

# Ueber Winkelschwankungen isotroper und doppeltbrechender regulärer Krystalle.

Von

R. Brauns in Marburg.

---

Veranlassung zu nachstehender Arbeit gab eine vor mehreren Jahren von der philosophischen Facultät der hiesigen Universität gestellte Preisaufgabe, nach welcher durch vergleichende Winkelmessungen an einfach- und doppeltbrechenden regulären Krystallen derselben Substanz festgestellt werden sollte, ob die durch das optisch anomale Verhalten sich verrathende Störung der Molecularstructur eine entsprechende Störung der Krystallform bedinge. Der von mir eingereichten Bearbeitung dieser Aufgabe wurde von der Facultät der Preis zuerkannt. Ich gebe im folgenden die gewonnenen Resultate.

Eine von demselben Gesichtspunkt ausgehende Untersuchung liegt von PFAFF<sup>1</sup> vor.

PFAFF hat zu diesem Zweck an mehreren Krystallen regulärer und optisch einaxiger Mineralien solche Winkel gemessen, deren Werth aus der Symmetrie des Systems sich ergibt, und hat gefunden, dass an einigen Krystallen die Winkel von dem berechneten Werth bis zu  $\frac{1}{2}^{\circ}$  abwichen, an andern bis auf eine Minute genau den geforderten Werth ergaben. Er hat hieraus geschlossen, dass diese Winkelstörungen mit den optischen Anomalien in Zusammenhang stehen, giebt aber gar nicht an, ob die betreffenden Krystalle auch optisch anomal

---

<sup>1</sup> F. PFAFF, Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Krystallwinkel. Sitzungsber. d. physik.-med. Soc. zu Erlangen. 1878. (10. Heft) pag. 59.

waren. Daher ist es nicht gestattet, aus diesen Beobachtungen einen derartigen Schluss zu ziehen. Einzelne Angaben über Winkelverhältnisse regulärer optisch anomaler Krystalle, die sich zerstreut in der Litteratur finden, beziehen sich meist auf einige Winkel eines Krystalls und können daher zur Beurtheilung dieser Frage nicht in Betracht kommen.

Da in der Aufgabe verlangt worden war, es sollten isotrope und doppeltbrechende Krystalle derselben Substanz gemessen werden, so waren Boracit, Analcim, Perowskit und Senarmontit von vorne herein von der Untersuchung ausgeschlossen werden, da von ihnen nur doppeltbrechende Krystalle bekannt sind. Ebenso musste von Granat abgesehen werden, da die als messbar befundenen Krystalle alle isotrop waren; die doppeltbrechenden sind wegen der Streifen zu solchen Messungen nicht zu gebrauchen. Es kamen schliesslich zur Untersuchung Bleinitrat<sup>1</sup>, Ammoniak-Thonerde-Alaun und Spinell. Die doppeltbrechenden Krystalle des Bleinitrats enthielten Baryumnitrat, die des Ammoniakalauns Kalialaun beigemischt.

Als Messinstrument diente ein von FUESS nach dem System BABINET gebautes Reflexionsgoniometer (Modell II); als Lichtsignal wurde immer der „WEBSKY'sche Spalt“ benutzt. Zur Untersuchung wurden aus einer grossen Menge guter Krystalle die besten ausgewählt, deren Flächen zum grössten Theil vorzügliche Reflexe gaben; die Messungen waren daher mit einer solchen Genauigkeit auszuführen, dass die einzelnen Ablesungen bei je einem Winkel nur um Sekunden differirten; aus diesem Grunde wurde der wahrscheinliche Fehler des Resultats nicht besonders berechnet, da er immer nur wenige Sekunden betrug. Bei jedem Winkel wurde fünfmal repetirt und aus den erhaltenen Werthen das Mittel genommen.

Die Krystalle waren ausnahmslos auf einer Fläche liegend gewachsen, welche mit  $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$  bez.  $00\bar{1}$  bezeichnet wurde. Es wurden bei No. 1—10, No. 14 und 15 der in den folgenden

<sup>1</sup> Das Bleinitrat krystallisirt nach WULFF (Zeitschr. f. Krystallographie. 1880. p. 122) regulär-tetartoëdrisch. Die Lage des Pyritoëders zu den beiden Tetraëdern habe ich nicht so constant gefunden, wie WULFF angibt. Öfters zeigten Krystalle desselben Anschusses beide von WULFF beschriebenen (p. 127, Fig. 1 und p. 132, Fig. 5) Ausbildungsweisen.

Tabellen aufgeführten Krystalle die Winkel gemessen, welche die der Auflagerungsfläche gegenüberliegende Fläche 111 mit den sechs anliegenden Oktaëderflächen bildet, von Krystall No. 11 wurden sämmtliche Oktaëderwinkel, von No. 13 und 14 alle Oktaëderkantenwinkel gemessen.

Die in der zweiten Spalte der Tabellen stehenden Buchstaben a, ab, b, bc, c bezeichnen in absteigender Reihenfolge die Güte der Reflexe. Unter  $\delta$  ist die Abweichung der gemessenen Winkel von dem berechneten Werth in Sekunden angegeben. Der berechnete Werth ist bekanntlich für die Kantenwinkel  $109^{\circ} 28' 16''$ , für die Winkel über die Ecke  $70^{\circ} 31' 44''$ .

In den folgenden Tabellen werden immer die wirklichen Neigungswinkel der Flächen angegeben.

	Flächen	Werth	Beobachtet	$\delta$
No. 1. Bleinitrat I. Isotrop. $+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty$ 6 mm. gross	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	109° 27' 5"	— 71"
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 29 46	+ 90
	111 : $11\bar{1}$	b b	109 28 28	+ 12
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	b a	70 33 02	+ 78
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	70 30 49	— 55
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	70 30 00	— 104
No. 2. Bleinitrat II. Doppeltbrechend. $\pm\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 0 2}{2}$ 4 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 29 18	+ 62
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 31 36	+ 200
	111 : $11\bar{1}$	b b	109 33 42	+ 326
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	b b	70 26 28	— 316
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab b	70 29 20	— 144
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	70 24 52	— 412
No. 3. Bleinitrat III. Isotrop. $+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty$ 4 mm. gross	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 29 00	+ 44
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	ab ab	109 28 24	+ 8
	111 : $11\bar{1}$	ab a	109 30 47	+ 151
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	a ab	70 31 38	— 6
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	70 32 58	+ 74
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	70 32 34	+ 50
No. 4. Bleinitrat IV. Isotrop. $+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 0 2}{2}$ 5 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 30 33	+ 137
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	ab ab	109 32 26	+ 250
	111 : $11\bar{1}$	ab a	109 29 7	+ 51
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 31 36	— 8
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 31 20	— 24
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	70 26 32	— 312

	Flächen	Werth	Beobachtet	$\delta$
No. 5. Bleinitrat V.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109°24' 40''	- 216''
Doppeltbrechend.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 32 22	+ 246
$+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 0 2}{2}$	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 31 40	+ 204
4 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 29 1	- 163
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 25 51	- 353
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 28 26	- 198
No. 6. Bleinitrat VI.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 28 50	+ 34
Doppeltbrechend.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 30 8	+ 112
$+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty$	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 28 40	+ 24
4 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 30 32	- 72
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 30 28	- 76
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	70 32 12	+ 28
No. 7. Bleinitrat VII.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	109 28 10	- 6
Doppeltbrechend.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	109 25 00	- 196
$+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 0 2}{2}$	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	109 31 30	+ 194
5 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 31 23	- 21
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 32 48	+ 64
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 28 16	- 208
No. 8. Bleinitrat VIII.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 28 36	+ 20
Isotrop.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 30 40	+ 144
$+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 0 2}{2}$	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	109 34 12	+ 356
5 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 33 26	+ 102
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 28 56	- 168
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 27 12	- 272
No. 9. Bleinitrat IX.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	109 33 52	+ 336
Isotrop.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	109 30 31	+ 135
$+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 0 2}{2}$	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b bc	109 34 6	+ 350
5 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 36 6	+ 262
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 29 12	- 152
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 29 20	- 144
No. 10. Bleinitrat X.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 29 46	+ 90
Doppeltbrechend.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 25 34	- 162
$+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty \cdot \frac{\infty 0 2}{2}$	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	109 22 18	- 358
5 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 32 38	+ 54
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	70 22 10	- 574
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	70 27 22	- 262

	Flächen	Werth	Beobachtet	$\delta$
No. 11. Bleinitrat XI.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a b	109° 10' 00"	- 1096"
Isotrop.	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 32 50	+ 274
$\infty 0 \infty \cdot + \frac{0}{2} \cdot - \frac{0}{2}$	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab b	109 37 28	+ 552
6,5 mm.	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : 111	b a	109 44 38	+ 982
$\infty 0 \infty$ (00 $\bar{1}$ ) Auflagerungsfläche.	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 21 00	- 436
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	a ab	109 18 53	- 563
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 32 36	+ 260
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 41 38	+ 802
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	a a	109 33 15	+ 299
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	109 29 14	+ 58
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 22 53	- 323
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 9 26	- 1130
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	70 30 13	- 91
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 25 10	- 394
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab b	70 26 50	- 294
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 48 30	+ 1006
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	b b	70 12 24	- 1160
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	a ab	70 42 35	+ 651
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 46 50	+ 906
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 24 52	- 412
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	70 37 24	+ 340
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab bc	70 37 15	+ 331
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	bc ab	70 27 25	- 259
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab ab	70 29 30	- 134
No. 12. Spinell I von Ceylon.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 27 28	- 48
Isotrop.	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 29 8	+ 52
O.	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	a a	109 27 24	- 52
	$1\bar{1}\bar{1}$ : 111	a a	109 30 42	+ 146
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 28 52	+ 36
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 27 48	- 28
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 28 24	+ 8
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	a a	109 25 58	- 138
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	a ab	109 29 4	+ 48
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 27 36	- 40
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 27 24	- 52
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	a a	109 30 26	+ 130

	Flächen	Werth	Beobachtet	$\delta$
No. 13. Spinell II von Ceylon. Doppeltbrechend. O.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109°27' 36''	— 40''
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 30 12	+ 116
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab b	109 25 30	— 166
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 33 00	+ 284
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	109 26 12	— 124
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 34 00	+ 344
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	a a	109 28 00	— 16
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	ab ab	109 26 12	— 124
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	a ab	109 28 00	— 16
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 28 20	+ 4
	$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	a a	109 25 00	— 196
	$1\bar{1}\bar{1}$ : $1\bar{1}\bar{1}$	b a	109 27 30	— 46
No. 14. Ammoniak-Thonerde-Alaun I. Isotrop. O . $\infty$ O $\infty$ 5 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 42 41	+ 865
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b ab	109 21 9	— 427
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	b b	109 29 00	+ 44
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 29 6	— 158
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b b	70 39 48	+ 184
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	b a	70 37 12	+ 328
No. 15. Ammoniak-Thonerde-Alaun II. Doppeltbrechend. O . $\infty$ O $\infty$ . $\infty$ O 4,5 mm.	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab b	109 33 54	+ 338
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	109 31 18	+ 182
	111 : $1\bar{1}\bar{1}$	ab ab	109 29 10	+ 54
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 28 35	— 189
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 38 20	+ 396
	111 : $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	ab a	70 37 52	+ 368

Prüfen wir nun das vorliegende Resultat der Messungen auf die Eingangs gestellte Frage, so muss diese dahin beantwortet werden, dass ein Unterschied zwischen den Winkeln der einfach- und doppeltbrechenden regulären Krystalle nicht besteht. Es sind z. B. die Abweichungen des stark doppeltbrechenden Bleinitrats No. 6 geringer als die der einfachbrechenden Krystalle No. 4, 8 und 9. Der einfachbrechende Krystall No. 11 zeigt die grössten überhaupt constatirten Abweichungen. Die Hauptfrage ist demnach hiermit erledigt.

Um von der Abweichung aller Winkel von dem berechneten Werth ein übersichtliches Bild zu bekommen, fassen wir die Resultate kurz zusammen: Von den 120 gemessenen Winkeln zeigten 33 eine Abweichung von weniger als einer

Minute, 86 im ganzen eine Abweichung bis zu fünf Minuten und 9 eine solche über zehn Minuten; 63 Winkel sind grösser, 57 kleiner als der berechnete Werth. Von den Winkeln, deren Abweichung mehr als 10' beträgt, gehören acht dem Krystall No. 11 an. Lässt man daher alle Winkel dieses Krystalls unberücksichtigt, so würde von 96 Winkeln nur einer eine Abweichung von mehr als 10' gezeigt haben, ein Resultat, dass bei der immerhin nicht idealen Flächenbeschaffenheit ein befriedigendes genannt werden kann. Der Krystall No. 11 dagegen zeigt auffällige Abweichungen fast in seinen sämtlichen Winkelwerthen, indem von den 24 Winkeln 16 um mehr als 5' und 8 von diesen 16 um mehr als 10' von dem berechneten Werthe abweichen. In Zusammenhang mit den Winkelschwankungen dieses Krystalls steht das Abweichen der theoretisch parallelen Flächen aus ihrer Lage um einen wechselnden, bis zu 11 Minuten steigenden Betrag. Dieser Krystall bleibt daher in jeder Beziehung am meisten hinter den Erfordernissen der Theorie zurück.

Auch am Spinell wurde eine grössere Abweichung der Flächen vom Parallelismus constatirt. Dieselbe betrug am Spinell No. 2 von  $\bar{1}\bar{1}\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$  in der Zone  $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}, 111, 1\bar{1}\bar{1}]$  8 Minuten und von  $\bar{1}\bar{1}\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$  in der Zone  $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}, 111, 1\bar{1}\bar{1}]$  2 Minuten, am Spinell No. 1 von  $\bar{1}\bar{1}\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$   $2\frac{1}{2}$  Minute, während die übrigen Flächen bei beiden Krystallen nur um Sekunden aus ihrer Lage abwichen.

Vergleichen wir nun weiterhin die unter  $\delta$  in den Tabellen angegebenen Abweichungen der Winkel von dem berechneten Werth in Bezug auf ihr Vorzeichen, das uns sagt, ob der gemessene Winkel grösser oder kleiner ist, als der berechnete, so kann uns bei den Krystallen des Bleinitrat No. 1—10 eine gewisse auffallende Regelmässigkeit nicht entgehen, dass nämlich die Kantenwinkel durchgehends grösser, die Winkel über den Ecken daher kleiner sind, als sie der Theorie nach sein sollten.

Es wird dies noch klarer durch die folgende Tabelle, in der die Abweichungen der betreffenden Winkel mit ihren Vorzeichen zusammengestellt sind.

## Kantenwinkel.

Flächen	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Summe
111:111	- 71	+ 62	+ 44	+ 137	- 216	+ 34	- 6	+ 20	+ 336	+ 90	} + 3576 - 1009
111:11̄1	+ 90	+ 200	+ 8	+ 250	+ 246	+ 112	- 196	+ 144	+ 135	- 162	
111:11̄1̄	+ 12	+ 326	+ 151	+ 51	+ 204	+ 24	+ 194	+ 356	+ 350	- 358	
											+ 2567

## Winkel über die Ecken.

111:11̄1̄	+ 78	- 316	- 6	- 8	- 163	- 72	- 21	+ 102	+ 262	+ 54	} + 712 - 4044
111:1̄1̄1̄	- 55	- 144	+ 77	- 24	- 353	- 76	+ 64	- 168	- 152	- 574	
111:1̄1̄1̄	- 104	- 412	+ 50	- 312	- 198	+ 28	- 208	- 272	- 144	- 262	
											- 3332

Addiren wir diese Werthe, so bekommen wir für die Kantenwinkel + 2567'', für die Winkel über die Ecken - 3332'', welche Zahlen der Ausdruck einer unverkennbaren Regelmässigkeit sind. Berücksichtigen wir bei Beurtheilung derselben nun, dass alle diese Krystalle unter denselben Umständen und alle auf einer Oktaederfläche liegend entstanden und gewachsen sind, dass ferner die Substanz unter den untersuchten die specifisch schwerste ist, so werden wir nicht irre gehen, wenn wir als Ursache für diese Art der Abweichung die Wirkung der Schwerkraft annehmen. Ein immerhin nicht uninteressantes Resultat.

Das Schwanken der einzelnen Winkel dieser und der andern Krystalle beruht dagegen auf uns unbekanntem Einflüssen, die bei dem Entstehen und Wachsen der Krystalle zur Geltung gekommen sein müssen.

Wie oben hervorgehoben, ist ein Unterschied zwischen den Winkeln der einfach- und doppeltbrechenden Krystalle nicht zu constatiren; da es sich um reguläre Krystalle handelt, können wir dies dahin erweitern, dass die Winkel, deren Werth sich aus der Symmetrie des Systems ergibt, durch einen Spannungszustand der Krystalle keine Änderung in ihrer Grösse erfahren und können weiterhin diesen Satz auf die Krystalle anderer Systeme anwenden. Zum directen experimentellen Nachweis konnte ich bisher geeignetes Material mir nicht verschaffen, aber die in der Litteratur vorhandenen Angaben genügen, um diese Verallgemeinerung zu rechtfertigen, wie einige Beispiele zeigen mögen: Der Apophyllit, aus-

gezeichnet durch die Häufigkeit optischer Anomalien, hat immer einen Prismenwinkel von genau  $90^{\circ}$ , so dass RUMPF trotz der sorgfältigsten Messungen nicht die geringste Abweichung von diesem Werth constatiren konnte. Die Pyramidenwinkel dagegen weisen immer mehr oder weniger schwankende Werthe auf. Bei dem häufig optisch anomalen Turmalin ist der Prismenwinkel immer genau gleich  $120^{\circ}$ , während die Rhomboëderwinkel Schwankungen zeigen. Ein derartiges Verhalten ist aber a priori zu erwarten bei Krystallen, die sich in einem Spannungszustand befinden.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [1887](#)

Autor(en)/Author(s): Brauns Reinhard Anton

Artikel/Article: [Ueber Winkelschwankungen isotroper und doppeltbrechender regulärer Krystalle 138-146](#)