

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Systematik der Eruptivgesteine.

Von Paul Niggli.

Mit 1 Textfigur.

In letzter Zeit sind zwei wichtige Arbeiten (1 u. 2) aus dem Gebiet der Eruptivgesteinskunde erschienen, die es mir wünschenswert erscheinen lassen, Resultate eigener Untersuchungen, die auf Jahre zurückgehen, in einer vorläufigen Notiz zu veröffentlichen¹.

Wie ich bereits in einer 1919 erschienenen Arbeit (6, p. 180) erwähnt habe, bin ich mit einem Sammelwerk über petrographische und mineralogische Provinzen beschäftigt. Die Arbeit mit Hunderten von Differentiationsdiagrammen ist nahezu abgeschlossen, der Druck wird aber bei den jetzigen Verhältnissen nicht so rasch erfolgen können. Im Verlauf dieser Arbeit haben sich naturgemäß neue Gesichtspunkte für die Systematik der Eruptivgesteine ergeben, Gesichtspunkte, die bereits in einem demnächst erscheinenden „Lehrbuch der Mineralogie“ kursorisch Berücksichtigung erfahren haben.

Ich hielt es für am zweckmäßigsten, die gesamten Befunde in einer Publikation zu vereinen, da nur eine eingehende Diskussion das Zwingende in der Darstellung zeigen kann. Wenn ich nun von diesem Vorsatz abweiche, so liegt der Grund darin, daß die zwei oben genannten Arbeiten erschienen sind, die sehr viele Berührungspunkte mit meiner Arbeit haben und die sicherlich große Beachtung erfahren werden.

Ähnlich wie OSANN habe auch ich Typen des magmatischen Chemismus aufgestellt, ähnlich wie HOMMEL hat sich mir eine teilweise Neueinteilung der Gesteine ergeben, basierend auf physikalisch-chemischen Erwägungen und unter Berücksichtigung der natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen. Eine neue Analysenberechnung und graphische Darstellung ist bereits in drei Publikationen angewandt worden (3; 6; Lehrbuch). Bei vielen Berührungspunkten, besonders mit der Arbeit von HOMMEL, sind auch viele Abweichungen zu verzeichnen, und es mag den jetzt petrographisch tätigen Forschern erwünscht sein, wenigstens auszugsweise einige meiner Resultate kennen zu lernen.

Selbstverständlich kann ich hier in eine Erörterung des „warum“ nicht eintreten; wo es möglich ist, verweise ich auf ältere Arbeiten von mir, um wenigstens Andeutungen dafür zu geben.

¹ Die fetten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

Die Berechnung der Werte *si*, *al*, *fm*, *c*, *alk*, *k*, *mg* ist bereits (in 4, p. 127 u. 6, p. 180) erläutert. Alle Daten, die HOMMEL für wichtig hält, ergeben sich aus meinen Werten ebenfalls¹. Der Vorteil der Darstellung im Dreieck, Tetraeder oder in Differentiationsdiagrammen braucht hier nicht näher erläutert zu werden, er wird dem, der damit arbeitet, bald erkenntlich sein.

Dem Chemismus nach habe ich die Tiefengesteine in Familien zusammengefaßt unter möglicher Anlehnung an die ROSENBUSCHsche Benennung. Kennt man einige wenige chemische Beziehungen zwischen den Mineralien (siehe z. B. 7, p. 62 u. Lehrbuch), so lassen sich die möglichen Mineralbestände daraus leicht ableiten. Die wichtigsten finden sich in den Tabellen 1—3 zusammengestellt.

Der eingehende Vergleich der Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Gesteinen petrographischer Provinzen zeigte mir, daß drei Haupttendenzen auseinander zu halten sind, deren charakteristische Produkte ich der Kürze halber bezeichne als gehörig zur:

- I. Kalk-Alkalireihe = gabbrodioritische Reihe (pazifischer Provinzialtypus s. str.),
- II. Natronreihe = foyaitisch-thermalitische Reihe (atlantischer Provinzialtypus s. str.),
- III. Kalireihe = syenitisch-(monzonitisch-)shonkinitische Reihe (mediterraner Provinzialtypus s. str.).

Es ist interessant, daß diese drei Reihen nahezu denen von HOMMEL (2, p. 100) entsprechen. Doch hat HOMMEL weiterhin davon keinen Gebrauch gemacht. Auch bei mir nimmt die III. Reihe eine Zwischenstellung zwischen den extremen I und II ein. Selbst physikalisch-chemisch ist meine Begründung eine ähnliche, wie ich übrigens bereits in 5, p. 645 ausführte. Doch lege ich das Hauptgewicht auf die Verschiebung der chemischen Gleichgewichte in der flüssigen Phase (7, p. 57 ff.), ohne die Mitwirkung von Kristallisationsvorgängen in sehr vielen Fällen abstreiten zu wollen. Nur ist zu beachten, daß viele Faktoren die chemischen Gleichgewichte verschieben können. (Über Differentiation siehe 8 u. 3, p. 123 ff.)

Die drei Reihen lassen sich physikalisch-chemisch und mineralogisch kurz folgendermaßen charakterisieren:

I. Hauptreihe. Kalk-Alkalireihe.

Unter der Silifizierungs- bzw. Entsilifizierungsreaktion spielt nur (siehe 5 u. 7) die Reaktion:



(R = Fe, Mg) für die Deutung des Mineralbestandes eine Rolle. Sonst bleibt so viel SiO_2 übrig, daß die höchstsilifizierten Almosilikate auftreten und keine Feldspatstellvertreter oder Alkaliaugite bzw. Alkalihornblenden auskristallisieren. Während des ganzen

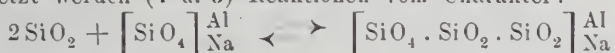
¹ z. B. die Quarzzahl. Das Verhältnis der Feldspatmolekeln kann aus der Projektion ebenso abgelesen werden usw.

Verlaufes der Differentiation sind die Gleichgewichte, wie wir sie unter II kennen lernen werden, nach rechts verschoben. Biotit tritt allerdings auf, aber beherrscht die Differentiation nicht in dem Maße, wie es die von ihm abhängigen Reaktionen in der III. Reihe tun.

Über olivinreiche Gesteine gelangt man zu Gesteinen reich an Angiten oder Hornblenden und kalkreichen Plagioklasen (Gabbros, Norite). Dann nimmt der Albitanteil im Plagioklas zu, Biotit tritt häufiger auf (Diorite); schließlich beginnen neben natronreichem Plagioklas Orthoklas und Quarz eine dominierende Rolle zu spielen (Quarzdiorite, Granite). Anorthositische Gesteine zweigen sich als Teilsreihe von Ossipiten und Forellensteinen ab. Typische alte Magmaprovinzen von diesem Charakter findet man in den Grundgebirgen von fast ganz Festlandseuropa (Alpen, Harz, Odenwald, Erzgebirge usw.). Die z. T. jüngeren petrographischen Provinzen der Sierra Nevada, des Electric Peak's, des Lassen Peak's von Nordamerika, der Kleinen Antillen stellen ebenfalls Musterbeispiele dar. Diagramme von Differentiationen mit vorwiegend diesem Charakter sind beispielsweise die Diagramme vom Gotthardmassiv (6, p. 205) und vom Electric Peak (4, Fig. 122, p. 233).

II. Natronreihe.

Jetzt werden (4 u. 5) Reaktionen vom Charakter:



nach links hin verlaufend von großer Bedeutung. Das heißt: im Verlaufe der Differentiation verschieben sich Gleichgewichte dieser Art so weit nach links, daß Feldspatstellvertreter auskristallisieren können und durch Wanderungen daran reiche Gesteine entstehen.

Auch Molekeln $\left[\text{SiO}_4 \cdot \text{SiO}_2\right]_{\text{Na}}^{\text{Fe}}$ usw. kommen in größerer Konzentration vor. Von basischen Gesteinen ausgehend tritt mit zunehmendem Kieselsäuregehalt Plagioklas zurück, während Nephelin und Verwandte, sowie Lepidomelan, Alkaliangite, Alkalihornblenden wesentlich werden. Die letzteren beiden reichern sich in den Evisiten (Riebeckit-Ägiringraniten und -Syeniten, Lujavriten, Osannithornblenditen usw.) oft stark an.

Provinzen von ausgesprochenem atlantischen Charakter sind unter anderem das Kristianagebiet, das Ijolithgebiet von der Halbinsel Kola, das Gebiet von Julianehaab in Grönland, Essex County in Nordamerika, manche Teile von Madagaskar, die Gegend von Rio de Janeiro in Brasilien, der Sierra de Monchique auf der Iberischen Halbinsel. Viele tertiäre Vulkangebiete hauptsächlich der Umrahmung des Atlantischen Ozeans sind Natronprovinzen. Die ostafrikanischen Eruptivgesteine, die Gesteine von Madeira, die Gesteine des Böhmisches Mittelgebirges, die meisten deutschen Basalte sind hierher zu rechnen. An seltenen Eruptivgesteinsmineralien, an Variabilität der Mineralassoziationen sind diese Provinzen reicher als die pazifischen.

Teildiagramme zeigen die Fig. 19, 6, p. 210 (Hegau) und Fig. 131, 3, p. 241 (evistisch-pantelleritisch).

III. Kalireihe.

In sehr vielen Beziehungen nimmt diese Reihe physikalisch-chemisch und auch mineralogisch eine Zwischenstellung ein. Ähnlich dem Natronalumosilikat kann das Kalialumosilikat zerfallen, nur wiegt hier



offenbar vor. Aber nun kann sich bei Anwesenheit von H_2O ein Doppelsalz mit Olivinmolekeln bilden: der Biotit. Dessen Konzentrationsverhältnisse scheinen wenig vom SiO_2 -Gehalt abhängig zu sein. Wiegt nun Kali vor, so entstehen durch unvollständige Differentiation die Gesteine dieser Reihe. Sie zeigen daher Anklänge sowohl an den pazifischen als auch an den atlantischen Typus. Sie finden sich häufig mit beiden vergesellschaftet, können aber auch ganz ausgesprochen selbständige Provinzen bilden. Hier ist immer an die Beziehungen Biotit + Orthoklas = Leucit + Olivin und an die Pseudoleucitbildung zu denken. Tut man dies, so wird man die Verwandtschaft zwischen Quarzsyeniten, Syeniten, Monzoniten, Shonkiniten und manchen Lamprophyren leicht verstehen. Gegen hohen *si*-Gehalt hin verwischen sich die Grenzen mit denen der gewöhnlich granitischen Gesteine. Es erscheint als ganz selbstverständlich, daß in einem großen Granitherd sekundäre Differentiationen syenitische und monzonitische lamprophyrische Gesteine erzeugen können. Andererseits steht die III. Gesteinsreihe über die foyaitischen (leucitsyenitischen) Gesteine mit der atlantischen Provinz in Verbindung, so daß auch etwa die Assoziation Granit-Syenit-Monzonit-Foyait Verwirklichung erlangt. Nehmen wir die Kenntnis der wichtigen Gesteinsnamen vorweg, so ergibt sich etwa der durch das Schema Fig. 1 dargestellte hauptsächlichste Zusammenhang der drei Reihen, wobei von der Berücksichtigung einiger untergeordneter assoziativer Verbandsverhältnisse abgesehen wurde. *si* nimmt nach links hin ab.

Anf die auch von HOMMEL mehrfach benutzte Beziehung des Leucites zu Tiefengesteinsmineralien habe ich in 3, p. 207 hingewiesen. Über die Hornblendebildung siehe 3, p. 207 und 9. Sicher ist, daß diese III. Reihe in bezug auf Erhaltung der chemischen Typen die unstabilste ist, da sie gerne in andere übergeht und zerfällt. Auch scheinen typisch abyssische Gesteine fast ganz zu fehlen. Das bedeutet, daß die zur Erhaltung derartiger Chemismen nötigen Verhältnisse nur unter besonderen Bedingungen vorhanden sind.

Provinzen derartiger Gesteine findet man in den Highwood Mountains, den Little Belt Mountains und dem Abasaroka Range von Nordamerika. Besonders charakteristisch sind die Erguß-

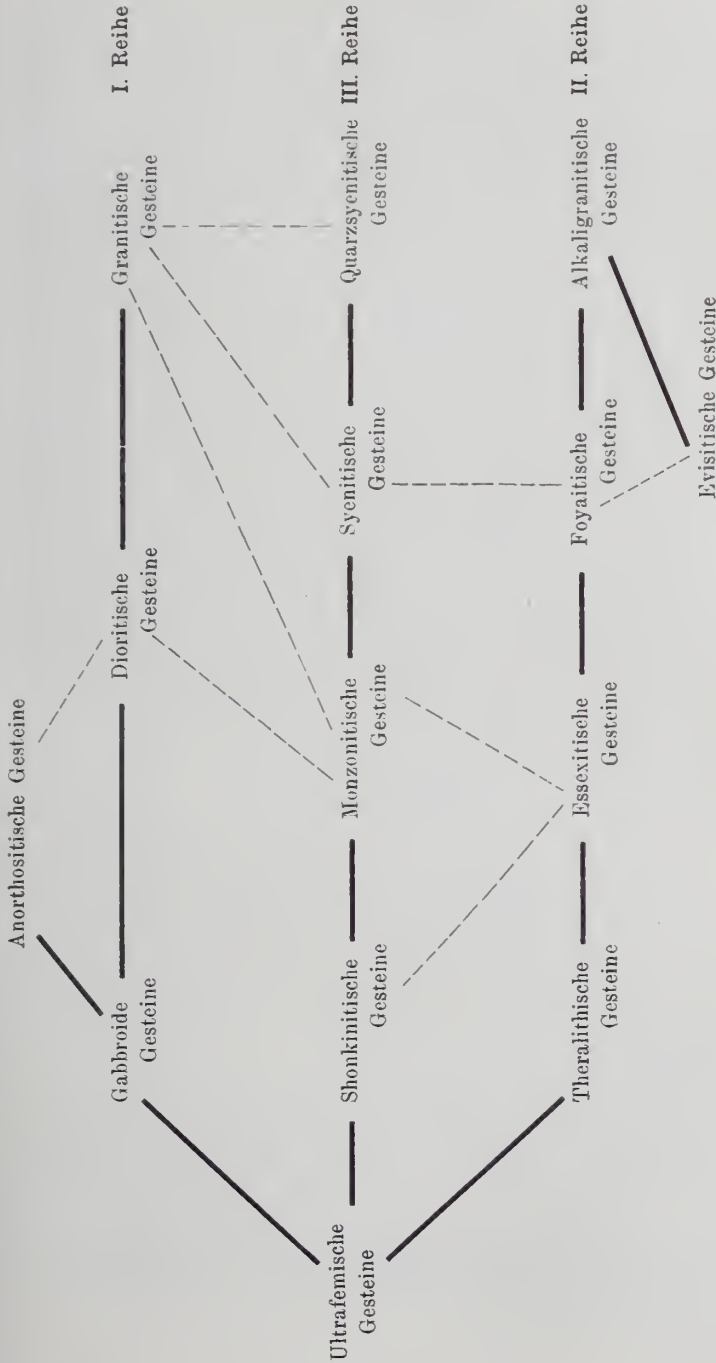


Fig. 1.

gesteinsprovinzen von Mittelitalien, der Leucite Hills von Wyoming (Nordamerika), der Vulkane Pic de Maros auf Sumatra und Mount Mourah auf Java. Es sind das Hauptvorkommnisse des Minerals Leucit. Einen Übergang zu den atlantischen Gesteinen, diesen näherliegend, stellt die Vulkanprovinz des Laacher Seegebietes (Rheinlande) dar (Leucit, Hauyn, Sodalith, Nosean, Sanidin, Nephelin). Einen ähnlichen Übergang findet man in den Gesteinen des Magnet Cove von Arkansas. Die Syenitprovinz von Meißen (Sachsen) schließt sich pazifischen Assoziationen an, wie in mehr sekundären Differentiationen (z. B. lamprophyrischen Abspaltungen) großer Granitgebiete häufig Differentiationstendenzen der III. Gruppe Verwirklichung erlangen. Sammeltypen verschiedener Gesteine sind das Monzongebiet von Südtirol, die Crazy Mountains von Nordamerika. (Im großen und ganzen Differentiation in Richtung der durchbrochenen Linien von Fig. 1). Es ist überhaupt nicht zu folgern, daß die Gesteine der drei Provinzen immer getrennt vorkommen müssen. Die eine oder andere Ausbildung hängt nach unseren Darlegungen wesentlich von der Art der innermagmatischen Gleichgewichte ab, und diese können in einem Magmaherd temporal oder lateral (in der Zeit oder im Raum) den äußeren Bedingungen entsprechend wechseln. Auch sind die magmatischen Provinzen nicht immer ausgesprochen von einem Typus. Alle möglichen Übergänge lassen sich an Beispielen belegen. Außerdem zeigt jede petrographische Provinz noch einen individuell-regionalen Charakter, der oft auch in den Mineralassoziationen seinen Ausdruck findet. Hinsichtlich aller Einzelheiten muß auf später verwiesen werden. Diagramme findet man in 3, p. 134 (Little Belt Mts.), 6, Fig. 11 und 12, p. 208—209 (Untercengadin z. T.).

Schon die einzelnen Familien lassen sich in chemischer Beziehung eindeutig gegeneinander abgrenzen. Nur muß man sich, um natürliche Grenzlinien zu bekommen, auf das gesamte vorhandene Analysenmaterial stützen, wobei einige Grenzgesteine verschoben werden. Man darf nicht willkürlich das Eruptivfeld in gleich große Teile trennen. Die eine (natürliche) Familie hat eine größere Variationsbreite als die andere. Jede Familie zerfällt weiterhin in Typen, für die hinsichtlich der chemischen Abgrenzung das gleiche gilt.

Auf die ganze Bearbeitung des statistischen Materials kann hier nicht eingegangen werden, ich will nur die Mittelwerte der wichtigen Typen für die drei Reihen tabellarisch zusammenstellen (Tabelle 4—6), wobei ungeteilt die ultrafemischen Gesteine der I. Reihe zugeordnet sind. Betrachtet man die Isosalieverhältnisse (siehe 6), die Differenzen $al - alk$, die Abhängigkeit von al und fm vom si -Gehalt, die Abhängigkeit der k - und mg -Werte von si und voneinander, so wird man leicht die einzelnen Reihen chemisch charakterisieren können.

Was nun die Gang- und Eruptivgesteine betrifft, so müssen sie meiner Ansicht nach den chemisch zugehörigen oder verwandten Tiefengesteinen angegliedert werden, in noch strengere Sinne als das ROSENBUSCH getan hat. Die HOMMEL'sche Klassifikation ist in dieser Beziehung inkonsequent, denn das rasche Erstarren der sich kaum mehr differenzierenden Ergüsse hat, auch wenn man HOMMEL's hypothetischen Schlußfolgerungen über den Mechanismus der Differentiation zustimmt, nichts zu tun mit der Geschwindigkeit der Differentiationssonderungsprozesse. Wohl kann für die verschiedenen Differentiationsprozesse selbst wieder normalerweise die Tiefe eine maßgebende Rolle spielen. Aber sie ist nur einer der vielen bestimmenden Faktoren. Die Klassifikation in Tiefengesteine, Ganggesteine und Ergußgesteine bezieht sich auf die Ortslage (bezw. die Verhältnisse) bei der Schlußerstarrung, nicht auf die Ortslage der Differentiation. Der chemische Bestand braucht von diesen letzten Bedingungen nicht mehr abhängig zu sein, mit ihnen stehen Form der Lagerstätte, Mineralbestand, Struktur und Textur in Beziehung. Davon, daß eine Zuordnung dieser Art möglich ist, habe ich mich überzeugt. Daß einige Typen mit Tiefengesteinscharakter selten sind, spricht nicht dagegen. Der Gruppe der Lamproite (lamprophyrische Ergüsse) kann auch unter den Tiefengesteinen (in gewöhnlichem Sinne) ein Platz gelassen werden, da schlierenartige Produkte ähnlicher Zusammensetzung mit Tiefengesteinscharakter vorkommen können. Über die Zuordnung der Gang- und Ergußgesteine im großen geben die Tabellen 1—3 Auskunft.

Um die weniger bekannten Typennamen zu erläutern, seien zum Schluß noch einige Gesteine genannt, die dazu gehören.

Aplitgranite: z. B. aplitischer Ilsesteingranit (Harz); Biotitgranit, Stolpen (Lausitz).

Engadinite: z. B. Tinnagranit, Småland; Kerngranit, Brockenmassiv; Plattamalagranit (Engadin).

Yosemitite: z. B. Biotitgranit, Amtshainersdorf, Lausitz; Biotitgranit, Yos. Valley, Californien.

Opdalite: z. B. Opdalit, Opdal Inset (Norwegen); Quarzmonzonit, Vadret da Roseg (Engadin).

Trondhjemitite: z. B. Trondhjemit, Opdal Inset (Norwegen).

Plagioklasgranite: z. B. Granodiorit, Indian Valley, Californien.

Ossipite: z. B. Ossipit, Black Cascade, Tripyramid Mts. N. H.; Forellenstein, Nenrode (Schlesien).

Natronsyenite: z. B. Na-Syenit, Kiirnavaara (Schweden).

Evisite: z. B. die Ägirin- und Riebeckitgranite und -syenite von Evisa (Corsica).

Monmouthite: z. B. Monmouthit von Canada.

Nosykombite: z. B. nephelinreicher Covit von Nosykomba, Madagaskar; Canadit von Almunge (Schweden).

Kalk-Alkalireihe Tabelle 1	Mit Quarz; natronreicher Plagioklas vorhanden	Kalifeldspat + natronr. Plag.	Ohne Quarz; mit weit vorwiegendem Plagioklas Alkalifeldspat fehlend od. sehr untergeord. (Mangerit.)
Gew. Augit Orthaugit Gew. Hornblende Biotit	Jung: Liparite, Rhyolithe, Quarzlatite, Dacite (± Andesite) Alt: Quarzporphyre, Quarzporphyrite bis Porphyrite	Weit vorwiegend natronr. Plag.	Andesin—Labradorandesin Labradorit—Bytownit
In kieselsäurereichen Gesteinen hie und da Muscovit (sekundär-pneumatolytisch)	Granitporphy Aplit Granitische Gest.	Quarzdioritporphyrit Plag.-Aplit Quarzführende dioritische Gest. (Quarzdiorite s. l.)	Andesite Porphyrite Dioritporphyrit Quarzfremde dioritische Gest. Wenn sehr plagioklasreich = ossipitisch-anorthositisch
al durchwegs >> alk Im allg. mit sinkendem <i>si</i> sinkendes <i>k</i> und wachsendes <i>mg</i> Isografie meist bei <i>si</i> ≥ 180, oder dann <i>c</i> >> alk	Aplitgranitisch <i>si</i> > 400 Engadinitisch etwas höheres <i>fm</i> Für Granodiorite <i>c</i> : <i>fm</i> größer als für Granite Opdalite <i>si</i> 260—200 bei <i>al</i> ~ <i>fm</i> und <i>c</i> ~ alk	Gegenüber den granitischen Gesteinen <i>k</i> kleiner, oder wie bei Tonaliten die Differenz <i>al</i> — <i>alk</i> bedeutend größer	Normalgabbroide-noritische Gesteine schließen an die dioritischen an In den ossipitischen Gest. <i>al</i> ~ <i>fm</i> ~ <i>c</i> (groß) In anorthositischen Gest. <i>al</i> und <i>c</i> hoch, <i>fm</i> niedrig

<p>Natronreihe Tabelle 2</p>	<p>Ohne Feldspatstellvertreter, \pm Quarz Mit weit vorwiegendem Alkalifeldspat Plagioklas ganz fehlend oder sehr untergeordnet</p>	<p>Mit Feldspatstellvertretern \pm Alkalifeldspat; ohne Quarz Natronreich: (Nephelin, Hanyn, Noscan, Sodolith, Canerinit) Wenig oder kein Plagioklas + Plagioklas</p>
<p>Vorwiegend oder ausschließlic: Alkali-Angite } Hornblenden } Lepidomelan } (Lamprophyllit)</p>	<p>Comendite, Pantellerite Alkali-Liparite und -Rhyolithe Natrontrachyte Keratophyre (\pm Quarz)</p>	<p>Analeimbasalte Alkalibasalte Essexitdiabase Neph. < tephrite (\pm Melilith)</p>
<p>Besonders in basischen Gesteinen auch: Gew. Angite (Gew. Hornblenden) Biotit \pm Melanit (Jiwaarit)</p>	<p>Alkaligranitporph. Pulaskitporphyr Alkaliaplite: \blacktriangle Bostonit, Paisant, Grorudit Alkaligranit-pulaskitische G. Reich an Alk.-Augiten-Hornbl. = evisitisch</p>	<p>Phonolithe Rhombenporphyre Nephelinite, Nephelinbasalte z. T. (\pm Melilith) Eliolithporphyr, Ijolithporphyr Sülvbergit \blacktriangle Tinguait Foyaitische Gesteine s. l. (Feldspatarm: Urtite, Lujaavrite, Ijolithe, Monmouthite)</p>
<p><i>alk</i> bis zu niedrigerem <i>si</i> > = <i>al</i> <i>k</i> oft niedrig. Isotalie bei niedrigerem <i>si</i>, bis hinunter zu <i>si</i> = 100</p>	<p><i>c</i> nur in den Übergangsgliedern der Natronsyenite etwa über 10, meist sehr klein <i>mg</i> im allgemeinen niedrig <i>fm</i> in Natronsyeniten und Evisiten oft hoch (als Fe⁺⁺); <i>si</i> meist über 200</p>	<p>Die Tönserberge sind <i>si</i>-reiche Übergangsglieder Die Essexite sind vorwiegend isofale Gesteine mit <i>al</i> \sim <i>alk</i> (<i>k</i> niedrig) Theralithe und Alkaligabbro <i>si</i> bis unter 50, meist um 100</p>

Kalireihe Tabelle 3	Mit vorwiegendem Kalifeldspat (Orth., Mikrokin; perthitischer Feldsp.) + Quarz (wenn auch oft untergeordnet) Wenig Plagioklas	Ohne Quarz. Mit Kalifeldspat oder Feldspatstellvertretern oder beiden Kalireich (Biotit, Orthoklas, Leucit, Pseudoleucit) Nephelin fehlend oder untergeordnet (Sodalith usw.) Wenig oder kein Plagioklas + Plagioklas	Fast nur oder ausschließlich dunkle Gemeingteile (alle 3 Reihen)
Vorwiegend oder ausschließlich: Biotite Gew. Augite (Orthaugite) Gew. Hornblenden	Trachyliparite Quarzführende Porphyre	Leucitphonolithe, Lamproite, Leucitite, Leucitbasalte, Trachyandesite, Porphyre, Trachyte, Vulsinite, Arsoite, Vicoite, Leucit ^{tephrite} < basanite z. T., Ciminite Shoshonit, Absarokit, Banakit	Pikrite ↑ Olivin = Peridotite Augitit, Limburgit
Untergeordnet: (reichlicher in basischen Gesteinen) Titanaugit Alkali-Augite Alkali-Hornblenden ± Melanit	Quarzsyenitporphyr	Syenitporphyr, Shonkinitporphyr, Monzonitporphyr Lampro- ^f Minette, Kersanit phyre: { Spessartit, Vogesit, Alnöit	Augit ± Olivin Hornblende
Differenz <i>al-alk</i> im allgemeinen kleiner als in I. Reihe Mit sinkendem <i>si</i> nicht sinkendes <i>k</i> In <i>st</i> -reichen Gesteinen ist <i>c</i> klein	Quarzsyenitische Gesteine	Syenitische Gest. Monzonitische Gest. Shonkinitische Gesteine ± Olivin	Pyroxenite Pyroxenolithe Hornblendite <i>fm</i> oder <i>fm</i> + <i>c</i> weit vorwiegend <i>si</i> niedrig
	<i>fm</i> und <i>alk</i> größer als in gleichsaurer Gesteinen der I. Reihe. <i>c</i> meist erheblich kleiner <i>si</i> 400 bis gegen 200 <i>k</i> fast durchwegs > 0,40	<i>k</i> mit wenig Ausnahmen > 0,4 bis über 0,8 In den eigentlich syenitischen Gesteinen <i>alk</i> wenig kleiner als <i>al</i> <i>fm</i> -reich, relativ <i>c</i> -arm die Lampro-Gesteine. <i>c</i> -reich die Borolanite Monzonitische Gesteine sind isofal oder <i>fm</i> > <i>al</i> . Von den letzteren kontinuierliche Übergänge zu den <i>si</i> -armen shonkinitischen Gesteinen	

Systematik der Eruptivgesteine.

171

Tabelle 4.	Kalk-Alkalreihe	si	al	f _m	c	alk	k	mg	c f _m	Schnitt	
Granitische Gesteine	{ Aplitgranite Engadinite Yosemitite Normalgranite Granodiorite Opdalite (Quarzmonz.) }	460	46	8	5,5	40,5	0,5	0,2	0,67	IV/IV	
		420	44	12	6	38	0,5	0,25	0,5	IV	
		350	43	14	13	30	0,45	0,33	0,33	0,9	V
		270	35	26	15	24	0,42	0,33	0,33	0,58	IV
		270	39	23	17	21	0,43	0,40	0,40	0,74	V
		215	32	32	18	18	0,50	0,45	0,45	0,56	IV
Dioritische Gesteine	{ Trondhjemite Plagioklasgranite Tonalite Quarzdiorite Normaldiorite Gabbrodiorite }	350	42	12	11	35	0,23	0,27	0,92	V	
		310	42	16	16	26	0,22	0,47	1,00	1,00	V/VI
		200	33	33	22	12	0,40	0,50	0,50	0,55	IV
		220	31	31	19	19	0,25	0,48	0,48	0,61	IV
		155	29	35	22	14	0,28	0,48	0,48	0,63	IV
		135	24	43,5	22	10,5	0,28	0,50	0,50	0,57	IV
Gabbroide Gesteine	{ Normale Gabbros und Norite Ossipitgabbros Pyroxenit-Hornblenditgabbros }	108	21	52	21	6	0,20	0,55	0,42	III/IV	
		110	28,5	34,5	28,5	8,5	0,12	0,60	0,60	0,83	V
		100	23,5	40,5	31,5	4,5	0,16	0,75	0,75	0,78	V
Ultrafemische Gesteine	{ Pyroxenite — Hornblendite Peridotite }	80	10	60	25	5	0,20	0,65	0,42	III/IV	
		60	5	90	4	1	?	0,9	?	?	I
Anorthositische Gesteine	{ Anorthositgabbros Labradorfelse }	130	37	22	33	8	0,1	0,55	1,5	VI/VII	
		145	47	7	33	13	0,12	0,45	4,7	4,7	IX

Tabelle 5.		Natronreiche					<i>si</i>	<i>al</i>	<i>fm</i>	<i>c</i>	<i>alk</i>	<i>k</i>	<i>mg</i>	$\frac{c}{fm}$	Schnitt
Alkaligranitische — (pulaskitische) Gesteine	{	Alkaligranite	400	40	17,5	1,5	41	0,35	0,05	0,09	I				
		Nordmarkite — Pulaskite	250	41	15	5	39	0,35	0,28	0,33	III				
		Natronsyenite	200	32	29	10	29	0,2	0,3	0,34	III				
Foyaitische Gesteine	{	Normalfoyaite	190	42	12	5	41	0,28	0,2	0,41	III/IV				
		Urtite	116	40	11	5	44	0,2	0,2	0,45	IV				
		Laurvikite	185	39	18	12	31	0,3	0,27	0,67	IV/V				
		Monmouthite	100	38	12	16	34	0,15	0,25	1,3	VI				
		Nosykombite	150	33	28	14	25	0,3	0,4	0,5	IV				
		Ijolithe	100	25	25	25	25	0,2	0,5	1	V/VI				
Theralithische Ijolithe	90	19	32	32	17	0,2	0,35	1	V/VI						
Essexitische Gesteine	{	Tönsbergite	180	38	20	17	25	0,3	0,3	0,85	V				
		Essexite	130	30	30	20	20	0,25	0,3	0,66	IV/V				
Theralithische (alkaligabbroide) Gesteine	{	Essexitgabbros	105	23	43	24	10	0,25	0,45	0,56	IV				
		Theralithe	100	19	42	23	16	0,25	0,48	0,55	IV				
		Theralithgabbros	90	19	46	23	12	0,25	0,50	0,50	IV				
Evisitische (pantelleritische) Gesteine	{	Evisite	290	25	39	1	35	0,3	0,08	0,0	I				
		Lujavrite — Tavite	160	29	28	5	38	0,2	0,2	0,2	II				

Tabelle 6.	Kalireihe	si	al	fm	c	alk	k	mg	$\frac{c}{fm}$	Schnitt
Quarzsyenitische Gesteine	Adamellite	330	37	23	13	27	0,40	0,4	0,57	IV
	Tasnagranite	290	35	28,5	8	28,5	0,45	0,35	0,28	III
	Rapakivite	380	40	18	9	33	0,5	0,27	0,5	IV
	Granosyenite	260	40	17	10	33	0,45	0,3	0,59	IV
	Syenitgranite	250	30	29	12	29	0,47	0,4	0,41	IV
Syenitische Gesteine	Leukosyenite	178	40	14	11	35	0,55	0,3	0,78	V
	Vesuvite	160	33	20	20	27	0,55	0,4	1	V,VI
	Monzonitsyenite	190	37	23	14	26	0,5	0,35	0,6	IV/V
	Normalsyenite	185	30	30	15	25	0,5	0,4	0,5	IV
	Lamprosyenite	160	25	46	12	17	0,5	0,5	0,26	III
	Lamproite	150	17	48	13,5	21,5	0,8	0,8	0,3	II/III
	Borolanite	130	27	22	30	21	0,7	0,5	1,3	VI
Monzonitische Gesteine	Monzonite	140	30	30	21	19	0,5	0,45	0,6	IV/V
	Yogoite	145	23	37	21	19	0,5	0,55	0,57	IV
	Sommaite	115	24	34	27	15	0,55	0,48	0,79	V
	Lamprosommaite	140	25	44	18	13	0,57	0,63	0,40	III
	Sommaidiorite	130	23	42	25	10	0,45	0,6	0,6	IV
Shonkinitische (missouritische) Gesteine	Shonkinite	105	17	46	24	13	0,6	0,65	0,52	IV/III
	Missourite	95	15	41	33	11	0,65	0,7	0,81	V

- Theralitische Ijolithe: z. B. die meisten Ijolithe von Magnet Cove (Arkansas).
- Granosyenite: z. B. Syenit, Highwood Peak (Little Belt Mts.); Biotitgranit von Zadel bei Meißen.
- Syenitgranite: z. B. Pontegliassyenitgranit (Aarmassiv); Trachyliparite von Piatigorsk, Kaukasus.
- Leukosyenite: z. B. Sodalithsyenit, Square Butte, Highwood Mts.; Leucitsyenite vom Vesuv.
- Vesuvite: z. B. Syenit, Bradyville, Idaho; Biotitaugitnephelinsyenit, Papenoo, Tahiti; Leucitsyenit, Albano, Italien.
- Lamprosyenite: z. B. Durbachit, Durbach, Schwarzwald; Glimmersyenit, Farenkopf, Schwarzwald.
- Lamproite: z. B. Orendit, Wyoming; Fortuinit und Jumillit von Murcia als Ergüsse.
- Sommaidiorite: z. B. Olivinmonzonit von Smålinge, Schweden; Biotitgabbro von Hippeln, Harz; Quarzbiotitaugitdiorit, Ole Padde, Harz.
- Lamprosommaite: z. B. manche Lamprophyre.

Literatur.

1. A. OSANN: Der chemische Faktor in einer natürlichen Klassifikation der Eruptivgesteine. I. Abhandl. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Heidelberg 1919.
2. W. HOMMEL: Systematische Petrographie auf genetischer Grundlage. Bd. I: Das System. Gebr. Bornträger, Berlin 1919.
3. P. NIGGLI: Die leichtflüchtigen Bestandteile im Magma. Preisschriften der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft Leipzig 1920.
4. — Forschungen im Gebiet der physikalisch-chemischen Eruptivgesteinskunde. Die Naturwissenschaften. Jahrgang 1916. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1919. p. 47.
5. — Gleichgewichte zwischen TiO_2 und CO_2 , sowie SiO_2 und CO_2 in Alkali-, Kalk-Alkali- und Alkali-Aluminatschmelzen. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. 98. (1916.) p. 241—326.
6. — Petrographische Provinzen der Schweiz. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich. 64. (1919.) p. 179—212.
7. — Neuere Mineralsynthesen. II. Fortschr. d. Mineralogie usw. 6. (1920.) p. 35—66.
8. — Probleme der magmatischen Differentiation. Zeitschrift „Chemie der Erde“. 1. Heft 2.
9. — Über Verbindungen von extrem leichtflüchtigen mit extrem schwerflüchtigen Komponenten in besonderer Berücksichtigung mineralogischer Probleme. N. Jahrb. f. Min. etc. 1914. II. p. 69—99.

Tübingen, Min.-petr. Institut d. Universität, März 1920.

Bei der Redaktion eingegangen am 11. März 1920.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [1920](#)

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

Artikel/Article: [Systematik der Eruptivgesteine. 161-174](#)