

## 7. Schmelzversuche mit Orthosilikaten.

Von HERRN PAUL HERMANN, z. Z. in Windhuk.

Hierzu Taf. XX bis XXIII u. 7 Textfig.

Vor einem Jahre hatte ich die Gelegenheit wahrgenommen, an dieser Stelle über die Petrographie der Portlandzementklinker zu sprechen. Wir haben damals gesehen, daß sich an der Zusammensetzung der Klinker vorzugsweise 4 Mineralien beteiligen, nämlich der Alith, der Belith, der Celith und der Felith. In der neueren Zementliteratur findet sich verschiedentlich die Ansicht ausgesprochen, daß dem Felith eine Zusammensetzung von  $2 \text{ Ca O Si O}_2$  zukomme, eine Formel, die große Ähnlichkeit mit der Olivinformel besitzt. TÖRNEBOHM hatte überdies nachgewiesen, daß dieses Mineral rhombisch ist, sodaß die Vermutung nahe lag, daß der Felith ein Kalkolivin sei.

Um einigen Aufschluß über diesen Punkt zu erhalten, stellte ich eine Schmelzserie her, die ein Ansteigen des Gehalts an  $\text{Mg} = \text{Orthosilikat}$  um je  $6,25 \%$  für die folgende Schmelze besitzt. Um gleichzeitig einigen Aufschluß über die Kristallisationsgeschwindigkeit der Ausscheidungen zu erhalten, wurden die Schmelzversuche möglichst gleichartig gestaltet.

Als Rohmaterial wurden nur chemisch reine Stoffe verwandt, und zwar: chemisch gefällter kohlensaurer Kalk, gefällte Kieselsäure und chemisch reine Magnesia. Die sorgfältigst durchgemischten Einwagen wurden in Graphittiegel gefüllt, deren Deckel mit feuerfestem Tonbrei verschmiert wurden, um das Hereinfallen von Verunreinigungen zu verhüten. Unter den Tiegeln wurden die zur Messung der jeweils erreichten Höchsttemperatur dienenden Segerkegel angebracht und zwar so, daß sie vor Stichflammen geschützt waren. Die Schmelzen wurden in einem Koksgebläseofen (System HAMMELRATH) ausgeführt. Bei den Versuchen wurden stets die gleichen Koksmengen angewandt und die Brenndauer nach Möglichkeit gleich bemessen. Nach dem Niederbrennen und Ausschalten des Gebläsewindes wurden die Tiegel 10 Minuten lang noch im Ofen gehalten, sodann herausgehoben und in trockenen Sand gesetzt und hierin abermals 10 Minuten lang abkühlen gelassen und darauf aufgeschlagen. Die Abkühlungsdauer betrug demgemäß 20 Minuten, und es zeigte sich, daß die Schmelzen stets nach dieser Zeit erstarrt waren.

Interessant war es nun, daß die Schmelzen 1 bis 3 (Taf. XX), also von 0 bis 12,5 %  $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$ , beim Abkühlen, weit unter dunkler Rotglut, völlig zu Pulver zerfielen, eine Erscheinung, die bei felithreichen Klinken unter dem Namen „Zerrieseln“ bekannt ist. Diese Pulver erwiesen sich unter dem Mikroskop als durchgängig kristallin. Die Kristallsplitter zeigten eine überaus kräftige Spaltbarkeit in der Auslöschungsrichtung, die bei zunehmendem MgO-Gehalt sich etwas verringerte. Die Spaltrichtung ist zugleich die Richtung der kleineren optischen Elastizität. Ferner stellte es sich heraus, daß mit zunehmendem MgO-Gehalt die Doppelbrechung sich erhöhte. Auffallend ist die Ähnlichkeit der Schmelze 1 mit dem Felith, sodaß wohl anzunehmen ist, daß das Klinkermaterial wirklich mit dem Orthosilikat des Calciums identisch ist.

Die Schmelze 4 (Taf. XX) — (18,75 %  $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$ ) zerrieselte nur unvollkommen unter Zurücklassung haselnußgroßer Stücke. Das abgerieselte Pulver war dem der vorigen Schmelzen analog. Dünnschliffe der nicht abgerieselten Stücke zeigten eine glasige Grundmasse mit kristallinen Ausscheidungen. Letztere finden sich als rechteckige, seltener sechseckige Schnitte, mit gerader Auslöschung, die sich in sechs bis acht Strahlen um verschiedene Kristallisationszentren anordnen, und schließlich große Rechtecke mit Diagonalen und Mittelsenkrechten bilden. Vereinzelt fanden sich typische Felithkörner als Kristallisationszentren, an denen es leicht festzustellen war, daß die Licht- und Doppelbrechung des Felith hinter den anderen Ausscheidungen zurückbleibt.

Die übrigen Schmelzen mit mehr als 25 %  $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$  rieselten nicht mehr ab.

Die Schmelze 5<sup>1)</sup> (Taf. XX) — (25 %  $\text{Mg}_2 \text{SiO}_4$ ) besteht aus einer Glasbasis, in der kleine stabförmige Kriställchen sich in gestrickten Formen ausgeschieden haben. Anscheinend indes zwei Mineralarten, die dieses Maschenwerk bilden. Innerhalb dieser gestrickten Formen heben sich einzelne größere stab- oder schnurförmige Ausscheidungen heraus, die öfters sich zu Dreieckformen vereinigen. Diese Stäbe bestehen aus einer Reihe gleich orientierter Kriställchen von dem schwächer doppelbrechenden Körper, welche unter wechselnden Winkeln von zeitweise nebeneinander liegenden, ebenfalls gleich orientierten Kristallstäbchen des stärker doppelbrechenden Minerals durchschnitten werden. Infolge der Winzigkeit der Einzelindividuen ließen sich keine genaueren optischen Merkmale feststellen.

<sup>1)</sup> Die Schmelzen 5—17 sind bei gekreuzten Nicols in 70facher linearer Vergrößerung aufgenommen und die Aufnahmen für die Wiedergabe auf  $\frac{2}{3}$  verkleinert.

Die Schmelze 6 (Taf. XXI) (dazu Fig. 1) — (31,25%  $Mg_2 SiO_4$ ) besteht ebenfalls aus einer glasigen Grundmasse und Ausscheidungen zweier verschiedener Mineralien. Das eine von höherer Licht- und Doppelbrechung findet sich in eigentümlich keulen- oder tropfenähnlichen Formen, wie sie nebenstehende Figur zeigt. Stellenweise treten bei diesem Körper Zwillingsstreifungen auf, die an die Albitstreifung erinnern. Der andere kristallisierte

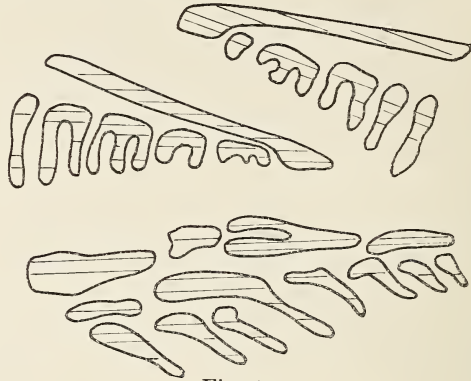


Fig. 1.

Körper zeigt keine regelmäßigen Formen, sondern findet sich neben den Glasresten als Füllmasse. Seine Licht- und Doppelbrechung ist geringer, als bei dem vorigen. Zuweilen haben sich auch von diesem Mineral Kristallanfänge gebildet, die im Dünnschliffe vier- bis sechsseitige Begrenzungen haben.

Die Schmelze 7 (Taf. XXI) (dazu Fig. 2 und 3) — (37,5%  $Mg_2 SiO_4$ ) zeigt ebenfalls zwei Arten kristalliner Ausscheidungen in einer glasigen Grundmasse. Der eine Körper bildet langprismatische

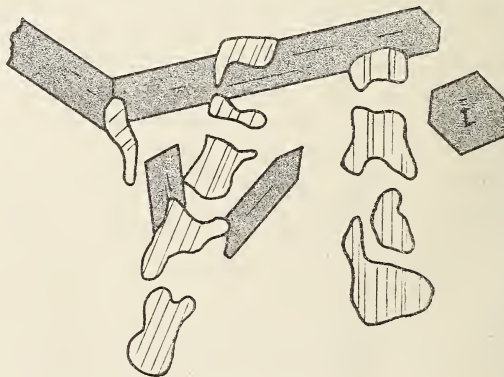


Fig. 2.

Kristalle mit 4, 5, 6 auch 8-seitigen Querschnitten. In diesen Schnitten zeigt es sich öfters, daß die Kante, nach der die Auslöschung erfolgt, meist untergeordnet entwickelt ist, zuweilen fehlt sie ganz. Ferner zeigen die Schnitte eine schwach ausgeprägte Spaltbarkeit nach den zwei stets vorhandenen Seitenkanten. Bei den Längsschnitten macht sich diese Spaltbarkeit nach der Längsaxe untergeordnet bemerkbar.



Fig. 3.

Die Doppelbrechung ist nicht sehr hoch, bei dem vorliegenden Dünenschliffe steigt die Interferenzfarbe nicht über grauweiß. Der andere kristalline Körper hat keine vollkommene Ausbildung erfahren. Er findet sich in keulen- bis schlauchartigen Gebilden, die zu Schnüren angeordnet sind. Parallel zu dieser Schnurrichtung macht sich eine Zwillingsstreifung bemerkbar. Der Körper ist höher licht- und doppelbrechend als der vorige, und ist augenscheinlich derselbe, den wir in der vorher beschriebenen Schmelze bereits in ähnlicher Form angetroffen haben.

Schmelze 8 (Taf. XXI) (Fig. 4) — 43,75%  $Mg_2SiO_4$ . Neben wenig Glassubstanz findet sich reichlich der weniger hoch licht- und doppelbrechende Körper, teils in rundlich und verzerrt ausgebildeten, teils in scharf begrenzten Kristallen ausgeschieden.

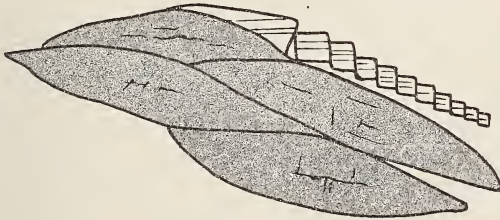


Fig. 4.

Daneben findet sich der kräftiger licht- und doppelbrechende Körper meist in unregelmäßig geformten, durch die Zwillingsstreifung leicht erkenntlichen Ausscheidungen, die vereinzelt 4- bis

6-seitige Schnitte geben, meist jedoch schlauchartig geformt sind. Dieser Körper tritt hier bedeutend zurück.

Schmelze 9 (Taf. XXI) (Fig. 5) — 50%  $Mg_2SiO_4$ . Zwischen den einzelnen Kristallen, zuweilen auch als Einschlüsse, finden sich noch Glasreste, sonst hat sich nur ein Mineral ausgeschieden, welches mit dem geringer doppelbrechenden der vorigen Schmelze identisch sein dürfte. Augenscheinlich ist dieses Mineral Monticellit. Dieser Körper bildet vorzugsweise größere Kristalle, die im Dünnschliffe vier- oder sechseitige Begrenzungen aufweisen.

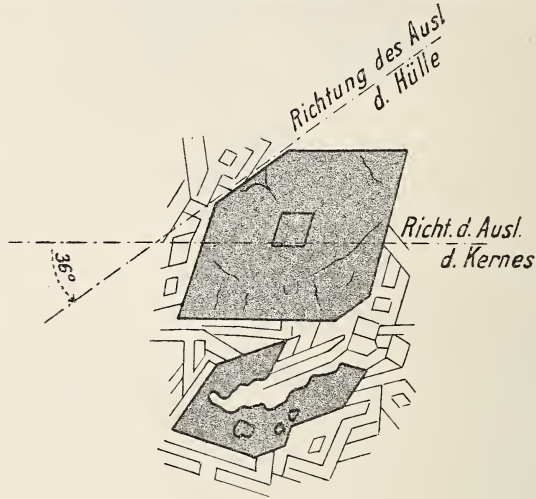


Fig. 5.

Eine eigentümliche Kernbildung zeigt sich bei diesen Schnitten, indem der Kern anders als die Hülle orientiert ist. Es wurde z. B. der Unterschied der Auslöschungsrichtung von Kern und Hülle  $36^\circ$  gemessen. Hierbei war es interessant, daß der Kern vorzugsweise die Seiten ausgebildet hatte nach denen die Auslöschung erfolgt, während die Hülle die nicht der Auslöschung parallelen Seiten vorzugsweise ausgebildet hat, und diese parallel den Seiten des Kerns verlaufen. Außer diesen großen Kristallausscheidungen hat sich als Füllmasse eine zweite Generation kleiner, meist nadelförmiger, auch viereckiger Kristalle ausgeschieden, die dieselbe Licht- und Doppelbrechung wie die der ersten Generation besitzen, folglich auch stofflich identisch sein dürften.

Schmelze 10. (Taf. XXII) — 56,25%  $Mg_2SiO_4$ . Sechseitige und leistenförmige Schnitte vom opt. Charakter der vorigen Schmelze finden sich reichlich im Dünnschliffe. Daneben treten aber auch

ähnliche Schnitte auf, die einen höher doppelbrechenden Kern, jedoch von gleicher Lichtbrechung besitzen. Die Kristalle liegen in einer etwas glasigen Grundmasse mit reichlichen Ausscheidungen einer zweiten Kristallgeneration vom Charakter der kernlosen Kristalle. Die Umrissse der großen Kristalle sind meist nicht scharf ausgebildet.

Schmelze 11 (Taf. XXII) — 62,5 %  $Mg_2 SiO_4$ . Es sind hier zwei Minerale zu Ausscheidung gelangt, die sich vorzüglich an der verschiedenen Doppelbrechung erkennen lassen. Die Kristalle sind allseitig scharf ausgebildet, bleiben aber an Größe hinter denen der vorigen Schmelze zurück. Die beiden Minerale zeigen häufig Verwachsungen mit einander, und besonders die Kernbildungen. Hierbei ist der höher doppelbrechende immer der Kern. Das niedriger doppelbrechende ist zweifellos wieder Monticellit. Glasreste mit sekundärer Kristallisation finden sich zuweilen.

Schmelze 12 (Taf. XXII; dazu Fig. 6) — 6875 %  $Mg_2 SiO_4$ . Die Kristallausscheidungen sind größer als bei voriger Schmelze,

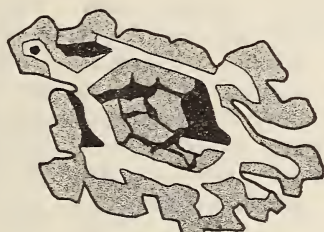


Fig. 6.

tragen jedoch dieselben Charaktere an sich — Kernbildungen sind hier durchgängig vorhanden. Dagegen sind die Begrenzungen weniger scharf. Glasrest ist fast nicht vorhanden.

Schmelze 13 (Taf. XXII) — 75 %  $Mg_2 SiO_4$ . Die beiden Körper sind vorzugsweise nebeneinander ausgeschieden. Beide besitzen scharfe Begrenzungen und sind oft mit einander verwachsen, jedoch nicht in Kernformen. Soweit es zu schätzen möglich ist, dürften beide Mineralien in gleicher Menge vorhanden sein. Die Kristalle bleiben hinsichtlich ihrer Größe weit hinter denen der vorigen Schmelze zurück.

Schmelze 14 (Taf. XXIII) — 81,25 %  $Mg_2 SiO_4$ . Ist der vorigen Schmelze außerordentlich ähnlich. Der höher doppelbrechende Körper dürfte wohl überwiegen. Außerdem tritt, wenn auch höchst untergeordnet, eine zweite Kristallgeneration auf, die sehr kräftige Doppelbrechung zeigt.

Schmelze 15 (Taf. XXIII) — 87,5%  $Mg_2 SiO_4$ . Die Kristalle zeigen meist verzerrte und unregelmäßige Schnitte. Es ist nur ein Körper ausgeschieden, daneben ist ein kleiner Glasrest vorhanden.

Schmelze 16 — 93,76%  $Mg_2 SiO_4$  und Schmelze 17 —  $Mg_2 SiO_4$  (beide auf Taf. XXIII) unterscheiden sich von 15 nur durch die Korngröße.

Die Einzelresultate zusammenfassend, will ich hervorheben:

1. Bis zu einem Gehalt von 12,5%  $Mg_2 SiO_4$  zerrieseln die Schmelzen zu einem kristallinen Pulver. Bei 18,75%  $Mg_2 SiO_4$  ist die Zerrieselung nur unvollständig, bei höherem Gehalt tritt diese Erscheinung nicht ein.

Bei 50%  $Mg_2 SiO_4$  tritt nur ein Körper auf, der unschwer als Monticellit gedeutet werden kann. Daß dieser Körper kein Mischkristall des Forsterits mit Calciumorthosilikat ist, geht aus dem getrennten Auftreten des letzten Minerals neben Monticellit hervor. Bei einem Gehalt von 31,25%  $Mg_2 SiO_4$  ist bereits die Ausscheidung von typischem Monticellit wahrzunehmen, die sich bis 81,25%  $Mg_2 SiO_4$  verfolgen läßt. Einschränkend hierzu muß jedoch bemerkt werden, daß Monticellit mit Forsterit Mischkristalle zu bilden bestrebt ist und diese Bildung bereits bei 56,25%  $Mg_2 SiO_4$  deutlich wahrnehmbar ist. Bei höherem Gehalt von  $Mg_2 SiO_4$  als 81,25 nimmt die Kristallausscheidung einen einheitlichen Charakter an, nämlich den des Forsterits. Die Größe der Kristalle ist jedoch zu gering, als daß sich etwaige Abweichungen der optischen Eigenschaften mit Sicherheit nachweisen lassen.

3. Forsterit scheidet sich stets vor dem Monticellit aus.

4. Die Ursache des Zerrieselns ist noch nicht genügend aufgeklärt. Da diese Erscheinung erst bei niedrigerer Temperatur auftritt, so sind zwei Erklärungen möglich:

- a) Die Schmelze erstarrte zu Glas und erlitt weit unter dem Erstarrungspunkte eine spontane Kristallisation, wobei sie infolge Volumenverminderung zerfällt.
- b) Die Schmelze erstarrte zu einem dimorphen Körper, der bei einer gewissen Temperatur in die andere Phase übergeht und hierbei eine Volumenvermehrung oder -Verminderung erleidet.

Diese beiden Hypothesen sind jedoch noch nicht bestätigt und sollen keineswegs als Resultat der vorliegenden Untersuchungen gelten.

5) Von einigem Interesse ist das Studium der Kristallisationsgeschwindigkeit. Zu diesem Zwecke waren die Abkühlungs-

	Einwägung				Gewichtsprozent				Molekularprozent		Kristallgröße linear		Mineralauscheidung		
	Si O <sub>2</sub>	Ca CO <sub>3</sub>	Mg O	Sa	Si O <sub>2</sub>	Ca O	Mg O	Sa	Ca <sub>2</sub> Si O <sub>4</sub>	Mg <sub>2</sub> Si O <sub>4</sub>	Breite $\mu\mu$	Länge $\mu\mu$	in $\frac{\mu\mu^2}{\text{Quer-Querschnitt}}$		
1	120	400	—	520	34.88	65.12	—	100.00	100.	—	völlig zerrieselt		Felith		
2	120	375	10	505	35.29	61.76	2.94	99.99	98.75	6.25			"		
3	120	350	20	490	35.71	58.33	5.95	99.99	87.5	12.5			"		
4	120	325	30	475	36.14	54.82	9.04	100.00	81.25	18.75	teilweise zerrieselt		"		
5	120	300	40	460	36.59	51.22	12.20	100.01	75.	25.	0.27	0.77	0.21	"	
6	120	275	50	445	37.04	47.53	15.43	100.00	68.75	31.25	0.96	5.87	5.64	"	Mon-ticellit
7	120	250	60	430	37.50	43.75	18.75	100.00	62.5	37.5	1.03	4.56	4.70	"	
8	120	225	70	415	37.97	39.87	22.15	99.99	56.25	43.75	1.56	4.17	6.51	"	
9	120	200	80	400	38.46	35.90	25.64	100.00	50.	50.	3.77	10.70	40.34	"	
10	120	175	90	385	38.96	31.82	29.22	100.00	43.75	56.25	2.02	4.29	8.67	"	For-sterit
11	120	150	100	370	39.47	27.63	32.90	100.00	37.5	62.5	1.38	2.39	3.30	"	
12	120	125	110	355	40.00	23.33	36.67	100.00	31.25	68.75	3.05	9.90	30.20	"	
13	120	100	120	340	40.54	18.92	40.54	100.00	25.	75.	0.88	1.85	1.63	"	
14	120	75	130	325	41.10	14.38	44.52	100.00	18.75	81.25	1.02	1.33	1.36	"	
15	120	50	140	310	41.67	9.72	48.61	100.00	12.5	87.5	0.88	1.16	1.04	"	
16	120	25	150	295	42.25	4.98	52.82	100.00	6.25	93.75	0.67	0.77	0.52	"	
17	120	—	160	280	42.86	—	57.14	100.00	—	100.	0.39	0.47	0.18	"	



bedingungen und -dauer bei sämtlichen Schmelzen gleichgestaltet worden. Es sind nunmehr die linearen Kristallisationsgeschwindigkeiten proportional den größten Durchmessern der Ausscheidungen; die kubischen Geschwindigkeiten den Rauminhalten der Ausscheidungen. Letztere lassen sich jedoch nicht im Dünnschliff ermitteln, dagegen wird man angenäherte Werte erhalten, wenn man die verschiedenen Quer- und Längsschnitte ausmisst und hieraus den Mittelwert ermittelt. Auf diese Weise wurde die nachstehende Kurve (Fig. 7) erhalten.

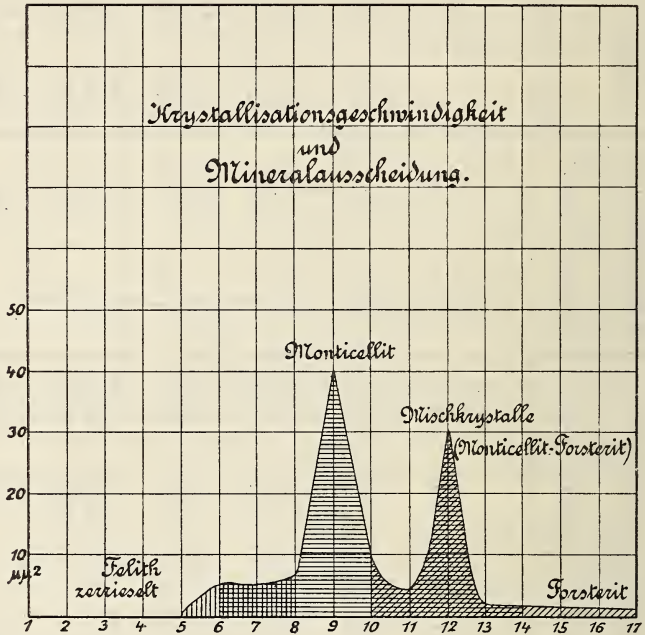
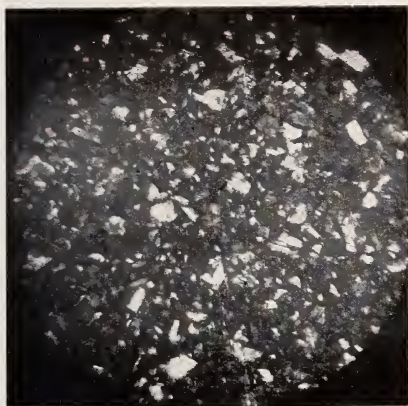
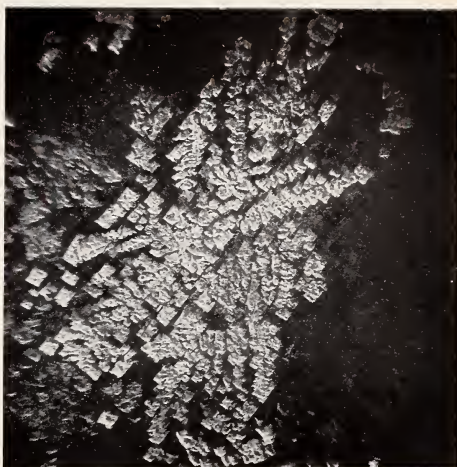




Fig. 7.

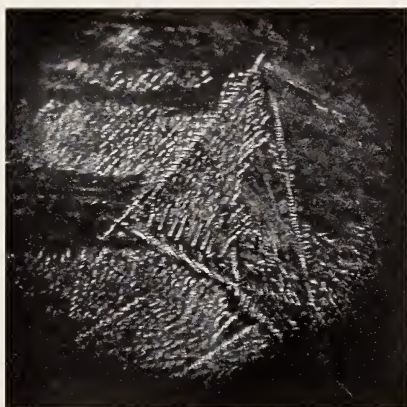
Ein Maximum tritt bei der Erstarrung des reinen Monticellits und eins bei dem Punkte ein, bei welchem Forsterit und Monticellit in gleichen Mengen als Mischkristalle ausgeschieden sind.



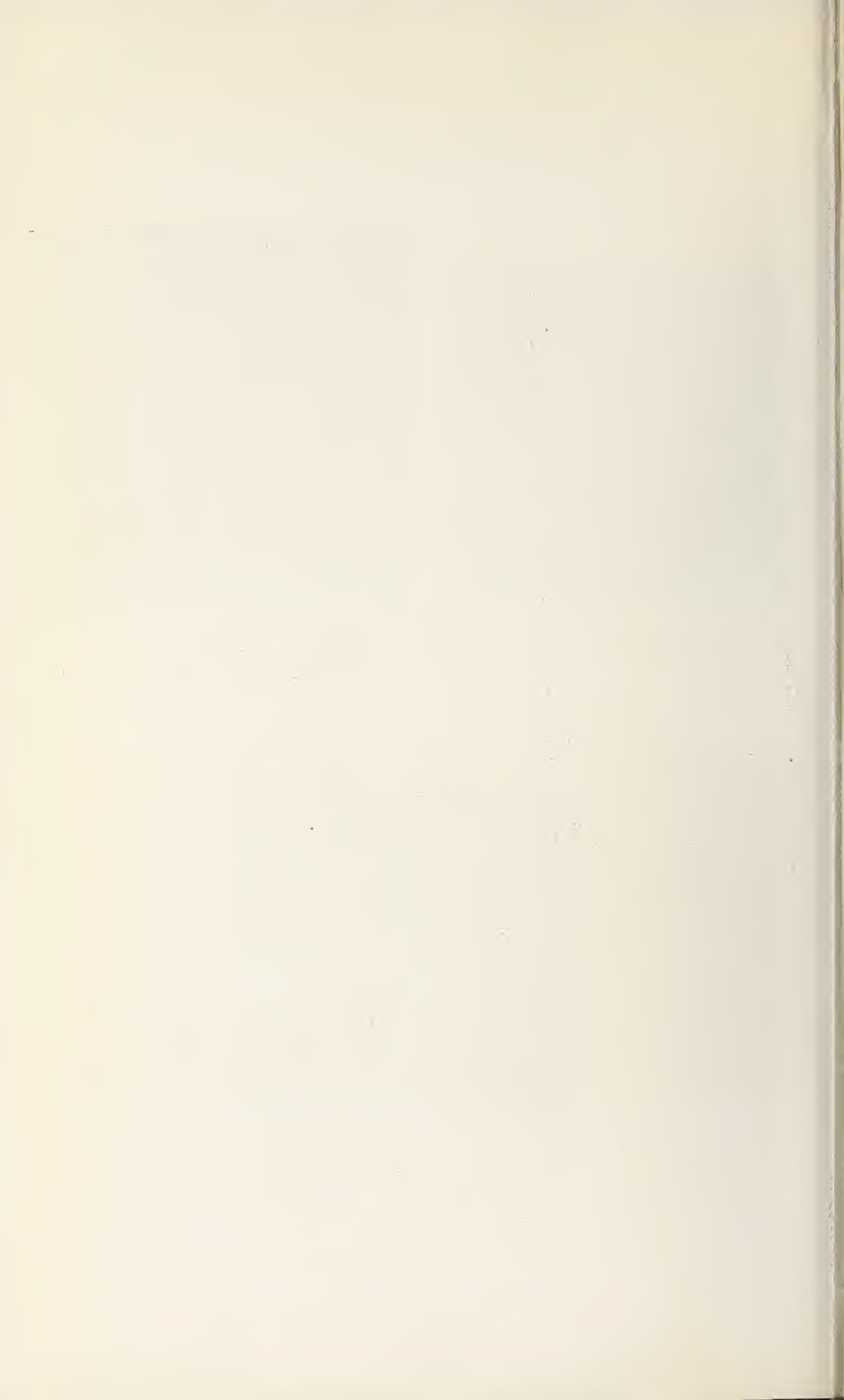
Schmelze 1. Pulverpräparat.  
(Lin.-Vergr. 47fach).

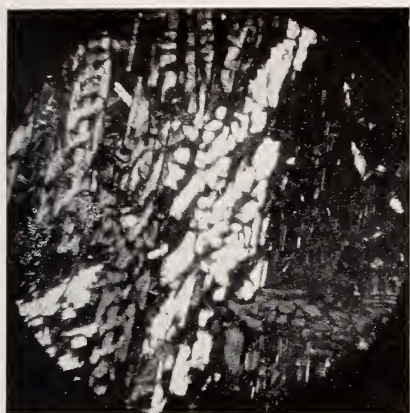


Schmelze 4. Nichtabgerieseltes.  
  (Aufgenommen bei gekreuzten Nicols;  
Lin.-Vergr. 37fach).

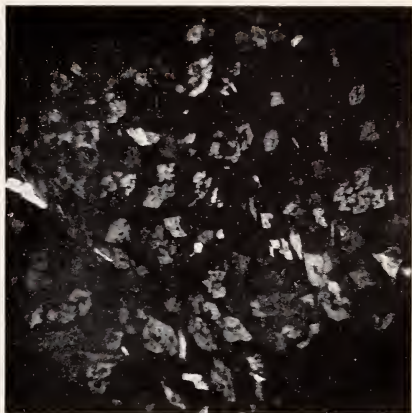


Schmelze 5.  
(Aufgenommen bei gekreuzten Nicols;  
Lin.-Vergr. 47fach).

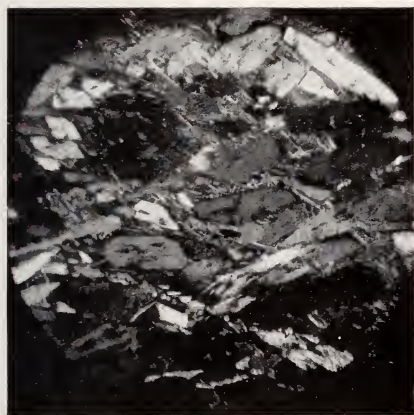




Schmelze 6.



Schmelze 7.



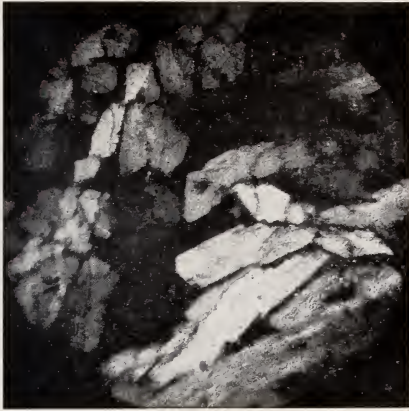
Schmelze 8.



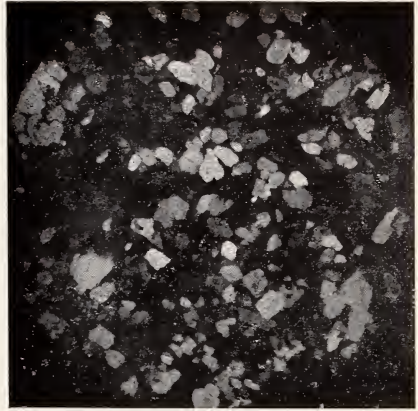
Schmelze 9.

Aufgenommen bei gekreuzten Nicols, Lin.-Vergr. 47fach.

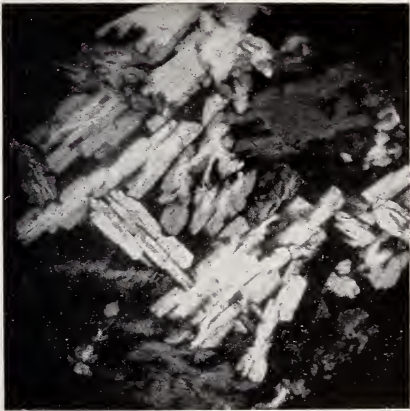




Schmelze 10.



Schmelze 11.

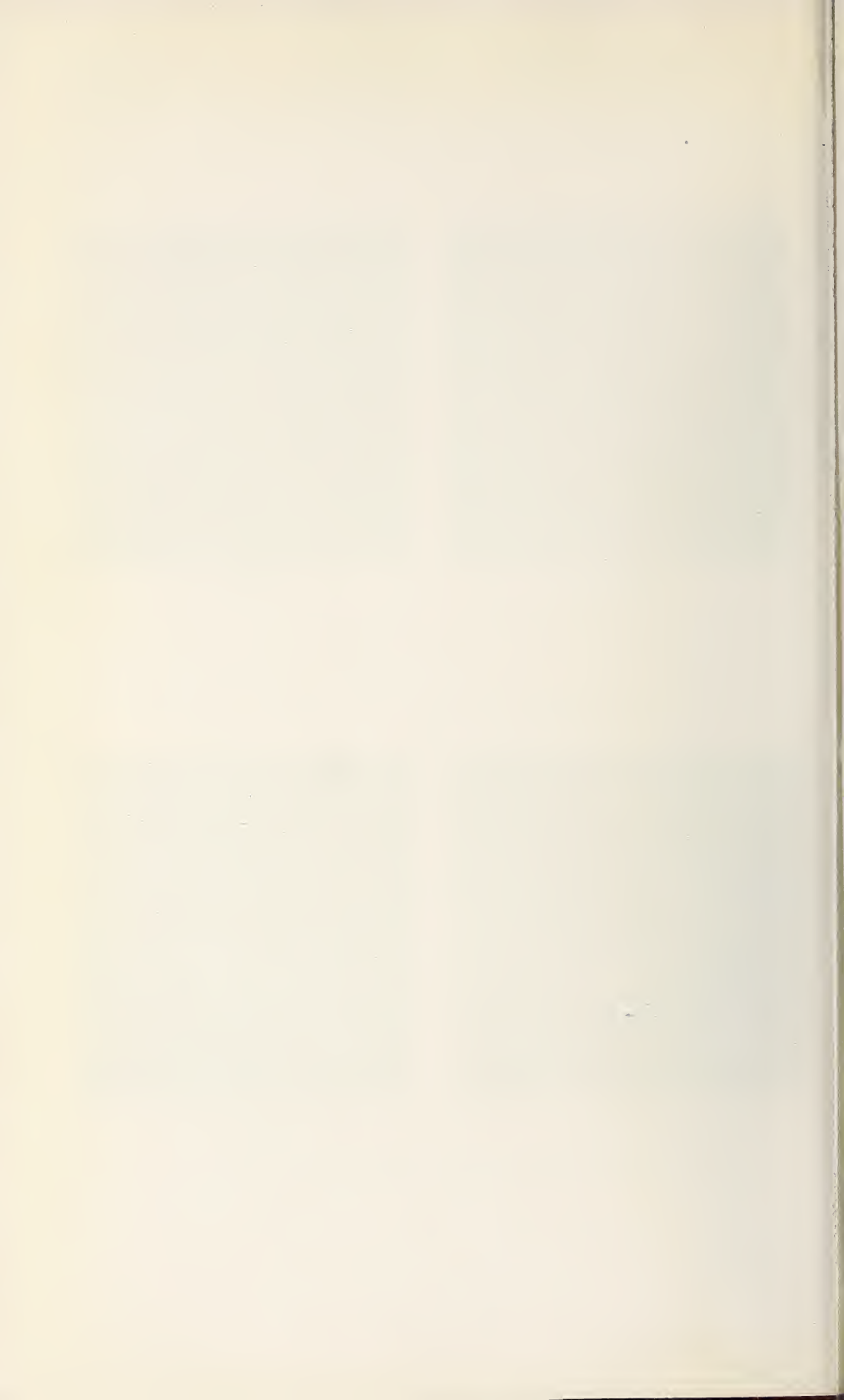


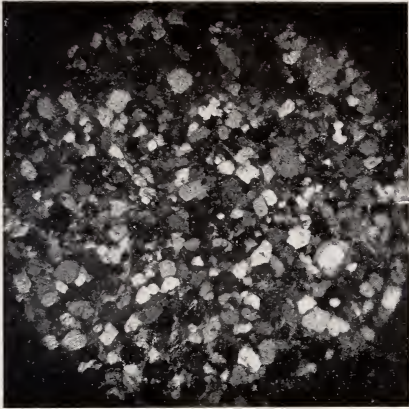
Schmelze 12.



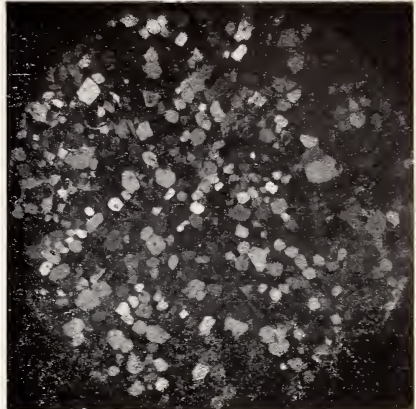
Schmelze 13.

Aufgenommen bei gekreuzten Nicols, Lin.-Vergr. 47fach.

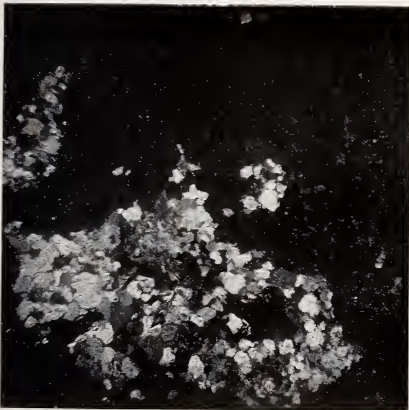




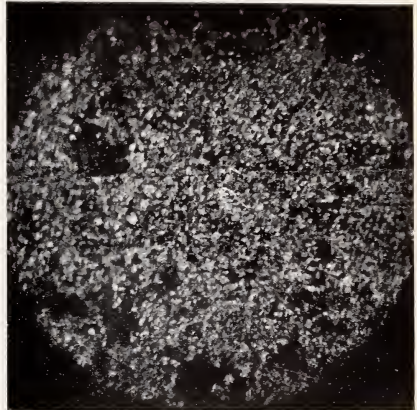
Schmelze 14.



Schmelze 15.



Schmelze 16.



Schmelze 17.

Aufgenommen bei gekreuzten Nicols, Lin.-Vergr. 47fach.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Hermann Paul

Artikel/Article: [7. Schmelzversuche mit Orthosilikaten. 396-404](#)