

MINERALOGISCHE MITTHEILUNGEN

GESAMMELT VON

G. TSCHERMAK

DIRECTOR DES K. K. MINERALOGISCHEN HOF-MUSEUMS.

I. Ueber den Glaukodot von Hakansboe und den Danait von Franconia.

Von Friedrich Becke.

Der Glaukodot kommt gewöhnlich nur in derben spaltbaren Massen wie bei Huasko in Chile oder in grossen krummflächigen Krystallen vor, die z. B. an der Fundstätte bei Hakansboe bis 4 Centimeter gross werden. Diess mag wohl auch die Ursache sein, dass man über die Winkeldimensionen dieses Minerals viel weniger weiss, als über die seiner nächsten Verwandten, des Danaits und des Arsenkieses. Ueber den Glaukodot von Huasko findet sich eine Angabe bei Miller (Phillips Elementary Introduction in Mineralogy; new edition by Brooke and Miller, pag. 189) der den Prismenwinkel mit $67^{\circ} 24'$ anführt. An den sehr schönen und grossen, aber namentlich am Prisma krummflächigen Krystallen von Hakansboe, deren das Wiener Mineralien-Cabinet eine bedeutende Anzahl besitzt, hat Herr Director Tschermak vor einigen Jahren mit dem Anlegegoniometer Messungen ausgeführt und in den Sitzungsberichten der kaiserl. Academie der Wissenschaften in Wien 1866, LV. Bd., pag. 447 veröffentlicht. Er war es auch, der zuerst ausdrücklich auf die grosse Aehnlichkeit mit dem Arsenkies hinwies.

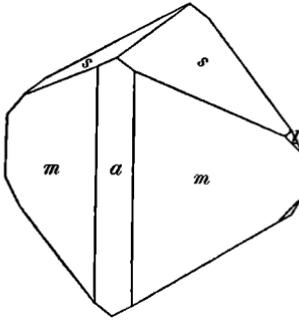
Vor einiger Zeit hatte Herr Director Tschermak die Güte, mir zwei kleinere Glaukodot-Krystalle von dem mehrfach genannten Fundorte zu übergeben, um zu sehen ob sie vielleicht eine genauere Messung, eventuell eine Bestimmung des Axenverhältnisses gestatteten. Es sei mir erlaubt, Herrn Director Tschermak für die vielfältige Unterstützung, die er mir bei der Arbeit angedeihen liess, meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Bevor ich indess zu den Resultaten der Messung übergehe, muss ich einiges über das Aussehen der Krystalle vorausschicken. Wie bereits bemerkt, sind die Krystalle von Hakansboe meist sehr gross, oft 5 bis 6 Centimeter, sie sind meist ringsum ausgebildet und zeigen die rhom-

bischen Formen des Arsenkieses. Es sind folgende Gestalten zu beobachten:

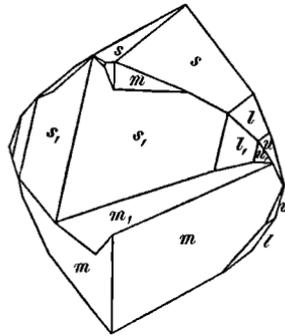
$$\begin{array}{cccccc} a & m & l & s & u & e \\ (100) & (110) & (011) & (012) & (021) & (101) \end{array}$$

Fig. 1.



Glaukodot,
einfacher Krystall.

Fig. 2.



Glaukodot,
Zwilling nach dem Doma (101).

Die häufigsten Combinationen sind: $m \cdot s$, $m s l$, $a m s$, $a m s l$ (Fig. 1), $m s l u$.

Die Fläche a (100) erscheint meist sehr gekrümmt, so dass man sie oft kaum mehr als Krystallfläche ansprechen kann, indem die beiden Prismen allmählig in einer sanft geschwungenen Fläche verlaufen, so dass die Kante wie abgerollt aussieht. Das Prisma m (110) ist meist sehr stark glänzend und in der Regel convex gekrümmt, seltener etwas matt, dann aber ziemlich eben. Die Domen l , s und u sind sämtlich stark brachydiagonal gerieft, am auffallendsten s , das unter allen anderen Domen prävalirt, u (021) ist eine Seltenheit. Das Prisma m (110) und das Doma s (012) geben zusammen eine Combination, die auffallend an das Oktaëder erinnert, diess ist bemerkenswerth, da die der Eisen-Verbindung isomorph beigemengte Kobaltverbindung in ihrem unvermischten Vorkommen im tesseralen System krystallisirt. Selten beobachtet man lang säulenförmige, nach dem Prisma m gestreckte Gestalten.

Sehr charakteristisch ist die häufige Zwillingbildung. Die Zwillinge sind nach zwei Gesetzen gebaut:

1. Zwillingfläche m (110) (Fig. 3).
2. Zwillingfläche e (101) (Fig. 2).

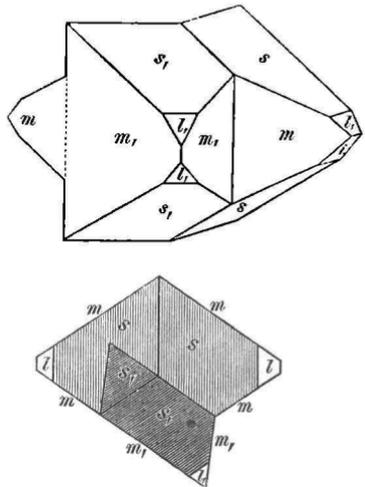
Beide Gesetze sind auch am Arsenkies bekannt. Bei der ersten Art ist das eine Individuum meist grösser und über die Zwillingfläche hinaus ausgebildet. Diese Zwillinge haben, von der einen Seite besehen, eine gewisse Aehnlichkeit mit den bekannten Spinellzwillingen. Die Zwillinge der zweiten Art sind häufig mit übergreifenden Rändern ausgebildet. Einfache Krystalle sind selten. Bekanntlich unterscheidet sich der Glaukodot der Form nach vom Arsenkies wesentlich durch die deutliche basische Spaltbarkeit, die sich auch an Stellen, wo die Krystalle abgebrochen sind, deutlich zeigt.

Von den beiden Krystallen, die der Messung unterzogen wurden, war der eine ein Zwilling nach m der Combination m s , er zeigte alle Untugenden, die eine Messung der Glaukodot-Krystalle so schwer machen: das Prisma krumm, das Doma stark gerieft und, wie diess häufig vorkommt, von Kupferkies-Krystallen unterbrochen. Grösse 1.5 Centimeter. An diesem Krystall wurde nur der einspringende Prismenwinkel approximativ bestimmt.

Der zweite Krystall zeigte die Combination m (100), s (012), l (011) und u (021), er war verhältnissmässig klein — 1 Centimeter — und hatte auf der einen Seite ziemlich glänzende, glatte Flächen, die eine Messung mit dem Wollaston'schen Goniometer gestatteten; namentlich war das Prima günstig ausgebildet, indem die Flächen zwar etwas matt aber eben waren. Auch dieser Krystall zeigt Zwillingbildung nach dem Doma, die Ränder theilweise übergreifend.

Die folgenden Messungen sind das Resultat von je 30 Einzelbeobachtungen, indem in der Regel sechsmal repetirt und die ganze Messung fünfmal wiederholt wurde. Die mit einem Stern bezeichneten Winkel wurden der Rechnung zu Grunde gelegt. Zum Vergleich sind die von Tschermak gefundenen Winkel, dann die aus Miller's Angaben berechneten Winkel des Arsenkieses angesetzt.

Fig. 3.



Glaukodot, Zwilling nach dem Prisma m (110).

	Glaukodot			Arsenkies	
	Becke		Tschermak	Miller	
	Beobachtet	Berechnet			
	Krystall II.				
$l.l^*$ Ueber die Seitenkante	80°	7.5'	—	80°	8'*
$u.l$	17°	17'	17°	17°	15.5'
$l.s$	19°	11.9'	19°	19°	12.3'

		Glaukodot			Arsenkies	
		Becke		Tschermak	Miller	
		Beobachtet	Berechnet			
		Krystall II.				
$s s_2$	} Ueber die	—	61°	29·7'	62°	61° 27·6'
		—	99°	52·5'	—	99° 52'
$l l_2$	} Polkante	—	114°	23·5'	—	114° 23'
		—	68°	9·6'	69 ¹ / ₂ °	68° 48'
$u u_2$						
$m m_1$	}	68° 4'	—	—	—	—
		68° 8·5'	—	—	—	—
$m s^*$		73° 21·5'	—	—	73°	73° 13·4'
$m . l$		64° 31·2'	64°	36·2'	—	64° 23·2'
$m . u$		58° 49'	58°	53·9'	—	58° 37·3'
$(e . e)$		—	(59°	16·3')	—	59° 22'
		Krystall I.				
$m . m$ einspringender Winkel		40° 50'	43°	40·8'	—	42° 24'

Wie man sieht, stimmen meine Messungen nur beim Prisma nicht mit denen von *Tschermak*; diess ist auch sehr erklärlich, wenn man bedenkt, wie störend die bedeutende Krümmung der Prismenflächen bei grossen Krystallen ist. Aus derselben Ursache erklärt sich auch die sehr bedeutende Differenz zwischen Rechnung und Messung beim Krystall I.

Uebrigens ergibt sich aus den angeführten Messungen unzweifelhaft die Isomorphie zwischen Glaukodot und Arsenkies. Bei Gelegenheit der Durchsicht der einschlägigen Literatur behufs einer näheren Vergleichung des Glaukodots mit seinen Verwandten stiess ich in Bezug auf den Danaït von Franconia auf so abweichende Angaben, dass es mir angemessen schien, die Danaite des k. Hof-Mineralien-Cabinet's durchzusehen. Ich fand auch einige zur Messung taugliche Krystalle. Einer derselben war etwa 3 Mm. gross und zeigte die Combination:

$$\begin{array}{ccccccc} m & l & s & r & c & e & v \\ (110) & (011) & (012) & (031) & (001) & (101) & (211) \end{array}$$

m und e parallel ihrer Combinationskante tief gerieft. s und r , sowie die Basis c , die am Danaït bis jetzt noch nicht beobachtet wurde, stark brachydiagonal gestreift. l glatt und glänzend, v sehr schmal.

Die beiden anderen Krystalle waren kaum 0·5 Mm. gross und zeigten bloss das aufrechte Prisma m und das Brachydoma l .

In allen bis jetzt besprochenen Verhältnissen: in dem Auftreten der Basis c , in der charakteristischen Streifung auf m und e , in der Reichhaltigkeit der Combination bei grösseren Krystallen, der Einfachheit bei kleineren Krystallen, stimmt der Danaït von Franconia mit den von *Rumpf* beschriebenen Krystallen des Arsenkieses von *Leyerschlag* überein (*Tschermak*, Mineralogische Mittheilungen 1874, 3. Heft. pag. 5), ein Factum, das um so auffallender ist, als der Danaït von Franconia nach der Analyse von *Hayes* 6 Proc. Kobalt enthält, während der Arsenkies von *Leyerschlag* nach *Rumpf's* eigener Analyse kein Kobalt, sondern nur 0·29 Ni enthält.

Als Grundmessungen benützte ich zwei Winkel, die ich an dem grösseren Krystall mit ziemlich grosser Genauigkeit messen konnte, da die Flächen glatt und eben waren und ganz scharfe Fadenkreuze lieferten. Es waren diess die Winkel:

$$011 : 01\bar{1} = 80^\circ 13'3''$$

$$110 : 1\bar{1}0 = 67^\circ 54'$$

Am selben Krystall erhielt ich für das Supplement zur ersten Messung:

$$011 . 0\bar{1}\bar{1} = 99^\circ 45'5''$$

Ich hätte nun beide Messungen auf 180° corrigiren können, allein ich unterliess es, da die letzte Messung wegen geringerer Vollkommenheit der zweiten Fläche weniger genau war. An den zwei anderen Krystallen erhielt ich:

$$011 . 01\bar{1} = 80^\circ 9'9'' \text{ und } 80^\circ 9'6''$$

$$011 . 0\bar{1}\bar{1} = 99^\circ 42' \text{ „ } 99^\circ 51'7''$$

$$110 . 1\bar{1}0 = 67^\circ 49'4''$$

Die ausserordentliche Kleinheit der verfügbaren Krystalle (kaum 0.5 Mm.) und in Folge dessen die schwache Reflexion der Flächen, macht diese Abweichung wohl erklärlich, und ich glaube nicht berechtigt zu sein, desswegen ein Schwanken der Winkelwerthe in dieser Zone annehmen zu dürfen.

Uebrigens erhielt ich am ersten, grösseren Krystall noch folgende Messungen, die mit denen von Kenngott (Sitzungsber. d. k. Acad., Bd. IX, 1852, pag. 552) und von Teschemacher (nach Dana System of Mineralogy 1872, pag. 78) zusammengestellt sind.

	Becke		Kenngott	Teschemacher
	Beobachtet	Berechnet		
<i>m . m</i> *	67° 54'	—		
<i>m . m'</i>	—	112° 6'	112° 33'	112°—112° 1'
<i>l . l</i> *	80° 13'3'	—	80° 6'	
<i>l . l</i>	99° 45'5'	99° 46' 42"	99° 54'	100° 15'
<i>e . e</i>	121° 1'5'	120° 52' 52"	121° 20'	121° 30'
<i>m . l</i>	64° 43'9'	64° 42' 53"		
<i>l . e</i>	71° 31'7'	71° 28' 7"		
<i>l . e</i> über <i>m</i>	108° 40'9'	108° 31' 53"		
<i>m . e</i>	44° 0'3'	43° 49'		
<i>l . s</i>	19° 1'7'	19° 11' 52"	19° 7'	
<i>l . t</i> apr.	27° 55'	28° 18' 2"	28° 10'	
<i>l . c</i> apr.	49° 14'	49° 38' 21"		
<i>e . c</i> apr.	60° 53'	60° 26' 26"		

Man sieht, dass meine Messungen mit denen von Kenngott nicht sehr gut übereinstimmen, besonders auffallend ist die Abweichung bei dem Prisma *m* und bei dem Querdoma *e*.

Man kann diess aber begreiflich finden, wenn man neben den von mir angeführten Messungen den Prismenwinkel einmal mit $111^\circ 47'$ findet, oder den Winkel des Querdomas mit $58^\circ 42'3''$, wie mir

das thatsächlich geschehen ist. Es zeigt diess eben, dass bei Mineralien, die äusseren Einflüssen so zugänglich sind, wie es beim Arsenkies der Fall ist, vereinzelte Messungen nicht massgebend sind, und dass nur eine grosse Zahl von Messungen verlässliche Resultate liefern wird. Leider stand mir für die Ausdehnung der Messungen kein taugliches Material mehr zu Gebote. Jedenfalls dürfte aber Kenngott einen extremen Krystall gemessen haben, während die von mir angeführte Messung $m.m = 111^\circ 47'$ dem anderen Extrem nahe liegt. In der That steht diese Messung bei mir ganz vereinzelt da, nirgends wird die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung besser, wenn man diesen Werth einführt. Daher dürften die von mir der Rechnung zu Grunde gelegten Winkel dem wahren Mittelwerthe ziemlich nahe kommen.

Man scheint bisher der Meinung gewesen zu sein, dass es der Kobaltgehalt sei, der bei der Gruppe der Arsenkiese einen grösseren Flächen-Reichthum und eine Verkürzung der Brachydiagonale hervorruft, wie diess Scheerer ausdrücklich ausspricht. (Poggendorff, Annalen, 42. Bd., 1837, pag. 546.) Die folgende Tabelle, in der ich die Grundwinkel, das Axenverhältniss und den Kobaltgehalt einer Reihe von Arsenkiesen, Danaiten und des von mir gemessenen Glaukodots zusammengestellt habe, mag zeigen, in wie weit diese Ansicht berechtigt ist. Die eingeklammerten Zahlen sind bloss berechnet und an den betreffenden Varietäten nicht beobachtet worden. Ausser dem Axenverhältniss für

$b = 1$ ist zum leichteren Vergleich auch das Verhältniss $\frac{c}{a}$ angegeben.

	110 : 110	011 : 011	101 : 101	$a : b : c$	$\frac{c}{a}$	Co
Glaukodot v. Hakansboe	68° 9' 6"	80° 7' 5"	(59° 16' 3")	0.6765 : 1 : 1.1891	1.7577	16.06 ¹⁾
Danait von Skutterud, Scheerer ²⁾	68° 20'	(78° 42')	58° 30'	0.6830 : 1 : 1.2196	1.7856	} 6.50 bis 9.01
Danait von Franconia, Kenngott	67° 58'	(79° 26' 4")	58° 30'	0.6740 : 1 : 1.2036	1.7856	
Becke	67° 27'	80° 6'	58° 37' 7"	0.6679 : 1 : 1.1896	1.7810	} 6.45
Arsenkies von Leyerschlag, Rumpf ³⁾	67° 54'	80° 13' 3"	59° 7' 1"	0.6732 : 1 : 1.1871	1.7577	
Arsenkies v. Walchern, Zepharovich ⁴⁾	67° 37'	80° 18'	58° 55' 5"	0.6696 : 1 : 1.1854	1.7702	0.29 Ni kein Co
Arsenkies v. Freiberg ⁴⁾	68° 48'	80° 16' 2"	59° 59' 9"	0.6847 : 1 : 1.1861	1.7322	—
Arsenkies von Breitenbrunn in Sachsen ⁴⁾	68° 33'	—	—	0.6815 : 1 —	—	—
Arsenkies, Eisenerz ⁴⁾	68° 31'	80° 24'	59° 51' 7"	0.6811 : 1 : 1.1834	1.7374	—
Arsenkies, Miller ⁵⁾	68° 16'	—	—	0.6779 : 1 —	—	—
	68° 47'	80° 8'	59° 51' 6"	0.6845 : 1 : 1.1889	1.7370	—

¹⁾ Nach einer Analyse von Prof. E. Ludwig, welche Tschermak a. a. O. veröffentlichte.

²⁾ Scheerer, Ueber zwei norwegische Kobalterze von Skutterud. Pogg. Ann. 42. Bd. 1837, pag. 546.

³⁾ J. Rumpf, Ueber Minpickel von Leyerschlag in Tschermak's Min. Mittheil., 1874, 3. Heft, pag. 5.

⁴⁾ Zepharovich, Min. Mitth. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch., LVI. Bd., 1867, I. Abth., pag. 39 u. ff.

⁵⁾ Miller, Elementary introduction, pag. 188.

Aus der vorstehenden Tabelle geht schlagend hervor, dass die Abweichungen in den Winkeln dem Kobaltgehalt nicht proportional sind. Man könnte darin eine Bestätigung der in neuerer Zeit wiederholt ausgesprochenen Ansicht sehen, dass isomorphe Mischungen nicht immer in Formen krystallisiren, die zwischen beiden Endgliedern mitten inne liegen.

Allein dem widerspricht der Umstand, dass ganz kobaltfreie Arsenkiese (Leyerschlag) Formen zeigen, die von den normalen Arsenkiesen (Erzgebirge, Walchern) mehr abweichen als der Glaukodot, ja sogar mehr als die meisten Danaite. Vergleicht man die Axenverhältnisse der angegebenen Formen, so sieht man, dass die Abweichungen in dem Verhältniss $\frac{c}{b}$, das ist in der Zone der Brachydomen am geringsten

sind. Die Maximaldifferenz beträgt 0·0362. Dieselbe wird noch geringer, wenn man die Zahlen für den Danait von Skutterud nicht berücksichtigt; dieselben sind nämlich nicht wie bei den übrigen Formen aus den direct gemessenen Winkeln berechnet, sondern aus den beiden anderen Abmessungen. Man erhält dann die Maximaldifferenz zwischen 1·1896 (Danait von Franconia, Kennigott) und 1·1834 (Arsenkies von Breitenbrunn, Zepharovich) per 0·0062; also eine verhältnissmässig geringe Abweichung.

Viel bedeutender ist die Maximaldifferenz in der Prismenzone zwischen 0·6679 (Danait von Franconia, Kennigott) und 0·6847 (Arsenkies von Walchern, Zepharovich) = 0·0168. Am stärksten sind aber die Differenzen in der Zone des Makrodomas: 1·7856 (Danait von Skutterud, Scheerer) und 1·7322 (Arsenkies von Walchern) Zepharovich) = 0·0534. Berechnet man diese Differenzen in Procenten der grösseren Zahl, so erhält man:

I. für die Brachydomen 0·53 Proc.;

II. für das Prisma 2·30 Proc.;

III. für das Makrodoma 3·00 Proc.

Und zwar kommt die grössere Zahl bei I. den Danaiten zu, bei II. den normalen Arsenkiesen, bei III. wieder den Danaiten. Demnach haben die normalen Arsenkiese weniger verschiedene Axen als die Danaite, bei denen im Allgemeinen eine Verkürzung der Brachydiagonale eintritt. Alles diess gilt auch von dem Arsenkies von Leyerschlag, der kein Kobalt enthält.

Eine eigenthümliche Stellung nimmt dagegen der Glaukodot ein, indem derselbe bezüglich der Verhältnisse $\frac{a}{b}$ und $\frac{c}{a}$ fast genau die Mitte hält zwischen der Gruppe der Danaite und den normalen Arsenkiesen; nur in dem Verhältniss $\frac{c}{b}$ in welchem übrigens die Abweichungen überhaupt viel geringer sind, steht er den Danaiten ziemlich nahe.

Bemerkt man nun, dass alle jene Formen, welche in dem Verhältniss $\frac{a}{b}$ und $\frac{c}{a}$ bedeutend abweichende Zahlen haben, auch durch einen viel bedeutenderen Flächenreichthum ausgezeichnet sind, so scheint

wohl der Schluss nicht ganz unberechtigt, dass es eine allen diesen Formen gemeinsame Ursache sein müsse, welche diese Erscheinungen bedingt; und diese kann dann nicht der Kobaltgehalt sein, da eben diese Erscheinungen bei sehr kobaltreichen Verbindungen (Glaukodot) fehlen, dagegen bei kobaltfreien Verbindungen (Arsenkies von Leyerschlag) in ganz eminenter Weise auftreten.

Anmerkung. Das spezifische Gewicht des von mir gemessenen Glaukodot-Krystalles ist 5.915, also nahezu übereinstimmend mit dem von Ludwig analysirten, der 5.973 hatte. Vor Kurzem hat Herr W. J. Lewis in London in dem 1. Hefte der von Groth herausgegebenen „Zeitschrift für Krystallographie“ pag. 67 einige Beobachtungen über den Glaukodot von Hakansboe veröffentlicht. Er führt ausser den von mir angegebenen Flächen auch zwei Pyramiden an: (111) und (212). Ausserdem wird der Winkel des Prismas mit $69^{\circ} 40'$, der des Querdomas mit $118^{\circ} 59\frac{2}{3}'$ angegeben.
