



## Beiträge zur experimentellen Petrographie.

Von

**K. Bauer.**

Mit 2 Abbildungen im Text.

Der Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. C. DOELTER, folgend, die von Herrn C. B. SCHMUTZ (dies. Jahrb. 1897. II) begonnenen Versuche fortzusetzen und zu erweitern, wurden die in vorliegender Arbeit beschriebenen Versuche angestellt, und zwar vorzüglich zu dem Zwecke, die wiederholt ausgesprochenen Ansichten von der Möglichkeit der Entstehung verschiedener Gesteine aus einem und demselben Magma experimentell zu prüfen.

Da es selbstverständlich unmöglich war, auch nur die Gesteinstypen sämtlich den Experimenten zu unterziehen, so beschränkte ich mich auf Versuche in den folgenden Gesteinsgruppen:

I. Katogene Gesteine.

1. Glimmerschiefer.

II. Anogene Gesteine.

2. Granite.

3. Diorite.

4. Phonolithe.

5. Leucititlaven.

6. Nephelinbasalt und Andesit.

III. Zusammenschmelzung von Gesteinen.

Die Versuche in den einzelnen oben bezeichneten Gruppen wurden nun im Allgemeinen derart durchgeführt: Entweder wurden die Constituenten der Gesteine, also die entsprechenden

Mineralien, in Pulverform gemischt (seltener Fälle), oder es wurden die Gesteine selbst gepulvert und der Umschmelzung unterzogen, oder es wurden nach Analysen bekannter Gesteine hergestellte Mischungen verwendet.

Bei den meisten Versuchen wurden Schmelz- und KrySTALLISATIONSMITTEL dem umzuschmelzenden Gemenge beigemischt. Doch wurde in der 1., 2., 3., 5. Versuchsreihe je ein Versuch ohne Zugabe irgend eines Schmelzmittels ausgeführt.

Die Anordnung der Experimente war folgende: Das Material wurde in kleinen Platincylindern (die durchschnittliche Höhe derselben betrug 4—5 cm, der Durchmesser 1,5 cm) im Fourquignon-Leclercq-Ofen erhitzt. Die Cylinder wurden von mir aus Platinblech in der Dicke von 1,5 mm durch blosses Einrollen des Bleches, Falzen der Ränder und Niederklopfen des Bleches zur Herstellung des Cylinderbodens gefertigt.

Von der Anordnung der Versuche, welche Herr C. SCHMUTZ bei seinen Arbeiten einhielt, bin ich darin abgewichen, dass ich die an Platindrähten befestigten Cylinder tiefer in den Conus des Ofens einsenkte. Dadurch hoffte ich das Material in eine höhere Temperatur zu bringen und hiermit die Schmelzflüssigkeit des Magmas rascher zu erzielen, um Zeit für die Abkühlung zu gewinnen. Diesen Zweck habe ich auch tatsächlich erreicht. Neben diesen Platincylindern bediente ich mich auch (aber nur einigemal) der ROSE'schen Porcellan-tiegel.

Die Temperaturen, mit welchen ich arbeitete, hielten sich in der Grenze von 850—1500°.

Zur Messung derselben dienten (für niedere Grade) die PRINCEP'schen Legirungen (bezogen von LENOIR und FORSTER):

850° . . . .	800 Ag + 200 Cu
900° . . . .	950 Ag + 50 Cu
954° . . . .	— Ag

Für die Messung höherer Temperaturen wurden die Angaben von PLATTNER-KERL<sup>1</sup> (mit Berücksichtigung der von C. DOELTER vorgenommenen Correcturen<sup>2</sup>) benützt:

<sup>1</sup> Chemiker-Kalender 1892 von Dr. RUD. BIEDERMANN.

<sup>2</sup> C. DOELTER, Chemische Mineralogie.



Helles Glühen . . . . .	Kupfer 1100°	DOELTER	1200° P.-K.
Weissglühen . . . . .	"	—	1300°
Starke Weissgluth . . . . .	Kobalt	—	1400°
" " " " " " " " " " " "	Nickel 1450°	"	—
Blendende Weissgluth . . . . .	Kobalt	—	1500—1600°

Diese höheren Temperaturen benötigte ich besonders bei den Versuchen mit Glimmerschiefer-Graniten.

Zur Erzielung der nöthigen Temperaturen wurde mittelst eines Wasserstrahl-Gebläses ein Gemenge von Leuchtgas und Luft erzeugt. Die durch den Ofen ganz eingeschlossene Flamme umspülte direct den in den Conus eingesenkten Platincylinder.

Im Laufe der Experimente zeigte es sich, dass im Gebläse wiederholt Störungen auftraten, wodurch die Temperaturen ganz gegen meinen Wunsch entweder zu rasch stiegen oder plötzlich sanken; in beiden Fällen war dann das Erstarrungsproduct theilweise oder vollkommen glasig.

Dem umzuschmelzenden Pulver wurden theils zum Zwecke der Krystallisation, theils zur Herabsetzung des Schmelzpunktes verschiedene Agentien beigemischt:

- Calciumfluorid  $\text{CaF}_2$ .
- Natriumchlorid  $\text{NaCl}$ , als zerknistertes Kochsalz.
- Calciumchlorid  $\text{CaCl}_2$ , geschmolzen.
- Magnesiumchlorid  $\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ .
- Lithiumchlorid  $\text{LiCl}_2$ , geglüht.
- Borsäure  $\text{B(OH)}_3$ .
- Phosphorsaures Natrium  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ .
- Ammoniumchlorid  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , als Salmiak (nicht absolut eisenfrei).
- Natriumvanadat  $\text{Na}_3\text{VO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ .
- Natriumwolframat  $\text{Na}_2\text{WO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}^1$ .
- Kaliumwolframat  $\text{K}_2\text{WO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}^1$ .
- Borax  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10\text{H}_2\text{O}$ .
- Zinnchlorür  $\text{SnCl}_2$ .

Von den Synthesen sind mehrere infolge der früher erwähnten Umstände ungünstig ausgefallen, indem sie nur Glas lieferten.

Der weitaus grössere Theil ist gelungen, und zwar erstarrten die Schmelzen z. Th. mikrophanerokrystallin oder mikrokryptokrystallin. Näheres bei den Versuchen.

<sup>1</sup> Ein Unterschied von der Art, dass eines der beiden Wolframate vor dem anderen den Vorzug verdiente, war nicht zu bemerken.

Im Anschluss bringe ich die von Herrn C. B. SCHMUTZ<sup>1</sup> angeführte Literatur, ergänzt durch jene Schriften, auf welche ich durch meine eigenen Arbeiten geführt wurde:

- H. BÄCKSTRÖM: Über leucitführende Gesteine von den liparischen Inseln. (Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 18.)
- C. BARUS: High Temperature Work in Igneous Fusion and Ebullition chiefly in Relation to Pressure. (Bull. U. S. Geol. Survey. No. 103. 1893; dies. Jahrb. 1897. I. -485-.)
- G. BODLÄNDER: Entstehung von Melilith beim Brennen von Portlandcement. (Dies. Jahrb. 1892. I. p. 53.)
- R. BRAUNS: Chemische Mineralogie. Leipzig 1896.
- Über Beziehungen zwischen dem Schmelzpunkt von Mineralien, ihrer Zonenstructur und Ausscheidungsfolge in Ergussgesteinen. Temperatur der Laven. (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1897. 17.)
- W. C. BRÖGGER: Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. (Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1890. 16.)
- K. v. CHRUSTSCHOFF: Über künstlichen Magnesiaglimmer. (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1888. 9.)
- C. DOELTER: Vorläufige Mittheilung über Versuche behufs Herstellung künstlicher Mineralien und Gesteine. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1883. 35. p. 388.)
- Allgemeine chemische Mineralogie. Leipzig 1890.
- Über Glimmerbildung durch Zusammenschmelzen verschiedener Silicate mit Fluormetallen, sowie über einige weitere Silicatsynthesen. (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1889.)
- Neuere Arbeiten über Mineralsynthese. (Mitth. d. Naturw. Ver. f. Steiermark. 1889.)
- Über Glimmerbildung durch Zusammenschmelzen von Magnesiumsilicaten mit Fluoralkalien, sowie über einige weitere Silicatsynthesen. (Wiener Akad. Anzeiger. 1888. No. XI. Sitzung d. math.-naturw. Cl. am 3. Mai 1888; dies. Jahrb. 1888. 375.)
- Synthetische Studien. (Dies. Jahrb. 1887. I.)
- C. DOELTER und E. HUSSAK: Synthetische Studien. (Dies. Jahrb. 1884. I.)
- Über die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien. (Dies. Jahrb. 1884. I.)
- BR. DOSS: Die basaltischen Laven und Tuffe der Provinz Haurân und vom Dîret et Tullûl in Syrien. (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1886. 7.)
- F. FOUQUÉ und A. MICHEL-LÉVY: Production artificielle d'une leucotéphrite identique aux laves cristallines du Vesuve et de la Somma. (Compt. rend. de l'acad. d. sc. 90. 1880. I. Sem. No. 12; dies. Jahrb. 1880. II. -156-.)
- Reproduction artificielle des basaltes. (Compt. rend. 92. No. 7. 14 févr. 1881; dies. Jahrb. 1882. II. -64-.)

<sup>1</sup> C. B. SCHMUTZ, Experimentelle Beiträge zur Petrogenie. Dies. Jahrb. 1897. II.



- F. FOUQUÉ und A. MICHEL-LÉVY: *Reproduction artificielle des diabases etc.* (Ibid. 92. No. 14. 4 avril 1881; dies. Jahrb. 1882. II. -64-.)
- *Reproduction des basaltes et mélaphyres labradoriques, des diabases et des dolérites à structure ophitique.* (Bull. soc. min. 1881. 4. 275. pl. V; dies. Jahrb. 1882. II. -64-.)
- *Reproduction artificielle d'un trachyte micacé.* (Compt. rend. 113. 283—285. 1891; dies. Jahrb. 1892. II. -270-.)
- V. GOLDSCHMIDT: *Über einen interessanten Fall der krystallinen Entschmelzung.* (Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1897. 28.)
- P. HAUTEFEUILLE: *Sur la reproduction simultanée de l'orthose et du quartz.* (Compt. rend. de l'acad. d. sc. 90. I. sem. 1880. No. 14; dies. Jahrb. 1880. II. -179-.)
- P. HAUTEFEUILLE et L. PEAU DE ST. GILLES: *Sur la reproduction des micas.* (Ibid. 1887. 104; dies. Jahrb. 1889. I. -57-.)
- J. P. IDDINGS: *Sphérolitic crystallization.* (Bull. Phil. Soc. Washington. 1891. 11; dies. Jahrb. 1893. I. -297-.)
- K. KOZIOROWSKI: *Versuche künstlicher Darstellung von gesteinsbildenden Mineralien und Untersuchung einiger Schlacken.* (Warszawskija Universitetskija Iswostija. Mitth. a. d. Univ. Warschau. 1893; Referat in Zeitschr. f. Min. u. Kryst. 1890. 17.)
- A. LAGORIO: *Über die künstliche Darstellung des Leucits und dessen optische Anomalien.* (Sitz.-Ber. d. naturf. Ges. Warschau. 1893. No. 3; dies. Jahrb. 1894. I. -13-.)
- *Über die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma.* (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1887. 8.)
- O. LANG: *Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine.* (Ibid. 1892. 13.)
- A. DE LAPPARENT: *Note sur le rôle des agents minéralisateurs dans la formation des roches éruptives.* (Bull. soc. géol. de France 1889. 17; dies. Jahrb. 1890. II. -401-.)
- F. LÖWINSON-LESSING: *Die Variolite von Jalguba im Gouvernement Olonez.* (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1885. 6.)
- V. MEYER, W. RIDDLE und TH. LAMB: *Verfahren zur Bestimmung von Schmelzpunkten bei Glühhitze.* (Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 1894. 27; dies. Jahrb. 1896. II. -6-.)
- J. MOROZEWICZ: *Über die Synthese der Minerale der Hauyngruppe.* (Dies. Jahrb. 1892. II.)
- *Petrographisch-synthetische Mittheilungen.* (Dies. Jahrb. 1893. II.)
- W. A. OETLING: *Vergleichende Experimente über Verfestigung geschmolzener Gesteinsmassen unter erhöhtem und normalem Druck.* (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1897. 17.)
- J. W. RETGERS: *Zur Definition des Begriffes Krystall.* (Dies. Jahrb. 1895. II.)
- F. RINNE: *Über Olivin- und Plagioklasskelette.* (Dies. Jahrb. 1891. II.)
- *Über rhombischen Augit als Contactproduct, chondrenartige Bildungen aus künstlichen Schmelzen und über Concretionen in Basalten.* (Dies. Jahrb. 1895. II.)

- H. ROSENBUSCH: Über die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine. (TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1890. 11.)  
 — Über Structur und Classification der Eruptivgesteine. (Ibid. 1891. 12.)  
 — Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. 3. Aufl. Stuttgart 1896.  
 J. ROTH: Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Berlin 1869, 1873, 1879.  
 C. B. SCHMUTZ: Experimentelle Beiträge zur Petrogenie. (Dies. Jahrb. 1897. II.)  
 G. SPEZIA: Sulla fusibilità dei minerali. (Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino. 22. 1887; dies. Jahrb. 1888. I. -177-.)  
 H. VOGELSANG: Die Krystalliten. Bonn 1875.  
 J. H. L. VOGT: Studier over Slagger. (Aus d. Mitth. von der Hochschule zu Stockholm. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handl. 9. No. 1. Stockholm 1884; Referat in Zeitschr. f. Kryst. 1886.)  
 — Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen. Kristiania 1892.  
 L. WULFF: Krystallisation in Bewegung. (Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1886. 11.)  
 F. ZIRKEL: Lehrbuch der Petrographie. Leipzig 1893.

## I. Versuchsreihe.

### Glimmerschiefer.

#### 1. Versuch.

Zu demselben wurde ein Glimmerschiefer aus dem Sauerbrunngraben<sup>1</sup> bei Stainz in Verbindung mit folgenden Agentien verwendet:

- 5 g Glimmerschiefer,
- 1 g Kaliumfluorid,
- 1,5 g Natriumfluorid,
- 2 g Calciumfluorid,
- 1,5 g Natriumwolframat + 2H<sub>2</sub>O,
- 0,5 g Kaliumwolframat + 2H<sub>2</sub>O.

Das Gemenge wurde fein pulverisirt in einem Platinconus durch 14 Stunden erhitzt; von diesen entfielen 2 Stunden auf die Erhitzung der Mischung bis zum Schmelzfluss (ca. 1400°), 7 Stunden wurde die Schmelze in viscosen, zähflüssigem Zustande erhalten (bei ca. 1200°), 5 Stunden wurden zur allmählichen Kühlung verwendet.

<sup>1</sup> K. BAUER, Petrographische Untersuchungen an Glimmerschiefern und Pegmatiten der Koralpe. Mitth. d. naturw. Ver. f. Steiermark. 1896.



Bevor ich auf das Resultat des Versuches eingehe, habe ich die petrographische Zusammensetzung des verwendeten Glimmerschiefers anzugeben.

Das blockig geschichtete Gestein, welches mit krystallinem Kalk in Zusammenhang steht, ist im Wesentlichen aus Biotit, Hornblende und Calcit zusammengesetzt. Ausserdem enthält es Quarz, Orthoklas, Albit und sehr zahlreiche, wenn auch kleine Krystalle und Körner von Zirkon, Titanit und Rutil.

Die entstandene Schmelze ist ein dichtes, von nur wenigen mit der Lupe wahrnehmbaren Krystallen besetztes Product, dessen zum Theile glasige Natur schon mit blossem Auge zu erkennen ist. Die Farbe ist ein bald dunkles, an anderen Stellen helles Grau. (Die schwarze Farbe des natürlichen Gesteins wurde infolge der angewendeten, fast durchgehends weissen Schmelz- und Krystallisationsmittel zu lichterem Farben aufgehellt.)

U. d. M. wird das Verhältniss zwischen Glas und neu entstandenem Gestein klar. Darnach hat sich allerdings Glas in reichlichem Maasse gebildet, daneben aber auch grosse, geschlossene Partien von rein krystallinem Gefüge.

Von den neu entstandenen Mineralien sind vor allem die Feldspäthe hervorzuheben. Dieselben sind, soweit die Bestimmung derselben möglich war, zum Theil Albit, zum Theil sind es Plagioklase, die zwischen dem Oligoklas und Labrador, näher dem letzteren, stehen. In die neugebildete Feldspathsubstanz ist offenbar etwas Ca aus dem  $\text{CaFl}_2$  eingetreten. Der Orthoklas dürfte vollkommen in die Glasbasis übergegangen sein. Neben den Feldspäthen sind zahlreiche kleine gelbe Blättchen von Biotit entstanden. Der Dichroismus derselben ist weniger lebhaft als im natürlichen Gestein. Gelb bis hellbraun. Enthält häufig Einschlüsse von Magnetitblättchen. Jedenfalls sind die Glimmer neu gebildet worden, da bei den angewendeten Schmelzmitteln und der hohen Temperatur die ganze Mischung vollkommen in Schmelzfluss übergegangen war.

Ferner ist noch Augit hervorzuheben. Es sind ziemlich viele, aber kleine Körner und Krystalle (meist Durchschnitte in der Richtung der Klinoachse), von weisser oder gelblichweisser Färbung. Von Pleochroismus ist nichts wahrzunehmen.

Skapolith und Nephelin treten meist in kleinen, nicht gerade selten auch in grösseren Leisten auf, sind aber nie vollkommen scharf contourirt. Die Polarisationsfarben des ersteren sind lebhaft gelb, roth, blau, die des letzteren hellgrau. Magnetit ist reichlich vorhanden. Das Gestein ist als Glimmerandesit zu bezeichnen.

## 2. Versuch.

Zum Versuch wurde folgende Mischung verwendet:

5 g Glimmerschiefer vom dritten Steinbruch, im Sauerbrunngraben bei Stainz (dessen petrographische Beschreibung siehe 1. Versuch),

3 g Natriumfluorid,

2 g Calciumfluorid,

3 g Lithiumchlorid.

Dauer des Versuches 11 Stunden. Maximaltemperatur 1500°, Viscositätstemperatur 1200°.

Das Product, die Schmelze, ist im Gegensatze zur vorigen nicht hell, sondern dunkel, fast schwarz gefärbt.

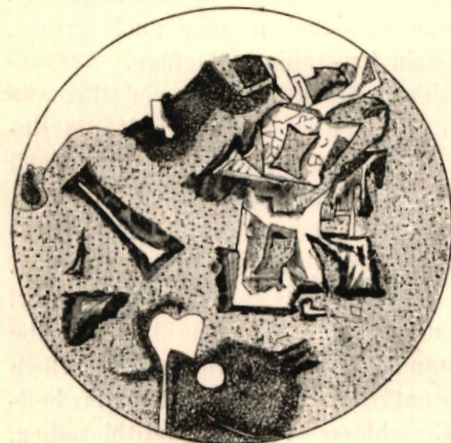


Fig. 1. Durchschnitt von Skapolithen und Olivinen in glasier Grundmasse. Corrosionswirkung. — Gezeichnet mit ABBE-Zeichenapparat. Anwendung von Ocular I Obj. 0. SELBERT.

Gegenüber der vorigen ist zwar mehr Glas entstanden, doch sind auch in dieser mehrere vollständig krystalline Partien zwischen das Glas eingelagert. Die ausgeschiedenen Krystalle sind von seltener Schönheit. Es sind Melilithe und Olivine. Mehrfach sind in ersteren Einschlüsse von Glas enthalten; dieselben folgen in ihren Contouren den äusseren Umrissen der Krystalle.

Zu erwähnen sind ferner vielfache Corrosionserscheinungen am Olivin. Sie erinnern sehr an die in VOGT's Studie over Slagger I gegebenen Bilder. Fig. 25, 26.

Zu erwähnen sind ferner vielfache Corrosionserscheinungen am Olivin. Sie erinnern sehr an die in VOGT's Studie over Slagger I gegebenen Bilder. Fig. 25, 26.



Magnetit, meist nur kleine Individuen, sehr zahlreich.

Da dem Gestein der Feldspath sowie auch der Augit fehlt, kann es keinem der natürlichen Gesteine gleichgestellt werden. Am nächsten steht es dem Melilithbasalt.

### 3. Versuch.

Eine Mischung von

- 5 g Siliciumdioxyd,
- 3 g Kaliglimmer,
- 2 g Natriumfluorid,
- 1,5 g Natriumwolframat,
- 1 g Calciumfluorid,
- 2 g Natriumchlorid

wurde durch 14 Stunden im Platincylinder erhitzt. Trotz der beigegebenen Schmelzmittel und der Erhitzung auf 1500° wurde die Schmelzflüssigkeit erst nach drei Stunden erreicht. Die übrige Zeit wurde auf die Erhaltung des viscosen Zustandes — bei einer Temperatur von 1100° — und langsame Abkühlung verwendet.

Da das Product vollkommen glasig war, wurde es noch einmal umgeschmolzen. Auch diese Schmelze erstarrte zum grösseren Theile glasig; nur einige Partien sind krystallin.

Von Mineralien sind darin Plagioklase — genauere Unterscheidung derselben ist bei dem Mangel jeder regelmässigen Begrenzung und wegen der unsicheren Bestimmung der Auslöschung unmöglich — einige Tridymite und Muscovitblättchen ausgeschieden.

Hervorzuheben ist noch die lebhafte Fluctuation des Magmas, die in der Schmelze nachzuweisen ist, einerseits durch Körnchen von dunklem Glase, welche von der Strömung mitgerissen wurden, andererseits auch durch Unterschiede in der Färbung des Glases.

Das Product ist nach seiner Structur wie nach seiner Zusammensetzung einem Liparitglase zu vergleichen.

Die Versuche mit dem Glimmerschiefer von Stainz, Zusammensetzung S. 541, ergaben an neu entstandenen Mineralien Skapolith, Nephelin (1. Versuch), Olivin (2. Versuch), Feldspäthe, Tridymit und Muscovit (3. Versuch). Es wurde im ersten Versuche ein dem Glimmerandesit nahestehendes Ge-

stein, im zweiten Versuche eine dem Melilithbasalt ähnliche Schmelze erhalten. Die dritte Schmelze lieferte ein Glas, welches nach seiner Structur und den darin ausgeschiedenen Feldspäthen und Tridymitkörnern als liparitisches Glas zu bezeichnen ist.

Die bei diesem letzteren Versuche in der Mischung enthaltene Menge von Glimmer und die für die Schmelzung desselben nothwendige Temperatur (von 1500°), sowie das wahrscheinlich zu rasche Herabgehen von dieser auf die Viscositätstemperatur dürfte die Ursache der glasigen Ausbildung gewesen sein.

## II. Versuchsreihe.

Die Versuche dieser Reihe wurden theils mit natürlichem Granit, theils mit einer nach ROTH<sup>1</sup> hergestellten Mischung ausgeführt. Analyse des Granites von East rabbit hole mts (Granite peak, Anal. v. DROWN):

SiO <sub>2</sub> . . . . .	64,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—
FeO . . . . .	4,03
MnO . . . . .	0,16
MgO . . . . .	1,27
CaO . . . . .	4,38
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4,79
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,62

Selbstverständlich wurden nicht alle als Oxyde berechneten Constituenten auch in Form der Oxyde für die Mischung gewogen, sondern es wurden entsprechende Verbindungen, berechnet auf die Procente der Oxyde, verwendet, z. B. Chloride und Carbonate an Stelle der Oxyde. Die Anwendung derselben bringt doppelten Nutzen, da einerseits durch sie eine leichtere Schmelzbarkeit des Magmas erreicht wird, andererseits dieselben gleichzeitig als Krystallisatoren wirken.

Die Zusammensetzung der Mischung ist nun folgende:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	64,02
Al <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> . . . . .	26,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—
FeCl <sub>2</sub> + 4 aqu. . . . .	11,13
MnCl <sub>2</sub> + 4 aqu. . . . .	0,20
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	2,65
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	7,82
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	8,18
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 2 aqu. . . . .	4,85

<sup>1</sup> ROTH, siehe p. 540, Lit. 1879. p. XVI. No. 55.



Die Umrechnung wurde nach den im Chemiker-Kalender 1892 gegebenen Tabellen ausgeführt.

Zu den Versuchen, welche nicht mit dieser Mischung, sondern mit natürlichem Gestein ausgeführt wurden, diente der von PONTONI<sup>1</sup> petrographisch und chemisch untersuchte Granit von Ceslak (Bachergebirge in Steiermark). Die Analyse ergab:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	68,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> } . . . . .	20,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> }	
CaO . . . . .	3,71
MgO . . . . .	3,26
Na <sub>2</sub> O } . . . . .	nicht bestimmt
K <sub>2</sub> O }	
Glühverlust . . . . .	0,73

Der Gehalt an Na<sub>2</sub>O und K<sub>2</sub>O dürfte bei der sonstigen Übereinstimmung des Granits von Ceslak mit jenem von Reifnigg annähernd derselbe sein; Ceslak Granit Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O 3,46, Reifnigg Granit 3,50<sup>2</sup>.

Die das Gestein bildenden Mineralien sind Quarz, Orthoklas, Albit und Biotit. Untergeordnet: Hornblende, Zirkon, Turmalin (?) und Magnetit.

#### 4. Versuch.

- 6 g Granit von Ceslak,
- 3 g Lithiumchlorid,
- 2 g Kaliumwolframat,
- 2 g Calciumfluorid.

Im Platintiegel durch 9 Stunden bis zu einer Temperatur von 1400° erhitzt.

Das Schmelzproduct ist eine theils glasige, z. Th. jedoch mikrokrySTALLIN erstarrte graue Masse, welche von zahlreichen Gasporen erfüllt ist.

Ausser vielen kleinen, blassgelben Augiten entstanden zahlreiche Feldspäthe, z. Th. dem Oligoklas, z. Th. dem Labrador nahestehend, oder sie stellen Zwischenglieder bei-der vor.

<sup>1</sup> A. PONTONI, Über die mineralogische und chemische Zusammensetzung einiger Granite und Porphyrite des Bachergebirges. TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 1895. 14.

<sup>2</sup> A. PONTONI, ibidem.

Viele Feldspäthe enthalten Glaseinschlüsse, meist einen, nur selten zwei bis drei (kleinere) in einem Feldspathindividuum. Diese Einschlüsse haben fast durchgehends die Gestalt fallender Tropfen.

Ausser den Glaseinschlüssen finden sich in den Feldspäthen auch solche, welche dieselben Polarisationsfarben wie diese zeigen, hellgrau bis taubengrau; ihre Contouren sind theils ovale, theils ganz unregelmässige, aber beinahe alle bilden runde Figuren. Es können nur Reste der Mutterlauge von Feldspäthen sein, welche im Stadium der Krystallbildung sich befanden, aber nicht bis zur Individualisirung gelangten.

An einzelnen Stellen hat Sphärolithenbildung begonnen; doch nur ein Sphärolith ist zu einem vollständigen Stern ausgebildet. Er besteht aus Augitnadeln. Das Product kann als glasier Augitandesit bezeichnet werden.

### 5. Versuch.

Die Granitmischung wurde ohne Beigabe irgendwelcher Schmelzmittel in einem (Rose) Porcellantiegel geschmolzen. Maximaltemperatur 1400°. Dauer des Versuches 10 Stunden.

Das Product ist eine graue, von zahlreichen Poren erfüllte Masse, welche dem äusseren Anscheine nach gänzlich aus Glas besteht.

U. d. M. aber zeigt es sich, dass eigentliches Glas verhältnissmässig wenig entstanden ist, während die Hauptmasse ein von Glas verschiedener Körper ist. Diese Masse ist dadurch ausgezeichnet, dass sie im polarisirten Licht zwischen gekreuzten Nicols weder dunkel wird wie Glas, noch polarisirt. Nur bei Anwendung der Quarzplatte merkt man ganz leichte Töne der Polarisationsfarben.

Mir scheint dieses Verhalten dafür zu sprechen, dass zwischen krystalloidaem und colloidaem (und rein glasigem) Zustand der festen Lösungen auch noch ein Zwischenzustand derselben existiren muss. Ob die äusserst schwache Polarisation nur infolge innerer Spannungsverhältnisse auftritt oder ob sie diesem Zustand überhaupt (ohne Annahme von Spannungen) eigenthümlich ist, muss dahingestellt bleiben.

Aus dieser Masse heben sich auch individualisirte Bildungen ab, welche in ihrem optischen Verhalten mit der



übrigen Masse übereinstimmen und nur durch Färbungsunterschiede sich in ihr feststellen lassen. Es sind theils Leisten von wechselnder Breite, theils schalenförmig gebaute Kugeln. Da letztere gar nicht selten sind, so könnte man das Product als einen Sphärolith-Felsit bezeichnen, wenn man die früher beschriebene Masse als Glas von eigenthümlicher Erstarrungsweise betrachtet.

### 6. Versuch.

8 g Granitmischung,  
0,6 g Natrium-Wolframat,  
4 g Natriumchlorid.

Wurde in einem Porcellantiegel ausgeführt. Maximaltemperatur 1400°, Viscositätstemperatur schwankend; 900° und mehrmalige Steigerung bis zu 1200°; Dauer des Versuches 21 Stunden.

Die Masse ist im Grossen und Ganzen glasig erstarrt; nur einige wenige Partien sind krystallin. Diese bestehen zum grösseren Theile aus Plagioklasen (Oligoklas und Labrador). Daneben ist noch Nephelin, in Körnern meistens (nur wenige Krystalle), entstanden.

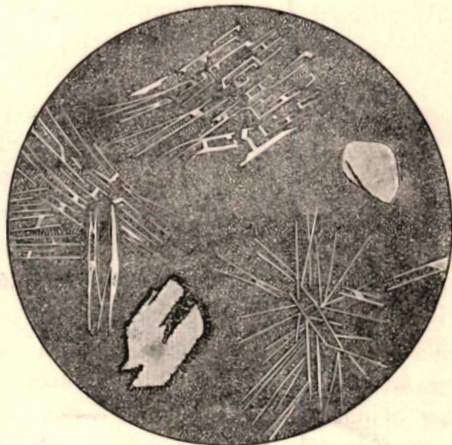


Fig. 2. Grundmasse mit Krystallskeletten. — Gezeichnet aus freier Hand mit Ocular II Obj. 3. FUESS.

Der Grund zur glasigen Bildung dürfte, wie spätere Versuche vermuthen liessen, in der zu hoch belassenen Viscositätstemperatur zu suchen sein.

### 7. Versuch.

5 g Granitmischung,  
2 g Chlormagnesium,  
2 g Calciumchlorid,  
1 g Natriumfluorid.

In einem Porcellantiegel bis zu  $1200^{\circ}$  erhitzt. Viscositätstemperatur  $800^{\circ}$ ; Dauer des Versuches 14 Stunden.

Die hellgelblich-weiße, an vielen Stellen braune Schmelze setzt sich aus einem Glase, welches die genannten Farben zeigt, aus Feldspäthen, ziemlich grossen, leistenförmigen Plagioklasen, welche theils Oligoklase, theils Labradore sind, und einer Masse zusammen, welche bei Anwendung der Nicols lebhaft polarisirt. Der Zustand beginnender Individualisirung der Glasbasis zu Mineralien ist jedenfalls die Ursache dieses Verhaltens. — Das Product erinnert an Liparitobsidian.

### 8. Versuch.

- 5 g Granitmischung,
- 1 g Ammoniumchlorid,
- 1 g Natriumfluorid,
- 1 g Lithiumchlorid,
- 1,5 g Zinnchlorür,
- 1 g Kaliumwolframat.

Das Gemenge wurde in einem Platincylinder zuerst auf  $1200^{\circ}$  erhitzt und dann bei  $800^{\circ}$  im viscosen Zustande erhalten. Dauer des Versuches 10 Stunden.

Es entstand ein hellgraues, in einzelnen Partien grünes Glas, in dem keinerlei Ausscheidungen, Mineralien oder Krystalliten, zu unterscheiden sind.

Der Grund hierfür ist wohl in den beigegebenen Agentien zu suchen. Mit Sicherheit anzugeben, ob durch dieselben der Schmelzpunkt derartig verschoben wurde, dass die angewendete Temperatur gerade für die beigegebenen Fluss- und Krystallisationsmittel ungünstige waren, wäre nur bei Temperaturmessungen von grösster Präcision, welche allein mit elektrischen Pyrometern erreichbar ist, möglich gewesen.

Bei entsprechender Temperatur hätte sich ein den Gesteinen von Zinnwald analoges Product vielleicht gebildet, welche Annahme experimentell zu prüfen eben die Aufgabe dieses Versuches war. Um diesen Zweck zu erreichen, war die Zugabe von  $\text{SnCl}_2$  erfolgt.

Gegenüber dem zu den Versuchen dieser Reihe verwendeten natürlichen Gestein und dessen Constituenten stehen als Neubildungen Gesteine von vorwiegend glasiger Natur,



z. Th. ausgezeichnet durch sphärolithische Structur (4. und 7. Versuch). Hervorzuheben ist die Neubildung von Nephelin.

Neben einer vollkommen glasig erstarrten Schmelze (8. Versuch) bildeten sich doch auch Producte, welche mit natürlichen Gesteinen parallelisirt werden können: Glasiger Augitandesit (4. Versuch), Liparitobsidian (7. Versuch), Felsit (5. Versuch) und der Zusammensetzung nach ein Phonolith (6. Versuch).

Die Ursache der vorzugsweise glasigen Erstarrung der Gesteine liegt nicht in den hohen Schmelztemperaturen, welche ja bei dem hohen Kieselsäuregehalt des Gesteines wie der Mischung nothwendig war, sondern in den zu hoch genommenen Viscositätstemperaturen.

Von den Versuchen, welche mein Freund C. B. SCHMUTZ (s. Literatur) mit demselben Gesteine ausführte, ist nur der 4., 5. und 6. als Beispiel heranzuziehen, da in der Mischung des 1., 2. und 3. Versuches Pulver anderer Gesteine — eines Nephelinbasalts und eines Thonschiefers — enthalten waren, wodurch die Zusammensetzung dieser Versuche eine wesentlich andere wurde, als diejenige meiner Versuche.

Doch geht aus den anderen Versuchen C. B. SCHMUTZ' hervor, dass auch sie reiche Glasbildung ergaben (mit Ausnahme des 4. Versuches, welcher reichlich Feldspath [Oligoklas] und Skapolith und nur wenig Glas lieferte, bei dieser Zusammensetzung aber, in Verbindung mit dem hohen Kieselsäuregehalt, nicht gut mit einem natürlichen Gestein identificirt werden konnte).

Zu den günstigsten Resultaten bei Versuchen mit sauren Gesteinen würde man jedenfalls dann gelangen, wenn man erstens grössere Mengen der umzuschmelzenden Mischung verwenden könnte, und zweitens die Möglichkeit hätte, diese Mischung durch längere Zeit im viscosen Zustande zu erhalten.

### III. Versuchsreihe.

#### Diorit.

Das natürliche Gestein ist ein Hornblendediorit vom Hassensteinergrund bei Kaaden (Böhmen). Derselbe setzt sich aus folgenden Mineralien zusammen: Amphibol (hellgrün bis saftgrün), Feldspath (Orthoklas und Albit) und Magnetit.

Accessorisch treten auf: Titanit, Zirkon, Muscovit und Rutil; von diesen wieder am reichlichsten: Titanit und Magnetit.

Ausser dem natürlichen Gestein benützte ich zu den Versuchen auch wieder eine künstliche Mischung, welche entsprechend der Analyse eines Diorits<sup>1</sup> hergestellt war. Analyse des Diorites vom Eisenbühl bei Neila (Analyse v. LORETTZ):

SiO <sub>2</sub> . . . . .	47,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16,67
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,64
FeO . . . . .	6,47
MnO . . . . .	0,26
MgO . . . . .	4,11
CaO . . . . .	10,81
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3,02
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,93
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,42
TiO <sub>2</sub> . . . . .	3,07

Entsprechend diesen Zahlen wurden zur Mischung verwendet:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	47,38
Al <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> . . . . .	25,46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,64
FeCO <sub>3</sub> . . . . .	9,53 als Siderit
MnCl <sub>2</sub> + 4 aqu. . . . .	0,33
MgCO <sub>3</sub> . . . . .	8,57
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	19,30
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	5,16
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	1,69
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> . . . . .	2,11
TiO <sub>2</sub> . . . . .	3,07

### 9. Versuch.

In einem Porcellantiegel wurden geschmolzen:

- 1 g Orthoklas von St. Gotthard,
- 2 g Albit vom Mauthner, Koralpe,
- 1 g Glimmer vom Mte. Somma,
- 2 g Hornblende von Lukow,
- 4 g Natriumchlorid (allmählich zugesetzt),
- 1 g wolframsaures Kali,
- 0,5 g Borsäure,
- 1 g Natriumphosphat.

<sup>1</sup> ROTH, l. c. 1879. p. 32. No. 15.



Maximaltemperatur 1100°, Viscositätstemperatur 800 bis 900°. Dauer des Versuches zehn Stunden.

Das Magma erstarrte an der Oberfläche zu einem dunklen Glase; im Innern aber ist es nur zum Theile glasig, da grössere Partien mikrokrystallin sind.

In der aus Feldspath in schmalen Leisten und Glas zusammengesetzten Grundmasse haben sich porphyrisch ausgeschieden: Feldspäthe, theils Orthoklas, theils Albit.

Ferner ist Olivin und Nephelin, ersterer nur spärlich, letzterer etwas häufiger neu entstanden. Beide kommen fast nur als unregelmässige Körner oder als Leisten vor. Vom Olivin ist ein Krystall zu erwähnen, welcher schief zur Hauptachse unter kleinem Winkel getroffen ist.

Auffallend ist ferner die Ausscheidung von Quarz. Es sind einige grössere und mehrere kleinere, ganz unregelmässig gestaltete Körner. An einem derselben, das theilweise ebenflächig (in den Contouren des Schnittes also geradlinig) begrenzt ist, konnte die Interferenzfigur beobachtet werden. Das stauroskopische Kreuz ist erkennbar, während die Farbenfolge undeutlich ist.

Da der Mischung keine Kieselsäure zugesetzt wurde, ist es fraglich, aus welchen der Kieselsäure enthaltenden Mineralien sich der Quarz abgespalten hat. Mir scheint es am wahrscheinlichsten, dass derselbe aus der Kieselsäure des Glimmers sich bildete, da die Feldspäthe sich neu gebildet haben und die Hornblende vollständig ins Glas eingetreten zu sein scheint. Allerdings könnte der Quarz auch direct aus dem Glase entstanden sein, doch spricht gegen diese Annahme der Mangel jeder bestätigenden Erfahrung.

Sodann sind noch neugebildete Augite zu erkennen. Dieselben sind aber nicht mehr zu den porphyrisch ausgeschiedenen zu rechnen, sondern gehören infolge ihrer geringen Grösse zu den Constituenten der Grundmasse, welche sich vorzüglich aus Feldspäthen, den Augiten und Glastheilchen zusammensetzt. Die Augite sind kurze Nadelchen von gelbbrauner Farbe, ohne Pleochroismus, und ohne lebhaftere Polarisationsfarben.

Magnetit ist reichlich vorhanden.

Endlich ist noch Glas zu erwähnen, das, wie gesagt, zum

Theil in der Grundmasse in kleinen Partien, zum grösseren Theil aber ausserhalb derselben in geschlossenen Partien an der Zusammensetzung derselben Antheil nimmt.

Die Farbe des Glases wechselt. Neben weissem findet sich auch gelbes, braunes und auch grünes Glas. Sowohl in diesem als auch im weissen Glas sind Glastrichiten und Belonite in den mannigfachsten Gestalten zu beobachten. Von ihnen nur im polarisirten Licht zu unterscheiden sind Krystalliten, welche infolge ihrer Kleinheit und ganz unregelmässigen Anlagerung keine Bestimmung zulassen.

#### 10. Versuch.

- 6 g Diorit (Gesteinspulver),
- 2 g Borsäure,
- 1 g Natriumphosphat,
- 2 g Calciumfluorid.

Das Gemenge wurde in einem Porcellantiegel bis auf 1000° erhitzt. Viscositätstemperatur 800°, Dauer des Versuches 10 Stunden.

Die tiefdunkelbraune, fast schwarze Schmelze ist in vielen Partien bloss glasig erstarrt, in anderen aber hat sie mikrokrySTALLINES Gefüge.

An Mineralien enthält das Product Feldspath (Anorthit) in ziemlich grosser Menge und Hornblende. Letztere gegenüber jenem an Menge weit nachstehend.

Auch gegenüber dem reichen Auftreten der Hornblende im Gestein ist deren Vorkommen in der erhaltenen Schmelze nur als ein spärliches zu bezeichnen. Es ist eben ein grosser Theil derselben ins Glas eingetreten. Immerhin aber ist ihre Menge gross genug, dass sie auch in einem natürlichen Gesteine noch zu den wesentlichen Constituenten gerechnet werden müsste.

An Stelle der grossen Schuppen und Blätter der Hornblende des natürlichen Diorits haben sich in der Schmelze nur kleine, unscheinbare Schüppchen gebildet.

Dass dieselben nicht bloss Reste der in der Schmelze sich lösenden Hornblende des natürlichen Gesteines sind, geht aus der Beschaffenheit des ganzen Schmelzproductes hervor, welches nicht bloss durch seine Farbe von dem zum Versuche



verwendeten Diorit gänzlich verschieden ist, sondern insbesondere durch die in der ganzen Schmelze zerstreuten Glaspartikel, welche für die gänzliche Umschmelzung der Mischung beweisend sind.

Eine andere Eigenschaft dieser neu gebildeten Hornblenden, ihre Farbenänderung, kann als Beweis für die Neubildung nicht herangezogen werden, da die Veränderung der Farbe schon durch blosses Erhitzen eintreten kann.

Wie früher erwähnt, sind die Hornblendeschuppen und -körner des Gesteines durchwegs grün. Die Schmelze aber enthält nur braune Hornblende. Der Pleochroismus geht von hellgelb bis dunkelbraun. Dieser Farbenwechsel tritt aber, wie J. A. IPPEN<sup>1</sup> angiebt, sehr rasch ein. Grüne Hornblende, welche er auf einem Platinblech der Flamme eines Bunsenbrenners aussetzte, wurde bereits nach zwei Minuten in braune überführt. Das Eisenoxydul der grünen Hornblende wird eben rasch in Eisenoxyd verwandelt.

Die Polarisationsfarben sind nicht sehr lebhaft; verschiedene Töne von gelb und roth.

Der typische Spaltungswinkel von  $124^{\circ}$  ist nur an zwei Blättchen sicher festzustellen gewesen.

Endlich ist noch des Glimmers Erwähnung zu thun. Es sind Biotitblättchen von hellgelber bis hellbrauner Färbung mit nur geringem Dichroismus. Ihre Entstehung ist bei der Neigung der Hornblende mit Fluoriden Glimmer zu bilden (siehe C. DOELTER: Synthetische Studien. Dies. Jahrb. 1897. I), leicht begreiflich.

Nach seiner Zusammensetzung ist das Product des Versuches als ein Andesit zu bezeichnen.

#### 11. Versuch.

- 5 g Diorit vom Hassensteinergrund bei Kaaden,
- 2 g Natriumfluorid,
- 2 g Magnesiumchlorid,
- 2 g Calciumfluorid.

Das gepulverte Gemenge wurde durch 9 Stunden im Platincylinder erhitzt. Der Schmelzfluss trat nach 1 Stunde

<sup>1</sup> J. A. IPPEN, Petrographische Untersuchungen an krystallinen Schieferen der Mittelsteiermark (Koralpe, Stubalpe, Posruck). Mitth. d. naturw. Ver. f. Steiermark. Graz 1896. p. 7.

bei ungefähr  $900^{\circ}$  ein; hierauf wurde die Temperatur auf ca.  $700^{\circ}$  erniedrigt, auf welchem Stande dieselbe mehrere Stunden hindurch erhalten wurde. Schliesslich wurde an Stelle des anfänglich verwendeten Gebläses ein Bunsen-Brenner gesetzt, welcher die ganze, auf den Versuch folgende Nacht brennen blieb. Die Schmelze hat dichte Structur; lässt mit der Loupe einzelne Krystalle und Partien reinen Glases erkennen. Die entweichenden Gase haben bei dieser Schmelze nur wenige, aber grosse Poren erzeugt. Die Farbe der Schmelze ist grau.

U. d. M. ist von Glas nur äusserst wenig zu bemerken; fast alle Partien des Schlifses polarisiren. In dieser polarisirenden Basis, welche viel Na enthalten muss und wahrscheinlich der Zusammensetzung von Na-Feldspäthen entspricht, welche Annahme nach dem Vorhandensein kleiner Albitnadeln in der Basis gestattet ist, liegen zahlreiche grössere Krystalle von Feldspäthen (Anorthit) und Hornblenden.

Wie bereits bei Besprechung der vorhergegangenen Synthese erwähnt wurde, ist die Hornblende im Gestein sattgrün. Da sie aber auch in dieser Schmelze hellgelb bis braun ist, so fand auch diesmal thatsächliche Neubildung statt. Die Gründe für die Änderung der Farbe sind bereits bei der vorigen Synthese erörtert worden. Der Pleochroismus geht von hellgelb bis hellbraun.

Sehr viel Magnetit.

Das Product ist, wie das des vorigen Versuches, als (glimmerfreier) Andesit zu benennen.

## 12. Versuch.

- 5 g Dioritmischung,
- 2 g Magnesiumchlorid,
- 3 g Calciumchlorid,
- 1 g Salmiak.

Dieses Gemisch wurde im Porcellantiegel auf  $1100^{\circ}$  erhitzt und dann bei einer Temperatur von ca.  $800^{\circ}$  (Unregelmässigkeiten des Gebläses erhöhten dieselbe mehrmals auf  $850^{\circ}$  und erniedrigten sie auch wiederholt auf  $700-750^{\circ}$ ). Das graubraune, makroskopisch dicht erscheinende Erstarproduct enthält nur wenige Poren. U. d. M. unter-



scheidet man neben ganz geringen Partien braunen Glases erstens porphyrische Krystalle von Feldspath in sehr geringer Menge, Olivin, Melilith und Augit und eine Grundmasse, welche sich wesentlich aus Feldspath und Augitkörnchen, darunter verstreut auch Glaspartikelchen, mosaikartig zusammensetzt.

Der porphyrisch auftretende Feldspath, wie bereits früher bemerkt, nur in sehr geringer Menge vorhanden, tritt fast nur in leistenförmigen Durchschnitten auf und gehört z. Th. einer zwischen dem Albit und Oligoklas stehenden Mischung an, z. Th. ist er Labrador. Die Polarisationsfarben sind grau, nur einige wenige zeigen auch rothe, blaue und gelbe Töne von geringer Intensität.

Der Melilith bildet meist rechteckige Durchschnitte von weisser Farbe; im polarisirten Lichte erglänzt er in tiefem Gelb. In vielen Individuen finden sich Glaseinschlüsse und zuweilen auch Feldspathnadelchen.

Der Olivin, lange Nadeln, auf der einen Seite breit, auf der anderen spitz endend, ist nicht an allen Stellen des Gesteins in gleicher Häufigkeit vorhanden, indem er einzelnen Partien gänzlich mangelt, in anderen Theilen jedoch häufig ist.

Der Augit ist porphyrisch nicht sehr häufig, während er in der Grundmasse mit dem Feldspath wesentlicher Bestandtheil ist.

Magnetit, meist in Blättchen und Schüppchen, doch auch in Nadelchen, ist überall in grosser Menge anzutreffen.

Man könnte das erhaltene Product mit Rücksicht darauf, dass der Feldspath an Menge den anderen Constituenten wesentlich nachsteht, einen Limburgit nennen, doch glaube ich, dasselbe doch eher als Melilithbasalt bezeichnen zu sollen.

### 13. Versuch.

- 8 g Dioritmischung,
- 2 g Natriumfluorid,
- 1 g Kaliumfluorid,
- 2 g Calciumfluorid.

Der Versuch wurde in einem Platincylinder ausgeführt. Die Temperatur erreichte im Maximum 900°; Viscositätstemperatur 800°, Dauer des Versuches 10 Stunden.

Das Product ist eine tiefdunkle, fast schwarz erscheinende, durch und durch glasige Masse.

Der Grund zur stark glasigen Ausbildung dürfte in der allzu schnellen Abkühlung und damit zu rasch eintretenden Erstarrung zu suchen sein.

An Mineralausscheidungen ist vor allem Biotit zu erwähnen, dessen Entstehung bei der angewendeten Menge von Fluoriden ja vorauszusetzen war. Es sind zum grössten Theile Schüppchen, zum geringeren Theile Leisten von lebhaftem Pleochroismus. Weisslichgelb bis braungelb. Die Polarisationsfarben sind kräftig. Gelb, roth, blau. Lamellärer Bau ist an einigen der grösseren Schuppen festzustellen. Mehrere Blättchen enthalten Einschlüsse, und zwar wieder von Biotit.

Ebenso wie der Biotit nicht überall in gleicher Menge auftritt, ja einzelnen Partien gänzlich mangelt, tritt auch der Feldspath nur localisirt und in viel geringerer Menge als der Biotit auf. Nach der Auslöschung zu urtheilen, ist derselbe Oligoklas.

Endlich ist noch der Magnetit zu erwähnen, welcher reichlich in der ganzen Schmelze vorhanden ist. Theilweise sind es Blättchen, andererseits sind auch zahlreiche Nadelchen entstanden, die z. Th. zu zierlichen Gittern vereinigt sind.

Die Glasmasse ist durch typische Fluctuationsstructur ausgezeichnet. Kenntlich wird dieselbe sowohl durch Einschlüsse von Magnetitblättchen, welche die Richtung der Strömung erkennen lassen, als auch durch den Wechsel des Glases, indem Schlieren hellgelben oder braunen Glases mit dem weissen Glase wechseln.

Neben diesen Gläsern ist auch noch schwarzes Glas entstanden, welches jedoch nicht geschlossene Partien bildet, sondern in Brocken in der übrigen Masse schwimmt.

Das Product des Versuches ist einem (stark glasigen) Glimmerandesit gleichzustellen.

#### 14. Versuch.

5 g Dioritgestein.

In einem Platincylinder wurde das Gesteinspulver bis auf 1200° erhitzt, bei welcher Temperatur erst vollständige Schmelzflüssigkeit eintrat, hierauf durch 2 Stunden auf 1000° erhalten, dann auf 800° erniedrigt, welche Temperatur bis zum Schlusse beibehalten wurde. Dauer des Versuches 12 Stunden.



Die Schmelze ist theils dicht, theils glasig. Färbung fast schwarz. In der Glasmasse liegen zahlreiche Nadeln von Nephelin und Feldspath zerstreut. Ersterer tritt mit den grauen Polarisationsfarben auf, die den künstlichen Nephelinen stets eigen sind.

Die Feldspathnadeln sind, soweit gleichzeitig ihre Ausbildung bei der ziemlich geringen Grösse zur Bestimmung hinreichte, Anorthite. Hervorzuheben ist die Lagerung dieser Nadeln, resp. die Stellung, welche sie zu einander einnehmen. Sie kreuzen sich entweder in diagonaler Richtung oder haben zu einander eine senkrechte oder nahezu senkrechte Stellung. Diese Lagerung, welche sowohl in künstlich hergestellten Gesteinen nicht selten und in natürlichen sehr häufig anzutreffen ist, deutet nach KALKOWSKY auf den Einfluss eines noch unbekanntes Zwillingsgesetzes.

In dem z. Th. weissen, z. Th. hellbraunen, fast schwarzen Glas finden sich vereinzelt Sphärolithe, welche ebenfalls aus Glas bestehen und nur durch ihre hellere Färbung von der übrigen Glasmasse zu unterscheiden sind. Es sind Kugeln oder unregelmässig gestaltete Körper von zonalem Bau, deren einzelne Zonen aus hellem Glas durch Streifen aus dunklem Glas, welche parallel zu den äusseren Umrissen, also concentrisch verlaufen, getrennt sind. Die Zahl der Zonen wechselt zwischen zwei und fünf.

Zwischen der Glasbasis finden sich einige ihr ähnliche Stellen, welche aber polarisiren, also krystallin sind; irgend welche Krystalle oder überhaupt individualisirte Bildungen sind darin nicht zu unterscheiden.

Obwohl in Phonolithen meistens Sanidin auftritt, enthalten dieselben doch häufig statt desselben Plagioklas. Solchen Phonolithen, besser Phonolithpechsteinen, ist dieses Schmelzproduct gleichzustellen.

### 15. Versuch.

Dieser Versuch sollte die Wirkung von gasförmigem HCl auf ein schmelzflüssiges Magma feststellen. Es wurden

- 5 g Dioritmischung,
- 2 g Manganchlorür,
- 2 g Magnesiumchlorid,
- 1 g Borax

innig gemengt, in einem Platinschiffchen in ein Rohr eingeführt, durch welches HCl hindurchstrich. Das Rohr wurde an der Stelle, an welcher innen das Schiffchen lag, bis zu hellster Rothgluth erhitzt, 900°, so dass anzunehmen war, dass auch das innen liegende Platinschiffchen die notwendige Temperatur besitze, dass die Mischung schmelzflüssig werde. Und nun wurde in einem Kolben HCl-Gas, aus NaCl mit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, entwickelt, welches seinen Weg durch das Rohr nehmen musste, um hierauf in's Freie zu gelangen. Der Kolben war mit Material so reichlich beschickt, dass die Gasentwicklung mehr als eine Stunde (nach Rechnung) dauern musste. Nach Beendigung der Gasdurchleitung wurde das Rohr noch vier Stunden bei etwas niedrigerer Temperatur (circa 700°) erhitzt. Nach zehn Stunden wurde der Versuch beendet. Leider war derselbe resultatlos; das im Platinschiffchen befindliche Gemenge war statt geschmolzen nur angefrittet. Die Temperatur war eben bei der Dicke des Rohres zu niedrig. Ein zweiter Fehler mag auch darin gelegen sein, dass das Gas, weil vorher nicht erwärmt, abkühlend wirkte.

Drei Versuche dieser Gruppe ergaben fast gleiche Resultate, trotz ziemlich weit abweichender Zusammensetzung der zu den Versuchen verwendeten Gemische. In dem 10. und 11. Versuche wurde Pulver von natürlichem Diorit, und zwar im ersten Falle mit Zugabe von Borsäure, Natriumphosphat und Calciumfluorid, im letzteren Falle mit Beimengung der Fluoride des Na, Mg, Ca umgeschmolzen. Es entstand in beiden Fällen Andesit. In dem 13. Versuche, welcher aber nicht mit natürlichem Gestein, sondern mit einem Theile der chemischen Dioritmischung (beigegeben wurden die Fluoride des Na, K, Ca) ausgeführt wurde, entstand ein ähnliches Product, ein Glimmerandesit.

In zwei Fällen, im 9. und 12. Versuche, entstanden den Basalten nahestehende Producte. Und zwar im erstgenannten Versuche — das Gemisch bestand aus Orthoklas, Albit, Glimmer, Hornblende, Natriumchlorid, wolframsaures Kali, Borsäure und Natriumphosphat — ein Product, welches einerseits durch seinen Quarzgehalt an Dacit, andererseits durch den Olivinegehalt an Basalt erinnert. Sein Analogon findet dieses Product in den Quarzbasalten Nordamerikas und Siebenbürgens<sup>1</sup>.

Das Resultat des anderen (12.) Versuches — zu diesem war ein Theil der chemischen Dioritmischung, gemengt mit Ammonium-, Calcium- und Magnesiumchlorid, verwendet worden — ist am besten einem Melilithbasalt zu vergleichen.

<sup>1</sup> H. ROSEBUSCH, Elemente der Gesteinslehre. p. 317. Stuttgart 1898.



Der 14. Versuch endlich, zu dessen Ausführung nur Pulver von natürlichem Diorit ohne Zugabe irgendwelcher Fluss- oder Krystallisationsmittel benützt wurde, lieferte einen Phonolith, oder besser, wegen der reichlichen Glasbasis, einen Phonolith-Pechstein.

Übersichtlich zusammengestellt ergaben also die Versuche dieser Reihe:

- a. (9.) Quarzbasalt.
- b. (10.) Andesit.
- c. (11.) Andesit.
- d. (12.) Melilithbasalt.
- e. (13.) Glimmerandesit.
- f. (14.) Phonolith-Pechstein.

#### IV. Versuchsreihe.

##### Phonolith.

Die Analyse des zu den folgenden Versuchen angewendeten Gesteines, eines Phonolithes von den Capverden (Praya), war nach C. DOELTER<sup>1</sup>:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	53,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	23,59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,57
Fe O . . . . .	1,88
Mn O . . . . .	Spur
Mg O . . . . .	0,87
Ca O . . . . .	2,26
Na <sub>2</sub> O . . . . .	9,05
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,77
H <sub>2</sub> O . . . . .	1,50

Die Zusammensetzung der darnach hergestellten Mischung ist:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	53,80
Al <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> . . . . .	36,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3,57
Fe Cl <sub>2</sub> . . . . .	5,19
Mn O . . . . .	—
Mg CO <sub>3</sub> . . . . .	1,81
Ca CO <sub>3</sub> . . . . .	4,04
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	15,47
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	8,83

<sup>1</sup> C. DOELTER, Zur Kenntniss der vulcanischen Gesteine und Mineralien der Capverdischen Inseln. Graz 1882.

C. DOELTER (l. c.) schildert diesen Phonolith mit folgenden Worten: „Dieses Gestein . . . zeigt in einer grauen, felsitischen Grundmasse grosse Orthoklaskrystalle, sowie Augitkrystalle, hie und da sieht man auch einige grosse Blättchen von Biotit, welcher jedoch nur sehr sporadisch vorkommt . . . Was die Grundmasse anbelangt, so besteht sie vorwiegend aus sehr kleinen, etwas zersetzten Nephelinindividuen, die dicht gedrängt nebeneinander liegen und bei mikroskopischer Betrachtung Einschlüsse von Augit und Magnetit zeigen. Der zweite Gemengtheil der Grundmasse ist weit seltener . . . Der Augit bildet wohl den seltensten Bestandtheil der Grundmasse, und nur der Magnetit, welcher in vereinzelt quadratischen Durchschnitten in Schliften sichtbar wird, ist noch weit weniger häufig . . . Als accessorische Mineralien erscheinen in einigen Schliften spiessige Titanitdurchschnitte, dagegen fehlt Hauyn gänzlich. Es ist wahrscheinlich, dass in der Grundmasse zwischen dem Nephelin etwas glasige Basis steckt, aber die Unterscheidung ist wegen der begonnenen Zersetzung recht schwierig.“

#### 16. Versuch.

5 g Phonolithmischung.

In einem Porcellantiegel ausgeführt. Maximaltemperatur 1200°, Viscositätstemperatur 800°. Dauer des Versuches 10 Stunden.

#### 17. Versuch.

5 g Phonolithmischung,  
2 g Calciumfluorid.

Die Mischung wurde im Platincylinder bis zu 1100° erhitzt, dann langsam auf 900° erniedrigt. Dauer des Versuches 9 Stunden.

Beide Versuche lieferten im Wesentlichen nur Glas. Die Ursache hierfür ist die zu rasche Erhitzung, resp. die für dieselbe nothwendige hohe Temperatur und andererseits die gerade während der Ausführung der Versuche dieser und der folgenden Reihe auftretenden Störungen im Gebläse, durch welche namentlich die nothwendige Constanz der Abkühlungstemperaturen verhindert wurde.



Es entstand im 16. Versuch neben Glas nur krystalline Substanz ohne irgendwelche Ausscheidungen.

In der Glasbasis des 17. Versuches liegen die verschiedenartigsten Gebilde eingebettet. Neben miteinander nicht verbundenen Kügelchen finden sich keulenförmige Gebilde, welche z. Th. ebenfalls frei, z. Th. aber in der Weise verbunden sind, dass diese keulenförmigen Körperchen sich an die beiden Seiten einer Mittelleiste anlegen. Sehr häufig geschieht dies in der Art, dass die längsten in der Nähe des unteren Endes einer Leiste, nach oben immer kürzere und am oberen Ende die kürzesten stehen. Das Ganze bietet das Bild eines Bäumchens.

Andere wieder sind theils unregelmässig aneinander gelagert, theils zu regelmässigen Figuren (Rhomben, verschiedenen Oblongen) vereinigt. Stets aber stehen die Äste senkrecht auf der Mittelleiste.

Alle diese Körper polarisiren nur schwach mattes Grau.

An vielen Stellen treten neben ihnen, fast noch zahlreicher als jene, Krystalliten auf, welche in ihrer Grösse von den zartesten Nadelchen bis zu ziemlich grossen Leisten wechseln.

Sie lagern sich stets in einem Winkel von  $46^\circ$  aneinander. Polarisation ist lebhaft. Helles Grau. Auslöschung beträgt  $7^\circ$ .

Die Glasmasse ist zum grössten Theil, wie auch all die eben besprochenen Ausscheidungen, farblos. Nur einige Partien zeigen hellgelbe, andere hellbraune Töne. Einige Stellen sind etwas dunkler, gelbbraun bis braun gefärbt. In diesen und ausserdem in drei anderen Partien ist Magnetit in kleinsten Schüppchen massenweise ausgeschieden, während er in der übrigen Glasbasis nicht vorhanden ist.

Die gefärbten Glaspartien sind, wie im polarisirten Lichte zu erkennen ist, von einem ganzen Gitterwerke der oben erwähnten Nadeln erfüllt.

### 18. Versuch.

- 5 g Phonolith von Praya (Mischung),
- 2 g Natriumwolframat,
- 2 g Natriumchlorid.

Das Gemenge wurde durch 8 Stunden im Platincylinder anfänglich (durch  $1\frac{1}{2}$  Stunden) bei ziemlich schwankender Temperatur (infolge von Störungen beim Gebläse), welche ihr

Maximum bei 1200° erreichte, erhitzt, hierauf auf einer Höhe von 700—800° bis zum Schlusse erhalten.

Das Product ist ein Glas, in welchem zahlreiche Feldspäthe, oft von ziemlicher Grösse, eingelagert sind. Einzelne derselben sind aber nicht von Glas, sondern von einer Basis umgeben, welcher die Polarisationsfarben des Feldspaths zukommen.

Es sind Orthoklase.

Neben ihnen tritt auch Nephelin auf. Polarisationsfarben wenig lebhaft, grau.

Die lebhafte Fluctuation, welche in der Schmelze herrschte, ist auch hier theils durch Magnetitkörnchen, theils durch den Wechsel verschiedenfarbiger Gläser kenntlich; das Bild dieser Structur erinnert an das des 14. Versuches.

Das Product ist zwar nicht dem ursprünglichen Gestein gleich, es enthält keinen Augit und ist stark glasig, gehört aber doch zu den Phonolithen. Es ist ein Phonolithpechstein.

Im Anschlusse hieran bringe ich die Resultate zweier Versuche, welche Herr Prof. Dr. C. DOELTER vor längerer Zeit ausführte; allerdings zu anderen Zwecken, als dieser Arbeit zu Grunde liegen. Bei diesen Versuchen wurden Stücke von Mineralien in das schmelzende Magma eingeführt, wobei es sich um die Untersuchung der Veränderung des Minerals, sowie um die Beobachtung der sich bildenden Contactzone, nicht aber um die Veränderungen des verwendeten Gesteines handelte.

Diese Experimente wurden in Rose-Tiegeln ohne Zugabe von Schmelz- oder Krystallisationsmitteln ausgeführt.

a) Umschmelzung von Phonolithpulver,  
eingetaucht Bronzit.

In einer hellgelben, fast weissen Glasbasis liegen in grosser Menge Krystalliten von theils nadelförmiger, theils dendritischer Gestalt; sie erinnern sehr an jene des 17. Versuches. Offenbar lag in beiden Versuchen dasselbe Krystallisationsbestreben vor.

b) Umschmelzung von Phonolithpulver,  
eingetaucht Labrador.

Glasbasis nur wenig vorhanden; von dunkelgelber, braun- gelber, brauner und schwarzer Färbung.



Die darin verstreuten, sehr zahlreichen Krystalle sind Feldspäthe, Skapolithe und Olivine.

Die Feldspäthe stehen theils noch dem Labrador nahe, theils nähern sie sich dem Albit. Offenbar danken sie ihr Entstehen dem Labrador, von dem sich Theile in der Schmelze lösten, an dieselbe Calcium abgaben und calciumärmere Plagioklasse lieferten. Magmatische Corrosionserscheinungen sind an Skapolith und Olivin häufig, besonders an ersterem.

Das Product kann einem Skapolithtephrit verglichen werden.

Nur zwei Versuche dieser Gruppe lieferten gesteinsähnliche Producte. Der eine (17. Versuch) wurde mit einem Theile der chemischen Phonolithmischung in Verbindung mit Na-Wolframat und Na-Chlorid ausgeführt und ergab wieder einen Phonolith, welcher sich aber durch seinen Mangel an Augit von dem augitführenden natürlichen Phonolith (von Praya) unterscheidet.

Der andere Versuch (die eben besprochene Umschmelzung b) lieferte ein tephritähnliches Product, bestehend aus Plagioklas, Skapolith, Olivin und Glas.

## V Versuchsreihe.

### Lava vom Vesuv.

Die Zusammensetzung der benützten, vom Ausbruch des Vesuv im Jahre 1858 herstammenden Lava ist im Wesentlichen folgende: Neben der gelben bis bräunlichen Glasbasis: Augit, Feldspath und Leucit; in geringerer Menge: Nephelin. Der Feldspath ist zum Theil Sanidin, zum anderen Theil sind es Feldspäthe der triklinen Reihe, meist in polysynthetischer Zwillingungsverwachsung, und zwar Anorthite. Ausführlicheres über das Gestein siehe ZIRKEL<sup>1</sup>.

Zu den Versuchen wurde das Gestein selbst, sowie eine nach dessen Analyse<sup>2</sup> hergestellte Mischung verwendet.

Die Analyse des Gesteins zeigt:

<sup>1</sup> ZIRKEL, Über die mikroskopische Structur der Leucite und die Zusammensetzung leucitführender Gesteine.

<sup>2</sup> ROTH, l. c. 1869. p. 102. No. 25.

Si O <sub>2</sub> . . . . .	48,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	19,97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,01
Fe O . . . . .	4,99
Mg O . . . . .	4,11
Ca O . . . . .	10,15
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,19
K <sub>2</sub> O . . . . .	4,49

Die darnach hergestellte Mischung hat folgende Zusammensetzung:

Si O <sub>2</sub> . . . . .	48,12
Al <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> . . . . .	30,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	7,01
Fe CO <sub>3</sub> . . . . .	7,35
Mg CO <sub>3</sub> . . . . .	8,73
Ca CO <sub>3</sub> . . . . .	18,13
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	3,74
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	8,31

#### 19. Versuch.

- 5 g Lavamischung,
- 2 g Natriumfluorid,
- 1,5 g Calciumfluorid,
- 1,5 g Kaliumfluorid.

Das Gemenge wurde in einem Platincylinder durch 10 Stunden erhitzt. Maximaltemperatur 900<sup>o</sup>, Viscositätstemperatur 800<sup>o</sup>.

Infolge der relativ grossen Menge von Fluoriden sind in der entstandenen Glasmasse ausser Kaliglimmer keine Mineralien zur Ausscheidung gelangt.

#### 20. Versuch.

Auch bei diesem Versuche, zu welchem 5 g des Lavagesteins ohne Beimengung von Flussmitteln verwendet und in einem Platincylinder umgeschmolzen wurden (Maximaltemperatur 1000<sup>o</sup>, Viscositätstemperatur 900<sup>o</sup>), entstand nur Glas. Hervorzuheben ist die lebhaft Fluctuation, welche darauf hindeutet, dass zu grosse Dünflüssigkeit im Magma herrschte, herbeigeführt durch die für die Schmelzung des Gesteins überflüssig hohe Temperatur, welche die Mineralbildung verhinderte.



### 21. Versuch.

5 g der Mischung wurden in einem Porcellantiegel umgeschmolzen. Infolge der ziemlich grossen Menge von Carbonaten, besonders des schwer schmelzbaren Calciumcarbonats, welches in grösserer Menge an der Zusammensetzung der Mischung Antheil hat, musste anfänglich die Temperatur von 1200° benützt werden, um das Material zu schmelzen. Einige Zeit nach Eintritt der Schmelzflüssigkeit wurde die Temperatur allmählich auf 800° erniedrigt und bis zum Schlusse beibehalten. Dauer des Versuches 12 Stunden.

Die dunkelgraue, von zahlreichen kleinen und mehreren grösseren Poren durchsetzte Schmelze setzt sich aus Glas, Augit, Feldspath, Magnetit (?), und in sehr geringer Menge Olivin zusammen.

Viele Partien der grünlich, gelblich, bräunlich oder schmutzigweiss gefärbten Glasmasse polarisiren.

In dieser liegen in grosser Menge weisse oder gelblichweisse Augit- und Feldspathkörnchen zerstreut.

Die Feldspäthe können mit Ausnahme weniger Anorthite, infolge ihrer unregelmässigen Gestalt und des gänzlichen Mangels von Spaltrissen, nicht näher bestimmt werden.

An einzelnen Stellen finden sich radialstrahlige, im Durchschnitt als Sternchen erscheinende Feldspathsphärolithen. In dieser Versuchsreihe hat sich nur ein Product gebildet, welches als Gestein aufgefasst werden kann, nämlich im 21. Versuch ein Basalt. (Die Ursache der vorwiegend oder ganz glasigen Natur der Producte der beiden anderen Versuche dürfte in dem wahrscheinlich zu raschen Übergang aus dem schmelzflüssigen in den viscosen Zustand zu suchen sein.)

Obiger Versuch wurde mit einem Theile der Lavamischung (ohne weitere Zugabe von Schmelzmitteln) ausgeführt und ergab neben Glas: Feldspath, Augit, Magnetit und etwas Olivin.

Zum Vergleiche mit meinem Versuche ziehe ich zwei von C. SCHMUTZ beschriebene, von Prof. Dr. C. DOELTER ausgeführte Versuche heran. Der erste bestand in blosser Umschmelzung des (natürlichen) Leucittephrits vom Capo di Bove und lieferte in der Schmelze an Mineralien: Leucit, Plagioklas (Andesin?), Augit, Magneteisen.

Der zweite Versuch, Umschmelzung einer chemischen Mischung dieses Leucittephrits von folgender Zusammensetzung:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	4,59 g
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,87
FeO . . . . .	1,07
CaO . . . . .	1,05
MgO . . . . .	0,57
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,68
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,17

ergab eine Masse, bestehend aus Glas, Feldspath (Andesin), Melilith, Magneteisen.

C. SCHMUTZ bezeichnet die erste Schmelze als Leucit-tephrit, die zweite als Melilithtephrit.

Bezüglich der Zusammensetzung ist es auffallend, dass sich in mehreren Versuchen C. SCHMUTZ' Leucit bildete, während er in meinen Schmelzen nicht neu entstand.

Doch braucht man sich nur zu erinnern, dass einerseits die Zusammensetzung der Mischungen eine ziemlich verschiedene war, andererseits aber auch die Inconstanz der Temperatur die sonst vorauszusetzende Neubildung des Leucits verhindern musste.

## VI. Versuchsreihe.

Das Material dieser, sowie auch dasjenige der folgenden Versuchsreihe danke ich ebenfalls der Güte Herrn Prof. Dr. C. DOELTER, welcher mir dasselbe zur Bearbeitung überliess.

Die Anordnung dieser Versuche, sowie die verwendeten Apparate waren nach Mittheilungen C. DOELTER'S gleich denjenigen meiner Versuche; nur wurden nicht Platindüten oder -cylinder benützt, sondern durchgehends Porcellantiegel. Schmelz- oder Krystallisationsmittel wurden bei keinem einzigen Versuche dem zu schmelzenden Gemenge beigemischt.

### Nephelinbasalt von Waldra.

Dieses Gestein wurde von HUSSAK wegen des vorhandenen Olivins als Nephelinbasalt aufgefasst, während SIGMUND<sup>1</sup> das-

<sup>1</sup> SIGMUND, Die Basalte der Steiermark. TSCHERMAK'S Min. u. petr. Mitth. 1897. 16.



selbe wegen der geringen Menge von Olivin als Nephelinit bezeichnet. Ich glaube, an dem älteren Namen festhalten zu sollen.

Die mineralogische Zusammensetzung des Gesteines ist folgende: Augit in grossen Körnern, vielfach corrodirt, und Nephelin sind mit der Glasbasis die wesentlichen Gemengtheile. Untergeordnet Olivin und Hauyn. Magnetit: nicht gerade sehr häufig.

Die Analyse eines analogen Gesteines vom Hochstraden, einem Bergrücken unweit von Waldra, lautet:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	40,99
TiO <sub>2</sub> . . . . .	2,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	16,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	10,62
MnO . . . . .	0,35
MgO . . . . .	3,29
CaO . . . . .	12,63
Na <sub>2</sub> O . . . . .	5,95
K <sub>2</sub> O . . . . .	2,36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,89
SO <sub>3</sub> . . . . .	0,64
Cl . . . . .	0,36
Glühverlust . . . . .	2,63
	<hr/>
	99,62

In der dunkelbraunen bis schwarzen Glasbasis der Schmelze liegt eine Unzahl von Augitkrystallen und -nadeln von weisslicher, gelber, hell- und dunkelbrauner Farbe, während der Augit im natürlichen Gesteine fast ausschliesslich in unregelmässigen grossen Körnern vorkommt.

Der Nephelin hat sich ebenfalls neu gebildet. Wenn er auch in der Schmelze nicht so häufig auftritt wie im natürlichen Gestein. Auch Olivin ist neu entstanden. Es sind nicht gerade sehr zahlreiche Körner, daneben hie und da Krystalldurchschnitte. Magnetit und Hauyn sind im Glase geschmolzen.

Die Schmelze ist also wieder zu einem Nephelinbasalt erstarrt.

Mit demselben Nephelinbasalt wurden zwei weitere Versuche ausgeführt, nur mit dem Unterschiede gegenüber dem eben besprochenen, dass in das schmelzende Magma das eine Mal Diopsid, das andere Mal Augit eingetaucht wurde.

Beide Versuche ergaben das gleiche Resultat; eine Schmelze, welche sich aus Glas, Olivin und Augit zusammensetzt und von SCHMUTZ als basaltisches Glas (besser wäre wohl: als Limburgit) bezeichnet wird.

Das Ergebniss ist also gegenüber dem von mir beschriebenen Versuche insofern verschieden, als sich in diesem auch der Nephelin wieder bildete. Bei dem ganz gleichen Materiale dieser Versuche ist die Erklärung der Ungleichheit der Producte nur in den Temperaturunterschieden und der Zeit, welche auf die allmähliche Verminderung der Temperatur bei der Abkühlung verwendet wurde, zu suchen.

#### Andesit von der Piatra Mori.

Das natürliche Gestein besteht aus Hornblende mit Einschlüssen von Feldspath und Apatit, Feldspath, Magnetit und einer tiefschwarzen Grundmasse. Analyse<sup>1</sup>:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	58,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	22,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,91
FeO . . . . .	1,22
CaO . . . . .	7,31
MgO . . . . .	2,01
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,36
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2,78
Glühverlust . . . . .	1,01

Die Schmelze besteht im Wesentlichen nur aus Glas von weisslich-gelber, gelb-brauner oder brauner Farbe. In demselben liegen in grosser Menge Nadeln von Feldspäthen, welche zum Theil Labrador, zum Theil Bytownit sind. Die Hornblende und der im Gestein accessorisch enthaltene Apatit sind nicht neu gebildet worden.

Der Magnetit ist zum Theil in das Glas eingetreten, zum Theil wurde er neu gebildet, aber nicht mehr wie im natürlichen Gesteine in rundlichen Körnern, sondern in äusserst kleinen Nadelchen.

<sup>1</sup> C. DOELTER, Die Trachyte des siebenbürgischen Erzgebirges. TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1874.



## VII. Versuchsreihe.

### Mischung von Magmen.

#### 1. Umschmelzung

eines Gemisches von Pulver des Phonoliths von Praya, mit Pulver des Nephelinbasalts von Waldra.

In der erhaltenen Schmelze sind folgende Mineralien festzustellen: Feldspath. Z. Th. tritt dieser in kleinen, überaus zahlreichen Nadeln auf, welche regellos durch die ganze Glasbasis verstreut sind. Nach den vorgenommenen Messungen der Auslöschung zu schliessen, dürften die einen Bytownit, andere Anorthit sein. Ausserdem aber sind auch einige porphyrische Feldspathkörner (Labrador) entstanden.

Zwischen den Bytownit- und Anorthitnadelchen trifft man gar nicht selten Nephelinnadeln an. Polarisationsfarbe dieser ist meist ein lebhaftes Blaugrau.

In einer ziemlich grossen Menge von Körnern ist der Augit vertreten. Der grössere Theil ist blassgrün mit schwachem Dichroismus (blassgrün bis gelbgrün). Daneben ist auch eine Anzahl von Körnern mit lebhafterem Dichroismus zu bemerken. Derselbe reicht von Gelbgrün bis zu einem hellen Braun. Polarisationsfarben nicht sehr lebhaft.

Interessant ist das Vorkommen von Hornblende, wenn auch das Auftreten derselben nur auf wenige Individuen beschränkt ist. Farbe ist lebhaft grün, Dichroismus blassgrün bis grasgrün. Die Polarisationsfarben sind nicht so kräftig als jene der meisten natürlichen Hornblendes. Der Spaltungswinkel von  $124^{\circ}$  konnte nur an zwei Blättchen festgestellt werden. Nun aber fragt es sich, woher die Hornblende stammt? Da die beiden Gesteine, deren Pulver gemischt wurde, der Phonolith von Praya und der Nephelinbasalt von Waldra absolut keine Hornblende enthalten, so müsste dieselbe entweder direct aus dem Magma entstanden oder sie müsste aus dem Augit hervorgegangen sein. Für letztere Annahme scheint erstens die Gleichheit des Augits und der Hornblende in der chemischen Zusammensetzung und dann das Verhalten dieser Mineralien in der Natur, die Paramorphose der Hornblende nach Augit zu sprechen. Doch findet diese Paramorphose unter ganz anderen Verhältnissen statt, als bei

den Schmelzprocessen vorliegen. Die Entscheidung, ob nicht trotzdem die Hornblende etwa durch Umlagerung der Molecüle aus dem Augit hervorgegangen sein kann, muss ich dahingestellt sein lassen.

Bei der Zusammensetzung des Magmas, welches alle für die Bildung der Hornblende nöthigen Verbindungen enthält, wäre auch die andere, oben erwähnte Möglichkeit, die directe Entstehung der Hornblende aus dem Magma denkbar.

Ob eine von beiden Annahmen (und welche) die objective Richtigkeit beanspruchen kann, muss ich unentschieden lassen.

Endlich ist noch Olivin anzuführen. Die wenigen Individuen sind theils krystallographisch begrenzt, Schnitte nach dem Doma, theils sind es Körner.

Die Glasbasis, deren Farbe zwischen weisslichgelb, braun-gelb und braun wechselt, ist z. Th. homogen, z. Th. aber zeigt sie ausgesprochen sphärolithische Structur.

Glasballen und Glaskugeln sind überhaupt nicht selten im Gesteine. Manche derselben zeigen deutlich mehrere Zonen.

Aussen dunkelbraunes Glas, darauf eine fast weisse Zone eng aneinander gedrängter Krystalliten, hierauf nochmals das dunkle Glas und im Innern dann wieder ein Gewirre heller Krystalliten.

Ähnliche Erscheinungen fand ich auch in natürlichen Gesteinen der Cap Verden.

## 2. Umschmelzung

eines Gemisches von Pulver des Nephelinbasalts von Waldra und des Andesits von der Piatra Mori.

Das Product des Versuches ist eine glasige, krypto-krySTALLINE Schmelze.

Die Glasbasis ist weisslich, an anderen Stellen bräunlich, an noch anderen hellgelb. Einige Partien erscheinen infolge ungemein zahlreicher Magnetitblättchen fast schwarz.

An manchen Stellen vorzügliche Fluctuationsstructur.

Auch sphärolithische Structur ist zu beobachten; doch sind die grossen, aber nur in geringer Zahl vorhandenen Sphärolithen im Schlicke nur auf eine Partie desselben beschränkt.

Infolge der dichten Anlagerung haben sie nicht ihre volle



Umgrenzung erlangt. Ausserdem hat sich Glas eingelagert, so dass namentlich nach innen zu die Grenzen sich stark verwischen.

Nach aussen aber sind die Contouren dieser Complexe von je drei bis vier Sphärolithen durch deutliche Bogen abgegrenzt.

Der Aufbau aller Sphärolithen ist im Ganzen und Grossen der gleiche, Glasmasse und Mikrolithen. Erstere meist aussen, letztere innen. Das Verhältniss beider wechselt, indem bald die Glastheilchen, bald die Mikrolithen überwiegen. Hinzuzufügen habe ich noch, dass diese Sphärolithe kugelige oder kugelhähnliche Gebilde sind.

Von Mineralien hat sich Feldspath, Augit und (in geringerer Menge) Nephelin gebildet. Etwas Melilith.

Der Feldspath, ein Anorthit von hoher Auslöschung ( $40^{\circ} 52'$ ), kommt theils in allseitig scharf begrenzten Krystallen, theils in langen Nadeln, theils in sehr kleinen Nadelchen vor.

Häufig bilden die Anorthitnadeln Sphärolithen, welche jedoch nicht kugelig wie die früher besprochenen, sondern sternartig (Strahlen gehen nach allen drei Dimensionen aus) gebaut sind. Im Schlicke sieht man Strahlen verschiedener Länge von einem Mittelpunkte auslaufen, welcher scheinbar aus einer Menge von Anorthitblättchen besteht. Thatsächlich sind dies die Durchschnitte derjenigen Nadeln, welche nicht in der Schlickeebene liegen.

Eines Anorthitzwillings habe ich noch Erwähnung zu thun, welcher nach dem Albitgesetz gebildet ist und ein von den übrigen Feldspathen abweichendes Bild liefert. Dasselbe entsteht dadurch, dass längs Sprüngen Augitsubstanz in den Zwilling eingedrungen ist.

Einen unausgebildeten Feldspathkrystall möchte ich noch anführen, welcher in sich einen vollkommen kreisrunden Einschluss von Feldspathsubstanz beherbergt. Dieser Einschluss hat dieselben Polarisationsfarben wie sein Wirth, ist aber doch von diesem leicht zu unterscheiden, da er in anderer Stellung auslöscht als sein Wirth.

Der Augit ist ausschliesslich durch Körner, welche nur hie und da die Anfänge krystallographischer Begrenzung er-

kennen lassen, vertreten. Farbe weisslich, gelblich-weiss; Polarisationsfarben gelb, öfters wechselnd mit roth.

Der Nephelin ist nur in geringer Menge vorhanden; Nadeln und unregelmässige Körner.

Der Melilith, welcher in noch geringerer Menge als der Nephelin entstanden ist, tritt in unregelmässig begrenzten Leisten und Blättchen auf. Seine Polarisationsfarben sind wenig lebhaft; grau oder mattgelb.

Das Product ist einem Nephelintephrit zu vergleichen.

### Ergebnisse.

Überblicken wir die durch die geschilderten Versuche erhaltenen Resultate.

Was die Operationen betrifft, so hat sich gezeigt, dass einerseits zwar das Arbeiten mit dem Ofen von FOURQUIGNON-LECLERQ in Verbindung mit einem Gebläse die Erzielung genügend hoher Temperaturen ermöglicht, um alle die Gesteine, welche den Versuchen unterzogen wurden, in den schmelzflüssigen Zustand zu überführen; andererseits aber zeigt dieser Ofen Missstände, sobald die Aufgabe herantritt, eine geeignete Abkühlungstemperatur durch längere Zeit beizubehalten.

Es liegt dies weniger in der Construction des Ofens selbst, als einmal in den gegebenen Grössenverhältnissen desselben und dann in der Erhitzungsweise durch Gebläse. Grössere Dimensionen des Ofens würden die Verwendung grösserer Tiegel ermöglichen, ein Vorthail, auf welchen ich gleich zu sprechen kommen werde.

Die Übelstände im Gebläse, welche, wenn auch nicht überall dieselben, doch stets vorhanden sind, wären dadurch zu compensiren, dass man mit Hilfe genauester elektrischer, resp. elektrothermischer Pyrometer die Temperaturschwankungen fortwährend verfolgen könnte, wodurch stete Controle des Gebläses ermöglicht wäre.

Soweit die Beschreibung eines Apparates eine Beurtheilung desselben ermöglicht, muss ich den von OETLING<sup>1</sup> er-

---

<sup>1</sup> W. A. OETLING, Vergleichende Experimente über Verfestigung geschmolzener Gesteinsmassen unter erhöhtem und normalem Druck. TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth. 1897. 17.



fundenen und erfolgreich benützten Apparat als zweckdienlich anführen, da derselbe sowohl die constante Regulirung der Temperatur, als die Beschickung mit grösseren Mengen ermöglicht. Die Benützung desselben in der Praxis war mir leider derzeit nicht möglich, da die meisten meiner Versuche schon ein Jahr vor der Veröffentlichung der bezüglichen Arbeit OETLING'S ausgeführt waren.

Was die angewendeten Gefässe betrifft, in welchen das Versuchsmaterial geschmolzen wurde, dienten dazu die Eingangs erwähnten Platincylinder und Porcellantiegel.

Das Platin, meist wurde solches verwendet, erlaubte bei seinen hohen Preisen nicht, trotz der äussersten Liberalität, mit welcher Prof. Dr. C. DOELTER die Verwendung desselben gestattete, genügend geräumige Gefässe zu formen.

Nicht, als ob ich damit sagen wollte, dass immer bei grösseren Tiegeln, also auch grösseren Mengen des Materials der Erfolg der Versuche ein besserer sein müsste, so ist doch eines wesentlichen Vortheiles grösserer Gefässe nicht zu vergessen, nämlich der grösseren Wahrscheinlichkeit für die Bildung grösserer Krystalle. Ich erinnere diesbezüglich nur an die künstliche Herstellung des Rubins durch FRÉMY in Paris, wo er erst dann zu grösseren Krystallen gelangte, als er in grossen Tiegeln mit grossen Mengen der Schmelze arbeiten konnte.

Eine unzweideutige Betonung der Volumsverhältnisse der Krystalllösung findet sich auch bei RETGERS: Zur Definition des Begriffes Krystall (dies. Jahrb. 1895. II. 167). Am Schlusse dieser Arbeit hebt RETGERS besonders die Rolle hervor, welche dem Volumen der gesättigten Lösung in Bezug auf die Grösse der Krystalle zukommt. Wenn es auch dem genannten Autor vor allem darauf ankommt, „die Existenz einer absoluten oder theoretischen Limit“ der Grösse der Krystalle zu beweisen, so gilt doch selbstverständlich die oben citirte Stelle auch für das Wachsthum der Krystalle überhaupt.

Die geringe Grösse der mir zu Gebote stehenden Tiegel musste auch aus dem Grunde auf den Krystallisationsprocess ungünstig wirken, weil der Vorgang der Verfestigung nicht so geregelt werden konnte, dass die Erstarrung nur ganz allmählich von der Oberfläche zum Grunde der Masse vor-

gedrungen wäre. Es musste bei der geringen Tiegelgrösse die ganze Schmelze fast gleichzeitig erstarren.

Übergehend zu den Schmelzmitteln, und zwar zu jenen im engeren Sinne, unter welchen ich wesentlich nur jene Substanzen verstehe, die lediglich dazu dienen, den Schmelzpunkt zu erniedrigen — es sind dies Natriumchlorid und Calciumfluorid —, möchte ich auch jener Schmelzmittel gedenken, welche als agents cristallisateurs am Krystallisationsprocess activ theiligt sind.

Auch ich muss die günstige Wirkung der Wolframate bestätigen, welche namentlich für die Darstellung des Quarzes von Einfluss zu sein scheinen.

Von den Borverbindungen, Borsäure und Borax, hat sich erstere bei der Bildung der Hornblende bewährt.

Lithiumchlorid, aus Lithiumcarbonat hergestellt, und in Verbindung mit Fluoriden der Mischung zugesetzt, um eventuell Lithionglimmer zu erhalten, gab kein Resultat.

Die Chloride scheinen wesentlich nur den Lösungsprocess zu beschleunigen, ohne aber auf den Ausscheidungsprocess krystallbildend zu wirken. Die Ammoniumdämpfe des Ammoniumchlorids verflüchtigen zu rasch, als dass sie irgendwelchen Einfluss auf die Mineralbildung nehmen könnten.

Von den bei den Versuchen erhaltenen Mineralien hebe ich Quarz und Hornblende hervor.

Die Neubildung des Quarzes erfolgte im 9. Versuche. Mischung von Orthoklas, Albit, Glimmer, Hornblende, Natriumchlorid, Kaliumwolframat, Borsäure und Dinatriumphosphat. Dass bei diesem Versuche das Vorhandensein des Wolframats von Bedeutung war, geht schon aus der Analogie mit den Versuchen von HAUTEFEUILLE und MOROZEWICZ (s. Literatur) hervor, welche ebenfalls Quarz aus kieselsäurehaltigen Schmelzen, und zwar Ersterer mit Natriumwolframat (auch mit Natrium- und Kaliumphosphat), Letzterer mit Wolframsäure erhielten.

Die Verhältnisse liegen aber bei meinem Versuch insofern anders, als die Kieselsäure nur in den Mineralien der Mischung (Orthoklas, Albit, Glimmer, Hornblende) enthalten war. Der Quarz muss offenbar durch Abspaltung der Kieselsäure aus einem dieser Mineralien hervorgegangen sein. Ich halte die Bildung aus Glimmer für das Wahrscheinlichste, da Orthoklas



und Albit neu entstanden sind und die Hornblende sich im Glase gelöst hat.

Von den Fällen, in welchen sich Hornblende bildete, im 10. und 11. Versuch und im 1. der VII. Versuchsreihe, ist der letzt angeführte Versuch der auffallendste, indem die Umschmelzung eines Gemisches von Phonolith und Nephelinbasalt, beide hornblendefreie Gesteine, Hornblende ergab. Die Annahme der Entstehung derselben aus dem Augit der umgeschmolzenen Gesteine ist fast die einzige Möglichkeit einer Erklärung; daneben wäre nur noch an eine directe Neubildung der Hornblende aus dem Magma zu denken, eine Annahme, welche mir aber unwahrscheinlicher als die frühere dünkt.

Das Auftreten der Hornblende im 10. Versuche ist mit Rücksicht auf die Versuche C. DOELTER'S<sup>1</sup> verständlich, da DOELTER wiederholt Hornblende und hornblendeähnliche Producte aus Umschmelzungen von Hornblende oder ihr analog zusammengesetzten Mischungen mit Borsäure oder Borax erhielt. Unterstützt wurden in dem oben angeführten Versuch die Borverbindungen durch die Zugabe von Dinatriumphosphat.

(Der früher erwähnte 9. Versuch, dessen Mischung Pulver der Hornblende von Lukow und als agents cristallisateurs ebenfalls Borsäure und Dinatriumphosphat enthielt, lieferte keine Hornblende; begreiflich, da bei der hohen Temperatur nothwendig infolge der Anwesenheit des Muscovits in der Mischung Hornblende nicht entstehen konnte, wohl aber an deren Stelle Augit und Olivin.)

Die (im 10. Versuch) neugebildete Hornblende hat durchwegs bräunliche Färbung gegenüber der lebhaft saftgrünen des natürlichen Gesteins. Wie leicht aber grüne Hornblende in braune übergeht, erwähnte ich schon p. 553 ff.

Von den Feldspäthen haben sich Orthoklas und Albit selten, häufiger Anorthit, am häufigsten Labrador oder zwischen diesem und dem Anorthit stehende Feldspäthe gebildet.

Melilith ist ein häufiger Bestandtheil der erhaltenen Schmelzen. Sein Auftreten steht wesentlich mit den Temperaturverhältnissen im Zusammenhang, indem bei zu starker

---

<sup>1</sup> C. DOELTER, Allgemeine chemische Mineralogie und Synthetische Studien. Dies. Jahrb. 1897. I.

Erhitzung die Fluordämpfe rasch verflüchtigen und statt des Glimmers Melilith entsteht. Biotit wurde bei drei verschiedenen Versuchen erhalten (1., 10., 13. Versuch). Das im 1. Versuch umzuschmelzende Gestein, ein Glimmerschiefer, enthielt reichlich Biotit, das Gestein des 10. Versuches war vollständig frei von demselben, der 13. Versuch wurde nicht mit einem natürlichen, sondern mit der Mischung von der Zusammensetzung des Diorits ausgeführt. Bei allen drei Versuchen war die Menge der beigegebenen Fluoride eine bedeutende.

Fragen wir nach den etwaigen Folgerungen, welche sich aus dieser Reihe von Versuchen für petrogenetische Untersuchungen ergeben, so glaube ich Folgendes feststellen zu können:

Vor Allem zeigen diese Versuche auf's Neue, dass die wesentliche Bedeutung der anzuwendenden Temperaturen nicht hoch genug angeschlagen werden kann, da neben dem chemischen Bestand vor Allem die Temperatur (mit ihr allerdings in Verbindung die dem eigentlichen Magma beigegebenen Schmelzresp. Krystallisationsmittel) die Mineralbestandtheile des Schmelzproductes bedingen.

Ich bin überzeugt, dass es mit Öfen, welche die stete Regulirung der Temperatur ermöglichen und durch Verbindung der Öfen mit genauen Pyrometern die fortwährende, von Minute zu Minute erfolgende Ablesung gestatten, gelingen wird, die Temperaturbedingungen für die Bildung der meisten Gesteine mit solcher Sicherheit festzustellen, dass es im Belieben jedes Experimentators stehen wird, Gesteine der verschiedensten Art herzustellen.

Dass allerdings nicht alle Gesteine auf diesem Wege des trockenen Schmelzflusses herzustellen sind, ist selbstverständlich, da zwei so mächtige Factoren der Natur, Wasser und Druck, von welchen wieder dem ersten eine jedenfalls viel wichtigere Rolle zufällt, bei den derzeit vorhandenen Schmelzapparaten in einer den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Weise in die Versuche nicht einzuführen sind.

Von der Möglichkeit genauer Temperaturbestimmung ist auch die Lösung der für Minerologie wie Petrogenese so wichtigen Frage nach der Art der Wirksamkeit der Schmelzmittel abhängig. Derzeit ist gerade auf diesem Gebiete noch eine



Reihe von Fragen offen. Übrigens hat schon C. DOELTER in seinen „Synthetischen Studien“ auf die Bedeutsamkeit dieser Fragen hingewiesen.

Soweit die erhaltenen Producte einen Vergleich mit natürlichen Gesteinen erlauben, lassen sich auch Beispiele zu den Verhältnissen anführen, wie sie in der Natur zu treffen sind.

So wie ein und dasselbe Erstarrungsgestein einerseits in petrographisch und chemisch verschiedene Glieder zerfallen, andererseits aber auch petrographisch verschiedene aber chemisch gleiche Glieder liefern kann, so haben auch diese Versuche hierfür Analogien geliefert.

So lieferten drei Versuche, eine Granitmischung (6. Versuch), ein zweiter Versuch mit Dioritgestein (14. Versuch) und ein dritter mit einer Phonolithmischung (18. Versuch) Phonolithpechstein, wobei die Ursache nicht in den beigegebenen Schmelzmitteln gesucht werden kann, da diese im 6. und 18. Versuche dieselben waren, und im 14. Versuche gar keine Schmelzmittel angewendet wurden.

Andererseits hatte die Umschmelzung eines Nephelinbasalts in dem einen Falle wieder einen Nephelinbasalt, in den beiden anderen Fällen Limburgitglas zum Resultat (VI. Versuchsreihe). Alle drei Versuche wurden ohne Beimengung von Schmelzmitteln ausgeführt.

Es scheinen mir diese Beispiele das zu beweisen, dass auf dem beschrifteten Wege des petrogenetischen Experimentes nicht nur Klärung der theoretischen Anschauungen über die Zusammensetzung des Magmas zu erreichen ist, sondern dass auch Petrographie so gut wie dynamische Geologie vom petrogenetischen Experimente grössere Förderung zu erwarten haben, als von irgendwelchen, wenn auch noch so geistvollen, ja selbst mathematisch gestützten Speculationen.

Die Fortsetzung dieser Experimente würde auch die sicherste Basis zu der Prüfung der Kerntheorie ROSENBUSCH'S liefern.

Die hier besprochenen Versuche können zur Lösung dieser Frage deshalb nicht herangezogen werden, weil sie von anderen Gesichtspunkten aus geleitet waren.

Bezüglich des in allen Schmelzen enthaltenen Glases muss ich gegenüber der Ansicht LAGORIO'S (in seiner bedeutungs-

vollen Arbeit: Über die Natur der Glasbasis), „dass die mehr oder weniger vollkommen krystallinische Entwicklung der Gemengtheile der Grundmasse entweder gar nicht oder nur in sehr geringem Maasse von der Abkühlungsdauer abhängig ist“, doch an der Bedeutung der Abkühlungsdauer für die krystalline Natur von Schmelzflüssen festhalten, da sowohl meine Versuche als jene C. SCHMUTZ' letztere Annahme stützen.

Die in den meisten Versuchen entstandenen Krystalliten bieten bezüglich ihrer Gestalt trotz ihres Formenreichtums nichts Neues, da dieselben in ihren wesentlichsten Formen schon von VOGELSANG<sup>1</sup> sowie von BEHRENS<sup>2</sup> dargestellt wurden. Nur das eben habe ich zu bemerken, dass ich „Krystalliten“ im VOGELSANG'schen Sinne gebrauche, während derzeit die Benennung „Krystallit“ in krystallographischen Untersuchungen nur auf krummflächige Gebilde beschränkt wird (vergl. VATER, Das Wesen der Krystalliten).

---

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. C. DOELTER danke ich wärmstens für die Anleitung bei der Untersuchung des Materials; ebenso seinem Assistenten Herrn Dr. J. A. IPPEN für dessen freundliche Hilfeleistung bei der Anordnung der Versuche.

Ferner spreche ich meinem Freunde cand. phil. J. EFFENBERGER meinen herzlichsten Dank für die Herstellung der Tafeln aus.

---

Unmittelbar nach Abschluss meiner Arbeit erschien der 1. Theil einer grösseren Studie von MOROZEWICZ: Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma.

Obwohl dieser 1. Theil sich nur mit der Darstellung von Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit und den hieraus sich ergebenden Folgerungen beschäftigt, also mit Mineralien, welche bekanntlich in Eruptivgesteinen fast gar nicht oder in nur geringem Maasse in Betracht kommen, möchte ich doch wenigstens auf eine Anschauung MOROZEWICZ', welcher all-

<sup>1</sup> H. VOGELSANG, Die Krystalliten. Bonn 1875.

<sup>2</sup> H. BEHRENS, Die Krystalliten. Kiel 1874.



gemeinere Bedeutung zukommt, erwidern, auf seine Ansicht von den agents minéralisateurs, deren Einfluss nach ihm gleich Null ist, entgegen der Ansicht vieler anderer Experimentatoren. Nun mag es ja sein, dass man sich früher von den agents cristallisateurs ganz fälschliche Ansichten von der Art ihrer Wirkung gebildet hatte. Jetzt aber ist doch die chemische Wirkung derselben durch FOUQUÉ, FRÉMY, HAUTEFEUILLE, DOELTER, BRAUNS, MOROZEWICZ selbst u. a. sichergestellt, wie auch die Einwirkung derselben auf die Schmelztemperatur seit den Arbeiten C. DOELTER'S feststeht. Für gewisse Mineralien ist überdies der Einfluss der Fluoride, Wolframate, Borate u. a. unzweifelhaft. Ich erinnere nur beispielsweise an die Bildung des Wollastonits, welchen DOELTER<sup>1</sup> mit Fluoriden erhielt, während sich ohne diese ein hexagonales Kalksilicat bildete.

Die von C. DOELTER schon vor Jahren vertretene und bewiesene günstige Einflussnahme der Fluoride auf die Bildung von Glimmer wurde durch die Versuche von C. SCHMUTZ wie auch durch meine eigenen neuerlich bestätigt.

Auch HOLMQUIST ist von der Bedeutung der Fluoride für die Bildung des Glimmers überzeugt, wie aus seiner Arbeit<sup>2</sup> hervorgeht. Und so wie er das Vorhandensein von Fluor für die Entstehung von Glimmer als Vorbedingung betrachtet, so nimmt auch BÄCKSTRÖM<sup>3</sup> an, dass das bei Eruptionen in der Natur auftretende Fluor (in Verbindung mit Wasser) für die Genesis des Glimmers erforderlich ist.

Die Bildung der Hornblende, welche bei Anwesenheit von Boraten mehrmals stattgefunden hat, spricht doch wohl ebenfalls für die Beibehaltung des Ausdrucks „agent minéralisateur“. LAPPARENT hat in einer Arbeit<sup>4</sup> vom Jahre 1889 gegenüber ROSENBUSCH, welcher den agents minéralisateurs geringere Bedeutung für die Bildung der Gesteine zuschrieb, ausdrücklich die Wichtigkeit derselben betont.

<sup>1</sup> C. DOELTER, Synthetische Studien. Dies. Jahrb. 1897.

<sup>2</sup> P. J. HOLMQUIST, Synthetische Studien über die Perowskit- und Pyrochlormineralien. Upsala 1897.

<sup>3</sup> H. BÄCKSTRÖM, Über leucitführende Gesteine von den Liparischen Inseln. 1896.

<sup>4</sup> siehe Literatur.

Endlich erinnere ich an die von MOROZEWICZ<sup>1</sup> selbst bewiesene Wirkung der Wolframsäure als activ anregendes Schmelzmittel, indem er beim Zusammenschmelzen einer Mischung, die einem Liparit entsprach, mit Wolframsäure Quarz, Biotit, Sanidin, ohne diese aber Tridymit allein erhielt.

Darnach scheint es mir doch richtiger, den in Mineralogie und Petrographie schon so lange eingebürgerten Begriff der agents minéralisateurs beizubehalten.

Was die Druckverhältnisse betrifft, welchen MOROZEWICZ eine so wesentliche Rolle bei der Bildung der Trachyte zuweist, so ist demgegenüber zu bemerken, dass gerade Trachyteruptionen ohne oder nur unter geringem Druck stattgefunden haben, wie z. B. bestimmt jene des Arsostromes. Dass Trachyte noch nicht künstlich dargestellt wurden, hat wohl seinen Grund weniger in dem Mangel an Druck als in der bis jetzt noch nicht entsprechend getroffenen Temperatur<sup>2</sup>.

Mineralog.-petrograph. Inst. der Universität Graz, 1898.

---

<sup>1</sup> MOROZEWICZ, Petrographisch-synthetische Mittheilungen. Dies. Jahrb. 1893. II.

<sup>2</sup> Was die Verwendung von Thontiegeln anlangt, hat Verfasser selbst die Mangelhaftigkeit derselben ausgesprochen; namentlich bei quantitativen Arbeiten sollte wohl stets nur Platin benützt werden. Mangel an Zeit verhindert mich, ausführlicher auf die Arbeit MOROZEWICZ' einzugehen. Da ich jedoch hoffe, im neuen Institute der Universität Graz mit vollkommeneren Apparaten diese Versuche zum Theil wiederholen, zum Theil durch neue ergänzen zu können, behalte ich mir eine eingehendere Behandlung vor.

---