

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die Kristallwinkelveränderung verwandter Stoffe beim Wechsel der Temperatur. II.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 4 Textfiguren.

3. Augit und Hornblende.

Von **F. Rinne** und **R. Grossmann**.

Die thermogoniometrischen Untersuchungen an Augit und Hornblende, über die nachstehend berichtet werden soll, wurden unter dem Gesichtspunkte ausgeführt, einen weiteren Anhalt für die verwandtschaftliche Stellung dieser Minerale zu gewinnen. Er findet seinen Ausdruck in der kristallographischen Orientierung der Stoffe zueinander. Im vorliegenden Falle handelt es sich einmal um die Frage, welcher vertikale Hauptschnitt bei den Orthaugiten der Ebene $\{010\}$ der monoklinen Glieder entspricht und weiterhin hinsichtlich der monoklinen Augite und monoklinen Hornblendens um die Wahl einer in natürlicher Weise korrespondierenden Achse a. Bekanntermaßen ist in der Hinsicht noch keine volle Einigkeit der Auffassungen erzielt. Ein Vergleich der thermischen Bewegungen in den Kristallgebäuden könnte sehr wohl, so erschien es, zur weiteren Klärung der Verhältnisse beitragen. Es zeigte sich, daß dabei in der Tat deutliche Hinweise über die naturgemäße Orientierung sich herausheben; sie seien am Schluß dieser Veröffentlichung, nach Darlegung des Tatsachenbestandes, zusammengestellt.

Die benutzte thermogoniometrische Apparatur war die nämliche, wie sie zum Studium der rhomboedrischen Carbonate und des Winkels P:M der Plagioklase benutzt wurde¹. Die Genauigkeit der Messungen betrug im Intervall 200—300° durchschnittlich 6 Sekunden, von 300—700° 10 Sekunden, darüber hinaus 15 Sekunden. Bei jeder Winkelfeststellung wurde die Temperatur 1—1½ Stunden lang innerhalb einer Schwankung von 5° gehalten und dann jeweils das Mittel aus drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Messungen genommen, die sich innerhalb der obigen Fehlergrenzen bewegten. Die natürlichen Kristallflächen erwiesen sich für genaue Messung nie gleichmäßig genug; sie wurden daher für den Versuch stets anpoliert. Natürlich änderte sich dabei ihre Winkelneigung ein wenig. Das macht aber für das Ergebnis nichts aus, da es sich beim Versuch lediglich um die Veränderung der Flächenlagen handelt, die innerhalb der Fehlergrenzen gleich groß ist wie die Veränderung einer genau liegenden Ebene. Die thermogoniometrische Wandlung wurde auf den Idealwert aufgetragen.

¹ Vergl. I, dies. Centralbl. 1914. p. 705.

Diopsid von der Mussa-Alp, Piemont
als Beispiel für die Klinaugite.

Als Fundamentalwinkel dienen die Werte nach G. VOM RATH:

$$\begin{aligned} (110):(010) &= 43^{\circ} 35' \\ (111):(010) &= 65^{\circ} 45' 30'' \\ (001):(100) &= 105^{\circ} 49' 51''. \end{aligned}$$

Aus ihnen folgt:

$$a : b : c = 1,09213 : 1 : 0,58931 \quad \mu = 74^{\circ} 10' 9''.$$

Außer (100), (010), (001), (110) und (111) wurden noch anpoliert die Flächen (100) und (221). Die (wie erwähnt, für die verfolgten Zwecke belanglosen) Unterschiede der Flächenlage von den normalen Werten betragen 4–36'. Die Zusammenstellung der Ergebnisse bieten die folgenden Tabellen und Figuren dar. Im allgemeinen machte sich beim Diopsid die Spaltbarkeit nach {110} bereits bei 350° störend durch Ribildung geltend; gegen 500° zersprangen die Präparate oft in Lamellen nach {110}.

(110) : (010)	
18°	43° 35' 0''
139	43 37 1
235	43 39 19
327	43 40 41
435	43 42 13
524	43 43 49
644	43 46 9
755	43 48 34
Intervall 737°	Änderung + 0° 13' 34''

(001) : (100)	
17°	105° 49' 51''
121	105 51 25
222	105 53 9
315	105 54 7
416	105 55 11
529	105 56 26
Intervall 512°	Änderung + 0° 6' 35''

(111) : (010)	
18°	65° 45' 30''
114	65 47 30
223	65 48 56
335	65 50 56
416	65 52 26
517	65 53 54
Intervall 499°	Änderung + 0° 8' 24''

	(111):(100)
18°	53° 58' 0"
112	53 56 4
223	53 54 42
318	53 53 46
446	53 52 36
521	53 51 59

Intervall 503° Änderung — 0° 6' 1"

	(221):(100)
17°	61° 32' 0"
107	61 32 3
215	61 32 4
312	61 32 0
419	61 31 57
533	61 31 53

Intervall 516° Änderung — 0° 0' 7"

	(221):(010)
18°	47° 54' 30"
123	47 56 1
243	47 57 33
357	47 59 44
472	48 2 21
513	48 3 23

Intervall 495° Änderung + 0° 8' 53"

Aus den drei Fundamentalwinkeln (110):(010), (111):(010) und (001):(100) bei 17°, 300° und 500° (letztere Werte durch graphische Interpolation) berechnen sich folgende Größen:

17°	a:b:c = 1,09213:1:0,58931	$\beta = 74^{\circ} 10' 9''$
300	a:b:c = 1,08945:1:0,58760	$\beta = 74 6 9$
500	a:b:c = 1,08762:1:0,58604	$\beta = 74 3 57$

Leitet man nunmehr aus diesen Achsenverhältnissen die Kontrollwinkelwerte bei 18°, 300° und 500°, sowie die theoretischen Winkelveränderungen bezüglich der Intervalle 18—300°, 300—500° ab, so lassen sich die goniometrischen Wandlungen mit den beobachteten vergleichen. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung, mit Ausnahme der Daten für 500°. Wahrscheinlich ist die Differenz von 1' auf die bei dieser Temperatur störende Ribbildung zufolge der Spaltbarkeit nach {110} zurückzuführen. Bei 472° waren Beobachtung und Kurve sich noch auf 10" nahe.

	Winkelveränderung							
	Berechnet			Ber. Beob.		Ber. Beob.		
	18°	300°	500°	18—300°	300—500°	18—300°	300—500°	18—300°
(111):(100)	53° 58' 11"	53° 53' 58"	53° 52' 1"	4' 13"	4' 10"	1' 57"	1' 50"	
(221):(010)	47 54 30	47 58 35	48 1 50	4 5 4 0	3 15 4 6			
(221):(100)	61 32 2	61 31 50	61 31 40	0 10 0 0	0 10 0 8			

Von Interesse ist die fast völlige Unveränderlichkeit von $(\bar{2}21):(100)$ im Gebiete von 17° bis 533° . Die berechnete Wandlung beträgt nur $22''$, die beobachtete sogar nur $7''$.

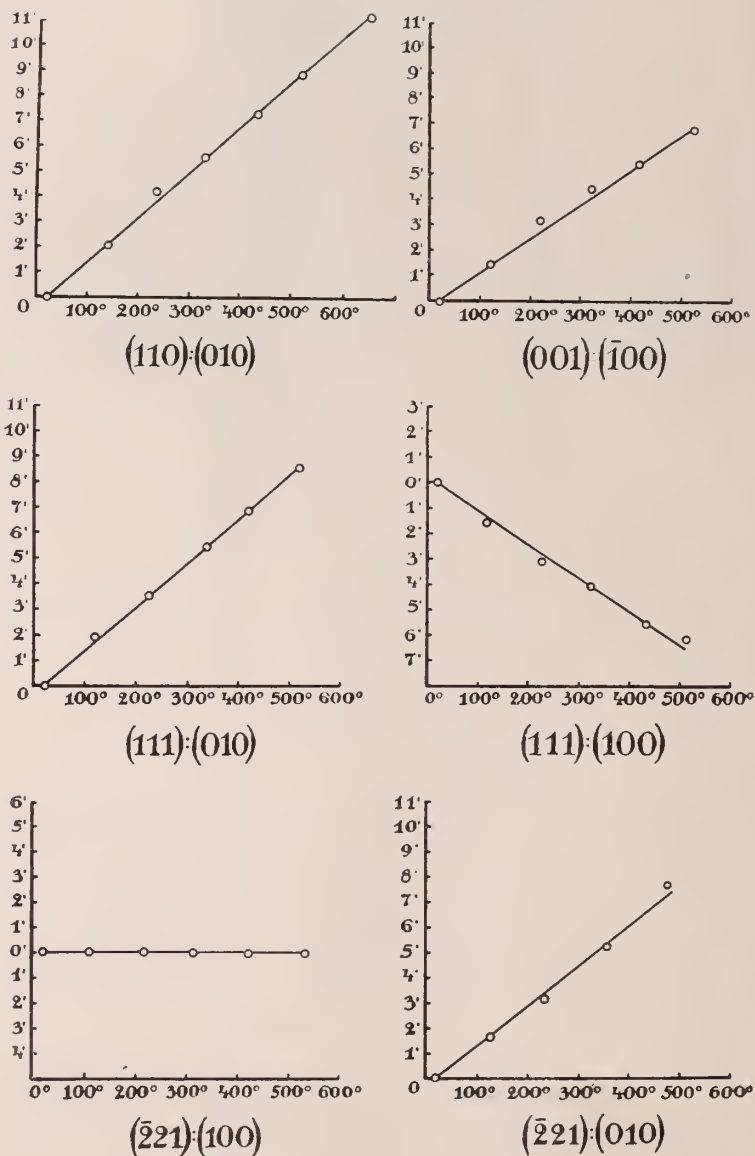


Fig. 1. Thermogoniometrische Änderungen des Diopsid.

Hypersthen von der Pauls-Insel
 als Beispiel für die Orthangite.

Richtet man den inneren spitzen Prismenwinkel des Hypersthen nach vorn — hinten¹, so entspricht dem das Achsenverhältnis vom RATH's:

$$a : b : c = 1.02952 : 1 : 0.58685.$$

Die Normalenwinkel der wichtigsten Formen sind:

$$\begin{aligned} (110) : (1\bar{1}0) &= 91^\circ 40' \\ (001) : (111) &= 39^\circ 17' 15'' \end{aligned}$$

Diese Flächen, sowie (010) und (100), wurden am Material angeschliffen, und zwar betrug die (belanglosen) Abweichungen von den Normalwerten 0' 10" bis 21' 45". Die Winkeländerung, bezogen auf die Normalwerte, stellt sich folgendermaßen dar.

	(110) : (010)
17°	44° 10' 0"
110	44 11 3
215	44 11 55
351	44 14 0
435	44 15 8
519	44 16 9
Intervall 502°	Änderung + 0° 6' 9"

Ganz diesen Zahlen innerhalb der Fehlergrenzen entsprechend sind die von (110) : (100) als Komplement von (010) : (110).

	(110) : (100)
17°	45° 50' 0"
110	45 48 55
215	45 47 58
351	45 45 54
435	45 44 56
519	45 43 58
Intervall 502°	Änderung — 0° 6' 2"

	(001) : (111)
18°	39° 17' 15"
111	39 17 29
229	39 17 53
334	39 18 7
448	39 18 31
553	39 18 52
Intervall 535°	Änderung + 0° 1' 37"

Die Beobachtung am theoretischen Komplement zu (001) : (111) ergab gleichfalls vortreffliche Kongruenz.

¹ Die 1. Mittellinie liegt dann in Achse b.

	(111) : (110)
18°	50' 42' 45"
111	50 42 33
229	50 42 13
334	50 41 55
448	50 41 34
553	50 41 13
Intervall 535°	Änderung — 0° 1' 32"

Es handelt sich also hier um eine bemerkenswert sehr kleine Veränderung der Lage von $\{111\}$; sie beträgt nur $0^{\circ} 1' 35''$ im Mittel.

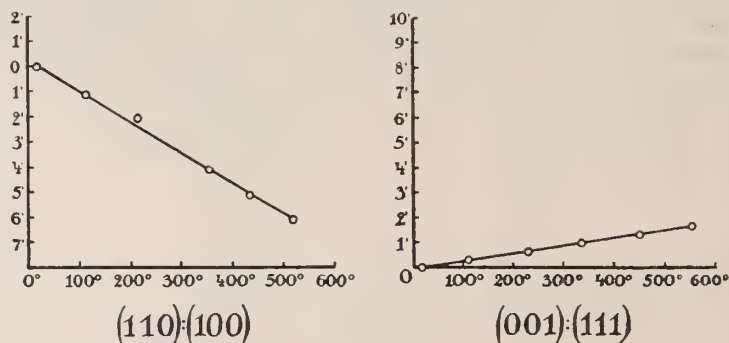


Fig. 2. Thermogoniometrische Änderungen des Hypersthens.

Hieraus berechnen sich folgende Größen:

17°	a : b : c = 1,02952 : 1 : 0,58685
300	a : b : c = 1,02748 : 1 : 0,58654
500	a : b : c = 1,02593 : 1 : 0,58629

Hornblende von Monte Somma, Vesuv
als Beispiel der monoklinen Amphibole.

Die Formen wurden auf die TSCHERMAK'sche Aufstellung (mit $r = \{011\}$) bezogen.

Danach sind:

$$a : b : c = 0,55108 : 1 : 0,29377 \quad \beta = 73^{\circ} 58' 12''$$

$$(110) : (\bar{1}\bar{1}0) = 55^{\circ} 49'$$

$$(\bar{1}01) : (011) = 34 25$$

$$(011) : (0\bar{1}1) = 31 32$$

$$(011) : (110) = 68 46 30''$$

Wie sonst wurden Flächen anpoliert, und zwar mit einer Annäherung an die theoretischen Lagen von $0' 30''$ bis $14' 34''$.

Die Veränderung der Hornblendegestalt mit der Temperatur stellt sich wie folgt dar:

(110) : (1 $\bar{1}$ 0)	
18°	55° 49' 0"
113	55 48 52
213	55 48 39
324	55 48 25
418	55 48 13
521	55 47 58
647	55 47 41
Intervall 629°	Änderung — 0° 1' 19"

In befriedigend entsprechender Weise änderte sich der Wert für

(110) : (010)	
17°	62° 5' 30"
119	62 5 44
212	62 5 54
335	62 5 58
416	62 6 14
Intervall 399°	Änderung + 0° 0' 44"

(1 $\bar{0}$ 1) : (011)	
18°	34° 25' 0"
108	34 24 14
210	34 23 34
306	34 22 46
413	34 21 56
538	34 21 4
Intervall 520°	Änderung — 0° 3' 56"

(011) : (110)	
18°	68° 46' 30"
108	68 45 46
210	68 44 51
306	68 44 2
413	68 43 13
538	68 42 15
Intervall 520°	Änderung — 0° 4' 15"

(011) : (011)	
18°	31° 32' 0"
104	31 31 26
218	31 30 40
334	31 29 46
416	31 29 3
518	31 28 21
Intervall 500°	Änderung — 0° 3' 39"

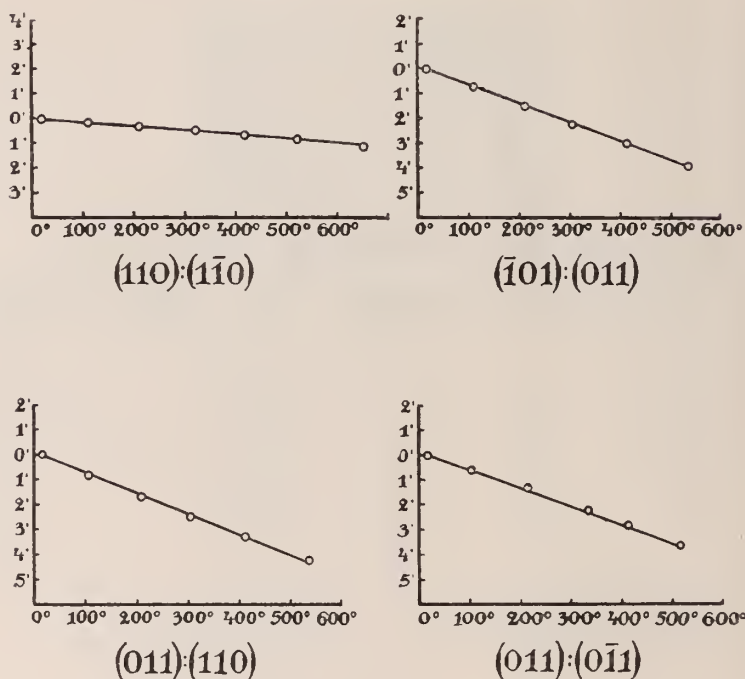


Fig. 3. Thermogoniometrische Änderungen der monoklinen Hornblende.

Die Änderung des Achsenverhältnisses und β -Winkels wird durch folgende Zusammenstellung bekundet:

18°	a : b : c = 0,55108 : 1 : 0,29377	$\beta = 73^{\circ} 58' 12''$
300	a : b : c = 0,55101 : 1 : 0,29350	$\beta = 73^{\circ} 56' 18''$
500	a : b : c = 0,55099 : 1 : 0,29331	$\beta = 73^{\circ} 52' 38''$

Anthophyllit von Labrador
 als Beispiel für die Orthhamphibole.

Es wurden zwei Spaltprismen poliert. Ihre Winkel ergaben sich zu $54^{\circ} 14' 27''$ und $54^{\circ} 34' 5''$. Der Normalwert für Anthophyllit ist noch nicht bekannt, so daß es hier nur auf die Veränderungen mit der Temperatur ankommt; sie betragen:

1. 20°	0' 0" (Ausgang)
101	— 0 27
200	— 0 52
311	— 1 22
408	— 1 45
503	— 2 7

2.	20°	0' 0"
	100	— 0 21
	206	— 0 53
	308	— 1 23
	412	— 1 58
	509	— 2 25

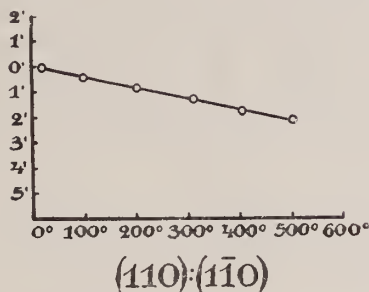


Fig. 4. Thermogoniometrische Änderungen des Anthophyllits.

Zum Vergleich der thermogoniometrischen Verhältnisse bei den hier studierten Mineralen seien zunächst temperatur-extreme Werte für den wirklichen inneren Winkel (110):(110) zusammengestellt.

	Diopsid	Hypersthen	Vesuvische Hornblende	Anthophyllit
20°	87° 10' 0"	88° 20' 0"	124° 11' 0"	125° 45' 33"
500	87 26 30	88 32 0	124.12 0	125 47 40

Es ergibt sich, daß dieser kristallstrukturell besonders bedeutsame Winkel sich bei allen vier Typen der Augit-Hornblende-familie gleichsinnig ändert, wenn man, wie hier geschehen, beim Orthaugit den inneren spitzen Prismenwinkel vorn — hinten stellt. Das ist also auch nach den vorliegenden Feststellungen die naturgemäße Orientierung. Kennzeichnend ist im speziellen, daß der thermogoniometrische Effekt gerade auf diesen Winkel bei Augit sehr viel kräftiger ist als bei Hornblende. Man erkennt das aus dem Vergleich der Kurven und aus nachstehender Zusammenstellung bezüglich des Intervalls von 20° bis 500° = 480°.

	Winkel	Gesamt- änderung	Änderung für je 100°
Diopsid	(110):(110)	+ 0° 16' 30"	+ 0° 3' 26"
Hypersthen	(110):(110)	+ 0 12 0	+ 0 2 30
Vesuvische Hornblende .	(110):(110)	+ 0 1 0	+ 0 0 12,5
Anthophyllit	(110):(110)	+ 0 2 7	+ 0 0 26,4

Auch in der Frage über die verwandtschaftlich richtige Stellung von monoklinem Augit und monokliner Hornblende liefert die thermo-

goniometrische Untersuchung ein wirksames Moment. Nimmt man den Augit mit der Fixierung von $s = \{111\}$ als gegeben an, so fragt sich, ob bei der Hornblende die Form r dieser Form s bei Augit entspricht oder ob r als (011) zu nehmen ist. Zugunsten letzterer Auffassung haben sich TSCHERMAK, WILLIAMS, CROSS und MÜGGE mit näheren Überlegungen über die Geometrie, Optik, Verwachsung, Uralitbildung und Absonderungsverhältnisse ausgesprochen. Bei Annahme dieser Stellung würde β der Hornblende = $73^{\circ}58'12''$ sein, andernfalls erschiene als β der in bezug auf Achse c gegen- seitige Winkel von $75^{\circ}2'$. Es fragt sich somit, ob ersterer oder letzterer mit β des Augits eine gleichsinnige thermogoniometrische Änderung durchmacht. Man findet:

	18°	300°	500°
β bei Diopsid	$74^{\circ}10'9''$	$74^{\circ}6'9''$	$74^{\circ}3'57''$
Winkel $73^{\circ}58'12''$ bei Hornblende } Winkel $75^{\circ}2'$ bei Hornblende }	$73\ 58\ 12$ $75\ 2$	$73\ 56\ 18$ $75\ 4\ 53$	$73\ 52\ 38$ $75\ 9\ 15$

Es verhält sich also der Winkel $73^{\circ}58'12''$ gleichsinnig mit β des Augits: beide werden bei Temperaturerhöhung kleiner, während der Winkel $75^{\circ}2'$ der Hornblende sich dabei vergrößert. Somit spricht auch die thermogoniometrische Untersuchung für die TSCHERMAK'sche Aufstellung der Hornblende.

Einen Überblick über die Gesamtänderung des monoklinen Augits und der monoklinen Hornblende, letztere in der besagten naturgemäßen Stellung, geben folgende Zahlen:

	Diopsid	Vesuvische Hornblende
20°	$a:b:c = 1,09213 : 1 : 0,58931$	$a:b:c = 0,54826 : 1 : 0,29377$
	$\beta = 74^{\circ}10'9''$	$\beta = 73^{\circ}58'12''$
500	$a:b:c = 1,08762 : 1 : 0,58604$	$a:b:c = 0,54766 : 1 : 0,29333$
	$\beta = 74^{\circ}3'57''$	$\beta = 73^{\circ}52'38''$

Institut für Min. und Petrogr. der Universität Leipzig.

Über die Ursache des damaszirten Schimmers beim Lievrit.

Von O. Mügge in Göttingen.

Es ist bekannt, daß manche Kristalle von Lievrit, wenn das Licht in bestimmter Richtung auf sie fällt, einen Schimmer wie schön blau angelaufener Stahl wahrnehmen lassen. Er bezeichnet nach BLUM¹ die ersten Anfänge der Umwandlung des Lievrit in

¹ BLUM, Pseudom. 3. Nachtr. 187. 1863.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [1917](#)

Autor(en)/Author(s): Rinne Friedrich

Artikel/Article: [Die Kristallwinkelveränderung verwandter Stoffe beim Wechsel der Temperatur. II. 73-82](#)