDRUCK-, 12 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 190 HOLZSCHNITTEN.

-----  
**LEIPZIG,**  
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1880. *21*

# XX. Ueber Arsenate von Joachimsthal.

Von

A. Schrauf in Wien.

(Mit Taf. VIII.)

---

## 1. Mixit, ein neues Kupferwismuthhydroarsenat.

Im Sommer dieses Jahres wurden zu Joachimsthal im Horizonte der zersetzten Wismutherze Anbrüche gemacht, welche mineralogische und paragenetische Bedeutung haben. Ich erhielt, durch freundliche Vermittlung des Herrn Ministerialrathes v. Friese, von Herrn Bergrath A. Mixa in Joachimsthal eine Suite zur Durchsicht und Bestimmung und habe mir erlaubt, das als neu erkannte Mineral nach dessen Namen »Mixit« zu nennen. Ueber das specielle Vorkommen schreibt mir der genannte Herr: »Dieses Mineral bricht am Geistergange\*) am sechsten Geisterlauf in Begleitung von Chalkolithen und Bismuthit, welcher auch auf einigen Stücken ersichtlich ist. Unter dieser Anbruchstelle (20 Meter tiefer) führt der Gang gediegen Wismuth und sind auch hierselbst die auf dem Wismuthhaltenden Tennantit aufsitzenden Walpurgine vorgekommen.«

Die mineralogischen Charaktere des Mixit sind folgende: Die Farbe smaragdgrün bis bläulichgrün, der Strich etwas lichter. Härte 3—4. Das Volumgewicht 2,66 (bestimmt mit nur 0,5 Gramm). Die feinsten Fasern fast durchsichtig. Das Mineral bildet auf dem unreinen gelben Wismuthocher theils einen Anflug, theils unregelmässig verstreute derbe Partien und zwar entweder körnig zerfressene Varietäten, oder kuglig nierenförmige Partien, die nur im Centrum körnig sind, gegen die Peripherie zu concentrisch fasrig, kryptokrystallinisch werden. Einzelne dieser feinen concentrischen Fasern können selbst als rudimentär entwickelte, haarförmige Krystalle gelten. Unter dem Mikroskop erscheinen sie als sechsseitige

---

\*) Ueber den Geistergang und die auf ihm einbrechenden Mineralien vergleiche die erschöpfende Darstellung in Vogl: Gangverhältnisse und Mineralreichthum Joachimsthals. 80 Teplitz 1856 — S. 13 u. folg.

Prismen. Versuche, den Prismenwinkel zu messen, ergaben als Näherungswert für denselben circa  $55^{\circ}$ . Da die Richtung des Exinctionsmaximum circa  $6-9^{\circ}$  gegen die Prismenkanten geneigt ist, so kann man auf ein mono- oder asymmetrisches Krystallsystem dieser Fasern schliessen.

Das ausgezeichnetste Merkmal unseres Minerals, welches dasselbe sehr leicht von anderen ähnlichen Vorkommnissen zu unterscheiden gestattet, ist dessen Verhalten gegen gewässerte Salpetersäure. In diese gebracht, bedeckt sich Mixit fast momentan mit einer neugebildeten Schicht des weissen glänzenden Pulvers von Wismutharsenat, welches in dieser Säure vollkommen unlöslich ist. Das vorhandene Kupferarsenat geht hingegen vollkommen in Lösung über.

Um die chemische Zusammensetzung des Minerals möglichst sicher zu bestimmen, habe ich eine vollständige Analyse mit 0,7 Gramm und zur Controle zwei partielle mit je 0,5 Gramm durchgeführt. Jede nach einer anderen Methode.

Bei der Analyse I wurde eine Methode befolgt, welche dem von Winkler\*) angegebenen Gange ähnlich ist, und gestattet, alle vorhandenen Elemente aus einer primären Lösung abzuscheiden. Aus der salz- und essigsäuren Lösung wurde zuerst in der Kälte *Bi* und *Cu* durch Schwefelwasserstoffwasser gefällt, und dieses Präcipitat, um es vollkommen arsenfrei zu erhalten, mit Schwefelnatrium digerirt. Diese Schwefelverbindungen geröstet und aus deren salpetersaurer Lösung das *Bi* vom *Cu* durch »repeirtes« Behandeln mit Ammoniumcarbonat getrennt. Mehrmalige Fällung ist nothwendig, indem die Kupferlösung hartnäckig Spuren von *Bi* zurückhält. Schliesslich wurde Wismuth als  $Bi_2O_3$ , das Kupfer als  $Cu_2S$  gewogen. Aus den ursprünglichen Filtraten wurde bei  $70^{\circ}C$ . Arsen durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, aber als geglühtes Magnesiumarsenat gewogen. Eisen ward durch Schwefelammon, Kalk durch Oxalsäure gefällt. Uran konnte nicht in wägbarer Quantität nachgewiesen werden. Aus den letzten Filtraten konnte noch durch Magnesiamixtur eine geringe Quantität von Arsen- und Phosphorsäure gefällt werden, welche, da sie nur  $4\%$  betrug, ohne weitere Trennung zu versuchen, als Phosphorsäure angenommen und so in Tabelle I angeführt wird.

Bei der Probe II ward aus der ursprünglich salzsauren Lösung vorerst das Wismuth als Oxychlorid gefällt, um das Kupfer vollkommen *Bi*-frei zu erhalten. *Cu* ward als  $Cu_2S$ , Arsen als getrocknetes Ammonmagnesiumarsenat gewogen. Die Reduction des Wismuthoxychlorid mit Cyankalium gelang (wegen des Filter) unvollkommen.

Um in III den Wismuthgehalt möglichst genau zu erhalten, wurde das in verdünnter salpetersaurer Lösung freiwillig sich abscheidende Wis-

\*) Winkler, Journ. f. pr. Chem. 1873, 7, 3.

mutharsenat gesammelt, in *ClH* gelöst, mit kohlensaurem Ammon gefällt und  $Bi_2O_3$  gewogen. Aus der ursprünglichen Lösung ward Kupfer durch Kali gefällt, allein die letzten Spuren von Kupfer blieben in Lösung. Sie hätten nur durch  $SH_2$  gefällt werden können; und dessen Verwendung sollte vermieden werden.

Wie man erkennt, sind diese Methoden in Beziehung auf die einzelnen Grundstoffe von ungleicher Genauigkeit. In der nachfolgenden Zusammenstellung der Resultate sind deshalb jene Zahlen, welche in Folge der »Methode« nicht Anspruch auf »absolute« Genauigkeit haben mit \* bezeichnet:

	I	II	III	Mittel:
<i>CuO</i>	44,23*	43,06	42,34*	43,24
<i>FeO</i>	1,52			1,52
<i>CaO</i>	0,83			0,83
$Bi_2O_3$	42,25*		43,90	43,07
$As_2O_5$	29,51	30,33*		} 30,45
$P_2O_5$	1,05			
$H_2O$	11,06	11,09	11,08	11,07
	<u>100,45</u>			<u>100,45</u>

Als Wasser ward der Glühverlust bei dunkelrother Gluth in Rechnung gestellt, wo die Substanz ihre lichte Farbe bleibend in schwärzlichgrün verändert. Die Analysen beziehen sich auf gut lufttrockene Substanz von constant bleibendem Gewichte. Letzteres ist hervorzuheben, denn das Mineral gab im Exsiccator über Schwefelsäure relativ viel Wasser (nach 24 Stunden 1,84%) ab; aber dieser Gewichtsverlust ist kein bleibender. Der Verlust bei 100° C. betrug 4,08%, bei 175° C. hingegen 5,86%. Bei relativ niedriger Temperatur entweicht also circa  $\frac{12}{22}$  des gesammten Wassers; bezeichne man diese Quantität etwa als Krystallwasser, so würde der Rest zur Constitution von  $Cu(HO)_2$  gehören, eines Moleculs, welches in Verbindungen erst bei höherer Temperatur\*)  $H_2O$  freigiebt.

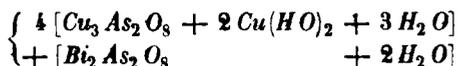
Mit Rücksicht auf die nothwendige Existenz von mindestens einem Molecul Wismuth entspricht den Beobachtungen am besten die empirische Formel:



	gerechnete %:	beobachtete %:
20 <i>CuO</i>	44,08	43,21 + { <i>FeO</i> = 1,5 <i>CaO</i> = 0,8
1 $Bi_2O_3$	12,99	13,07
5 $As_2O_5$	31,93	30,45 (incl. $P_2O_5$ )
22 $H_2O$	11,00	11,07

\*) Vergl. Ludwig, Tschermak's Min. Mitth. 1878, S. 37, 38. — Atacamit, Brochantit.

Die leichte Abspaltbarkeit des Wismutharsenats könnte veranlassen, die Formel \*) dualistisch zu gestalten; etwa:



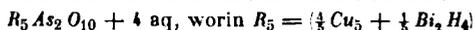
für die vorliegende gut lufttrockene\*\*) Substanz. Das hier auftretende Kupferarsenat ist ident mit dem Cornwallitmolecul (vergl. Cornwallit Rammelsberg).

Die Maternalerze für unser Mineral sind einerseits die zersetzten Wismutherze verschiedener Qualität, anderseits die — gerade auf diesem Gange vorkommenden — Tennantite, welche meist ganz zersetzt und selbst etwas Bi-haltend (vergl. oben) sind. Ein Bild der durchgreifenden Zersetzung und der zahlreichen secundären hydratogenen Bildungen rollt sich vor unserem Auge auf, wenn man die auf diesem Gange einbrechenden (\*\*\*) Mineralien: Speiskobalt, Kupfernichel, Wismuthglanz, Tennantit, Kobaltblüthe, Nickelblüthe, Kobaltvitriol, Nickelvitriol, Pitticit, Gyps, Pharmakolith, Wapplerit, Wismuthocher, Mixit in ihrem Abhängigkeitsverhältniss beobachtet. Aehnliche Beziehungen, wie zwischen Cu und Bi, bestehen auch zwischen Uran und Wismuth oder Cu und Uran. Und so bauen sich aus den primären ältesten Kupfer-, Uran-, Wismutherzen eine Reihe jüngerer gemischter Verbindungen auf.

Neben Mixit ist auf den Handstücken noch Chalkolith sichtbar. Das Vorkommen eines Kupferphosphates neben dem Kupferarsenat (Mixit) befremdet anfangs, und man erwartet Zeunerit. Allein in der That sind nur die Reactionen auf Phosphorsäure entscheidend, so dass wirklich Chalkolith vorliegt. Er ist scheinbar einaxig. Man kann sich dieses Nebeneinandervorkommen nur durch die überwiegende Affinität der Phosphorsäure zu Uran, anderseits von Arsensäure zu Bismuth erklären, wodurch eine Trennung der beiden Säuren in der Natur eingeleitet und der Anstoss zu Bildung unlöslicher Doppelverbindungen mit Kupfer gegeben wird.

Ferner kommt auf den Mixithandstücken, die im Wesentlichen aus

\*) Für mnemotechnische Zwecke wäre die kürzeste Formel:



\*\*) Wäre in statu nascente etwa um  $\frac{1}{2}\%$  mehr Wasser gebunden, so könnte man die Formel symmetrisch gestalten und  $Bi_2 As_2 O_8 + 3 H_2 O$  schreiben. Allein im Gegensatz zum polyhydrischen Kupfer enthält das Bismutharsenat selbst im frischen Zustande nur wenig Wasser. Da die Beobachtungen Salkowsky's (Journ. f. pr. Chemie, 104) nur den Wassergehalt (4 aq) des bei 120—130° C. getrockneten  $Bi_2 As_2 O_8$  betreffen, so habe ich mir selbst einige Gramm frisch erzeugt und an der Luft trocknen lassen. Auch hier erhob sich der Glühverlust nicht wesentlich über  $\frac{1}{2}$  Molecul Wasser, so dass man für ein solch lufttrockenes Präparat annähernd  $2 Bi_2 As_2 O_8 + 3 H_2 O$  schreiben könnte. Desshalb wäre es auch möglich, dass in der leicht abspaltbaren natürlichen Verbindung mit Kupfer das Wismutharsenat für sich selbst nur geringe Mengen Krystallwasser bindet.

\*\*\*) Vergl. Vogl, l. c. S. 13.

Bismuthocher bestehen, Bismuthit krystallisirt oder wenigstens in Afterkry-  
 stallen vor. Die Species »kohlensaures Wismuth« wird von Dana sub  
 Nr. 753 und 753 A aufgeführt. Mit 753 A ist unser Vorkommen ident. Es  
 sind säulenförmige Krystalle mit theils schuppigen, theils gekrümmten  
 Flächen, im Innern meist hohl. Ihre Farbe ist grau in's Bräunlichgrüne mit  
 grauem Striche. Glas- bis demantglänzend. Sie decrepitiren und enthalten  
 neben Wismuth Wasser und relativ viel Kohlensäure. Sicher kein Arsen.  
 Vogl hat seinerzeit (l. c. Nr. 44) ähnliche Vorkommnisse als neue Species  
 beschrieben. Nach meinen Beobachtungen würden höchstens im Gehalte  
 an Kohlensäure Differenzen zu suchen sein gegenüber der älteren Species  
 Bismuthit. Letztere zeigen ja ebenfalls nach Breithaupt's Worten »nadel-  
 förmige Afterkry-  
 stalle«, ähnlich wie sie mir vorliegen. Die Form der von  
 mir gemessenen Krystalle (1 mm zu 4 mm) ist einem verzerrten Rhomboöder  
 ähnlich, aber die Beobachtungen weisen auf Asymmetrie. Bezeichnet man  
 die Flächen (vergl. Fig. 1) mit  $P$ ;  $Mm = \pm \infty P$ ;  $a = \infty \check{P} \infty$  Spaltfläche;  
 so gelten hierfür folgende durch Schimmermessungen erhaltene Werthe:

$aM = 57\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $am = 55\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $Mm' = 66\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $aP = 39\frac{1}{2}^{\circ}$ ;  $MP = 80^{\circ}$   
 Zone  $aM$  : Zone  $aP = 445^{\circ}$  circa.

Breithaupt erwähnt, dass  $Bi_2S_3$  oder  $Bi$  das Maternalerz für die  
 von ihm beobachteten Krystalle bildet. Die von mir gemessenen Formen  
 lassen sich auf diese zwei Substanzen nicht beziehen.

## 2. Wapplerit.

Mein hochgeehrter Freund Frenzel hat mir Herbst 1874 die ersten  
 schönen Krystalle dieser von ihm aufgestellten Species zur Untersuchung  
 gesandt. Eine vorläufige Mittheilung über die damals erhaltenen Resultate  
 gab ich in Leonhard und Geinitz: Jahrb. f. Min. 1875, S. 290. Da-  
 selbst sprach ich von der sehr wahrscheinlichen Asymmetrie des Minerals;  
 diese mit Sicherheit zu constatiren erlauben mir Messungen an neu acqui-  
 rirtem Materiale. Die zur Prüfung dieser Ansicht nöthigen morphologischen  
 Daten sollen im nachfolgenden kurz mitgetheilt werden.

Flächensymbole:  $a(100) \infty \bar{P} \infty$ ;  $b(010) \infty \check{P} \infty$ ;  $l(120) \infty \check{P}' 2$ ;  
 $L(1\bar{2}0) \infty \check{P}' 2$ ;  $m(110) \infty P'$ ;  $M(1\bar{1}0) \infty P'$ ;  $n(210) \infty \bar{P}' 2$ ;  
 $N(2\bar{1}0) \infty \bar{P}' 2$ ;  
 $d(011) \check{P}' \infty$ ;  $D(0\bar{1}1) \check{P}' \infty$ ;  $t(031) 3 \check{P}' \infty$ ;  $T(0\bar{3}1) 3 \check{P}' \infty$ ;  
 $\psi(\bar{1}0.0.1) 10 \bar{P} \infty$ ;  
 $F(2\bar{7}1) 7 \check{P}' \frac{1}{2}$ ;  $e(251) 5 \check{P}' \frac{3}{2}$ ;  $g(231) 3 \check{P}' \frac{3}{2}$ ;  
 $G(2\bar{3}1) 3 \check{P}' \frac{3}{2}$ ;  $p(211) 2 \bar{P}' 2$ ;  
 $P(2\bar{1}1) 2 \bar{P}' 2$ ;  $\pi(\bar{2}11) 2 \bar{P}' 2$ ;  
 $II(\bar{2}\bar{1}1) 2 \bar{P}' 2$ ;  
 $\omega(\bar{4}11) 4 P_4$ ;  $\Omega(\bar{4}\bar{1}1) 4 \bar{P}_4$ ;  
 $o(411) 4 \bar{P}' 4$ ;  $O(4\bar{1}\bar{1}) 4 \bar{P}' 4$  (vergl. Projection Fig. 2). Die Existenz eines sehr  
 entwickelten Zonenverbandes habe ich bereits früher (l. c.) betont.

Die nachfolgende Tabelle (S. 282) enthält die Differenzen zwischen  
 den directen Messungen und jenen Werthen, welche gerechnet sind mit  
 Zuhilfenahme des Parametersystems:  $a : b : c = 1 : 1,41002 : 0,29037$   
 $\alpha = 90^{\circ} 13' 55''$ ,  $\beta = 95^{\circ} 20'$ ,  $\gamma = 90^{\circ} 10' 35''$ .

gerechnet	Rechnung — Beobachtung						
	Kr. 1	Kr. 4	Kr. 7	Kr. 8	Kr. 9	Kr. 10	Kr. 20
$\Omega\pi$ 200 42,3	- 9,7						
$gp$ 20 48,5				- 0,5		+ 1,5	
$GP$ 20 52,5	- 0,5		+ 2,5				
$GT$ 23 53,5					+ 3,5		
$\pi\Pi$ 26 26,8							+ 1,3
$pd$ 28 0,7							+ 2,7
$bl$ 29 5,8		- 0,7					
$Dd$ 29 42		+ 5					- 1
$d\pi$ 30 80							+ 14
$D\Pi$ 30 32,8	- 3,7						
$PT$ 36 28			+ 4				
$\pi\tau$ 37 19							+ 2
$dP$ 39 4,7	- 3,3						
$MG$ 44 35		+ 4	- 2		+ 3		
$bm$ 48 0	+ 2			+ 7			
$b'M$ 48 43,5		- 5,5	+ 0,5		- 2,5		
$'m\Omega$ 49 17,5	- 0,5						
$d\omega$ 51 14							+ 2
$bt$ 51 50,5							+ 0,5
$'bT$ 52 9		+ 9	+ 12		+ 12		
$'N\Omega$ 54 4,8							+ 9,3
$NP$ 54 11,7					+ 3,7		
$T\Omega$ 54 24	+ 4						
$mp$ 56 31,5				- 2,5			
$bg$ 56 46				- 1			
$MP$ 56 52	- 1		- 14		+ 4		
$'bG$ 57 11,7	- 1,8	+ 8,7	+ 5,7		+ 2,7		
$g\pi$ 57 55,8							- 4,7
$p\pi$ 58 81						+ 6	
$'N\pi$ 60 59							+ 6
$'M\pi$ 61 46,7					+ 2,7		- 3,3
$'m\Pi$ 61 57,3	+ 10,3						
$MT$ 62 23			- 17				+ 3
$'M\Omega$ 65 8,7	+ 6,7						
$bn$ 65 40,7		- 5,3	- 5,3	- 4,3			
$bN$ 66 0,7					+ 2,7		
$NT$ 71 32,5		- 6,3					
$'N\Pi$ 72 35							+ 14
$bd$ 75 40	+ 2	- 5					- 1
$'bD$ 75 38,5	+ 8,5	+ 0,5					
$tT$ 76 0,5							+ 9,5
$MD$ 76 33,5		- 1,5	+ 8,5				
$b\pi$ 76 40							+ 10
$'b\Pi$ 76 53,7	- 16,3						- 14,3
$bp$ 77 29,5				+ 1,5			
$'bP$ 78 4,5	- 1,5		+ 8,5		+ 5,5		
$'M\Pi$ 80 18,8							- 2,7
$Md$ 95 56,7	- 4,3	+ 6,7					
$'MD$ 103 26							+ 4
$'md$ 103 47	- 3						
$\pm \Delta$	4,6	4,7	7,0	2,8	4,2	4,1	5,0

Diese Vergleichstabelle umfasst 50 differente gerechnete Winkel, denen hier 77 Beobachtungen an sieben Krystallen gegenüberstehen. Die mittlere

Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung ist  $\pm 4,93$  und zwar sind vorhanden 45 Beobachtungen mit  $\mathcal{A} = + 5,30$  und 32 Beobachtungen mit  $\mathcal{A} = - 4,36$ . Der Gang beträgt daher nur  $\frac{1}{2}$  Minute und fällt daher innerhalb der Grenzen der Genauigkeit der Ablesungen selbst. Von diesen 77 Differenzen liegen zwischen den Grenzen

	0—5'	5—10'	10—15'	15' —
beobachtet $\pm$	48	20	7	2
Es sollen	38,5	25	10	3,5

zwischen die genannten Grenzen nach den Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung fallen. Die Vertheilung der Differenzen ist daher zu Gunsten des Parametersystems.

Im nachfolgenden erwähne ich noch einige gerechnete Winkel:

$$\begin{array}{llll}
 aP = 56^{\circ} 48' & 'a\pi = 64^{\circ} 42,5 & ad = 84^{\circ} 47,7 & 'a\psi = 25^{\circ} 43,3 \\
 'bF = 33 \ 29,7 & be = 42 \ 51,3 & a:(201) = 55^{\circ} 55' & b:(201) = 89^{\circ} 41,7
 \end{array}$$

Die möglichst naturgetreuen Projectionen der Krystalle Nr. 4, 9, 10 (vergl. Fig. 3, 4, 5) lassen erkennen, dass die Anordnung der Flächen, namentlich in den positiven Quadranten, ziemlich symmetrisch ist. Gut entwickelte Krystalle z. B. Nr. 4 und Nr. 20 (vergl. Fig. 6 und 7) zeigen fast wahre Monosymmetrie im Vorkommen der Flächen, wenn auch nicht im Grössenverhältniss derselben, welches in den betreffenden Figuren schematisch gestaltet wurde. Ich kann daher nur heute wiederholen (vergl. l. c. 1875), dass das von mir zuerst gegebene monokline Parametersystem für vorläufige Flächenbestimmung genügt.

In wie weit diese scheinbare Monosymmetrie durch Zwillingsbildungen influencirt wird, kann nach dem vorliegenden Materiale noch nicht in allen Details erörtert werden. Die Flächen  $b, m, t$  (vielleicht auch  $II$ ), zeigen gelegentlich Polydymie. So bestanden beispielsweise die Flächen (040) und (110) am Krystalle 11 aus je zwei Flächensegmenten  $\beta_1\beta_2; \mu_1\mu_2$  — mit je einem distincten Fadenkreuz;  $\beta_2\mu_2$  sind aber nur Segmente, die in Zwillingsstellung sich befinden:

beobachtet: $\mu_1 : \beta_1 = 47^{\circ} 55'$	gerechnet: $m : b = 48^{\circ} 0'$
$\mu_2 : \beta_1 = 48 \ 16$	$\bar{M}_b : b = 48 \ 13,3$
$\beta_1 : \beta_2 = 0 \ 21$	$b : \bar{b}_a = 0 \ 24$

Durch eine ähnliche Uebereinanderschichtung von Flächensegmenten ( $\bar{b} + T$ ) scheint auch die Lage der Fläche  $T$  alterirt zu werden. Hiedurch wären auch die grossen, an den Krystallen Nr. 4, 7, 9 auftretenden Differenzen mit  $9', 12', 12'$  erklärbar. Der Beweis für diese Annahme lässt sich jedoch nicht durch Ziffern führen, da gerade diese Beobachtungen auf diffusen Reflexen beruhen.

Ueber die morphologischen Beziehungen des Wapplerit zu Rösslerit habe ich bereits 1875 gesprochen. Um Wiederholungen zu vermeiden,

verweise ich auf die damaligen Angaben. Ich kann dieselben heute im vollen Umfange aufrecht erhalten. Die Umwandlung ist nämlich an einzelnen der von mir gemessenen und in verkorkten Fläschchen aufbewahrten Krystallen im Zeitraum von circa zwei Jahren von selbst eingetreten. Sie sind in weisse undurchsichtige, aus lockerem Pulver bestehende Pseudomorphosen verwandelt; haben aber bis jetzt noch Form, ja selbst Glanz der Flächen conservirt.

In optischer Beziehung zeichnet sich Wapplerit durch seine »Dispersion croisée« aus, und würde, da die Farbaustheilung der des Borax entgegengesetzt ist, ein passendes mineralogisches Gegenstück zu letzterem liefern. Leider ist die geringe Grösse (meist 2 mm zu 4 mm) der Wappleritkrystalle bis jetzt der praktischen Verwerthung dieses Vorschlages nicht allzu günstig. Platten parallel 010 zeigen den Austritt der optischen Axen in Luft. Bissectrix etwas geneigt zur Normale auf (010). Axenwinkel  $2E = 55^\circ$ , annäherungsweise, da ein anormales Bild eines dritten Axenpunktes einseitige Störung der Hauptfigur hervorrief. Die Axenebene bildet auf der Platte parallel  $b(010)$  im Mittel einen Winkel von  $69\frac{1}{2}^\circ$  mit der Kante  $bm$ ,  $43\frac{1}{2}^\circ$  mit  $bp$ ,  $45^\circ$  mit der Kante  $bd$ . Die Dispersion des Axenwinkel  $\rho < \nu$ ; ferner ist sehr markirte Dispersion croisée der Axenebenen vorhanden.

### 3. Pharmakolith.

An meinem Materiale habe ich nebst den bereits bekannten und in Miller's Mineralogy notirten Flächen  $b(010)$ ,  $m(110)$ ,  $s(310)$ ,  $n(011)$ ,  $x(3\bar{2}1)$ , noch die Pyramide  $\pi(11\bar{1})$  beobachten können. Die Form  $x$  ist durch den Zonenverband von  $(310):(01\bar{1})$  inducirt.  $\pi$  ist uneben, und nur an einem Krystall gemessen worden. Wegen der geringen Dicke der zur Beobachtung tauglichen Krystalle sind die Pyramidenflächen meist sehr klein, und desshalb deren Winkel mit geringerer Genauigkeit bestimmbar, als die der übrigen Flächen. Die scharfen Reflexe an letzteren erlauben bis auf 4' genaue Einstellungen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Beobachtungen an einigen Krystallen mit der Rechnung verglichen.

Rechnung	Beobachtung		
	Krystall 8	Krystall 9	Krystall 6
$bn = 70^\circ 13'$	$70^\circ 16'$	$70^\circ 13'$	
$bn' = 109 47$	$109 44$	$109 54$	
$nn' = 39 34$	$39 28$		
$bn' = 70 13$	$70 15$	$70 14$	
$bs = 78 31$	$78 31$	$78 30$	
$b's = 104 29$	$104 32$		
$bm = 58 38$			$58^\circ 42'$

Rechnung	Beobachtung		
	Krystall 8	Krystall 9	Krystall 6
$bx = 69\ 33$		$69^{\circ}\ 44'$	
$sx = 34\ 4$		$84\ 10$	
$'sx = 44\ 9,5$		$44\ \frac{1}{2}$	
$b\pi = 71\ 58$			$72\ \frac{1}{2}^{\circ}$
$m\pi = 59\ 19,7$			$58\ \frac{3}{4}$
$'m\pi = 79\ 14$			$79\ \frac{1}{2}$
$'ns = 87\ 39$	$87^{\circ}\ 39'$	$87\ 40$	
$ns = 79\ 54$	$79\ 52$		
$bb' = 180\ 0$	$180\ 1$	$180\ 2$	

Die Rechnung basirt auf dem Parameterverhältnisse  $a : b : c = 0,61373 : 1 : 0,36223 - \beta = 96^{\circ}\ 46,6$ .

Von den gerechneten Winkeln führe ich noch die folgenden an :

$$\begin{aligned}
 (100):(011) &= 83^{\circ}\ 37,6 & (001):(110) &= 84^{\circ}\ 13,2 \\
 (100):(32\bar{1}) &= 36\ 34,5 & (00\bar{1}):(32\bar{1}) &= 67\ 23,6 \\
 (100):(41\bar{1}) &= 65\ 54,7 & (00\bar{1}):(41\bar{1}) &= 36\ 28,3
 \end{aligned}$$

Die Figuren 8 und 9 stellen die zwei wichtigsten Combinationen dar. Auf der Spaltfläche  $b(010)$  sind die Exinctionsmaxima so orientirt, dass die Richtung eines derselben mit der Kante  $bm$  den Winkel  $25\frac{2}{3}^{\circ}$ , mit der Kante  $bn = (010)(011)$  den Winkel  $57\frac{1}{2}^{\circ}$  macht.

Miner. Mus. Universität Wien.