Experimentelle Beiträge zur Petrogenie.

Von

Karl B. Schmutz.

Mit Tafel III.

Literatur.

Bäckström, Helge, Über leucitführende Gesteine von den liparischen Inseln. Geol. Fören. i. Stockholm Förh. **18**.

Bodländer, G., Entstehung von Melilith beim Brennen von Portland-Cement. Dies. Jahrb. 1892. I. 53.

Doelter, C., Allgemeine chemische Mineralogie. Leipzig 1890.

— Über Glimmerbildung durch Zusammenschmelzen verschiedener Silicate mit Fluormetallen, sowie über einige weitere Silicatsynthesen. Tschermak's Min. u. petrogr. Mittheil. 1889. p. 67.

— Neuere Arbeiten über Mineralsynthese. Mittheil. des naturw. Vereins f. Steiermark. 1889. p. 13.

Doelter, C. und Hussak, E., Synthetische Studien. Dies. Jahrb. 1884. I. 158.

— Über die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien. Dies. Jahrb. 1884. I. 18.

— Über Glimmerbildung durch Zusammenschmelzen von Magnesiumsilicaten mit Fluoralkalien, sowie über einige weitere Silicatsynthesen. Wiener akad. Anzeiger 1888. No. XI. Sitzung der math.-naturw. Cl. am 3. Mai 1888. Dies. Jahrb. 1888. -375-.

Fouqué, F. und Michel-Lévy, A., Production artificielle d'une leucotéphrite identique aux laves cristallines du Vésuve et de la Somma. (Compt. rend. de l'acad. d. scienc. T. **90**. 1880. I. Sem. No. 12. 698.) Dies. Jahrb. 1880. II. -156-.

— Reproduction artificielle des basaltes. (Compt. rend. **92**. No. 7, 14. Févr. 1881.) Dies. Jahrb. 1882. II. -64-.

— 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. minéral. 1881. **4**. 275. Pl. V.) Dies. Jahrb. 1882. II. -64-.

Fouqué, A. et Michel-Lévy, A., Reproduction artificielle d'un trachyte micaré. (Compt. rend. **113**. 283—285. 1891.) Dies. Jahrb. 1892. II. -270-.

— Synthèse des minéraux et des roches. Paris 1881.

Fouqué, A., C. Friedfl et E. Sarasin, Sur la production artificielle d'une matière feldspathique. (Bull. de la soc. min. de France 1879. **2**. 6. p. 158.) Dies. Jahrb. 1880. II. -154-.

— Reproduction artificielle du quartz cristallisé. (Bull. de la soc. min. de France 1879. T. **2**. 113.) Dies. Jahrb. 1880. II. -179-.

Hautefeuille, P., Sur la reproduction simultanée de l'orthose et du quartz. (Compt. rend. de l'acad. d. scienc. T. **90**. I. sem. 1880. No. 14. p. 830.) Dies. Jahrb. 1880. II. -159-.

Hautefeuille, P. et L. Peau de St. Gilles, Sur la reproduction des micas. (Ibid. 1887. t. **104**. 508.) Dies. Jahrb. 1889. I. -57-.

Koziorowski, K., Versuche künstlicher Darstellung von gesteinsbildenden Mineralien und Untersuchung einiger Schlacken. (Warszawskija Universitetskija Iswjostija. Mittheilungen a. d. Universität Warschau 1888. **1**. 1—9.) Zeitschr. f. Min. u. Krystallogr. 1890. **17**. 527.

Lagorio, A., Über die künstliche Darstellung des Leucits und dessen optische Anomalien. (Sitzungsber. d. naturf. Gesellsch. Warschau. 1893. No. 3.) Dies. Jahrb. 1894. I. -13-.

— Über die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma. Tschermak's Min. u. petrogr. Mitth. 1887. p. 421 u. f.

Lapparent, A. de, Note sur le rôle des agents mineralisateurs dans la formation des roches éruptives. (Bull. soc. géol. de la France. 1889. **17**. 282—290.) Dies. Jahrb. 1890. II. -401-.

Morozewicz, J., Über die Synthese der Minerale der Hauyngruppe. Dies. Jahrb. 1892. II. 139.

— Petrographisch-synthetische Mittheilungen. Dies. Jahrb. 1893. II. 42.

Rinne, F., Über rhombischen Augit als Contactproduct, chondrenartige Bildungen aus künstlichen Schmelzen und über Concretionen in Basalten. Dies. Jahrb. 1895. II. 229.

Vogelsang, Hermann, Die Krystalliten. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von Ferdinand Zirkel. Bonn 1875.

Vogt, J. H. L., Studien über Schlacken. (Aus Mittheilungen von der Hochschule zu Stockholm. Bihangs till K. Sv. Vet. Akad. Handl. 9 No. 1. 1884. 1—302.) Ref. in Zeitschr. f. Krystall. 1886. 319.

Einleitung.

Im Nachfolgenden berichte ich über eine Reihe von Versuchen auf dem Gebiete der Mineral- und Gesteinssynthese, die ich auf Anregung meines hochverehrten Lehrers Herrn Prof. Dr. Cornelius Doelter in den Jahren 1894/95 und 1895/96 durchgeführt habe.

Schon Elie de Beaumont und dessen Schule haben die Ansicht ausgesprochen, dass bei der Bildung der pyrogenen Gesteine verschiedene Gase, insbesonders Fluoride eine wichtige Rolle spielen und in der Folgezeit ist man zu der Überzeugung gelangt, dass nicht nur das Magma selbst, sondern auch die Temperatur desselben, die dabei mitwirkenden Dämpfe nebst den fluorhaltigen Dämpfen, besonders noch die Anwesenheit von chlor-, phosphor-, wolframhaltigen Substanzen an der Bildung des Eruptivgesteins einen wesentlichen Antheil haben.

Es lag nun nahe, bei synthetischen Versuchen diese Verbindungen, die der Franzose als agents mineralisateurs bezeichnet, in Anwendung zu bringen und dies wurde auch von einigen Forschern, insbesondere Hautefeuille, Fouqué und Michel-Lévy versucht, jedoch betrachteten sie dabei die in Anwendung gebrachten Chloride, Fluoride, Phosphate, Wolframiate nur als Krystallisationsvermittler.

Meine Versuche gehen nun dahin, natürliche Gesteine oder chemische Mischungen theils allein, theils unter Zugabe von derartigen oben angeführten Substanzen als Schmelzmittel und agents crystallisateurs zu schmelzen, die in der Schmelze entstehenden nach der Natur des Flussmittels oft verschiedenen Minerale zu untersuchen, wenn möglich ihre Bildungsbedingungen zu finden, das ganze Schmelzproduct in Rücksichtnahme auf seine Ähnlichkeit mit natürlichen Gesteinen zu betrachten und in Bezug auf die Flussmittel zu erforschen, ob und inwieweit der Zusatz von Flussmitteln das Umschmelzen von Gesteinen begünstigt, welche Flussmittel die besten Erfolge geben und endlich inwieweit die Neubildung von Mineralien im geschmolzenen Gestein abhängig ist von der Natur des Flussmittels.

Über synthetische Darstellung hauptsächlich von Mineralien, in geringem Maasse von Gesteinen findet sich eine geradezu überreiche Literatur.

Dabei wird die Sichtung der Mineralsynthesen dadurch erschwert, dass in vielen dieser Arbeiten oft nicht genau die Ziele oder Methoden angeführt sind, oder die Methode, die angewendet wurde, sich allzuweit von den möglichen natür-

lichen Bedingungen entfernte. Ferner finden sich nur dürftige Temperaturangaben.

Im Übrigen verweise ich auf das vorne angeführte Verzeichniss der Literatur, erwähne jedoch ausdrücklich, dass in demselben nur die auf meine Versuche Bezug habenden Arbeiten angeführt sind.

Als bahnbrechende umfassende Arbeiten auf dem Gebiet der Gesteinssynthese sind die Untersuchungen von Fouqué und Michel-Lévy [1] zu verzeichnen.

Bei Hüttenprocessen entstanden wohl sehr viele Mineralien, jedoch nie in einer solchen Association, dass sie einem bekannten eruptiven oder krystallinen Gestein ähnlich waren, nur K. C. v. Leonhard [2] erwähnt Schlacken, die mit einem Obsidian, ferner mit Hornstein zu vergleichen seien.

Bevor ich nun zur Beschreibung meiner Versuche übergehe, sei es mir gestattet, einige Worte über die Ausführung derselben zu sagen.

Die Schmelzoperationen fanden in einem Fourquignon-Leclerq-Ofen statt. Die zu schmelzende Substanz wurde dabei seltener in einem Rose-Tiegel, zumeist in selbst gefertigten Platindüten untergebracht. Das erhitzende Gasgemenge wurde durch Lufteinströmung mittelst eines Wasserstrahlgebläses und Leuchtgas erzeugt und konnte damit eine Temperatur bis zu 1700° hervorgebracht werden. Die von mir angewendeten Temperaturen schwankten zwischen 700° und 1460°.

Die Messungen der Temperatur nahm ich mit Anwendung der Tabelle von Plattner-Kerl [3] vor durch Ermittelung des Abschmelzens von verschiedenen hineingetauchten Metallplättchen, eventuell -Drähten, insbesonders solchen von Kupfer, Silber, Nickel etc.

Zur Vermeidung von glasigen Bildungen wurden folgende Vorsichtsmaassregeln angewendet:

1. Der Boden des Rose-Tiegels, eventuell die Spitze der Platindüte durfte nicht zu tief in die Flammen eingetaucht, sondern mehr von denselben umspült werden.

---

[1] s. Literaturverzeichniss unter Fouqué.

[2] Hüttenerzeugnisse und andere auf künstlichem Wege gebildete Mineralien als Stützpunkte geologischer Hypothesen. 1858. 2. Heft. p. 169, 176.

[3] Chemiker-Kalender von Dr. R. Biedermann. Berlin, J. Springer.

2. Die Abkühlung wurde derart geregelt, dass einerseits der Standpunkt der Viscosität möglichst lang erhalten blieb (nebenbei gesagt, eine der schwierigsten Aufgaben), dass andererseits die Abkühlung von da an bis zur Wiedererstarrung nur sehr langsam fortschreiten gelassen wurde.

Das Fliessen der Schmelze wurde im Allgemeinen ziemlich rasch erreicht, natürlich desto schneller, je basischer das Gestein war.

Bezüglich der Anordnung des beizugebenden Flussmittels und des gepulverten Gesteins wurde je nach dem Zwecke verschieden verfahren, und zwar wurde gewöhnlich das Gestein mit dem Flussmittel vorher gemischt und dann in den Tiegel eingetragen oder in einzelnen Fällen zuerst ein Theil des Flussmittels auf den Boden des Gefässes geschichtet, dann kam eine Lage der Mischung des Gesteinspulvers und Flussmittels, die wiederum durch eine Lage des Flussmittels bedeckt wurde.

Als Flussmittel wurden angewendet:

Chlormagnesium,	Fluorkalium,
Chlornatrium,	Fluorcalcium,
Chlorcalcium,	Kieselfluorkalium,
Chloraluminium,	wolframsaures Kali.
Fluornatrium,	

Die erhaltenen Schmelzen wurden je nach ihrer Natur ausgewaschen, und zwar je nach dem Zwecke entweder in gepulvertem oder ungepulvertem Zustande.

Die Untersuchung der entstandenen Mineralien geschah wesentlich mit Hilfe der optischen Methoden nach den Werken von

Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Stuttgart 1892;

Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. Leipzig 1894,

und, wo es möglich war, mit Anwendung der mikrochemischen Methoden.

Die Mineralien wurden dabei, was ausdrücklich erwähnt werden muss, isolirt und auf geeigneten Objectträgern mit vollkommen reinen, einwurfsfreien Reagentien, die nur für mikrochemische Analyse benutzt wurden, behandelt.

Die einzelnen Untersuchungsmethoden erwähne ich bei den diesbezüglichen Versuchen.

Ich gehe nun zur Beschreibung der einzelnen Versuche über, gebe jedoch behufs leichterer Übersicht zunächst eine

Zusammenstellung der bei den Versuchen verwendeten Gesteine.

1. Leucititlava vom Capo di Bove[1], bestehend aus Leucit, Augit, Melilith (Nephelin nach Kalkowsky[2]), Magneteisen.

Analyse.

SiO_2	45,23 %
Al_2O_3	18,72 „
FeO	10,68 „
MgO	5,67 „
CaO	10,57 „
Na_2O	1,68 „
K_2O	6,83 „
H_2O	0,59 „

2. Gneiss-Granit[3] von Ceslak, enthaltend Quarz, Albit, Orthoklas, Glimmer, Apatit, Hornblende, Zirkon, Turmalin, Magneteisen.

Analyse.

SiO_2	68,49 %
Al_2O_3 / Fe_2O_3	20,35 „
CaO	3,71 „
MgO	3,26 „
Na_2O / K_2O	nicht bestimmt
Glühverlust	0,73 %

3. Glimmerporphyrit[2] vom Cerny-Graben. Er enthält Quarz (gering), Biotit, Plagioklas (Oligoklas), Augit (selten).

Analyse.

SiO_2	63,44 %
Al_2O_3	16,66 „
Fe_2O_3	6,94 „
CaO	5,14 „
MgO	3,15 „
Na_2O	1,81 „
K_2O	2,24 „
Glühverlust	0,85 „
	100,23 %

[1] Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. 3. 65.

[2] Kalkowsky, Elemente der Lithologie. p. 145.

[3] Pontoni, Über die mineralogische und chemische Zusammensetzung einiger Granite und Porphyrite des Bachergebirges. Tschermak's Min. u. petr. Mittheil. 1894.

4. Chloritschiefer von Hrubschitz in Mähren. Analyse nicht vorhanden. Die mineralogische Zusammensetzung entspricht am ehesten dem von Zöptau[1].

5. Amphibolit von Radlbach[2], bestehend aus Zoisit, Pyroxen, Amphibol, Anorthit.

6. Eklogit[3] von Tainach, enthaltend Omphacit, Zirkon, Granat, Zoisit, Quarz, Kaliglimmer.

7. Eklogit[3] von Windisch-Feistritz, bestehend aus Omphacit, Zoisit, Granat, Quarz, Anorthit (in Spuren), Pyrit.

Analyse.

SiO_2	45,81 %
Al_2O_3	19,61 „
Fe_2O_3	2,02 „
FeO	3,15 „
MgO	13,68 „
CaO	13,06 „
Na_2O	2,24 „
K_2O	0,52 „
Glühverlust	0,23 „
	100,34 %

8. Nephelinbasalt von Patas[4].

Analyse.

SiO_2	40,13 %
Al_2O_3	16,17 „
Fe_2O_3	5,71 „
FeO	8,89 „
CaO	10,99 „
MgO	7,05 „
K_2O	1,22 „
Na_2O	4,10 „
CO_2	5,97 „
H_2O	0,07 „

9. Augitit von Waltsch[5] in Böhmen, bestehend aus Augit, Glasbasis (mit Feldspathcharakter), Magnetit.

---

[1] Kalkowsky, Elemente der Lithologie. p. 199.

[2] J. A. Ippen, Zur Kenntniss einiger archäischer Gesteine des Bachergebirges. Arbeiten der Section f. Min. etc. des naturw. Vereines v. Steiermark. Graz 1894.

[3] J. A. Ippen, Zur Kenntniss der Eklogite und Amphibolite des Bachergebirges. Mittheil. d. naturw. Vereines f. Steiermark. Graz 1893.

[4] Doelter, Die Vulcane der Capverden und ihre Producte. Graz 1882.

[5] Doelter und Hussak, Über die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien. Dies. Jahrb. 1884. I. 19.

10. Nephelinbasalt von Waldra bei Gleichenberg, bestehend aus Nephelin, Augit, Olivin, Hauyn, Magnetit.

11. Thonschiefer vom Gaisberg bei Graz, mit Quarz, Feldspath, Glimmer.

12. Amphibolit von Deutsch-Landsberg, enthaltend Hornblende, Granat, Augit, Zoisit, Rutil, Magnetit.

Versuchsreihe mit basischen Gesteinen.

I. Leucitit vom Capo di Bove mit Chlornatrium.

Leucitit vom Capo di Bove	4 g
Chlornatrium	8 „

wurden fein gepulvert und folgendermaassen in einem Porcellantiegel vertheilt. Zu unterst kam eine Lage Chlornatrium, sodann ein inniges Gemenge des Flussmittels und des Gesteinspulvers und zum Schlusse wieder eine Lage Chlornatrium. Der Schmelzprocess fand bei Rothgluth statt und dauerte $6\frac{1}{2}$ Stunden. Sodann fand noch durch mehrere Stunden eine langsam fortschreitende Abkühlung statt. Das erhaltene Schmelzproduct war von gelblichgrauer Farbe und compact. Das Pulverpräparat ergab bei der mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung Folgendes:

Aus einer gelbbraunen isotropen Glasbasis waren folgende Mineralien ausgeschieden:

1. Augit. Derselbe zeigte sich in länglichen Krystallen von gelblichgrüner Farbe und wies einen schwachen Pleochroismus auf. Die Auslöschungsschiefe wurde im Maximum mit 37—39^0 bestimmt. Die Polarisationsfarben waren ziemlich lebhaft und vorwiegend roth, gelb, grün. Von Salzsäure wurden die Krystalle nicht angegriffen, ebenso widerstanden sie dem Einflusse der Schwefelsäure. Nur Flusssäure vermochte das Mineral zu lösen. Aus der Lösung in Flusssäure bildeten sich beim Verdunsten Krystalle von Kieselfluormagnesium aus. Mit Flusssäure aufgeschlossen und mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, entstanden Gypskrystalle. Ferner wurde das Mineral mit Flusssäure aufgeschlossen, mit verdünnter Schwefelsäure behandelt und dann ein kleiner Tropfen Cäsiumchlorid in die Lösung gebracht; es entstanden Cäsiumalaunkrystalle.

2. Melilith. Dieses Mineral bildete theils kurzsäulige, theils längere Krystalle, die das Prisma und Pyramide aufwiesen. Sie waren im Allgemeinen farblos mit feiner Streifung nach den Prismenkanten, oft aber durch eingelagerte Substanzen, insbesonders durch Magneteisen grau gefärbt. Entsprechend dem tetragonalen System löschten sie nach den Prismenkanten gerade aus. Die Polarisationsfarben waren vorzugsweise grau. Die isolirten Krystalle wurden von Salzsäure zersetzt und bildeten dann eine gelatinöse Masse. In Schwefelsäure gelöst und die Lösung mit einer kleinen Menge Cäsiumchlorid behandelt, bildeten sich Cäsiumalaunkrystalle. Aus der Lösung in Schwefelsäure schieden sich Gypskrystalle aus. Die Lösung in Flusssäure ergab nebst Kiesel-Fluorcalciumkrystallen noch in geringerer Menge solche von Kiesel-Fluormagnesium und -natrium.

3. Magneteisen. Dasselbe bildete Blättchen von rectangulärer Form, war vollkommen opak und liess sich in Salzsäure lösen.

4. Eisenglanz in roth gefärbten, hexagonal begrenzten Tafeln. Das künstliche Gestein kann als Melilith-Augitit bezeichnet werden.

II. Leucitbasalt vom Capo di Bove mit NaCl ($1 : 2\frac{1}{2}$)[1].

Die Mischung wurde bei lichter Rothgluth im Platin geschmolzen. Das Schmelzproduct war von schwarzer Farbe, grosser Compactheit, theilweise bunt angelaufen, an den Bruchflächen tiefschwarz, glasglänzend. Die Untersuchung des Dünnschliffs ergab folgendes Resultat:

Als Grundmasse finden wir eine theils farblose, theils aber durch starken Eisengehalt braun gefärbte Glasbasis. Von ausgeschiedenen Mineralien sehen wir Augite. Dieselben sind gelblichgrün gefärbt, zeigen prismatische Durchschnitte. Der Spaltungswinkel beträgt 87°. Das Maximum der Auslöschung ergab 39°. Die Polarisationsfarben waren ziemlich lebhaft, blau, bläulichroth, gelbroth. Ferner finden wir Eisenglanz in rothen hexagonalen Tafeln. Magneteisen ist theilweise in quadratischen Durchschnitten, theilweise in grossen unregelmässig begrenzten Tafeln vorhanden.

[1] Versuch, ausgeführt von Doelter.

III. Leucitbasalt[1] vom Capo di Bove mit NaCl (1 : 2).

Die Mischung wurde in einem Porcellantiegel bei lichter Rothgluth geschmolzen.

Das Resultat ist vollkommen dem von No. II analog und hat sich beidesmal ein Augitit gebildet.

IV. Leucitit vom Capo di Bove mit Chlorcalcium im Verhältniss 3 : 2.

Die Masse wurde 8 Stunden bei heller Rothgluth geschmolzen und lieferte nach der Abkühlung eine bräunliche Glasbasis mit ausgeschiedenen Feldspäthen. Dieselben erwiesen sich durch ihre dem monoklinen System angehörigen Krystalle, sowie durch die Bildung von Kieselfluorkaliumkrystallen aus der Lösung in verdünnter Flusssäure als Orthoklase.

V. Leucitit vom Capo di Bove mit Fluornatrium und Fluorcalcium.

Leucitit	3,0 g
Fluornatrium	1,5 „
Fluorcalcium	1,5 „

Die Mischung wurde in einer Platindüte 6 Stunden bei heller Rothgluth geschmolzen und 2 Stunden abgekühlt. Die erkaltete Masse war von grünlichgelber Farbe und an der Oberfläche mit Glimmerblättchen bedeckt. Der Dünnschliff zeigte eine gelbliche Glasbasis, aus der Feldspäthe und Skapolithe ausgeschieden waren. Die Feldspäthe sind in langen Leisten vorhanden, farblos, und zwar sowohl als Orthoklase mit 5° Auslöschung im Maximum, als auch Plagioklase mit —30° maximaler Auslöschung (Labrador). Die Skapolithe zeigen sich in quadratischen farblosen Durchschnitten und sind in Salzsäure leicht löslich; sie gehören mehr der Mejonitreihe an. Die Schmelze ist, da der Glimmer mehr accessorisch und nur oberflächlich vorkommt, als ein Skapolith-Tephrit zu bezeichnen.

VI. Leucitit vom Capo di Bove mit Fluornatrium und Kieselfluorkalium.

Leucitit	15 Theile.
Natriumfluorid	5 „
Kieselfluorkalium	3 „

[1] Ausgeführt von Doelter.

Die Mischung wurde 5 Stunden bei starker Rothgluth geschmolzen, sodann durch 14 Stunden langsam abgekühlt. Die erkaltete Masse zeigte dunkelgraue Farbe, war von grosser Sprödigkeit, grosser Compactheit, nur hie und da durch kleine Cavernen unterbrochen.

Im Schliff liessen sich folgende Elemente unterscheiden:

1. Grundmasse;
2. farblose, annähernd hexagonale oder rundliche Blättchen;
3. im Durchschnitte fast quadratische oder rechteckige Krystalle;
4. schwarze opake Blättchen;
5. rundliche oder polygonale Krystalle.

Die Grundmasse erwies sich als gelblich gefärbte Glasbasis. Die Ausbildungsproducte No. 2 waren in grösseren Krystallen an der Oberfläche der Schmelze vorhanden und konnten dort mit Hilfe der Lupe beobachtet werden; in der Mitte der Schmelze waren sie nur wenig vertreten, klein, im durchfallenden Lichte farblos, durch eingelagerte Substanzen verunreinigt. Die Untersuchung im polarisirten Lichte ergab Doppelbrechung. Die Interferenzfarben waren schwach. Das ganze Verhalten bezeichnet sie als Glimmer. Die farblosen Krystalle zeigten sich, wie oben erwähnt, im Durchschnitt fast rectangulär, bisweilen auch rechteckig. Die Untersuchung im polarisirten Lichte ergab, dass die einen optisch einaxig waren (Skapolithe), die anderen optisch zweiaxig (Feldspäthe). Bei beiden waren die Polarisationsfarben gelb, blaugrau. Die Behandlung mit Salzsäure ergab bei den Skapolithen die theilweise Löslichkeit derselben. Aus der Lösung in verdünnter Schwefelsäure schieden sich bei der Verdunstung Gypskrystalle ab.

Die Lösung der Krystalle in Flusssäure lieferte bei der Verdunstung vorwiegend Kieselfluornatrium und -calciumkrystalle. Sie sind daher als eine Mischung des Mejonit- mit dem Marialithmolecül zu betrachten. Die Feldspäthe waren einerseits Orthoklase mit einer Auslöschung im Maximum von 5^0, andererseits Natronfeldspäthe mit einer Auslöschung von -18^0. Die Ausbildungsproducte No. 4, die schwarzen opaken Blättchen, erwiesen sich als Magneteisen und waren vorwiegend in quadratischen Durchschnitten

vorhanden. Die polygonalen Krystalle waren typische Leucite mit Einschlüssen von Magneteisen und Glas, jedoch nur in geringer Anzahl vorhanden. Im polarisirten Lichte war eine schwache Doppelbrechung zu bemerken.

Mit Rücksicht auf die Benennung ist die Schmelze als ein Leucit-Tephrit-artiges Product zu betrachten.

VII. Leucitit vom Capo di Bove mit wolframsaurem Kali.

Leucitit vom Capo di Bove	6 g
Wolframsaures Kali	6 „

wurden in einer Platindüte bei Rothgluth geschmolzen. Durch 6 Stunden wurde die Masse in Fluss erhalten und 3 Stunden lang allmählich abgekühlt. An dem folgenden Tage wurde die Mischung noch einmal $5\frac{3}{4}$ Stunden lang geschmolzen, dann 2 Stunden abgekühlt. Es entstand eine harte, schwärzlichgraue, von kleinen Cavernen durchsetzte mattglänzende Masse.

Die Beobachtung des Dünnschliffes zeigt zwei von einander verschiedene Partien, eine dunklere eisenreiche und eine hellere eisenarme.

Die dunklere Partie ist vorwiegend krystallinisch ausgebildet und enthält zahlreiche Krystalle von Magneteisen theils in rectangulären Durchschnitten, theils als unregelmässig begrenzte Blättchen. Ausserdem finden wir Leucit, Melilith, Feldspath. Die Leucite sind gross, deutlich krystallographisch begrenzt, von oktogonalem oder rundlichem Querschnitte und besitzen Einschlüsse, die theils kreisförmig, theils unregelmässig angeordnet sind.

Als Einschlüsse fungiren Glas und Magneteisen. Im polarisirten Lichte verhalten sich die Leucite isotrop, theilweise polarisiren sie schwach, doch weisen sie nicht das Streifensystem der natürlichen auf. Manchmal konnte der Leucitkrystall wegen der zu raschen Erstarrung des Magmas sich nicht ausbilden und wir finden einen Krystalliten, der die Form eines Andreaskreuzes nachahmt.

Die Feldspäthe (Plagioklase) besitzen ein Maximum der Auslöschung von 3^0 und sind daher als Andesin zu bezeichnen, sie erscheinen theils in unregelmässig begrenzten Formen, theilweise in nach der Verticalaxe gestreckten Durchschnitten und sind farblos.

Die Melilithe kommen als kurz säulenförmige Krystalle mit feiner Streifung nach der Verticalaxe vor und sind von bräunlichgelber Farbe; sie lassen sich in Salzsäure leicht lösen.

Die hellere Partie entbehrt fast ganz des Magneteisens und weist viel lichtbräunlich gefärbtes Glas auf. Im Übrigen finden sich die gleichen Ausscheidungen.

Zum Vergleiche mit der von mir hergestellten Synthese ziehe ich zwei Versuche von Prof. Dr. Doelter heran; bei dem einen wurde Leucitit vom Capo di Bove einfach umgeschmolzen, bei dem zweiten eine chemische Mischung dieses Leucitites nach folgendem Verhältniss hergestellt:

SiO_2	4,59 g	
Al_2O_3	1,87 „	
FeO	1,07 „	(= 1,18 Fe_2O_3)
CaO	1,05 „	
MgO	0,57 „	
K_2O	0,68 „	
Na_2O	0,17 „	
	10,00 g	

Bei dem ersten Versuch bildete sich eine vorherrschend krystalline Masse mit Leuciten, Feldspäthen, Augiten, Magneteisen.

Die Leucite sind kleiner als im vorhergehenden Versuch, gleichen ihnen jedoch sonst; nur weisen einige im polarisirten Lichte auch die Streifensysteme auf.

Die Feldspäthe gleichen denen im vorigen Versuch.

Die Augite sind von grauer Farbe mit einem Maximum der Auslöschung von 37—38°. Sie kommen in länglichen Durchschnitten vor, weisen lebhafte Polarisationsfarben auf und sind als Diopsid zu bezeichnen. Die Magneteisenkrystalle sind denen im vorigen Versuch analog.

Die chemische Mischung ergab eine theils glasige, theils krystalline Masse, bestehend aus Feldspath, Melilith, Magneteisen.

Die Feldspäthe sind in langgestreckten Krystallen vorhanden, besitzen eine Auslöschung im Maximum von — 18° und sind daher als basischer Andesin zu bezeichnen.

Der Melilith erscheint in kleinen, kurz säulenförmigen Krystallen, welche mit Salzsäure leicht gelatiniren.

Das Magneteisen endlich findet sich in kleinen rectangulären Durchschnitten.

Wir haben also bei diesen Versuchen Tephrite erhalten, und zwar ergab der erste einen Leucit-Melilith-Tephrit, der zweite einen Leucit-Tephrit, der dritte einen Melilith-Tephrit.

Die vorangehende Versuchsreihe zeigt, dass aus einem basaltischen Magma nicht immer dieselben Minerale auskrystallisiren, sondern, dass je nach Einwirkung der Flussmittel, Höhe der Temperatur, Dauer der Abkühlung verschiedene Gesteine, respective auch gleiche Gesteine mit verschiedenen Constituenten sich bilden.

So entstand aus dem Leucitit vom Capo di Bove bei der niedersten Temperatur (900° etwa), die durch Beigabe von $NaCl$ erzeugt wurde, ein Augit- resp. Melilith-Augitgestein, bei einer etwas höheren Temperatur (mit $CaCl_2$) bildete sich Orthoklas.

Bei noch höherer Temperatur (mit Fluoriden, wolframsaurem Kali, durch einfache Umschmelzung) bildeten sich tephritartige Producte.

Auffallend ist es, dass sich bei dieser Versuchsreihe nur bei zwei Versuchen Orthoklas, sonst aber andere Feldspäthe gebildet haben, da nach Roth[1] Leucit sich leicht in Orthoklas umwandelt. Die Erklärung hiefür liegt darin, dass entweder der Kaligehalt des Gesteins vollständig in die Verbindung der Glasbasis eintrat, oder dass bei den Versuchen, bei denen Melilith entstand, das Kalium theilweise auch zu dessen Bildung verwendet wurde, da Melilith, wie die Analyse von Bodländer (dies. Jahrb. 1893. I. 15) lehrt, eine ziemliche Menge Kalium enthält. Dies ist um so wahrscheinlicher, da in den Versuchen, die Orthoklas ergaben, entweder gar keine Minerale oder kaliumfreie Minerale sich bildeten (mit Ausnahme einzelner Leucite in Versuch VI), bei den Versuchen dagegen, die Melilith ergaben, kein Orthoklas entstand.

Bezüglich der Temperatur, bei der sich diese Minerale bilden, können wir bei dieser Versuchsreihe entnehmen, dass Augit sich schon bei ziemlich niederer Temperatur bildet, Melilith (?) und Magneteisen sowohl bei niederer als auch hoher

---

[1] Allgemeine und chemische Geologie. 1. 346, 347.

Temperatur, während Skapolith und Leucit an eine gewisse höhere Temperatur gebunden zu sein scheinen, unter welche sie nicht hinabgehen.

Orthoklas und die Plagioklase entstanden ebenso erst bei höherer Temperatur; Eisenglanz bildete sich nur bei den Versuchen, wo der Schmelzpunkt ziemlich tief lag.

Es fällt hier auf, dass Melilith bei einer verhältnissmässig niederen Temperatur entstanden ist, während doch Skapolith, mit dem er nahe verwandt ist, sich nur bei ziemlich hoher Temperatur bildete und nach den bisherigen Synthesen zu seiner Entstehung hohe Temperatur nothwendig ist. Jedenfalls scheinen hier Factoren, die unbekannt sind, seine Bildung bei Versuch I hervorgerufen zu haben, zumal bei den ziemlich analogen Versuchen II und III kein Melilith entstand.

An einfachen Umschmelzungen finden wir Augit, Leucit, Magneteisen, Melilith, während Skapolith, Eisenglanz und die Feldspäthe vollständige Neubildungen sind.

Bezüglich der Entstehung der Glimmer waren die Fluoride maassgebend, durch deren Beigabe Glimmerbildung in entsprechenden Silicatschmelzen veranlasst wird; im Übrigen verweise ich bezüglich ihrer Entstehung auf Doelter[1].

VIII. Eine chemische Mischung des Nephelinits[2] südlich der Povaçao, San Antão, Cap Verden

in folgendem Verhältniss:

SiO_2	4,80 g	
Al_2O_3	2,21 „	
Fe_2O_3	0,81 „	
CaO	0,01 „	(= 1,45 $CaCO_3$)
MgO	0,25 „	
Na_2O	0,91 „	(= 1,555 Na_2CO_3)
K_2O	0,21 „	(= 0,345 K_2CO_3)
	10,00 g	

wurde geschmolzen und dann langsam gekühlt. Dauer des Versuchs 36 Stunden.

[1] Doelter, Chemische Mineralogie; derselbe: Über Glimmerbildung durch Zusammenschmelzen mit Fluormetallen etc. Tschermak's Mineral. u. petrogr. Mittheil. 1889. p. 67.

[2] Diese und die folgenden Versuche dieser Reihe hat Doelter seinerzeit veranstaltet.

Der Dünnschliff zeigte bei makroskopischer Betrachtung eine deutlich sphärolithische Structur. Unter dem Mikroskop wurde dieselbe natürlich noch deutlicher und man konnte folgende Details erkennen.

Das Centrum eines Sphärolithes wurde von einem annähernd kreisrunden Fleck von schwarzbrauner Farbe gebildet, der sich im polarisirten Lichte isotrop verhielt. Dieses Centrum wird von einem hellen durchsichtigen Hof umsäumt, der bald breiter, bald schmäler ist und entweder abermals von einem schmalen schwarzen Ring umsäumt wird oder allmählich in die Grundmasse übergeht. Die Untersuchung des Hofes bei starker Vergrösserung ergab, dass derselbe aus radial angeordneten, nadelförmig ausgebildeten Plagioklasen besteht, zwischen denen vereinzelt rectanguläre Durchschnitte von Magneteisen eingelagert sind. Die Auslöschung der Feldspäthe betrug im Maximum 5^0; sie sind daher als Oligoklas zu bezeichnen. Ausserdem sind an vereinzelten Stellen Ansammlungen von kleinen Krystallen vorhanden. Dieselben sind farblos, monoklin; die Auslöschung beträgt 39^0 im Maximum. Ihr optisches Verhalten und ihre krystallographische Begrenzung weist auf Augit hin. Stellenweise findet sich auch bräunliche Glasbasis an Stelle der Sphärolithe, in welcher Feldspäthe und Augite eingelagert sind.

Die Schmelze lässt sich am ehesten als Augit-Andesit bezeichnen.

Augitit von Waltsch, umgeschmolzen.

Die Synthese zeigte eine durch starken Eisengehalt schwarzbraun gefärbte Glasbasis, in der Augite und Feldspäthe ausgeschieden waren.

Die Augite waren von nelkenbrauner Farbe, etwas pleochroitisch und zeigten sich theils in leistenförmigen Durchschnitten, theils in unregelmässig begrenzten Körnern. Die Auslöschung betrug im Maximum 38—39^0; die Polarisationsfarben waren lebhaft gelbroth, blau, grün.

Die Feldspäthe (Plagioklase) waren farblos und meist in langen leistenförmigen Durchschnitten vorhanden und standen dem Anorthit nahe. Bezüglich des quantitativen Verhältnisses überwog die Menge des Augits diejenige der Plagioklase.

An einem zweiten Schliff der Synthese sieht man nur eine lichtgraue Glasbasis mit zahlreichen Magneteisenkryställchen.

Ferner sieht man zahlreiche Plagioklasleisten, die den früher erwähnten analog waren, doch fehlte der Augit gänzlich.

IX. Augitit von Waltsch, umgeschmolzen.

Ich schliesse an die vorangehenden Synthesen eine Reihe von Versuchen an, die Herr Professor Dr. Doelter anstellte und deren Zweck war, zu untersuchen, welche Veränderung ein basaltisches Magma auf verschiedene Minerale hervorbringt. Doelter hat diese Versuche in dies. Jahrb. 1894. I. 18 ff. beschrieben, jedoch dabei nur auf die Veränderungen der hineingetauchten Mineralien Rücksicht genommen. Er überliess mir nun gütigst diese Versuche, um die etwaigen Veränderungen des Augitites zu untersuchen und zu behandeln.

a) Augitit von Waltsch mit Olivinpulver und -körnern vom Mt. Somma. Der Versuch dauerte 36—40 Stunden, in den letzten 12 Stunden wurde langsam abgekühlt. In der bräunlichen Glasbasis finden wir zahlreiche quadratische Durchschnitte von Magneteisen; Augit ist mehr in Körnern als in Leisten abgeschieden und ist lichter gefärbt als in dem vorigen Versuch (S. 139). Die Feldspäthe gleichen den früher beschriebenen. Auch hier dominirt der Augit über den Feldspath.

b) Augitit von Waltsch, geschmolzen, eingetaucht Olivinknollen von Gleichenberg, Bronzit von Kraubath, langsam gekühlt 14 Stunden. Die Synthese gleicht ganz derjenigen des einfach umgeschmolzenen Augitites, nur treten hier die Feldspäthe noch mehr hinter die Augite zurück.

c) Augitit von Waltsch mit Augit aus einer Bombe von Grönland, dünngeschmolzen, sodann das Mineral hineingetaucht und dann die Hitze gemässigt, bis Krustenbildung eintrat. Das Ausbildungsproduct gleicht dem vorigen, jedoch sind die Augite bräunlich gefärbt, auch treten die Feldspäthe in quantitativer Richtung wieder mehr hervor.

d) Augitit von Waltsch mit Cordierit von Bodenmais und Cordieritgneiss-Auswürfling vom Laacher See, geschmolzen und 7—8 Stunden langsam gekühlt. In der bald glasig, bald mikrokrystallinisch ausgebildeten

Grundmasse ist Augit in grossen Mengen bald in prismatischen Durchschnitten, bald in Körnern ausgeschieden. Der Charakter des Augits ist sonst analog den in den vorigen Versuchen beschriebenen. Dazwischen finden wir Plagioklase eingelagert, die den früher beschriebenen zu vergleichen sind. Endlich ist Magneteisen in grosser Menge vorhanden sowohl in einzelnen Krystallen, als auch in den bekannten zierlichen Krystallaggregaten.

e) Geschmolzener Augitit von Waltsch mit Sandstein von Bregenz und Hornblende. Es entstand theilweise durch Eisengehalt schwarz gefärbte, theilweise gelbliche Glasbasis. Als Ausscheidungen finden wir an einigen Stellen vorwiegend den Augit, während an anderen die Plagioklase vorherrschen. Ausserdem ist noch in der lichteren Glasbasis Magneteisen ausgeschieden. Die Augite sind den früher beschriebenen analog, ebenso gleichen die Plagioklase den früheren.

Fassen wir die Resultate dieser mit dem Augitit von Waltsch angestellten Versuchsreihe zusammen, so finden wir:

Der Basalt, richtiger Augitit von Waltsch[1], bestehend aus Augit, Magnetit und Glasbasis, liefert beim Umschmelzen einen Feldspathbasalt, bestehend aus Glasbasis, Magnetit, Augit, Anorthit. Es krystallisirt also Magneteisen und theilweise Augit wieder in seiner ursprünglichen Form aus, ausserdem bilden sich jedoch noch die obenerwähnten Plagioklase. Diese Neubildung wurde durch hineingetauchte Mineralien im Allgemeinen nicht verändert, den letztgenannten Versuch ausgenommen, wo statt Glasbasis eine mikrokrystalline Grundmasse entstand, jedoch dürfte die Hauptursache davon in einer langsameren Abkühlung zu suchen sein. Die Bildung von Feldspäthen findet ihre Erklärung darin, dass das Glas des Augitits eine dem Feldspath ähnliche chemische Zusammensetzung besitzt.

X. Augitit von Waltsch und ebensoviel quarzfreier Hornblende- (Augit-) Andesit von P. Mori

wurde gemischt, bei Weissgluth dünnflüssig geschmolzen und dann langsam erstarren gelassen. Dauer des Versuches 14 Stunden.

[1] Doelter und Hussak, Über die Einwirkung geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien. Dies. Jahrb. 1884. I. 18 ff.

Es bildete sich eine bräunliche Glasbasis mit zahlreichen quadratischen Durchschnitten von kleinen Magnetitkryställchen. Stellenweise ging auch der Eisengehalt in die chemische Constitution der Glasbasis ein, die dadurch fast völlig schwarz gefärbt und opak wurde. Ausser dem Magneteisen finden wir an ausgeschiedenen Mineralien noch Feldspäthe (Plagioklase) und Augite.

Die Feldspäthe sind theilweise in leistenförmigen Durchschnitten, theilweise in Durchschnitten senkrecht auf die Verticalaxe vorhanden. Dieselben sind farblos und zeigen öfters Einschlüsse vom Magma oder von Magneteisen. Ihrer chemischen Constitution nach sind sie Kalk-Natronfeldspäthe und entsprechen am ehesten dem Bytownit.

Die Augite sind meistens in kleinen Körnern, seltener in prismatischen Durchschnitten vorhanden und stehen den Feldspäthen sowohl an Grösse als auch in quantitativer Beziehung bedeutend nach. Ihre Farbe ist bräunlich bis licht gelblich, die Auslöschung beträgt im Maximum 39°.

Es bildete sich also aus der zu gleichen Theilen genommenen Mischung des Augitits von Waltsch und des Augit-Hornblende-Andesits von der Piatra Mori im siebenbürgischen Erzgebirge, bestehend aus Labrador, Hornblende, Augit, Magnetit, ein einem Augitbasalt ähnliches Gestein aus. Der Andesit bewirkte ein Zurücktreten des Augits und eine Änderung der Constitution der Feldspäthe, indem statt der Anorthite, wie sie im umgeschmolzenen Augitit von Waltsch sich bildeten, Bytownite entstanden.

Das umgeschmolzene Gestein ist gleichfalls als Augit-Andesit zu bezeichnen.

XI. Nephelinbasalt von Waldra bei Gleichenberg

wurde 6—7 Stunden lang geschmolzen, sodann in das Magma Krystalle von Diopsid von Ala gegeben und dann langsam abgekühlt.

Es entstand eine vollkommen glasige Grundmasse, die meist licht gelblichbraun gefärbt ist. An einigen Stellen wird die Färbung dunkler und geht in Schwarzbraun über. Diese dunklere Färbung ist wahrscheinlich in dem grösseren Eisengehalt zu suchen. Wieder an anderen Stellen bilden inner-

halb der lichter gefärbten Glasbasis die dunkleren Partien zierliche büschelförmige Gruppen, wie solche in Tachylitgläsern oder in Perliten vorkommen.

Als Mineralien, die aus der Glasbasis ausgeschieden sind, finden wir Augite und Olivine. Die Augite sind sehr zahlreich und meist in prismatischen Durchschnitten vorhanden. Ihre Färbung ist grau mit einem Stich ins Violette; sie zeigen schwachen Pleochroismus. Die Auslöschung beträgt im Maximum 40°. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhaft.

Die Olivine sind nicht zahlreich vorhanden und oftmals durch die oben erwähnten büschelförmigen Partien der Glasbasis bedeckt. In den Durchschnitten sieht man Brachypinakoid ($\infty P\bar{\infty}$) und Doma ($2P\bar{\infty}$) ausgebildet.

Derselbe Basalt mit Augit geschmolzen zeigt in der erstarrten Schmelze gegenüber der vorher beschriebenen keine Unterschiede.

Es bildete sich also aus dem umgeschmolzenen Basalt von Waldra bei Gleichenberg ein basaltisches Glas, in welchem Augit und Olivin sich wieder als Minerale ausschieden, während Nephelin und Magneteisen keine Neubildung erfuhren.

Versuchsreihe mit sauren Gesteinen.

I. Granit von Ceslak und Nephelinbasalt von Patas mit Calcium- und Natriumfluorid.

Granit von Ceslak und Nephelinbasalt von Patas wurden mit $NaCl$ und CaF_2 in folgendem Verhältniss gemengt:

Granit	5 g
Nephelinbasalt	5 „
Calciumfluorid	3 „
Natriumfluorid	3 „

Die Mischung wurde in einem Rose-Tiegel erhitzt. Nachdem die Masse in Fluss gekommen war — ungefähr nach 1 Stunde — wurde noch in kleinen Partien folgende Mischung allmählich hinzugegeben:

Granit	4 g
Nephelinbasalt	4 „
Calciumfluorid	2 „
Natriumfluorid	2 „

Der Schmelzprocess erfolgte zunächst bei heller Rothgluth, nach 3 Stunden wurde die Hitze etwas gemässigt und dann der Tiegel durch 5 Stunden langsam abgekühlt.

Die Schmelze bildet eine compacte Masse von theils bläulicher, theils blaugrauer, theils bräunlicher Farbe und Glasglanz; einzelne Partien waren fein gekörnelt. Der Dünnschliff, der aus der gekörnelten Partie hergestellt worden war (da die anderen Partien voraussichtlich gänzlich glasig ausgebildet waren), zeigte bei makroskopischer Beobachtung eine bräunlichgelbe dichte Grundmasse, in der bald einzelne feine Körnchen, bald dieselben zu dichten Massen vereinigt eingelagert waren. Bei mikroskopischer Betrachtung ergab sich eine gelblichbraune, dichte, vollkommen glasige Grundmasse. Die mit freiem Auge wahrgenommenen Körnchen erwiesen sich als dichte, kugelförmig zusammengeballte Massen von Entglasungsproducten. Dieselben gleichen — soweit man nach einer Zeichnung urtheilen kann — vollständig den Aggregaten von Entglasungsproducten, wie sie Zirkel als im Tachylit von Bobenhausen[1] vorkommend schildert.

Die einzelnen Elemente, aus welchen diese Knollen bestehen, sind aus in die Länge gezogenen kolbenförmigen Globuliten zusammengesetzt, die sich rechtwinkelig um eine ideale Axe ansetzen. Die ganze Masse ist dann von einem hellen Hof umgeben und im Centrum vollständig opak und schwarzbraun. Die einzelnen Globuliten zeigen einen ziemlich starken Brechungsquotienten und polarisiren lebhaft.

Fassen wir diese Charakteristiken behufs Vergleichung der Schmelze zusammen, so müssen wir das Product der Synthese als ein basaltisches Glas, am besten als Tachylit bezeichnen.

Einige Worte dürften noch bezüglich der Natur der Entglasungsproducte nothwendig sein. Möhl hat bekanntlich im Tachylit solche Körnchen und Globuliten für Magneteisen gehalten, während Vogelsang dieser Auffassung entgegentrat und meint, dass sie aus glasiger Silicatmasse bestehen. Da die Entglasungsproducte in meinem Versuch nicht opak sind, so können sie nicht Magneteisen sein. Eher würde die Ansicht Vogelsang's heranzuziehen sein, doch tritt derselben der Umstand entgegen, dass die Globulite doppelbrechend sind.

[1] Zirkel, Mikroskopische Beschreibung der Mineralien und Gesteine. 1873. p. 434; ferner: Derselbe, Die Krystalliten von Hermann Vogelsang. 1875. p. 111. Taf. XIV Fig. 1.

Zwar kann diese Erscheinung durch Spannungsverhältnisse herbeigeführt sein, jedoch so lebhafte Doppelbrechung dürfte kaum durch Spannung erreicht werden. Nach meinem Dafürhalten sind die Entglasungsproducte in diesem Versuch aus Feldspath- oder Augitsubstanz bestehend zu denken.

II. Granit von Ceslak mit Magnesiumchlorid, Calciumchlorid und Natriumfluorid.

Granit vom Ceslak	3 g
Thonschiefer vom Gaisberg	2 „
Magnesiumchlorid	1 „
Calciumchlorid	1 „
Natriumfluorid	1 „

Der Schmelzprocess fand im Platintiegel statt. Es bildete sich eine grauweisse Masse, die im Dünnschliff eine graue glasige Grundmasse aufwies. An Mineralien hatten sich Feldspäthe, Augit, Olivin gebildet.

Die Feldspäthe (Plagioklase) erscheinen in langen leistenförmigen Durchschnitten, haben eine Auslöschung von im Maximum -2^0 und sind als Andesine zu bezeichnen. Die Augite finden sich in lang-rechteckigen Durchschnitten und sind schon durch die dunklere Farbe von den hellen Feldspäthen leicht zu unterscheiden. Das Maximum der Auslöschung beträgt 38^0. Die Olivine sind ganz farblos und treten mit ihren charakteristischen spitzen Domen auf. Die Schmelze ist nach dem Aussehen und den Constituenten als ein Melaphyr zu bezeichnen.

III. Glimmerporphyrit vom Cernygraben mit Thonschiefer vom Gaisberg[1] und Natrium-Calcium-Aluminiumfluorid.

Glimmerporphyrit	3 g
Thonschiefer (theils in Splitter, theils in Pulver)	3 „
Natriumfluorid	1 „
Calciumfluorid	1 „
Aluminiumfluorid	1 „

Der Schmelzprocess fand in einer Platindüte statt und dauerte $6\frac{1}{2}$ Stunden.

Es bildete sich eine grünlich gefärbte Glasbasis mit ausgeschiedenen Feldspäthen. Dieselben sind Plagioklase, er-

[1] Localität bei Graz.

scheinen in rechteckigen Durchschnitten, haben eine Auslöschung von 5° im Maximum und sind demnach als Oligoklase zu bezeichnen.

Der in Splittern hineingegebene Thonschiefer zerblätterte sich durch den Einfluss des Magmas sehr leicht und wurde braunroth gefärbt.

IV. Gneissgranit von Ceslak mit Natrium-Calcium-Aluminiumfluorid.

Gneissgranit	3 g
Natriumfluorid	1 „
Calciumfluorid	1 „
Aluminiumfluorid	1 „

Die Mischung wurde in einer Platindüte 13 Stunden lang bei heller Rothgluth geschmolzen, 10 Stunden abgekühlt. In der grünlichweissen, verhältnissmässig nur in geringer Menge vorhandenen Glasbasis sind lange, leistenförmige, farblose Durchschnitte mit Zwillingsstreifung vorhanden, die in ihrer Ausbildung Plagioklasen gleichen. Das Maximum der Auslöschung beträgt 18°; daher dürften diese Feldspäthe als saurer Oligoklas nahe dem Albit zu bezeichnen sein. Da das ursprüngliche Gestein an Feldspäthen Albite hat, so ist diese Veränderung dem Fluorcalcium zuzuschreiben. Ausserdem bemerkt man zahlreiche quadratische bis rechteckige Durchschnitte, die gerade auslöschen und das Aussehen von Skapolithen haben.

V. Granit von Ceslak mit Natrium-Calcium-Aluminiumfluorid und Borsäure.

Granit von Ceslak	1,5 g
Natriumfluorid	0,75 „
Calciumfluorid	0,8 „
Aluminiumfluorid	0,5 „
Borsäure	0,4 „

wurden gemischt und in einem Rose-Tiegel geschmolzen. Sobald die Masse dünnflüssig geworden war, wurde obige Mischung noch einmal gemacht, jedoch diesmal um 0,2 g mehr Granit zugesetzt. Die ganze Mischung wurde durch 1 Stunde bei 1450° erhitzt, und dann durch 6 Stunden auf dem Stande der Viscosität erhalten. Dann wurde die Schmelze durch 2 Stunden abgekühlt.

Die umgeschmolzene Masse ist von weisslichgrüner Farbe, starkem Glasglanz und grosser Dichte.

Der Dünnschliff weist bei mikroskopischer Betrachtung eine graugelbliche Grundmasse, welche vollkommen glasig ist, auf. In derselben sind Feldspäthe, Entglasungsproducte eingelagert. Die Feldspäthe haben eine maximale Auslöschung von 6°, entsprechen also dem Oligoklas. Die Entglasungsproducte bestehen aus Globuliten, die sich unter einem Winkel von 90° an eine ideale Axe anlegen, welche als Nebenaxen sich wiederum unter dem gleichen Winkel an eine Hauptaxe ansetzen. Die Schmelze ist als ein künstlicher Obsidianporphyr mit Feldspäthen zu bezeichnen.

VI. Gneissgranit von Ceslak mit Natriumchlorid und Kaliumwolframat.

Die Mischung wurde zu gleichen Theilen bei Weissgluthhitze in einer Platindüte geschmolzen. Der Schmelzprocess dauerte 6 Stunden, darnach wurde durch 3 Stunden abgekühlt. Die Schmelze war bei makroskopischer Betrachtung grünlichweiss, mit zahlreichen Cavernen versehen.

Der Dünnschliff zeigte eine vorherrschend krystalline, nur wenig Glas enthaltende Masse, die aus Feldspath, Augit und Tridymit bestand.

Die Feldspäthe sind nur selten krystallographisch begrenzt, sondern meist in unregelmässigen Durchschnitten vorhanden. Sie sind im durchfallenden Lichte farblos, weisen jedoch lebhafte Polarisationsfarben auf. Bei den krystallographisch begrenzten wurde das Maximum der Auslöschung mit 18° bestimmt; sie stehen also zwischen Albit und saurem Oligoklas, aber näher dem Albit. Ausserdem finden sich, aber nur vereinzelt, Orthoklase mit 6° Maximum der Auslöschung. Die Augite liessen sich durch ihre stengelige Ausbildung und grünliche bis grünlichgelbe Färbung leicht von den Feldspäthen unterscheiden. Ihre Auslöschung beträgt im Maximum 38°, sie entsprechen demnach am ehesten dem Diopsid.

Der Tridymit ist in kleinen, theils schwach, theils gar nicht polarisirenden hexagonalen Täfelchen vorhanden und konnte meist nur unter Anwendung der Quarzplatte gefunden werden.

Zu erwähnen ist noch, dass in der Schmelze theilweise der Augit, theilweise der Feldspath vorherrscht, je nach der Partie, die man betrachtet.

Im Ganzen entspricht das entstandene Gestein einem Augit-Trachyt.

Wir können aus dieser Versuchsreihe entnehmen, dass ein granitisches Magma einer ziemlich hohen Temperatur bedarf, um ziemlich krystallinisch zu erstarren, indem nur bei dem einen Versuch, wo wolframsaures Kali als Schmelzmittel angewendet wurde, eine krystalline Masse entstand. Bei den Versuchen, bei denen Fluoride oder Borsäure oder beide zusammen zur Anwendung gelangten, entstanden nur Feldspäthe und Skapolithe nebst vorwiegender Glasbasis, ausser es wurde dem Granitpulver das Pulver eines anderen basischeren Gesteins beigegeben, wodurch aber dann natürlich die Constitution des Magmas bedeutend geändert wird.

Es ergiebt sich also daraus, dass ein Magma von hohem Kieselsäuregehalt zur krystallinen Erstarrung auch einer sehr hohen Temperatur bedarf und dass nicht schon diese Temperatur, bei welcher das Magma etwa durch beigegebene Flussmittel schmilzt, eine krystalline Erstarrung herbeiführt.

Auch bei diesen Versuchen zeigt sich, wie in den vorangehenden, dass zur Bildung der Feldspäthe und Skapolithe eine verhältnissmässig hohe Temperatur nothwendig ist, indem bei dem Versuche I das beigegebene NaF und NaCl die Temperatur zu sehr erniedrigte. Ferner machte sich bei diesen Versuchen auch eine chemische Einwirkung der Flussmittel bemerkbar, indem aus dem Orthoklas und Albit Kalk-Natronfeldspäthe entstanden.

Ferner ist hervorzuheben, dass der Quarz sich bei allen diesen Versuchen entweder gar nicht, oder als Tridymit ausgeschieden hat. Zu erwähnen ist endlich, dass der Versuch I die Ansicht Zirkel's, dass auch Nephelinbasalt einer Ausbildung als Tachylit[1] fähig ist, bestätigt, indem bei diesem Versuch aus der Mischung des Granits mit Nephelinbasalt ein typischer Tachylit entstand.

---

[1] Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. 3. 37.

Umschmelzungen von Schiefergesteinen und Versuche über Contactwirkung.

I. Eklogit von Tainach mit Calcium- und Natriumfluorid.

Eklogit von Tainach	3 g
Calciumfluorid	1 „
Natriumfluorid	1 „

wurde gemengt und in einem Rose-Tiegel geschmolzen. Dauer des Versuches $2\frac{1}{2}$ Stunden.

Es entstand eine braunschwarze Masse von dichtem Gefüge.

Der Dünnschliff zeigte eine theils glasige, theils mikrokrystalline Grundmasse, in der Feldspäthe und Skapolithe eingelagert sind. Die Feldspäthe zeigen sich in Form von nadelförmigen Durchschnitten, sind farblos und polarisiren ziemlich lebhaft. Ihre Auslöschungsschiefe ist sehr gering und beträgt parallel P gemessen $0^0\ 30'$. Die Skapolithe sind als quadratische oder rechteckige Durchschnitte sichtbar und von lichtgrauer Farbe. Die Polarisationsfarben sind nicht besonders lebhaft, im Allgemeinen grau. In Salzsäure sind sie leicht löslich und als Mejonite zu bezeichnen.

II. Amphibolit von Radlbach mit Chlormagnesium und Natriumfluorid.

Amphibolit von Radlbach-Lorenzen	4 g
Magnesiumchlorid	1,5 „
Natriumfluorid	1,5 „

wurde fein gemengt in einem Rose-Tiegel durch $7\frac{1}{2}$ Stunden geschmolzen.

Es bildete sich eine graubraune Masse, von der Pulverpräparate hergestellt wurden. Dieselben wiesen nebst Bestandtheilen der Grundmasse (bräunlichgelber Glasbasis) Glimmer und Eisenglanz auf.

Die Glimmer sind Magnesiaglimmer und haben sich aus den thonerdehaltigen Constituenten des ursprünglichen Gesteins unter Mitwirkung des Magnesiumchlorids und Natriumfluorids gebildet. Dieselben sind im Präparate als hexagonal begrenzte, oftmals verzerrte Tafeln vorhanden, sind bräunlichgelb gefärbt und weisen einen Dichroismus (lichtgelb-fleischröthlich) auf.

Der Eisenglanz steht an Menge dem Glimmer nach und ist in kleinen, rothgefärbten, bald hexagonal, bald unregelmässig begrenzten Täfelchen vorhanden. Seine Bildung erfolgte aus dem Eisengehalt der Amphibole und Pyroxene des zur Synthese verwendeten Amphibolits.

III. Chloritschiefer von Hrubschitz in Mähren mit Chlornatrium und Chloraluminium.

Chloritschiefer	2 g
Chlornatrium	2 „
Chloraluminium	1 „

Der Versuch wurde in folgender Weise angeordnet: Zunächst wurde der Boden des Porcellan-Tiegels mit einer Schichte Chlornatrium belegt, sodann kam eine Lage der innigen Mischung des Gesteinspulvers mit Chloraluminium und Chlornatrium; die Decke wurde wiederum von einer Lage Chlornatrium gebildet.

Der Schmelzprocess währte $6\frac{1}{2}$ Stunden; während dieser Zeit wurden in kleinen Portionen noch 1,5 g Chlornatrium hinzugegeben. Die Schmelze wurde sodann 2 Stunden langsam abgekühlt und bildete nach dem Erkalten eine glasglänzende cavernöse Masse, peripher von hellgrünlicher, central von bräunlicher Färbung. In der im Dünnschliff theils farblosen, theils grauen Glasbasis sind vereinzelt Feldspäthe (Plagioklase) mit einem Maximum der Auslöschung von 5^0, also Oligoklas, eingelagert. Vereinzelt finden sich auch kleine, unregelmässig begrenzte Glimmerblättchen. Auffallend jedoch ist an einigen Stellen der farblosen Glasbasis das Auftreten kleiner isotroper Körnchen von blauer Färbung. Es ist die Vermuthung nicht ausgeschlossen, dass diese Körnchen mit Hauyn durchtränkte Glasmasse, also Ultramaringlas sind, zumal da im Chloritschiefer, wie durch die Emich'sche Reaction[1] nachgewiesen wurde, ein ziemlicher Gehalt an Schwefel vorhanden ist. Ausserdem finden wir in der Synthese kleine Magneteisen- und Pyritkryställchen.

---

[1] F. Emich, Zum mikrochemischen Nachweis des Schwefels. Notiz über die Anwendung gasförmiger Reagentien, insbesondere des Bromdampfes, in der mikrochemischen Analyse. (Fresenius, Zeitschrift f. analyt. Chemie. XXXII. Jahrg.)

IV. Contactversuch mit Nephelinbasalt und Chloritschiefer.

Dieser Versuch wurde unternommen, um die Wirkung eines basaltischen Magmas auf ein Schiefergestein nachzuahmen und fand folgendermaassen statt:

Nephelinbasalt	2	g
Chloritschiefer von Hrubschitz in Mähren	1	„
Calciumfluorid	1	„
Chlornatrium	0,5	„
Borsäure	0,3	„

wurde fein gemischt und in einem Rose-Tiegel eingetragen. In der Mischung wurden etliche Splitter von Chloritschiefer vertheilt.

Sobald die Masse zu schmelzen begann, wurde noch mehr von der oben angegebenen Mischung hinzugegeben. Die Erhitzung erfolgte bei lichter Rothgluth. Nach 1½ Stunden war der vollständige Fluss erreicht, der durch weitere 1½ Stunden beibehalten wurde. Sodann wurde die Hitze gemässigt, bis die Viscosität der Schmelze erreicht war, die durch 5 Stunden beibehalten wurde. Dann wurde durch weitere 2 Stunden abgekühlt.

In dem durch die Synthese erhaltenen Producte müssen zwei Partien unterschieden werden:

1. Die umgeschmolzene Mischung des Nephelinbasalts und Chloritschieferpulvers.

2. Die durch das Magma veränderten Chloritschiefersplitter.

Betrachten wir zunächst die erste Partie. In der theils farblosen, theils licht oder dunkelbräunlich gefärbten, nur in geringem Maasse vorhandenen Glasbasis sind Magneteisen, Feldspäthe und Augite eingelagert.

Das Magneteisen ist nur in kleinen Krystallen, die im Schliff in meist quadratischen Durchschnitten auftreten, vorhanden.

Die Feldspäthe sind farblos und unterscheiden sich scharf von der Umgebung.

Wir finden sie theils in leistenförmigen Durchschnitten parallel der Verticalaxe, oder in rhomboidalen Durchschnitten senkrecht darauf. Es haben sich zwei Species von Feldspäthen, beide Plagioklase, ausgebildet. Der eine steht dem

Albit nahe, mit einer Auslöschungsschiefe von 20° auf M, der andere mit einem Maximum der Auslöschung von 40° nähert sich dem Anorthit.

Die Augite kommen theils in einzelnen grösseren Krystallen, theils in kleineren Krystallen vor. Von den grösseren Krystallen sind meist nur Fragmente oder rechteckige Durchschnitte vorhanden, während man bei den kleineren Krystallen erkennen kann, dass die Enden als spitze Pyramiden vorhanden sind.

Die Augite lassen sich von den Feldspäthen im Schliffe leicht durch die dunklere Farbe, ferner durch die obenerwähnte krystallographische Eigenthümlichkeit, sowie durch die Polarisationsfarben, die hier weitaus lebhafter sind, unterscheiden. Das Maximum der Auslöschung beträgt 40°. Bezüglich des quantitativen Verhältnisses überwiegen die Feldspäthe.

Was die Bildungsweise der ausgeschiedenen Mineralien betrifft, so entstanden Magnetit, Albit und Augit direct aus dem Nephelinbasaltmagma, während man für die Bildung des Anorthits wohl dem beigegebenen Calciumfluorid eine wesentliche Rolle zuschreiben muss. Nach der erhaltenen Zusammensetzung dürfte das durch diese Synthese entstandene Product am ehesten mit einem Andesit zu vergleichen sein.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit nun der zweiten Partie zu.

Aus dem grünen Chloritschiefer entstand ein Gestein von weisslicher Farbe bei makroskopischer Betrachtung. Die mikroskopische Untersuchung ergab eine isotrope bräunliche Grundmasse, die wie ein Netz geformt ist. Zwischen den Maschen dieses Netzes sind die Feldspäthe, welche unverändert geblieben sind, eingelagert, während alle übrigen Mineralien des Chloritschiefers nicht mehr erhalten sind.

Anschliessend an diesen Versuch will ich einige behandeln, die Professor Dr. Doelter im Anfang der 80er Jahre ausführte, und von denen er selbst einen kurzen Bericht in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. **35.** 2. Heft. Jahr 1883. S. 389 mittheilt.

Es ergab ein Eklogit-Amphibolit (Zoisit-Amphibolit) von Deutsch-Landsberg, 14 Stunden lang geschmolzen und langsam

abgekühlt, eine ziemlich krystalline Masse, bestehend aus Feldspath, Augit, Magneteisen. Die Feldspäthe (Plagioklase) besitzen eine Auslöschung von im Maximum —32°, sind daher als Labrador zu bezeichnen, sie sind in nadelförmigen Formen vorhanden.

Der Augit erscheint in Form von kleinen Körnchen und Leisten von graubrauner Farbe. Auslöschung im Maximum 37°; er ist als Diopsid zu bezeichnen.

Magneteisen findet sich in Form von kleinen quadratischen Durchschnitten. Es ist verhältnissmässig mehr Feldspath als Augit vorhanden. Das künstliche Gestein ist daher als Augit-Andesit zu bezeichnen.

Eine mineralogische Mischung des Eklogit, bestehend aus:

Hornblende	4	g
Granat	2,7	„
Augit	1,3	„
Zoisit	1,3	„
Rutil	0,37	„
Magnetit	0,37	„

ergab gleichfalls einen Augit-Andesit. Es bildete sich eine theilweise glasige, durch Eisengehalt schwarzbraun gefärbte Grundmasse mit ausgeschiedenen Feldspäthen und Augiten. Die Feldspäthe entsprechen den im vorigen Versuch geschilderten, sind jedoch grösser, ebenso die Augite. Stellenweise ist die Masse ganz krystallin ausgebildet.

Ein zweiter, diesem analoger Versuch ergab dasselbe Resultat.

Schluss. (Rückblick.)

Die vorangehenden, an basischen und sauren Eruptivgesteinen angestellten Versuchsreihen zeigen, dass die Constituenten nicht nur von der Natur des Magmas abhängen, sondern dass auch zum grossen Theile die in der Einleitung erwähnten Dämpfe, ferner die fluor-, chlor-, wolfram-, phosphorhaltigen Substanzen dabei wesentlichen Antheil haben, indem diese entweder den Schmelzpunkt erniedrigen, oder als Krystallisationsvermittler dienen, oder auch theilweise direct zur Bildung von Mineralien Einfluss ausüben, wie z. B. in den geschilderten Versuchen Fluoride Glimmerbildung verursachten und speciell CaF_2 eine andere Constitution der Feldspäthe herbeiführte.

Allerdings kann man den Einwand bezüglich dieser Substanzen machen, dass in der Natur derartige Mittel nicht in so grossem quantitativen Verhältniss zur Anwendung gelangen wie bei diesen Versuchen, jedoch wird dann ein mächtiger Factor — die Zeit — vergessen. Wozu in der Natur Jahre — Jahrzehnte — erforderlich sind, das soll hier in wenigen Stunden erreicht werden; und so dürfte es kaum einen Unterschied machen, ob derartige Stoffe durch lange Zeit fortwährend in kleinen Mengen einwirkten, oder ob sie bei den nur kurze Zeit währenden Versuchen in grösserer Menge einmal beigegeben werden.

Es bleiben nun noch die in der Einleitung aufgeworfenen Fragen bezüglich der Schmelzmittel zur Beantwortung übrig. Diese Antwort ist durch die Versuche selbst schon gegeben worden und es bedarf hier nur einer kurzen Zusammenstellung.

Die zu den Versuchen verwendeten Chlorverbindungen: Chlornatrium, -calcium, -magnesium erniedrigen den Schmelzpunkt bedeutend, sind ziemlich indifferent, insbesondere Chlornatrium, bewirken jedoch sehr leicht die Bildung von Glasbasis.

Die Fluoride bewirken ebenso ein leichtes Schmelzen des Gesteinspulvers, sind jedoch nicht als indifferent zu bezeichnen, indem einerseits dadurch Glimmerbildung, andererseits Änderung der Constitution der Feldspäthe erfolgt.

Am besten hat sich sowohl bei basischen als auch sauren Gesteinen das wolframsaure Kali bewährt.

Die Frage, ob es überhaupt von Vortheil ist, Schmelzmittel anzuwenden, lässt sich nach den Versuchen dahin beantworten, dass bei sehr basischen Gesteinen ein Umschmelzen auch ohne Schmelzmittel zu erreichen ist, nicht aber bei sauren Gesteinen, dass jedoch zur Erforschung der jeweiligen Änderungen der Schmelzen der Zusatz von solchen Schmelzmitteln unbedingt erforderlich ist.

Zum Schlusse komme ich noch einer angenehmen Pflicht nach, indem ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Cornelius Doelter und dessen Assistenten Herrn Dr. J. A. Ippen für ihre freundlichen Rathschläge, sowie Herrn Custos G. Marktanner für die freundliche Herstellung der Mikrophotographien meinen herzlichsten Dank abstatte.

Graz, Mineralogisches Institut, im Juli 1896.

Erklärung der Taf. III.

Fig. 1. Leucitit vom Capo di Bove mit wolframsaurem Kali (S. 135). In der Grundmasse Leucite mit den charakteristischen Interpositionen (S. 135). Melilithe.

„ 2. Leucitit vom Capo di Bove, chemische Mischung (dargestellt von Doelter). Aus der Grundmasse heben sich wesentlich hervor Feldspäthe mit charakteristischer Zwillingsstreifung, als kleinere lichte Punkte erscheinen die Melilithe.

„ 3. Granit von Ceslak mit Natriumchlorid und Kaliumwolframat (S. 147). Wesentlich sind die nadelförmig ausgebildeten Augite.

„ 4. Mineralogische Mischung des Eklogit (dargestellt von Doelter, S. 153). Aus der Grundmasse heben sich besonders die leistenförmigen Feldspäthe hervor.

Inhalt.

Seite

Literatur 124
Einleitung 125
Specieller Theil 126

Versuchsreihe mit basischen Gesteinen.

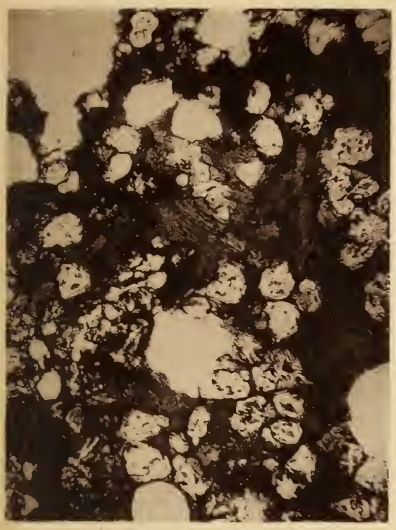
I. Leucitit vom Capo di Bove mit Chlornatrium 131
II. Leucitbasalt vom Capo di Bove mit Chlornatrium 132
III. Leucitbasalt vom Capo di Bove mit Chlornatrium 133
IV. Leucitit vom Capo di Bove mit Chlorcalcium 133
V. Leucitit vom Capo di Bove mit Fluornatrium und Fluorcalcium 133
VI. Leucitit vom Capo di Bove mit Fluornatrium und Kieselfluorkalium 133
VII. Leucitit vom Capo di Bove mit wolframsaurem Kali 135
VIII. Chemische Mischung des Nephelinits vom südlichen Povação . 138
IX. Augitit von Waltsch umgeschmolzen 139. 140
X. Augitit von Waltsch und Hornblendeandesit von Piatra Mori . 141
XI. Nephelinbasalt von Waldra 142

Versuchsreihe mit sauren Gesteinen.

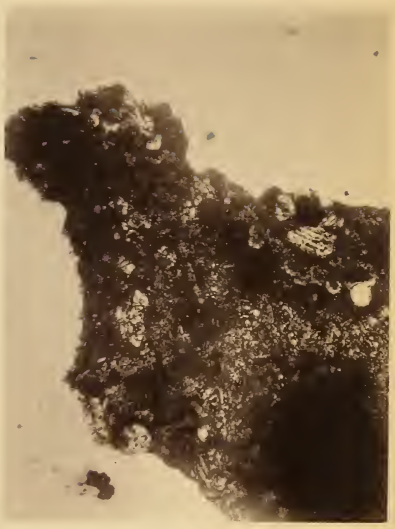
I. Granit von Ceslak und Nephelinbasalt von Patas 143
II. Granit von Ceslak mit Thonschiefer vom Gaisberg bei Graz, Magnesiumchlorid, Chlorcalcium und Natriumfluorid 145
III. Glimmerporphyrit vom Cernygraben (Bacher) mit Thonschiefer vom Gaisberg und Natrium-, Calcium-, Aluminiumfluorid . . . 145
IV. Granit von Ceslak mit Natrium-, Calcium-, Aluminiumfluorid . 146
V. Granit von Ceslak mit Natrium-, Calcium-, Aluminiumfluorid und Borsäure 146
VI. Granit von Ceslak mit Chlornatrium und wolframsaurem Kali . 147

Umschmelzung von Schiefergesteinen und Versuche über Contactwirkung.

I. Eklogit von Tainach mit Natrium- und Calciumfluorid 149
II. Amphibolit von Radlbach (Lorenzen, Bacher N.) mit Magnesiumchlorid und Natriumfluorid 149
III. Chloritschiefer von Hrubschitz (Mähren) mit Natrium- und Aluminiumchlorid 150
IV. Contactversuch mit Nephelinbasalt von Patas und Chloritschiefer von Hrubschitz 151
Anhang zu IV. 152
Rückblick 153



1.



2.

3.

4.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 1897_2

Autor(en)/Author(s): Schmutz Karl

Artikel/Article: Experimentelle Beiträge zur Petrogenie 124-155