

*Ermittlung krystallographischer Constanten und des Grades ihrer Zuverlässigkeit.*

Von **H. Dauber**,

Assistenten am k. k. Hof-Mineralien-Cabinet in Wien.

(Mit 5 Tafeln.)

(Verfolg der Arbeiten in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Bd. XCII—CVIII.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 15. December 1859.)

**(21) Akanthit.**

Das k. k. Hof-Mineralien-Cabinet hatte im April 1859 von Herrn Dr. Krantz in Bonn einige schön krystallisirte Stufen mit der Bezeichnung „Akanthit von der Grube Himmelsfürst zu Freiberg“ zugesandt erhalten. Da über dieses Vorkommen nähere Angaben nicht aufzufinden waren und es wichtig schien, nicht nur die Identität mit dem von Kennigott <sup>1)</sup> beschriebenen Mineral von Joachimsthal festzustellen, sondern auch Form, chemische Zusammensetzung und andere Charaktere quantitativ genauer zu ermitteln, als es bei den Joachimsthaler Krystallen wegen ihrer grossen Seltenheit und unvollkommenen Ausbildung möglich war, so veranlasste mich Herr Director Dr. Hörnes, eines der Stücke (Nr. 3545 e der Handsammlung Nr. 1) näher zu untersuchen. Dasselbe besteht aus einem höchst lockeren, durch die Erschütterung während des Transportes schon theilweise zertrümmerten Krystall-Aggregat von gewöhnlichem regulären Schwefelsilber, dem zu untersuchenden rhombischen und Stephanit. Und zwar sind diese drei Mineralien, wo die Krystalle nur einigermassen deutlich sind, stets in der Folge, wie sie genannt, auf einander gewachsen. Zu unterst das Glaserz in symmetrischen Combinationen von Würfel, Dodekaëder und Leucitoëder oder undeutlich krystallisirten rundlichen Massen, deren Oberfläche mannigfach unterbrochen und löcherig ist, wie dieses an Krystallen der Labora-

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. Febr. 1855, XV, 234.

torien nach theilweiser Lösung und darauf eintretender neuer Krystallisation häufig beobachtet wird, oder endlich in krummstengeligen aus sehr kleinen undeutlichen Krystallen zusammengesetzten Massen <sup>1)</sup>; darauf, innig mit dem Glaserz verwachsen, welches dann an der Grenze häufig wie geflossen erscheint, der Akanthit in sehr mannigfaltigen oft verbogenen zuweilen korkzieherartig gewundenen oder ähnlich manchen Ofenbrüchen von einer Seite her ausgehöhlten aber scharfkantigen Krystallen von grossem Glanz und einer Farbe, welche zumal auf den Schnittflächen entschieden dunkler als die des Glaserzes ist, wie dieses auch Kennigott von den Joachimsthaler Krystallen bemerkt; auf dem Akanthit zerstreut, als letzte Bildung, kleine Krystalle von Stephanit in der zu Freiberg gewöhnlichen Form. Die Akanthitkrystalle lassen sich dehnen, biegen und schneiden ganz wie gewöhnliches Glaserz. Das specifische Gewicht wurde an zwei Portionen reiner Krystalle und Krystall-Fragmente bestimmt, von denen die eine, mit Nr. 1 bezeichnet, noch einen kleinen Vorzug hat. Die benutzte Wage ist klein (der Wagebalken 180 Millim. lang) aber gut construirt, der bei Anwendung von  $\frac{1}{2}$  Gramm Substanz zu fürchtende Fehler den bisher von mir angestellten Versuchen zufolge etwa  $\frac{1}{600}$  des specifischen Gewichtes. Die Wägungen in Wasser fanden in einem an einem Haare aufgehängten Glasfläschchen Statt, nachdem die Krystalle durch 5 Minuten lang fortgesetztes Kochen von anhängender Luft möglichst befreit waren. Die Resultate gelten für eine mittlere Temperatur von  $18\cdot3^{\circ}$  Cels., sowohl der Luft, wie des angewandten luftfreien Wassers. Wegen der Möglichkeit eines Vorkommens von Höhlungen im Innern der Krystalle theilte ich jede Portion noch einmal in mehrere Theile und wiederholte an diesen die Bestimmung. Es zeigten sich indess keine die Grenzen der Beobachtungsfehler übersteigende Unterschiede. Bei Berechnung der Mittelwerthe konnten also, da nach einer Methode verfahren war, die wahrscheinlichen Fehler den angewandten Quantitäten umgekehrt proportional angenommen werden. Zur Vergleichung bestimmte ich noch das specifische Gewicht des Akanthit von Joachimsthal an vier Krystallen des grossen Stückes Nr. 163 im Kasten 58 der Schausammlung, und zwar sowohl für jeden einzelnen Krystall als für alle Combinationen

---

<sup>1)</sup> Vielleicht Pseudomorphosen nach gediegenem Silber, wie sie von Reuss beobachtet worden sind. Fragm. zur Entwicklungsgesch. der Min. Sitzb. der kais. Akad. d. Wiss. 1856, XXII, 129.

derselben zu 2, 3, 4, ferner das specifische Gewicht des regulären Schwefelsilbers an glänzenden, wohl ausgebildeten Krystallen einer in der Handsammlung Nr. 2 befindlichen Stufe neueren Vorkommens von Freiberg. Es ergab sich

	Mittleres specifi- sches Gewicht	Wahr- schein- licher Fehler	Äusserste Werthe	Zahl der Bestim- mungen	Angewandte Quantitäten
Akanthit von Freiberg Nr. 2 . . . . .	7·192	0·007	7·168 und 7·236	6	0·57 Gr.
Akanthit von Freiberg Nr. 1 . . . . .	7·199	0·007	7·164 „ 7·220	5	0·64
Akanthit von Freiberg (Mittel) . . . . .	7·196	0·005	7·164 „ 7·236	11	1·21
Akanthit von Joachims- thal . . . . .	7·246	0·004	7·188 „ 7·326	15	0·53
Glaserz von Freiberg .	7·296	0·004	7·269 „ 7·317	6	2·77

Das zu diesen Bestimmungen benutzte, mit grösster Sorgfalt ausgewählte Material diente auch zu der von Herrn Weselsky, Adjunct im Laboratorio des Herrn Professor Schrötter vorgenommenen quantitativen chemischen Untersuchung, über deren Ergebniss in kurzem eine Mittheilung zu erwarten ist.

Die krystallographische Untersuchung war durch die Kleinheit der Krystalle <sup>1)</sup>, die Menge der Formen, ihre oft sehr unvollständige Ausbildung und die geringe Beständigkeit der Kantenwinkel etwas erschwert. Das System ist das rhombische. Die Formen, deren gemessene Winkel die Data zur Berechnung der Axenwerthe der Grundform gegeben haben, sind, nach der Häufigkeit ihres Vorkommens geordnet:

- $p = 111$
- $o' = 011$  Längsprisma
- $k = 211$
- $a = 100$  Querfläche
- $d = 101$  Querprisma
- $m = 110$  Verticalprisma
- $r = 213$
- $c = 001$  Basis
- $b' = 010$  Längsfläche
- $n = 121$
- $e' = 031$

<sup>1)</sup> Die Durchmesser sind im Mittel 1 und  $1\frac{1}{2}$  Millim.

Die Flächen  $b'c$  und besonders  $o'$  pflegen parallel der Kante  $o'c$  gestreift zu sein. Eben so die Flächen  $d$  und  $p$  nach der Richtung  $pd$ , die Flächen  $k$   $r$  und  $h$  nach  $kc$ , und  $m$  mitunter nach  $mp$ . Ich bestimmte an den Krystallen Nr. 1—17 sämmtliche mit einiger Genauigkeit messbare Neigungen dieser Flächen und combinirte die erhaltenen Resultate auf doppelte Weise, indem ich ihnen entweder durchaus gleiche Gewichte oder nach der mehr oder weniger günstigen Beschaffenheit der Flächen die Gewichte 3, 2, 1 beilegte <sup>1)</sup>. Taf. I enthält die so berechneten Mittelwerthe und ihre wahrscheinlichen Fehler, ausserdem die beobachteten Grenzwerte, so wie die Zahl der Einzelbestimmungen. Wo es anging, sind mehrere untereinanderstehende Mittelwerthe noch weiter zusammengezogen. Die Flächen sind der Kürze und leichteren Verständlichkeit wegen wie in den Figuren bezeichnet.

Taf. I. Beobachtungsdata.

	Arithmetische Mittel	Wahrscheinliche Fehler	Gewichtsmittel	Wahrscheinliche Fehler	Beobachtete Grenzwerte	Zahl der Einzelbestimmungen	
Mittel	$am$	55°20'5	2'3	55°20'7	2'2	55° 2'—55°35'	11
	$mb'$	34 49·5	3·7	34 45·8	3·6	34 22 35 28	12
	$mm'$	69 9·5	5·9	69 6·8	5·9	68 50 69 33	3
Mittel	$ad$	45 12·1	4·0	45 10·3	3·5	44 27 45 44	14
	$dc$	44 48·1	2·7	44 49·0	2·7	44 15 45 15	13
	$dd''$	89 37·3	4·6	89 40·1	4·6	89 9 89 59	5
Mittel	$ad$	45 11·7	1·6	45 10·4	1·6		
	$o'o'''$	110 22·7	5·9	110 15·5	5·9	109 54 110 44	3
	$mp$	29 30·5	8·2	29 36·2	7·8	28 47 30 31	8
Mittel	$pc$	60 33·8	11·3	60 40·7	11·3	59 16 61 8	4
	$mp$	29 29·0	6·6	29 30·7	6·4		
	$ar$	59 21·0	6·2	59 18·1	5·2	58 45 60 17	10
Mittel	$rr'$	61 54·1	5·1	61 53·1	5·1	61 38 62 9	4
	$ar$	59 5·6	2·4	59 6·3	2·3		
	$kd''$	104 57·4	5·9	104 51·3	5·9	104 31 105 28	3
Mittel	$kd''$	75 31·8	7·2	75 31·8	7·2	75 30 75 33	2
	$kd''$	104 45·7	4·6	104 42·0	4·6		
	$rc$	39 27·3	4·7	39 26·7	4·4	39 0 40 10	9
	$pp'''$	91 53·8	5·9	91 56·9	5·9	91 38 92 24	3

<sup>1)</sup> Näheres über die Zulässigkeit eines solchen Verfahrens in Poggend. Ann. d. Phys. u. Chem. CVII, 272.

## Ermittlung krystallograph. Constanten u. d. Grades ihrer Zuverlässigkeit. 689

	Arithmetische Mittel	Wahrscheinliche Fehler	Gewichtsmittel	Wahrscheinliche Fehler	Beobachtete Grenzwerte	Zahl der Einzelbestimmungen
<i>kr'</i>	83° 47' 3	5' 1	83° 47' 3	5' 1	83° 12' — 84° 11'	4
<i>mr</i>	53 40·5	7·2	53 54·3	7·2	53 19 54 2	2
<i>dr'</i>	79 25·6	5·1	79 20·7	5·1	79 1 80 0	4
<i>m'p</i>	72 41·5	7·2	72 38·7	7·2	72 33 72 50	2
<i>me'</i>	36 30·5	7·2	36 30·5	7·2	36 15 36 46	2
<i>e'n'</i>	18 42·2	7·2	18 42·2	7·2	18 17 19 7	2
<i>mk'</i>	88 32·0	5·9	88 32·0	5·9	88 26 88 38	3
<i>ak</i>	41 38·6	3·7	41 36·4	3·4	40 50 42 38	23
<i>ko'</i>	48 25·9	2·7	48 25·5	2·7	48 4 48 50	14
<i>kp</i>	19 7·5	5·0	19 3·6	4·4	18 41 19 50	9
<i>po'</i>	29 28·0	2·2	29 29·0	2·2	29 0 29 46	23
<i>mk</i>	28 48·0	3·8	28 48·9	3·6	28 10 29 27	15
<i>md</i>	66 38·3	7·7	66 44·4	8·7	65 50 67 18	7
<i>m'o'''</i>	47 44·4	5·0	47 35·0	4·5	46 50 48 39	22
<i>kn''</i>	52 26·5	7·2	52 26·5	7·2	52 17 52 36	2
<i>ko'''</i>	76 7·7	5·9	76 7·4	5·9	76 2 76 17	3
<i>kā</i>	143 16·4	7·2	143 16·4	7·2	143 15 143 17	2
<i>dr'''</i>	24 39·5	5·0	24 42·6	5·6	24 20 25 40	10
<i>r'o'''</i>	41 41·0	6·2	41 44·3	6·1	40 47 42 44	18

Die mit diesen Beobachtungen am besten vereinbarten Axenwerthe der Grundform wurden mit Hilfe der nachstehenden Gleichungen <sup>1)</sup> nach Methode der kleinsten Quadrate ermittelt. Die Winkelwerthe im ersten Gliede sind nach dem vorläufig angenommenen genäherten Verhältniss:

$$\begin{aligned} & \text{Längsaxe zur Queraxe zur Hauptaxe} \\ & = \sqrt{x} : 1 : \sqrt{y} = \sqrt{2 \cdot 1051} : 1 : \sqrt{2 \cdot 0576} \end{aligned}$$

berechnet, die Differenzen derselben gegen die beobachteten *am*, *ad* u. s. w. in Taf. 1 in Minuten ausgedrückt anzunehmen, unter  $\Delta x$   $\Delta y$  die gesuchten Correctionen von *x* und *y* zu verstehen.

<sup>1)</sup> Die allgemeine Form derselben für das monoklinödrische System habe ich in Poggen-dorff's Ann. CVII, 345 gegeben. In der Bibliothek des k. k. Hof-Mineralien-Cabinet's ist mir eine im Jahre 1830 verfasste Abhandlung von Neumann: „Über das Krystall-system des Albits und der ihm verwandten Gattungen“ zu Gesicht gekommen, worin bereits die Zufälligkeit gewisser Abweichungen der Winkel bestimmt ausgesprochen und sofort als ein Anlass, die Lehren der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf sie in Anwendung zu bringen, benutzt ist. Ich bedaure sehr, diese lehrreiche Abhandlung nicht früher gekannt zu haben, da sie mir manchen Umweg erspart haben würde. Es ist auffallend, dass sie in keinem Lehrbuche citirt wird, auch nicht in dem sonst so vollständigen von Hausmann.

## Taf. 2. Fehlergleichungen.

55° 25'5	— <i>am</i>	+ 382 $\Delta x$	= 0
45 19·6	— <i>ad</i>	+ 408 $\Delta x$ — 418 $\Delta y$	= 0
34 52·9	— <i>b'o'</i>	— 392 $\Delta y$	= 0
29 51·4	— <i>mp</i>	+ 113 $\Delta x$ — 361 $\Delta y$	= 0
59 15·8	— <i>ar</i>	+ 359 $\Delta x$ — 299 $\Delta y$	= 0
104 54·4	— <i>kd''</i>	— 661 $\Delta x$ + 610 $\Delta y$	= 0
39 9·3	— <i>rc</i>	— 262 $\Delta x$ + 409 $\Delta y$	= 0
135 34·1	— <i>b'''p</i>	+ 202 $\Delta x$ + 211 $\Delta y$	= 0
83 32·7	— <i>kr'</i>	— 705 $\Delta x$ + 424 $\Delta y$	= 0
126 32·2	— <i>m''r</i>	— 237 $\Delta x$ + 372 $\Delta y$	= 0
78 55·4	— <i>dr'</i>	— 719 $\Delta x$ + 758 $\Delta y$	= 0
107 58·7	— <i>m'''p</i>	+ 629 $\Delta x$ + 67 $\Delta y$	= 0
36 40·7	— <i>me'</i>	— 353 $\Delta x$ — 57 $\Delta y$	= 0
19 0·5	— <i>e'n'</i>	— 227 $\Delta x$ + 2 $\Delta y$	= 0
88 43·2	— <i>mk'</i>	— 710 $\Delta x$ — 3 $\Delta y$	= 0
41 29·2	— <i>ak</i>	+ 405 $\Delta x$ — 136 $\Delta y$	= 0
60 31·0	— <i>ap</i>	+ 350 $\Delta x$ — 117 $\Delta y$	= 0
19 1·7	— <i>pk</i>	— 55 $\Delta x$ + 19 $\Delta y$	= 0
150 45·5	— <i>m''k</i>	— 133 $\Delta x$ + 214 $\Delta y$	= 0
113 30·9	— <i>m''d</i>	— 420 $\Delta x$ + 184 $\Delta y$	= 0
47 30·7	— <i>m''o'''</i>	— 241 $\Delta x$ — 250 $\Delta y$	= 0
126 57·3	— <i>kn''</i>	— 70 $\Delta x$ + 400 $\Delta y$	= 0
103 14·8	— <i>ko'''</i>	+ 108 $\Delta x$ + 464 $\Delta y$	= 0
37 14·6	— <i>kd</i>	+ 287 $\Delta x$ + 30 $\Delta y$	= 0
24 23·3	— <i>dr'''</i>	+ 58 $\Delta x$ + 191 $\Delta y$	= 0
41 36·9	— <i>r'''o'''</i>	— 238 $\Delta x$ + 243 $\Delta y$	= 0

Man erhält je nachdem man die Data der zweiten oder vierten Columnne in Taf. 1 ihrem Gewichte gemäss einführt

$$(I.) \sqrt{x} = 1.4523 \quad \sqrt{y} = 1.4442$$

$$(II.) \sqrt{x} = 1.4526 \quad \sqrt{y} = 1.4442$$

und die wahrscheinlichen Fehler sind in beiden Fällen gleich, nämlich:

$$\text{für } \sqrt{x} \quad w = 0.0019 = \frac{1}{770} \text{ der Länge } ^1),$$

$$\text{für } \sqrt{y} \quad w = 0.0024 = \frac{1}{600} \text{ der Länge.}$$

<sup>1)</sup> Diese Genauigkeit ist nur etwa  $\frac{1}{10}$  derjenigen, welche beim Bleivitriol (Poggendorff's Annal. CVIII) durch den zehnten Theil der Beobachtungen erreicht wurde. Man hat darin einen Massstab für die ungewöhnliche Grösse der Winkelschwankungen. Es wird ein Gegenstand fernerer Untersuchungen sein, auszumitteln, ob dieselbe Folge eines raschen Krystallisationsprocesses ist, dessen Spuren an den vorliegenden Stufen nicht zu verkennen sind, oder an der Substanz haftet.

Dieser letztere Umstand beweist, dass die grossen Abweichungen der beobachteten Winkel und die häufige Unebenheit und Krümmung der Flächen sich nicht immer gegenseitig bedingen. Wäre dieses der Fall, so müssten die wahrscheinlichen Fehler für die zweite Berechnung geringer ausgefallen sein. Es war deshalb überflüssig, die Flächenbeschaffenheit als einen Gewichtsfactor in Rechnung zu bringen.

Die aus der Bestimmung I. sich ergebenden Winkel sind :

$am = 55^{\circ} 27' 0$	$c'n' = 18^{\circ} 59' 6$
$ad = 45 \quad 9 \cdot 5$	$mk' = 88 \quad 40 \cdot 2$
$b'o' = 34 \quad 41 \cdot 9$	$ak = 41 \quad 27 \cdot 1$
$mp = 29 \quad 41 \cdot 7$	$ap = 60 \quad 29 \cdot 1$
$ar = 59 \quad 8 \cdot 8$	$pk = 19 \quad 2 \cdot 0$
$kd'' = 103 \quad 8 \cdot 8$	$m'k = 150 \quad 50 \cdot 9$
$rc = 39 \quad 19 \cdot 7$	$m'd = 113 \quad 34 \cdot 3$
$b''p = 135 \quad 40 \cdot 9$	$m'o'' = 47 \quad 22 \cdot 6$
$kr' = 83 \quad 41 \cdot 8$	$kn'' = 127 \quad 8 \cdot 3$
$m'r = 126 \quad 41 \cdot 7$	$ko''' = 103 \quad 28 \cdot 3$
$dr' = 79 \quad 13 \cdot 8$	$kd = 37 \quad 16 \cdot 6$
$m''p = 108 \quad 3 \cdot 2$	$dr''' = 24 \quad 28 \cdot 9$
$me' = 36 \quad 37 \cdot 6$	$r''o'' = 41 \quad 42 \cdot 8$

Damit die Genauigkeit derselben nicht überschätzt werde, bemerke ich, dass die wahrscheinlichen Fehler der Winkel  $am$ ,  $ad$ ,  $b'o' = 2'9$ ,  $2'2$  und  $2'7$  sind. Die Berechnung auf Zehntelminuten geschah nur der Gleichförmigkeit wegen und um die Werthe gelegentlich nach Art derer in Taf. II benutzen zu können.

Das Bisherige enthält die Resultate einer Bestimmung der Axenwerthe der Grundform mit demjenigen Grade von Genauigkeit, welcher durch eine in Ansehung der Seite 687 genannten Formen erschöpfende goniometrische Untersuchung der Krystalle Nr. 1 — 17 erreichbar war. Es ist noch übrig, die Zeichen einer Reihe untergeordnet auftretender Formen zu deduciren, welche an diesen Krystallen und an drei anderen nach Abschluss des Vorhergehenden untersuchten Nr. 18, 19, 20 beobachtet wurden. Ich habe mir auch hiebei der im Eingang dieser Arbeit erwähnten Übelstände wegen die grösste Vorsicht zur Pflicht gemacht und deshalb neben den angenommenen Ableitungszahlen stets die Belege in möglichster Vollständigkeit beigebracht, auf welche ich die Annahme stütze. Folgende Momente

können bei der Beurtheilung in Betracht kommen und sind deshalb, wo nicht aus Anderem bereits bekannt, in die nachstehende Tafel aufgenommen.

1. Das beobachtete Einfallen der zu bestimmenden Fläche in bekannte Zonen.

2. Das berechnete Einfallen in solche Zonen.

3. Die Übereinstimmung der Resultate der Winkelmessungen mit den nach der gemachten Annahme berechneten.

4. Der grössere oder geringere Grad von Ebenheit und Glanz und die Ausdehnung der Fläche.

5. Die Art und Häufigkeit ihres Vorkommens.

Die Tafel findet ihre Erläuterung und Ergänzung in den bildlichen Darstellungen. Dieselben geben zuerst (Tafel I—III) sämtliche Krystalle unter derselben Nummer, welche die Originale im k. k. Hof-Mineralien-Cabinet tragen, möglichst naturgetreu in einfacher Projection, darauf (Tafel IV) die Haupttypen idealisirt in perspectivischer Ansicht und zuletzt (Tafel V) eine Projection der Normalen sämtlicher mit Sicherheit bestimmten Flächen auf die Basis nach Neumann's Methode <sup>1)</sup>, so dass auch hier das Beobachtete von dem Abstrahirten und das Gewisse von dem bloß Wahrscheinlichen oder Zweifelhafteu streng gesondert erscheint. Die mit (0) bezeichneten Beobachtungswerthe sind, weil die Flächen nur zerstreutes Licht reflectirten, als sehr rohe, doch für den nächsten Zweck nicht ganz unbrauchbare Näherungen zu betrachten. Die übrigen, denen nach der Güte der Flächenspiegelung die Gewichte (3),

---

<sup>1)</sup> Diese Methode steht in unmittelbarem Zusammenhange mit der jetzt immer allgemeiner Eingang findenden Bezeichnungsweise der Flächen und hat bekanntlich den Grund zu ihr gelegt (vgl. Neumann's Beiträge zur Krystallonomie, 1823, und die Vorrede zu Miller's Treatise on crystallography). Miller's Flächenzeichen sind nichts anderes als die Coordinaten der Neumann'schen Flächenorte und ohne weiteres aus der Zeichnung abzulesen. Die sogenannte Linienmethode, welche später der Neumann'schen gegenübergestellt wurde, ist eine blosser Umkehrung derselben, indem sie statt der Durchschnitte der Normalen die Durchschnitte der Flächen selbst gibt, was keinen wesentlichen Vortheil, aber den Nachtheil hat, dass die Zahl der Linien sehr vermehrt und dadurch die Darstellung häufig etwas verwirrt wird. Bei der sphärischen Projection gehen Einfachheit und die Hauptvortheile der ursprünglichen Methode, das leichte Erkennen tautozonaler Flächen und der Tangentenverhältnisse ihrer Winkel, ganz verloren.

(2), (1) beigefügt sind, scheinen nicht viel ungenauer zu sein, als die, welche Tafel 1 zum Grunde liegen; und können beiläufig, wenn nicht noch regelmässiger ausgebildete Krystalle gefunden werden sollten, als Elemente zu einer zweiten, von der ersten ganz unabhängigen Bestimmung der Constanten des Systems benutzt werden.

Taf. 3. Zuverlässig bestimmte Formen ausser den früher genannten.

	Beobachtet in den Zonen	Gemessene Winkel	Nro. des Kryst.	Berechnet	Sonstige Bemerkungen	
$\alpha = 210$	(100.110)	$m'a' = 19^\circ 39' (0)$	13	$19^\circ 28'$	Eine kleine, etwas gekrümmte Fläche, welche d. Kante $a'm'$ abstumpft.	
$\tau = 120$	(100.110)	$m''\tau'' = 15^\circ 31' (3)$	18	$15^\circ 33'$	Zieml. ausgedehnt, gut spiegellnd.	
	(011.111)	$d''\tau'' = 77\ 51 (1)$	18	$76\ 44$		
$u' = 021$	(011.010)	$cu' = 69^\circ 51' (1)$	18	$70^\circ 54'$	Deutliche Abstumpfung der Kanten $o'b'$ und $nm'$ .	
	(121.121)	$b'u' = 19\ 7 (1)$	18	$19\ 6$		
		$n'u' = 18\ 23 (2)$	18	} $18\ 1$		
		$mm' = 18\ 42 (2)$	18			
		$m'u' = 38\ 3 (1)$	18	$38\ 53$		
$\gamma' = 054$	(011.010)	$\bar{n}''\bar{\gamma}''' = 21^\circ 31' (2)$	16	} $20^\circ 28'$	An Nr. 16 eine kleine, glänzende, parallel der Combinationskante mit $e'''$ ein wenig gestreifte Fläche. An Nr. 18 eine breite Abstumpfung d. Combinationskante $\bar{z}'''\bar{l}''$ der beiden nächsten Formen.	
		$\bar{n}'''\bar{\gamma}''' = 20\ 38 (1)$	16			
		$\bar{e}'''\bar{\gamma}''' = 16\ 32 (3)$	16			$15\ 59$
		$b'\bar{\gamma}''' = 30\ 48 (1)$	18			$28\ 59$
		$k'\bar{\gamma}''' = 72\ 54 (1)$	18			$72\ 56$
$z = 554$	(100.054)	$a''\bar{z}''' = 57^\circ 51' (2)$	18	$58^\circ 57'$	Deutliche Abstumpfung d. Kante $a''\bar{\gamma}'''$ . Gut spiegellnd.	
		$\bar{\gamma}'''\bar{z}''' = 29\ 47 (2)$	18	$29\ 28$		
		$p\bar{z}''' = 94\ 12 (3)$	18	$94\ 23$		
		$k\bar{z}''' = 81\ 55 (3)$	18	$82\ 14$		
		$\bar{k}\bar{z}''' = 50\ 14 (1)$	18	$50\ 21$		
		$u\bar{z}''' = 55\ 59 (1)$	18	$55\ 5$		
		$b\bar{z}''' = 42\ 33 (2)$	18	$41\ 28$		
$l = 354$	(100.054)	$\bar{\gamma}'''\bar{l}'' = 18^\circ 38' (1)$	18	$19^\circ 52'$	Deutliche Abstumpfung der Kante $a\bar{\gamma}'''$ .	
		$p\bar{l}'' = 121\ 27 (1)$	18	$122\ 1$		

	Beobachtet in den Zonen	Gemessene Winkel	Nro. des Kryst.	Berechnet	Sonstige Bemerkungen
$s=311$	(100.011)	$a''s' = 30^{\circ} 18' (1)$ $k''s'' = 12 54 (0)$ $p\bar{s}' = 89 58 (1)$	9 3 12	$30^{\circ} 30'$ $10 57$ $89 1$	An Nr. 3 und 9 eine sehr schmale, selbst mit der Loupe schwer erkennbare Abstumpfung. An Nr. 12 ausgedehnter, unvollkommen spiegelnd.
$x=113$	(110.001) (011.2 $\bar{1}$ 3)	$m'''x'' = 61^{\circ} 22' (1)$ $c x'' = 30 1 (1)$ $c x'' = 30 53 (1)$ $p''x'' = 30 21 (1)$ $p'''x''' = 31 41 (1)$ $\bar{p}'x'' = 89 8 (1)$ $o'''x''' = 35 18 (1)$ $r x'' = 47 44 (1)$ $d''x'' = 35 50 (1)$	20 20 18 18 20 20 20 20 18	$59^{\circ} 42'$ } $30 18$ } $30 0$ $89 24$ $33 34$ $48 43$ $35 31$	An Nr. 20 sehr klein u. unvollkommen spiegelnd. An Nr. 18 eine ausgedehnte, etwas wellige Fläche mit parallel. Kanten zwischen $p''$ und $c$ .
$\lambda=413$	(110.0 $\bar{1}$ 1)	$a''\lambda'' = 39^{\circ} 31' (1)$ $a''\lambda'' = 39 43 (1)$ $a \lambda'' = 39 59 (3)$ $b'\lambda'' = 73 30 (3)$ $c \lambda'' = 55 3 (3)$ $\bar{d}\lambda'' = 16 46 (1)$ $d \lambda'' = 18 14 (3)$ $d''\lambda'' = 18 33 (2)$ $m'\lambda'' = 48 49 (2)$ $m''\lambda'' = 48 49 (3)$ $m'''\lambda'' = 48 53 (3)$ $\bar{r}\lambda'' = 41 30 (1)$ $o'\lambda'' = 96 4 (3)$ $\bar{o}'\lambda'' = 96 7 (2)$ $\bar{k}\lambda'' = 58 58 (1)$ $k \lambda'' = 59 38 (3)$ $\bar{k}'\lambda'' = 59 42 (3)$ $\bar{k} \lambda'' = 59 49 (3)$ $l'\lambda'' = 130 18 (2)$ $p''\lambda'' = 30 47 (3)$ $p'\lambda'' = 117 58 (1)$ $\bar{p}'\lambda'' = 118 3 (2)$ $\bar{p}'\lambda'' = 73 32 (3)$ $p \lambda'' = 73 41 (1)$ $r \lambda'' = 92 50 (2)$	20 19 19 13 20 11 19 19 11 20 19 11 13 19 13 19 13 20 13 20 20 13 19 19 13 19 20	$39^{\circ} 56'$ } $73 50$ $54 40$ } $18 3$ } $48 23$ $42 32$ } $95 45$ } $59 27$ $129 52$ $30 17$ } $117 43$ } $73 7$ $92 50$	Glänzend und gut spiegelnd, besonders an Nr. 11. Diese Resultate würden bei einer neuen Constantenbestimmung vor allen Berücksichtigung verdienen.

## Ermittlung krystallograph. Constanten u. d. Grades ihrer Zuverlässigkeit. 695

	Beobachtet in den Zonen	Gemessene Winkel	Nro. des Kryst.	Berechnet	Sonstige Bemerkungen
$\vartheta = 613$	An Nr. 20 (101. $\overline{211}$ )	$\overline{d} \vartheta''' = 21^\circ 54' (0)$ $c \vartheta''' = 62 57 (1)$ $\overline{c} \vartheta''' = 63 39 (2)$ $\overline{c} \vartheta''' = 64 2 (2)$ $c \vartheta''' = 65 35 (1)$ $a'' \vartheta''' = 27 38 (2)$ $a \vartheta''' = 29 7 (2)$ $\overline{\vartheta''} \overline{\vartheta''} = 120 41 (2)$	20 7 7 7 7 7 7	$22^\circ 1'$  $63 57$  $29 10$ $121 40$	Meist sehr unvollkommen spiegelnd. An Nr. 20 die Kante $\overline{k'd}$ abstumpfend. Andere an dem Zwilling Nr. 7 beobachtete Winkel finden sich in einer späteren Zusammenstellung.
$\varepsilon = 813$	(101. $\overline{213}$ )	$c \varepsilon''' = 68^\circ 40' (2)$ $a \varepsilon''' = 23 50 (2)$ $d \varepsilon''' = 26 19 (2)$	11 11 11	$69^\circ 38'$ 22 43 26 13	Wohl ausgebildet.
$h = 215$	An Nr. 2 (101. $\overline{211}$ ) An Nr. 18 (101. $\overline{211}$ ) (211. 001) An Nr. 20 (011. $\overline{111}$ )	$a'' h' = 68^\circ 46' (2)$ $c h' = 25 0 (3)$ $e h' = 26 8 (2)$ $o' h' = 42 58 (1)$ $\overline{o'} \overline{h} = 43 26 (1)$ $o' h' = 44 24 (3)$ $d'' h' = 26 45 (2)$ $\overline{d} \overline{h} = 28 0 (1)$ $p \overline{h} = 37 29 (1)$ $k' \overline{h} = 77 44 (1)$ $r h' = 51 29 (3)$ $r' \overline{h} = 52 11 (1)$ $d h' = 66 22 (3)$	18 20 18 18 2 20 18 2 2 2 20 2 20	$69^\circ 5'$  $26 11$  $43 37$  $27 24$ $36 18$ $77 46$  $52 34$ $67 22$	An Nr. 2 verhältnissmässig gross, weitläufig gestreift, wie es scheint parallel $ho'''$ . An Nr. 18 eine kleine parallel den Combinationskanten mit $r'$ gestreifte Fläche. An Nr. 20 klein, eben.
$\delta = 421$	(121. $\overline{121}$ )	$\overline{n''} \overline{\delta}' = 35^\circ 2' (1)$	16	$34^\circ 26'$	Etwas gekrümmt.
$\mu = 212$	An allen 3 Krystallen (111. 101) (213. 001)	$c \mu'' = 50^\circ 41' (1)$ $c \mu'' = 51 0 (3)$ $c \mu' = 51 50 (1)$ $r'' \mu'' = 10 58 (1)$ $r \mu'' = 89 58 (3)$ $a'' \mu'' = 52 56 (3)$ $p'' \mu'' = 16 47 (1)$ $p'' \mu'' = 17 12 (3)$ $p' \mu' = 18 39 (2)$	19 20 12 20 20 19 19 20 12	$50^\circ 52'$  $11 32$ $89 49$ $51 8$  $18 34$	An Nr. 12 die Kante $p'd''$ schmal abstumpfend, uneben. An Nr. 19 und 20 ziemlich ausgedehnt, eben und glänzend.

	Beobachtet in den Zonen	Gemessene Winkel	Nro. des Kryst.	Berechnet	Sonstige Bemerkungen
		$\overline{o''\mu''} = 40^\circ 40' (1)$	19	$42^\circ 46'$	
		$\overline{o'\mu''} = 88 21 (1)$	19	} 89 7	
		$\overline{o\mu''} = 88 39 (2)$	20		
		$\overline{k\mu''} = 61 4 (1)$	20	} 61 17	
		$\overline{k\mu''} = 61 58 (3)$	19		
		$\overline{p\mu''} = 71 30 (1)$	19	71 11	
		$\overline{m''\mu''} = 42 51 (3)$	20	43 0	
		$\overline{h'\mu''} = 49 20 (2)$	20	47 45	
$\chi=124$	(111.011)	$c\chi' = 35^\circ 50' (1)$	10	$37^\circ 22'$	Nicht sehr eben.
		$a''\chi' = 79 19 (1)$	10	78 36	
		$\overline{d}\chi' = 63 16 (1)$	10	64 53	
		$\overline{d''}\chi' = 43 55 (0)$	10	45 20	
$\beta=512$	An Nr. 13 (110.111)	$a''\beta'' = 25^\circ 57' (2)$	20	} $26^\circ 23'$	An Nr. 16 gekrümmt. An Nr. 20 weniger. An Nr. 19 und besonders an Nr. 13 von zieml. Ausdehnung, eben und gut spiegelnd.
	An Nr. 19 (101.211)	$a\beta''' = 26 44 (2)$	19		
	(100.212)	$a'\beta'' = 26 50 (1)$	16	} 74 55	
	An Nr. 20 (110.111)	$a''\beta'' = 27 23 (3)$	19		
	(100.212)	$b'\beta'' = 75 16 (1)$	13	} 27 29	
		$d''\beta'' = 26 45 (2)$	19		
		$\overline{d}\beta''' = 27 21 (2)$	19	} 89 30	
		$\overline{o}\beta'' = 90 8 (2)$	19		
		$\overline{o}\beta'' = 90 24 (1)$	20	} 43 45	
		$\overline{o}\beta''' = 90 34 (3)$	19		
		$\overline{o'}\beta'' = 91 9 (1)$	13	} 115 42	
		$m''\beta''' = 44 39 (3)$	19		
		$\overline{p'}\beta'' = 115 57 (1)$	20	} 63 20	
		$\overline{p}\beta'' = 64 20 (3)$	19		
		$\overline{p}\beta'' = 64 30 (1)$	19	} 36 18	
		$p'\beta'' = 36 36 (2)$	20		
		$k'''\beta' = 45 48 (1)$	16	} 47 23	
		$\overline{k}\beta''' = 48 20 (2)$	19		
		$\overline{k}\beta'' = 48 33 (2)$	19	} 131 43	
		$k'\beta'' = 132 33 (1)$	13		
		$\lambda''\beta'' = 13 16 (2)$	19	} 14 36	
		$\lambda''\beta'' = 14 6 (2)$	20		
		$\lambda'''\beta''' = 14 14 (2)$	19	} 24 44	
		$\mu''\beta'' = 26 26 (2)$	20		

Diese Formen sind sämtlich durch Zonen der früher genannten zu bestimmen und bilden, wie ein Blick auf die Projection Taf. V zeigt <sup>1)</sup>, mit ihnen ein sehr wahrscheinliches System. Bei folgenden ist dieses nicht der Fall und ich halte sie deshalb trotz den Beobachtungen noch für zweifelhaft.

$$\psi = 081 \text{ in den Zonen } b'c \ s''\beta$$

(dem Zeichen, nicht der Beobachtung nach).

Besonders an Nr. 13 sehr eben und glänzend. Ausserdem an Nr. 9, 10 und 16 beobachtet. An Nr. 13 gab die Messung  $\bar{n}'' \bar{\psi}''' = 22^\circ 22'$ ,  $\bar{n}''' \bar{\psi}''' = 22^\circ 45'$  (statt  $22^\circ 46'$ ) und  $o' \bar{\psi}''' = 39^\circ 54'$  (statt  $39^\circ 39'$ ).

$$i = 056 \text{ in den Zonen } b'c \text{ und } \mu''\chi'.$$

An Nr. 13 wurde  $i \ o' = 5^\circ 18'$  gefunden (statt  $5^\circ 1'$ ), an Nr. 20 derselbe Winkel  $4^\circ 34'$ , ferner  $i'c = 51^\circ 42'$  (statt  $50^\circ 17'$ ).

$$t = 023 \text{ in den Zonen } b'c \ \mu k' \ ra' \ d\chi \ \mu''h.$$

An Nr. 11, 20 und 6 beobachtet, an den ersten beiden wohl ausgebildet. An Nr. 20 wurde beobachtet,  $t''' \bar{o}' = 80^\circ 55'$  (statt  $80^\circ 47'$ ),  $t''' \bar{o}''' = 11^\circ 14'$  (statt  $11^\circ 23'$ ),  $t'''c = 45^\circ 2'$  (statt  $43^\circ 55'$ ). Vielleicht mit der folgenden Gestalt identisch

$$\varphi = 058 \text{ in den Zonen } b'c \ a\chi' \ s\mu'.$$

Besonders deutlich und gut spiegelnd an Nr. 14. Sonst an Nr. 10 und 13. An Nr. 14 wurde  $o' \ \varphi' = 13^\circ 40'$  gefunden (statt  $13^\circ 14'$ ). Erhält durch folgende Gestalt eine gewisse Wahrscheinlichkeit

$$y = 158 \text{ in den Zonen } o'n'' \ p\beta'' \ kl'.$$

An Nr. 2 eine sehr kleine etwas gekrümmte Fläche. An Nr. 9 gross und ziemlich eben.

<sup>1)</sup> Neumann vergleicht diese Figuren sehr schön mit den Klangfiguren.

Beobachtet an Nr. 9	Berechnet
$cy' = 41^{\circ} 13'$	$42^{\circ} 19'$
$a''y' = 85 \quad 0$	$84 \quad 43$
$o'y' = 14 \quad 23$	$14 \quad 11$
$p'y' = 27 \quad 12$	$27 \quad 15$
$dy' = 62 \quad 0$	$62 \quad 39$
$d''y' = 53 \quad 36$	$53 \quad 54$
$ky' = 54 \quad 32$	$55 \quad 2$
$py' = 36 \quad 28$	$37 \quad 1$

$g=20 \ 8 \ 1$  in den Zonen  $ak'''$  und  $a\phi'$ .

Diese Form nahm ich anfangs für ein Verticalprisma 520 und habe sie auch so gezeichnet. Nach 20 Beobachtungen an dem Krystall Nr. 20 hat man die Wahl zwischen den Zeichen 15 6 1, 16 6 1 und 20 8 1. Eine sichere Entscheidung wird erst nach einer genaueren Bestimmung von  $\phi$  getroffen werden können.

$\sigma = 15 \ 14 \ 13$  in den Zonen  $pd''$  und  $n\phi'$ .

Die Wahrscheinlichkeit auch dieser Bestimmung richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit, mit welcher  $\phi$  bestimmt wurde, weil die  $n$ -Flächen als Abstumpfungen der Combinationskanten  $\sigma\phi'$  erscheinen. Wurde nur an einem Krystall Nr. 13 beobachtet und spiegelt unvollkommen. Die Resultate von 13 Messungen sind eben so wohl mit dem Zeichen 14 13 12 verträglich, welches den Zonen  $a'''e$  und  $pd''$  entspricht.

Ich unterlasse es, alle hierher gehörigen Beobachtungen mitzutheilen, weil ich beabsichtige dieselben, zumal der letzten beiden Formen wegen, noch zu vervollständigen. Denn Formen dieser Art, welche den herrschenden Ansichten zufolge wenig wahrscheinlich sind, haben ein besonderes Interesse, weil ihre Existenz noch an andere Bedingungen geknüpft zu sein scheint, als die bekannten, vielleicht dieselben, deren Nichterfüllung Ursache ist, warum bei ganz gewöhnlichen unter den mannigfaltigsten Umständen krystallisirten Substanzen gewisse sehr einfache Gestalten, wie beim Quarz die Endfläche, niemals beobachtet werden.

Unter den untersuchten Krystallen befinden sich vier Zwillinge (Tafel III, IV), welche die Fläche  $o' = 011$  gemeinschaftlich haben, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht.

Taf. 4. Data zur Bestimmung des Zwillinggesetzes.

Beobachtet	Nro. des Kryst.	Berechnet
$\overline{c c} = 69^\circ 33' (1)$	7	$69^\circ 24'$
$\overline{d' d''} = 46 26 (2)$	1	} 47 37
$\overline{d d} = 47 25 (1)$	2	
$\overline{d d} = 47 38 (2)$	1	} 108 41
$\overline{d' d} = 107 24 (1)$	1	
$\overline{d d'} = 107 51 (3)$	1	
$\overline{r r} = 96 10 (2)$	8	} 96 35
$\overline{r' r'} = 96 33 (2)$	8	
$\overline{r' r'} = 97 5 (1)$	2	
$\overline{g' g''} = 8 9 (1)$	7	} 8 24
$\overline{g'' g'''} = 8 15 (2)$	7	
$\overline{d' k'} = 11 9 (1)$	1	10 20
$\overline{d' r'} = 71 3 (2)$	8	72 6
$\overline{d h} = 72 15 (1)$	7	72 20

Die Fläche  $a$  ist bei diesen Zwillingen stets V-förmig gestreift, wie in den Figuren angedeutet, durch oscillatorische Combination mit einem unbestimmbaren gegen  $a$  sehr wenig geneigten Verticalprisma, welches, wo es in einiger Ausdehnung auftritt, einen einspringenden Winkel von ungefähr  $3^\circ$  veranlasst.

Die Zwillingkrystalle sind sämmtlich, die übrigen nur mit fünf Ausnahmen in der Richtung der Kante  $ao'$  verlängert. Die Ausnahmen sind Nr. 3, 9 und 16, ein wenig in der Richtung der Hauptaxe verlängert, dann Nr. 4 nach  $mk'$  und Nr. 15 nach  $b' d$ . Dieser letzte Typus erinnert an gewisse Formen des Kupferglanz, dessen System übrigens neben manchen Analogien auch grosse Abweichungen zeigt, die zu neuen Untersuchungen auffordern. Mit Rücksicht auf die Zwillingkrystalle würden folgende Formen zu identificiren sein:

**700** Dauber. Ermittelt. krystall. Constanten u. d. Grades ihr. Zuverlässigkeit.

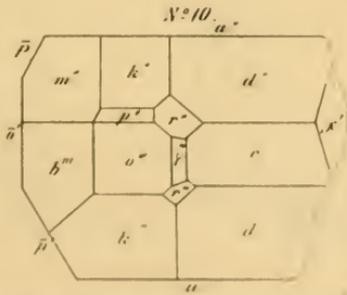
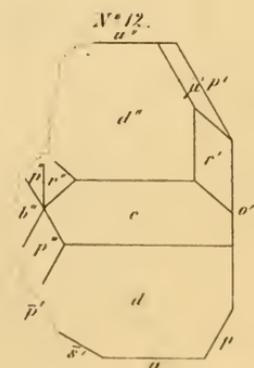
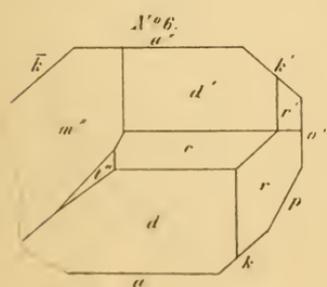
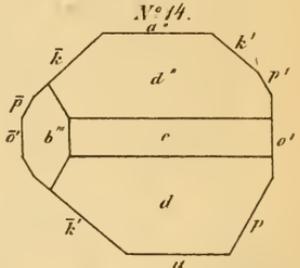
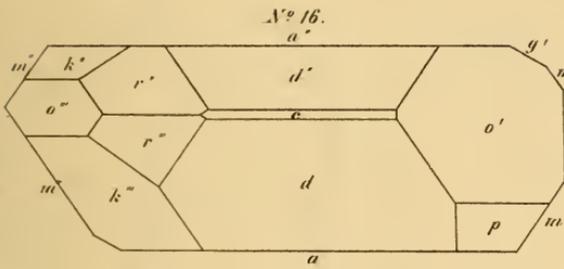
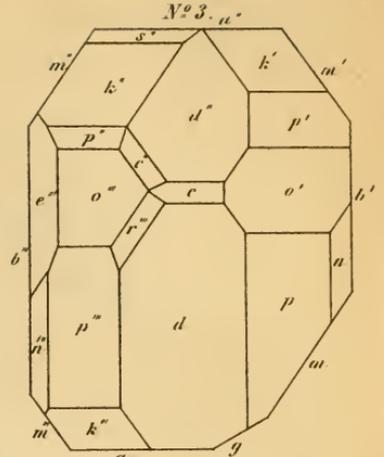
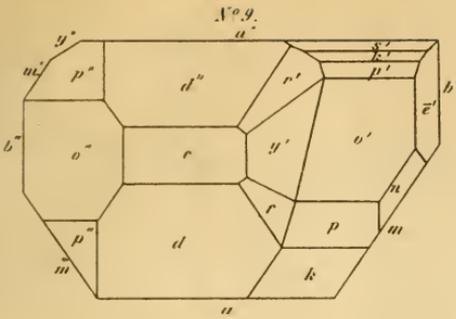
Kupferglanz (nach Miller's Lehrbuch)	Akanthit
$c = 001$	$a = 100$
$a = 100$	$c = 001$
$b = 010$	$b' = 010$
$m = 110$ (Zwillingsfläche)	$o' = 011$ (Zwillingsfläche)
$n = 320$	$t = 023$
$p = 111$	$p = 111$
$v = 112$	$k = 211$
$z = 113$	$s = 311$

und den Winkeln  $011.001 = 55^{\circ} 18'$ ,  $101.001 = 44^{\circ} 50'$ , am Akanthit die Winkel  $110.100 = 59^{\circ} 48'$ ,  $101.100 = 45^{\circ} 52'$  am Kupferglanz entsprechen.

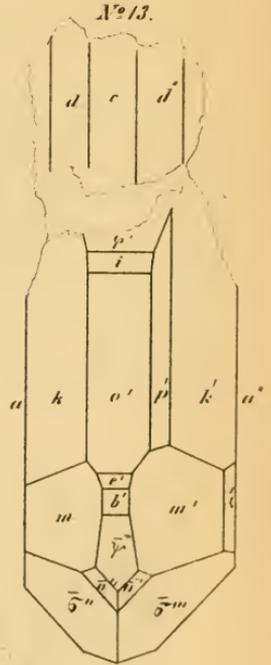
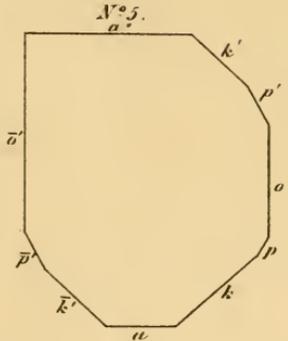
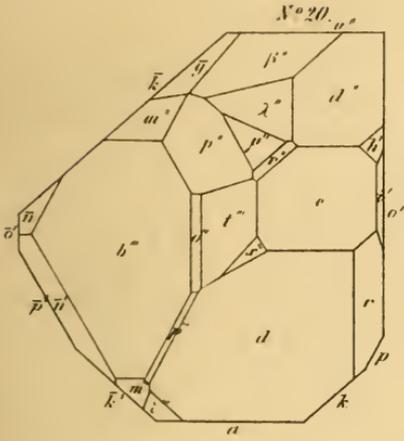
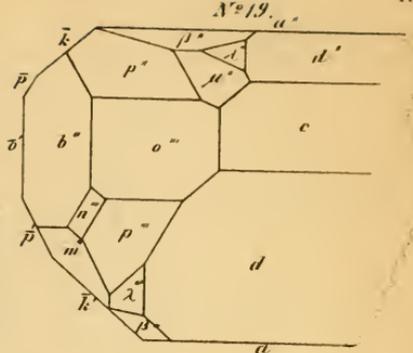
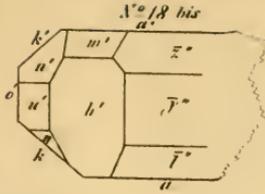
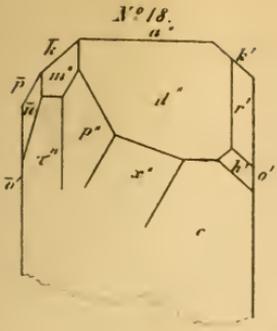
---

Dauber. Akanthit.

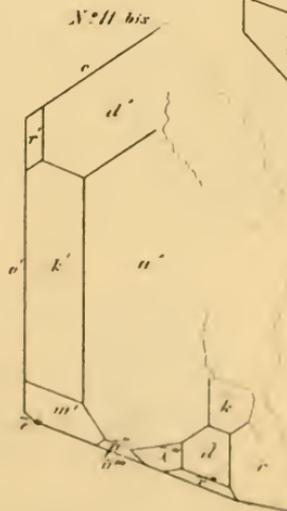
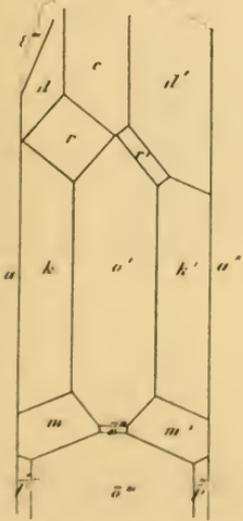
Taf. I.







N° 11.





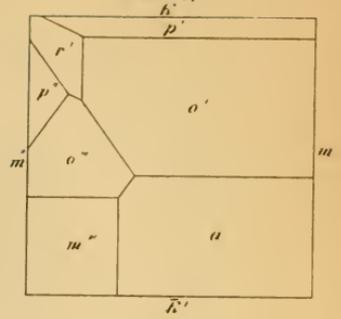
N<sup>o</sup> 17.



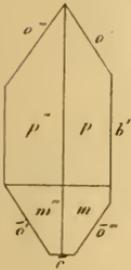
N<sup>o</sup> 17 bis



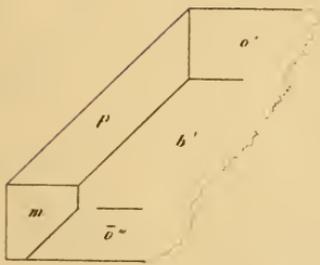
N<sup>o</sup> 4.



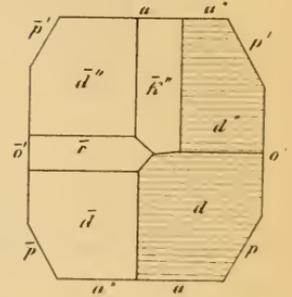
N<sup>o</sup> 15.



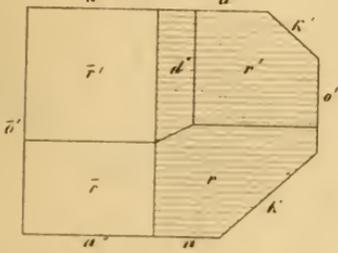
N<sup>o</sup> 15 bis



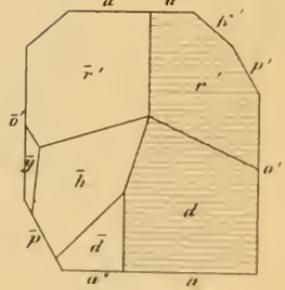
N<sup>o</sup> 1.



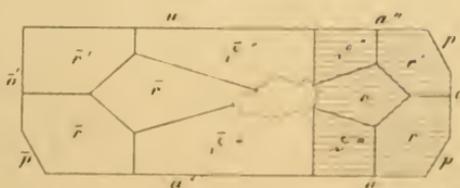
N<sup>o</sup> 8.



N<sup>o</sup> 2.



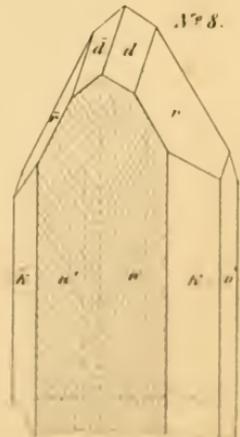
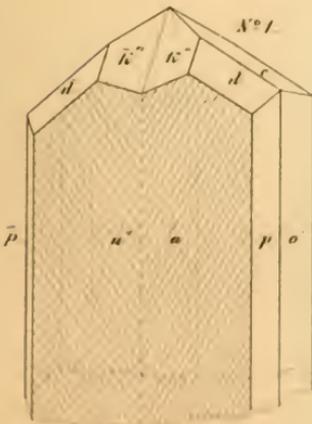
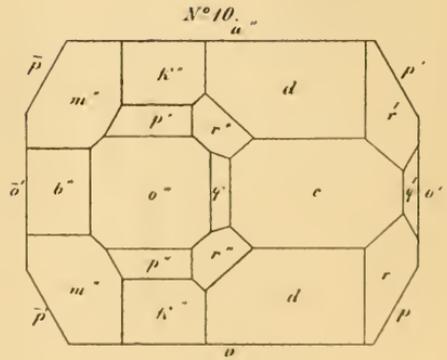
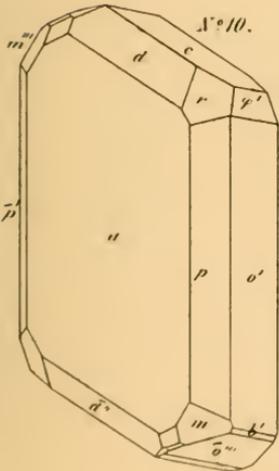
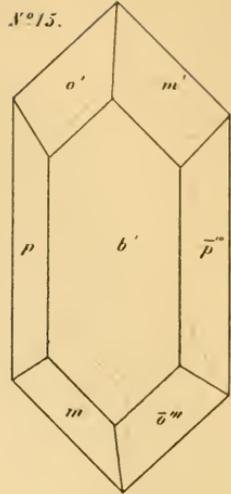
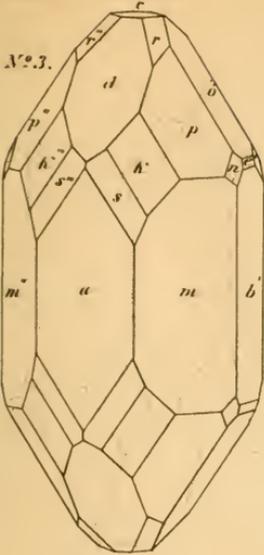
N<sup>o</sup> 7.





Dauber. Akanthit.

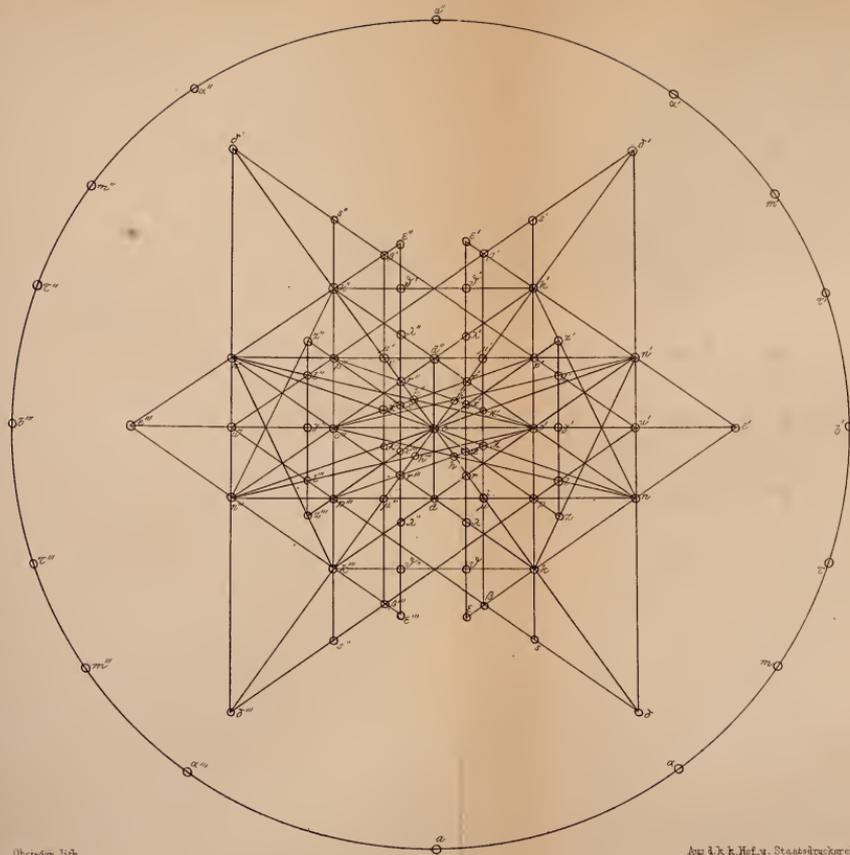
Taf. IV.











Übsteiger Tisch.

Am k. k. Hof. u. Staatsdruckerei.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1860

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Dauber H.

Artikel/Article: [Ermittlung kristallographischer Constanten und des Grades ihrer Zuverlässigkeit. 685-700](#)