

DAS MENGENVERHÄLTNISS

VON

CALCIUM, NATRIUM UND KALIUM

ALS VERGLEICHUNGSPUNKT UND ORDNUNGSMITTEL DER ERUPTIVGESTEINE (1)

VON

Heinr. Otto Lang.

Zum Verständniss nachstehender Darlegungen muss ich einen kurzen Bericht von dem Inhalt einer Abhandlung vorausschicken, die soeben veröffentlicht (2) wurde.

Nach dem Hinweise auf die schon seit einem halben Jahrhundert angestellten und bis in jüngste Zeit wiederholten Versuche einer Vergleichungsmethode der Eruptivgesteine bezüglich ihres chemischen Bestandes werden da zunächst die Aufgaben und Endziele einer solchen erörtert und die Wichtigkeit derartiger Vergleichungsweise beleuchtet, welche den Grund und Boden bieten soll zum Aufbau geologisch-petrographischer Theorien und Gesetze; da sie aber für diese erst den Boden ebnet und Material liefern soll, darf eine solche Vergleichungsweise meines Erachtens nicht auch von derartigen Theorien und Speculationen ihren Ausgang nehmen, vielmehr soll man durch sie ohne jede Rücksichtnahme auf letztere zunächst nur die Verwandtschaftsbeziehungen der Eruptivgesteine *in materieller Beziehung* ermitteln und erkennen.

Als im weitern Sinne *verwandt* und eine einheitliche grosse Familie

(1) Voir le résumé français dans le Procès-Verbal de la séance du 29 décembre 1891.

(2) In *Tschermaks Mineral. petrogr. Mittheilungen*: « Versuch einer Ordnung der Eruptivgesteine nach ihrem chemischen Bestande ».

darstellend sind alle Eruptivgesteine deshalb anzuerkennen, weil ihre genetischen Verhältnisse im Wesentlichen übereinstimmen und ihr Ursprung im Erdinnern zu suchen ist. Dabei zeigen sie jedoch in materieller Beziehung die grösste Manichfaltigkeit.

Wäre der materielle Bestand dieser Gesteine ein durchweg und überall in weiten Grenzen schwankender, so würde man diese Thatsache als eine von Natur gegebene eben einfach hinnehmen müssen und sie auf die chaotische Mengung des Erdmagma zurückführen können. Nun sehen wir aber die verschiedenen Bestandsverhältnisse im Allgemeinen örtlich beschränkt, den einzelnen geologischen Individuen (Gesteinen) zugetheilt. An einem und demselben Gesteinsindividuum beobachten wir Constanz des materiellen Bestandes oder wenigstens ein Schwanken desselben in nur geringen Ausschlagweiten oder aber in örtlich beschränkten und ihrer Masse nach untergeordneten Theilen. So wird die absolute oder relative Constanz (oder Übereinstimmung) im Bestande zum *Kennzeichen* der Individualität eines Eruptivgesteins, sowie *der Zusammengehörigkeit seiner Theile*. Darum dürfen wir auch, je nachdem räumlich getrennte eruptive Gesteinsindividuen im materiellen Bestande übereinstimmen, sich einander ähneln oder sich sehr verschieden zeigen, von einer nähern oder entferntern Verwandtschaft derselben sprechen.

Wie ermitteln und bestimmen wir aber diese Verwandtschaftsverhältnisse?

Bekanntlich erforschen wir zu diesem Zwecke zunächst den Mineralbestand des Gesteins und erklären im Mineralbestande übereinstimmende Gesteine für gleichartige. Die so begründeten Gesteinsgruppen, Typen oder Gesteinsarten und diese mineralogische Systematik überhaupt leidet jedoch an gewissen Schwächen, von denen die wichtigste die ist, dass die Quantitätsverhältnisse der Gemengtheile zu wenig berücksichtigt werden. Um letztere zu bestimmen, bedarf es neben der Ermittlung der Mineralgemengtheile auch der Erforschung des chemischen Bestandes. Nur die Übereinstimmung im chemischen und im mineralogischen Bestande gewährt Sicherheit bezüglich der Innigkeit der materiellen Verwandtschaftsbeziehungen von Eruptivgesteinen; dann wird die Untersuchung der Vorkommen solcher materiell naheverwandter Gesteine in Betreff ihrer Formverhältnisse, ihres örtlichen und zeitlichen Auftretens, sowie die Vergleichung mit den entsprechenden Beziehungen der Gesteine von abweichendem Bestande der geologischen Speculation festeren Grund gewähren. Es muss für diese also darauf ankommen, Sicherheit

darüber zu erlangen, welche Eruptivgesteinskörper einander materiell sehr nahe stehen und welche nicht, und wiederum, in welchem Grade jene einander verwandt zu schätzen sind.

Für die ganz überwiegende Mehrzahl von Gesteinskörpern hat man sich, als auf das am Leichtesten und Schnellsten zu Ermittelnde, auf die Bestimmung des Mineralbestandes und der Structur sowie des Alters beschränkt und darnach ihren Verwandtschaftsbeziehungen Ausdruck in der Systematik gegeben. Soweit aber nun von Gesteinsindividuen auch der chemische Bestand ermittelt wurde, gelang es oft und in wesentlichen Punkten nicht, die nach dem Mineralbestande festgestellten Verwandtschaftsbeziehungen in den Verhältnissen der chemischen Mischung wieder zu erkennen und der auf jenem aufgebauten Gesteinssystematik eine chemische Grundlage und Stütze zu geben. Das ist jedoch, wie gezeigt, ein dringendes Erforderniss und Bedürfniss.

Der Grund dieser bisherigen Misserfolge kann nun liegen einmal darin, dass man noch nicht den richtigen Standpunkt gefunden hat, von dem aus die materiellen (chemischen) Verhältnisse der Eruptivgesteine zu überblicken sind, oder darin, dass die übliche Unterscheidung der Gesteine nach ihrem « wesentlichen » Mineralbestande, also die mineralogische Gesteinssystematik von den zu ermittelnden Beziehungen ein getrübbtes, verworrenes oder verzogenes Bild liefert.

Meines Erachtens liegt die Schuld nicht an dem einen oder andern dieser Punkte, sondern an beiden.

Die mineralogische Gesteinssystematik ist entschieden überschätzt worden, vielleicht wegen des ganz natürlichen Umstandes ihrer praktischen Unentbehrlichkeit; denn da bei der Bestimmung jedes Gesteinskörpers das Nächstliegende, wie schon erwähnt, die Ermittlung seines Mineralbestandes und seiner Structur ist, und da bei der Mehrzahl jener die petrographische Untersuchung nicht weiter fortschreitet, besserenfalls nur noch die sonstigen morphologischen Verhältnisse, Gesteinsverband und Alter erforscht werden, kann eben nur auf einer von diesen Grundlagen ein genereller Überblick über die Manichfaltigkeit der Eruptivgesteine gewonnen werden. Von diesen Grundlagen eignen sich aber die histologischen Verhältnisse am Wenigsten dazu, denn so werthvoll dieselben auch für die Bestimmung der Gesteinsbildung an sich sind (ich erinnere nur an protogene und deuterogene (1), massige und planparallele Structur), so kann doch diese ihre Bedeu-

(1) Vergl. meinen « Grundr. der Gesteinskunde » (Leipzig, 1877), S. 41, ff.; 78-95.

tung hier nicht zur vollen Geltung gelangen, einmal desshalb, weil ja die Entstehung der Eruptivgesteine generell schon bekannt ist, andererseits aber weil sich in ihnen, wie wohl mit Recht angenommen wird, z. th. äusserliche und an sich oft zufällige und nebensächliche Umstände verrathen, die bei der Gesteinserstarrung Einfluss erlangten; darum wechseln ja nicht selten auch die Structurmodifikationen sehr rasch an einem und demselben Gesteinskörper. Es bleibt somit für jenen Zweck nur der Mineralbestand.

Der chemische Bestand des Gesteins ist jedoch ein Moment von zweifellos viel grösserem wissenschaftlichem Werthe; dieses aber nicht etwa desshalb allein, weil seine Ermittlung umständlicher ist, sondern in speciell geologischem Sinne, denn er zeigt uns die magmatische Mischung und Mengung, die materiellen Verhältnisse des Gesteinskörpers von seiner Entstehung an, während die Erstarrung im Verhältniss dazu einen secundären Zustand des Gesteins darstellt; die Bedeutung des ersteren wird besonders durch die Erkenntniss gehoben, dass aus einem und demselben Magma unter verschiedenen Umständen verschiedenartige Erstarrungsproducte oder verschiedenelei Mengen solcher hervorgehen können.

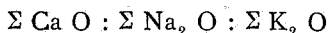
Desshalb ist von geologischem Standpunkte aus dem chemischen Bestande der Eruptivgesteine eine viel grössere Wichtigkeit beizulegen als dem mineralogischen, und zwar nicht allein zur Entscheidung in Einzelfällen, wo beide abweichende Bestimmungen (z. B. ob Andesit oder Basalt vorliegt) bedingen würden, sondern auch und noch viel mehr in genereller Beziehung bei der Betrachtung dieser ganzen petrographischen Provinz.

In geologischem Interesse ist also mehr an einer Anordnung (Gruppierung) der Eruptivgesteine nach ihrem chemischen Bestande gelegen als an der mineralogischen Systematik, um die man sich desshalb dabei zunächst gar nicht zu kümmern braucht. Doch würde sich eine vollkommene Missachtung der letzteren voraussichtlich auch rächen. Die Aufgabe ist demnach die, eine Weise der Vergleichung für den chemischen Bestand der Eruptivgesteine zu finden, die eine leidliche Anordnung (Gruppierung) derselben ergibt, d. h. eine solche, die in ihren Ergebnissen den übrigen ermittelten Beziehungen der Gesteinskörper nicht (in Berücksichtigung der vielen, solchen Ermittlungen anhaftenden Unsicherheiten und Irrthümer darf man wohl sagen: nicht zu häufig) widerspricht.

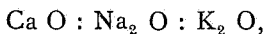
In Anbetracht der Thatsache, dass allen Eruptivgesteinen von irgend welcher Bedeutung ein Gehalt an Feldspathsubstanz gemeinsam ist, halte ich diesen für den geeignetsten Vergleichungspunkt jener

Gesteine nach ihrem materiellen Bestande; je nach dem Mengenverhältnisse, in dem sie die drei, geologisch allein in Betracht kommenden Substanzen von Kali-, Natron- und Kalkfeldspath enthalten, versuche ich sie also zu unterscheiden und zu ordnen; ermuthigt hat mich zu diesem Vorgehen der Ausblick auf die Technik der Silicatlüsse, auf die Glasschmelzerei, bei welcher meines Wissens auch verschiedenartige Producte erhalten werden je nach dem Vorherrschen von Kali, Natron und Kalk. Da nach der z. Z. anerkannten Feldspaththeorie diesen drei basischen Stoffen bestimmte Mengen von Thonerde und Kieselsäure entsprechen, kann man, das Erforderniss letzterer Quoten als selbstverständlich hinstellend, erstere als die Indicatoren der betreffenden Feldspathsubstanzen allein in Rechnung ziehen.

Das Mengenverhältniss dieser drei basischen Stoffe in jedem Gesteine habe ich mir erlaubt kurz als *Alkalien-Verhältniss* desselben zu bezeichnen, *obwohl* in ihm neben den beiden Alkalien noch die alkalische Erde Kalk auftritt, und halte ich solch Alkalien-Verhältniss, also



an Stelle dessen, da Missverständnisse ausgeschlossen erscheinen, unter Weglassung der Summenzeichen, gewöhnlich geschrieben wurde:



für das den materiellen Bestand eines Eruptivgesteins zunächst bestimmende Moment.

Erst in zweiter Linie benutze ich als Vergleichungspunkt und Ordnungsmittel die Kieselsäuremenge der Gesteine, d. h. ihren Procentgehalt an solcher.

Beide Angaben (Symbole) stellen nach meiner Anschauung den *chemischen Typus eines Eruptivgesteins* (oder einer Gesteinsgruppe) fest, um den nur ein unwesentliches Schwanken der einzelnen Werthe stattfindet.

Zu *Gesteinsgruppen* habe ich (in genannter Abhandlung) diejenigen Gesteine zusammengestellt, deren chemische Typen übereinstimmen oder einander ähnlich sind; der aus der Summe oder der Mittelzahl der Analysenwerthe dieser Gesteine ermittelte chemische Typus bietet dann den *chemischen Gruppentypus*, welchem sich die einzelnen Gesteinstypen unterordnen.

Je nachdem sich in den Alkalien-Verhältnissen dieser Gruppen ausspricht, ob eine von jenen Feldspathbasen (oder die beiden

Alkalien zusammen) gegenüber den andern an Menge vorherrscht, sind die Gruppen in Ordnungen und Classen eingetheilt und aneinander gereiht.

Den wichtigsten Bestandtheil dieser Anordnung aber stellen die Gesteinsgruppen dar und sind die Fachgenossen durch ihre Veröffentlichung eingeladen, an ihnen Kritik zu üben, indem ich bekenne, dass mit ihrer Anerkennung oder Verwerfung auch die Methode der Bildung vorgenannter chemischer Typen steht und fällt.

Worauf aber soll diese Prüfung zielen?

Bei Bildung der Gruppen ist ja gar keine Rücksicht genommen weder auf Mineralbestand noch Alter noch Örtlichkeit der in jene vereinigten Gesteine : nur das innige Verwandtschaftsverhältniss in materieller Beziehung soll zum Ausdruck kommen. Als Kennzeichen eines solchen muss man wohl das fordern, dass die vereinigten Gesteine unter einander keine grösseren Verschiedenheiten des materiellen Bestandes aufweisen, als wie wir solche auch an den einzelnen Theilen eines mächtigen Gesteinkörpers finden können oder zu finden erwarten dürfen.

Vom Gesteinsindividuum ist bei der Verfolgung der Verwandtschaftsverhältnisse auszugehen. Auch an demjenigen Gesteinskörper, dessen Einheitlichkeit (Individualität) durch directe Beobachtung ermittelt ist und den wir als das Erzeugniss eines abgeschlossnen geologischen Vorganges betrachten (1) dürfen, finden wir keine *völlige* Constanz des materiellen Bestandes (ganz abgesehen von den meist randlich angeordneten Partien sehr abweichender Art, « Saigerungsproducten, Randfacies »); keine Bauschanalyse einer von ihm entnommenen Gesteinsprobe deckt sich völlig und durchaus mit den Resultaten der nächsten, und selbst wenn solcher Analysen eine grosse Reihe vorliegt, stimmen nicht zwei von ihnen in allen Punkten überein; die Zusammengehörigkeit leuchtet allerdings trotzdem in den meisten Fällen hervor. Solches Schwanken des Bestandes findet in desto weiteren Grenzen statt, unter je verschiedenere Umständen die einzelnen Theile des eruptiven Magmas erstarrt sind, und treffen wir dasselbe wieder bei Gesteinsmassen, deren Zusammengehörigkeit wir nur vermuthen (z. B. den gleichaltrigen eruptiven Ausfüllungsmassen eines Spaltensystems) und bei Collectivindividuen, d. h. Mehrheiten von einander ähnlichen und vergesellschafteten, aber verschieden-altrigen Individuen wie z. B. den Lavaströmen ein und desselben Vulcans.

(1) Vergl. Tschermaks Miner. petrogr. Mitth. XI. 1890, 467.

Wir dürfen desshalb wohl mit Recht annehmen, dass das Mittel aus allen Analysen, die an von den einzelnen Parteen eines Gesteinskörpers entnommenen Proben ausgeführt wurden, den materiellen Bestand des letzteren richtiger angiebt als eine einzelne (« typische ») derselben.

Diesem chemischen Mittel für einen Gesteinskörper oder eine Collectiveinheit von Gesteinen soll nun das Mittel für eine von mir aufgestellte Gesteinsgruppe entsprechen (sowie der chemische Gruppentypus.) Ohne jede Rücksichtnahme auf Mineralbestand, Alter, Form oder sonstige geologische Verhältnisse der zu einer Gruppe vereinigten Gesteine ist also zunächst zu prüfen, ob der materielle Bestand derselben von einander nicht weiter abweicht, als wie wir an den einzelnen Parteen eines mächtigen Gesteines zu finden erwarten dürften (1), dessen mittlerer Bestand dem Gruppen-Mittel entspricht.

Natürlicher Weise werden sich diese Verwandtschaftsbeziehungen im chemischen Bestande meist auch in Übereinstimmung oder in Aehnlichkeiten der mineralogischen Zusammensetzung äussern und in manchen Fällen sogar zur Deckung der Gruppen mit mineralogisch begründeten Gesteinstypen führen, sodass man aus der Gruppenzugehörigkeit eines Gesteins auf seinen Mineralbestand schliessen kann.

Wie angeführt, habe ich diese Gesteinsgruppen in erster Linie auf ihr Alkalien-Verhältniss begründet, also auf das Mengenverhältniss von Kalk, Natron und Kali; in einer Anmerkung habe ich jedoch angegeben, dass die Oxyde desshalb gewählt wurden, « weil ihre Procentmengen in den Analysen unmittelbar gegeben, umständliche Umrechnungen also unnöthig sind : mit vielleicht besserem Rechte (und Erfolge?) könnte man aber auch die Mengen der ihnen entsprechenden Metalle Calcium, Natrium und Kalium zum Vergleich bringen. »

Welche der beiden Vergleichungsweisen im Lichte chemischer Theorien die mehr oder die allein berechtigte sei, kann uns, da wir möglichst jede Theorie als Ausgangspunkt vermeiden wollen, nicht weiter kümmern. Der Erfolg letztgenannter Vergleichungsmethode aber war und ist mir noch fraglich nach den im engern Kreise der chemischen Analysen eines einheitlichen Gesteins oder einer Collectiveinheit angestellten Versuchen : die Differenzen der verschiedenen Analysen treten da oft noch schroffer hervor und erschweren

(1) In erwähnter Abhandlung habe ich für solche Schwankungen einige Beispiele angeführt.

somit das Verantwortlichkeitsgefühl für ihre Zusammenfassung. Gleich die erste Anwendung konnte abschrecken. Um die Gesteinstypenbildung zu zeigen habe ich nämlich in jener Abhandlung zuerst die 7 von *Williams* gebotenen Analysen des Mte. Amiata-Gesteins angeführt, deren Zusammengehörigkeit so deutlich in die Augen fällt, dass selbst die « Randfacies » bei ihrer Einbeziehung in den Gesteinstypus den Charakter desselben nicht wesentlich verändern kann: alle Analysen haben die Natronmenge als geringste der Glieder des Alkalien-Verhältnisses und dadurch als seine Masseinheit. — Nimmt man aber nun statt der Alkalienoxyde die Metallmengen, so wird diese Harmonie unangenehm gestört, indem bei einer Analyse der Randpartien die Menge des Calciums geringer ist als die des Natriums und bei einer vom Hauptgesteine beide Mengen einander fast gleich sind (2,13 Ca, 2,04 Na). — Aehnliche Erfahrungen macht man bei den auf Grund des Alkalien-Verhältnisses gebildeten Gruppen, von denen einige in der vorher angegebenen Richtung von mir geprüft, mir in ihrem schönen Abschlusse nach Aussen und in der Ubereinstimmung ihrer Glieder bezüglich aller geologischen Verhältnisse im Innern wahre Freude bereitet haben. Dahin gehört vor allen der Typus Phonolith, in den ich alle diejenigen Gesteine zu vereinigen vermochte, welche auch sonst nach ihrem Mineralbestand und geologischen Alter als Phonolithe bezeichnet werden, aber ausserdem nur noch ein « verwandtes » Leucitgestein. Es gelang mir dies aber nur, indem ich alle Analysen ausschied, welche durch hohe Glühverlustmengen oder Kohlensäuregehalt auf von Verwitterung verändertes Gesteinsmaterial schliessen liessen; so konnte z. B. von den Phonolith-Analysen des Mt. Dore nur diejenige der Roche Sanadoire benutzt werden. Wendet man nun aber statt der Oxydmengen diejenigen der Alkalien-Metalle an, so schwindet diese allgemeine Ubereinstimmung und letzterwähnte Analyse fällt aus dem Rahmen des chemischen Gruppentypus wieder heraus.

Da ich aber weit davon entfernt bin, mein Urtheil als massgebend und entscheidend hinzustellen, will ich im Folgenden auch von allen den Analysen (und Analysen-Mitteln), welche ich zur Aufstellung der Gesteinsgruppen und chemischen Typen benutzt und die ich in genannter Abhandlung aufgeführt habe, die Mengen von Calcium, Natrium und Kalium, sowie deren Verhältniss mittheilen, welches ich mir in Analogie zum erwähnten Alkalien-Verhältnisse nun als *Alkalienmetall-Verhältniss* zu bezeichnen erlaube. In ganz entsprechender Weise wie dort werde ich auch hier Gesteinsgruppen bilden, denen ich ebenfalls, damit man Bezug auf sie nehmen kann, Namen

beilege; diesen Bezeichnungen wird man allerdings noch mehr als den dortigen Typennamen die Verlegenheit der Wahl anmerken; da jedoch von ihnen niemals gefordert werden wird, sie dem Gedächtniss einzuprägen, wird man wohl einiges Ungeschick verzeihen; doch werden Verbesserungen willkommen sein. — Die Gruppen sind auch wieder wie dort nach Ordnungen gereiht und in Classen gebracht, je nachdem ein oder zwei Glieder des Verhältnisses vor den andern vorherrschen.

Die Fachgenossen werden nun gebeten, auch diese Gruppen kritisch zu betrachten; wie vorher angeführt, soll das Urtheil zunächst nur über die Zusammengehörigkeit und Verwandtschaft der zu einander gesellten Gesteine in materieller Beziehung und ohne jede Rücksichtnahme auf Mineralbestand, Structur, Alter und Ort des Vorkommens gefällt werden; dass diese Beschränkung allseitig herrschen werde, ist jedoch mir selbst unwahrscheinlich, da es ja eben der Zweck der Gruppierung ist, für weitergehende geologische Schlussfolgerungen Material zu bieten; naturgemäss wird deshalb wohl Jeder die Gesteinsgruppen auch sofort darauf hin ansehen, ob dieselben noch für andere Verhältnisse, z. B. Mineralbestand, Geltung erlangen könnten und geologischen Speculationen weitere Aussichten eröffnen. Nicht allein von solchen zunächst Abstand zu nehmen, sondern auch diese Begutachtung für speculative Zwecke einstweilen zu unterlassen, liegt nicht in meiner Macht vorzuschreiben. Doch möchte ich daran erinnern, dass ausser jener ersterwähnten Kritik hier zuvörderst noch ein vergleichendes Urtheil gefordert wird, nämlich zu entscheiden, ob man eine bessere (und demnach wohl richtigere) Gruppenbildung erhält durch Anwendung des Alkalien-Verhältnisses oder durch die des Alkalienmetall-Verhältnisses. Denn nur der Erfolg entscheidet über die Berechtigung der einen oder der andern Methode.

Um diese Vergleichung auch denjenigen zu ermöglichen, welche nicht im Besitz ersterwählter Abhandlung sind, führe ich im Folgenden nicht allein die Gruppenbildung nach dem Alkalienmetall-Verhältniss ($Ca : Na : K$, wie unter Weglassung der Summenzeichen meist geschrieben wurde) durch, sondern theile auch die mit dem Verhältnisse der Alkalienoxyde erzielten Ergebnisse mit. Dass erstere aus letzteren einzelne Gesteinsgruppen und Ordnungen fast ganz unverändert übernimmt, in andren dagegen sehr erhebliche Verschiebungen bewirkt hat, kann nicht verwundern, da bei der Umrechnung der verschiedenen Oxyde des Alkalien-Verhältnisses (Kali enthält 83,01, Natron 74,19, Kalk nur 71,43 Procent Metall) die Alkalien in leicht zu verändernden Fällen an Gewicht und Vormacht gewinnen

mussten. Desshalb ist es aber noch nicht etwa ein Kennzeichen für die « Güte » einer Gesteinsgruppe, dass dieselbe unverändert in beiden Gruppenreihen, welche ich im Folgenden als Oxyd- und Metallreihe unterscheide, auftritt.

I. GESTEINE DER KALIUM-VORMACHT.

$$\Sigma K \geq \Sigma Ca + Na.$$

1. Ordnung. Die Menge von Calcium ist die geringste Grösse des Alkalien-Metall-Verhältnisses.

Die beiden ersten Gruppen dieser Ordnung entsprechen denen der Oxydreihe; bei ihnen ist die Menge des Kalium ebensogross oder grösser als die verdoppelte Gesamtmenge von Calcium und Natrium: $K \geq 2(Ca + Na)$; aber während bei der ersten die Menge des Natrium grösser als die verdoppelte des Calcium ist, findet dieses Verhältniss bei der zweiten nicht statt.

In der Oxydreihe liess sich den Gruppen von kieselsäurereichereren Gesteinen gegenüber, getrennt nur durch eine Kluft im Kieselsäuregehalte, die bei etwa 68 Procent liegt, ein Gruppentypus kieselsäurärmerer Gesteine bilden, als *Orthophyr* bezeichnet, der die Orthoklasporphyre von Predazzo und aus Thüringen umfasst mit dem Typensymbol $63,68 SiO_2$; Alk. Verhältniss 1 : 3,8 : 7,3. Dieser Gruppentypus ist hier in der Metallreihe nicht aufrecht zu erhalten; man erhält vielmehr für jede Gruppe (mit Ausnahme des Heidelberger Porphyrs) einen oder einige wenige Gesteinstypen, welche sich durch ihre geringere Kieselsäuremenge von der Gruppe absondern und nun zusammen eine Parallelreihe zu jenen kieselsäurereichereren Gruppen bilden.

Die in die Gruppen-Mittel nicht mit verrechneten Gesteine sind als Anhang an dieselben aufgeführt; warum dieselben nicht mit eingerechnet wurden, ist z. Th. unmittelbar zu erkennen, im Übrigen in der genannten Abhandlung erwähnt.

Typus *Cornwallgranit*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk. Met.-Verh.
Ostbaiern, Steinwald-Gr. (1)	72,50	0,66	1,62	5,36	1 : 2,45 : 8,1
" Lager-Gr.	72,88	0,51	1,25	4,23	1 : 2,45 : 8,3

(1) Gr. = Granit; an nicht unmittelbar verständlichen Abkürzungen sind sonst gebraucht: P = Porphyre, Pt = Porphyrit; S = Syenit; M = Melaphyr; Ad. = Andesit; Tr. = Trachyt; Bas. = Basalt, Gn = Gneiss.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk. Met. Verh.
Cornwall, Gr.	73,29	0,26	1,29	4,43	1 : 5 : 17,0
Baden, jüngerer P.	73,88	0,47	1,21	4,88	1 : 2,6 : 10,4
Thüringen, P.	75,07	0,44	1,64	6,49	1 : 3,7 : 14,7
Fichtelgebirge, P.	75,19	0,15	0,76	7,42	1 : 5 : 50
Mittel (1).	73,80	0,41	1,29	5,47	1 : 3 : 13
Norwegen, Drammen, P.	75,44	0,00	1,76	5,91	0 : 18 : 60
Ostbairern, Winzergneiss	68,16	0,50	1,06	4,10	1 : 2 : 8
Thüringen, Orthophyr	60,09	0,72	2,30	6,56	1 : 3 : 9

Typus *Heidelberger Porphy.*

Baden, älterer P.	74,99	0,63	1,14	5,28	1 : 1,8 : 8,4
« Wagenberg. P.	74,91	0,35	0,44	4,69	1 : 1,3 : 13,4
Rheinprovinz, Wonsheim, P.	71,24	0,69	1,06	5,43	1 : 1,5 : 8
Cornwall, Elvans	71,90	0,50	0,80	4,47	1 : 1,6 : 9
Mittel.	73,26	0,54	0,86	4,97	1 : 1,6 : 9

Die folgenden Gruppentypen dieser Ordnung weichen von den ihnen in der Oxydreihe entsprechenden hauptsächlich deshalb ab, weil hier mehrere Gesteine auftreten, welche in der Oxydreihe in die (III). Gesteinsklasse der Alkalien-Vormacht gehören ; für diese Typen gilt allgemein, dass $K \lesssim 2 (Ca + Na)$ ist.

In der Oxydreihe umfasst da zunächst ein Typus *Ganggranit* mit 74,34 SiO₂ und dem Alk. Verh. 1 : 3,7 : 6 von Vogesengesteinen die Granophyre und den Aplit des Kirneckthales, den Ganggranit aus Baden, die Ganggranite des Sächsischen Granulitgebietes, den « Böhmisches Granit » und Porphy aus Böhmen, den Porphy aus Westtirol und von Lugano, den Albanygranit und seinen Granitporphy.

Ein anderer Typus, *Granit-Rhyolith* mit 70,74 SiO₂ und dem Alk. Verh. 1 : 2 : 4 umschliesst Granit und « grauen » Porphy des Harzes, Granit des Riesengebirges, des Ostbairischen Gebirges, den Schwedischen Stockholmgranit, den Böhmisches Erzgebirgsgranit, Granitporphy Thüringens, Porphy von Höchstädt im Fichtelgebirge, Liparit von Ponza und die Ungarischen Rhyolithe ; ihnen schliessen sich an der « rothe » Gneiss Sachsens und der « bunte » Gneiss Ostbairerns.

Diesen beiden Typen steht als dritter gegenüber der schon erwähnte Orthophyr.

(1) Da die Symbole der Gruppentypen, nämlich mittlerer Kieselsäuregehalt und Alkalien-Metall-Verhältniss hier aus den Gruppenmitteln zu ersehen sind, sind dieselben nicht nochmals bei den Typen-Namen angeführt.

Hier in der Metallreihe stelle ich dagegen, je nachdem die Menge des Kalium grösser oder kleiner als die doppelte des Natrium ist und das Natrium die Calciummenge um das zweiundeinhalbfache übertrifft oder nicht, folgende Gruppentypen auf.

Liparit-Granit

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.Met.Verh.
Böhmen, P.	78,28	0,43	1,65	2,61	1 : 4 : 6
Baden, Ameisenbühl, Gang-Gr.	76,60	0,62	2,24	3,23	1 : 3,6 : 5,2
Vogesen, Granophyr, Mittelz.	74,82	0,85	2,30	3,61	1 : 2,7 : 4,2
Ostbairn, Passauer-Gr.	73,90	0,73	2,31	3,13	1 : 3,2 : 4,3
Baden, Gr.	73,79	0,56	2,34	3,25	1 : 4,2 : 6
Albany-Gr.	72,26	0,80	2,85	4,63	1 : 3,6 : 5,8
Albany-Gr.-P.	72,08	0,30	2,22	4,41	1 : 7,4 : 14,7
Westtirol, P.	72,03	0,59	2,77	4,25	1 : 4,7 : 7,2
Lipari, Liparit.	72,03	0,38	3,07	3,62	1 : 8,1 : 9,5
Sachsen, Gang-Gr	71,13	0,65	2,64	4,29	1 : 4 : 7
Mittel	73,69	0,59	2,44	3,70	1 : 4 : 6,3
Vogesen, Granophyr, feink. Variet.	76,15	0,57	2,52	3,90	1 : 4,5 : 7
" grobk. Var	72,13	1,39	1,84	3,03	1 : 1,3 : 2,2
Predazzo, Orthophyr	67,27	0,59	2,9+	4,67	1 : 5 : 8

Typus Rhyolith-Granit.

Ungarn, Rhyolith	73,95	1,10	1,97	3,65	1 : 1,8 : 3,3
Riesengebirge, Gr.	73,08	1,14	2,05	3,66	1 : 1,8 : 3,2
Irland, Leinster-Gr.	71,23	1,00	2,44	3,63	1 : 2,4 : 3,6
Mittel.	72,75	1,05	2,15	3,65	1 : 2 : 3,4
Schweden, rother Gneiss	75,55	0,99	2,39	3,64	1 : 2,4 : 3,7
Schlesien, Gr.-P.	66,57	1,32	2,73	4,37	1 : 2 : 3,3

Typus Porphyry-Granit.

Vogesen, Kirneckth., Aplit	77,34	0,59	1,81	4,00	1 : 3 : 6,8
Lugano, P.	74,49	0,33	1,83	3,91	1 : 5,5 : 12
Böhmen, Böhmischer Gr.	74,44	0,57	1,60	4,30	1 : 3 : 7,5
Harz, Gr.	74,02	0,99	1,75	3,99	1 : 1,8 : 4
Fichtelgeb., Höchstadt, P.	73,10	1,03	2,33	5,42	1 : 2,3 : 5,3
Schweden, Stockholm-Gr..	71,66	0,77	1,65	4,59	1 : 2 : 5,9
Ponza, Liparit	71,12	1,07	2,41	4,98	1 : 2 : 4,6
Ostbair. Grenzgeb. Gr.	71,11	0,90	1,74	3,73	1 : 2 : 4,2
Böhmen, Erzgebirgs-Gr.	69,89	0,80	2,13	4,63	1 : 2,6 : 5,8
Mittel.	73,02	0,78	1,92	4,38	1 : 2,4 : 5,6
Sachsen, rother Gn.	75,30	0,80	1,61	3,29	1 : 2 : 4,1
Ostbairn, bunter Gn.	74,88	1,28	1,81	4,30	1 : 1,4 : 3,4

Durch eine Kluft in der allmählich fallenden Reihe des Kieselsäuregehaltes von dieser Gruppe getrennt haben wir die des *grauen Harz-Porphyr*s.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.Met.Verh.
Harz, grauer P.	64,96	0,84	2,13	4,99	1 : 2,5 : 5,9
Thüringen, Gr.-P.	63,29	1,22	1,92	4,70	1 : 1,6 : 3,9
	64,12	1,03	2,02	4,84	1 : 2 : 4,7

und von dieser wiederum getrennt den Trachyt von

Ponza	56,09	2,43	2,50	5,38	1 : 1,03 : 2,21
-----------------	-------	------	------	------	-----------------

2. Ordnung. Die Menge des Natrium ist die geringste Grösse.

Eine Veränderung gegenüber der Oxydreihe tritt hier nur insoweit und bei der ersten, dem dortigen Typus *Hessengranit* entsprechenden Gruppe ein, dass zu dieser hier noch das *Amiata-Gestein* hinzukommt.

Typus *Granit-Amiatis*.

Hessen, Marienhöhe, P.	77,53	1,28	0,18	3,52	7 : 1 : 20
» , Gr., rother	76,97	0,87	0,28	4,06	3 : 1 : 15
» , Gr , grauer.	73,28	1,80	0,24	4,30	7,5 : 1 : 18
Harz, rother P.	75,91	0,38	0,17	5,94	2,2 : 1 : 35
Schlesien, Mikrogr.	74,37	1,75	0,83	4,26	2 : 1 : 5
Island, Fagranes, Rhyol.	69,87	1,05	0,98	4,49	1,1 : 1 : 4,6
Sachsen, Altenberg, Gr.-P.	67,1	1,78	1,78	4,39	1 : 1 : 2,5
Mte. Amiata	64,97	2,29	1,94	4,60	1,2 : 1 : 2,4
Mittel.	72,50	1,40	0,80	4,45	1,8 : 1 : 5,6
Hessen, Gr. Gest., Mittel	75,61	1,32	0,24	4,05	5,5 : 1 : 17
Sachsen, mittlerer Gn.	69,61	1,40	0,59	3,62	2,4 : 1 : 6

Typus *Syenit*.

Sachsen, Plauen, S..	59,92	2,86	1,79	5,42	1,6 : 1 : 3
Piemont, Biella, S.	59,37	2,97	0,91	5,54	3,3 : 1 : 6
Mittel.	59,65	2,91	1,35	5,48	2,2 : 1 : 4

Typus *Bolsenit*.

Bolsena, Lava	55,10	2,68	1,98	8,94	1,4 : 1 : 4,5
Wyoming, Lava	55,41	3,57	1,40	9,23	2,6 : 1 : 6,6
Mittel.	55,25	3,12	1,69	9,08	1,8 : 1 : 5

II. GESTEINE DER NATRIUM-VORMACHT.

$$\Sigma \text{Na} \stackrel{\leq}{=} \Sigma \text{Ca} + \text{K}.$$

Hier ist die Anordnung dieselbe wie in der Oxydreihe, abgesehen davon, dass der Tyveholm-Porphyr sowie der Phonolith der Roche Sanadoire von der Einrechnung in den entsprechenden Gruppentypus ausgeschlossen wurden.

Typus *Domit*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.Met.Verh.
Euganæen, Oligokl. Tr.	68,35	1,41	5,20	2,06	1 : 3,7 : 1,5
Puy de Dôme, Domit	66,28	1,28	4,13	2,71	1 : 3,2 : 2
Pantelleria, Aug. Ad.	61,05	1,76	4,91	3,06	1 : 2,8 : 1,7
Mittel.	65,23	1,48	4,75	2,61	1 : 3,2 : 1,7

Typus *Rheinischer Rhyolith*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.Met.Verh.
Siebengebirge, Rhyol.	70,64	0,48	4,62	3,85	1 : 9,6 : 8
Ischia, Sodal.-Tr.	64,35	0,77	4,96	3,95	1 : 6,4 : 5,4
Harz, Keratophyr	61,18	0,36	4,59	4,14	1 : 12,7 : 11,5
Mittel.	65,39	0,54	4,72	3,98	1 : 8,8 : 7,4
Schweden jüngerer Gn.	71,78	0,83	4,54	3,44	1 : 5,5 : 4,1

Typus *Pantellerit*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.Met.Verh.
Transkaukasien, Rhyol.	76,41	0,72	3,30	2,29	1 : 4,6 : 3
Euganæen, Rhyol	75,40	0,60	3,96	2,24	1 : 6,6 : 3,7
Nayang, Rhyol.	75,02	0,35	4,77	0,59	1 : 13,6 : 1,7
Baveno, Gr.	73,47	0,84	4,46	2,40	1 : 5,3 : 3
Pantelleria, Pantellerit	69,05	0,98	5,20	2,85	1 : 5,3 : 3
Mittel.	73,87	0,70	4,34	2,07	1 : 6,2 : 3
Christiania, Tyveholm, Pt.	69,68	0,00	6,66	1,34	0 : 6,6 : 1,3

Typus *Phonolith*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.Met.Verh.
Rhön, Phonolith.	61,27	0,72	5,37	3,82	1 : 7,4 : 5,3
Böhmen u. Sachsen »	58,21	0,88	6,52	4,45	1 : 7,4 : 5
Hohentwiel »	55,11	1,50	7,57	2,91	1 : 5 : 2
Capverden »	54,94	1,05	6,74	4,97	1 : 6,4 : 4,7
Tripolis »	53,65	1,28	7,13	4,03	1 : 5,5 : 3
Sardinien, M. Ferru »	53,95	0,70	7,44	4,80	1 : 10,6 : 7
Velay, Mt. Miaune »	58,51	1,09	7,44	3,90	1 : 7 : 3,6
England, Wolfrock »	56,43	1,00	8,24	2,29	1 : 8 : 2,3
Fern. d. Noronha »	59,46	0,71	5,22	4,06	1 : 7 : 4,9
Mittel	56,83	0,99	6,85	3,91	1 : 7 : 4
Mt. Dore, R. Sanadoire. Phon.	59,84	1,12	5,67	4,58	1 : 5 : 4
Laacher See Leucitgest.	53,78	1,20	7,76	3,81	1 : 6,5 : 3

III. GESTEINE DER ALKALIMETALL-VORMACHT

$$\Sigma \text{Na} + \text{K} \underset{=}{\succ} \Sigma \text{Ca}.$$

Dass in dieser Gesteinsklasse die Gruppen hier meist ein andres Bild zeigen als in der Oxydreihe, ist nicht wunderbar; es erklärt sich dies aus der Verschiebung der Verhältnisszahlen; vielen in der Oxydreihe hierhergehörigen Gesteinen sind wir in der Metallreihe ja schon vorher begegnet. Ganz unverändert treffen wir desshalb in beiden Reihen nur die Gruppentypen Ferru-Trachyt der 1., und Puy-Andesit der 5. Ordnung.

1. Ordnung. $\text{Ca} \prec \text{K} \succ \text{Na}$;

In der Oxydreihe ist der erste hierhergehörige Typus von 67,23 SiO₂ und dem Alk. Verh. 1 : 1, 6 : 2, 1 nach dem *Lausitzer Granit* benannt und umfasst ausser diesen den Granit Badens, der Vogesen, von Creetown in Schottland, den Leinstergranit Irlands, Granitporphyre aus Schlesien und von Beucha in Sachsen und den Kersantit des Harzes; von Gneissen entsprechen ihm ausser den bei nachstehendem Typus angeführten noch der « rothe » Schwedens.

Typus *Baulit-Granit*.

	Si O ₂	Ca	Na	K	Alk. Met. Verh.
Island, Baula-Gestein	75,34	0,80	2,56	3,21	1 : 3,2 : 4
Schottland, Peterh. Gr.	73,70	0,77	3,12	3,67	1 : 4 : 4,7
Cornwall, Gready, Gr.	69,64	1,00	2,60	3,38	1 : 2,6 : 3,4
Minnesota, Gr.	68,88	1,73	3,12	3,96	1 : 1,8 : 2,3
Schottland, Creetown, Gr.	68,04	2,08	2,41	3,23	1 : 1,1 : 1,6
Lausitz, Gr.	67,15	1,57	2,17	3,04	1 : 1,4 : 2
Sachsen, Beucha, Gr.-P.	66,3	1,64	2,59	3,65	1 : 1,6 : 2,2
Donegal, Gr.	63,78	1,78	2,95	3,70	1 : 1,6 : 2,1
Vogesen, Gr..	62,79	2,22	2,44	4,23	1 : 1,1 : 1,9
Harz, Kersantit	62,00	0,73	1,32	2,04	1 : 1,8 : 2,8
Mittel	67,76	1,43	2,52	3,41	1 : 1,7 : 2,4
Sachsen, Granulit	74,21	1,09	2,09	2,95	1 : 1,9 : 2,7
Schweden, älterer Gn.	72,19	1,59	2,02	3,25	1 : 1,3 : 2
» grauer Gn.	70,87	1,24	2,38	3,43	1 : 1,9 : 2,7

Typus *Ferru-Trachyt*.

Sardinien, M. Ferru, Tr.	56,06	2,30	4,17	5,73	1 : 1,8 : 2,5
Bolsena, Tr.	59,22	2,11	3,61	5,52	1 : 1,7 : 2,6
Portugal, Foyait.	56,23	1,70	2,84	4,42	1 : 1,7 : 2,6
Mittel	57,17	2,04	3,54	5,16	1 : 1,7 : 2,6

Typus *Minette-Porphyr*it.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk. Met. Verh.
Washoe, Dacit	67,81	2,25	2,20	3,19	1,02 : 1 : 1,45
Harz, Pt	63,25	2,35	2,01	3,06	1,17 : 1 : 1,52
Heidelberg, Minette	55,99	3,08	0,97	4,03	3,20 : 1 : 4,15
Harz, Glimmer-M.	51,87	3,88	1,53	4,62	2,53 : 1 : 3,02
Mittel	59,73	2,89	1,68	3,72	1,7 : 1 : 2,20

In der Oxydreihe konnte für diese Ordnung ein Gruppentypus *Amiatit* ausgesondert werden (62,96 SiO₂; Alk. Verh. 1, 1 : 1 : 1, 8), welcher ausser dem Amiata-Gesteine den Dacit von Washoe und den Trachyt von Ponza umfasst.

Dem dortigen Typus *Minette* gehören ausser dem vorstehend angeführten Porphyr und Glimmer-Melaphyr des Harzes und der Heidelberger Minette noch an Granit aus England und Glimmer-Minette aus N.W. England. Es gehört aber dieser Typus dort, wie sein Alk. Verh. 2 : 1 : 2, 1 (58,44 SiO₂) anzeigt, gar nicht dieser Ordnung an, sondern der folgenden, zu deren Gruppentypus er demnach in Parellele zu bringen ist und nicht zu der vorstehenden Gruppe *Minette-Porphyr*it, welche übrigens wohl besser in zwei Gruppen (mit der Grenzscheide bei 60 Proc. Kieselsäure) zu theilen ist.

2. Ordnung: Ca = K \searrow Na.

Wenn hier und im Folgenden Gleichheit von Metallmengen verlangt wird, so ist diese Forderung natürlicher Weise nicht ganz streng aufgefasst, sondern die Gleichheit erscheint schon gegeben, wenn die beiden zu vergleichenden Mengen nicht mehr als um den fünften Theil der geringeren derselben von einander abweichen.

Typus *Syenit-Dacit*.

England, Gr.	67,12	2,56	1,91	2,98	1,35 : 1 : 1,56
Siebenbürgen, Dacit	64,25	3,07	1,84	2,83	1,67 : 1 : 1,54
Vogesen, Gr.-P.	62,22	3,01	1,95	3,13	1,54 : 1 : 1,60
Ungarn, Hodritsch, S.	61,73	3,22	2,31	3,22	1,40 : 1 : 1,40
Steiermark, Gleichenb., Tr.	61,49	4,18	3,16	3,48	1,30 : 1 : 1,10
Odenwald, Glimmer-S.	57,33	4,04	1,15	3,65	3,50 : 1 : 3,20
N.-W. England, Glim -Minette	53,98	3,52	1,53	4,06	2,30 : 1 : 2,65
Mittel	61,16	3,37	1,98	3,34	1,70 : 1 : 1,70

3. Ordnung. Na = K \searrow Ca.

Die Gesteine dieser Ordnung sind in der Oxydreihe zu einer einzigen Gruppe zusammengefasst, die nach dem Praedacit von Christiania als *Christianit* bezeichnet ist und bei 69,90 SiO₂ dem Alk. Verh. 1 : 2,3 : 2,4 folgt; dieselbe umfasst dort den Passauergranit Ostbairerns, den Protogin der Alpen, neben dem Christiania-Praedacite den Örebrogranit Schwedens, die Granite von Strontian und Peterhead in Schottland, von Donegal, von Gready in Cornwall und aus Minnesota, den Glimmerporphyrit Thüringens, Felsophyr von Lugano, das Baulagestein Islands, den Liparit von Lipari und den Dacit von Shoshone Peak.

Typus *Granit-Andesit*.

	Si O ₂	Ca	Na	K	Alk.	Met.	Verh.
Böhmen, Gebirgsgranit.	70,38	1,95	2,55	2,47	1	1,3	1,3
Tirol, Klausen, Quglim-Diorit	70,17	2,38	2,79	2,68	1	1,17	1,13
Shoshone P., Dacit	70,17	1,63	2,41	2,69	1	1,5	1,6
Californien, Lassens P. Dac.	69,36	2,26	3,01	2,50	1	1,3	1,1
Schottland, Strontian, Gr.	69,03	1,80	2,96	3,34	1	1,6	1,8
Schweden, Hornbl.-Gr.	67,31	2,57	2,80	2,82	1	1,1	1,1
Euganaeen, Tr.	63,31	2,37	3,93	3,38	1	1,66	1,43
Siebengebirge, Hornbl.-Ad.	60,80	3,07	3,61	3,14	1	1,18	1,02
Mittel.	67,82	2,25	3,01	2,88	1	1,33	1,28
Norwegen, Bäckel., Pt.	85,68	1,01	1,16	1,18	1	1,1	1,1
Laacher See, Leucitgest.	48,29	3,97	6,34	5,61	1	1,6	1,4

Typus *Granit-Trachyt*.

Lugano, Felsophyr	73,01	0,81	1,69	1,90	1	2,0	2,3
Alpen, Protogin	72,68	1,52	3,25	3,03	1	2,1	2,0
Syene, Gr.	70,85	1,27	3,36	2,93	1	2,6	2,3
Schweden, Örebro-Gr.	69,19	1,32	2,99	3,29	1	2,3	2,5
Nassau, Balduinst., P.	68,75	0,88	3,98	3,50	1	4,5	4,0
Christiania, Prädacit	66,55	1,21	3,79	4,31	1	3,1	3,4
Siebengebirge, Tr.	64,72	1,28	3,78	3,48	1	3,0	2,7
Thüringen, Glimmer-Pt.	60,73	1,62	4,14	4,45	1	2,5	2,7
Mittel.	68,31	1,24	3,37	3,36	1	2,7	2,7

Typus *Nephelin-Syenit*.

Cap Verden, Neph.-S.	55,76	1,61	5,14	4,43	1	3,2	2,8
S. Monchique, Foyait.	53,95	1,37	6,38	5,82	1	4,7	4,3
Mittel.	54,85	1,49	5,76	5,13	1	3,8	3,4

Die beiden vorgenannten Gesteine gehören in der Oxydreihe, wie auch mehrere der vorher angeführten, in die nächste Ordnung, sind aber dort wegen ihrer unsichern Typenwerthe nicht zu einem Gruppentypus zusammengefasst worden.

4. Ordnung. Ca \searrow Na \searrow K.

Diese Ordnung ist in der Oxydreihe reicher an Gesteinen, welche dort, abgesehen von den vorerwähnten Nephelin-Syeniten und dem Melanit-haltigen Leucitgesteine des Laacher Sees, zu folgenden Gruppen zusammengestellt sind:

Typus *Drachenfels-Trachyt*, 67,36 SiO₂; Alk. Verh. 1 : 2,4 : 1,8, umfasst ausser diesem Gesteine den Granit von Syene, den Porphyrit von Balduinstein in Nassau, Liparit von Pantelleria und Trachyt der Eganäen.

Typus *Böhmischer Gebirgsgranit*, 70,26 SiO₂; Alk. Verh. 1 : 1,3 : 1. Neben genanntem Granite steht hier: Baldersaasgranit und Hornblende-Granit aus Schweden, Quarzglimmerdiorit von Klausen in Tirol und Porphyrit von Bäckelaget, Dacit von Lassens Peak in Californien.

Typus *Yate-Andesit*, 64,00 SiO₂, Alk. Verh. 1,4 : 2 : 1, entspricht der weiterhin angeführten Gruppe, umschliesst aber noch den Hornblende-Andesit des Siebengebirges.

Typus *Normaltrachyt*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.	Met.	Verh.
Island, normaltrachyt. Gest. (A).	76,00	0,95	3,07	2,47	1	3,2	2,6
Schweden, Baldersaas. Gr.	74,07	1,66	3,41	2,28	1	2,0	1,4
Pantelleria, Liparit	67,18	1,98	4,36	3,32	1	2,2	1,7
Mittel.	72,42	1,53	3,61	2,69	1	2,3	1,7
Island, normaltrach. Magma (B).	76,67	1,05	3,10	2,65	1	3,0	2,5

Typus *Yate-Andesit*.

Tolfa, Liparit	67,61	2,65	4,08	2,00	1,3	2	1
Chile, Yate, Ad.	63,59	2,66	4,24	1,75	1,5	2,4	1
Mittel.	65,60	2,65	4,16	1,87	1,4	2,2	1
Odenwald, Nephelinit	45,93	4,87	6,27	3,13	1,5	2	1

5. Ordnung. Ca = Na > K.

Typus *Puys-Andesit*.

	Si O ₂	Ca	Na	K	Alk. Met. Verh.
Mte. Tonale, Tonalit.	66,91	2,66	2,47	0,71	3,7 : 3,5 : 1
Pfalz, Oberhausen, Othp	64,72	2,82	2,62	1,95	1,4 : 1,3 : 1
Lugano, schwarz. P.	62,48	2,68	2,79	2,58	1,04 : 1,1 : 1
Nassau, Diez, Kers.	61,28	2,28	2,22	0,70	3,3 : 3,2 : 1
Auvergne, Hornbl.-Ad.	61,22	3,43	3,88	2,11	1,6 : 1,8 : 1
Java, Augit-Ad..	59,92	4,28	4,23	2,33	1,8 : 1,8 : 1
Baiern, Hof, Diorit.	51,02	3,97	4,05	2,85	1,4 : 1,4 : 1
Fichtelgeb., Kers.	50,92	2,93	2,74	1,87	1,5 : 1,4 : 1
Mittel.	59,81	3,13	3,13	1,90	1,6 : 1,6 : 1

Typus *Nephelिंगesteine der Rhön*.

Baden, Steinsberg, Npht.	50,64	3,18	2,98	1,17	2,72 : 2,55 : 1
Vogelsberg, Gunzenau, Npht.	49,35	4,22	5,20	2,01	2,10 : 2,58 : 1
" Meiches, "	43,89	7,55	6,77	1,43	5,2 : 4,7 : 1
Rhön, Poppenh., Buchonit.	45,86	5,95	6,19	3,29	1,8 : 1,9 : 1
" Bischofsh., N.-Bas.	42,18	6,75	7,01	2,93	2,3 : 2,4 : 1
Mittel.	46,38	5,53	5,63	2,17	2,5 : 2,6 : 1

Vorstehender Gruppe entspricht in der Oxydreihe der Typus *Nephelinit* (45,75 SiO₂; Alk. Verh. 2,9 : 2,8 : 1), der die Nephelinite des Odenwaldes und der Cap Verden noch mit umfasst, die sich allerdings beide auch dort den typischen Anforderungen schlecht fügen, indem die Differenzen der Kalk- und Natronmengen recht ansehnliche sind.

6. Ordnung: Na < Ca > K.

Typus *Monzonisyenit*.

Banat, Szaska, S.	65,84	3,38	2,19	2,54	1,54 : 1 : 1,16
Mähren, Blansko, S.	61,72	4,20	2,31	2,79	1,8 : 1 : 1,2
Sachsen, Pt.	60,11	3,25	1,96	2,32	1,66 : 1 : 1,18
Monzoni, S.	58,51	5,15	2,36	3,56	2,2 : 1 : 1,5
Heidelberg, S.	53,79	4,62	2,41	3,17	1,9 : 1 : 1,3
Mittel.	59,99	4,12	2,25	2,88	1,9 : 1 : 1,3
Schlesien, Hockenberg, M.	56,52	3,79	2,75	2,98	1,4 : 1 : 1,1

Dem Typus Monzonisyenit steht in der Oxydreihe in Parallele der Typus *Monzonit-Dacit* mit 60,61 SiO₂ und dem Alk. Verh. 1,9 : 1 : 1,3; derselbe umfasst dort ausser den vorstehend angeführten Gesteinen (aber ohne den angehängten Hockenberg-Melaphyr) noch

den Syenit von Hodritsch in Ungarn, den Glimmersyenit des Odenwalds, Granitporphyr der Vogesen und den Dacit Siebenbürgens.

An Stelle des hier folgenden Gruppentypus tritt gleicherweise der Typus *Porphyrit-Andesit* (58,27 SiO₂; Alk. Verh. 2 : 1,4 : 1), welcher aber (abgesehen von dem nicht einberechneten Hockenberg-Melaphyr) den Trachyt von Gleichenberg in Steiermark mitumfasst.

Typus *Andengestein*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk. Met. Verh.
Californien, Mt Shasta, Ad.	62,00	3,83	3,18	1,22	3,1 : 2,6 : 1
Anden, Aug.-Ad.	60,53	3,97	3,26	1,76	2,26 : 1,85 : 1
Cevedale-Geb. Pt.	60,48	3,35	2,71	2,09	1,6 : 1,3 : 1
Pfalz, Oberhausen, Pt.	59,43	3,45	2,50	1,88	1,8 : 1,3 : 1
Westtirol, Proterobas	56,57	4,13	2,51	2,00	2,06 : 1,25 : 1
Thüringen, Melaphyr	55,89	3,89	2,59	1,78	2,2 : 1,5 : 1
Auvergne, Aug.-Ad	55,75	4,46	3,04	2,52	1,7 : 1,2 : 1
St. Stefano, Tr.	54,13	4,99	3,88	3,04	1,64 : 1,27 : 1
Mittel.	58,10	4,01	2,96	2,04	2 : 1,4 : 1
Kiffhäuser, Gneisse	58,33	4,03	2,48	2,10	2 : 1,2 : 1
Cap Verden, Nephelinit	42,39	6,60	5,36	1,76	4 : 3 : 1

IV. GESTEINE DER CALCIUM-VORMACHT.

$$\Sigma \text{Ca} \succ \Sigma \text{Na} + \text{K}.$$

1. *Ordnung* : Na < K.

Typus *Melaphyr-Basalt*.

Harz, schwarzer P.	56,86	4,67	1,75	2,27	2,7 : 1 : 1,3
„ deckenförm. M.	56,03	5,26	1,73	2,17	3 : 1 : 1,3
Mulatto, Predazzo, M.	52,54	5,26	2,01	2,63	2,6 : 1 : 1,3
„ gangförm. M.	48,44	7,90	1,51	2,68	5,2 : 1 : 1,8
Grödnerthal, Augitophyr	48,44	6,94	0,06	3,37	116 : 1 : 56
Aetna, älterer Bas.	51,66	7,99	1,57	1,71	5 : 1 : 1,1
Mittel.	52,33	6,34	1,44	2,47	4,4 : 1 : 1,7

Von dem Typus *Melaphyr* (52,46 SiO₂; Alk. Verh. 4,4 : 1 : 1,6) der Oxydreihe ist vorstehende Gruppe nur dadurch verschieden, dass hier noch der ältere Basalt des Aetna hinzugekommen ist.

Ebenso unterscheidet sich nachfolgende Gruppe von dem dortigen Typus *Leucillava der Eifel* (42,96 SiO₂; Alk. Verh. 5,5 : 1 : 1,4) nur darin, dass hier die Herchenberg-Lava mit einbezogen werden konnte, welche dort ganz gesondert steht.

Dagegen ist die darauffolgende Gruppe (Vesuvlava) beiden Reihen unverändert gemeinsam.

Typus *Leucitgestein der Eifel.*

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk.Met.Verh.
Eifel, Leucitlava	43,63	7,93	1,97	3,08	4 : 1 : 1,6
Laacher Sèe, Herchenberg-Lava	39,99	9,24	3,26	3,41	2,8 : 1 : 1,05
Mte. Ferru, Leucitgest.	42,30	7,86	0,97	2,43	8 : 1 : 2,5
Mittel.	41,97	8,34	2,07	2,97	4 : 1 : 1,4

Typus *Vesuvlava.*

Vesuvlaven, Mittel.	47,93	7,02	1,79	5,11	4 : 1 : 2,8
Albanergebirge, Lava	46,53	7,67	2,21	4,57	3,5 : 1 : 2,1
Frosinone, Lava	46,98	8,51	1,05	6,41	8 : 1 : 6
Mittel.	47,15	7,73	1,68	5,36	4,6 : 1 : 3,2
Vesuvlava v. 3.381.	48,21	6,95	1,68	5,07	4 : 1 : 3
» 1871	47,92	7,34	1,91	5,42	3,8 : 1 : 2,8
Vesuv-Aschen	47,96	7,43	1,31	3,07	5,6 : 1 : 2,3

2. Ordnung : Na > K.

Typus *Vogesen-Diorit.*

Piemont, Jvrea, Gabbro	56,46	4,70	2,18	0,83	5,6 : 2,6 : 1
Nassau, Burg, Proterobas	55,70	6,59	2,61	1,17	6 : 2,3 : 1
Vogesen, Diorit, Mittelz.	53,46	5,06	2,16	0,84	6 : 2,6 : 1
Böhmen, Diabas	51,16	5,87	2,70	0,72	8 : 4 : 1
Schweden, Diabas	50,20	5,43	2,44	1,10	5 : 2,2 : 1
Minnesota, Gabbro	49,15	5,87	2,84	1,33	4,4 : 2 : 1
Mosso, Olivindiabas	48,18	7,10	2,87	1,02	7 : 2,8 : 1
Fichtelgebirge, Proterobas	47,18	6,02	2,70	1,20	5 : 2,3 : 1
Mittel.	51,44	5,83	2,56	1,03	5,7 : 2,5 : 1
Vogesen, Gang-Diorit	55,98	4,30	1,81	0,59	7,3 : 3 : 1
» Stock-Diorit.	50,95	5,81	2,51	1,10	5,3 : 2,3 : 1

Dieser Gruppe entspricht in der Oxydreihe der Typus *Diorit-Diabas* (51,61 SiO₂; Alk. Verh. 6,6 : 2,8 : 1), der an Gesteinen ausser den auch hier angeführten noch weiter umfasst: Diorit und Melaphyr aus Minnesota.

Die folgende kleine durch geringern Kieselsäuregehalt von der vorigen getrennte, wegen unsichern und geringen Materials zweifelhafte Gruppe von Nephelin-haltigen Gesteinen steht nicht genau in Parallele zu einer solchen der Oxydreihe; dort enthält diese Ordnung zwar auch mehrere Gruppen von Nephelgesteinen, aber an anderer Stelle. Die beiden zunächst hier angeführten Gesteine sind dort nicht

dem Limburgit der Cap Verden, sondern dem Tephrit von dort zugesellt, welcher hier erst weiterhin mit dem Nephelin-Basalt von Klausen zu einer Gruppe vereinigt ist.

Typus *Nephelinit-Limburgit*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk. Met. Verh.
Nassau, Naurod, Nephelinit.	45,24	6,55	2,50	1,08	6 : 2,3 : 1
Meiches, Vogelsberg, N.-Bas	42,37	7,80	3,34	1,00	7,8 : 3,3 : 1
Cap Verden, Limburgit.	41,36	9,52	3,48	1,51	6,3 : 2,3 : 1
Mittel.	42,99	7,96	3,11	1,19	6,6 : 2,6 : 1

Typus *Dolerit-Diorit*.

Banat, Diorit	65,71	3,74	2,87	0,84	4,45 : 3,42 : 1
Tirol, Klausen, Norit	58,17	4,21	2,77	1,11	3,8 : 2,5 : 1
» Val Furno, Dior	57,85	5,05	2,98	1,02	5 : 2,9 : 1
Belgien, Quenast, Dior.	56,21	5,08	2,98	1,22	4,16 : 2,44 : 1
Vogelsberg, Ziegenhals, Dolerit	55,70	4,93	3,05	0,41	12 : 7,4 : 1
Hessen, Sababurg, Dol.	54,62	5,16	3,13	1,12	4,6 : 3 : 1
Südstaffordsh., Grünstein	49,86	6,22	3,89	0,47	13 : 8 : 1
Minnesota, Melaphyr.	49,50	5,82	2,85	0,75	7,8 : 4 : 1
Nassau, Diabas	46,52	5,01	3,02	1,23	4 : 2,5 : 1
Mittel.	54,90	5,02	3,06	0,91	5,5 : 3,4 : 1
Alpen, Durance, Variolit	52,79	4,21	2,27	0,96	4,4 : 2,3 : 1
Norheimer Tunnel, Gabbro	49,97	4,56	3,81	0,64	7 : 6 : 1
Nassau, Burg, Paläopikrit	40,37	3,38	2,67	0,68	5 : 4 : 1

Diese Gruppe wird in der Oxydreihe durch die Gruppe *Norit-Dolerit* (55,42 SiO₂; Alk. Verh. 6 : 3,5 : 1) vertreten, welche von vorgenannten Gesteinen den Melaphyr aus Minnesota nicht mit umfasst (und bei deren Typen-Berechnung die ihr hier nur angehängten Gesteine auch nicht mit berücksichtigt sind), dafür aber noch den Dolerit der Löwenburg im Siebengebirge umschliesst.

Dem folgenden Typus entspricht in der Oxydreihe der *Diorit-Dolerit* (53,23 SiO₂ Alk. Verh. 3,6 : 1,6 : 1), doch vereinigt derselbe nicht so viele Gesteine, indem dort fehlen der Diorit von Heidelberg und aus Minnesota, der Dolerit der Löwenburg und die Laven der Auvergne.

Dafür ist die der später folgenden Gruppe der Aetna-Laven dort in Parallele stehende des *Aetna-Basalt* (50,32 SiO₂; Alk. Verh. 8,3 : 2,5 : 1) umfangreicher, da sich dort mit den Aetna-Laven auch der ältere Aetna-Basalt sowie des Weiteren ausser den auch hier zusammengestellten Gesteinen mit diesen in eine Gruppe vereinigen lassen : der Melaphyr aus Böhmen, Laven der Auvergne und Basalt von Schelmeneck in der Rhön.

Typus *Dolerit-Suldenit*.

	SiO ₂	Ca	Na	K	Alk. Met. Verh.
Saar-Nahegebiet, Diabas	57,22	4,46	2,69	1,51	3 : 1,8 : 1
Cevedale-Geb., Suldenit	55,50	6,25	2,46	1,71	3,65 : 1,44 : 1
Pfalz, Melaphyr	55,17	4,87	2,12	1,54	3,16 : 1,37 : 1
Minnesota, Diorit.	55,14	5,73	2,33	1,22	4,7 : 1,9 : 1
Siebengeb., Löwenburg, Dol.	54,11	5,55	2,78	1,45	3,8 : 1,9 : 1
Westtirol, Labradorphyr	53,02	5,09	2,55	1,64	3 : 1,5 : 1
Südl. Rhön, Dolerit	51,90	5,30	2,49	1,96	2,7 : 1,3 : 1
Cevedale-Geb., Ortlerit, Mittel	51,50	5,21	2,55	1,97	2,6 : 1,3 : 1
Ob. Ruhrthal, Diab.	51,18	5,52	3,01	1,73	3,2 : 1,7 : 1
Heidelberg, Dior.	50,75	5,73	1,90	1,27	4,5 : 1,5 : 1
Hessen, Meissner, Mittel	50,39	7,06	2,59	1,83	3,8 : 1,4 : 1
Auvergne, Laven	48,65	7,43	2,37	1,51	4,9 : 1,6 : 1
Mittel.	52,88	5,68	2,49	1,61	3,5 : 1,5 : 1
Hessen, Meissner, Dolerit	52,46	6,81	2,72	1,71	4 : 1,6 : 1
Cevedale-Geb., Ortlerit typ.	48,95	5,28	2,39	2,46	2,2 : 1 : 1

Typus *Cap Verden-Tephrit*.

Cap Verden, Tephrit	44,53	6,45	3,93	2,16	3 : 1,8 : 1
Fichtelgeb., Klausen, Neph. Bas	42,72	8,10	2,56	1,61	5 : 1,6 : 1
Mittel.	43,62	7,27	3,24	1,88	4 : 1,7 : 1

Typus *Aetna-Laven*.

Siebenbürgen, Torocko, Augit-P.	53,14	5,18	1,12	0,98	5,3 : 1,1 : 1
Unt Mainthal, Bas.	50,97	6,57	2,28	0,96	7 : 2,4 : 1
Aetna-Laven.	49,84	7,44	2,44	1,03	7 : 2,3 : 1
Pantelleria u. Ferdinandea, Bas.	49,15	6,64	2,38	0,88	7,5 : 2,7 : 1
Schweden, Hyperit	47,58	7,16	1,69	0,92	7 : 1,8 : 1
Mittel.	50,14	6,60	1,98	0,97	7 : 2 : 1
Aetna, Lava v. 1669	49,51	8,88	1,21	0,52	17 : 2,3 : 1

Unter den nachstehend angeführten, an Kieselsäure armen Gesteinen ist die Abgrenzung von Gruppen noch sehr schwierig, hauptsächlich deshalb, weil von den meisten Gesteinen nur eine einzige Analyse und diese dabei oft auch noch von sehr zweifelhaftem Werthe (bezüglich Frische des Materials) vorliegt, die noch nicht einmal ausreicht, um den Gesteinstypus festzulegen; so gelingt denn auch nur für die durch zahlreichere Analysen vertretenen Basalte der Rhön eine geschlossene Gruppe aufzustellen, gerade so wie in der Oxydreihe. Der Nephelinbasalt der Eifel unterscheidet sich von ihr durch das Alkalien-Metall-Verhältniss, indem bei ihm die Calciummenge nur wenig mehr als die doppelte der Alkalien-Metalle beträgt, während sie beim Typus Rhönbasalt ungefähr die dreifache Summe erreicht. Mit dem Nephelinbasalt von Klausen, der hier schon mit dem Cap Verden-Tephrit zusammen angeführt wurde, bildet der *Nephelinbasalt der*

Eifel in der Oxydreihe eine Gruppe (42,67 SiO₂; Alk. Verh. 5,6 : 1,5 : 1), bei der anhangsweise die andern Nephelinbasalte von Rossdorf bei Darmstadt, Otterndorf in Schlesien und der Melilithbasalt vom Hochbohl angeführt sind, was hier nicht zugänglich ist. — Ebenso fällt hier die Gruppe des *Cap Verden-Limburgit* weg (41,80 SiO₂; Alk. Verh. 8,6 : 3 : 1), die ausser diesem den Limburgit vom Niederrhein umschliesst, welchem derjenige der Limburg dort angehängt war; das erstgenannte Gestein ist hier in die Gruppe des Nephelinit-Limburgit eingefügt, der niederrheinische Limburgit aber nimmt hier eine isolirte Stellung ein, vom Nephelinbasalt der Eifel, hinter dem er hier angeführt ist, durch sein Alk. Met. Verh. mit den hohen Werthen für Na und Ca geschieden.

Typus *Rhön-Basalt*.

	Si O ²	Ca	Na	K	Alk.	Met.	Verh.
Rhön, Hornblende-Basalt	42,20	8,73	1,99	1,09	8		1,8 : 1
» Basalt	38,82	10,48	2,48	1,02	10		2,4 : 1
Mittel.	40,51	9,60	2,23	1,05	9		2 : 1
Eifel, Nephelinbasalt	42,62	10,21	2,52	2,19	4,66		1,15 : 1
Niederrhein, Limburgit	42,24	8,40	2,98	0,29	9,4		3,3 : 1

Typus *Gabbro-Basalt*.

Toscana, Prato, Gabbro	55,58	8,60	2,29	0,34	25		6,7 : 1
Norwegen, Norit.	50,76	9,40	0,71	0,08	118		9 : 1
Nieder-Östreich, Gabbro	47,85	10,13	1,16	0,12	84		9,7 : 1
Cascadengebirge, Dolerit	47,54	8,35	2,29	0,13	64		17,6 : 1
Rhön, Schelmeneck, Bas.	46,92	7,62	2,76	0,30	25		9 : 1
Mittel.	49,73	8,82	1,84	0,19	45		10 : 1

Typus *Dolerit-Gabbro*.

Costarica, Dol.	54,28	7,50	1,46	0,32	23		4,6 : 1
Norwegen, Gabbro	52,09	6,42	1,00	0,43	15		2,3 : 1
Oregon, Dalles, Dolerit	51,86	6,57	0,64	0,22	30		3 : 1
Hawaii, Kilauea, Bas.	51,05	7,38	1,00	0,96	8		1 : 1
Harz, Gabbro	50,62	7,03	1,72	0,67	10,5		2,5 : 1
Schlesien, Neurode, Gabbro.	49,73	7,31	2,39	0,45	16		5 : 1
Island, normalpyrox. Gest.	48,95	8,46	1,57	0,44	19		3,5 : 1
Mittel.	51,23	7,24	1,40	0,50	14,5		2,8 : 1
Harz, Diabas	46,43	8,43	2,18	0,51	16,5		1,3 : 1
Island, normalpyrox. Magma	48,47	8,47	1,45	0,54	16		1,8 : 1
Böhmen, Melaphyr	54,95	7,50	2,97	0,54	14		5,5 : 1

Den beiden letzten Gruppen entspricht in der Oxydreihe nur die eine des *Gabbro-Dolerits* mit 51,06 SiO₂ und dem Alk. Verh. 25 : 4 : 1, in welche die Gesteine jener beiden, jedoch mit Ausnahme des Basalts von Schelmeneck, eingeschlossen sind.