

XVI. Whewellit von Brüx.

Von F. Beeke.

(Mit 5 Textfiguren.)

Im Jahre 1899 wurden von Herrn Dr. Patzelt in Brüx auf der Halde eines im Abteufen begriffenen Luftschachtes Stücke mit wasserhellen Whewellitkrystallen gefunden.

Der Luftschacht liegt in der Nähe des Julius II-Schachtes 2 *km* entfernt von dem Venustiefbau, der die Whewellitscheiben geliefert hatte, die in diesen Mitteilungen, XVIII, pag. 251, beschrieben sind, zwischen den Ortschaften Kopitz und Kummerpursch.

Die Whewellitdrusen sitzen auf den Klüften von tonigem Sphärosiderit, der dem Hangendletten des Braunkohlenlagers eingelagert war.

Das genannte Material hatte Herr Dr. Patzelt die Güte, mir zur Untersuchung anzuvertrauen. Die zwei schönsten Stufen sind gegenwärtig im k. k. Naturhistorischen Hofmuseum.

Ausbildung der Krystalle. Die mir vorgelegten Stufen zeigen als Unterlage einen bräunlichgelben, ziemlich festen, tonigen, dichten Sphärosiderit. Die Stücke gaben sich deutlich als Bruchstücke einer großen Septarie zu erkennen, deren Klüfte mit Whewellit bedeckt und ausgefüllt waren. Zum Teil bildet er krystallinische Krusten, die nur randlich einige Krystallenden tragen, indem das krystallinische Mineral die Kluft gänzlich ausfüllte, zum Teil bildet er aufgewachsene wasserhelle Krystalle, die einzeln oder in büscheligen Gruppen oder in zusammenhängenden Drusen die Oberfläche der Sphärosideritstücke überziehen. Die größten Krystalle erreichen eine Länge von fast 1 *cm*.

Sie lösen sich glatt und leicht von ihrer Unterlage und hinterlassen einen ein wenig dunkler braun gefärbten Fleck, wo sie abgefallen sind.

Viele sind der Unterlage als dünne Platten angeschmiegt. Andere erheben sich schräg aufwärts in meißel- oder beilförmigen Gestalten und erinnern in ihren sehr unsymmetrisch aussehenden Formen am ehesten an Titanit- oder Axinitdrusen.

Die nähere Untersuchung lehrt, daß die Krystalle nach der *b*-Achse gestreckt sind. Aber die vorwaltenden Formen gehören nicht der Zone der *b*-Achse an, sondern sind dieser Zone naheliegende Pyramidenflächen, die sämtlich am Whewellit noch nicht beobachtet sind.

Diese breit entwickelten Flächen sind dazu noch durch Kombinationsriefung und Wölbung entstellt; sie lassen sich zum Teil nur mit Schwierigkeit auf rationelle Flächenorte beziehen.

Die Krystallenden tragen in der Regel eine Gruppe scharf entwickelter Flächen: *x*, *m*, *b*, die vom Whewellit bekannt sind.

Nach der Art der Aufwachsung sind entweder die Flächen der rechten oder linken Krystallhälfte entwickelt. Da ferner die Krystalle zumeist schräg aufsitzen, zeigt sich auch meist ein Unterschied zwischen der Ausbildung der Seite des Krystalls, die der Unterlage, und derjenigen, die dem freien Raum zugekehrt ist. Auf dieser sind die krummen und gestreiften Flächen stärker entwickelt.

Alle diese Umstände wirken zusammen, um das Aussehen der Krystalle recht unsymmetrisch zu machen.

Fortwachsungen. Nicht wenige Krystalle tragen an ihren freien Enden Fortwachsungen (vgl. Fig. 2), an denen die typischen Flächen zahlreicher entwickelt sind, die krummen und gestreiften zurücktreten.

Zwillingsbildung. Manche Krystalle erweisen sich als Zwillinge nach dem bekannten Gesetz: Zwillingsebene *e* ($\bar{1}01$). Die Verwachsung erfolgt teils parallel, teils senkrecht zur Zwillingsebene, so daß Durchwachsungszwillinge entstehen ähnlich den bekannten Spheuzwillingen von Tavetsch. An dem Einspiegeln der *e*-Flächen sind sie leicht zu erkennen. Eine bemerkbare Änderung der Tracht ist mit der Zwillingsbildung nicht verbunden.

Beobachtete Formen (die für den Whewellit neuen sind mit einem Stern bezeichnet): *c* (001), *b* (010), *e* ($\bar{1}01$), *x* (011), **w* (016),

Fig. 1.

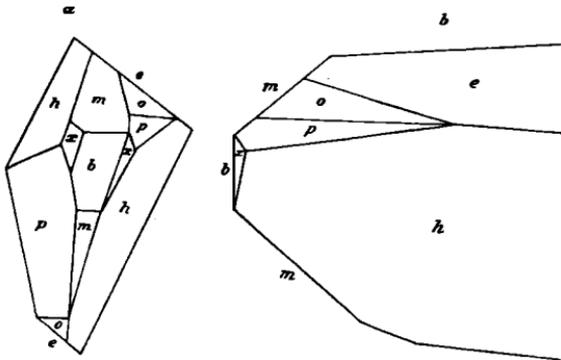


Fig. 2.

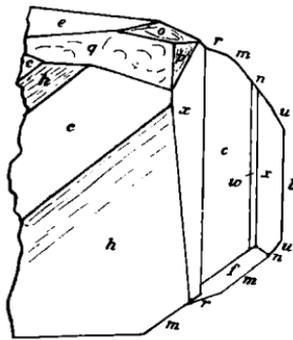
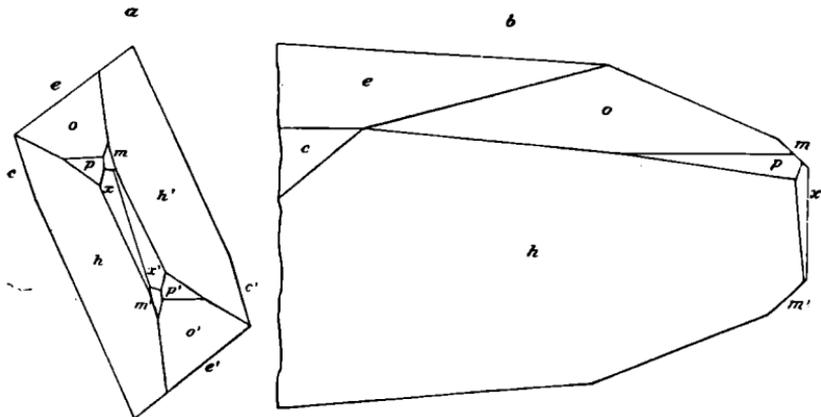


Fig. 3.



*r (210), m (110), *n (230), u (120), f (112), *j (119), *h (1.1.10),
 *t ($\bar{1}03$), *q ($\bar{3}19$), *p ($\bar{2}16$), *o ($\bar{3}16$).

Die zuletzt angeführten 4 Formen sind in krummen, gewölbten Flächen ausgebildet. Ihre Deutung wird später eingehend besprochen.

Messungen. Elemente. Die Messungen wurden vorerst nur zur Flächenbestimmung ausgeführt; hierbei ergaben sich aber merkwürdige Abweichungen von den bisher auf Grund der Messungen von Brooke ganz allgemein angenommenen Elementen, die eine Neuberechnung wünschenswert machten. Die Messungen wurden mit einem Theodolith-Goniometer von Fueß ausgeführt. Die Fläche $b(010)$ wurde polar gestellt und die richtige Stellung durch die äquatoriale Lage von $c(001)$ und $e(\bar{1}01)$ sowie die gleiche Poldistanz der x und m kontrolliert.

Da die Flächen c , e , x , m gute, zum Teil vorzügliche Reflexe gaben, so konnten folgende 4 Winkel scharf gemessen werden¹⁾:

	beobachtet	berechnet	Miller
ce $001 . \bar{1}01$. . .	$70^\circ 30'5' \pm 1'2'$	—	$71^\circ 9'$
bx $010 . 011$	$37^\circ 24' \pm 1'$	—	$37^\circ 25'$
bm $010 . 110$. . .	$50^\circ 27' \pm 3'$	$50^\circ 28\frac{1}{2}'$	$50^\circ 18,$
$[001] . [100]$	$73^\circ 0' \pm 2'$	—	$72^\circ 42,$

Infolge Streifung der m -Flächen in der Zone $[001]$ ist der Winkel bm am wenigsten zuverlässig, was sich auch in der größeren mittleren Abweichung der Einzelmessungen vom Mittelwert ausspricht. Zur Berechnung wurden daher die drei anderen Werte verwendet. Die Nebeneinanderstellung der von Miller mitgeteilten Werte mit den Neubestimmten läßt das Maß der Abweichung erkennen.

Aus den drei bezeichneten Winkeln berechnete ich die Elemente:

$$\beta = 107^\circ 0', a : b : c = 0.8628 : 1 : 1.3677,$$

welche zufolge der oben angeführten mittleren Beobachtungsfehler in der 4. Dezimale unsicher sind.

Da mir ein recht guter Whewellitkrystall von Burgk zur Verfügung stand, machte ich auch an diesem einige Messungen. Der

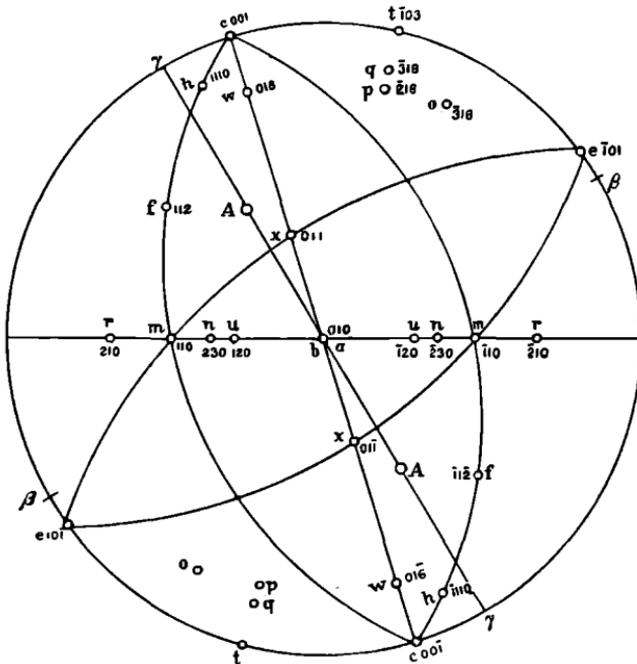
¹⁾ Die Fehlerangaben sind das arithmetische Mittel der positiven und negativen Abweichungen vom Mittelwert ohne Rücksicht auf das Vorzeichen genommen. Der erste, zweite und vierte Wert ist das Mittel von Messungen an 4 Krystallen, der dritte das Mittel von 3 Krystallen.

Krystall entspricht ziemlich gut der Figur in Philipps Mineralogy, pag. 623, Fig. 639; nur daß der von f gebildete einspringende Winkel ausgefüllt ist und die c-Flächen direkt aneinander stoßen. Die Flächen e, s, x gaben vorzügliche Reflexe, b und e waren durch Vizinalreflexe gestört, die Prismenflächen stark gerieft.

Der Zwillingkrystall wurde mit einer Fläche b polargestellt, die richtige Polarstellung durch e und x kontrolliert.

Der erste Meridian wurde durch x gelegt.

Fig. 4.



Es ergaben sich die folgenden Mittelwerte, wobei die Ablesungen an beiden Individuen nur wenige Minuten differierten:

Beobachtet	Berechnet					
	aus den neuen Elementen		nach Goldschmidts Winkeltabelle (alte Elemente)			
	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
e $\bar{1}01$	70° 32'5"	89° 59'5"	70° 30'5"	90° 0'	71° 9'	90° 0'
x 011	0° 0'	37° 24'	0° 0'	37° 24'	0° 0'	37° 25'
s $\bar{1}32$	44° 37'	28° 49'	44° 37'	28° 49'	44° 28'	28° 21'
u 120	106° 56'	31° 13'	107° 0'	31° 13'	107° 18'	31° 3'

Auch der Zwilling von Burgk stimmt somit bedeutend besser mit den neuen Elementen als mit den bisher angenommenen. Es scheint somit, daß die alten Elemente besser zu kassieren sind.

Im Anhang gebe ich eine Tabelle der berechneten Winkel für Polarstellung von b und für den ersten Meridian b x c. Ich verzichte darauf, die Winkeltabelle auch für Äquatorialstellung der Prismenzone zu berechnen, da diese Aufstellung für Messungen am Whewellit sehr ungeeignet wäre mit Rücksicht auf die nicht sehr präzise Ausbildung der Flächen der Zone [001].

Eine Übersicht der Messungen an den Krystallen von Brüx gibt die folgende Positionstabelle:

Messung am Theodolith-Goniometer.

b (010) polargestellt, bc 010 . 001 = 1. Meridian.

	Berechnet		Beobachtet	
	φ	ρ	φ	ρ
b 010	0°	0°	0°	0°
c 001	0°	90°	0°	90°
e $\bar{1}01$	+70° 30 $\frac{1}{2}$ '	90°	+70° 30 $\frac{1}{2}$ '	90°
t $\bar{1}03$	+30° 52'	90°	+31° 12'—33° 12'	88° 20'—89° 50'
x 011	0°	37° 24'	0°	37° 24'
w 016	0°	77° 42'	0°	77°
u 120	—73° 0'	31° 13'	—73° 0'	31° 6'
n 230	73° 0'	38° 56'	73° 0'	38° 54'
m 110	73° 0'	50° 28 $\frac{1}{2}$ '	73° 0'	50° 27'
r 120	73° 0'	67° 35'	73° 0'	67° 44'
f 112	—31° 36'	65° 40'	—31° 40'	65° 42'
j 119	—9° 6'	82° 13'	—9° 9'	82° 17'
h 1 . 1 . 10	—8° 14 $\frac{1}{3}$ '	82° 57'	—8° 12'	82° 56'
o $\bar{3}16$	44° 37'	78° 35'	+43° 58'—49° 55'	78° 18'—80° 46'
p $\bar{2}16$	30° 52'	77° 31'	+26° 11'—31° 49'	73° 35'—77° 7'
q $\bar{3}19$	30° 52'	81° 36 $\frac{1}{2}$ '	+26° 14'—33° 5'	80° 40'—84° 51'

Bemerkungen zu den einzelnen Formen. b (010). An den bisher beschriebenen Whewellitkrystallen war b meist breit entwickelt, so daß sogar Verwechslungen mit Gyps vorkamen. An den neuen Krystallen ist b stets klein und schmal, öfter etwas rauh, wie korrodiert. Vielen Krystallen fehlt es ganz. Die Spaltbarkeit

nach b ist gut zu beobachten, aber nicht sehr vollkommen, etwa gleich (111) Fluorit.

c (001) ist meist vorhanden, von wechselnder Ausdehnung. Oft wird es durch die naheliegenden Pyramiden j (119), (1110) nahezu verdrängt. Riefung nach dieser Zone ist häufig zu beobachten. In der Regel erhält man aber ein scharfes Signal genau in der Zone bx.

e ($\bar{1}01$) ist sehr gut ausgebildet; sehr eben, nur manchmal ist eine sehr zarte gerade Riefung nach der benachbarten x-Fläche zu beobachten. e hat starken Glasglanz und fehlt keinem Krystall. Durch die Verschneidung mit den Pyramiden j und h der Unterseite entstehen scharfe Kanten, die infolge der großen Sprödigkeit der Krystalle leicht schartig ausbrechen. Die Kanten mit dem benachbarten Komplex gewölbter Flächen o p q t geben der Fläche e nach vorne krummlinige Umrisse und da in der Regel nur eine Seite der Krystalle entwickelt ist, bekommen die Flächen e ein asymmetrisches Aussehen.

x (011) glatte, streifenfreie in der Regel fünfseitig begrenzte Facetten am Kopf der Krystalle; geben vorzügliche Reflexbilder.

w (016) findet sich als schmale Kantenabstumpfung an den Fortwachsungen, wo x und c aneinanderstoßen würden. Fehlt an den größeren Krystallen; recht gute Reflexe.

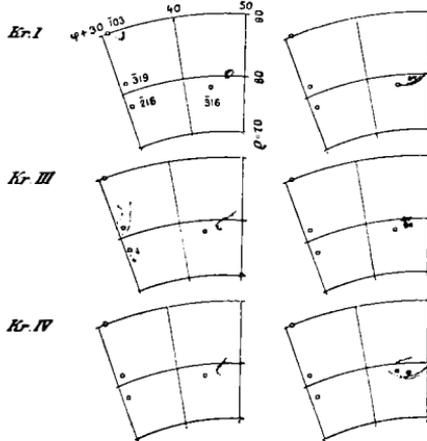
m (110) meist als schmale Facette entwickelt, infolge Streifung in der Zone [001] etwas verzogene Reflexe. Findet sich häufig, verschwindet aber bei den großen Krystallen bisweilen zwischen dem Komplex gewölbter Flächen opqt und den flachen Pyramiden jh gänzlich.

An den Fortwachsungen ist es von 3 abgeleiteten Prismenformen begleitet, unter denen manchmal eine oder die andere Fläche stärker hervortritt als m selbst. Diese sind nur an den Fortwachsungen deutlich entwickelt. Ebenso finden sich schmale, aber recht gut entwickelte Flächen f (112) nur an den Fortwachsungen, wo c und m zusammenstoßen; sie fehlen den großen Krystallen. (Vgl. Fig. 2.)

j (119) und h (1.1.10). Diese Formen treten formgebend an den Krystallen auf und sind häufig die am größten entwickelten Flächen, wie die beigegebenen Figuren erkennen lassen. Diese Flächen sind manchmal durch Streifung entstellt. Die Riefen sind zuweilen geradlinig und fallen genau in die Zone cfm, zuweilen sind sie auch etwas gekrümmt. Dann erhält man einen Reflexzug in der Zone cm

mit undeutlichen Kulminationen und schwacher Abweichung von der exakten Zone gegen die Meridianzone cb hin. In einzelnen Fällen sind aber die Flächen sehr glatt und eben, dann erhält man vollkommen scharfe Bilder und diese stimmen bis auf die Minute mit den theoretischen Reflexörtern. Namentlich die Form $m h$ (1.1.10) gibt oft sehr große, fast streifenfreie Flächen. Eine derselben war so vollkommen, daß sie zur Bestimmung der Grenzkurven der Totalreflexion verwendet werden konnte. Die in Fig. 2 gezeichnete große Fläche h gab die Ablesungen

Fig. 5.



Position der Reflexbilder von $p90$ von 3 Krystallen in Ausschnitte des stereographischen Netzes eingetragen. Maßstab wie in der Projektion Fig. 4. Der Raumerparnis wegen sind die Reflexbilder der zur b -Achse symmetrischen oberen und unteren Flächen nebeneinander gestellt.

$\varphi = -8^\circ 14'$. $\rho = 82^\circ 56'$ fast auf die Minute mit der Rechnung übereinstimmend.

Die krummflächigen Formen $tqpo$. Eine besondere Schwierigkeit für die Bestimmung bieten die krummflächigen Formen, welche sich zwischen die typischen und glattflächigen Formen c, e, x und m in wechselnder, aber oft bedeutender Ausdehnung einschieben.

Bei Betrachtung mit dem freien Auge oder mit der Lupe zeigen sie sich glatt, gewölbt, bisweilen mit einer unbestimmten flachen krummlinigen Riefung versehen, die aber auch ganz fehlen kann; die Andeutungen von Riefung führen zu keinem Zonen-

verband der Fl \ddot{a} chen. Manchmal sehen besonders die Fl \ddot{a} chen p, q aus, als ob sie mit flachen, rundlichen, konischen Schildern bedeckt w \ddot{a} ren. Bisweilen sind sie absolut glatt und gew \ddot{o} lbt und wirken dann wie kleine Konvexspiegel; mit freiem Auge sieht man das verkleinerte Bild des Fensters oder der Goniometerlampe.

Am Goniometer, in dem auf unendlich eingestellten Fernrohr erh \ddot{a} lt man sehr mannigfaltige Reflexbilder aus zerstreuten Lichtnebel, krummlinigen Reflexz \ddot{u} gen, unscharfen Einzelreflexen in h \ddot{o} chst wechselvoller Weise zusammengesetzt.

In den Figuren 5 sind die Reflexbilder von drei ausgew \ddot{a} hlten Krystallen in das stereographische Netz eingetragen.¹⁾

Man bemerkt, da β die Reflexbilder ungef \ddot{a} hr \ddot{a} hnliche Lagen haben, da β sich manchmal \ddot{a} hnliche Z \ddot{u} ge wiederholen, aber eine gesetzm \ddot{a} ssige Regel tritt nicht hervor.

Dabei ist zu bemerken, da β die aufgenommenen Reflexbilder nur einen Teil der Erscheinung erfassen. Mit der Vorschlaglupe kann man sich \ddot{u} berzeugen, da β schmale, stark gekr \ddot{u} mmte, den Kanten anliegende, schimmernde Fl \ddot{a} chenteile sich noch viel weiter erstrecken, als die auff \ddot{a} ssbaren Reflexbilder erkennen lassen. Die Reflexe werden zu lichtschwach, als da β sie im Fernrohr sichtbar w \ddot{u} rd \ddot{u} den.

In das stereographische Netz sind die einfachsten Fl \ddot{a} chenorte jener Region eingetragen.

Man kann wohl kaum behaupten, da β eine scharfe Koinzidenz sich nachweisen l \ddot{a} sst. Die Reflexz \ddot{u} ge liegen selten so, da β sie sich um den n \ddot{a} chst gelegenen theoretischen Fl \ddot{a} chenort wie um einen idealen Schwerpunkt gruppieren, sie weichen vielmehr einseitig, und zwar um viele Grade von der nach dem krystallographischen Grundgesetz zu erwartenden Lage ab.

W \ddot{u} rde man versuchen, durch eine Art Schwerpunktkonstruktion die bevorzugte mittlere Lage der einzelnen Gruppen zu ermitteln, so

¹⁾ Die Eintragung erfolgte in der Weise, wie ich schon vor langer Zeit beim Studium der \ddot{A} tzfiguren und beim Studium der Vizinalfl \ddot{a} chen des Dolomit derartige Eintragungen vorgenommen habe. Es ist dieselbe Methode, welche sp \ddot{a} ter auch Goldschmidt und seine Sch \ddot{u} ler zur Darstellung der krummen Fl \ddot{a} chen verwendeten. Durch die Konstruktion des zweikreisigen Goniometers ist die Sache jetzt wesentlich erleichtert, aber die Methode ist dieselbe wie fr \ddot{u} her.

würde man nicht auf die krystallographisch einfachsten Flächenorte kommen, sondern auf Orte mit sehr unwahrscheinlichen, hohen Indizes.

Die Formen ähneln also einigermaßen Vizinalflächen, aber während diese Flächen von sehr einfachem Symbol vertreten, haben wir es hier mit Vizinalflächen zu tun, welche an Stelle von Flächen mit selbst ziemlich hochziffrigen Indizes treten.

In diesem Sinne glaube ich sagen zu können, daß hier die Formen $t(\bar{1}03)$, $q(\bar{3}19)$, $p(\bar{2}16)$, und $o(\bar{3}16)$ durch krumme Vizinalflächen vertreten sind.

Man muß aber verzichten, die Einzelreflexe, die Kulminationen der Reflexbögen, überhaupt die ganze oft mannigfaltige Gliederung dieser Flächen rational ausdeuten zu wollen.

Optische Eigenschaften. Herr Gustav Riedl ermittelte an den klaren durchsichtigen Krystallen die optischen Eigenschaften. Die Bestimmung der Brechungsexponenten erfolgte im Na-Licht mittelst des Abbeschen Krystallrefraktometers. Es wurden die Grenzkurven der Totalreflexion an einer sehr glatten natürlichen Fläche h und an einer zweiten (nicht genauer bestimmten) sehr ebenen Fläche eines Krystallfragments ermittelt.

Die Brechungsexponenten sind:

$$\alpha = 1.4900, \quad \beta = 1.5552, \quad \gamma = 1.6497.$$

Die Doppelbrechung ist also sehr stark und kommt der des Aragonit nahe.

Die optische Orientierung wurde dadurch erleichtert, daß durch die häufig gut ausgebildete Fläche x eine optische Achse sichtbar ist. Die Achse fällt in den zwischen 001, 011 und 110 liegenden Krystallraum.

Nach der von mir angegebenen Methode¹⁾ wurde die Lage der Achse nach Azimut und Zentraldistanz gegen die Normale von x und die Zone cxb ermittelt.

Betrachtet man die Fläche 011 und geht man bei Zählung des Azimutes von der Kante xb aus, so ist die Azimutdifferenz $+46\frac{2}{3}^\circ$ und die wahre Zentraldistanz $13^\circ 11'$. Hierbei sind die

¹⁾ Diese Mitt., XIV, 424.

Korrekturen für Differenz zwischen Glas- und Flächennormale berücksichtigt.

Hieraus folgt auf graphischem Wege die Position der Achse $\varphi = -12^\circ$, $\rho = 47\frac{2}{3}^\circ$ (φ und ρ in derselben Bedeutung wie bei der Winkeltabelle). (Vgl. Fig. 4.)

Aus der Achsenposition folgt weiter

$$2V\gamma = 84\frac{2}{3}^\circ.$$

Aus den Brechungsexponenten berechnete Herr Riedl

$$2V\gamma = 83^\circ 45',$$

also in erträglich guter Übereinstimmung.

Aus der gefundenen Orientierung folgt, daß in der Nähe von c die positive Mittellinie austritt. In der Tat konnte durch die breite Fläche h im Na-Licht das Interferenzbild der Mittellinie und ihr positiver Charakter nachgewiesen werden.

Es folgt weiter eine Auslöschungsschiefe auf (010) gegen die Kante bx in negativem Sinn und im Betrag von -12° ; gemessen wurde an einer natürlichen b -Fläche -11.3° .

Ein Krystall von Burgk, ein Zwilling nach ($\bar{1}01$), zeigte auf der b -Fläche eine Differenz der Auslöschungsschiefen der beiden Individuen von 13.8° ; aus der gefundenen Orientierung berechnet sich dieser Winkel zu 15° .

Die Betrachtung des Achsenbildes in weißem Licht läßt eine recht schwache Dispersion $\rho < \nu$ um die Mittellinie γ erkennen sowie in der Normalstellung eine ganz schwache gedrehte Dispersion, wonach die Ebene der optischen Achsen für die blauen Strahlen mit der Normalen auf c einen etwas größeren Winkel macht als die der roten Strahlen.

Die jetzt an Krystallen mit größerer Genauigkeit durchgeführte optische Orientierung stimmt mit der Ermittlung an den radialstrahligen Scheiben vom Venustiefbau bei Brück, welche seinerzeit Herr R. Schubert durchführte, recht gut überein. Er fand gleichfalls positiven Charakter der Doppelbrechung und $2V\gamma$ etwas größer.

Spezifisches Gewicht. An klaren durchsichtigen Fragmenten bestimmte Herr G. Riedl das spezifische Gewicht zu 2.230 mittelst der Schwebemethode.

Winkeltabelle.

Whewellit.

Elemente: $\beta = 107^\circ 0'$, $a : b : c = 0.8628 : 1 : 1.3677$.

b 010 polargestellt, erster Meridian b x c.

		φ	ρ			φ	ρ
b	. 010	$0^\circ 0'$	$0^\circ 0'$	w	. 016	$0^\circ 0'$	$77^\circ 42'$
c	. 001	$0^\circ 0'$	$90^\circ 0'$	z	. 014	$0^\circ 0'$	$71^\circ 54'$
				y	. 012	$0^\circ 0'$	$56^\circ 49'$
k	. 102	$-31^\circ 36'$	$90^\circ 0'$	x	. 011	$0^\circ 0'$	$37^\circ 24'$
t	. $\bar{1}03$	$30^\circ 52'$	$90^\circ 0'$				
e	. $\bar{1}01$	$70^\circ 30\frac{1}{2}'$	$90^\circ 0'$	f	. 112	$-31^\circ 36'$	$65^\circ 40'$
				j	. 119	$-9^\circ 6'$	$82^\circ 13'$
r	. 210	$73^\circ 0'$	$67^\circ 35'$	h	. 1.1.10	$-8^\circ 14\frac{1}{2}'$	$82^\circ 57'$
m	. 110	$73^\circ 0'$	$50^\circ 28\frac{1}{2}'$	s	. $\bar{1}32$	$44^\circ 37'$	$28^\circ 49'$
n	. 230	$73^\circ 0'$	$38^\circ 56'$	o	. $\bar{3}16$	$44^\circ 37'$	$78^\circ 35'$
u	. 120	$73^\circ 0'$	$31^\circ 13'$	p	. $\bar{2}16$	$30^\circ 52'$	$77^\circ 31'$
l	. 130	$73^\circ 0'$	$22^\circ 0'$	q	. $\bar{3}19$	$30^\circ 52'$	$81^\circ 36\frac{1}{2}'$
