

Beiträge zur Morphologie des Korund.

Von

Dr. Heinrich Barviř.

Mit 5 Abbildungen im Texte.

I. Zwei Sapphirzwillinge.

Se. Excellenz Geheimrath Freiherr A. v. Braun hat aus seiner ausgezeichneten Krystalsammlung zwei Sapphirzwillinge dem Herrn Prof. A. Schrauf zur näheren Untersuchung anvertraut. Herr Prof. Schrauf wies mir die Ausführung der Krystallbestimmung im Laboratorium des mineralogischen Museums der hiesigen k. k. Universität zu.

Einfache Contactzwillinge von Korund nach R sind sehr selten und waren noch vor Kurzem unbekannt. Auch v. Kokscharow beschreibt in seinen Materialien zur Mineralogie Russlands, vol. I, 1853, pag. 24, von den russischen Fundorten nur einfache Krystalle. Erst im Jahre 1878 wurden von P. V. Eremejew einige Zwillinge beschrieben, von welchen etliche aus den goldführenden Sanden der süduralischen Flüsse Kamenka und Sanarka, andere aus dem Kyschtymsky'schen Barsowit stammen.¹⁾ W. E. Hidden und H. S. Washington beschreiben einen Korundzwilling nach R von Ceylon.²⁾ Von Ceylon stammen angeblich auch die Korundzwillinge, die ich hier beschreibe.

Der erste der beiden Sapphirzwillinge ist rein, glänzend, von bläulich rauchgrauer Farbe, hat 4.5 Mm. Höhe und 6.5 Mm. grösster Breite und wiegt 238 Mg., also etwas über 1 Karat. Ein Individuum ist etwas grösser entwickelt als das andere, und im durchfallenden Lichte bemerken wir in demselben einen blauen Streifen, welcher in der Richtung der verticalen Axe dieses Individuums verläuft. Beide Individuen sind parallel einer R -Fläche verwachsen und zeigen drei entwickelte Formen: oR , R und $\frac{5}{2}P_2$, welche letztere Form bis jetzt am Korund nicht beschrieben wurde. Durch diese Entwicklung und die Zwillingsverwachsung erhält der Krystall einen schönen herzförmigen Habitus, wie ihn die Fig. 1 darstellt. Nur fehlt in der Natur die untere Zuspitzung weil der Krystall aufgewachsen war.

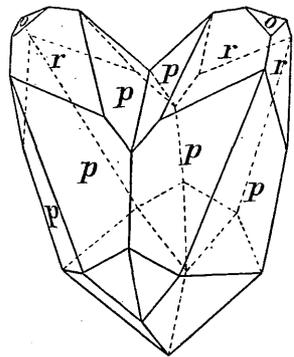


Fig. 1.

$$p = \frac{5}{2}P_2, r = R, o = oR$$

Die basischen Flächen und die Rhomboëderflächen sind glatt, zeigen keine Streifung und liefern am Goniometer schöne Signale. Die Pyramidenflächen sind im oberen

¹⁾ Verhandl. der kaiserl. russ. mineralog. Gesellschaft, 2. Serie, Bd. XIII, 1878, pag. 440—441.

²⁾ Groth's Zeitschr., XIV, 1888, pag. 302.

Theile des Krystalles auch glatt, unten jedoch einige weniger, andere mehr gestreift. Weil die Streifung in beiden Individuen parallel zu den entsprechenden basischen Flächen verläuft, veranlasst sie unten am Krystall sowohl vorne als auch hinten von der Zwillingnaht aus eine der Fahne einer Feder ähnliche Zeichnung, wie eine solche die oben erwähnten Kyschtym'sky'schen, von Eremejew beschriebenen Zwillinge zeigen.

Der untere Theil unseres Krystalles ist durch eine muschelige Bruchfläche geschlossen.

Bei der Messung dieses Zwillinges (I = grösseres, II = kleineres Individuum) fand ich an den günstigsten Kanten folgende Werthe:¹⁾

hexagonal (Bravais) (Naumann)		orthohexagonal (Schrauf)	gemessen	Mittel	berechnet
0111:1101	$R:R$	111:111	93° 59' I		
1101:0111		111:111	94 $\frac{3}{4}$ II		
1101:1011		111:201	94 0 II	*94° 0'	
0111:0001	$R:oR$	111:001	57 33		
1101:0001		111:001	57 35		
1011:0001		201:001	57 37	57 35	57° 37'
10.5.5.4:1011	$\frac{5}{2}P_2:R$	15.5.4:201	31 48 $\frac{1}{2}$		
5.5.10.4:1011		15.5.4:201	31 47 $\frac{1}{2}$	31 48	31 50
5.5.10.4:0001	$\frac{5}{2}P_2:oR$	15.5.4:001	(74 8) ²⁾		74 12
10.5.5.4:5.5.10.4	$\frac{5}{2}P_2:\frac{5}{2}P_2$	15.5.4:15.5.4	57 28 $\frac{1}{2}$ I		
			57 33 II	57 30 $\frac{3}{4}$	57 31

Der Werth für $R:R = 93^\circ 59'$ ist ein Mittelwerth von 15 Ablesungen, jener $94^\circ \frac{3}{4}'$ ein Mittel von 10 Ablesungen.

Zur Bestimmung des Zwillinggesetzes wurde beobachtet die Combination von Individuum I zum Individuum II:

I	II		I	II	gemessen	berechnet
0111:1101		$R_I:R_{II}$	111:111		7° 59'	8° 16'
1011:1011		» »	201:201		179 58	180 0

Letzterer Werth bestimmt mit Sicherheit die Zwillingfläche R .

Aus dem Rhomboëderwinkel $94^\circ 0'$ folgt als Axenverhältnis dieser Grundgestalt:

$$a:c = 1:1.3655.$$

1) Zur bequemeren Orientirung in Bezug auf die Vorzeichen der Indices ist bei dem linken Individuum das Axenkreuz für die orthohexagonalen Zeichen nur in einer einfachen Neigung von $64^\circ 46'$ um die b -Axe zu dem Axensystem des rechten Individuums aufgefasst worden, während für die Bravais'schen Zeichen eine Drehung von 180° um die verticale Axe angenommen wurde. Wie die Vorzeichen eigentlich für die Drehung um eine an einer \perp R -Fläche senkrechte Axe lauten sollen, kann leicht ermittelt werden.

2) $74^\circ 8'$ aus $31^\circ 48'$ berechnet.

Die Angaben der früheren Beobachter lauten:

Miller, v. Kokscharow $a:c = 1:r:3629$
 Eremjew (Korund von Turkestan) $= 1:r:3636$

Der zweite Saphirkristall, dessen vordere und rückwärtige Ansicht die Fig. 2 naturgetreu wiedergibt, ist eigentlich ein Contactdrilling, bei welchem zwei Individuen gross entwickelt sind, das dritte Individuum aber klein ist. Die Verwachsung findet auch hier nach den Flächen R statt. Der ganze Krystall-complex ist ringsum frei entwickelt und hat nur an seinen unteren Theilen eine schmale Anwachsstelle, mit welcher er aufgesetzt war.

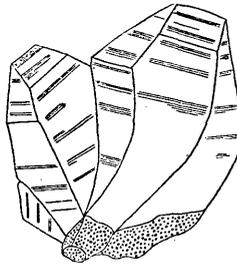


Fig. 2 a.

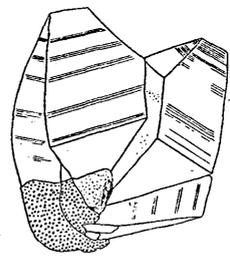


Fig. 2 b.

Ein Saphirkristall mit Farbenstreifen.

Das grösste Individuum ist 3 Cm. lang, das kleinere 2.65 Cm., das dritte 1.4 Cm., die Breite des Ganzen beträgt 2.2 Cm.; das Gewicht ist 15.445 Gr., also circa 75 Karat. Weil das dritte Individuum nur drei Flächen zeigt und nicht bestimmbar ist, wollen wir bloß die zwei grossen Individuen als einen Zwillingskrystall betrachten (Fig. 3).

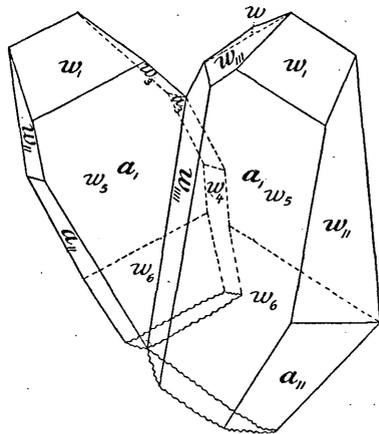


Fig. 3.

$a = \infty P_2, w = 2P_2.$

Auffallend ist hier die eigenthümliche Formentwicklung, welche keineswegs hexagonal genannt werden kann, sondern sogar asymmetrisch ist.

An den grösseren Individuen sind nämlich folgende Flächen entwickelt:

Flächen		ortho- hexagonal	hexagonal	
		Schrauf	Naumann	Bravais
vorne	a_1	010	} ∞P_2 {	$1\bar{2}10$
	a_{11}	310		2110
	w_1	021		$1\bar{2}11$
	w_{11}	311		2111
	w_{111}	$\bar{3}11$		1121
	w_{1111}	$\bar{3}1\bar{1}$		$1\bar{1}2\bar{1}$
hinten	w_5	0 $\bar{2}1$	} $2P_2$ {	1211
	w_6	0 $\bar{2}\bar{1}$		$12\bar{1}\bar{1}$
	w	$\bar{3}11$		2111

An dem kleineren Individuum finden wir:

Flächen		ortho- hexagonal	hexagonal	
		Schrauf	Naumann	Bravais
vorne	a_1	010	∞P_2	1210
	a_{11}	$\bar{3}10$		11 $\bar{2}0$
	w_1	021	$2P_2$	1211
	w_{11}	$\bar{3}11$		11 $\bar{2}1$
hinten	a_3	310	∞P_2	1120
	w_3	311	$2P_2$	1121
	w_4	(311*)		1121
	w_5	0 $\bar{2}1$	$2P_2$	1 $\bar{2}11$
	w_6	0 $\bar{2}\bar{1}$		1 $\bar{2}\bar{1}1$

*) So wird am passendsten die untere Krümmung von $\bar{3}10$ ausgedrückt.

Eine ähnliche Erniedrigung der Symmetrie beim Korund, und zwar zum monoklinen Habitus hat Hofrath Prof. Tschermak erwähnt in seinem Artikel »Optisches Verhalten von Korundkrystallen«,¹⁾ indem er aufmerksam macht, dass an manchen Ceylon'schen Korundkrystallen von den drei Flächenpaaren, welche das gewöhnlich auftretende Rhomboëder bilden, zwei sehr zurücktreten.

Die Feststellung der oben genannten Indices und die Construction der Form musste wie bei einem asymmetrischen Krystalle vorgenommen werden. Sie stützte sich auf Messungen mit Anlegegoniometer, welche trotz sorgfältiger Wiederholung bei den abgerundeten Kanten nur angenäherte Resultate geben konnten. Folgende Mittelwerthe der Beobachtungen dienten als Grundlage der Bestimmung bei dem grösseren (I) und dem kleineren Individuum (II):

Indiv.	Flächen	beobachtet	berechnet
I	$\bar{3}11:021$	$56\frac{1}{2}^\circ$	$56^\circ 0$
	$311:021$	$56\frac{3}{4}$	$56^\circ 0$
	$\bar{3}11:\bar{3}11$	38	$40^\circ 14'$
	$310:010$	$59\frac{1}{2}$	$60^\circ 0$
II	$0\bar{2}1:021$	145	$139^\circ 46\frac{1}{2}'$
	$0\bar{2}1:0\bar{2}\bar{1}$	38	$40^\circ 14'$
	$021:\bar{3}11$	56	$56^\circ 0$
	$\bar{3}11:\bar{3}10$	$17\frac{1}{2}$	$20^\circ 7'$
	$\bar{3}11:0\bar{2}\bar{1}$	110	$108^\circ 49'$

Beziehen wir die Indices der Flächen des kleineren Individuums auf das Axensystem des grösseren, so erhalten wir Indices von verschiedenen dihexagonalen For-

1) Min.-petr. Mittheilungen, I, 1878, pag. 362—364.

men mit Ausnahme von $a_1 = 010$, welches Symbol für beide Individuen dieselbe Bedeutung beibehalten muss. In der That ist auch der einspringende Zwillingswinkel zwischen $\bar{3}11$ des grösseren Individuums und 010 des kleineren Individuums gleich dem durchschnittlichen Winkel $\bar{3}11:010$ an dem grösseren Individuum. Als Zwillingswinkel zwischen $w_5 (0\bar{2}1)$ (I) und $w_5 (0\bar{2}1)$ (II) wurden circa 23° beobachtet, berechnet $21^\circ 14'$.

Die Vorderseite des grossen Krystalles erinnert an einigen Stellen an die bekannte fassförmige Entwicklung unserer Species.

Die Oberfläche beider Individuen ist matt, einige Flächen zeigen feine büschelförmige Zeichnungen, ähnlich den Eisfiguren an den Fenstern im Winter; auf der Fläche $0\bar{2}1$ des grösseren Individuums ist eine mehr sternförmige Zeichnung, ähnlich einer Lichtenberg'schen Figur. Auch einige kleine Eindrücke kann man hie und da wahrnehmen, welche theils Rhombenflächen, theils dreiseitigen Ecken entsprechen.

Befeuchtet man die Oberfläche, so kommt im durchfallenden Lichte die Färbung des Krystalles deutlich zum Vorschein. Er ist im Grunde fast farblos, etwas grau getrübt, dabei sapphirblau in verschiedenen Nuancen gestreift oder gefleckt. Die blauen Streifen zieren mehr die oberen Hälften der Individuen, sie sind theils hindurchgehende »Farbenplatten«, theils aber nur randliche breite Linien; ihre Nuancen können mit Radde 19, blau $d-i$ verglichen werden. Ihre Richtung ist zur Orientirung der Formen sehr wichtig: sie verlaufen parallel den basischen Flächen von beiden Individuen und schliessen zusammen einen der Zwillingsverwachsung nach R entsprechenden Winkel von rund 115° ein.

II. Eine eigenthümliche Verwachsung zweier Sapphirindividuen.

In der Sammlung des Herrn Hof- und Gerichtsadvocaten J. U. Dr. Perlep in Wien befindet sich ein kleiner lichtblauer Sapphirkrystall von 6 Mm. Höhe, 30 Mg. Gewicht, den ich durch die gefällige Vermittlung des Herrn Prof. Schrauf zur Untersuchung bekommen habe. Seine etwas idealisirte Form stellt die Fig. 4 dar.

Er besteht aus einem pyramidenförmigen Individuum, dessen unterer Theil (A) ganz, der obere jedoch (B) nur theilweise entwickelt ist, und auf diesem oberen, nicht vollständig entwickelten Theile sitzt eine andere Pyramide (C), von welcher nur die obere Hälfte entwickelt ist und deren Flächen zu den Flächen von B gedreht sind.

Von den Flächen des Theiles A sind drei zwar eben, aber matt, während die anderen drei treppenförmig oder gestreift sind; ihre Höhe beträgt etwas über 3 Mm. Der Theil B ist von zwei über $\frac{1}{2}$ Mm. hohen und zwei niedrigeren Flächen begrenzt, so dass die obere Pyramide C an einzelnen Stellen tiefer nach abwärts reicht, und zwar dort, wo der Theil B nicht mehr entwickelt ist, bis zu der Mittelkante des Theiles A sich fortsetzt. Sonst bemerken wir längs der Mittelkante AB eine seichte Rinne, welche B von A trennt und als einspringende Repetitionskante aufgefasst werden kann. Die vorhandenen Flächen von B sind eben, aber wiederum matt.

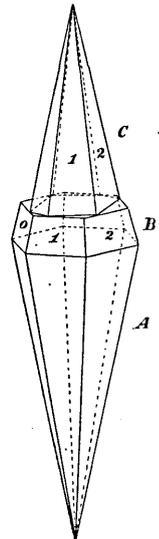


Fig. 4.

Der obere Theil *C* weist ähnlich wie der Theil *A* nur zwei vollständig eben entwickelte matte Flächen auf, während die anderen vier mehr oder weniger treppenförmig (durch Alterirung mit *oR*) erscheinen, wodurch die Höhe verkürzt wird.

Die ebenen Flächen sind, wie eben gesagt, matt und geben keine Reflexe. Dadurch war die Messung dieses kleinen Krystalles sehr erschwert. Ich habe Verschiedenes (Gummi arabicum, Lacke, Vergoldung) versucht, um die Fläche glänzend zu machen, jedoch mit einem nur geringen Erfolge. Schliesslich kam ich mit dem Herrn Prof. Schrauf auf die Idee, die Flächen durch Anilinroth metallisch schimmernd zu machen. Auf einen Vorschlag des Herrn Professors wurde Anilin in absolutem Alkohol gelöst und mittelst eines feinen Pinsels eine sehr dünne Schichte der Lösung auf die matten Flächen aufgetragen. Fast augenblicklich verdampft der Alkohol, und ich konnte am Goniometer wenigstens etwas deutliche Reflexe von einer Gaslampe wahrnehmen.

Die zwei gut entwickelten Polkanten des Theiles *A* ergaben $57^{\circ} 51'$ und $57^{\circ} 18'$, Mittel $57^{\circ} 34\frac{1}{2}'$, daraus $xP_2 : oR = 74^{\circ} 23\frac{1}{2}'$, welcher Winkel der Form $\frac{5}{2}P_2$ entspricht: $\frac{5}{2}P_2 : oR =$ berechnet $74^{\circ} 12'$.

Zwei Mittelkanten des Theiles *B* zu dem Theile *A* geben durchschnittlich $36^{\circ} 8'$ (Grenzwerte mehrerer Beobachtungen $35^{\circ} 55'$ und $36^{\circ} 27'$), daraus $xP_2 : oR = 69^{\circ} 40'$, entspricht der Form $2P_2$; $2P_2 : oR$ berechnet = $69^{\circ} 53'$.

Die Polkante $2P_2 : 2P_2 =$ gemessen $54^{\circ} 59'$, berechnet $56^{\circ} 0'$.

Die Polkante vom Theile *C* zwischen zwei gut entwickelten Flächen ergab $59^{\circ} 46'$, daraus $xP_2 : oR = 85^{\circ} 11'$, entsprechend der Form $9P_2$; $9P_2 : oR =$ berechnet $85^{\circ} 21'$. Die zu einer von diesen gut entwickelten benachbarte Fläche ist schon unten etwas treppenförmig und ihr Winkel mit der gut entwickelten Fläche beträgt $52^{\circ} 58'$. Nehmen wir von den Polkanten $59^{\circ} 46'$ und $52^{\circ} 58'$ den Mittelwerth, so erhalten wir $56^{\circ} 22'$, woraus $xP_2 : oR = 70^{\circ} 50'$; dies weist auf die Form $\frac{19}{9}P_2$ hin ($\frac{19}{9}P_2 : oR =$ berechnet $70^{\circ} 52'$), als welche der Theil *C* auch gezeichnet wurde.

Bei der Messung der gegenseitigen Winkel zwischen den Flächen von *B* und jenen von *C* gesellte sich zu der Schwierigkeit der matten Oberfläche eine neue hinzu. Hier musste auf eine theoretische, nicht vorhandene Kante eingestellt werden. Ich bekam bei wiederholten Messungen folgende Daten:

$$\begin{aligned} C_1 : B_1 &= 14^{\circ} 37' \quad (13^{\circ} 29' - 15^{\circ} 45')^1) \\ C_2 : B_2 &= 21 \quad 30 \quad (20 \quad 28 - 22 \quad 39) \\ C_1 : B_2 &= 38 \quad 55 \quad (36 \quad 35 - 41 \quad 15) \\ C_1 : B_0 &= 74 \quad 0 \quad (73 \quad 0 - 74 \quad 30) \end{aligned}$$

Aus diesen Winkeln zwischen *B* : *C* lässt sich die Torsion des Individuums *C* um die Axe der Individuen *AB* berechnen. Es entspricht ihr am besten ein Centriwinkel von 15° , bei welchem für *B* = $2P_2$ und *C* = $9P_2$ die wechselseitigen berechneten Neigungen betragen:

$$\begin{aligned} C_1 : B_1 &= C_2 : B_2 = 21^{\circ} 16' \\ C_1 : B_2 &= 46 \quad 24 \\ C_1 : B_0 &= 74 \quad 20 \end{aligned}$$

1) Als Grenzwerte der Einzelbeobachtungen.

Bei einer Drehung von 15° hätten wir hier als theoretische Zwillingsene diejenige Prismenfläche, welche diesen Winkel 15° halbirt, also $7\frac{1}{2}^\circ$ zu ∞P_2 geneigt ist. Doch betrachte ich diesen Complex nicht als wahren Zwilling, sondern nur als eine eigenthümliche Verwachsung:

III. Ein wurmförmig gekrümmter Korundkrystall.

Der in Fig. 5 abgebildete Korundkrystall ist ebenfalls Eigenthum des Herrn Dr. Perlep in Wien. Er ist von gelblicher, getrüübter Farbe, 27 Mm. directer Höhe, der grösste Durchmesser beträgt oben 4.25 Mm., in der Mitte 7.5 Mm., unten 3.5 Mm.; das Gewicht ist 2.643 G. Seine Gestalt ist im Allgemeinen wurmförmig, ähnlich einem S und überdies windschief.

Die Ursache dieser eigenthümlichen Krümmung liegt im Aufbaue dieses Krystalles.

Er besteht aus lauter Lamellen, welche durchschnittlich 0.25 Mm. hoch sind. Diese Schichten stellen in ihrem Umfange hexagonale Pyramiden dar, welche durch basische Pinakoide zu schmalen Platten abgestutzt werden. An den hexagonalen Pyramiden sind die Mittelkanten abgerundet, die Flächen aber glänzend. Die Natur der basischen Pinakoide erkennen wir am besten oben, wo einige Schichten theilweise abgebrochen sind. Die Spaltung ging hier nach diesen Schichten; und so kommen mehrere treppenförmig untereinander liegende Pinakoide zum Vorschein. Wo sie grösser sind, dort glänzen sie stark und reflectiren zusammen ein einziges Bild einer Flamme. Ein anderer Theil der entblösten Pinakoide erscheint matt.

Die obere Bruchfläche ist durch drei auf den Mittelkanten nahe senkrechte Durchmesser in sechs Felder getheilt, welche Erscheinung wir an plattigen Korundkrystallen häufig wahrnehmen.

Manche Schichten nehmen nicht die ganze jeweilige Breitendimension des Krystalles ein, sie hören früher auf, an einigen Stellen plötzlich, an anderen sich auskeilend. Dadurch kamen die auf ihnen sich absetzenden folgenden Schichten in eine geneigte Lage, und so entstand schliesslich die wurmförmige Krümmung der gesammten Form. Dazu kam, dass an hervorragenden Theilen einzelner dieser Pinakoide besondere Krystallgestalten sich selbstständig entwickelten und weiter wuchsen. Sie schmiegteten sich an den Hauptkörper und krümmten sich mit ihm. Dadurch gewann das Aeussere dieses Krystalles an Complicirtheit, und es scheint auf den ersten Blick, wie wenn der ganze Körper aus sechs kleineren Krystallen bestände und diese selbst von plattigen Schichten aufgebaut wären.

Von den Pyramidenflächen einzelner Schichten ist zu erwähnen, dass sich nicht selten mehrere nacheinander folgende von ihnen zu einer grösseren glänzenden Form verbinden; dadurch entstehen namentlich zwei glänzende Gürtel, einer oben, der andere unten, welche gemessen werden konnten. Die Messungen, bei denen nur starke Signale berücksichtigt wurden, ergaben folgende Werthe:

Die horizontalen Kanten des oberen Gürtels am Rande bei oR , Flächen f_1, f_2, f_3, f_4 liegen nebeneinander als vier von den sechs Seiten des Sechsecks.

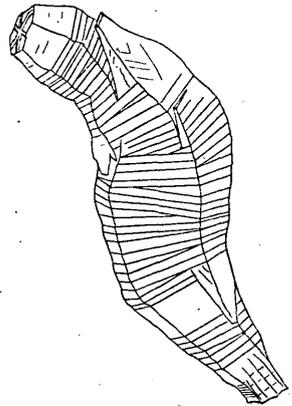


Fig. 5.

	gemessen	Würde für sich entsprechen der Form	berechnet
$f_1 : oR$	76° 34'	$3P_2$	$3P_2 : oR = 76° 17'$
$f_2 : oR$	68 6	$\frac{17}{9}P_2$	$\frac{17}{9}P_2 : oR = 68 48$
$f_3 : oR$	77 29	$\frac{10}{3}P_2$	$\frac{10}{3}P_2 : oR = 77 36$
$f_4 : oR$	78 20	$\frac{11}{3}P_2$	$\frac{11}{3}P_2 : oR = 78 42$

Von diesen Winkeln ist besonders jener von 68° 6' unerwartet niedrig.

Die Polkanten des oberen Gürtels ergeben:

57° 50'			
58 31			
57 31			
Mittel 57° 57'			
daraus $xP_2 : oR$	75° 40'	$\frac{26}{9}P_2$	$\frac{26}{9}P_2 : oR = 75° 46'$

Die Polkanten des unteren Gürtels geben:

58° 21'			
58 32			
Mittel 58° 26 $\frac{1}{2}$ '			
daraus $xP_2 : oR$	77° 31'	$\frac{10}{3}P_2$	$\frac{10}{3}P_2 : oR = 77° 36'$

Polkante eines seitlich entwickelten Individuums.

56° 32'			
daraus $xP_2 : oR$	71° 17'	$\frac{11}{5}P_2$	$\frac{11}{5}P_2 : oR = 71° 35'$

Daraus ersehen wir, dass die gemessenen Winkel untereinander auch in demselben Querschnitt stark variieren. Es ist dieselbe Erscheinung, welche am Korund und anderen Mineralien schon von Scacchi beschrieben wurde.¹⁾ Von den von diesem Forscher beobachteten Winkeln $xP_2 : oR$ stehen jenen von mir beobachteten am nächsten die Winkel:

Scacchi $xP_2 : oR$	Supplement	Scacchi $xP_2 : oR$	Supplement
101° 48'	78° 12'	102° 35' }	77° 25' }
103 18 } }	76 42 } }	102 37 } }	77 23 } }
103 19 } }	76 41 } }	112 7	67 53
102 0	78 0		

In unserem Falle erscheint die Winkelvariation in einem Zusammenhange mit dem schichtenartigen Aufbaue des beschriebenen Krystalles.

Bei der Ausführung dieser Arbeit war mir mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. A. Schrauf vielfach mit Rath und That behilflich, wofür ich ihm hier meinen aufrichtigen Dank ausdrücke.

¹⁾ Scacchi, Sulla poliedria delle faccie dei cristalli, 1862, pag. 73—76.