

## 1. Die Eintheilung und die chemische Beschaffenheit der Eruptivgesteine.

Von Herrn J. ROTH in Berlin.

---

Die geologische Erfahrung giebt, abgesehen von den Eruptivgesteinen, nur wenig Aufschluss über die Beschaffenheit des Erdinnern, dessen sp. G. nothwendig über das höchste bei Eruptivgesteinen (3,3) und krystallinischen Schiefern (3,2) beobachtete hinausgehen muss. Die grosse Menge der Schwefelverbindungen, welche die Solfataren und ein Theil der Vulkane liefern, lässt auf das Vorhandensein von Schwefelmetallen, die ungeheure Menge Kohlensäure, welche dem Erdinnern entströmt, auf Kohlenstoffverbindungen schliessen. Man hat die Meteoriten herangezogen, um durch kühne Vergleiche weitere Daten über die Beschaffenheit des Erdinnern zu erlangen, DAUBRÉE hat den Olivin zu einer „allgemeiner Schlacke“ gestempelt, welche den metallischen Erdkern bedeckt, aber alle diese Schlüsse sind weniger sicher als die, welche über die nächst höhere Schicht aus den Eruptivgesteinen sich ableiten lassen, daher hat es an Betrachtungen über Eintheilung und chemische Beschaffenheit der Eruptivgesteine nie gefehlt.

An anderer Stelle habe ich darzulegen versucht, wie sich die Gesteine der Erstarrungskruste, deren Vorhandensein das der Eruptivgesteine bedingt, chemisch und mineralogisch von den letzteren unterscheiden, und die Verknüpfung beider durch die chemische und mineralogische Gleichheit von Gneiss und Granit dargelegt.

Die Eruptivgesteine sind so wesentlich aus Silikaten und Kieselsäure zusammengesetzt, dass man unter Umständen vom Graphit, von den Schwefel-, Arsen-, Wolfram-, Fluorverbindungen, vom Korund, Zinnstein, Zirkon absehen kann und nur einigen Titansäure und Phosphorsäure enthaltenden Mineralien, sowie dem Eisenglanz und der Spinellgruppe (diese im weitesten Sinne genommen) einige Bedeutung einräumt. Darüber besteht kein Zweifel, dagegen gehen darüber, ob man die vortertiären Eruptivgesteine als ältere von den jüngeren, tertiären und nachtertiären scheidet, die Meinungen aus einander.

Vom rein mineralogischen Standpunkt aus, der so lange berechtigt ist, als er nicht die alleinige Berechtigung für sich in Anspruch nimmt, mag die Trennung schwer sein. Es ist gut an die weitere Consequenz dieses einseitigen, anscheinend radikalen Standpunktes zu erinnern, dass nach ihm auch Hornblendegneiss, Diorit, Amphibol-Andesit, ferner Zobtenit und Gabbro u. s. w. nicht geschieden werden.

Sobald man die Gesteinsmassen als Ganzes an Ort und Stelle untersucht, sieht man, dass der Verband der älteren und jüngeren Eruptivgesteine mit ihrer Umgebung ein anderer ist, dass ihre Spaltungsgesteine verschiedene sind, dass ihre Ausbildungsformen, im Grossen betrachtet, von einander abweichen, dass z. B. glasige Gesteine (die ich schon 1861 als blosse Ausbildungsformen gemengter Eruptivgesteine bezeichnet habe) bei den jüngeren Eruptivgesteinen viel häufiger und mannichfaltiger vorkommen als bei den älteren. In erster Linie muss bei der Namengebung das geologische Alter, erst in zweiter die mineralogische und chemische Beschaffenheit entscheiden. Dass in beiden Gruppen dieselbe mineralogische und dem entsprechend dieselbe chemische Zusammensetzung wiederkehrt, dass einige ältere Eruptivgesteine mit unverändertem Habitus im Tertiär auftreten, dass daher bisweilen die Entscheidung nicht leicht ist, darf als bekannt vorausgesetzt werden, aber alles dieses wird aufgewogen durch den Vortheil mit einem einfachen, schon vorhandenen und allgemein verständlichen Namen neben der mineralogischen Zusammensetzung das geologische Alter zu bezeichnen, ohne die vielfach mit unnöthigen Namen überhäufte Nomenklatur noch weiter zu belasten.

Von den früheren Eintheilungen der Eruptivgesteine glaube ich absehen zu können, wie ich denn überhaupt auf Vollständigkeit verzichte und nur das mir wichtig Erscheinende erwähne.

Die noch heute in Frankreich gebräuchliche Eintheilung der Eruptivgesteine und der Begriff der „*minéralisateurs*“ stammt aus dem in Frankreich so oft genannten Aufsatz von ÉLIE DE BEAUMONT:

Sur les émanations volcaniques et métallifères<sup>1)</sup>. Darin werden unterschieden als roches acidifères (später in acides umgeändert), die Eruptivgesteine, welche (l. c. p. 1254) neben „den mit Kieselsäure gesättigten Feldspäthen (O = 1 : 3 : 12) Quarz enthalten. Dazu gehören der Quarzporphyr, Diorit, Syenit, Protogin, Granit und einige degenerirte oder monströse Granite, wie die grobkörnigen Granite, Pegmatite, Leptynite, Greisen u. s. w. Ihnen gegenüber stehen die basischen oder doch beinahe neutralen Gesteine<sup>2)</sup>, welche als Hauptgemengtheil („qui ont pour base“) die nicht mit Kieselsäure gesättigten Feldspäthe (Labrador, Andesin, Oligoklas) und Leucit enthalten. Nur einige Trachyte bestehen aus Sanidin und führen z. Th. etwas Quarz.“

Wie man sieht, fehlen die Nephelin-Gesteine in der Aufzählung.

In den gewöhnlichen Gängen finden sich (ib. l. c. p. 1268) die eigentlichen Metalle seltener als Oxyde, meist verbunden mit Schwefel, Selen, Arsen, Phosphor, Antimon, Tellur, Chlor, Jod und Brom. Diese Elemente sind nicht nur an sich flüchtig, sie theilen diese Eigenschaft auch vielen ihrer Verbindungen mit und heissen daher seit langer Zeit die minéralisateurs<sup>3)</sup>

Später hat H. STE-CLAIRE DEVILLE die Bezeichnung „Agents minéralisateurs“ auf Gase angewendet, welche sich nicht mit den mit ihnen in Berührung kommenden Stoffen verbinden, aber durch ihre Gegenwart die letzteren umformen. Trocknes Wasserstoffgas macht bei hoher Temperatur amorphes Zinkoxyd und amorphes Schwefelzink krystallin; dieselbe Wirkung übt trocknes Salzsäuregas bei hoher Temperatur auf Eisenoxyd, Zinnoxid, Talkerde, Manganoxyd<sup>4)</sup> aus. Dass derartige Bedingungen sich in der Natur wiederfinden, erscheint wenig wahrscheinlich. Noch später (1880) hat HAUTEFEUILLE die Wolframate und Vanadinate der Alkalien nach seinen Versuchen als agents minéralisateurs bezeichnet.

MICHEL-LÉVY<sup>5)</sup> geht von der Voraussetzung aus, dass die Eruptivgesteine aus der Tiefe gebrochene und angefressene Krystalle

1) ÉLIE DE BEAUMONT. Bull. géol. (2) IV. p. 1249—1334. 1847.

2) Le caractère général de toutes ces roches est de contenir un excès de base plus ou moins considérable, et par conséquent d'être basiques ou au moins à peu près neutres. l. c. p. 1253.

3) Les émanations qui sortaient de l'intérieur des masses éruptives ont entraîné les métaux volatilés vers leur surface. l. c. p. 1269. — Les filons ordinaires sont surtout caractérisés par le rôle important qu'y jouent les minéralisateurs, et par l'absence des silicates anhydres. l. c., p. 1289.

4) H. STE-CL. DEVILLE. Compt. rend. LII. p. 920 und 1264. 1861.

5) MICHEL-LÉVY. Structures et classification des roches éruptives. Paris 1889; cf. Bull. géol. (3) III. p. 199. 1875.

(éléments anciens généralement en débris, cristaux de première consolidation, de la période infratellurique) mitbringen, denen in einer zweiten Phase der Erstarrung die éléments de seconde consolidation, die éléments récents, die Mineralien der zweiten Krystallisationszeit folgen, oder die Erstarrung führt zu Mikrolithen, Krystalliten und amorphen Bildungen. Nach diesen Unterschieden in der zweiten Bildungszeit wird ein granitischer Typus (mit starkem Vorherrschen der jüngeren Elemente) und ein trachytischer (porphyrischer) Typus aufgestellt.

Alle Verschiedenheiten der Gesteinsstruktur werden nach MICHEL-LÉVY (Structures etc. p. 5) durch drei Faktoren bedingt: durch Temperatur, Druck und Minéralisateurs<sup>1)</sup>. Bei den sauren Gesteinen (roches acides à excès de silice) spielen die letzteren eine grosse Rolle<sup>2)</sup>. Der Biotitgranit wird im Contact mit Gneiss nicht feinkörniger, wie man erwarten sollte, sondern grobkörniger und führt  $\frac{1}{2}$  m weit keinen Biotit; im Contact mit krystallinischen Schiefen und mit Sedimenten sieht man von porphyrtartigen Graniten zahlreiche feine Apophysen ausgehen, welche fast ganz mit grossen Orthoklaskrystallen erfüllt sind. Hier haben die Faktoren Temperatur und Druck plötzlich aufgehört, an diesen Stellen traten die Minéralisateurs stromweise (à flot, l. c., p. 7) aus, und daher finden sich weit vom Granit in den Schiefen die Mineralien der zweiten Consolidation des Granites. Die so entstandenen Mischgesteine (roches granito-schisteuses) verdanken also ihre Bildung nicht dynamometamorphischen Vorgängen. Ausnahmsweise tritt bei Graniten im Contact die Abnahme der drei genannten Faktoren gleichzeitig (simultanément) ein, und dann liefert dieselbe Gesteinsmasse Gesteine mit granitischer und porphyrischer Structur. Diese That-sachen beweisen (l. c., p. 7), dass die Granite aus der Tiefe fertig gebildete Krystalle (des cristaux tout formés d'un premier temps) mitbringen.

Wie man sich das plötzliche Entweichen flüchtiger Stoffe aus dem ganz kompakten Granit vorzustellen habe, da man von ihrem Wege keine Spuren sieht, warum sie in diesem Fall plötzlich entweichen, aus welchem Material sie bestanden, sagt MICHEL-LÉVY

<sup>1)</sup> Vergl. auch MICHEL-LÉVY, Bull. géol. (3) VI, p. 176. 1878. und ib. p. 173: Cause de la récurrence granulitique tertiaire.

<sup>2)</sup> Wenn A. DE LAPPARENT (Bull. géol. (3) XVII, p. 287. 1889) die Solfataren an die sauren Gesteine gebunden findet, so muss er die Trachyte der phlegräischen Felder und die Augitandesite oder Basalte des Papandayan in Java u. s. w. für saure Gesteine erklären. Nach ihm soll in den Graniten die Kieselsäure ausser in Wasser noch in anderen flüchtigen Substanzen gelöst gewesen sein, deren langsames Entweichen die Krystallisation des Granites bedingte. Woraus diese flüchtigen Substanzen bestanden, theilt er nicht mit.

leider nicht. Diese ganze Anschauung — mir wiederum ein Beweis, dass man zu den ungeheuerlichsten Voraussetzungen<sup>1)</sup> lieber greift als eine überkommene Theorie aufgibt — hat bis jetzt in Deutschland keine Anhänger und hoffentlich dazu wenig Aussicht.

Bei den basischen Gesteinen bedeuten nach MICHEL-LÉVY von den drei die Struktur bedingenden Faktoren zwei, nämlich Druck und Minéralisateurs, nur sehr wenig: die Mineralien, welche man ihnen zuschreiben könnte, der schwarze Glimmer und die basaltische Hornblende (Structures, p. 9) finden sich in den sehr basischen Magmen selten, werden sehr oft in den letzten Phasen der Festwerdung des Gesteins resorbirt und in Augit und Magneteisen umgesetzt. Hier ist die Temperatur das Entscheidende (l. c., p. 25), wie auch aus der künstlichen Darstellung dieser Gesteine durch FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY hervorgeht, hier besteht kein Zusammenhang zwischen Alter und Struktur (l. c., p. 31). Man kann eine rationelle petrographische Classification überhaupt nur auf die Struktur und auf die mineralogische Zusammensetzung, nicht auf Alter<sup>2)</sup> und Lagerungsverhältnisse gründen, da man an einem Handstück von unbekannter Herkunft weder Alter noch Lagerungsverhältnisse bestimmen kann (l. c., p. 34).

Niemand wird das Letztere bestreiten, aber die Aufgaben der Petrographie, eines Zweiges der Geologie, nicht der Mineralogie, liegen weder in der Bestimmung von Handstücken unbekannter Herkunft, noch können sie durch solche gelöst werden.

Schon 1879 haben FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY in der Minéralogie micrographique, roches éruptives françaises (ebenso MICHEL-LÉVY in Structures etc., p. 40) die Eruptivgesteine geordnet nach den Mineralien der zweiten Consolidation, und zwar zunächst nach den Feldspathgemengtheilen.

Mir ist es nicht gelungen, überall eine sichere Unterscheidung zwischen den Mineralien der ersten und zweiten Consolidation zu finden. Scharfe krystallographische Begrenzung macht den Unterschied nicht aus, da die Mineralien der ersten Consolidation so oft zerbrochen und corrodirt sind, ebenso wenig die Grösse der Krystalle. Ausserdem giebt es in den „Elvans granitoides<sup>3)</sup> so-

<sup>1)</sup> Si le mica blanc laisse sa trace sur les grains de quartz (de l'elvan granitoïde), c'est que son dissolvant les a attaqués postérieurement à leur consolidation. MICHEL-LÉVY, Bull. géol. (3) III. p. 202. 1875.

<sup>2)</sup> MICHEL-LÉVY (Bull. géol. (3) II. p. 197. 1874) se déclare partisan des classifications basées sur l'âge des roches parce qu'elles sont sujettes à moins de causes d'erreurs. — MICHEL-LÉVY (ib.) (3) III. p. 236. 1875) persiste à penser que deux roches acides de texture identique sont du même âge.

<sup>3)</sup> MICHEL-LÉVY. Bull. géol. (3) III. p. 202. 1875.

wohl quartz bipyramidé ancien als récent“. Auch ROSENBUSCH<sup>1)</sup> bemerkt: „Der Leucit (der Tephrite und Basanite) kann ebenfalls in zwei Generationen ausgebildet sein, welche sich indessen nicht durch die Form, nur durch die Grösse unterscheiden“.

Da FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY zunächst die Struktur und dann die Mineralien, aber nicht die chemischen Unterschiede der Eruptivgesteine berücksichtigen, so enthält z. B. ihre Familie Granit auch die körnigen kieselsäurereichen Plagioklasgesteine, also in der Abtheilung Granite neben Graniten als „andesitische Granite“ die Quarzdiörite, in der Abtheilung Mikrogranite neben Granitporphyren die vollkrystallinen Dacite, ferner in der Abtheilung Porphyre als neovulkanisch „Rhyolithe und Dacite“, in den ersten herrscht Sanidin, in den letzteren Plagioklase vor.

Ausgehend von seinen Untersuchungen isländischer Eruptivgesteine nahm BUNSEN<sup>2)</sup> in Island zwei gesonderte Herde an, deren Produkte bald gesondert, bald gemischt auftreten.

So ergaben sich ihm als Endglieder der isländischen Eruptivgesteine ein normaltrachytisches (t) und ein normalpyroxenisches (p) Gestein, daneben Zwischenglieder aus  $n \times t + p$ , bei denen er die Ermittlung des procentischen Mischungsverhältnisses nach dem Kieselsäuregehalt bewirkte. Stimmt dann die Rechnung nicht immer genau mit den Analysen, so wird die Differenz viel grösser, wenn man von einem anderen Gemengtheil ausgeht. Also selbst für das beschränkte Gebiet Island reicht die Hypothese nicht aus, für die Allgemeinheit der Eruptivgesteine (auf welche BUNSEN selbst sie nie anwendete und nur noch auf transkaukasische Gesteine ausdehnte) reicht sie noch weniger, wie ich<sup>3)</sup> nachgewiesen habe. Dass BUNSEN's Theorie später auf stark verwitterte Gesteine angewendet wurde, war nicht im Sinne ihres Urhebers.

SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN erklärte die Mischungsverschiedenheit der Eruptivgesteine aus der nothwendigen Zunahme des sp. G. der tieferen Schichten, sodass die chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine auf die Tiefe, aus welcher ihr Material kommt, schliessen lässt<sup>4)</sup>.

J. DUROCHER's 1857 veröffentlichte Hypothesen<sup>5)</sup> sind denen

<sup>1)</sup> ROSENBUSCH, *Massige Gesteine*, 1887, p. 755. „Wenn eine Generation des Leucit fehlt, so ist es die intratellurische“.

<sup>2)</sup> BUNSEN in *Pogg. Ann.* 1851. LXXXIII. p. 197 u. flg.

<sup>3)</sup> ROTH, *Gesteinsanalysen*. 1861. p. X. u. flg.

<sup>4)</sup> SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN, *Vulkanische Gesteine von Sicilien und Island*. 1853. p. 331.

<sup>5)</sup> J. DUROCHER, *Essai de pétrologie comparée ou recherches sur la composition chimique et minéralogique des roches ignées, sur les phénomènes de leur émission et sur leur classification*. *Ann. min.* (5), XI, p. 217 ff. 1857.

BUNSEN's ähnlich. Er nimmt für die Gesamtreihe der Eruptivgesteine zwei Kugelhüllen unter der Erdkruste an, eine untere basische (mit magma basique) und eine obere (mit magma acide), während die zwischen beiden liegende Zone als Mischungsglieder die Zwittergesteine, die roches hybrides, liefert, zu denen Syenit, an Hornblende und Augit reiche Trachyte u. s. w. gehören. DUROCHER fügt einen neuen Begriff hinzu: liquation, Saigerung. Im eigentlichen Sinne des Wortes kann sich dieser Ausdruck nur auf feste Massen beziehen, aus denen mittelst erhöhter Temperatur leichter flüssig werdendes ausgesondert wird. Wenn DUROCHER Trachytporphyr (d. h. Liparit) und Phonolith als Produkte der Saigerung bezeichnet, die sich in der flüssigen Masse vollzog (liquation qui s'est opérée au sein de la masse fluide), und sie mit zwei Legirungen vergleicht, in welche eine geschmolzene Metallmasse beim Erstarren zerfällt, so ist das vielmehr ein Zerfall einer bis dahin homogenen Schmelzmasse in chemisch verschiedene Dinge, welche zusammengerechnet die ursprüngliche Gesamtmischung ergeben müssen. Ob meine frühere Auffassung, dass nach DUROCHER dieser Zerfall z. Th. schon im Erdinnern, z. Th. erst auf der Erdoberfläche vor sich gehe, die richtige ist, lasse ich dahin gestellt.

Ich habe 1869<sup>1)</sup> die Ansicht ausgesprochen, dass bei plutonischen, d. h. aus flüssigem Fluss erstarrten, Gesteinen (und ich rechnete damals wie noch heute die krystallinischen Schiefer zu den plutonischen Gesteinen) Spaltung oder Differenzirung in mineralogisch verschiedene Gesteinen eintreten könne, und dabei nur Erscheinungen über der Erdoberfläche im Sinne gehabt, an Vorgänge im Erdinnern nicht gedacht, als Ursache das kleinere Volumen und die daraus folgende schnellere Abkühlung und Erstarrung angeführt. Wenn ich (Allgem. Geol. 1883, II, p. 87) als Spaltungsgesteine eines wesentlich einheitlichen Magma in den Graniten auftretend Hornblendegranit, Syenit, Diorit, Quarzdiort und Augit-Biotit-Gabbro anführe, so sieht man, dass damit dasselbe gemeint ist, was ROSENBUSCH, (Massige Gest. 1887, p. 32) dioritische und syenitische Facies nennt. Dass niemals auf rein chemische Grundsätze ein befriedigendes petrographisches System sich aufbauen lässt, habe ich schon 1861 (Gesteinsanalysen, p. XXIV) nachgewiesen und ebenda (p. XXI) ausgesprochen, dass „feurig-flüssige Massen von gleicher oder sehr naher chemischer Zusammen-

<sup>1)</sup> Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine in Abhandl. der Berliner Akademie der Wissensch., 1869, p. 72. Später in Allgemeine und chemische Geologie, 1883, II, p. 50, 68, 388 wiederholt. Meine Darstellung in Gesteinsanalysen, 1861, p. XIX, leidet an Unklarheit des Ausdrucks.

setzung in verschiedene Mineralien auseinander fallen können.“ Nach ROSENBUSCH<sup>1)</sup> „schien dieser Satz zur Zeit, als er aufgestellt wurde, eine gewisse Berechtigung zu besitzen, die wir ihm heute bestreiten müssen. Die letzte Consequenz desselben wäre, dass wir aus der Bauschanalyse eines Gesteins seine mineralogische Zusammensetzung nicht erkennen könnten, und diese Consequenz wird heute kein Petrograph mehr zugestehen.“

Als FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY ein Gemenge von  $\frac{1}{10}$  Pyroxen mit  $\frac{9}{10}$  Nephelin schmelzten und glühten „entstand ein Gemisch von normalem Nephelin, blass meergrünem Spinell in zahlreichen scharfen Oktaedern, gelb-braunem Melanit in Rhombenoctaedern und sehr dünnen farblosen Mikrolithen.“ ROSENBUSCH, Jahrb. Miner. 1879, p. 411. — „FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY theilen mit, dass der Wernerit-Amphibolit von Bamle nach Schmelzung bei langsamer Erstarrung, indem die Schmelze längere Zeit auf einer nur wenig unter dem Schmelzpunkt liegenden Temperatur gehalten wurde, zu einem Gemenge von Labrador und Pyroxen wird.“ ROSENBUSCH, Jahrb. Miner. 1880, II, p. 69. — Als FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY die chemischen Bestandtheile eines Gemenges, das 1 Th. Augit, 4 Th. Labrador und 8 Th. Leucit entsprach, schmelzten und dann das Gemenge weitere 24 Stunden in lichter Rothgluth behandelten, enthielt die ganz krystallin gewordene Masse neben Augit, Labrador und Leucit noch kleine Oktaeder von Magneteisen und Picotit. FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY, Compt. rend., 1880, XC, p. 698.

Nach FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY (Synthèse des minéraux et des roches, 1882, p. 77) gaben 4 Th. Mikroklin und 4,8 Th. Biotit (= 2 pCt. Kieselsäure; 0,85 pCt. Thonerde; 0,40 pCt. Eisenoxyd; 1,05 pCt. Magnesia; 0,50 pCt. Kali) nach dem Schmelzen ein Gemenge aus Leucit, Olivin, Melilith und Magneteisen. BOURGEOIS schmelzte die Bestandtheile des Grossulars und erhielt Anorthit und Melilith<sup>2)</sup>. Hinzufügen kann ich noch, dass die von mir als plutonisch betrachteten Gesteine: Cordieritgneiss von Lunzenau; Glimmerschiefer des Selgegrundes und Garbenschiefer ebendaher dieselbe chemische Zusammensetzung zeigen<sup>3)</sup>. Weiteres über Spaltungsgesteine folgt weiter unten, obwohl das Vorstehende genügt, meine Behauptung zu rechtfertigen.

Da nach A. DE LAPPARENT<sup>4)</sup> viele Eruptivgesteine aus der Tiefe fertig gebildete Krystalle (cristaux anciens ou en débris)

<sup>1)</sup> ROSENBUSCH. TSCHERMAK, Miner. Mitth., 1889, XI, p. 152.

<sup>2)</sup> FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY, l. c., p. 123.

<sup>3)</sup> ROTH, Allgem. und chemische Geologie, 1883, II, p. 66.

<sup>4)</sup> A. DE LAPPARENT, Traité de géologie, 1885.

mitbringen können, (l. c., p. 586), sind diese nicht zur Charakteristik des Gesteins benutzbar; man muss daher von der Grundmasse (pâte, magma de consolidation) ausgehen. Weiter ist die Erstarrungsfolge der Krystalle nicht so sicher festgestellt, dass man danach die Gesteine trennen könnte: ein Krystall, der von einem andern corrodirt zu sein scheint, kann dessen Umriss abgeformt haben (peut s'être moulé autour du premier crystal, l. c., p. 593) und ein von einem grösseren umschlossener kleiner Krystall, der also älter zu sein scheint als der umschliessende, kann das Resultat späterer Erstarrung in dem grösseren Krystall sein, der zuerst nur im Umriss ausgebildet war (d'abord réduit à son enveloppe). Man muss daher nach der chemischen Zusammensetzung, und zwar zunächst nach dem Kieselsäuregehalt des Magma, die Gesteine eintheilen und nennt sie sauer, wenn die Menge der Kieselsäure 65—66 pCt. beträgt, neutral bei 55—65, basisch bei 40—45 pCt. Kieselsäure. Als zweiter Eintheilungsgrund dient das Alter (série ancienne et moderne), als dritter die Struktur, welche vollkrystallin, glasig oder gemischt sein kann. A. DE LAPPARENT<sup>1)</sup> verhehlt sich die Schwächen und Lücken dieser Eintheilung nicht, bei welcher z. B. Tonalit vom Aviosee mit 66,91 pCt. Kieselsäure, der Porphyry von Elfdalen mit 74,65 pCt. Kieselsäure, und die Dacite zu den neutralen Gesteinen gerechnet werden, welche überhaupt die am schlechtesten begrenzte und definirte Gruppe darstellen.

Dass weder der Gehalt an Kieselsäure noch das Vorhandensein von Quarz als Eintheilungsgrund benutzt werden kann, habe ich an anderer Stelle<sup>2)</sup> nachgewiesen; dazu kommt die Schwierigkeit, sekundären, d. h. bei Verwitterung der Silikate gebildeten Quarz vom primären zu unterscheiden.

Ich habe die Eruptivgesteine zunächst nach dem Alter, dann nach dem vorwiegenden Feldspath, resp. Leucit und Nephelin getheilt, den Kieselsäure- resp. Quarzgehalt erst in dritter Linie benutzt, überall die Glasformen dem betreffenden krystallinen Gestein angereiht und als besondere Gruppe die selbstständigen Peridotite, feldspathfreie oder doch feldspatharme Gesteine, betrachtet. Dass man auch gegen diese Theilung z. Th. berechnigte Einwürfe machen kann, habe ich nie bezweifelt, aber ich fürchte, es wird sich kein System der Eruptivgesteine aufstellen lassen, gegen das nicht einige Einwände erhoben werden; ein Schicksal, welches dies System mit den meisten übrigen Systemen theilt.

<sup>1)</sup> Die Granite enthalten (l. c., p. 596) nur sehr selten Quarz in alten Krystallen.

<sup>2)</sup> ROTH, Allgem. und chem. Geologie II. 73. 1883.

Es erscheint zweckmässig der Besprechung der von ROSENBUSCH in seinem Aufsatz „Ueber die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine“<sup>1)</sup> aufgestellten Ansichten eine Aufzählung der Gesteine voranzuschicken, auf welche sein Aufsatz Bezug nimmt, und an die Auswahl, welche mir nicht glücklich scheint, einige Bemerkungen zu knüpfen. Von den 63 erwähnten Gesteinen halte ich nämlich mindestens 10 für so stark verändert, von den Analysen einen Theil für so unvollständig, die Gesteine z. Th. für so lokale Vorkommen, dass ich keine Theorie darauf bauen möchte. Wenn ich nicht an das „magmatische Wasser“ glaube, von welchem die von ROSENBUSCH sogenannten Tiefengesteine<sup>2)</sup> frei sein sollen (l. c., p. 147), so spricht für mich die „hydrochemische Umänderung“ des wasserfreien Sideromelans in Palagonit, das Vorhandensein wasserfreier Obsidiane und die oben erwähnte Darstellung wasserfreier Gesteine durch FOUQUÉ und MICHEL-LÉVY, die den natürlichen „Erguss-Gesteinen“ vollständig gleichen.

ROSENBUSCH geht aus von seiner bekannten Eintheilung der Eruptivgesteine in Tiefengesteine, Ganggesteine, paläovulkanische und neovulkanische Ergussgesteine. Ich möchte die Erörterung über die Berechtigung dieser Gliederung an einen anderen Ort verschieben, da sie hier nicht von Belang ist, und nur bemerken, dass ich die Ansicht, (l. c., p. 147), nach welcher die Tiefengesteine — diese Gruppe im Sinne von ROSENBUSCH genommen — gewöhnlich reicher an Oxyden der zweiwerthigen Metalle, etwas ärmer an Alkalien und Kieselsäure sein sollen als die zugehörigen Ergussformen, durch die vorhandenen Analysen nicht bewiesen finde.

#### Aufzählung der von ROSENBUSCH erwähnten Gesteine.

I. Albitgranit, Bühlberg bei Eibenstock. W. KNOP in Sect. Schneeberg. 1883. 10. Thonerde und Eisenoxyd = 14,21 pCt.; Wasser 0,20 pCt.; Summe 99,90.

II. Albanygranit, White Mountains, New-Hampshire. G. W. HAWES. Amer. J. of sc. 1881, XXI, p. 25.  $TiO_2$  0,45 pCt.; Wasser 0,47 pCt.; Summe 100,73; sp. G. 2,65.

III. Granitit, Bobritzsch. RUBE, Z. d. geol. Ges. 1862, XIV, p. 46.  $TiO_2$  0,94 pCt.;  $MnO$  0,48 pCt.; Wasser 1,40 pCt.; Summe 100,29. Das Manganoxydul fehlt in der Berechnung bei ROSENBUSCH.

<sup>1)</sup> TSCHERMACK. Miner. Mitth. 1889. XI, p. 144—178.

<sup>2)</sup> Auch der Satz (Massige Gest. 1887. p. 340) „die Lava wird durch Abgeben ihres Wassergehaltes mehr oder weniger plötzlich viel saurer“ entzieht sich meinem Verständniss.

IV. Granitit, Landsberg bei Barr. UNGER in ROSENBUSCH, Steigerschiefer, 1877, p. 147.  $\text{TiO}^2$  0,309 pCt.; Wasser 0,707 pCt.; Summe 99,923; sp. G. 2,680.

V. Amphibolgranit, Hohwald, UNGER, l. c., p. 167. Wasser 1,161 pCt.; Summe 101,166; sp. G. 2,743.

VI. Syenit, Plauenscher Grund. ZIRKEL. POGG. Ann. 1864, CXXII, p. 622. Glühverlust 1,29 pCt.; Summe 101,03; sp. G. 2,730.

VII. Augitsyenit, Farrisvand bei Laurvik. MERIAN. Jahrb. Miner. Bilgd. III, 1885, p. 266.  $\text{P}^2\text{O}^5$  0,54 pCt.; Wasser 1,01 pCt.; Summe 100,99; sp. G. 2,720.

VIII. Elaeolithsyenit, Ditro. FELLNER. Verhandl. geol. Reichsanst., 1867, p. 286. Glühverl. 1,58 pCt.; Summe 100,90; sp. G. 2,48.

IX. Elaeolithsyenit, Serra de Monchique. JANNASCH. Jahrb. Miner., 1884, II. p. 13.  $\text{TiO}^2$  1,04 pCt.; Glühverl. 2,32 pCt.;  $\text{P}^2\text{O}^5$  und Cl Spur; Summe 100,36; sp. G. 2,578.

X. Tonalit, Aviosee. G. vom RATH. Z. d. geol. Ges., 1864, XVI, p. 257. Wasser 0,16 pCt.; Summe 98,99; sp. G. 2,724.

XI. Banatit, Dognacska. NIEDZWIEDSKI in TSCHERMAK, Miner. Mitth., 1873, p. 256; Summe 100,12.

XII. Diorit, Gerdsdyn, Åmål. TÖRNEBOHM. Blatt Åmål., 1870, p. 31. Glühverl. 0,93 pCt.; Summe 98,65.

XIII. Diorit, Schwarzenberg bei Barr. VAN WERVEKE in ROSENBUSCH. Steiger Schiefer 1877, p. 334  $\text{TiO}^2$  0,573 pCt.;  $\text{P}^2\text{O}^5$  0,366 pCt.; Wasser 1,353 pCt.; Summe 99,452; sp. G. 2,856.

XIV. Gabbro, Lofthus in Snarum. KJERULF. Jahrb. Miner., 1862, p. 144. Unreine Titansäure 3,70 pCt.; Glühv. 0,71 pCt.; Summe 99,25.

XV. Gabbro, Radauthal. STRENG, Jahrb. Miner., 1862, p. 966.  $\text{TiO}^2$  1,75 pCt.;  $\text{Cr}^2\text{O}^3$  0,38 pCt.;  $\text{P}^2\text{O}^5$  0,44 pCt.;  $\text{S}$  0,07 pCt.; Wasser 0,55 pCt.; Summe 100,66.; sp. G. 3,02.

XVI. „Olivinnorit“, Radauthal. STRENG, l. c., p. 540. Wasser 6,64 pCt.; Summe 100,20; sp. G. 2,88.

XVII. Lherzolith, Mti. di S. Vittore. COSSA. Ricerche chim. e microscop., 1881, p. 108. Wasser 0,72 pCt.; Summe 99,28; sp. G. 3,225.

XVIII. Amphibolpikrit, Schriesheim, C. W. C. FUCHS. Jahrb. Miner., 1864, p. 329. Wasser 5,60 pCt.; Summe 100,63; sp. G. 2,82.

XIX. Dunit, Dun-Mtn. REUTER. Z. d. geol. Ges., 1864, XVI, p. 342. Wasser 0,57 pCt.; Summe 100,15; sp. G. 3,295.

XX. Quarzkeratophyr, Mt. Elizabeth, Omeo. HOWITT. The

rocks of Noyang, 1883, p. 25. Wasser 0,46 pCt.; Summe 99,24; sp. G. 2,634.

XXI. Quarzporphyr, Grosser Knollen bei Lauterberg. MICHAEELIS in ROTH, Beitr. zur Petrographie, 1869, p. L. Wasser 1,21 pCt.; Summe 100,32; sp. G. 2,622.

XXII. „Vitrophyr, Meissen“. LEMBERG, Z. d. geol. Ges., 1877, XXIX, p. 508.  $Al^2 O^3 + Fe^2 O^3$  12,99 pCt.; Wasser 7,39 pCt.; Summe 100,10.

XXIII. Rhombenporphyr, Vettakollen. KJERULF, Christiania-Silurbecken, 1855, p. 29. Glühverl. 0,779 pCt.; Summe 98,025 (nicht 98,925, wie dort angegeben).

XXIV. „Vitrophyrit, Kornberg bei Erbendorf“. GÜMBEL, Ostbayer. Grenzgeb., 1868, p. 423.  $Fe^2 O^3 + FeO$  6,48 pCt.; Wasser 4,90 pCt.; Summe 100,90.

XXV. Enstatitporphyrit, Carhope on Coquet. PETERSEN. Mikrosk. und chemische Untersuchungen von Enstatitporphyrit aus den Cheviot Hills, 1884, p. 36, Wasser 3,09 pCt.; Summe 98,51; sp. G. 2,543.

XXVI. Augit-Hornblendeporphyrit, Unkersdorf bei Wilsdruff. BRUHNS, Z. d. geol. Ges., 1886, XXXVIII, p. 752. Glühverl. 0,84 pCt.; Summe 100,67; sp. G. 2,69.

XXVII. „Augitvitrophyrit“. Weiselberg bei St. Wendel. HETZER bei G. VOM RATH, ib. 1864, XVI, p. 503. Wasser 3,25 pCt.; Summe 99,80; sp. G. 2,557.

XXVIII. Labradorporphyr, Rimbachthal, Vogesen. TRAU-MANN in OSANN. Beitr. zur Kenntniss d. Labradorp. d. Vogesen, 1887, p. 29. Wasser 2,26 pCt.; Summe 100,50; sp. G. 2,748.

XXIX. Melaphyr, Hořensko, Böhmen. BOŘICKÝ, Petrograph. Studien an den Melaphyrgest. Böhmens, 1876, p. 58. Wasser 0,53 pCt.; Summe 99,80; sp. G. 2,863.

XXX. Salitdiabas, Halleberg, Schweden. MERIAN. Jahrb. Miner. Bldg., III, p. 289, 1884.  $TiO^2$  1,21 pCt.;  $P^2 O^5$  0,19 pCt.; Wasser 0,39 pCt.; Summa 99,70; sp. G. 3,025.

XXXI. Olivindiabas, Kinnekulle. FRANKE bei STRENG. Z. d. geol. Ges., 1858, X, p. 175. Wasser 0,70 pCt.; Summe 102,64.

XXXII. Pikritporphyr, Söhle bei Neutitschein. TSCHERMAK. Porphyrgesteine Oesterreichs, 1869, p. 246. Kohlensäure 1,8 pCt.; Wasser 4,5 pCt.; Summe 99,1; sp. G. 2,961.

XXXIII. „Felsoliparit“, Ostende von Telkibanya. K. VON HAUER. Verh. geol. Reichsanst., 1866, p. 99. Glühverl. 0,61 pCt.; Summe 100,67; sp. G. 2,403.

XXXIV. „Felsoliparit“, Ravin de l'Usclade, Auvergne. BONHORST bei A. VON LASAULX. Jahrb. Miner., 1872, p. 346. Wasser 0,96 pCt.; Summe 100,01; sp. G. 2,39. Keine Magnesia!

XXXV. „Felsoliparit“, Steinmeer bei Vichnye. K. v. HAUER. l c., 1868, p. 386. Glühverl. 0,94 pCt.; Summe 99,89. Keine Eisenoxyde, keine Magnesia.

XXXVI. Pantellerit, Cuddia Mida. FÖRSTNER, Z. f. Kryst., 1883, VIII, p. 182. Kupferoxyd 0,29 pCt.; Summe 100,58; sp. G. 2,46.

XXXVII. Trachyt, Scarrupata, Ischia. G. vom RATH, Z. d. geol. Ges., 1866, XVIII, p. 623. (Sodalith-Akmit-Trachyt). Chlor natrium 0,56 pCt.; Glühverl. 0,78 pCt.; Summe 99,90; sp. G. 2,547.

XXXVIII. Trachyt, Monte Amiata. J. F. WILLIAMS, Jahrb. Miner., Blgbd., III, p. 413, 1887.  $TiO^2$  0,30;  $SO^3$  0,11; Cl 0,11; Wasser 2,28 pCt.; X 0,47 pCt.; Summe 100,77; sp. G. 2,615. (Rothe Varietät.)

XXXIX. Trachyt, Bolsena, Steinbruch Nassini. G. vom RATH, Z. d. geol. Ges., 1868, XX, p. 291. Glühverl. 1,14 pCt.; Summe 100,59; sp. G. 2,548.

XL. Trachyt, Arso. C. W. C. FUCHS in TSCHERMAK. Miner. Mitth. 1872, p. 230. Glühverl. 0,09 pCt.; Summa 100,85; sp. G. 2,61.

XLI. „Phonolith-Obsidian“, Alta vista, Tenerife. ABICH, Vulk. Erscheinungen, 1841, p. 62 und 71. Kieselsäure mit Titansäure 0,66 pCt.; 0,30 pCt. Chlor; 0,04 pCt. Wasser; Summa 100,03; sp. G. 2,528.

XLII. Phonolith, Fernando de Noronha. GÜMBEL in TSCHERMAK, Miner. Mitth., 1879, p. 189. Wasser 0,71 pCt.; Summa 100,22.

XLIII. Leucitophyr, Olbrück. G. vom RATH, Z. d. geol. Ges., 1864, XVI, p. 107.  $SO^3$  0,69 pCt.; Cl 0,36 pCt.; Wasser 2,75 pCt.; Summe 100; sp. G. 2,533.

XLIV. „Hyalodacit“, Lassen's Peak, HAGUE und IDDINGS. Amer. J. of sc. (3), XXVI, p. 232, 1883. Glühverl. 0,45 pCt.; Summe 100,04. (Dacit mit Glasgrundmasse.)

XLV. Dacit, Nagy-Sebes. DÖLTER in TSCHERMAK. Miner. Mitth., 1873, p. 93. Glühverl. 0,89 pCt.; Summe 100,88.

XLVI. Amphibol - Andesit, Monte Tajumbina, Columbia. HÖPFNER, Jahrb. Miner., 1881, II, p. 189.  $TiO^2$  0,180 pCt.;  $P^2O^5$  0,245 pCt.; Glühverl. 0,073 pCt.; Summe 100,058.

XLVII. Hypersthen-Andesit. Strohgelber Bimsstein des Mount Shasta. SHIMER in HAGUE und IDDINGS. Amer. J. of sc. (3), XXV, p. 142, 1883.  $TiO^2$  0,17 pCt.;  $P^2O^5$  0,29 pCt.; Glühverl. 1,66 pCt.; Summe 100,03.

XLVIII. Amphibol-Andesit, Gunung Patua, Java, PRÖLSS. Jahrb. Miner., 1864, p. 432. Summe 100,24.

XLIX. Hypersthen-Andesit, Buffalo Peak, Colorado. HILLEBRAND in W. CROSS. Amer. J. of sc. (3), XXV, p. 142, 1883.  $P^2O^5$  0,27 pCt.; Cl 0,02 pCt.; Wasser 1,03 pCt.; Summe 99,91; sp. G. 2,742.

L. Basalt, Breitfirst. FR. KNAPP. Doleritische Gesteine des Frauenbergs, 1880, p. 15.  $TiO^2$  2,08;  $CO^2$  0,21;  $P^2O^5$  0,49; Wasser 0,75 pCt.; Summe 99,75; sp. G. 2,86.

LI. Aetnalava, 1865. SILVESTRI, Atti Accad. Gioenia. (3), I, p. 244, 1867. Wasser 0,24 pCt.; Summe 100,06; sp. G. (Mittel) 2,771.

LII. Anamesit, Bockenheim. HORNSTEIN. Z. d. geol. Ges. 1867, XIX, p. 315.  $TiO^2$  2,15;  $CO^2$  0,50; Wasser 0,68 pCt.; Summe 100,37, sp. G. 2,927.

LIII. Basalt, Fingalshöhe. STRENG. POGG. Ann., 1853, XC, p. 114. Wasser 1,41 pCt.; Summe 100,25; (sp. G. 2,957. H. VON DECHEN).

LIV. Hornblendebasalt, Tottenköpfchen bei Gersfeld. SOMMERLAD, Jahrb. Miner., 1883, Blgbd. II, p. 155.  $TiO^2$  0,51 pCt.;  $P^2O^5$  1,29 pCt.; Wasser 1,06 pCt.; Summe 100,85; sp. G. 3,114.

LV. Mittel der Analysen der Vesuvlaven bis 1868, nach C. W. C. FUCHS, Jahrb. Miner., 1869, p. 171. Summe 100,84.

LVI. Nephelin-Tephrit, S. Antao, Pico da Cruz. KUTSCHER in DÖLTER. Capverden, 1882, p. 35. Wasser 1,73 pCt.; Summe 101,40.

LVII. „Leucitit“, Capo di bove. BUNSEN in ROTH. Beiträge 1869, p. CII. Glühverl. 0,59 pCt.; Summe 100,67.

LVIII. Leucitbasalt, Forstberg. G. BISCHOF, Chem. Geologie, Supplementband, 1871, p. 137. Glühverl. 0,25 pCt.; Summe 98,20; sp. G. 2,944.

LIX. Nephelinit, S. Antao. Südlich der Povação. DÖLTER, l. c., p. 60. Glühverl. 2,09 pCt.; Summa 100,15.

LX. Nephelinbasalt, Rossberg bei Darmstadt. TH. PETERSEN, Jahrb. Miner., 1869, p. 36.  $TiO^2$  1,80;  $P^2O^5$  1,32;  $CO^2$  0,17 pCt.; Wasser 1,44 pCt.; Summe 99,86; sp. G. 3,043.

LXI. Limburgit, Limburg, Kaiserstuhl. ROSENBUSCH, Jahrb. Miner., 1872, p. 54.  $TiO^2$  0,281; Wasser 3,955 pCt.; Summe 99,874; sp. G. 2,829.

LXII. Augitit, Madeiral, S. Vicente. DÖLTER, l. c., p. 76. Wasser 1,62 pCt.; Summe 99,95. In concentrirter Salzsäure unlöslich 32 pCt.

LXIII. Melilithbasalt, Hochbohl. MEYER bei STELZNER. Jahrb. Miner., Blgbd., II, p. 398, 1883.  $TiO^2$  0,64;  $P^2O^5$  1,41;  $CO^2$  1,41; Wasser 2,90 pCt.; Summe 100,00; sp. G. Mittel 3,04.

Bemerkungen zu den Analysen<sup>1)</sup>.

I. Der feinkörnige (Turmalin-) Albitgranit tritt nach DALMER (l. c.) stock- oder gangförmig in dem grobkörnigen Eibenstocker Turmalingranit auf, von dem zur Vergleichung keine Analysen vorliegen. Beide Gesteine führen neben Orthoklas, Albit, Quarz noch Lithioneisenglimmer, Turmalin, Topas, Apatit, Zirkon. Da in der Analyse Lithion, Magnesia, Fluor nur in Spuren angegeben sind, lässt sich nur auf Feldspathe und reichlichen Quarz schliessen. Berechnet man aus den Alkalien und dem Kalk (0,10 pCt.) die Feldspathe, so bleibt etwa die Hälfte der Kieselsäure (40,60 pCt.), und ein Viertel der als Thonerde berechneten Sesquioxide (3,70 pCt.) übrig. ROSENBUSCH berechnet nach dem Durchschnittsgehalt der alkalireichen Granite 2 pCt. Eisenoxyd und 12,21 pCt. Thonerde.

IV. Da ROSENBUSCH (l. c.) die Analyse des Granitites von Landsberg für nicht fehlerfrei erklärt, möchte ich sie nicht als beweisend anführen.

VII. Im Augitsyenit von Farrisvand entsprechen 0,54 pCt. Phosphorsäure etwa 1,26 pCt. Apatit. Der sehr thonerdearme Augit (mit nur 0,30 pCt. Thonerde) enthält 3,08 pCt. Alkali. Da nach MERIAN (l. c., p. 269) Elaeolith und Sodalith nur in sehr geringer Menge nachzuweisen waren, muss der Feldspath, neben welchem fein gestreifter Plegioklas sehr spärlich zu sehen ist, viel Natron enthalten, wenn auch ein kleiner Theil des Natrons der Hornblende angehört. Titansäure wurde im Gestein nicht bestimmt, obwohl titanhaltiges Magneteisen und Titanit als Gemengtheile genannt werden und im Augit 0,66 pCt. Titansäure sich fanden. An Kali wurden 4,05, 4,60, 4,80 pCt. gefunden und als Mittel 4,50 pCt. angenommen.

VIII. Das in Salzsäure Lösliche des Elaeolithsyenites von Ditro (32,06 pCt.) enthält 0,86 pCt. Kali und 6,19 pCt. Natron, zwei Drittel des Gesamtgehaltes des Natrons, und besteht nach FELLNER vorwiegend aus blauem Sodalith, untergeordnet aus Elaeolith. Dies Verhältniss kommt keineswegs dem dortigen normalen Elaeolithsyenit zu<sup>2)</sup>. FELLNER fand (l. c., p. 287) in Sodalith von Ditro bei 1,78 pCt. Glühverlust nur 0,14 pCt. Chlor. K. VON HAUER und FLEISCHER fanden 6,00 und 6,08 pCt. Chlor. (Berechnet man die Sodalithformel mit 5,67 pCt.

<sup>1)</sup> Bis auf VII, IX, XX, XXVI, XXVIII, XXX, XXXIV, XXXVIII sind die Analysen in den von mir gegebenen Zusammenstellungen aufgeführt.

<sup>2)</sup> Vgl. G. VOM RATH, Correspondenzbl. naturhistor. Ver. für Rh. und Westf., 1875, p. 86; A. KOCH, Jahrb. Miner., Blgd. I, p. 150, 1881.

Chlor, so entspricht diese Menge 4,94 pCt. Natron.) FELLNER hat offenbar ein Gestein mit verwittertem Sodalith analysirt, daher das sp. G. des Gesteins auffallend niedrig ( $= 2,48$ ) gefunden. Aus dem Auftreten im Feldspath und Elaeolith ergibt sich der Sodalith als primäres Mineral.

XIII. Für den Diorit vom Schwarzenberge berechnet ROSENBUSCH (l. c.) 1,38 pCt. Titanit und 0,85 pCt. Apatit, zusammen mit 0,87 pCt. Kalk, so dass für die Silikate nur 7,21 pCt. Kalk übrig bleiben.

XVI. „Olivinnorit“, Radauthal. Das von STRENG (l. c.) als Serpentinfels bezeichnete und mit etwa 40 pCt. Serpentin berechnete Anorthit-Bronzitgestein enthält 6,64 pCt. Wasser und kann daher als stark verwittert mit den übrigen Analysen nicht in eine Reihe gestellt werden.

XVIII. Für „Amphibol-Pikrit“ von Schriesheim mit 5,60 pCt. Wasser gilt dasselbe. Der Olivin des Gesteins liefert nach ROSENBUSCH (Massige Gest., 1887, p. 265) Serpentin und Talk, die Hornblende Talk und Chlorit, in beiden Fällen findet Stoffabgabe statt.

XXII. „Vitrophyr“, Meissen. Der Pechstein des Meissner Felsitporphyrs giebt nach LEMBERG<sup>1)</sup> über Schwefelsäure bei Zimmertemperatur von 7,61 pCt. Wasser 1,72 pCt. ab; also ist diese Menge nicht chemisch gebunden. Uebrigens wechselt der Wassergehalt des Gesteins zwischen 4,73 und 8,49 pCt. Dass in den Pechsteinen veränderte Gesteine vorliegen, erscheint zweifellos, wenn auch über die Art und Weise der Umänderung verschiedene Ansichten herrschen.

XXIV. „Vitrophyrit“ von Kornberg bei Erbdorf mit 4,90 pCt. Wasser kann nicht als unverändertes Gestein angesehen werden, ebensowenig

XXVII. „Augitvitrophyrit“ des Weiselbergs mit 3,25 pCt. Wasser.

XXV. Enstatitporphyrit, Carhope on Coquet. „Rothe Adern, welche jedes Handstück in reichlicher Menge durchziehen, bestehen aus Opal und Chalcedon (PETERSEN, l. c., p. 23). Die gleiche Substanz findet sich auch als Ausfüllungsmasse innerhalb der Hohlräume des frischen (!) Gesteins.“ Das Gestein enthält 3,09 pCt. Wasser, die Basis 5,89 pCt. Wasser. Offenbar ist das Gestein stark verändert.

XXVIII. Labradorporphyrit, Rimbachthal. Nach OSANN (l. c., p. 31) können die nicht unbedeutenden Mengen Kalk, welche im Apatit und Calcit stecken, bei Berechnung auf die Gemengtheile

<sup>1)</sup> LEMBERG, Z. d. geol. Ges., 1877, XXIX, p. 507.

nicht in Rechnung gezogen werden, da weder Kohlensäure noch Phosphorsäure bestimmt wurde. Der Wassergehalt von 2,26 pCt. muss zum grössten Theil im Serpentin und Brauneisen vorhanden sein.“

XXXII. „Pikritporphyr“ von Söhle. Nach TSCHERMAK<sup>1)</sup> ist es „wegen des nicht unbedeutenden Gehaltes an Wasser (4,5 pCt.) und Kohlensäure (1,8 pCt. = 4,10 pCt. Kalkkarbonat), schwierig, die ursprüngliche Zusammensetzung mit einiger Wahrscheinlichkeit zu berechnen.“

L. Im Doleritbasalt der Breitfirst gehören 2,08 pCt. Titansäure wohl dem Titaneisen an; 0,49 pCt. Phosphorsäure entsprechen etwa 1,15 pCt. Apatit; 0,21 pCt. Kohlensäure 0,48 pCt. Kalkkarbonat. KNAPP (l. c., p. 15 u. 41) analysirte „das hellgraue, scheinbar ganz frische Gestein, welches ein Auslaugungsprodukt des frisch grün-schwarzen oder blau-grauen Gesteins ist“. BÜCKING giebt dasselbe an.

LII. Im Anamesit von Bockenheim gehören 2,15 pCt. Titansäure dem Titaneisen an. Das Gestein mit 0,50 pCt. Kohlensäure und 0,68 pCt. Wasser ist stark verändert.

LIV. Für den Hornblendebasalt des Tottenköpfchens berechnet SOMMERLAD (l. c.) 3,15 pCt. Apatit.

LV. In der durchschnittlichen Zusammensetzung der Vesuvlaven bis 1868 giebt C. W. C. FUCHS (l. c.) 10,94 pCt. für Eisenoxyd-oxdul an, nicht bloss für Eisenoxydul, wie ROSENBUSCH berechnet. Das von mir (Allgem. und chemische Geologie II, p. 268, 1885) gegebene Mittel, welches ebenfalls auf Titan-, Phosphor-, Schwefelsäure, Chlor, Fluor, Glühverlust keine Rücksicht nimmt, giebt 5,24 pCt. Eisenoxyd und 5,12 pCt. Eisenoxydul.

LX. Für den Nephelinbasalt des Rossberges berechnet TH. PETERSEN (nach 0,17 pCt.  $\text{CO}^2$ ) 0,40 pCt. Kalkkarbonat, (nach 1,32 pCt.  $\text{P}^2\text{O}^5$ ) 3,23 pCt. Apatit, (nach 1,80 pCt.  $\text{TiO}^2$ ) 4,86 pCt. Titanmagneteisen. Von 14,62 pCt. Kalk sind demnach 2 pCt. nicht an Kieselsäure gebunden.

LXI. Nach ROSENBUSCH (l. c.) wurde das Gesteinspulver vor der Analyse mit Essigsäure behandelt „um die Carbonate auszuziehen. Der Wassergehalt (3,955 pCt.) muss gewiss dem Gehalt an Zeolithen und Eisenoxydhydrat zugeschrieben werden (l. c., p. 35). Auf den capillaren Spalten der Augite (nach MERIAN<sup>2)</sup>), der darin die von ROSENBUSCH angegebene Phosphorsäure nicht finden konnte, mit 2,93 pCt. Titansäure) sind Karbonate abgelagert“ (l. c., p. 58). Ich muss daher trotz des zweimaligen Wider-

<sup>1)</sup> TSCHERMAK, Porphyrgesteine Oesterreichs, 1869, p. 246. Das Gestein durchbricht Kalkstein.

<sup>2)</sup> MERIAN, Jahrb. Miner., Bgl. III, p. 285, 1885.

spruchs von ROSENBUSCH<sup>1)</sup> das analysirte Gestein für verwittert erklären.

LXIII. Melilithbasalt von Hochbohl mit 1,41 pCt. Kohlensäure (= 3,20 pCt. Kalkkarbonat) und 2,90 pCt. Wasser ist ein verwittertes Gestein. Da (nach 1,41 pCt.  $P_2O_5$ ) für etwa 3,28 pCt. Apatit noch 1,87 pCt. Kalk erfordert werden, so sind 3,66 pCt. Kalk nicht an Kieselsäure gebunden.

Ueberall hat ROSENBUSCH wasserfreie Substanz berechnet, dabei für die nicht in Rechnung gestellte Titansäure, Phosphorsäure und Kohlensäure niemals Basen abgezogen. Wo die Mengen dieser Säuren nicht zu gross werden, hat dies Verfahren keinen bedeutenden Einfluss. So ergibt der Nephelinbasalt des Rossberges (LX) nach Abzug von 2 pCt. Kalk für Phosphor- und Kohlensäure den Werth von AZ zu 445,960, von MAZ zu 182,125, also nur wenig abweichend von den Zahlen bei ROSENBUSCH 444 und 182.

Aus den so auf 100 reducirten Procentzahlen der Analyse berechnet ROSENBUSCH durch Theilung mit 60 für  $SiO_2$ , 102 für  $Al_2O_3$ , 160 für  $Fe_2O_3$ , 72 für FeO, 40 für MgO, 56 für CaO, 62 für  $Na_2O$ , 94 für  $K_2O$  die Molecularproportionen. Aus diesen Werthen (deren Addition die „Zahl“<sup>2)</sup> giebt) gewinnt er die Verhältnisszahlen der in der Gewichtseinheit des Gesteins enthaltenen Metall-Atome, deren Summe mit MAZ bezeichnet wird, so wie die der Metall- und Sauerstoff-Atome, deren Summe AZ die „Atomzahl des Gesteins“ heisst.

Um die Werthe von MAZ vergleichbar zu machen, werden sie auf 100 reducirt. In den folgenden Beispielen ist 1 die auf 100 reducirte Analyse, 2 die Berechnung der „Zahl“, 3 die daraus folgende Berechnung von MAZ, 4 die für AZ, 5 die Reduction von MAZ auf 100. Man sieht, dass die Werthe in 2 ver Hundert-facht sind und dass 3 und 5 auf Metalle sich beziehen.

#### VIII. Elaeolithsyenit von Ditro:

	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	FeO	MgO	CaO	$Na_2O$	$K_2O$	
1.	56,69	24,31	2,00	—	0,13	0,69	9,34	6,84	= 100.
2.	94,48	23,83	1,25	—	0,325	1,23	15,07	7,28	= 143,465.
3.	94,48	47,66	3,75	—	0,325	1,23	30,14	14,56	= 190,895 MAZ.
4.	283,44	119,15	6,25	—	0,65	2,46	45,21	21,84	= 479 AZ.
5.	49,49	24,97	1,31	—	0,17	0,64	15,79	7,63	= 100.

<sup>1)</sup> ROSENBUSCH, Massige Gesteine, 1877, p. 642 und Massige Gesteine, 1887, p. 816.

<sup>2)</sup> Maximum 203,694, Dunit XIX; Minimum 140,6, Leucitbasalt LVIII; meist 143 bis 158.

## IX. Elaeolith, Serra de Monchique:

	SiO <sup>2</sup>	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	FeO	MgO	CaO	Na <sup>2</sup> O	K <sup>2</sup> O
1.	55,88	22,41	0,47	2,55	0,53	2,01	8,96	7,19 = 100.
2.	93,13	21,97	0,29	3,54	1,32	3,59	14,45	7,65 = 145,94.
3.	93,13	43,94	0,58	3,54	1,32	3,59	28,90	15,30 = 190,30 MAZ.
4.	279,39	109,85	1,45	7,08	2,64	7,18	43,35	22,95 = 473,89 AZ.
5.	48,94	23,09	2,16		0,69	1,89	15,19	8,04 = 100.

## XLI. Phonolith-Obsidian, Altavista:

1.	61,37	19,11	4,57	—	0,19	0,59	10,66	3,50 = 100.
2.	102,28	18,74	2,86	—	0,47	1,05	17,18	3,73 = 146,31.
3.	102,28	37,48	5,72	—	0,47	1,05	34,36	7,46 = 188,82 MAZ.
4.	306,84	93,70	14,30	—	0,94	2,10	51,54	11,19 = 480,61 AZ.
5.	54,19	19,85	3,03	—	0,25	0,56	18,19	3,95 = 100.

## XLII. Phonolith, Fernando de Naronha:

1.	59,75	23,11	3,54	—	0,50	1,00	7,17	4,93 = 100.
2.	99,58	22,65	2,21	—	1,25	1,79	11,57	5,25 = 144,30.
3.	99,58	45,30	4,42	—	1,25	1,79	23,14	10,50 = 185,98 MAZ.
4.	298,74	113,25	11,05	—	2,50	3,58	34,71	15,75 = 479,58 AZ.
5.	53,54	24,36	2,38	—	0,67	0,96	12,44	5,65 = 100.

## XLIII. Leucitophyr, Olbrück:

1.	56,15	20,62	—	4,25	0,32	2,17	10,27	6,22 = 100.
2.	93,59	20,21	—	5,90	0,80	3,875	16,56	6,62 = 147,555.
3.	93,59	40,42	—	5,90	0,80	3,875	33,12	13,24 = 190,945 MAZ.
4.	280,77	101,05	—	11,80	1,60	7,75	49,68	19,86 = 472,51 AZ.
5.	49,01	21,17	—	3,09	0,42	2,03	17,35	6,93 = 100.

## XIX. Dunit, Dun-Mts.:

1.	42,98	—	—	9,44	47,58	—	—	— = 100.
2.	71,633	—	—	13,111	118,950	—	—	— = 203,694.
3.	71,633	—	—	13,111	118,950	—	—	— = 203,694 MAZ.
4.	214,899	—	—	26,222	337,900	—	—	— = 479,021 AZ.
5.	35,17	—	—	6,44	58,39	—	—	— = 100.

Elaeolithsyenit vom Barranco do Banho, Caldas de Monchique. A. MERIAN, Jahrb. Miner., Bldgb. III, p. 271, 1885. Orthoklas, etwas Plagioklas, Augit, Elaeolith, daneben Hornblende, dunkler Glimmer, Sodalith, Titanit, Apatit, Eisenerze. TiO<sup>2</sup> 0,09; P<sup>2</sup>O<sup>5</sup> 0,15; Wasser 1,13 pCt.; Summe 99,31; sp. G. 2,584 und 2,635.

1.	55,76	22,53	2,38	2,55	0,90	2,56	7,74	5,58 = 100.
2.	92,93	22,01	1,49	3,54	2,25	4,57	12,48	5,94 = 145,21.
3.	92,93	44,02	2,98	3,54	2,25	4,57	24,96	11,88 = 187,13 MAZ.
4.	278,79	110,05	7,45	7,08	4,50	9,14	37,44	17,82 = 472,27 AZ.
5.	49,66	23,53	1,59	1,89	1,20	2,44	13,34	6,35 = 100.

Verglichen mit VIII fehlten dort namentlich Magnesia, Kalk, Eisenoxyde.

Nach ROSENBUSCH berechnen sich für die von ihm angenommenen Kerne<sup>1)</sup> folgende Atomzahlen (AZ) und Metall-Atomzahlen (MAZ), denen ich als OAZ die Atomzahlen für die Sauerstoffatome beifüge. Man erhält OAZ — die Differenz zwischen AZ und MAZ und als Controlle der Rechnungen sehr nützlich — durch Division der Sauerstoffprocente mit 16, dem Atomgewicht des Sauerstoffs.

	AZ	MAZ	OAZ	O-Procente
1. MgO + SiO <sup>2</sup> . . . . .	500	200	300	48,00
2. 2MgO + SiO <sup>2</sup> . . . . .	500 <sup>2)</sup>	214,29	285,71	45,714
3. FeO + SiO <sup>2</sup> . . . . .	378,75	151,50	227,25	36,36
4. 2FeO + SiO <sup>2</sup> . . . . .	343,14	147,06	196,08	31,372
5. CaO + SiO <sup>2</sup> . . . . .	431,05	172,42	258,63	41,38
6. CaO + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 4SiO <sup>2</sup>	477,38	175,88	301,50	48,24
7. Na <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 4SiO <sup>2</sup>	495,05 <sup>3)</sup>	198,02	297,03	47,525
8. K <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 4SiO <sup>2</sup>	458,71	183,48	275,23	44,037
9. SiO <sup>2</sup> . . . . .	500	166,67	333,33	53,333

Es ist bemerkenswerth, dass vom Eisenoxyd gar keine Rede ist.

Anfangs erregt es Erstaunen, dass drei chemisch so verschiedene Verbindungen wie 1, 2, 9 dieselbe Atomzahl besitzen, bis man sieht, dass 100 getheilt durch  $\frac{60}{3}$  (SiO<sup>2</sup>) und durch  $\frac{40}{2}$  (MgO) dasselbe Resultat geben muss. Berechnet man für die hier in Betracht gezogenen Oxyde<sup>4)</sup> AZ, MAZ, OAZ so erhält man

	100	Atomgew.	Mol.	AZ	MAZ	OAZ	O-Procente
SiO <sup>2</sup> . . . . .	60	166,67	500	166,67	333,33	53,333	
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	102	98,04	490,20	196,08	294,12	47,06	
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	160	62,50	312,50	125,00	187,50	30,00	
FeO . . . . .	72	138,89	277,78	138,89	138,89	22,222	
MgO . . . . .	40	250,00	500,00	250,00	250,00	40,00	
CaO . . . . .	56	178,57	357,14	178,57	178,57	28,571	
Na <sup>2</sup> O . . . . .	62	161,29	483,87	322,58	161,29	25,807	
K <sup>2</sup> O . . . . .	94	106,38	319,14	212,76	106,38	17,02	
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + FeO	232	43,10	301,72	129,31	172,41	27,58	

Diese Zahlen beweisen, dass aus den angeführten Oxyden bestehende Mineralien und Aggregate solcher Mineralien (Gesteine)

<sup>1)</sup> Die bei meinen Zahlen angewendete Berechnung mit zwei Decimalen ist nöthig, weil sonst 0,06 bis 0,14 = 0,1 und 0,16 bis 0,24 = 0,2 gesetzt wird.

<sup>2)</sup> Aus 42,9 pCt. SiO<sup>2</sup> bei ROSENBUSCH folgt 71,5 Mol. (nicht 71,3) und daraus für AZ 499,9. Genauere Berechnung giebt 500.

<sup>3)</sup> AZ bei ROSENBUSCH = 505 ist irrig, da 24,75 Mol. Thonerde für AZ 123,75 (nicht wie dort angenommen 133,8) ergeben.

<sup>4)</sup> Manganoxyde können hier füglich den Eisenoxyden zugerechnet werden.

für AZ nie mehr als 500 und nie weniger als 277,78 geben können. Da AZ für Kieselsäure wie für Magnesia 500 beträgt, so muss dieselbe Zahl gelten für alle ihre Combinationen, also für  $\text{SiO}^2$ ,  $\text{MgO} + \text{SiO}^2$ ,  $10\text{MgO} + \text{SiO}^2$ ,  $1\text{MgO} + 10\text{SiO}^2$  u. s. w.; d. h. ins Mineralogische übersetzt: 100 Gewichtstheile Quarz, Enstatit, Olivin, Talk, Serpentin (soweit die vier letzteren Mineralien nur aus Kieselsäure und Magnesia bestehen, da stets wasserfreie Substanz berechnet wird) liefern für AZ denselben Werth, nämlich 500. Da ferner AZ für Thonerde (490) und für Natron (484) von 500 sich wenig entfernt, so bewirkt Anwesenheit und namentlich grosse Quantität von Thonerde und Natron für AZ der Silikate geringe Abweichungen von 500, wie die Berechnung für Kern 7 ( $\text{Na}^2\text{O} + \text{Al}^2\text{O}^3 + 4\text{SiO}^2$ ), mit 40 pCt. der Kieselsäure fremden Bestandtheilen, zu 495,05 zeigt. Den höchsten, von ROSENBUSCH angeführten Werth für AZ mit 495,71 liefert der Quarzkeratophyr von Omeo<sup>1)</sup> (XX, mit 78,63 pCt.  $\text{SiO}^2$ : 12,45 pCt.  $\text{Al}^2\text{O}^3$ ; 0,19 pCt. Kali; 7,04 pCt.  $\text{Na}^2\text{O}$ ; MAZ = 181,76). Die Atomzahl für Kalk, Kali, Eisenoxyd, Eisenoxydul entfernt sich immer weiter von 500, daher vermindert sich, ihrer Quantität entsprechend, für alle ihre Combinationen mit Kieselsäure (und Thonerde) die Ziffer für AZ. So beträgt AZ (und MAZ) für

Analysen vergl. p. 22.

Man sieht, dass gleiche Gewichtsmengen Andesin und Nephelin für AZ dasselbe bedeuten, ebenso gleiche Gewichtsmengen von Orthoklas und Anorthit, wie folgende Rechnung zeigt, die zu 467,626 führt.

	Orthoklas		Anorthit <sup>2)</sup>
94 Kali	$= \frac{300}{94} \times 94 = 300$	56 Kalk	$= \frac{200}{56} \times 56 = 200$
102 Thonerde	$= \frac{500}{102} \times 102 = 500$	102 Thonerde	$= \frac{500}{102} \times 102 = 500$
360 Kieselsäure	$= \frac{300}{60} \times 360 = 1800$	120 Kieselsäure	$= \frac{300}{60} \times 120 = 600$
556 Or =	$\frac{2600}{556}$	278 An =	$\frac{1800}{278}$
	Or = An = 467,63.		

<sup>1)</sup> Wasserfrei berechnet. Es entsprechen 7,04 pCt. Natron etwa 60 pCt. Albit, sodass für den Rest von 1,69 pCt. Basen (0,62 pCt.  $\text{Fe}^2\text{O}^3$ ; 0,17 pCt.  $\text{FeO}$ ; 0,74 pCt.  $\text{MgO}$ ; 0,16 pCt.  $\text{CaO}$ ) etwa 38 pCt. Kieselsäure übrig bleiben. Ein Aggregat aus 60 pCt. Albit (AZ = 297,708) und 40 pCt. Quarz (AZ = 200), d. h. aus 7,10 pCt. Natron, 11,68 pCt. Thonerde, 81,22 pCt. Kieselsäure liefert für AZ 497,708, für MAZ 181,170.

<sup>2)</sup> Dasselbe Resultat erhält man durch folgende Rechnung

20,144 pCt. Kalk	× 357,14 =	7194,22816 AZ
36,690 pCt. Thonerde	× 490,20 =	17985,43800 „
43,166 pCt. Kieselsäure	× 500,00 =	21583,00000 „
100 Anorthit =		467,6266616 AZ.

Bei Berechnung mit 4 oder 5 Decimalen würde die Uebereinstimmung noch grösser sein. Für Orthoklas gilt dasselbe wie für Anorthit.

		AZ	MAZ
(Leucit)	Na <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 4 SiO <sup>2</sup> (15,24 pCt. Natron)	495,05	198,02
	K <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 4 SiO <sup>2</sup> (21,56 pCt. Kali)	458,71	183,48
	K <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 2 SiO <sup>2</sup> (29,74 pCt. Kali)	442,07	189,88
(Anorthit)	Na <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 2 SiO <sup>2</sup> (21,83 pCt. Natron)	492,96	211,27
	CaO + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 2 SiO <sup>2</sup> (20,14 pCt. Kalk)	467,63	179,86
(Orthoklas)	K <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 6 SiO <sup>2</sup> (16,91 pCt. Kali)	467,63	179,86
(Albit)	Na <sup>2</sup> O + Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 6 SiO <sup>2</sup> (11,83 pCt. Natron)	496,18	190,84
(Labrador <sup>1)</sup> )	Na <sup>2</sup> O + 3 CaO + 4 Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 12 SiO <sup>2</sup> (4,56 pCt. Natron)	478,64	184,09
(Ab + 3 An)	12,37 pCt. Kalk)		
(Andesin)	Na <sup>2</sup> O + CaO + 2 Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 8 SiO <sup>2</sup> (7,73 pCt. Natron)	486,28	187,03
(Ab + An)	6,98 pCt. Kalk)		
(Oligoklas)	2 Na <sup>2</sup> O + CaO + 3 Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 14 SiO <sup>2</sup> (9,35 pCt. Natron)	490,21	188,54
(2 Ab + An)	4,22 pCt. Kalk)		
(Nephelin ohne Cl Na, nach RAMMELS- BERG's Formel)	K <sup>2</sup> O + 6 Na <sup>2</sup> O + 7 Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> + 16 SiO <sup>2</sup> (4,39 pCt. Kali)	485,87	205,53
	17,38 pCt. Natron)		

<sup>1)</sup> Albit = 62 Natron + 102 Thonerde + 360 Kieselsäure = 524  
 Anorthit = 56 Kalk + 102 Thonerde + 120 Kieselsäure = 278  
 1 Ab = 524 × 496,183 = 2 599 999,972 AZ  
 3 An = 834 × 467,626 = 3 900 000,084 "

---

La 1358 =  $\frac{6\,500\,000,056}{1\,358} = 478,64\text{ AZ.}$

Ferner liefert ein Orthoklas mit 1,5 Kali + 1 Natron für AZ dieselbe Zahl wie Labrador, da 1,5 Orthoklas (834) 3 Anorthit (834) entspricht. Bei bekannter atomistischer Zusammensetzung lässt sich nach der in der Anmerkung gegebenen Formel für jedes Mineral AZ leicht berechnen. Da Olivin, Enstatit, Talk, Serpentin, Quarz, andererseits Anorthit und Orthoklas für diese Rechnung gleich bedeutend sind, so liefert für AZ

- (A) 40pCt. Olivin + 60pCt. Anorthit 480,58 (MAZ 193,63)  
 (B) 30pCt. Olivin + 10pCt. Enstatit + 60pCt. Anorthit 480,58 (MAZ 189,34)  
 (C) 40pCt. Quarz + 60pCt. Orthoklas 480,58 (MAZ 174,58)

	A	B	C	D
Kieselsäure	43,04	48,19	78,85	42,29
Thonerde	22,01	22,01	11,00	22,01
Magnesia	22,86	17,71	—	19,67
Kalk	12,09	12,09	—	12,09
Kali	—	—	10,15	—
Eisenoxydul	—	—	—	3,94
	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>

Unter D ist 60 pCt. Anorthit mit 40 pCt. eines Olivins angenommen, der aus  $9 \text{ MgO} + 1 \text{ FeO} + 5 \text{ SiO}_2$  besteht, um die Wirkung weniger Procente Eisenoxydul auf AZ ( $= 471,80$ ; MAZ  $= 189,87$ ) zu zeigen; etwas Magneteisen würde ungefähr dasselbe bewirken. Für die übrigen Silikatgemengtheile der Eruptivgesteine — Glimmer, Hornblenden, Augite, Epidot, Granaten, Cordierit, Melilith u. s. w. — wurde die Berechnung unterlassen, da der Eintritt von Eisenoxyd für Thonerde, von Eisenoxydul für Magnesia u. s. w. den Werth von AZ so bedeutend verändern würde.

Man sieht aus dem Vorhergehenden, dass sehr verschieden zusammengesetzte Gesteine<sup>1)</sup> für AZ dieselbe Zahl liefern, dass diese also für keine Gesteinsgruppe bezeichnend ist. So ergibt sich

- 479,02 für Dunit XIX,  
 479,30 für Albanygranit II,  
 479,00 für Elaeolithsyenit<sup>2)</sup> von Ditro VIII,  
 479,25 für „Felsoliparit“ von Vichnye<sup>3)</sup> XXXV,

<sup>1)</sup> Die römischen Zahlen bedeuten die Zahlen bei ROSENBUSCH. Die Procentzahlen beziehen sich auf wasserfrei berechnete Substanz.

<sup>2)</sup> Die Differenz gegen die Berechnung bei ROSENBUSCH (AZ 482, MAZ 192) entsteht durch Berechnung mit einer oder mehr Decimalen, namentlich durch 0,13 pCt. Magnesia. Ich finde MAZ  $= 190,895$ .

<sup>3)</sup> MAZ 180,14. ROSENBUSCH hat seine frühere Angabe für AZ ( $= 502$ ) später berichtigt.

479 für Dacit von Nagy-Sebes XLV,  
 479,58 für Phonolith<sup>1)</sup>, Fernando de Noronha LXII,  
 479,42 für Trachyt, Scarrupata XXXVII.

477 für Amphibolgranit V,  
 für „Leucitit“, Capo di bove LVII,  
 für Tonalit X,  
 für Enstatitporphyrit XXV.

Ich finde 468,475 für „Olivinnorit“, Radauthal<sup>2)</sup> XVI,  
 468,02 für Rhombenporphyr<sup>3)</sup> XXIII,  
 467,49 für Trachyt<sup>4)</sup>, Bolsena XXXIX.

Diese Reihen liessen sich leicht vermehren. Das Minimum 433 giebt ROSENBUSCH für Leucitbasalt, Forstberg LVIII mit 21,80 pCt. Eisenoxyd, neben welchem kein Eisenoxydul angegeben wird. Offenbar ist eine Wiederholung dieser Analyse nothwendig. Mit 435 folgt der Limburgit LXI.

Sieht man ab von den Extremen nach unten und oben, so liegen bei den angeführten Gesteinen die Werthe für AZ zwischen 460 und 485, wie nach den oben gegebenen Daten für die so oft vorwiegenden Feldspathe und Nephelin zu erwarten war. Darunter fällt AZ für das Mittel der Vesuvlaven, nach meiner Berechnung 450,305 (AZ = 180,44); für Amphibol-Pikrit von Schriesheim (XVIII, 445, mit 20 pCt. Eisenoxyden); Salitdiabas des Hallebergs (XXX, 452); Olivindiabas, Kinnekulle (XXXI, 444); Amphibol - Andesit, Gunung - Patua (XXXXVIII, 454); Basalt der Breitfirst (L, 454); Aetnalava (LI, 452); Basalt von Bockenheim (LI, 457); Basalt der Fingalshöhle (LIII, 448); Hornblendebasalt des Todtenköpfchens (LIV, 439); Leucitbasalt des Forstberges (LVIII, 433); Nephelinbasalt des Rossberges (LX, 444); Limburgit des Kaiserstuhls (LXI, 435); Augitit, Madeiral (LXII, 459); Melilithbasalt, Hochbohl (LXIII, 444); d. h. für alle relativ kieselsäurearmen, an Kalk und Eisenoxyden reichen Gesteine. Bei den kalireicheren Gesteinen wird nämlich AZ durch Quarz und Plagioklase erhöht, obgleich Kali für AZ eine kleinere Zahl liefert als Kalk; bei den relativ kalireichen, aber kieselsäurearmen Vesuvlaven (Mittel 6,41 pCt. Kali und 47,82 pCt. Kieselsäure) sinkt AZ durch den hohen Gehalt an

<sup>1)</sup> MAZ 185,98. Bei ROSENBUSCH ist der Kalk nicht in Rechnung gezogen, daher findet er AZ = 476.

<sup>2)</sup> MAZ 188,535. Die Differenz gegen ROSENBUSCH rührt daher, dass er 0,36 pCt. Natron und 0,44 pCt. Kali als 0,4 pCt. Natron und 0,4 pCt. Kali berechnet.

<sup>3)</sup> MAZ = 183,11.

<sup>4)</sup> MAZ = 182,49.

Eisenoxyden (5,24 pCt. Eisenoxyd und 5,12 pCt. Eisenoxydul) und Kalk (9,51 pCt.).

Ueber 485 hinaus geht Albitgranit von Eibenstock (I, 487); Quarzkeratophyr von Omeo (XX, 495,71); „Vitrophyr“ von Meissen (XXII, 485,485); „Felsoliparit“. Auvergne (XXXIV, 491,83).

Aber das gilt keineswegs für alle Granite und Liparite. Ich finde für

	AZ	MAZ
Granit von Mitweida <sup>1)</sup> . . . . .	479,79	179,65
„ von Altmitweida <sup>2)</sup> . . . . .	483,11	178,60
„ von Bobritzsch <sup>3)</sup> III . . . . .	476,84	176,17
„ von Landsberg IV . . . . .	478,00	177,26
Liparit von Hrafninnahryggr <sup>4)</sup> . . . . .	484,83	176,74
„ Chiaja de Luna <sup>5)</sup> , Ponza	480,81	178,13, dagegen
„ der Baula <sup>6)</sup> Island . . . . .	486	178
„ von Struthals, Island <sup>7)</sup> . . . . .	485,76	178,61
„ Obsidian des Ararat <sup>8)</sup> . . . . .	486,78	178,80.

Vergleicht man den Nutzen von AZ mit dem des Sauerstoffquotienten, so sieht man, dass beide ihre grossen Mängel haben. Wenn AZ für sehr verschiedene Gesteine gleich ist, so gilt dasselbe für den Sauerstoffquotienten<sup>9)</sup> bei welchen  $\frac{2+1}{3}$  eben so gross ist als  $\frac{1+2}{3}$ . Beide Weisen mögen nützlich sein um Gesteine derselben mineralogischen Beschaffenheit zu vergleichen, bei allgemeiner Anwendung führen sie nicht zu brauchbaren Resultaten. Uebrigens besitzt der Sauerstoffquotient den Vorzug der kürzeren Rechnng.

Die Angabe von nur Eisenoxyd oder nur Eisenoxydul wird, wenn grössere Mengen vorhanden sind (wie bei VI, X, XIV, XXIV, XXVII, XXIX, XXXI, XXXIX, XLVIII, LI, LIII, LVII, LVIII, LIX, LXI—LXIII) kleine Aenderungen für AZ und MAZ hervorbringen. Wie viel von den Eisenoxyden als Magneteisen, wie viel als Silikat vorhanden ist, kommt dabei nicht in Betracht.

<sup>1)</sup> LEMBERG, Zeitschr. d. geol. Ges. 1875, XXVIII, p. 596.

<sup>2)</sup> LEMBERG, ib.

<sup>3)</sup> Titansäure (0,94 pCt.) wurde auf Kieselsäure (0,70 pCt.) berechnet.

<sup>4)</sup> BUNSEN, POGG. Ann. 1851, 83, p. 212.

<sup>5)</sup> DÖLTER, Denkschr. Wiener Akad. 1875, 36, p. 10.

<sup>6)</sup> SCHIRLITZ. TSCHERMAK, Miner. Mitth. 1881, p. 416.

<sup>7)</sup> BUNSEN, l. c., p. 201.

<sup>8)</sup> WISLICIENUS bei KENNGOTT, Verh. miner. Ges., Petersburg, (2), 5, p. 45, 1869. Die von mir in den Beiträgen etc. 1873, p. XXXII für Magnesia berechnete Sauerstoffmenge ist falsch, sie beträgt 0,71 (nicht 0,07), daher der Sauerstoffquotient 0,217 (nicht 0,214).

<sup>9)</sup> Vergl. Allgemeine und chemische Geologie, II, p. 64.

Für die Metall-Atomzahlen (MAZ) ergibt sich Folgendes. Die höchste Ziffer (322,58) liefert Natron, die niedrigste das Eisenoxyd (125); für die Eruptivgesteine muss daher MAZ zwischen diesen beiden Zahlen liegen. Da der dem Natron nächst höchste Werth der Magnesia (250) zukommt, Kieselsäure nur 166,67 aufweist, so haben kieselsäurearme, an Natron und Magnesia reiche Gesteine die höchste Zahl für MAZ, also eisenarme Gesteine mit viel Nephelin, Sodalith, Olivin. So zeigt Dunit (XIX, etwa  $9 \text{ MgO} + 1 \text{ FeO} + 5 \text{ SiO}_2$ ) die höchste, von ROSENBUSCH angeführte Zahl 203,69; ihm folgen der natronreiche Leucitophyr von Olbrück (XLIII, mit 190,945) und die natronreichen Elaeolithsyenite von Ditro (VIII, mit 190,895) und Monchique (IX, mit 190,30). Die niedrigste Ziffer (173) kommt dem Leucitbasalt des Forstberges (mit 21,8 pCt. Eisenoxyd) zu; ihm zunächst stehen mit 174,93 der Felsitporphyr von Lauterberg (XXI; 76,75 pCt.  $\text{SiO}_2$ ; 7,05 pCt.  $\text{K}_2\text{O}$ ) und mit 175 der Augit-Hornblendeporphyr von Unkersdorf (XXVI; 60,5 pCt.  $\text{SiO}_2$ ; 9,2 pCt. Eisenoxyde). Mit diesen Angaben soll jedoch weder die höchste noch die niedrigste, bei Eruptivgesteinen vorkommende Ziffer bezeichnet werden.

Auch hier ergeben Orthoklas und Anorthit dieselben Werthe.

Orthoklas	Anorthit
94 Kali = $\frac{200}{94} \times 94 = 200$	56 Kalk = $\frac{100}{56} \times 56 = 100$
102 Thonerde = $\frac{200}{102} \times 102 = 200$	102 Thonerde = $\frac{200}{102} \times 102 = 200$
360 Kiesels. = $\frac{100}{60} \times 360 = 600$	120 Kiesels. = $\frac{100}{60} \times 120 = 200$
556 Or = $\frac{\quad}{1000}$	278 An = $\frac{\quad}{500}$

Daher für beide MAZ = 179,8561. Dieselben Ziffern erhält man durch Multiplication der betreffenden Procentzahlen mit den oben für MAZ angegebenen Werthen von Kali, Thonerde, Kieselsäure, Kalk.

Bei den Plagioklasen steigt MAZ mit der Zunahme des Natrons, so dass Albit 190,84, Labrador (= 1 Ab + 3 An) nur noch 184,09 liefert. Dieselbe Zahl erhält man von einem Orthoklas mit 1,5 Kali + 1 Natron (10,38 pCt.  $\text{K}_2\text{O}$ ; 4,56 pCt.  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 18,78 pCt.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 66,28 pCt.  $\text{SiO}_2$ ) da 1,5 Orthoklas = 3 Anorthit ist. Die Werthe für MAZ von Enstatit ( $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ), Olivin ( $2 \text{ MgO} + \text{SiO}_2$ ), Nephelin, Sodalith (die beiden letzteren ohne Chlornatrium berechnet) stehen einander sehr nahe, daher ist MAZ für 60 pCt. Anorthit + 30 pCt. Enstatit + 10 pCt. Olivin = 189,34, für 60 pCt. Orthoklas + 40 pCt. Nephelin<sup>1)</sup> = 190,13, und MAZ für Sodalith-Elaeolithsyenit von Ditro = 190,895; für

<sup>1)</sup> AZ = 474,93, Nephelin = 485,87 und 205,53.

„Olivinnorit“ des Radauthals = 188,535. Wenn ROSENBUSCH angiebt

- 178 für Albanygranit, White Mountains, II;  
 „Augitvitroporphyr“<sup>1</sup>, Weiselberg, XXVII;  
 Salitdiabas, Halleberg, XXX;  
 Dacit, Nagy-Sebes, XLV;  
 Amphibol-Andesit, Mt. Tajumbina, XLVI;  
 Anamesit, Bockenheim, LII;  
 Limburgit, Kaiserstuhl, LXI;  
 (Granite und Liparite s. oben);
- 177 für Albitgranit, Eibenstock, I;  
 Tonalit, Avio-See, X;  
 Gabbro, Radauthal, XV;  
 „Vitrophyrit“, Kornberg bei Erbdorf, XXIV;  
 Labradorporphyr, Rimbachthal, XXVIII;  
 Amphibol-Andesit, Gunung Patua, XLVIII;  
 (Granit von Landsberg s. oben 177,26),

so liefern sehr verschieden zusammengesetzte Gesteine dieselbe Zahl für MAZ. Ich füge nach meinen Berechnungen noch hinzu

MAZ für „Felsoliparit“, Vichnye, XXXV = 180,14	
Trachyt <sup>1</sup> ), Arso, XL	= 180,10
Mittel der Vesuvlaven <sup>2</sup> )	= 180,46.

Es geht aus dem Mitgetheilten hervor, dass die Zahl MAZ für keine Gesteinsgruppe bezeichnend ist.

Abgesehen von den Extremen, Leucitbasalt, Forstberg (173) und Dunit (203,69) schwanken die Zahlen für MAZ zwischen 175 und 191, von grosser Constanz kann demnach nicht die Rede sein. Dabei kommen die magnesiareichen Lherzolithe der Monti di San Vittore XVII und Pikritporphyr von Söhle XXXII mit 191 in die Nähe der natronreichen Leucitophyre von Olbrück und der Elaeolithsyenite von Ditro und Monchique. Erscheint die Differenz zwischen 175 und 191 gering, so ist zu bedenken, dass diesen Zahlen Rechnungen zu Grunde liegen, welche absehen von dem 40—48 pCt. betragenden Gehalt an Sauerstoff; dass man die Ziffern, aus denen MAZ durch Addition entsteht, durch Division relativ kleiner, aber hundertfach vergrösserter Zahlen mit Werthen zwischen 31 und 80 erhält. Wie stark die auf 100 umgerechneten Metallatome die ursprünglichen Zahlen verschleiern, mag folgendes Beispiel zeigen:

<sup>1</sup>) Die Magnesia ist bei ROSENBUSCH unrichtig berechnet, daher die Differenz. AZ = 461,76.

<sup>2</sup>) Nach dem von mir berechneten Mittel.

Dunit, XIX = 6,44 Fe; 58,39 Mg; 35,17 Si = 100.  
 „ Analyse 9,44 FeO; 47,58 MgO; 42,98 SiO<sup>2</sup> = 100, mit  
 44,05 pCt. O.

Man erhält die untere Reihe aus der oberen, wenn man die betreffende Zahl mit MAZ = 203,694 und den Atomgewichten, resp. 72, 40, 60, multiplicirt. Bei den Zahlen für Aluminium, Natrium und Kalium ist nur das halbe Atomgewicht mit MAZ zu multipliciren. In Analyse VIII (Ditroit) -- MAZ auf 100 berechnet -- entsprechen 15,79 Natrium und 7,63 Kalium 9,34 pCt. Natron und 6,84 pCt. Kali der Analyse; MAZ = 190,895 × 31 × 15,79 Na = 9,34 pCt. Na<sup>2</sup>O und 190,895 × 47 × 7,63 K = 6,84 pCt. K<sup>2</sup>O. Wo Multiplication mit so grossen Zahlen nothwendig ist, um die ursprünglichen Ziffern zu erkennen, und so lange Rechnung, um die Zahlen für MAZ herzustellen, wird man auf die Anwendung der Methode verzichten wollen, wenn sie nicht ganz besondere Vorzüge besitzt. Ich habe die Vorzüge nicht finden können, ebensowenig irgend welche Beziehungen zwischen AZ und MAZ. So kommt nach ROSENBUSCH vor

MAZ 177 bei AZ 454 bis 487

MAZ 179 bei AZ 445, 448, 452, 464, 465, 471, 473, 477.

Für andere Werthe von MAZ gilt dasselbe.

Aus den p. 18 und 19 angeführten Analysen des Elaeolithsyenites von Ditro VIII und der Serra de Monchique IX, des Phonolith-Obsidians von Alta vista XLI, des Phonolithes von Fernando de Noronha XLII und des Leucitophyrs von Olbrück XLIII, in welchen „zwischen Alkalimetallen, Aluminium und Silicium sehr nahe zu das Verhältniss 1:1:2 obwaltet“, leitet ROSENBUSCH (l. c., p. 160) seinen ersten „Kern“ (NaK) AlSi<sup>2</sup> ab, welcher „in dem Foyaitmagma (φ) dieser Gesteine bis zum fast vollständigen Ausschluss anderer Metalle herrscht“.

Das Letzere anlangend, so machen die Metalle Fe, Mg, Ca und ihre Oxyde aus in Procenten (s. p. 18 und 19)

VIII 2,12	IX 4,74	XLI 3,84	XLII 4,01	XLIII 5,54
2,82	5,56	5,35	5,04	6,74.

Rechnet man dazu die zu ihren Verbindungen gehörige Kieselsäure, wozu z. T. noch Thonerde kommt, so erreicht die Menge der aus diesen Oxyden bestehenden Mineralien 10 pCt. und mehr.

Das Verhältniss von Al : (NaK) ist in

VIII = 24,97 : 23,42 = 1 : 0,94
IX = 23,09 : 23,23 = 1 : 1,01
XLI = 19,85 : 22,14 = 1 : 1,12
XLII = 24,36 : 18,09 = 1 : 0,74
XLIII = 21,17 : 24,28 = 1 : 1,15.

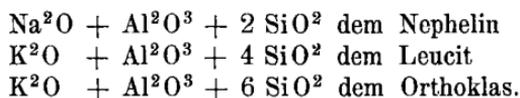
Kann man in VIII und IX das Verhältniss zu 1 : 1 setzen, so wird die Abweichung in XLI, XLII, XLIII doch recht gross, besonders wenn man sich der Ableitung dieser Werthe erinnert. Geht man von den Alkalimetallen aus, da doch dem Rest (den Mineralien aus den Metallen Fe, Mg, Ca) das Aluminium nicht absolut fehlen kann, so erhält man nach Abrechnung von (NaK)  $\text{AlSi}^2$  als Rest in

	Si	Al	Fe	Mg	Ca	
VIII	2,65	1,55	1,31	0,17	0,64	= 6,32 pCt.
IX	2,48	— <sup>1)</sup>	2,16	0,69	1,89	= 7,22
XLI	9,89	— <sup>1)</sup>	3,03	0,25	0,56	= 13,73
XLII	17,36	6,27	2,38	0,67	0,96	= 27,64
XLIII	0,45	— <sup>1)</sup>	3,09	0,42	2,03	= 5,99.

Wie die Vertheilung von Silicium auf diese Metalle geschehen soll, lässt sich namentlich für XLII und XLIII schwer einsehen.

Die Analyse des Elaeolithsyenites von Monchique nach MERIAN (s. p. 19) liefert für Al : (NaK) das Verhältniss 23,53 : 19,69 = 1 : 0,84, also nicht 1 : 1. Geht man von den Alkalimetallen aus, so bleibt nach Abzug von 78,76 pCt. (NaK)  $\text{AlSi}^2$  der erhebliche Rest von 21,24 pCt., welcher besteht aus 10,28 Si; 3,84 Al; 3,48 Fe; 1,20 Mg; 2,44 Ca.

Der Kern (NaK)  $\text{AlSi}^2$  liefert nach ROSENBUSCH „bei der Krystallisation seiner Oxyde bekanntlich die Verbindungen (NaK)  $\text{AlSiO}^4$  = Nephelin; (KNa)  $\text{AlSi}^2\text{O}^6$  = Leucit und (KNa)  $\text{AlSi}^3\text{O}^8$  = Orthoklas oder Sanidin in der angegebenen Reihenfolge“. Unter Nephelin ist, wie man sieht, das Silikat des Sodalithes ( $\text{Na}^2\text{O} + \text{Al}^2\text{O}^3 + 2 \text{SiO}^2$ ) einbegriffen. Bezeichnet man obige Formeln nach dem vorwaltenden Alkali, so entspricht, da man sie verdoppeln muss,



Man sieht, dass bisweilen, aber nur in jüngeren Eruptivgesteinen, der aus dem Kern (NaK)  $\text{AlSi}^2$  abgespaltene (Leucit-) Kern  $\text{K}^2\text{O} + \text{Al}^2\text{O}^3 + 4 \text{SiO}^2$  erhalten bleibt, dass dagegen der entsprechende Natronkern ( $\text{Na}^2\text{O} + \text{Al}^2\text{O}^3 + 4 \text{SiO}^2$ ) stets zerfällt, nämlich in Nephelin-Sodalith und in 2 Mol. Kieselsäure, welche an den nicht gespaltenen (NaK)  $\text{AlSi}^2$ -Kern abgegeben werden, damit natronhaltiger Orthoklas entstehen könne. Es ist wohl besser, die Frage, warum die Vorgänge sich in dieser Weise

<sup>1)</sup> Es fehlt schon im Kern an Aluminium.

abspielen, zu unterlassen, da es darauf vorläufig keine Antwort giebt, ebenso wenig als auf die Frage, warum nie Albit ( $\text{Na}^2\text{O} + \text{Al}^2\text{O}^3 + 6 \text{SiO}^2$ ) sich bildet.

Leitet demnach ROSENBUSCH aus demselben „Kern“ Gesteine ab, welche aus Sodalith-Elaeolith-Orthoklas VIII, oder aus Nephelin-Sanidin XLII oder aus Leucit-Nephelin-Hauyn-Sanidin bestehen XLIII — auf die Verbindungen von Eisen, Magnesium und Calcium, die ja „bis zum Verschwinden zurücktreten“, kann es nicht ankommen — so ist die Consequenz, „welche heute kein Petrograph mehr zugesteht“, dass man aus der Bauschanalyse die mineralogische Zusammensetzung dieser Gesteine nicht erkennen kann. Ich hätte niemals gewagt, Gesteine mit so verschiedenen Mengen von Kali und Natron für gleich oder nahezu gleich zusammengesetzt zu erklären. Es enthält nämlich in Procenten auf wasserfreie Substanz berechnet

	VIII	IX	XLI	XLII	XLIII
Kali	6,84	7,19	3,51	4,93	6,22
Natron	9,34	8,96	10,66	7,17	10,27.

Die Consequenz des Verfahrens von ROSENBUSCH wäre, dass man Thonerde und Eisenoxyd, andererseits Eisenoxydul, Magnesia und Kalk als gleichwerthig in denselben Kern presste, da sie in Silikaten ebenso neben einander auftreten wie Kali und Natron. Nur wenn man Kali und Natron zusammenwirft, wie ROSENBUSCH es thut, lässt sich der Foyaitkern halten, der übrigens so elastisch ist, dass man damit jedes Mengenverhältniss von Orthoklas, Nephelin, Leucit, Sodalith berechnen kann.

Zum Vergleich habe ich vier Analysen nach meiner Meinung möglichst frischer Phonolithe berechnet.

- A. Mt. Miaune, Velay. EMMONS<sup>1)</sup>. Glühverl. 1,00 pCt.,  $\text{SO}^3$  0,27 pCt.; Summe 99,46.  
 B. Zittau. ECKENBRECHER<sup>2)</sup>. Glühverl. 0,48 pCt.; Summe 99,40.  
 C. Olbersdorf bei Zittau. G. VOM RATH<sup>3)</sup>. Glühverl. 0,71 pCt.; Summe 100,69.  
 D. Mte. Ferru, Sardinien. DÖLTER<sup>4)</sup>. Glühverl. 1,89 pCt.; Summe 99,10.

<sup>1)</sup> EMMONS. On some phonolites, 1874, p. 20. In Salzsäure 33,13 pCt. löslich.

<sup>2)</sup> ECKENBRECHER in TSCHERMAK, Min. Mitth., 1880, p. 3.

<sup>3)</sup> G. VOM RATH, diese Zeitschrift, 1856, VIII, p. 296. In Salzsäure 22,13 pCt. löslich.

<sup>4)</sup> DÖLTER, Denkschr. Wiener Akad., 1878, XXXIX, p. 22.

	A	B	C	D
Si	52,51	51,81	55,32	47,83
Al	20,44	25,33	20,42	24,87
Na	17,45	10,77	13,31	17,29
K	5,39	6,29	6,71	6,56
	95,79	94,20	95,76	96,55
Fe	2,31	3,06	2,84	1,78
Mg	0,42	(0,01)	0,13	0,73
Ca	1,48	2,74	1,27	0,94
	100	100	100	100
AZ	478,49	474,65	476,36	477,64
MAZ	189,13	184,20	185,40	191,99
sp. G.	2,597	2,60	2,596	—
Zahl	146,02	142,34	145,29	143,56.

Auch hier schwankt das Verhältniss von Na:K bedeutend: es kommen auf 1 Gew. Kalium in A 3,2; in B 1,7; in C 2,0; in D 2,6 Gew. Natrium. In C und D nähert sich das Verhältniss von Al:(NaK) den Zahlen 1:1, in A und B weicht es stark davon ab. Geht man von den Alkalimetallen aus, so bleiben nach Abzug des Kernes (NaK)  $AlSi^2$  für Fe, Mg, Ca übrig in A 6,83; in B 17,69; in C 15,28; in D 0,13 pCt. Silicium, wobei es in A schon für den Kern an Aluminium fehlt, während in B 8,27 pCt. in C 0,40 pCt., in D 1,02 pCt. Aluminium übrig bleiben.

Die Menge des in Säure Unlöslichen, welche in frischerem Gestein von 44—77 pCt. schwankt, zeigt deutlich die ungleiche mineralogische Zusammensetzung der Phonolithe. Das Verhältniss von Kali zu Natron im Unlöslichen schwankt zwischen 1:1 und 1:2, wobei ein kleinerer Theil der Alkalien dem Augit, der grössere dem Sanidin zukommt, dessen Gehalt an Natron in dieser Gesteinsgruppe sehr bedeutend wird. Das in Salzsäure Lösliche enthält vom Gesamtgehalt des Natrons 40—66 pCt.

Auch die obigen 4 Analysen von Phonolithen sprechen nicht für das „Foyaitmagma“. Ich habe schon 1883 (Allgemeine und chemische Geologie, II, p. 65) ausgesprochen, dass Elaeolithsyenite und Phonolithe übereinstimmen können in chemischer und mineralogischer Beziehung, aber ich möchte auch heute bei der geringen Anzahl brauchbarer Elaeolithsyenit-Analysen und bei den grossen Abweichungen der Phonolith-Analysen untereinander die chemische Uebereinstimmung beider Gesteine als speziellen Fall und nicht als allgemein gültig ansehen.

Bei voll krystalliner Ausbildung haben nach ROSENBUSCH (l. c., p. 160) die Foyaitgesteine das niedrigste spec. G. Es beträgt bei IX 2,578; bei XLIII 2,533 (nicht 2,75, wie ROSENBUSCH angiebt), da Elaeolithsyenit von Ditro als stark verwittert und XLI Phonolith-Obsidian von Tenerife<sup>1)</sup> als glasig nicht in Betracht kommen. Für Elaeolithsyenit von Monchique fand MERIAN 2,584 und 2,635, für den von Pouzac V. GOLDSCHMIDT 2,585; für die oben angeführten Phonolithe beträgt es 2,597—2,60. Da 2,58 das spec. G. von Sanidin und nahezu von Nephelin; 2,2—2,3 das des Sodalithes; 2,4—2,5 das spec. G. des Hauyns ist, so kann 2,57—2,59 als Mittel des spec. G. für Elaeolithsyenit und Phonolith gelten, das bei Reichthum an Magneteisen, Hornblende, Augit bis 2,66 steigen, bei Hauynreichthum der Phonolithe bis 2,51 und bei Zeolithreichthum auf 2,435 sinken kann, aber nach Auslaugung der Zeolithe wieder steigt<sup>2)</sup>. Da die Combination Sanidin-Sodalith bei den Sodalith-Trachyten wiederkehrt, so haben auch diese ein spec. G. bis 2,547. Die kleine Gruppe, zu welcher der Leucitophyr von Olbrück gehört, ausgezeichnet durch die Combination Leucit-Hauyn-Nephelin-Sanidin, wobei der Sanidin z. Th. nur 10 pCt. ausmacht<sup>3)</sup>, zeigt ein spec. G. von 2,54—2,605, in dem nicht frischen Gestein von der Hannebacher Ley<sup>4)</sup> sogar 2,879.

Dass die Gesteine der Foyaitgruppe nicht die höchsten Atomzahlen besitzen, wenn auch hohe, zwischen 472 und 480 liegende, dagegen die fast höchsten Metallatomzahlen (186—191) geht aus dem Mitgetheilten hervor (s. p. 18 ff.).

An das Foyaitmagma schliessen sich nach ROSENBUSCH (l. c., p. 161) an „durch Vermittelung der chemisch überaus nahestehenden Augitsyenite VII und Rhombenporphyre XXIII eine Anzahl durch niedrigen Kalkgehalt charakterisirter Granite<sup>5)</sup>, Syenite, Quarzporphyre, Keratophyre, Liparite und Trachyte“.

<sup>1)</sup> Nach ABICH beträgt das spec. G. 2,528, nicht 2,48, wie ROSENBUSCH angiebt.

<sup>2)</sup> ROTH, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine, 1869, p. 173.

<sup>3)</sup> G. VOM RATH, diese Zeitschrift, 1860, XII, p. 37.

<sup>4)</sup> G. VOM RATH, ib. 1862, XIV, p. 673.

<sup>5)</sup> Da in der Analyse des Albitgranites I Thonerde und Eisenoxyd nicht getrennt wurde, habe ich sie nicht berücksichtigt. Nach seiner Zusammensetzung (64,55 pCt. Si; 18,85 pCt. Al; 0,73 pCt. Ca; 4,23 pCt. Na; 11,64 pCt. K = 100, ohne Eisen und Magnesium) würde hierher gehören der Felsoliparit von Vichnye XXXV, welchen ROSENBUSCH in Folge eines später berichtigten Rechenfehlers zu einer anderen Gruppe stellt.

	VII	XXIII	II	XX	XXI	XXII	XXXIII	XXXIV	XXXVI	XXXVII	XXXIX	XL
Si	54,06	52,41	67,65	72,10	73,13	72,92	72,19	69,24	64,14	61,26	54,38	53,03
Al	21,94	19,82	14,97	13,44	14,00	14,38	14,71	15,75	11,03	19,58	20,05	19,28
Fe	4,47	5,92	2,51	0,56	1,47	0,77	1,37	0,72	6,62	3,30	4,64	6,04
Mg	1,08	4,84	0,08	1,02	0,73	0,37	0,30	—	1,06	0,73	1,54	2,44
Ca	2,99	3,55	1,13	0,16	—	1,21	1,87	0,42	1,45	1,33	2,92	3,59
Na	10,18	9,09	6,99	12,50	2,10	4,79	5,13	11,87	11,31	9,66	8,66	6,70
K	5,28	4,37	6,67	0,22	8,57	5,56	4,43	2,00	4,39	4,14	7,81	8,92
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Az	471,93	468,02	479,30	495,71	481,97	485,48	485,15	491,83	470,92	479,42	467,49	461,76
MAZ	182,53	183,11	178,37	181,76	174,93	176,34	176,13	181,80	178,82	181,50	182,49	180,10
sp. G.	2,720	—	2,650	2,634	2,622	—	2,403	2,39	2,46	2,547	2,548	2,61
3	Augit- syenit.	Rhomben- porphyr.	Granit.	Quarz- keratophyr.	Quarz- porphyr.	Vitro- phyr.	Felsoliparite.	Pan- tellerit.		Trachyte.		

Zunächst sieht man, dass in VII und XXIII Eisen, Magnesium und Calcium viel grössere Werthe erreichen als in den Gesteinen der sogenannten Foyaitgruppe (Max. für Fe Mg Ca in der Foyaitgruppe 5,54 pCt.; Fe Mg Ca in XXIII 14,31 pCt.), sodann, dass in diesen beiden Gesteinen Al : NaK sich nicht wie 1 : 1 verhält, vielmehr in VII wie 21,94 : 15,46 und in XXIII wie 19,82 : 13,46; nur in II und XX ist Al : NaK ungefähr wie 1 : 1, in den übrigen Analysen ist von diesem Verhältniss keine Rede, wie auch ROSENBUSCH angiebt. Es ist kaum nöthig auf die ungleichen Verhältnisse von Natrium zu Kalium zu verweisen, die sich zwischen 1 : 4,08 und 1 : 0,017 bewegen.

Nach ROSENBUSCH muss man im Pantellerit XXXVI „Eisen für Aluminium eintretend annehmen, im Rhombenporphyr XXIII würde durch Austritt eines Kernes 2 Mg + Si das Magma  $\varphi$  resultiren“.

Nach ROSENBUSCH (l. c., p. 162) soll sich „das Verhältniss zwischen Na + K : Al der Proportion 1 : 1 um so mehr nähern, je mehr sich das Si dem für das Magna  $\varphi$  charakteristischen Werth 50 annähert, unter welchen es nirgends sinkt. Das führt zu der Vermuthung, dass in den vorstehenden Analysen ebenfalls das Magma  $\varphi$  vorliege, aber mit einem Ueberschuss von Si“.

Die vorstehenden Zahlen ergeben Folgendes, wobei in der zweiten Reihe Na + K als 1 gesetzt ist.

	II	XX	XXXIV	XXXVI	XXXIX	XL	XXXVII
Si	67,65	72,10	69,24	64,14	54,38	53,03	61,26
Al	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4
Na + K	13,66	12,72	13,87	15,70	16,47	15,62	13,80
Al	14,97	13,44	15,75	11,03	20,05	19,28	19,58
				Fe 6,62			
		XXI <sup>1)</sup>	XXII	XXXIII	VII	XXIII	
Si		73,13	72,92	72,19	54,06	52,41	
Al		1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	
Na + K		10,67	10,35	9,56	15,46	13,46	
Al		14,00	14,38	14,71	21,94	19,82.	

Zwischen den Werthen von Si und der Proportion Na + K : Al ist, wie man sieht, absolut keine Beziehung zu finden<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> AZ 471 bei ROSENBUSCH (l. c., p. 161) ist Druckfehler für 482.

<sup>2)</sup> Meine abweichende Berechnung für XXXVII rührt daher, dass bei ROSENBUSCH zwar Chlor abgerechnet ist, aber die entsprechende Menge Natrium zugerechnet wurde.

Bei XXXIII ist 77,2 Si Druckfehler für 72,2, daher die Notiz (l. c., p. 165) zu berichtigen.

In diesen, von ROSENBUSCH als granitische ( $\gamma$ ) zusammengefassten Magmen (l. c., p. 163) „kann bei abnehmendem Si ein kleiner Theil der Alkalimetalle durch Ca vertreten sein, welches die doppelte Menge Al zu binden vermag“.

Berechnet man die Verbindungen (NaK)  $\text{AlSi}^2$  (A) und  $\text{Ca} + 2 \text{Al} + 4 \text{Si}$  (B), so erhält man in pCt.

	VII	XXIII	II	XX	XXI	XXII	XXXIII
A	61,84	53,84	54,64	50,88	42,68	41,40	38,24
B	20,93	24,85	7,91	1,12	—	8,47	13,09
	82,77	78,69	62,55	52,00	42,68	49,87	51,33
Fe	4,47	5,92	2,51	0,56	1,47	0,77	1,37
Mg	1,08	4,84	0,08	1,02	0,73	0,37	0,30
Al	0,50	— <sup>1)</sup>	— <sup>3)</sup>	0,40	3,33	1,61	1,41
Si	11,18	2,42 <sup>2)</sup>	35,81	46,02	51,79	47,38	45,59
Si		8,87					
	100	100,74	100,95	100	100	100	100
		XXXIV	XXXVI	XXXVII	XXXIX	XL	
A		55,48	62,80	55,20	65,88	62,48	
B		2,94	10,15	9,31	20,44	25,13	
		58,42	72,95	64,51	86,32	87,61	
Fe		0,72	— <sup>4)</sup>	3,30	4,64	6,04	
Mg		—	1,06	0,73	1,54	2,44	
Al		1,04	— <sup>5)</sup>	3,12	— <sup>6)</sup>	— <sup>7)</sup>	
Si		39,82	26,94	28,34	9,76	7,43	
		100	100,95	100	102,26	103,52	

Wie man sieht, macht die Calcium-Verbindung in XXIII und XL etwa ein Viertel des Ganzen aus. Diese Analysen, auf 50 Si, dem für das Magma  $\varphi$  bezeichnenden Werth, berechnet, ergaben nach ROSENBUSCH (l. c., p. 162) in abgerundeten Zahlen folgende Werthe<sup>8)</sup>, „in denen offenbar (Na + K + 2Ca) : Al : Si = 1 : 1 : 2 ist“.

<sup>1)</sup> Für die obigen Formeln fehlt 0,74 Al.

<sup>2)</sup> Zu 4,84 Mg gehören 2,42 Si nach p. 34.

<sup>3)</sup> Es fehlt 0,95 Al.

<sup>4)</sup> Al und Fe sind zusammengerechnet s. p. 34.

<sup>5)</sup> Es fehlt 0,95 Al + Fe.

<sup>6)</sup> Es fehlen 2,26 Al.

<sup>7)</sup> Es fehlen 3,52 Al.

<sup>8)</sup> Ich habe die Werthe als richtig und druckfehlerfrei angenommen.

	VII	XXIII	II	XX	XXI	XXII	XXXIII	XXXIV	XXXVI
Si	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Al	23	21	23	24	21	26	29	26	24 <sup>1)</sup>
Ca	3	4	2	—	4	2	4	1	2
Na + K	17	14	21	23	14	19	19	23	22
					XXXVII	XXXIX	XL		
			Si	50	50	50			
			Al	25	22	21			
			Ca	2	3	4			
			Na + K	18	18	17			

Die Willkür 21 und 29 Al : 50 Si = 1 : 2 zu setzen, ist noch grösser als die, welche  $19 + 4 = 26$ ;  $18 + 4 = 25$ ;  $18 + 6 = 22$  und  $17 + 8 = 21$  setzt. Auf 50 Si und 4 Ca kommen 14, 19, 17 Na + K in XXI, XXXIII, XL! Für XXI und XXIII ergibt die Berechnung  $14 \text{ NaK} + 4 \text{ Ca} + 22 \text{ Al} + 44 \text{ Si}$ , freilich nur 6 Si weniger als 50, für XXXVII  $18 \text{ NaK} + 2 \text{ Ca} + 22 \text{ Al} + 44 \text{ Si}$  statt 50!

Die Atomzahlen dieser Gesteine des sogenannten granitischen Magma  $\gamma$  — z. Th. quarzreich, z. Th. quarzfrei, nämlich Granite, Felsitporphyre, Quarzkeratophyre, Liparite, Pantellerite, Syenite, Trachyte — liegen zwischen 461,76 und 495,71, sind demnach bald höher, bald niedriger als bei der sog. Foyaitgruppe; der Werth von MAZ ist hier niedriger (174,93—183,11) als dort.

Sieht man ab von den glasigen Gesteinen, so bewegt sich das sp. G. der Gesteinsgruppe  $\gamma$  zwischen 2,547 und 2,720 und ist am höchsten grade bei dem „chemisch dem Foyaitmagma überaus nahestehenden Augitsyenit“ VII mit 21 pCt. des Kernes  $\text{Ca Al}^2 \text{Si}^4$ .

Das Schicksal, welches den Natronkern ( $\text{Na Al Si}^2$ ) hier wie im Foyaitmagma stets trifft, nämlich zu zerfallen, ereilt hier auch den Kalikern und, wie auch sonst überall, den Kalkkern ( $\text{Ca} + 2 \text{ Al} + 4 \text{ Si}$ ). Leucit<sup>2)</sup> kommt nicht mehr vor, aus dem Kalikern entsteht mit Hülfe des Natronkernes Orthoklas, aus dem zerfallenden Natronkern bisweilen Nephelin und Sodalith, meist Albit (für die Plagioklase) oder der Kern geht in die Feldspathe ein. Aus dem Kalkkern gehen die Anorthite (für die Plagioklase), die Augite und Hornblenden, z. Th. noch mit Alkaligehalt, hervor. Ausserdem muss der Kalkkern noch den Kalk für Apatit und Titanit liefern. Mg und Fe geben Olivin, Biotit, Augite, Hornblenden, aus den Eisenoxyden geht Magnet Eisen hervor.

<sup>1)</sup> Al + Fe.

<sup>2)</sup> G. VOM RATH giebt im Arsotrachyt Leucit an, den ich darin nicht gesehen habe.

An die Magmen  $\gamma$  schliesst ROSENBUSCH (l. c., p. 163) „die granito-dioritischen Magmen ( $\delta$ ) an. In ihnen ist der Gehalt an Alkalimetallen immer noch grösser als der an Ca, das jedoch entschieden zu grösserer Bedeutung gelangt und dem entsprechend auch von grösseren Mengen Fe und Mg begleitet wird. Diese Magmen liefern die Granitite, Amphibol- und Augitgranite mit ihren Abarten, die Syenite und dioritischen Gesteine nebst ihren Ergussformen“.

Man erwartet demnach nur Gesteine mit einem grösseren Calciumgehalt als der Arsostrachyt mit 3,59 Ca, aber es enthält

Granitit von Bobritzsch III nur 3,1 Ca;

Vitrophyrit von Kornberg XXIV nur 2,7 Ca (kein Magnesium!);

Augitvitrophyrit vom Weiselberg XXVII nur 3,3 Ca;

Hyalodacit, Lassen's Peak XLIV nur 3,2 Ca;

Trachyt, Monte Amiata XXXVIII, den hier zu finden man nicht erwartet, nur 3,7 Ca neben 4,7 Na und 7,4 K.

Der Syenit des Plauenschen Grundes VI ist hierher gestellt wegen seines zu 4,4 pCt. berechneten Calciumgehaltes.

In dieser Gruppe wechselt die Menge von Silicium zwischen 52,8 im Labradorporphyr, Rimbachthal, und 69,2 im Granit von Bobritzsch; von Alkalimetallen zwischen 6,1 im Amphibolgranit von Hohwald und 12,2 im Syenit des Plauenschen Grundes.

Neben dem Metallkern (NaK)  $Al Si^2$  ist nach ROSENBUSCH (l. c., p. 165) in wechselnder Menge der Metallkern  $Ca Al^2 Si^4$  vorhanden, ein Theil des Calcium vielleicht als  $CaSi$  oder  $Ca Mg Si^2$ , so in XXVIII (9,8 Na + K; 8,5 Ca; 3,2 Mg).

„Aus dem reichlicheren Gehalt der Magmen  $\delta$  an Mg und Fe scheint der Schluss gezogen werden zu müssen, dass sie befähigt sind, grössere Mengen einer Al-freien Magnesium- oder Eisen-Siliciumverbindung zu lösen, welche in den Magmen  $\varphi$  und  $\gamma$  bis auf kleine Spuren fehlen. Hierin sehe ich den fundamentalen Unterschied der beiden Magmengruppen.“

Im Magma  $\varphi$  machen, wie oben gezeigt, Fe + Mg 1,50 bis 3,50 pCt., in  $\gamma$  0,72—8,48 pCt. aus, für kleine Spuren recht hohe Werthe, wobei Rhombenporphyr XXIII  $\gamma$  mit 10,76 pCt. nicht berücksichtigt ist. Im Magma  $\delta$  beträgt nach den Zahlen bei ROSENBUSCH Fe + Mg 3,6—13,7 pCt. (Maximum in XLIX).

Auch hier berechnet ROSENBUSCH (l. c., p. 165), wobei ich seine Rechnung als richtig annehme, ohne Rücksicht auf Mg und Fe und auf ganze Zahlen abgerundet die Analysen auf 53 Si d. h. auf die geringste, im Labradorporphyr XXVIII gefundene Menge und erhält (neben Werthen für V, XI, XXV, XXVII, XXVIII, XXXVIII, XLIV, XLV, XLVI, XLVII) für

Die Werthe für AZ liegen zwischen 433 und 466, für MAZ zwischen 173 und 182, für das hohe sp. G. zwischen 2,69 und 3,045.

In dieser bunten Gesteinsgruppe sind neben Leucit, Nephelin, Melilith die Feldspäthe, Biotit, Hornblenden, Augit, Olivin, Apatit, Titanit, Magneteisen, Glasbasis die Gemengtheile; Quarz wird nur im Diorit XIII angegeben. Hier bliebe also der Kaliumkern z. Th. erhalten, während Natrium- und Calciumkern, wie immer, zerfielen. Hervortretend ist die Menge von Mg (11,5 in LX), als  $MgO + SiO_2$  und  $2 MgO + SiO_2$ .

Zu der Gruppe, deren typische Glieder Peridotitmagmen  $\pi$  heissen, werden (l. c., p. 170) gerechnet Gabbro von Snarum XIV, Olivinnorit XVI, Lherzolith XVII, Amphibolpikrit XVIII, Dunit XIX, Pikritporphyrit XXXII, der olivinfreie Basalt von Bockenheim LII, Hornblendebasalt LIV, Limburgit LXI, Melilithbasalt LXIII. In ihnen ist Mg + Fe grösser als Ca + Na + K; Kalium tritt stark zurück (Max. 1,3 in LII) oder fehlt ganz, (LXIII), in XVII und XIX sind überhaupt Alkalimetalle nicht vorhanden, Maximum von Na (5,3) in LXIII, Maximum von Na + K 6,3 in LIV. Nach ROSENBUSCH „gehört der Gabbro von Snarum XIV wohl noch zu den  $\phi$ -Magmen, auch der Olivinnorit (XVI), Pikritporphyrit XXXII, der Basalt LII wären besser dort eingereiht, wie denn auch Limburgit LXI, Hornblendebasalt LIV und Melilithbasalt LXIII sehr stark dorthin tendiren“.

Rechnet man diese 7 Gesteine ab, so bleiben die alkalifreien Gesteine Lherzolith XVII, Dunit XIX und der Amphibolpikrit XVIII übrig — allerdings eine gut begrenzte Gruppe.

Die Leucitgesteine LV und LVII (Vesuvlaven und Leucitit vom Capo di bove) der  $\phi$ -Magmen zeigen nach ROSENBUSCH (l. c., p. 171) „eine nahe Verwandtschaft mit der kleinen Gruppe des Nephelintephrites von den Capverden LVI, dem Nephelinit ebendaher LIX und dem Augitit von Madeiral LXII, welche andererseits durch ihren hohen Alkaligehalt sich neben das Magma  $\varphi$  stellen“.

Das Unterscheidende dieser Magmen ( $\theta$ ) soll darin liegen, dass, nach Abzug des feldspathbildenden Kernes (Na K)  $AlSi_2$ , der Rest nicht Si genng enthält, um  $CaAl_2Si_4$  zu bilden. Rechnet man für (Na K)  $AlSi_2$  ab in

	LVI	LIX	LXII
Na	11,3 pCt.	15,7 pCt.	10,1 pCt.
K	3,9 „	2,3 „	2,0 „
Al	15,2 „	18,0 „	12,1 „
Si	30,4 „	36,0 „	24,2 „
	60,8 pCt.	72,0 pCt.	48,4 pCt.,

so bleibt ein Rest von

	LVI	LIX	LXII
Si	12,7 pCt.	6,5 pCt.	13,5 pCt.
Al	10,2 „	4,9 „	13,9 „
Fe	7,3 „	5,5 „	6,4 „
Mg	2,7 „	3,3 „	7,0 „
Ca	6,3 „	7,8 „	10,8 „
	<hr/> 39.2	<hr/> 28	<hr/> 51.6

Um diese Reste zu deuten, vermuthet ROSENBUSCH (l. c., p. 174), dass „in diesen Magmen statt des Kernes  $\text{Na Al Si}^2$  ein Nephelinkern  $\text{Na Al Si}$  und in gewissen Fällen statt  $\text{Ca Al}^2 \text{Si}^4$  ein Kern von der Form  $\text{Ca Al}^2 \text{Si}^2$  (Anorthitkern) auftrete“. Die Hauptmasse dieser Gesteine bilden neben Glasmasse Nephelin, kalkreiche Plagioklase und natronhaltige Augite, deren Nebeneinander aus den Kernen  $\text{Na K Al Si}^2$  und  $\text{Ca Al}^2 \text{Si}^4$  nicht herzuleiten ist.

Nach ROSENBUSCH (l. c., p. 173) „ergibt der Kern ( $\text{Na K Al Si}^2$  direkt und durch Spaltung Leucit, Nephelin, Orthoklas, Albit, das Glimmermolekül  $\text{K Al Si}$ , sowie die alkalihaltigen Pyroxene und Amphibole  $\text{Na Fe Si}^2$  durch Vertretung des Al durch Fe“. Aus  $\text{Na Al}^2 \text{Si}^4$  und  $\text{Na Al Si}^2$  stammen sämtliche Plagioklase, da „ $\text{Ca Al}^2 \text{Si}^4 + 2 \text{Na Al Si}^2 = \text{Ca Al}^2 \text{Si}^2$  (Anorthit) +  $2 \text{Na Al Si}^3$  (Albit) ist. Die Möglichkeit und Nothwendigkeit der Pyroxen- und Amphibolbildung, sowie die Entstehung des Glimmermoleküls  $\text{Mg}^{12} \text{Si}^6$  liegt in den nachgewiesenen Al-freien Kernen vor.“ Da die Magnesiaglimmer, Hornblenden und Augite auch Thonerde enthalten, ist die Rechnung so einfach nicht. Wenn sich nach ROSENBUSCH (l. c., p. 172) ergibt, „dass das Aluminium der Gesteine durchweg in einem Feldspathkern gebunden ist“, so ist diese Ansicht, soviel ich weiss, nicht neu, wenn man Leucit und Nephelin zu den Feldspath-Mineralien zählt, aber man hat bisher die Thonerde der Glimmer, Hornblenden, Augite, Granaten, Turmaline u. s. w. nicht aus einem „Feldspathkern“ abgeleitet.

Dass die Zahlen für AZ und MAZ für die Theorie der Eruptivgesteine keinerlei Bedeutung beanspruchen können, habe ich mit Bestimmtheit nachgewiesen. Ich kann den Werth der Kerne, die z. Th. Schalen von 6–27 pCt. besitzen, (p. 29) und nur dazu dienen, um mittelst künstlichster Rechnungen und Zerschlagungen die silikatischen Gemengtheile abzuleiten, schon um desswillen nicht hoch anschlagen, weil schon im ersten Kern Natron und Kali zusammengeworfen werden und eisenoxydhaltige

Mineralien aus den Kernen nicht abgeleitet werden können. Aber alle diese Nachtheile würden nicht in Betracht kommen, wenn durch die Kerne ein wesentlicher Vortheil erreicht oder die Einsicht in den Zusammenhang der Eruptivgesteine unter einander gefördert würde. So lange dafür nicht schlagende Beweise geliefert sind, wird die Einbürgerung der Kerntheorie schwerlich Fortschritte machen.

---