

XXXV. Kristallographische Eigenschaften des Andesins von Trifail.

Von A. Himmelbauer in Wien.

(Mit 3 Textfiguren.)

Die Plagioklase sind seit den klassischen Untersuchungen G. Tschermaks und M. Schusters unter den Silikaten wohl am eingehendsten studiert worden und gerade die Wiener Schule unter Führung F. Beckes hat hiezu wichtige Beiträge geliefert. Trotzdem sind unsere Kenntnisse über einzelne Glieder der Plagioklasmischungsreihe noch nicht so vollständig, wie es wünschenswert erscheinen vermag. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, einen Beitrag zur Kenntnis der kristallographischen Eigenschaften des Andesins an einem analysierten Materiale zu liefern.

Im Jahre 1884 veröffentlichte J. Rump f¹⁾ eine kurze Notiz über ein Vorkommen von Andesin in der Sotzka-Kohle von Trifail (ehemalige Südsteiermark). Er beschrieb das Mineral als kleine, schwebend gebildete, 1 bis 2 mm große Kristalle, die teils in der Kohle eingestreut seien, teils in dem tonigen Zwischenmittel lägen. Genauere kristallographische Angaben wurden nicht gegeben, an optischen Eigenschaften wurden die Auslöschungswinkel auf P mit 1° bis 2°, auf M mit — 7° bis — 9° bestimmt. An demselben Vorkommen wurde später von J. Rump f²⁾ das spezifische Gewicht zu 2'66 bestimmt. Ferner gab R. Maly²⁾ eine chemische Analyse mit folgenden Zahlen (bezogen auf wasserfreies Material):

¹⁾ Anzeiger d. Akademie d. Wissenschaften, Wien 1884, M.-n. Kl. XXI, S. 4.

²⁾ Sitzungsberichte d. Akademie d. Wissenschaften, Wien 1885, M.-n. Kl. XCI, II. Abt., S. 65.

SiO ₂	57·53		
Al ₂ O ₃	26·62		
CaO	8·48	Glühverlust bis 100°	0·20%
MgO	0·23	bis zum Glühen	0·25%
Na ₂ O	6·90		
K ₂ O	0·39		
	<hr/>		
	100·15		

Durch eine liebenswürdige Spende des Herrn Regierungsrates H. Dobowischegg in Piber gelangte der Verfasser in den Besitz des Originalmaterials des Trifailer Andesins aus dem Nachlasse von Professor Rumpf. Es bestand aus einer Anzahl kleiner, zumeist isolierter, trüber oder farblos durchsichtiger Kristalle. Aus letzteren wurde zunächst möglichst reines Analysenmaterial ausgesucht; die in dem Mineral enthaltenen dunkelbraunen Glaseinschlüsse konnten bis auf ganz kleine Reste entfernt werden. Eine Analyse von Frl. N. Sahlbom ergab, in ziemlich guter Übereinstimmung mit der älteren Bestimmung, folgende Zahlen (I):

	I.	II.
H ₂ O (105°)	0·12%	0·45%
SiO ₂	57·30	64·03
TiO ₂	0·00	
Al ₂ O ₃	26·87	17·71
Fe ₂ O ₃	0·82	0·35
MnO	Spur	
CaO	8·64	10·38
MgO	0·06	0·10
BaO	0·00	
Na ₂ O	6·02	6·54
K ₂ O	0·62	0·44
	<hr/>	<hr/>
	100·45%	100·00%

Laut Angabe der Analytikerin wurde die Analyse an einer bei 105° getrockneten Probe ausgeführt. Die Feuchtigkeit betrug 0·02%.

Aus den Molekularprozenten (II) berechnet erhält man

Or	3·52%	SiO ₂	1·39%
Ab	52·32	Al ₂ O ₃	0·35
An	41·52	Fe ₂ O ₃	0·35
		MgO	0·10
		H ₂ O	0·45

Da die Einschlüsse in dem Andesine aus einem Glase bestehen, bleibt wohl nichts übrig, als den etwas hohen SiO₂-Überschuß mit dem Überschusse von Al₂O₃ und den Werten von Fe₂O₃ und MgO als kieselsäurereiches Glas abzuziehen; etwa in dem Glase vorhandene Mengen von CaO und Alkalien können so nicht errechnet werden, die Molekularprozentzahlen für die einzelnen Feldspatmolekel stellen daher Höchstzahlen dar. Der Andesin hätte demnach die Zusammensetzung (in Molekularprozenten):

Or	3·6%
Ab	53·7
An	42·7

Die Dichte wurde an vollständig reinem Materiale neu bestimmt (Schwebeflüssigkeit Acetylentetrabromid + Benzol) $d = 2'675$ (20°).

Kristallographische Untersuchungen.

Von dem vorhandenen Materiale wurden mehr als 50 klare Kristalle am Goniometer gemessen. Verwendet wurde das zweikreisige Goniometer von V. Goldschmidt, das bei der Kleinheit der Kriställchen seine Vorteile gegenüber den einkreisigen Instrumenten erwies. Wegen der Kleinheit der Flächen wurde durchgehend das verkleinernde Signal gebraucht; das hat den Nachteil, daß die Fehlergrenze erhöht wird (bei sehr guten Reflexen Fehler von 1', bei guten 2—3'), doch liefert auch eine Verwendung des vergrößernden Signales keine genaueren Werte, da dann die Reflexe zu lichtschwach und verschwommen werden. Nur zur Kontrolle der Polarstellung der Prismenzone wurde für die hier gewöhnlich sehr guten Reflexe auch die Messung mit dem vergrößernden

Signale durchgeführt. Um die Fehler, welche sich bei der normalen Aufstellung des Andesins aus der Lage der P-Fläche für deren φ -Wert ergeben, abschätzen zu können, wurden die Kristalle auch noch nach der Zone MP polargestellt gemessen.

Der Andesin von Trifail gibt teils einfache Individuen, teils Albitzwillinge, zum kleinen Teile auch Karlsbaderzwillinge. Eine Zählung von 100 Kristallen ergab für die einfachen Individuen 47, für Albitzwillinge 43 und für Karlsbaderzwillinge 10. Dabei waren die Albitzwillinge in den häufigeren Fällen einfacher Art, aus zwei Teilindividuen bestehend, seltener waren eine oder mehrere Lamellen eingeschaltet. Bezüglich des Habitus ist bemerkenswert, daß, wie früher schon von F. Becke beim Orthoklas angegeben wurde,³⁾ einfache Kristalle und Albitzwillinge nach der a-Achse gestreckte Individuen lieferten (senkrecht dazu mit annäherndem quadratischen Querschnitte), während die Karlsbaderzwillinge durch ihre bedeutende Größe und durch eine Abplattung nach M und Verlängerung nach der c-Achse auffielen. Die Größe der einfachen Albitzwillinge überstieg meistens nicht 3mm in der Richtung der a-Achse.

Nach Ausschaltung aller Kristalle, welche größere Störungen aufwiesen (meist Knickungen der M- und P-Flächen und Anlagerung von nicht vollständig parallelen Individuen), verblieben für die eigentliche Messung 10 einfache Kristalle und 6 Zwillinge nach dem Albitgesetze, welche zur Elementenberechnung verwendet wurden. Die stärker gestörten Karlsbaderzwillinge wurden zur Berechnung nicht herangezogen; es werden im folgenden nur 3 gemessene Karlsbaderzwillinge angeführt, um den Habitus dieser Kristalle zu zeigen.

Die Formenentwicklung des Andesins von Trifail ist nicht besonders reich. Folgende Flächen treten auf:

M 0∞ 010	P 0 001	p $\bar{1}\bar{1}$ $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
f ∞ 3 130	y $\bar{2}0$ $\bar{2}0\bar{1}$	o $\bar{1}$ $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$
l ∞ 110	n $0\bar{2}$ $0\bar{2}\bar{1}$	m 1 111
T ∞ ∞ $1\bar{1}0$	e 02 021	α $1\bar{1}$ $1\bar{1}\bar{1}$
z ∞ $\bar{3}$ $\bar{1}30$		

³⁾ Tschermaks Min.-petr. Mitt. XXII (1903), S. 195, ferner F. Neugebauer, ebenda XXV (1906), S. 413.

Von diesen Formen sind bei den einfachen und Albitzwillingen stets groß entwickelt M und P, mittlere Größe haben T, l, y, meist stehen o und p in der Größe ebenfalls wenig nach, kleine schmale Flächen bilden f, z, n und besonders klein m und α ; nur an einem Albitzwillinge wurden kleine e-Flächen gemessen. Bei den Karlsbaderzwillingen (meist Berührungszwillingen nach M) herrscht M bei weitem vor, dann folgen l, T, weiters P, o, p, während y stark zurücktritt oder ganz ausfällt; ganz kleine Flächen bilden n und α . Dabei fallen o und p des einen Individuums fast genau in eine Zone mit der P-Fläche des Zwillinges, ein Umstand, der ein ungewöhnliches Aussehen dieser Zwillingkristalle bedingt und auch Ausbildung von Vizinalflächen in dieser Zone scheinbar begünstigt.

Bezüglich der einzelnen Formen ist bemerkenswert, daß M häufig Vizinalflächen aufweist, derart, daß der vordere Teil der Fläche gegenüber dem rückwärtigen eine um mehrere Minuten differierende Position der φ -Werte, oft auch der ϱ -Werte ergibt. An manchen, namentlich kleineren, Kristallen sind die Flächen aber vollkommen eben, Fläche und Gegenfläche gut parallel.

Die Prismenflächen geben zumeist gute Reflexe; sie weisen in ihren φ -Werten Schwankungen auf, jedoch nicht so beträchtlich, wie sie beim Albit angegeben werden.

Die P-Flächen lassen öfters Ausbildung von Vizinalflächen erkennen, geben auch manchmal minderwertige Reflexe (die Flächen erscheinen gerundet, wie angeätzt). Dieser Umstand sowie der kleine Wert für ϱ bedingen die starken Schwankungen in den φ -Werten bei den einzelnen Kristallen. y, o und p liefern fast immer gute bis sehr gute Reflexe. Dagegen sind die Positionen von n, m, α und e wegen der Kleinheit der Flächen schlecht zu bestimmen.

Bei den Albitzwillingen scheint die Lage der M- und P-Flächen gegenüber der im einfachen Kristall nicht wesentlich verschoben zu sein, im Gegensatz zu den Beobachtungen an Wiederholungszwillingen, wie sie beim Albit mehrfach angegeben wurden. Dagegen weisen Karlsbaderzwillinge mehrfach ungewöhnlich starke Störungen in der Lage dieser Flächen (namentlich P) auf, während eigentümlicherweise die übrigen Flächen der

Prismenzone außer M weniger gestört sind. Die Beobachtungen sind jedoch wohl zu wenig zahlreich, als daß irgendwelche Schlüsse daraus gezogen werden könnten.

Für die Berechnung der Elemente wurden nur die einfachen Kristalle und Albitzwillinge verwendet, und zwar nur die Positionswinkel aus den guten und sehr guten Reflexen. Die Berechnung selbst geschah nach der von L. Borgström und V. Goldschmidt⁴⁾ angegebenen Methode, lediglich die Werte der Fläche P (φ -Werte) wurden für die Ausgleichsrechnung ausgeschaltet.

Die zur endgültigen Messung und Berechnung verwendeten Kristalle wiesen folgende Kombinationen auf (Flächen der Rückseite mit 1', Flächen der Unterseite kursiv):

A. Einfache Kristalle.

Nr.	1	MITM'f'l'T'z'	Pp α Pyp α	
"	2	MfITM'f'l'T'z'	Pyp α Pyp α	
"	3	MfM'f'l'T'z'	Py P	Vorderseite schlecht ausgebildet.
"	4	MITM'z'	Pyp α Pyp α	Ein Teil abgebrochen.
"	6	MITM'	Pp Pyp α	Rückseite schlecht entwickelt, M und P mit Vizinalen.
"	7	MfITz	P Pyp α	Rückseite schlecht entwickelt, z gibt zwei Reflexe.
"	8	MfITzM'	Pyp α Pn	Rückseite schlecht ausgebildet, M mit Vizinalflächen.
"	13	MfITzM'	Pyp α P	l matt, rückwärtiger Teil abgebrochen
"	18	MfITM'f'l'T'	Pyp α Pyp α nnt α	T und o matt (Fig. 1).
"	37	MfITM'l'T'z'	Pyp α Pyp α	y matt. Der Kristall ist nach P abgeplattet.

B. Albitzwillinge (rechter Zwillingkristall unter Ab).

Nr.	15	M'f'l'	P α Pm'	
	Ab	M'l'f'zT	P α y Pym'	
"	22	M'f'l'	P α Pe	Vorderseite abgebrochen.
	Ab	M'l'	Pn α y Pe	o matt
"	28	TzM'f'l'	Pyp α Pyp	M matt (Fig. 2).
	Ab	f'l'M'zT	Pyp α Pyp	f' matt

⁴⁾ Zeitschrift f. Kristallographie XLI (1905), S. 63.

Nr. 31	$TzM'f'l'$	$Py Ppy$	T matt, y mit deutlicher Zwillingskante.
	Ab $f'l'MzT$	$Py o Py$	y nur ein meßbarer Reflex
"	35 $M'f'l'$	$yo P$	Kristall verletzt.
	Ab Mfl	$Py op P$	
"	24 $MflTzM'f'l'T'z'$	$Pny op$	Eine Zwillingslamelle eingeschaltet. Rückseite schlecht ausgebildet.
	Ab T'	$Py P$	

C. Karlsbaderzwillinge.

Nr. 44	I. $ITzM'f'l'T'$	$Py o n Pp$	n mit Vizinalfläche (Fig. 3).
	II. $ITzM'f'l'T'$	$Py op n P o p$	
"	45 I. $M'zTlf$	$Pn P n p o$	Rückseite des Kristalles abgebrochen.
	II. $Tl'f'M'z$	$P o y P y p o$	
"	47 I. $M'zTl'$	$P p o P p o \alpha$	
	II. $M'l'f'M'$	$P p o P p$	Rückseite schlecht ausgebildet.

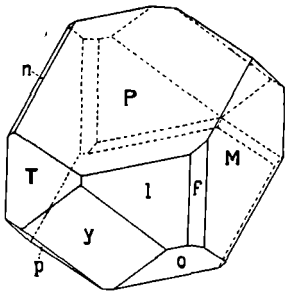


Fig. 1.

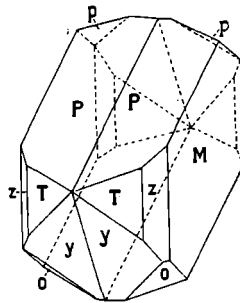


Fig. 2.

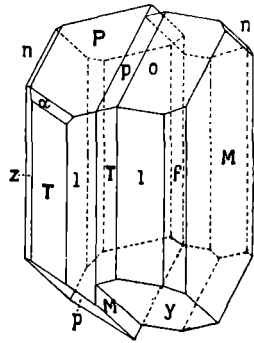


Fig. 3.

In der folgenden Tabelle sind die Werte von ϱ und φ der wichtigsten Flächen, korrigiert mit Berücksichtigung der theoretischen Werte aus den Flächen der Prismenzone und von y , o , p und P für die einzelnen Kristalle zusammengestellt. Schlechte Werte durch undeutliche Reflexe oder Vizinalen (v) sind dabei mit Klammern bezeichnet. Die Werte der Unterseite sind auf die der parallelen Flächen der Oberseite bezogen, ebenso bei den Albitzwillingen die Winkelwerte des Zwillingskristalles B auf das Ausgangsindividuum A zurückgeführt (siehe S. 618 ff.).

An seltener auftretenden Flächen wurden gemessen:

n (02̄)	Kristall 8 Ob.	φ	154° 25'	48° 40'
	Unt.		154 27	49 16
	18 Unt.		153 54	48 51
	37 Ob.		(154 15	48 43)
	22 B Ob.		(154 32	48 47)
α (1ī)	Kristall 8 Ob.		106 03	56 28
	18 Unt.		106 49	57 00
	37 Unt.		(106 34	56 16)
	28 B Ob.		(106 32	56 33)
m (1)	Kristall 18 Unt.		(65 52	58 13)
	15 A Ob.		65 42	58 14
	15 B Ob.		(65 29	58 12)
c (02)	Kristall 22 A Ob.		(22 44	51 56)
	22 B Ob.		22 34	52 13

Als Mittel der guten und sehr guten Ablesungen ergeben sich folgende Winkelwerte:

	φ	φ	φ	φ	φ
	0 ∞	∞ 3	∞	∞ ∞̄	∞ 3̄
Einfache Kristalle	0° 00'	29° 48'	58° 53'	118° 13'	149° 11'
Albitzwillinge	0 00	29 49	58 53	118 16	149 09
Mittel	0 00	29 48	58 53	118 14	149 10

φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
0		20		ī		īī	
80° 56'	26° 35'	270° 33'	55° 23'	223° 14'	34° 53'	321° 30''	37° 27'
81 06	26 32	270 33	55 24	223 16	34 53	321 18	37 17
81 01	26 33	270 33	55 23	223 15	34 53	321 28	37 25

Einfache Kristalle.

N.	0 ∞ (010)		∞ 3 (130)		∞ (110)		∞ ∞ (110)		∞ 3 (130)	
	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
1	— 0°02' 179 59	90°00' 89 57	(209 59	89 55)	59°00' (238 52	89°57' 89 58)	118°15' 298 14	89 57' 89 58	(329 05	90 00)
2	— 0 02 180 03	90 03 90 00	29 58 209 55	90 00 89 59	58 57 (238 46	90 00 90 01)	118 09 298 16	90 00 90 00	329 14	89 40
3	— 0 01 180 00	90 00 90 02	29 50 209 47	90 00 89 55	238 51	89 58	298 16	89 56	329 08	90 00
4	(v—0 01 (v—0 17 179 59	90 08) 90 00) 90 00			(58 58	90 00)	118 09	90 00	329 12	90 02
6	0 02 179 57	89 58 89 59			59 04	90 00	118 11	89 58		
7	— 0 04	90 00	29 47	90 00	58 43	89 59	118 10	90 07	149 00	90 10
8	— 0 01 179 58	90 00 90 02	29 45	89 57	58 52	89 58	118 15	89 59	149 13	90 00
13	0 00 180 03	90 00 90 00	29 43	89 59			118 11	89 59	149 15	89 53
18	0 00 180 00	90 00 89 57	29 40 209 49	90 00 89 59	(58 50 238 53	90 08) 89 51	(298 04	89 47)		
37	(v—0 07 (v 0 10 179 58	89 56) 90 03) 90 00	29 46	90 05	58 42 238 54	90 03 90 00	118 09 298 15	89 53 89 58	329 15	89 58

N.	0 (001)		$\bar{2}0$ ($\bar{2}01$)		$\bar{1}$ ($\bar{1}11$)		$\bar{1}1$ ($\bar{1}11$)		$0\bar{2}$ ($0\bar{2}1$)	
	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
1 Ob.	(v 80°46'	26°34'			223°18'	34°55'	321°22'	37°30'		
Unt.	(v 81 47	26 42)	270 32	55 26	223 14	34 57	321 25	37 33		
2 Ob.	81 12	26 34	270 32	55 26	223 11	34 54	321 25	37 26		
Unt.	80 50	26 31	270 37	55 21	223 21	34 51				
3 Ob.	80 51	26 39	(270 38	55 22)						
Unt.	80 55	26 36								
4 Ob.	(80 42	26 26)	(270 35	55 20)	(223 21	35 01)	(321 32	37 28)		
Unt.	81 06	26 34	270 37	55 29	223 20	34 50	321 23	37 23		
6 Ob.	(v 80 39	26 23)					(321 23	37 19)		
Unt.	(v 81 15	26 11)	270 28	55 26	223 14	35 02	321 21	37 31		
7 Ob.	80 55	26 39								
Unt.	81 31	26 37	(270 28	55 20)	223 04	34 54	321 45	37 30		
8 Ob.	81 00	26 36	270 31	55 37	223 06	34 58	321 28	37 26	154 28	48 40
Unt.	81 05	26 34							154 27	49 16
13 Ob.	80 42	26 28	270 38	55 19	223 08	34 50	321 34	37 31		
Unt.	(v 80 48	26 45)								
	(v 80 35	26 39)								
18 Ob.	80 31	26 42	270 34	55 12			321 28	37 16		
Unt.	81 15	26 44	270 37	55 08	223 19	34 41	321 51	37 23	153 54	48 51
37 Ob.	80 45	26 36	270 30	55 22	223 07	34 59	321 28	37 23	(154 15	48 43)
Unt.	81 07	26 35			223 26	34 46	321 37	37 34		

N.	0 ∞ (010)		∞ 3 (130)		∞ (110)		∞ ∞ (110)		∞ 3̄ (130)	
	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ	φ	ρ
15 A	180°04'	90°00'	209°39'	89°54'	238°49'	89°56'				
15 B	180 04	90 00	209 49	90 03	238 50	90 00	298 16	89 58		
							118 10	90 02	149 13	90 02
22 A	180 02	90 00	(209 27	90 00)	238 55	90 00				
22 B	(v180 21	89 46)			238 54	90 07				
	(v180 24	90 04)								
24 A	-0 01	90 00	29 49	90 07	58 53	90 07	118 15	90 00	149 06	90 00
	179 59	89 59	209 46	90 01	238 45	89 59	298 16	90 00	329 11	89 57
24 B							298 13	89 55		
28 A	179 55	90 00	209 48	90 10	239 05	90 02	118 17	90 00	149 13	89 59
28 B	179 55	90 00	209 54	90 00			118 15	90 03	149 15	90 00
31 A	180 01	90 00	209 59	90 00	(239 00	90 00)	118 26	90 05	148 58	89 54
31 B					(238 59	89 58)	(118 08	89 57)	(149 19	89 56)
35 A	180 00	90 00	(209 35	89 58)	238 56	90 00				
35 B	179 57	89 59	(209 50	90 05)	238 49	90 11				

Mit größerer Unsicherheit behaftet sind die Mittelwerte:

	φ	ϱ	φ	ϱ	φ	ϱ	φ	ϱ
	02		11		1		02	
Einf. Kr.	154° 16'	48° 56'	106° 26'	56° 44'				
Alb.-Zw.					62° 42'	58° 14'	22° 34'	52° 13'

Die aus den ersten 9 Flächen berechneten Elemente sind:

Polarelemente		Linearelemente	
$p_o = 0.8690$	$x_o = 0.4421$		
$q_o = 0.4949$	$y_o = 0.0686$	$a : b : c = 0.6341 : 1 : 0.5521$	
$r_o = 1$	$\delta = 81^\circ 11'$	$\alpha = 93^\circ 27'$	
$\lambda = 86^\circ 04'$		$\beta = 116^\circ 18'$	
$\mu = 63^\circ 38'$		$\gamma = 90^\circ 10'$	
$\nu = 88^\circ 06'$			

Zur Kontrolle waren die einzelnen Kristalle noch in einer zweiten Aufstellung (Zone MP polar gestellt) gemessen worden. Da bei dieser Aufstellung der Winkel M zu P unmittelbar erhalten wird, soll hier noch das Endergebnis der Messung für diesen Winkel mitgeteilt werden.

Mittel der guten Werte	M:P	P: \bar{M}	P:PaB
1. Einfache Kristalle	86° 00'	94° 01'	
2. Albit-Zwillinge	85° 59'	93° 55'	3° 57'

Mit Einbeziehung der schlechten Werte ändert sich das Ergebnis nicht wesentlich:

1. Einfache Kristalle	85° 58'	94° 02'	
2. Albitzwillinge	85° 59'	93° 53'	3° 59'

Aus diesen Werten für den Winkel MP sowohl, wie auch aus den berechneten Elementen ergibt sich, daß der Andesin von Tri-fail in seinen kristallographischen Elementen zwischen den Ele-

menten des Albites und Anorthites sich einordnet. Dagegen ergeben sich zwischen den gemessenen und den von Ed. Schmidt⁵⁾ und E. A. Wülfing⁶⁾ berechneten Werten Unterschiede, die größer sind als die Meßfehler. Ob die Beimengung von Orthoklas-substanz allein diese Abweichungen erklären kann, dürfte erst auf Grund weiterer Messungen an anderem Materiale zu entscheiden sein.

.

⁵⁾ Chemie der Erde I (1913), S. 351.

⁶⁾ Sitzungsberichte d. Heidelberger Akademie d. W., Heidelberg 1915, Abt. A M.-n. Kl., Abh. 13.