

XIII. Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und chemischer Zusammensetzung der Mineralien.

Von C. Doelter.

Um die Beziehungen zwischen Schmelzpunkt und chemischer Zusammensetzung der Mineralien zu erforschen und um für eine Anzahl gesteinsbildender Mineralien die Schmelzpunkte nochmals zu prüfen, unternahm ich eine große Anzahl neuer Bestimmungen. Es ist vermittelt der von mir bereits beschriebenen Öfen¹⁾ (die ich der Freundlichkeit des Herrn Heräus in Hanau verdanke) gelungen, neue verlässlichere Beobachtungen auszuführen, da in jenen Apparaten eine konstante Temperatur herrscht und dadurch eine Anzahl von Fehlerquellen, die namentlich den Gasöfen anhaften, vermieden werden konnten.

Die großen Differenzen, welche sich bezüglich der Schmelzpunkte ergaben, hängen teils von den Methoden, teils davon ab, was man unter Schmelzpunkt versteht.

Ich halte die von den Physikern der phys. Reichsanstalt in Berlin gut ausgebildete pyrometrische Methode vermittelt des Thermo-Elements für die bisher allein zuverlässige und verweise auf meine früheren Arbeiten.²⁾ Ein Umstand, der zu falschen Resultaten führen kann, ist das zu rapide Ansteigen der Temperatur und die Ungleichheit derselben an verschiedenen Punkten desselben. Dies scheint einer der Gründe zu sein, warum Brun³⁾ so hohe Resultate erzielte,

¹⁾ Zentralblatt f. Mineral. etc., 1902.

²⁾ Diese Mitt., Bd. XXI, Heft 1.

³⁾ Zentralblatt f. Mineral. 1902.

abgesehen von der geringen Verlässlichkeit seiner thermometrischen Vergleichspunkte.

Selbstverständlich können auch zu niedere Schmelzpunkte erhalten werden, dies ist teilweise bei den Bestimmungen von Joly¹⁾ und Cussack²⁾ der Fall, obgleich sich dieselben den meinigen ziemlich nähern; ich selbst erhielt anfangs, namentlich im Gasofen, zu niedere Resultate, was zum Teil durch die Anwendung eines Schutzrohres verursacht wurde. Die neuen Bestimmungen, nach drei Methoden in Öfen, in denen die Temperatur sehr langsam steigt und gut regulierbar ist, verbessern einige meiner früheren Bestimmungen und geben um 10—15°, bei Feldspaten um 20—35° höhere Punkte, also Differenzen von zirka 1—2 Prozent, was bei der Schwierigkeit der Bestimmungen überhaupt nicht viel genannt werden kann.

Die bedeutendste Schwierigkeit liegt in der Bestimmung des Schmelzpunktes selbst. Theoretisch³⁾ ist dieser Punkt sehr scharf zu bestimmen (als Schneidepunkt zweier Tensionskurven); tatsächlich ist aber bei allen Silikaten kein plötzlicher Übergang zwischen fest und flüssig zu beobachten, sondern ein eigentümlicher, halb fest, halb flüssiger Zustand.

Es scheint, daß der Übergang aus dem krystallinischen Zustand in den amorphen zumeist im viskösen Zustande vor sich geht. Bei Erhöhung der Temperatur wird das Glas flüssiger. Bei manchen Silikaten ist der Übergang ein schneller, z. B. bei Augiten, Olivinen, Hornblenden, und läßt sich zwischen Weichwerden und Flüssigwerden nur eine Temperaturzunahme von 10—20° wahrnehmen, bei anderen⁴⁾ Körpern ist der Unterschied ein viel größerer, so bei Feldspaten, bei Andalusit etc. 30—50°. Selbst bei Anwendung von ganz feinem Pulver beobachtet man dies; man müßte es durch viele Stunden bei der Temperatur des Weichwerdens belassen, resp. bei einer etwas höheren um eine Schmelzung zu erzielen. Der Umwandlungspunkt liegt jedenfalls in der Nähe der von mir T_1 genannten Temperatur. Immerhin ist die Bestimmung der absoluten Schmelzpunkte recht schwierig.

¹⁾ Annal. des sc. phys. et nat., 1902.

²⁾ Congrès géol. int. Compte rendu, Paris 1901, pag. 697.

³⁾ On the melting points of Minerals, 1886.

⁴⁾ Van't Hoff, Vorlesungen, 2, Heft, pag. 4, Braunschweig 1899.

Joly¹⁾ glaubt, es gäbe zwei Schmelzpunkte; den einen, welchen man bei Exposition des Minerals durch einige Minuten erzielt, den anderen, niedrigeren, wenn man durch mindestens 4 Stunden bei der betreffenden Temperatur das Mineral erhält. Das stimmt nun allerdings insofern mit meinen Beobachtungen überein, als man sich hüten muß, namentlich wenn man nicht feinstes Pulver verwendet, die Beobachtung nur während einiger Minuten durchzuführen; man muß in der Nähe der Schmelztemperatur durch längere Zeit die Temperatur konstant lassen, um den anfangs nur wenig schmelzenden Körper vollkommen zum Schmelzen zu bringen, ohne die Temperatur zu erhöhen.

Brun, welcher einen durch Knallgas geheizten Ofen benützte, in welchem die Temperatur sich rapid steigert und welcher überdies größere und dabei Krystalle von ungleicher Dicke benützte, hat dabei falsche Resultate erhalten, welche zum Teil zu niedrig sind, bei Eisenglanz, Andalusit, Titanit, zumeist aber, wie bei Anorthit, Apatit, Olivin etc. viel zu hohe.

Immerhin sind die von Joly als zweite Schmelzpunkte erhaltenen Zahlen viel zu niedrig, und es ist mir ganz unerfindlich, wie er zu so niedrigen Schmelztemperaturen kommen konnte, wie bei Leucit, für welchen er als normalen Schmelzpunkt 1298°, also mit dem von mir erhaltenen gut übereinstimmend, als zweiten Schmelzpunkt 1030° erhält! Ich habe mich auch durch einen Versuch überzeugt, daß diese Zahl unrichtig ist. Feinstes Leucitpulver wurde durch 5 Stunden auf einer Temperatur von 1100° erhalten, ohne daß dabei die geringste Veränderung an den Kanten wahrzunehmen gewesen wäre.

Da der Umwandlungspunkt des krystallinischen Minerals in die amorphe, flüssige Modifikation praktisch nicht genau durchführbar ist, so habe ich es für richtiger gehalten, zwei Punkte zu bestimmen, innerhalb deren der Schmelzpunkt gelegen ist, und durch Verbesserung der Beobachtungsmethoden ist es mir gelungen, diese zwei Punkte, für die ich in meiner ersten Arbeit Differenzen von 40°—60° erhielt, näher zu gestalten.

Ich habe diese zwei Punkte T_1 und T_2 genannt; es würde wohl T_1 der Umwandlungstemperatur, falls man sehr lange bei

¹⁾ Congrès géolog. intern. Paris 1901 I. c.

dieser Temperatur bleibt, entsprechen. Der zweite Punkt ist der des völligen Flüssigwerdens. Selbstverständlich sind aber auch hier Schwierigkeiten, den ersten Punkt richtig zu bestimmen, namentlich bei Mineralien, wie Feldspaten, Nephelin, Andalusit, Cyanit, wo die Differenz $T_2 - T_1$ 30—50° beträgt. Tatsächlich läßt sich daher dieser Punkt nur durch den Beginn des Weichwerdens bestimmen.

Wenn man einen Splitter genügend erhitzt, bildet sich um denselben ein feines Glashäutchen, es zeigen sich Schmelzhügel, die Kanten werden abgerundet, es tritt also bereits Schmelzung ein und entspricht dies dem Punkte T_1 ; hat man Pulver, so werden die Körnchen rundlich und das Pulver schmilzt zusammen; beläßt man durch mehrer Stunden den Körper bei dieser Temperatur, so wandelt er sich allmählich in Glas um. Diesen Punkt bestimme ich als ersten T_1 .

In der Praxis wird man auch für diesen Punkt noch Differenzen von 10—20° erhalten, durch mehrfache Versuche wird man den Punkt T_1 richtig bestimmen können.

Den zweiten Punkt kann man auch nur bei feinsten Splitterchen oder Pulver bestimmen, welche dann zur Kugel schmelzen, wobei man auch durch lange Zeit die Temperatur nicht mehr steigen lassen darf.

Auch hier wird man Differenzen von 10—30° bei einzelnen Versuchen erhalten.

Dieser zweite Punkt ist aber bereits höher als der Schmelzpunkt, denn es ist dann nur noch Flüssigkeit vorhanden, während beim Schmelzpunkt die flüssige und die feste Phase gleichzeitig vorhanden sind; T_1 liegt also wenig vor dem Schmelzpunkt, T_2 nach demselben, aber etwas weiter davon entfernt.

Erstarrungspunkt. — Für den Mineralogen ist dieser Punkt wichtiger als der Schmelzpunkt, denn seine Temperatur entspricht der Bildungstemperatur. Der Erstarrungspunkt liegt etwa 15—30° unter dem Punkte T_1 ; ich hatte ihn seinerzeit bei einzelnen Mineralien bestimmt, es wird aber noch nötig sein, denselben genauer zu bestimmen.

Endlich wäre noch ein Punkt wichtig, den ich hier noch nicht in Betracht gezogen habe und der unabhängig vom Schmelzpunkte oft von diesem weit entfernt ist, das ist der Existenzgrenzpunkt, über welchen hinaus das Mineral nicht mehr existenzfähig ist. Bei manchen

Mineralien, wie z. B. bei Granat, scheint er mit dem Schmelzpunkte zusammenzufallen, bei anderen, namentlich solchen, welche flüchtige Bestandteile enthalten, wie bei Idokras, Glimmer, liegt er weit unter demselben, aber auch manche Olivine, auch Eisengranate zeigen lange vor dem Schmelzen Umwandlungen, welche sich in Änderung der Farbe, Durchsichtigkeit äußern. Brun hat einige solche Punkte als *points de destruction du réseau cristallin* gemessen, diese Bezeichnung ist aber nicht richtig, denn es wird die chemische Verbindung verändert, also das chemische Molekül zersetzt, nicht das Krystallmolekül, jene Bezeichnung ist nur bei Zeolithen richtig oder bei polymorphen Modifikationen.

Methoden der Schmelzpunktbestimmungen. — Ich wende drei Methoden an:

1. An feinem Pulver, in welches das Thermo-Element direkt eingetaucht wird, im Vertikalofen (Meth. I);

2. an kleinen Spaltblättchen oder länglichen feinen Splittern, im Horizontalofen (Meth. II);

3. an Tetraedern, welche aus feinem Pulver geformt werden; Horizontalofen (Meth. III).

Die erste Methode ist jedenfalls die richtigste, da Rücksicht auf die Schmelzwärme genommen wird. Bei der dritten Methode kann man mit dem Fernrohre die Kantenschmelzung der aus feinem Pulver mit etwas Gummiwasser geformten Tetraeder beobachten und alle Stadien vom Zusammenbacken bis zum völligen Schmelzen gut beobachten. Weniger sicher ist die zweite Methode, welche aber den Vorteil hat, daß dazu sehr wenig Material nötig ist. Beim Vergleiche der drei Methoden ist entschieden die erste die genaueste, aber es bedarf hiezu größerer Mengen Material, welches nicht immer zu beschaffen ist.

Bei der Methode Splitter zu untersuchen kann man zumeist für den Punkt T_2 zu hohe Temperaturen erhalten, man muß daher die Temperatur sehr langsam steigen lassen; tut man das nicht und nimmt man beliebig große Stücke, so erhält man phantastische Zahlen; Brun hat diese Vorsichtsmaßregeln nicht beobachtet, daher seine exorbitanten Werte, während er für andere Mineralien wahrscheinlich kleinere Stücke nahm und dann verhältnismäßig niedere Zahlen erhielt. Dem Brunschen Ofen mit Knallgasgebläse fehlt die uer-

läßliche, sehr langsam sich steigende Temperatur, daher seine Irrtümer.

Daß man falsche Resultate erhält, wenn man größere Stücke von Mineralien im elektrischen Ofen bei steigender Temperatur erhitzt, davon habe ich mich selbst überzeugt. Nur wenn man die Temperatur so langsam steigen läßt, daß eine Temperatursteigerung von 10° erst nach mehreren Stunden eintritt, dann erhält man die richtigen Temperaturen. 10—20 Minuten genügen durchaus nicht, denn je größer die Masse, je länger die Zeit, die zum Schmelzen nötig ist. Selbst bei linsengroßen Stücken erhält man zu hohe Temperaturen. Etwas weniger Einfluß hat dies auf die Temperatur T_1 , sehr viel auf den von mir als T_2 bestimmten Punkt des vollzogenen Schmelzprozesses, man erhält daher dann größere Differenzen für $T_2 - T_1$.

So erhielt ich als Schmelzpunkt für Orthoklas 1260° , für Anorthit 1280° , für Labrador 1250° . Man kann aber, falls man verschiedene große Stücke nimmt, sich auch in der Reihenfolge irren, was offenbar bei den Brunschen Versuchen geschah.

Da aber ein stundenlanges Erhitzen sehr zeitraubend ist und auch besondere Vorsichtsmaßregeln und ein fortwährendes Regulieren notwendig sind, so ist es viel einfacher, entweder feinstes Pulver zu nehmen oder ganz winzige Spaltblättchen, Fasern oder dergleichen anzuwenden.

Auch hier ist es übrigens geboten, durch mindestens 20 Minuten die Temperatur constant zu belassen, denn die Zeit der Exposition ist von größter Wichtigkeit, sie muß mit der Größe der zu schmelzenden Körper wachsen.¹⁾

Bei der dritten Methode formte ich kleine Tetraëder, welche im Röhrenofen mit dem Fernrohr beobachtet wurden; so lange die

¹⁾ Ich will noch einen Fall anführen, der beweist, wie langsam größere Stücke schmelzen. Bei meinen Löslichkeitsversuchen (Zentralblatt 1902, Heft 7) hatte ich in geschmolzenem Labrador bei einer Ofentemperatur von zirka 1250° (die Temperatur der Schmelze selbst betrug um zirka $15-20^{\circ}$ weniger) Orthoklasbruchstücke eingetaucht; da das Maximum für den Orthoklasschmelzpunkt 1220° beträgt, so hätten diese ganz geschmolzen werden müssen, dies war aber nicht der Fall, sondern nur eine teilweise Zerstörung derselben trat ein, da eine Überhitzung nicht möglich ist, so war eben trotz der langen Dauer des Versuches diese nicht genügend, um das Stück ganz zu schmelzen, was den Einfluß der Masse zeigt; allerdings wäre es möglich, daß während des Lösungsprozesses im Labrador Wärmeabsorption eingetreten ist.

Schmelzung nicht begonnen hat, ist die Kante zickzackförmig, mit der beginnenden Schmelzung werden diese Kanten abgerundet.

Dadurch, daß die Versuchskörper auf einem Träger befestigt sind, welcher in einem langen Platinstab, der aus dem Ofen herausragt, endigt, können die Tetraëder jeden Moment aus dem Ofen herausgenommen und untersucht werden, was zur Bestimmung von T_1 notwendig ist.

Zusammenstellung der Schmelzpunkte.

Methode I. Bestimmung des Schmelzpunktes mit feinem Pulver bei darin eingetauchtem Thermo-Element.

Methode II. Bestimmung mit kleinen dünnen Spaltblättchen oder Splittern, Fasern.

Methode III. Bestimmung mit in Tetraëdern oder Pyramiden geformten Pulver.

T_1 Beginn des Schmelzens.

T_2 Temperatur des völligen Flüssigwerdens.

Olivingruppe.

	I	II	III
Fayalit ¹⁾ .	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1055 1075	
Hortonolith ²⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1175—80 1195	
Hyalosiderit ³⁾ v. Sasbach	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1215—20 1240	
Olivin v. Almeklovdal	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1280 1300
„ „ Kapfenstein ⁴⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1260—65 1275	
„ „ Somma, hell	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1335—40 1355—60
„ „ „ dunkel ⁵⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1255—65 1275—90	
„ „ „ Lipari ⁶⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1265—75 1280—85	

	I	II	III
Olivin v. Söndmöre .	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1325—40 1345—50
„ edler, Ägypten.	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1390—95 1400—1410	
„ zersetzter, Rib. d. Patas ⁷⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1155—60 1180—85	
Monticellit, Somma ⁸⁾ .	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1400—1410 1420—1460	
Forsterit, Sardinien .	T_1	> 1460	

Anmerkung. Der Olivin wird oft 100° vor seinem Schmelzpunkt verändert, indem er schwarz und undurchsichtig wird, so z. B. der edle Olivin, welcher bei zirka 1280° schwarz wird; wahrscheinlich durch Magnetitbildung.

1) Rammelsberg: Mineralchemie, 1875.

2) Mixer: Hintze, Handbuch, pag. 23.

3) Rosenbusch: N. J. 1872, pag. 50.

4) Clar: Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitt., Bd. V, pag. 85.

5) G. vom Rath: Pg. Ann., Bd. 155, pag. 34.

6) Brögger: N. J. f. M., 1880, II, pag. 190.

7) Doelter: Vulkane d. Kapverden.

8) Rammelsberg: Pg. Ann., Bd. 109, pag. 567.

	<i>SiO₂</i>	<i>MgO</i>	<i>FeO</i>	<i>CaO</i>	<i>H₂O</i>
I)	29·25		66·01	0·45	(<i>CuO</i> 1·33, <i>Al₂O₃</i> 3·57)
II)	33·59	16·88	44·37		0·26 (2·35 <i>MnO</i>)
III)	36·72	31·99	29·96		
IV)	42·25	49·17	8·48		(<i>Al₂O₃</i> 0·30)
V)	39·93	48·70	8·43		(<i>MnO</i> 1·03)
VI)	38·67	51·86	8·45	0·99	(<i>MnO</i> 0·12)
VII)	29·37	26·56	20·79		2·68 (20·52 <i>CO₂</i>)
VIII)	37·89	22·04	5·61	34·92	

Granatgruppe.

	I	II	III
Grossular, Monzoni ¹⁾ .	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1125—30 1140—55	
„ Auerbach ²⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1110 1125—40	1105—10
Almandin, Fahlun ³⁾ .	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1100—10 1140—50	

	I	II	III
Almandin, braungelb, {		1135	
Achmatowsk. . {		1160	
Almandin, Traversella {	1110—15		
. {	1140—45		
Hessonit, Ala ⁴⁾ . {		1110	
. {			
Pyrop, Böhmen, Me- {		1185	
ronitz ⁵⁾ . {			
Uwarowit ⁶⁾ . {		1270—80	
. {		1300	
Melanit, Frascati ⁷⁾ . {	925—35		
. {	945—50		

Anmerkung. Auch bei eisenhaltigen Granaten beobachtet man häufig eine Veränderung vor dem Schmelzen; sie werden undurchsichtig und schwarz, so der Almandin von Achmatowsk 20° vor T_1 , der Pyrop bei zirka 1145°.

1) Lemberg: Z. g. G., 1872, Bd. 24, pag. 249. — An. I.

2) Jannasch: N. J. f. M., 1883, Bd. I, pag. 110. — An. II.

3) Hisinger: Afh. i Fys., 4, pag. 387. — An. III.

4) Jannasch: N. J. f. M., 1883, Bd. I, pag. 120. — An. IV.

5) Moberg: J. f. pr. Chem., 1848, Bd. 43, pag. 112. — An. V.

6) Damour: Ann. d. Mines., 1843, 4, pag. 115. — An. VI.

7) Knop: Z. f. Kryst., Bd. I, pag. 13. — An. VII.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO
I) 39·53	20·15	4·94		1·72	33·88	
II) 41·80	20·91		2·01	0·82	33·48	
III) 37·66	19·66		39·68			(1·80 MnO)
IV) 38·12	18·35	7·17		0·02	35·40	
V) 40·45	19·67		9·94	15·00	5·29	(4·17 Cr_2O_3 , 2·59 MnO)
VI) 35·57	·6·25	(23·45 Cr_2O_3)			32·22	
VII) 35·09	8·80	19·27	1·80	0·47	32·61	(3·02 TiO_2)

Lithionglimmer.

	I	II	III
Lepidolith v. Rozena ¹⁾ {		925	
. {		935—45	
Zinnwaldit, hell, Zinn- {		940—50	
wald ²⁾ . . . {		960	

	I	II	III
Zinnwaldit, dunkler, $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		935	
Zinnwald. $\left. \right\}$		960—65	

¹⁾ Berwerth: Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitt., 1877, pag. 346.
— An. I.

²⁾ Berwerth: Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitt., 1877, pag. 345.
— An. II.

	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>FeO</i>	<i>K₂O</i>	<i>Li₂O</i>	<i>F</i>
I) 45·87	22·50	11·61	10·46	3·28	7·94	(1·75 <i>MnO</i>)
II) 50·90	27·80	0·05	10·78	5·88	7·88	

Magnesiaglimmer.

	I	II	III
Biotit v. Miase ¹⁾ $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1145—50	1140 1170
„ schwarzer vom Vesuv $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1155—60	
Biotit v. Monzoni ²⁾ $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1240	
Meroxen, gelbgrün v. Vesuv ³⁾ $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1230—40 1355—70	
Meroxen, Calumet, Island $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1195	
Anomit von Steinegg bei Krems $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$			1295 1325—35
Lepidomelan v. Freiberg ⁴⁾ $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1115—25 1150—60	
Lepidomelan aus Tonalit, Rieserferner $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1130—35 1165—75	
Rubellan v. Laacher See ⁵⁾ $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1160—65	
Phlogopit v. Burgess $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1250—55 1270—75	
„ Ceylon ⁶⁾ $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1290 1330	

Die Biotite werden zirka 50—100° vor dem Beginn des Schmelzens trüb und brüchig; bei Phlogopit tritt dies zumeist bei zirka 1150° ein.

- 1) Rammelsberg: Berl. Ak., 1889, pag. 36. — An. I.
 2) „ „ „ „ 1889, pag. 26. — An. II.
 3) Kjerulf: J. f. pr. Chemie, Bd. 65, pag. 187. — An. III.
 4) Scheerer: Rammelsbergs Mineralchemie, 1875. — An. IV.
 5) Hollrung: Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitt. — An. V.
 6) Popovits: „ „ „ „ „ 1874, pag. 291. —

An. VI.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	K_2O	H_2O
I)	32.19	12.34	6.56	23.61	5.29	9.59	3.73
II)	41.70	16.86	2.23	1.88	25.39	9.35	1.14 (0.53 F)
III)	44.63	19.04	4.92		20.89	6.97	0.17
IV)	40.56	17.87	12.93	10.15	10.15	0.83	3.48 (Na_2O 3.00)
V)	36.25	14.88	28.04	3.24	11.18	1.87	3.25 (Na_2O 1.25)
VI)	42.26	15.64	0.23	1.52	27.23	8.68	2.91 (2.19 F)

Kaliglimmer.

	I	II	III
Muscovit von New-Hampshire . . .	T_1	1255—60	
Muscovit von Middle-town . . .	T_1	1255—60	
	T_2	1270—90	

Nephelin, Leucit, Hauyn.

	I	II	III
Hauyn, Vesuv . . .	T_1	1190—95	
	T_2	1210—25	
Natronhauyn, Siderão	T_1	1090—1100	
	T_2	1140	
Sodalith . . .	T_1		1030
Elaeolith, Norwegen . . .	T_1	1090—1100	1085—95
	T_2	1110—1115	1100—1116
Nephelin, Vesuv . . .	T_1	1110	1105—20
	T_2	1125	1120—35
Leucit, Vesuv . . .	T_1	1275—80	1275—85
	T_2	1300	1300
Analcim Fassa	T_1	880—890	880

Rhombische Pyroxene.

	I	II	III
Bronzit Kraubath ¹⁾ . . .	T_1		1330—50
	T_2		1370—80
			20*

	I	II	III
Enstatit Bamle	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1375—80 1400
Hypersthen St. Paul ²⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1185—95 1200—1210	1175—80 1190—95

¹⁾ Höfer: J. Geol. R. A., 1866, Bd. XVI.

²⁾ Remelé: Z. geol. Ges., 1868, Bd. XX.

Monokline Pyroxene.

Wollastonit, Diopsid, Hedenbergit.

	I	II	III
Wollastonit, Cziklowa	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1230—45	1240 1250—55
„ Auerbach	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1235—40 1250—55	1235—45 1250
Diopsid, Ala ¹⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1245—50 1260—65	
Malakolith, Rezbanya ²⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1220	1220—30 1245
Salit, Breitenbrunn	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1210 1230	
Diopsid von Nordmarken ³⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1135—40	
Hedenbergit, Elba	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1080	1065—75 1090
„ v. Dognaczk ⁴⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1095 1110	1080 1090—1100
„ v. Tuna-berg ⁵⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1090—1110 1130	1125—35 1150
Traversellit, Monte acuto ⁶⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1115—20 1140

¹⁾ Doelter: Tschem. Mineralog. Mitt., 1877, pag. 288. — An. I.

²⁾ Runge: Pg. Ann., 1858, Bd. 103. — An. II.

³⁾ Doelter: Tschem. Mineralog. u. petrogr. Mitt., 1878, pag. 61. — An. III.

⁴⁾ Hidegh: Z. f. Kryst., Bd. VIII, pag. 534. — An. IV.

⁵⁾ Doelter: Tschem. Mineralog. u. petrogr. Mitt., 1878, pag. 61. — An. V.

⁶⁾ Richter: Pg. Ann., 1854, Bd. 53, pag. 109. — An. VI.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	
I) 54·74				2·91	17·02	26·03	
II) 56·03				1·38	17·36	25·05	
III) 50·91	0·17		0·76	17·34	7·21	22·93	(0·21 MnO)
IV) 49·00	0·91		2·85	17·24	1·34	21·30	(8·52 MnO)
V) 47·62	1·88		0·10	26·29	2·76	21·53	
VI) 52·39	1·21			20·46	14·41	7·93	(3·69 H_2O)

Tonerde-Augite.

	I	II	III
Augit, Mti. Rossi ¹⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1165—70	1165
		1185	1180
Augit v. Vesuv, gelb ²⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1175—80	
		1195	
„ „ „ schwarz ³⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1160	
		1180	
„ Sasbach ⁴⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1085—95	
		1105—1100	
„ schwarz, Aren- dal ⁵⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1095—1110	1090—95
		1120—40	1110—20
„ grün ⁶⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1150	
		1170	
„ v. Bufaure ⁷⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1180	
		1200	
„ aus Vesuvlava v. Jahre 1858 ⁸⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1140—50	
		1170	
„ R. das Patas ⁹⁾	T_1	1100—1110	

¹⁾ Rammelsberg: Pg. Ann., Bd. 103, 436. — An. I.

²⁾ Doelter: Tschem. Mineralog. Mitt., 1877, pag. 284.

³⁾ „ „ „ „ „ 1877, pag. 283.

⁴⁾ Merian: Neues Journ., 1855, Berlin, Bd. III, pag. 285.

⁵⁾ Doelter: Tschem. Mineralog. u. petrogr. Mitt., 1878, pag. 64.

⁶⁾ „ „ „ „ „ 1878, pag. 57.

⁷⁾ „ „ „ „ „ Mitt., 1877, pag. 287.

⁸⁾ Rammelsberg: Z. geol. G., 1859, Bd. XI, pag. 497.

⁹⁾ Doelter: Vulkane der Kapverden, pag. 129.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO
I)	47·38	5·52	3·85	7·89	15·26	19·16
II)	50·41	6·07	1·09	6·78	12·92	22·75
III)	46·95	9·75	4·47	4·09	16·04	19·02
IV)*	44·65	6·62	5·02	3·87	14·76	20·32
V)	45·50	7·17	0·60	15·59	8·15	22·25
VI)	53·28	1·37	1·08	4·50	15·63	24·27
VII)	49·01	5·09	3·77	7·74	14·55	20·01
VIII)	49·61	4·42		9·08	14·22	22·83
IX)	40·81	14·24	7·89	5·95	14·35	16·01 (0·61 Na_2O).

* In Augit IV 1·29, Na_2O , 0·49 K_2O , 2·93 TiO_2 , man könnte diesen Augit bereits zum Natron-Augit rechnen.

Fassait, Diallag.

		I	II	III	
Fassait, Pizmeda ¹⁾	· {	T_1	1200	1210	1200
		T_2	1220		1220
Omphazit, Tainach ²⁾	· {	T_1			1180—85
		T_2			1220
Diallag, Le Prese ³⁾	· {	T_1		1110	1110
		T_2		1140	
„ Prato ⁴⁾	· {	T_1		1165	1160
		T_2		1180	1180

¹⁾ Doelter: *Tscherm. Mineralog. Mitt.*, 1877, pag. 288. — An. I.

²⁾ Ippen: *Z. des naturw. Vereines f. Steiermark*, 1892. — An. II.

³⁾ G. vom Rath: *Pg. Ann.*, 1872, Bd. 144, pag. 250. — An. III.

⁴⁾ Köhler: *Pg. Ann.*, 13, pag. 101. — An. IV.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO
I)	44·76	10·10	5·09	2·09	13·65	24·90
II)	51·28	4·28	—	5·21	16·58	18·51
						(1·73 Na_2O , 0·85 K_2O , 1·20 H_2O)
III)	51·46	1·31		15·49	10·13	21·14
IV)	53·20	2·47		9·05	14·91	19·99 (1·77 H_2O).

Natron-Augite.

		I	II	III
Augit, Siderão ¹⁾	· {	T_1	1075	1085
		T_2		1090
„ Ag. caldeiras ²⁾	· {	T_1		1090
		T_2		1105—1110

	I	II	III
Augit, Garza . T_1			1105—15
„ Picos ³⁾ . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1085—90 1000—1100	
Ägirin, Langesund- fjord . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$			930—45 940—950
Akmit, Eger . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	925—30 945—50		925—45 945—60
Jadeit v. Tibet . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1000 1060		
Spodumen, Stirling T_1 .	1080—90		

¹⁾ Doelter: Vulkane der Kapverden, pag. 84. — An. I.

²⁾ „ „ „ „ pag. 84. — An. II.

³⁾ „ „ „ „ pag. 150. — An. III.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O
I)	38·22	13·08	9·29	9·14	11·73	14·80	4·32
II)	45·79	7·89	3·51	4·81	14·81	21·60	1·55
III)	36·79	16·97	15·37	2·23	8·99	18·90	0·65

Mangan-Augit.

	I	II	III
Fowlerit ¹⁾ , Franklin . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1120—40 1150—70	1120 1150
Rhodonit ²⁾ , Pajsberg . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1160—65 1180—95	1170—85 1190—95	

¹⁾ Pirsson: Am. J. Sc., III, pag. 40, 494. — An. I.

²⁾ G. Paykull: Geol. Fören, Stockholm 1891, Bd. 13, pag. 872. — An. II.

	SiO_2	MnO	FeO	CaO	MgO
I)	46·06	34·28	3·63	7·04	1·30 (ZnO 7·33)
II)	45·86	45·92	0·36	6·40	1·65

Amphibol.

Aktinolith, Anthophyllit.

	I	II	III
Anthophyllit ¹⁾ v. Her- mannschlag . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$			1325 1340
Tremolit . $\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$			1200 1220

	I	II	III
Aktinolith v. Pftsch,	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1140—50
dunkelgrün			1170
Asbest ²⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1275—85	
		1290—1310	
Nephrith, Jordansmühle	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1180—90	
		1210	

¹⁾ Brezina: Min. M., 1874, pag. 247.

²⁾ Scheerer: Pg. Ann., Bd. 84, pag. 383.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	H_2O
I) 57·39	2·04	6·42	6·53	29·08	0·69	2·56	
II) 57·50			3·88	23·09	13·42	2·36	

Tonerde-Hornblende.

	I	II	III
Hornblende, schwarz,	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1085	1085—90
Vesuv ¹⁾		1100	1095—1100
Hornblende, braun,	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1100—1110
Lukow			1125
Hornblende, schwarz,	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1075—80
Czernosin ²⁾			1090—1100
Hornblende, Risör	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1140
„ Achma-	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1080—90
towsk			1075—85
Pargasit, Pargas ³⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1140—55
			1160—75
Hornblende, grau,	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$		1065
Pierrepoint ⁴⁾			1080

¹⁾ Berwerth: W. Akad., 1882, pag. 85.

²⁾ Rammelsberg: Pg. Ann., pag. 103.

³⁾ Berwerth: W. Akad., 1882, Bd. 85.

⁴⁾ Haffke: Hintze's Mineral.

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	H_2O	K_2O	TiO_2
I) 39·80	14·28	2·86	19·02	9·10	10·73	1·79	1·42	2·85		
II) 40·95	14·31	5·81	7·18	14·06	12·55	1·64	0·26	(0·80	TiO_2)	
III) 42·97	16·42	1·53	1·32	20·41	14·99	1·53	0·87	2·85		
IV) 55·90	1·29	0·78	2·33	22·96	12·25	1·24	1·98	0·66		

Natron-Hornblenden.

	I	II	III
Arfvedsonit ¹⁾ , Narjakasik, Grönland	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	930 940	
Änigmatit ²⁾ , Kangerdluarsuk	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	935 945	
Riebeckit ³⁾ , St. Peters Dom El Paso	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	940 945	940 950
Krokydolith, Narsarsuk, Grönland	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	935 945	
Glaukophan ⁴⁾ , Syra	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	1040—45 1050—55	1035 1050
Gastaldit ⁵⁾ , St. Marcel	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	1025—30	1020—30 1040
Barkevikit ⁶⁾ , Langensund	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	1070 1085	1060 1085

¹⁾ Berwerth: W. Ak., 1892, Bd. 85, pag. 168. — An. I.

²⁾ Forsberg: Z. Kryst., Bd. 16, pag. 428. — An. II.

³⁾ König: Z. Kryst., Bd. 1, pag. 431. — An. III.

⁴⁾ Luedecke: Z. d. geol. G., Bd. 28, pag. 233. — An. IV.

⁵⁾ Cossa: Acc. Lincei Roma, 1875, Bd. 2, pag. 33. — An. V.

⁶⁾ Flink bei Brögger: Z. Kryst., Bd. 16, pag. 412. — An. VI.

	<i>SiO₂</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>FeO</i>	<i>MnO</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>K₂O</i>	<i>Na₂O</i>	<i>H₂O</i>
I)	47·08	1·44	1·70	35·65		2·32		2·88	9·14	2·08
II)	37·92	3·23	5·81	35·88	1·00	1·36	0·33	0·31	6·58	(7·57 <i>TiO₂</i>)
III)	49·33		14·87	18·86	1·75	0·41		1·44	8·33	(0·75 <i>ZrO₂</i>)
IV)	55·64	15·11	3·08	6·85	0·56	2·40	7·80		9·34	
V)	58·55	21·40		9·04		2·03	3·92		4·77	
VI)	46·66	11·45	6·18	19·93	0·75	10·24	1·11	1·44	6·08	

Feldspate.

Kalifeldspat.

	I	II	III
Orthoklas, Arendal ¹⁾	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	1190 1210	1185 1205—20
Adular, Gotthard ²⁾	$\left. \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\}$	1185—90 1210—20	1195 1210—20

	I	II	III
Sanidin, Drachenfels ³⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$	1140—50 1175	1145—55
Mikroclin v. Pikes- Peak	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$	1150—60	
Mikroclin v. Miase ⁴⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$		1155—60 1170—80

¹⁾ Schulz: Rammelsbergs Mineralchemie, 1860, pag. 628. — An. I.

²⁾ Abich: Pg. Ann., 1840, Bd. 51, pag. 519. — An. II.

³⁾ Schmidt: Tschermaks Mineralog. u. petrogr. Mitt., Neue Folge, Bd. 4, pag. 12. — An. III.

⁴⁾ Pisani: Ann. chim.-phys., 1876, Bd. 9, pag. 433. — An. IV.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O
I)	65·55	17·99	1·30	1·54	13·74
II)	65·69	17·97	1·34	1·01	13·99
III)	63·82	20·44	1·49	4·67	8·00 (1·69 Fe_2O_3)
VI)	64·08	20·70		1·27	13·75

Kalk-Natron-Feldspate.

	I	II	III
Albit, Schmirn.	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$	1115—25 1150	1130—35 1170 1160
Norwegen	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$	1120 1160	1120—40 1160
„ Sauerbrunn bei Stainz ¹⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$	1120—30 1150—60	1120—40 1155—60
Oligoklas, Soboth ²⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$		1140—60 1185 1175
„ Bakerville ³⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$	1140—50 1175	1145—50 1165—85 1130—40 1150—60
Sonnenstein v. Tvede- strand ⁴⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$		1135—45 1170 1135—40
Oligoklas, Mauthner b. St. Jakob ⁵⁾ (Stmk.)	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$		1135—45 1150—60
Andesin v. Var ⁶⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$	1155 1185	1160—65
Labrador, Monzoni ⁷⁾	$\left. \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right\}$		1445—55 1195 1140—50

	I	II	III
Labrador, Kiew ⁸⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$ 1155—60 1190	1150—60 1210	1145 1200
„ Szuligata ⁹⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	1140—55	1040—55 1070—90
Anorthit v. Vesuv ¹⁰⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$ 1165 1195—1205	1165—75 1195—1215	1150—60 1190—95
„ Pizmeda ¹¹⁾	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$ 1170—90 1205—20	1160—80	1160—80 1205—1210

Anmerkung. Beim Anorthit von Pizmeda trat jedesmal eine eigentümliche Erscheinung ein: bei 1160° erfolgte ein explosives Dekrepitieren des Pulvers, welches oft zum Teil in die Höhe geschleudert wurde, es müssen also Gase vorhanden gewesen sein.

Dieser Anorthit ist wasser- und kohlensäurehaltig, daher auch sein Schmelzpunkt höher, da er mehr kieselsaure Tonerde enthält.

¹⁾ Maly: Naturw. Verein f. Steiermark. — An. I.

²⁾ Smita: Tschermaks Mineralog. Mitt., 1877, pag. 265. — An. II.

³⁾ Clarke: Am. Journ., 1888, Bd. 36, pag. 222. — An. III.

⁴⁾ Scheerer: Pg. Ann., 1845, pag. 64. — An. IV.

⁵⁾ Unveröffentl. Mitteil. Derber Oligoklas, milchweiß. — An. V.

⁶⁾ Sipöcz: Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitt., Nene Folge, Bd. 3, pag. 175. — An. VI.

⁷⁾ Lemberg: Z. d. g. G., 1883. — An. VII.

⁸⁾ Sigeth: Bull. soc. min. Petersb., Bd. 7, pag. 25. — An. VIII.

⁹⁾ Doelter: Tschermaks Mineralog. u. petrograph. Mitt., 1874. — An. IX.

¹⁰⁾ Lemberg: Z. d. g. G., 1883, Bd. 35. — An. X.

¹¹⁾ G. vom Rath: Der Monzoni. Bonn 1875. — An. XI.

Der fleischrote bis weiße Anorthit ist nicht ganz frisch und enthält $CaCO_3$, er ist daher höher schmelzbar.

	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O
I)	65·19	18·41	2·11	12·41	1·88
II)	64·75	22·25	2·67	10·17	0·37
III)	62·92	25·32	4·03	6·18	9·96 (0·25 H_2O)
IV)	61·30	23·77	4·78	8·50	1·29
V)	55·19	24·97	4·10	nicht bestimmt	(0·58 MgO)
VI)	58·48	26·94	8·21	6·87	0·50 (0·49 H_2O)
VII)	55·51	28·99	9·41	4·48	2·81
VIII)	55·49	26·83	10·93	3·96	0·92 (0·51 H_2O)
IX)	55·52	28·93	9·95	5·01	0·28
X)	43·89	34·97	18·44	0·72	0·40 (0·32 H_2O)
XI)	41·18	35·55	19·15		(2·77 H_2O)

Spinellide.

	I	II	III
Pleonast, Orange-City ¹⁾	T_1 1250—60	1250—60	1240—50
	T_2 1290—1300	1290—1300	1275—80
Monzoni ²⁾	T_1	1270	
Magnetit, Mulatto	T_1 1195		1190—95
	T_2 1215—25		1210—1225
Franklinit . . .	T_1	> 1420	
Chromit, Kraubath	T_1	> 1450	1450

Chromit und Franklinit waren bei 1410—20° stark gesintert, auch Quarz zeigte sich bei 1470° stark zusammengebacken, demnach dürfte T_1 nicht sehr weit davon entfernt sein.

¹⁾ FeO zirka 10%.

²⁾ FeO 5·62, Fe_2O_3 2·83, Rammelsberg: Mineralchemie, 1875, p. 136.

Diverse.

	I	II	III
Eisenglanz v. Waldenstein	T_1	1360	1350
	T_2	1400	1390
Titanit	T_1		1200
	T_2		1230
Apatit v. Renfrew .	T_1		1270
	T_2		1300
Andalusit v. Lisenz	T_1		1330—50
	T_2		1395
Disthen v. Tainach	T_1 1370		1390
	T_2 1395—1430		> 1430

Resultate.

In der Olivingruppe steigt der Schmelzpunkt mit abnehmendem Eisengehalt; bei Olivinen mit 8% FeO steigt der Schmelzpunkt nicht auf 1300°. Der Monticellit zeigt, daß der Kalkgehalt den Schmelzpunkt erhöht. Noch mehr ist dies der Fall bei dem Forsterit-ähnlichen Mineral.

Granatgruppe. Einen sehr niedrigen Schmelzpunkt hat die Verbindung $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$. Eisenoxyd scheint den Schmelzpunkt stärker herabzudrücken als Oxydul. Chrom setzt den Schmelzpunkt bedeutend

hinauf, demnach würde die Beimengung von $Mg_3Cr_2Si_3O_{12}$ die entgegengesetzte Wirkung ausüben wie $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$; noch stärker scheint die Wirkung von $Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$ zu sein. Wie das Beispiel des Granats von Fahlun zeigt, würde die Verbindung $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$ einen höheren Schmelzpunkt haben als $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$. Magnesia scheint beim Ersatze des CaO den Schmelzpunkt zu erhöhen.

Glimmergruppe. Die Elemente Li und Fe setzen den Schmelzpunkt herab. Aus dem Vergleiche der Analysen geht hervor, daß Li_2O stärker wirkt als FeO , da trotz Fehlens von FeO in Analyse II der höhere Li -Gehalt bewirkt, daß der Unterschied in den Schmelzpunkten nur ein minimaler ist.

In der Biotitreihe scheint namentlich FeO Herabsetzung des Schmelzpunktes zu bewirken, der hohe Gehalt an Fe_2O_3 im Rubellan scheint nicht so kräftig zu wirken, allerdings ist hier wenig K_2 und viel Mg vorhanden.

Zwischen Mg und K scheint aber die Einwirkung auf den Schmelzpunkt ziemlich gleich, wie der Vergleich von Muscovit und Phlogopit zeigt.

Zwischen Hauyn und Sodalith ist der Unterschied in den Schmelzpunkten sehr groß, Cl scheint also eine Herabsetzung zu bewirken. Natron-Hauyn ist natürlich schwerer schmelzbar als kalkreicher; Nephelin steht zwischen Sodalith und Hauyn.

Pyroxengruppe. Der FeO -Gehalt scheint bei den rhombischen Pyroxenen den Schmelzpunkt herabzudrücken, namentlich ist dies aber der Fall, wie das Beispiel des Hypersthens zeigt, für Fe_2O_3 und wohl in geringerem Maße für Al_2O_3 .

Vergleicht man die eisenfreien Mineralien Wollastonit, Diopsid, Malakolith, so scheint der Eintritt von Mg statt Ca eine kaum merkliche Erhöhung zu erwirken, dagegen ist der Einfluß von FeO sehr bedeutend, wie der Vergleich mit den eisenreichen Diopsiden von Nordmarken, Dognaczka und Tunaberg zeigt, es sinkt der Schmelzpunkt mit steigendem Gehalte an FeO ; MnO im Hedenbergit von Dognaczka wirkt ähnlich.

Bei den Tonerde-Augiten ist der Gehalt an Al_2O_3 nicht als den Schmelzpunkt stark herabsetzend anzusehen, es scheint auch hier wieder dies besonders mit dem Eisengehalt zusammenzuhängen, wie der Vergleich von V und VIII mit II und III zeigt, immerhin scheint, wie Analyse IX zeigt, ein sehr großer Tonerdegehalt doch von Einfluß zu sein. Der niedere Schmelzpunkt des Augits von Sasbach

scheint nur durch den Alkaliengehalt erklärlich, welcher bereits im Augit von R. das Patas seine Wirkung äußert, dies zeigt sich noch mehr bei Ägirin und Akmit, in denen $Na_2 Fe_2 Si_4 O_{12}$ vorherrscht. Auffallend hoch ist der Schmelzpunkt des Fassaits trotz seines hohen Tonerdegehaltes, man muß zu dem Schlusse kommen, daß das darin angenommene Silikat $Ca Al_2 Si O_6$ einen hohen Schmelzpunkt hat.

Der niedere Schmelzpunkt des Diallag von Le Prese erklärt sich durch seinen höheren Eisengehalt.

Die stärkste Wirkung auf den Schmelzpunkt scheint der Na-Gehalt zu besitzen, denn verhältnismäßig kleinere Mengen drücken jenen stark herab (Sasbach, Aguas caldeiras), dies ist aber besonders dann der Fall, wenn dazu ein höherer Gehalt an $Fe_2 O_3$ tritt, selbst bei geringem $Fe O$ -Gehalt (A. von Picos), demnach ist es der Gehalt von $Na_2 Fe_2 Si_4 O_{12}$, welcher am meisten den Schmelzpunkt herabdrückt. Der Schmelzpunkt von $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ liegt um zirka 100° höher als der von $Na_2 Fe_2 Si_4 O_{12}$.

Mangan scheint nicht so stark schmelzpunkterniedrigend zu wirken wie Eisen, da die Verbindung $Ca Mn Si_2 O_6$ einen viel höheren Schmelzpunkt hat als $Ca Fe Si_2 O_6$. Zink scheint in der Mitte zwischen Mn und Fe bezüglich seiner Wirkung zu liegen, denn der zinkhaltige Fowlerit ist leichter schmelzbar als Rhodonit. Zwischen $Ca Mg Si_2 O_6$ und $Ca Mn Si_2 O_6$ ist der Unterschied kein so großer, doch ist letzterer immerhin leichter schmelzbar.

Amphibolgruppe. Auch hier drückt FeO den Schmelzpunkt herab; ein wesentlicher Unterschied zwischen den dimorphen Amphibolen und Pyroxenen scheint nicht zu bestehen, wie die Tremolit- und Aktinolithreihe zeigen.

Dagegen sind Tonerde-Hornblenden im allgemeinen leichter schmelzbar als analoge Pyroxene, was aber wohl nur dem Alkaliengehalt in ersteren zuzuschreiben ist. Im allgemeinen gilt das bei Pyroxenen beobachtete.

Bei den Natron-Hornblenden haben wir nahezu dieselben Schmelzpunkte wie bei den Natron-Augiten. Der Gehalt an $Ti O_2$ scheint von geringerem Einflusse. Auch hier ist bei den Pyroxenen (Akmit und Jadëit) $Na_2 Fe_2 Si_4 O_{12}$ leichter schmelzbar als $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$, wie der Vergleich von Arfvedsonit mit Glaukophan zeigt; demnach drückt $Fe_2 O_3$ den Schmelzpunkt herab. Der eigentlich auffallend höhere Schmelzpunkt des Barkevikits ist vielleicht dem Ca -Gehalt zuzuschreiben.

Feldspate.

Bei den Kalifeldspaten drückt *Na* den Schmelzpunkt bedeutend herab. Die Unterschiede zwischen *Ca*-Feldspat und *Na*-Feldspat sind, wie schon früher gezeigt, keine sehr großen; Gehalt an *Ca* setzt den Schmelzpunkt aber merklich hinauf, wie die Schmelzpunkte des Albits und des Andesins zeigen.¹⁾

Auffallend gering sind die Unterschiede zwischen Labrador und Anorthit. Wassergehalt, durch Zersetzung, scheint den Schmelzpunkt hinaufzusetzen, wie der Anorthit von Pesmeda zeigt; nach Entweichen von H_2O bleibt das unschmelzbare Al_2SiO_5 zurück.

In der Spinellgruppe wirkt *MgO* für den Schmelzpunkt nach oben, *Fe* entgegengesetzt, *Cr*, *Zn* setzen den Schmelzpunkt bedeutend herauf.

Die Verbindungen Al_2SiO_5 sind sehr schwer schmelzbar; Andalusit etwas weniger wie Disthen.

Vergleicht man die Mineralgruppen untereinander, so sieht man, daß das Verhältnis der Basis zur Säure keine Rolle spielt. Basische Silikate, wie Cyanit, Olivin sind oft schwerer schmelzbar wie saure. Andererseits finden sich in einer und derselben Gruppe so große Unterschiede der einzelnen Glieder, daß die Basizität jedenfalls keine Rolle spielt. Einzelne Elemente dagegen drücken²⁾ den Schmelzpunkt herab wie *Na*, *Li*, *Fe*, andere wie *Ca*, *Mg* heben ihn; noch mehr ist letzteres der Fall bei *Cr*.

Ein großer Unterschied scheint bei dimorphen Substanzen nicht vorhanden zu sein. Anthophyllit ist etwas leichter schmelzbar als Enstatit, Andalusit leichter als Cyanit. Asbest ist etwas schwerer schmelzbar als Diopsid; nirgends ist der Unterschied ein großer. Bei isomorphen Mischungen scheint, wie bei anderen physikalischen Eigenschaften, kein sprunghafter Unterschied, sondern allmählicher wahrnehmbar.

Die Frage, ob die Schmelzpunkte isomorpher Mischungen sich wie additive Eigenschaften verhalten, kann bei Mineralien schwer

¹⁾ Bei meinen ersten Arbeiten hatte ich zwischen Albit und Anorthit nur einen Unterschied von 25—30° gefunden, derselbe erhöht sich nun auf 40—45°. Der Unterschied zwischen Orthoklas und Anorthit stellt sich jetzt als sehr gering heraus.

²⁾ Ich beziehe mich nur auf das vorliegende, aus Silikaten und Oxyden bestehende Material. Über Sulfide und die anderen Oxydsalze liegt bisher nichts vor.

entschieden werden, es dürfte jedoch kaum Proportionalität zwischen Schmelzpunkt und Zusammensetzung existieren, da der Labrador dem Anorthit sehr nahe steht und andererseits bei Pyroxen und Amphibol ein geringer *Na*-Gehalt den Schmelzpunkt bedeutend herabdrückt.

Praktische Verwertung der Schmelzbarkeit für die Petrographie.

Es entsteht die Frage, ob die verschiedene Schmelzbarkeit, welche, wie wir sahen, von der chemischen Zusammensetzung abhängt, nicht zur Unterscheidung von verschiedenen Gliedern einer Gruppe verwertet werden könnte: Angesichts der großen Differenzen in den Zahlen, welche verschiedene Forscher für die absoluten Schmelzpunkte erhielten, könnte das bezweifelt werden.

Man braucht aber die absoluten Schmelzpunkte zu diesem Zwecke gar nicht heranzuziehen, sondern nur die relative Schmelzbarkeit.

So wird man in der Olivinreihe den Eisengehalt aus der Schmelzbarkeit entnehmen können, eine sehr hohe Schmelzbarkeit würde auf Beimengung von Ca_2SiO_4 deuten.

In der Granatreihe deutet sehr geringe Schmelzbarkeit unter 1100° auf großen Gehalt an $Ca_3Fe_2Si_4O_{12}$, dagegen sehr hoher Schmelzpunkt, gegen 1200° , auf Chromsilikat.

In der Hauynreihe wäre aus einem niedrigen Schmelzpunkt auf Natronhauyn zu schließen.

Bei Glimmer könnte ein sehr niedriger Schmelzpunkt, unter 1000° nur durch *Li* möglich sein.

Fe ermäßigt den sehr hohen Schmelzpunkt ebenfalls, wenngleich auch stark eisenhaltige Glimmer noch Schmelzpunkte über 1150° haben, immerhin würde man aus einem Schmelzpunkte von über 1200° auf eisenfreien Glimmer schließen können.

In der Augit- und Hornblendegruppe kann aus den Schmelzpunkten auf die chemische Zusammensetzung geschlossen werden. Ein Schmelzpunkt unter 1000° deutet auf Natronaugit, Natronhornblende. Geringere Mengen von Natron ermäßigen denselben bedeutend und kann aus einem Schmelzpunkt unter 1100° auf Natron (abgesehen von einem beträchtlicheren Eisengehalt) geschlossen werden. Eisenarme Augite und Hornblenden schmelzen gegen 1200° , eisenreiche zwischen 1100 — 1200° .

In der Feldspatgruppe lassen sich nur die Endglieder, also Albit, saurer Oligoklas, von Labrador, Anorthit unterscheiden. Der Übergang der anderen Plagioklase ist ein allmählicher und die Differenzen zu gering, um zur Unterscheidung benützt zu werden.

Bei den Spinellen setzt der Eisengehalt den Schmelzpunkt bedeutend herab, *Ca*-Gehalt erhöht ihn. Zur Unterscheidung von Analcim und Nephelin, respektive von Sodalith und Nephelin kann die Schmelzbarkeit gute Dienste leisten.

Um über die relative Schmelzbarkeit Aufschluß zu erhalten, wird es am zweckmäßigsten sein, das Mineral mit bekannten Mineralien gleichzeitig zu schmelzen. Einen allgemeinen Überblick über die Schmelzbarkeit erhält man durch eine Schmelzbarkeitsskala, ich hatte bereits in meiner ersten Arbeit eine solche aufgestellt, da jedoch Hornblende von Lukow je nach dem Natrongehalte wechselnde Schmelzpunkte gibt, so wäre sie durch Glaukophan, welche zwischen 1035—50 schmilzt, zu ersetzen, ebenso Spodumen, der einen höheren Schmelzpunkt hat, als ich zuerst annahm, durch Lithionglimmer oder Melanit.

Praktisch haben aber derartige Skalen¹⁾, aus wenigen Mineralien bestehend, keinen großen Wert, man wird bei Olivinen, Augiten, Hornblenden etc. eine Anzahl der angegebenen chemisch sowohl als auch dem Schmelzpunkte nach bekannten Mineralien in dünnen Splintern oder winzigen Spaltblättchen vorrätig haben müssen und diese mit ebensolchen des zu untersuchenden Minerals in einem kleinen elektrischen Ofen (wozu sowohl der Röhrenofen als auch ein vertikaler geeignet wäre) schmelzen. Es ist natürlich zu achten, daß die beiden Mineralien sich dicht nebeneinander befinden, damit keine Temperaturdifferenzen sich im Ofen ergeben. Die elektrischen Öfen sind dormalen sehr billig und ist deren Anwendung einfacher als die von Gasöfen.

Namentlich zur Unterscheidung von verschiedenen Augiten und Hornblenden wäre die Methode von Vorteil, vielleicht auch bei gesteinsbildenden Olivinen.

¹⁾ Die Skala würde demnach bestehen aus: Antimonit, Steinsalz, Lithionglimmer, Glaukophan, Albit, Orthoklas, Leucit, Bronzit.