7. Ueber die mineralogische und chemische Beschaffenheit der Gebirgsarten.

Von Herrn J. Roth in Berlin.

Für die genetische Betrachtung giebt es, abgesehen von den aus organischen Körpern entstandenen Mineralien,

1) plutonische, aus feurigem Fluss erstarrte,
2) neptunische, aus wässriger Lösung gebildete,
3) sublimirte oder aus Sublimaten entstandene Mineralien,
4) Contaktmineralien, durch Zusammentreffen von plutonischen mit anderen Mineralien entstanden.

Der Einwirkung der überall vorhandenen Agentien — Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure — ausgesetzt, lösen sich die Mineralien entweder einfach auf, werden dann in Lösung von Ort zu Ort bewegt und aus der Lösung mehr oder weniger verändert wieder abgesetzt, oder sie verwittern, sie ändern ihre chemische Zusammensetzung entsprechend jener Einwirkung. Nicht so häufig ist die durch stärkere, dem Erdinnern entstammte Agentien, namentlich Säuren (Salzsäure, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure u. s. w.) bewirkte, oft durch Wasserdampf und höhere Temperatur unterstützte Veränderung, die passend zum Unterschiede von der Verwitterung mit dem Namen Zersetzung bezeichnet werden kann. Die in allen diesen Fällen entstandenen Lösungen liefern, gelegentlich modificirt durch die Gegenwart organischer Stoffe, entweder unmittelbar Mineralien, krystallisirte und amorphe, oder sie wirken auf vorhandene Mineralien ein, günstigen Falls auch auf den Rückstand — Rest —, welcher bei der Verwitterung oder Zersetzung von Mineralien übrig blieb. Während die Produkte der Verwitterung überall, die der Zersetzung sparsam vorhanden sind, treten Produkte, welche mit Sicherheit die Einwirkung jener Lösungen auf Mineralien oder Reste erkennen lassen, nur sehr sparsam auf. Blieb dabei die Form des ursprünglichen Minerals erhalten, so ist es ein specieller, seltener und interessanter Fall der Pseudomorphose, deren Haupt-

contingent die löslichen Mineralien stellen, nächst diesen die Produkte der Verwitterung und Zersetzung, bei welchen die Form des ursprünglichen Minerals kenntlich blieb.

Die Bedingungen, unter welchen die einzelnen Mineralien entstehen, waren nicht immer und zu jeder Zeit vorhanden. Neptunische Mineralien (und Verwitterung) konnten begreiflicher Weise sich erst einfinden, seit es tropfbar flüssiges Wasser auf der Erde giebt, aber seitdem ist der Kreis derselben weder vergrössert noch verringert worden. Anders bei den plutonischen und sublimirten Mineralien. Diese haben ein Alter, es lässt sich ein Zeitpunkt angeben, seit welchem sie sich bilden oder seit welchem die zu ihrer Bildung nöthigen Bedingungen aufgehört haben. Ganz allgemein lässt sich aussprechen, dass die Menge und Zahl der sublimirten Mineralien in Zunahme, die der plutonischen in Abnahme begriffen ist, worüber nächstens Ausführliches. Es muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass ein Theil der sublimirten und aus Sublimaten entstandenen Mineralien in Wasser löslich, ein anderer Theil seiner Bildungsstätten wegen mehr als die übrigen Mineralien der Zersetzung ausgesetzt ist.

Dem Mineral als solchem ist häufig seine Entstehungsweise nicht anzusehen. Auf plutonischem und auf neptunischem Wege entstandener Quarz ist absolut ident. Amorphe Mineralien, deren Zahl übrigens den krystallinischen gegenüber sehr klein ist, sind entweder neptunischen Ursprungs oder aus Verwitterung und Zersetzung hervorgegangen; auf plutonischem Wege entstandene amorphe Mineralien kommen nur sehr selten vor, gewisse Gadolinite und Orthite scheinen hieher zu gehören, da sie nach des Cloizeaux (*Manuel de Minéralogie T. I. p.* 41, 261) gegen polarisirtes Licht indifferent sind. Man darf sich dadurch nicht täuschen lassen, dass amorphe Gebirgsarten (Obsidian, Pechstein, Perlstein u. s. w.) häufig als Mineralien aufgeführt werden.

Für die Petrographie kommen nur plutonische und neptunische Mineralien in Frage, die beiden andern Abtheilungen spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Die Sedimentgesteine, entweder aus neptunischen Mineralien oder aus geschwemmten und aufgeschlämmten Massen und Stoffen oder nach diesen Weisen zugleich gebildet, sind stets auf plutonische Gesteine zurückzuführen. Für meine Anschauung sind die krystallinischen

Schiefer (Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss mit den ihnen untergeordneten Gesteinen) die älteste Erstarrungsrinde, also plutonisch, aber weder eruptiv, da sie nie durchbrechend, wohl durchbrochen, auftreten, noch metamorphisch d. h. auf besondere Weise durch eigenthümliche, später nie wiederkehrende Processe verändert; ich rechne sie den plutonischen Gesteinen zu und werde in einer spätern Abhandlung meine Gründe darlegen. Die plutonischen Gesteine, von denen im Folgenden ausschliesslich die Rede ist, bestehen aus einem Mineral oder aus mehreren Gemengtheilen. Höchstens für die Namengebung im Handstück, aber nicht für die Beobachtung in der Natur, nicht für das Sehen in Masse ist die Quantität der Gemengtheile entscheidend. Auftreten, Zunahme, Verschwinden eines Gemengtheiles kann in einer aus demselben Gestein bestehenden Masse stattfinden, und namentlich bei den älteren mächtigen Gesteinen, vorzugsweise bei den geognostisch eng unter einander verbundenen krystallischen Schiefern, sieht man ein Gestein in das andere übergehen. Aber nicht jedes Gestein geht in jedes über, die Uebergänge sind nur nach gewissen, aus dem Folgenden etwas näher zu präcisirenden Richtungen möglich. Als

erstes Gesetz der Petrographie (Gesetz der Quantität)

muss man die Erscheinung bezeichnen,*) dass in einem wesentlich aus *a* und *b* bestehenden Gestein bald *a*, bald *b* der Quantität nach überwiegt, dass ferner ein aus der Combination *abc* bestehendes Gestein Anhäufungen von *a*, von *b*, von *c* zeigt, Gesteine der Combinationen *ab*, *ac*, *bc* enthalten und in ein aus *abd* bestehendes Gestein durch *ad*, *bd*, *cd*, *abd*, *acd*, *abcd* übergehen kann. Enthält *abd* wiederum Anhäufungen von *a*, von *b*, von *ab*, so lässt sich ein aus *a*, *b*, *ab* bestehendes Handstück mineralogisch und petrographisch bestimmen, aber seine geognostische Zugehörigkeit lässt sich nicht feststellen. Da der Habitus der Gesteine je nach der Grösse der Krystalle, nach Struktur, nach Ueberwiegen oder Zurücktreten eines oder mehrerer Gemengtheile ausserordentlich wechseln kann, so ist die genaueste mineralogische Bestimmung unerlässlich, aber erst die Beobachtung des räumlichen Zusammenvorkommens in der Natur wird in manchen Fällen alle Zweifel lösen.

Nur wenige, vorzugsweise die jungen Gesteine haben ausser

---

*) C. F. Naumann: Andeutungen zu einer Gesteinslehre. Leipzig, 1824.

dem krystallinischen auch noch den amorphen Zustand aufzuweisen und bei diesem entscheidet über die Zugehörigkeit das geologische Verhalten und vorzugsweise die chemische Analyse.

Neben der Verschiedenheit in der Grösse der Krystalle, die so klein werden könnnen, dass dichte Massen entstehen, machen sich namentlich die Unterschiede geltend, ob durch ein lamellares Mineral Schieferung hervorgebracht ist oder nicht, und ferner, ob die Gemengtheile zu ungefähr gleich grossen Krystallen oder krystallinischen Theilchen ausgebildet sind oder nicht. Häufig ist neben dem granitischen d. h. krystallinisch-körnigen Typus der porphyrische vorhanden d. h. in einer klein-krystallinischen bis dichten Grundmasse sind grössere Krystalle ausgeschieden. Hierher muss auch der Fall gerechnet werden, wenn in amorpher (meist glasiger) Grundmasse mit blossem Auge sichtbare Krystalle ausgeschieden sind.

Es giebt kein bestimmtes Gesetz, in welcher Reihenfolge ein für alle Mal die einzelnen Mineralien aus der feurigflüssigen plutonischen Masse krystallisiren. Vielmehr findet sich in einem und demselben Gestein bei nahe derselben chemischen Zusammensetzung bald dies, bald jenes Mineral zuerst ausgeschieden (Quarz, Orthoklas in Felsitporphyr; Augit, Leucit in Vesuvlaven). Der Grad der Schmelzbarkeit, den wir an dem ausgeschiedenen Mineral bestimmen, kommt dabei gar nicht in Betracht, da ja in der feurigflüssigen Masse die Mineralien als solche gar nicht vorhanden sind, sondern sich erst wie aus einer Lösung ausscheiden. Bunsen (diese Zeitschrift Bd. 13 S. 61) hat ferner ausgeführt, „wie wenig zulässig die Voraussetzung ist, dass die Mineralien aus ihrer feurigflüssigen Lösung bei ihren respectiven Schmelzpunkten fest werden mussten, da der Erstarrungspunkt eines mit andern Substanzen zu einer Lösung verbundenen Körpers ausser von dem Druck hauptsächlich von dem relativen Verhältniss der sich gelöst haltenden Substanzen bedingt wird.“ Ein Mineral kann also aus dem geschmolzenen Gemenge bei den verschiedensten Temperaturen und zwar stets nur unter seinem Schmelzpunkt krystallisiren. Sind demnach die Quantitäten der Gemengtheile von grösster Bedeutung für den Erstarrungspunkt*) und für die Erstarrungsfolge, können

*) Vergl. F. G. Schaffgotsch: Ueber zwei ausgezeichnete Beispiele von Schmelzpunkterniedrigung. Pogg. Ann. 1857. 102. 293.

also geringe Verschiedenheiten im procentischen Gehalt grosse Differenzen hervorrufen, so lassen sich doch allgemein gültige Sätze bei dem heutigen Stande der petrographisch-chemischen Untersuchungen über die Quantität der Gemengtheile nicht aufstellen, jene Untersuchungen beginnen erst. Versuche, grössere Mengen ihrer Zusammensetzung nach bekannter Gebirgsarten zu schmelzen und unter verschiedenen absichtlich modificirten Bedingungen erstarren zu lassen, sind nur in sehr geringer Zahl gemacht worden, und während man sich viel Mühe gegeben hat künstlich die in der Natur auftretenden Mineralien herzustellen, ist man zur Darstellung von Gebirgsarten noch nicht vorgeschritten.

Die Beobachtung lehrt, dass man für Gesteine des granitischen krystallinischkörnigen Typus ein fast gleichzeitiges Krystallisiren aller Gemengtheile annehmen muss,*) dass also bei ihnen eine Erstarrungsfolge kaum vorhanden ist. Dadurch erklärt sich die Verschränkung (*enchevêtrement*, Durocher) der Gemengtheile dieser Gesteine und die Thatsache, dass man an ganz benachbarten Stellen derselben Gesteinsmasse Verschiedenheiten in der Erstarrungsfolge nachweisen kann. So sieht man namentlich bei manchen Graniten und Syeniten, um nur ein, aber viel gebrauchtes und leicht nachzuweisendes Beispiel anzuwenden, bald Quarz früher als Orthoklas, bald Orthoklas früher als Quarz krystallisirt; ganz lokale Ursachen und Bedingungen haben diese Unterschiede herbeigeführt.

Etwas verwickelter stellt sich das Verhältniss bei den Gesteinen mit Porphyrstruktur, welche übrigens bei den jüngeren Eruptivgesteinen häufiger als bei den älteren auftritt. Die Entstehung dieser Struktur kann nur so gedacht werden: nach Auskrystallisirung gewisser Mineralien erstarrte das Uebriggebliebene so schnell, dass es entweder, wenn es überhaupt krystallinische Struktur annahm, nur kleine, mineralogisch mit blossem Auge kaum noch bestimmbare Krystalle lieferte, dicht ward oder sich als amorphe (meist glasige) Masse darstellt. Drei Erscheinungen sind es, welche die Vergleichung der Krystallisation der plutonischen Gesteine, und namentlich der Porphyre, mit den Phänomenen der Krystallisation von Legirungen und anderen Gemi-

---

*) Durocher in *Compt. rend.* T. 20. 1275 und *Bull. géol.* (2) 4. 1024. 1847.

schen sehr erschweren. Zuerst die aus der Analyse der Gesteine sicher nachgewiesene Thatsache, dass chemisch gleich zusammengesetzte Lösungen zu verschiedenen Mineralien auseinander fallen können (Labrador- und Anorthit-Gesteine); zweitens die chemische Identität zwischen Gesteinen mit granitischer und porphyrischer Struktur (Granite und Felsitporphyre), drittens die Erscheinung, dass chemisch ganz ähnlich zusammengesetzte Porphyre in einem Falle Mineralien in grossen Krystallen aus der Grundmasse ausgeschieden zeigen, welche im andern Falle sich nur in der Grundmasse finden. Als Beispiel für letzteren Fall mögen die unter *a.* und *b.* angeführten Analysen dienen. Es bezeichnet *a.* die gütigst von G. Rose mitgetheilte, von Olshausen im Laboratorium von H. Rose ausgeführte Analyse des bekannten Porphyrs von Elfdalen, in dessen dunkelbrauner Grundmasse Orthoklase und Oligoklase (Delesse giebt noch sehr sparsame Hornblende und Eisenglanz darin an), aber keine Quarze sichtbar sind, *b.* die Analyse Tribolet's von Zinnwalder Felsitporphyr (*Ann. Ch. Pharm.* 87. 332. 1853), der in zurücktretender braunrother Grundmasse rauchgraue Quarze neben fleischrothem Feldspath und chloritähnlicher Substanz zeigt. In *a.* ist für Kieselsäure und Thonerde das Mittel aus zwei sehr wenig abweichenden Bestimmungen, in *b.* die Berechnung auf 100,40 wasserfreie Substanz mit Eisenoxyd gegeben.

	SiO^2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	NaO	KO	Summe
a.	74,65	13,75	1,86	0,14	0,79	3,36	5,85	100,40
b.	75,33	13,57	2,19	0,47	1,02	3,61	4,21	100,40

O von $\dot{R} : \dddot{R} : \ddot{Si}$	*a.*	2,14	6,99	39,81	=	Oquot. 0,229
	b.	2,12	7,00	40,18	=	0,227.

Die Uebereinstimmung dieser Analysen ist bis auf den Gehalt an Kali sehr gross und grösser als man bei dem Anblick der Gesteine voraussetzen würde; für die rein petrographische Bestimmung liegen die Gesteine durch das Fehlen der grossen Quarzkrystalle in dem Elfdaler Porphyr weit auseinander, erst die chemische Analyse erlaubt sie unmittelbar aneinander zu reihen. Aber selbst diese Kenntniss giebt keinen Aufschluss über den Grund der Erscheinung, zu deren Erklärung die übrigen Faktoren (Erstarrungstemperatur, Quantität der Gemengtheile u. s. w.) uns ebenso vollständig fehlen wie zur Erklärung jener oben erwähnten Verschiedenheiten bei Gleichheit der chemischen Zusammensetzung. Als

zweites Gesetz der Petrographie (Gesetz der Grundmasse) muss man die Erscheinung bezeichnen, dass in der Grundmasse Mineralien enthalten sein können, welche nicht in grösseren Krystallen ausgeschieden wurden, dass aber stets und ohne Ausnahme die in grösseren Krystallen ausgeschiedenen Mineralien auch noch in der Grundmasse enthalten sind. Eine vollständige Trennung, so dass die Grundmasse nichts mehr von dem auskrystallisirten Mineral enthält, kommt nicht vor, aber auch hier fehlt es an Bestimmung relativer und absoluter Quantitäten. Analysen von Gesteinen und ihren Gemengtheilen durch dieselbe Hand angestellt liegen nur in äusserst geringer Zahl vor, und eine brauchbare Rechnung mit Quantitäten kann bei den grossen, in der Zusammensetzung einzelner Mineralien möglichen Abweichungen (Glimmer, Hornblende, Augit u. s. w.) nicht ohne diese Daten angestellt werden. Den Beweis für den letzten Theil des oben ausgesprochenen Satzes liefern Dünnschliffe und chemische Analyse. Es wird die Zusammensetzung der Grundmasse und des Ganzen um so mehr gleich sein, je weniger Mineralien der Quantität und der Qualität in grossen Krystallen ausgeschieden sind. Die Interpretation der Analysen der Grundmassen, eine der Hauptschwierigkeiten des chemischen Theils der Petrographie, darf namentlich nicht gegen die Gesetze der Association verstossen (s. darüber S. 685), darf nicht Verbindungen, welche als Mineralien unbekannt sind, voraussetzen und muss sich vor allen Dingen anlehnen an die entsprechenden Gesteine, in denen die Gemengtheile deutlich erkennbar sind. Es genügt ein Blick auf die vorhandenen Gesteinsanalysen um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass in den allermeisten Fällen der Versuch durch einfache Rechnung die Aufgabe zu lösen ein vergeblicher ist, da die Kenntniss der Gemengtheile noch nicht genug vorgeschritten ist.

Der erste Theil des obigen Satzes kommt bei den vorzugsweise aus Silikaten bestehenden plutonischen Gesteinen namentlich für den Quarz in Betracht, so dass bei Trennung porphyrischer Gesteine in quarzfreie und quarzhaltige besondere Rücksicht auf ihn zu nehmen ist. Er erklärt den so häufig vorkommenden Uebergang von anscheinend quarzfreien Porphyren in quarzhaltige, lehrt eine stetige Reihe von sehr quarzfreien Porphyren in vollständig quarzfreie bei manchen Gesteinen mit Hülfe der chemischen Analyse aufstellen und ist ausserdem bei

Interpretation aller der Analysen wesentlich in Betracht zu ziehen, wo der Kieselsäuregehalt des Ganzen grösser ist als der der mineralogisch bestimmbaren Gemengtheile. Bei der Bedeutung des Quarzes für die Gesteine scheint es zweckmässig, obwohl streng genommen schon in dem zweiten Gesetz begriffen, als

drittes Gesetz der Petrographie (Quarzgehalt der Grundmasse)

die Erscheinung zu bezeichnen, dass Grundmassen freie Kieselsäure, Quarz, enthalten können, wenngleich grössere Quarzkrystalle nicht aus der Grundmasse ausgeschieden sind.

Die Behauptung, dass bei den porphyrischen Gesteinen die grösseren Krystalle (mit weiter unten zu erwähnenden Ausnahmen) vor der kleinkrystallinischen Grundmasse erstarren, wird bewiesen durch die lose von den Vulkanen ausgeworfenen Krystalle. So kennt man am Vesuv lose ausgeworfene Leucite, Augite, Glimmer, (aber, so viel ich weiss, nicht Olivine und Nepheline); am Aetna kommen lose Augite und sehr sparsam lose Labradore vor, während von dem idente Laven gebenden Stromboli nur lose Augite, aber nicht lose Labradore bekannt sind. In anderen vulkanischen Gegenden kommen lose Augite, Hornblenden, Glimmer, Sanidine nicht selten vor.*) Häufig zeigen diese Krystalle noch einen dünnen, glänzenden, firnissähnlichen Ueberzug von Lava, die ihnen flüssig anhaftete, als sie aus dem Krater herausgeschossen wurden. Wenn ihnen mehr Lava anhaftete, welche nach dem Erstarren als Hülle um jene Krystalle erscheint, so entstehen sogenannte Bomben. In der Eifel sind sie an vielen Stellen und von allen Grössen zu finden (am bekanntesten ist als Fundpunkt der Dreiser Weiher), mit Hüllen von schwachem Durchmesser bis zu Schlackenhüllen, deren Stärke sich nach Zollen bestimmen lässt. Häufig enthalten die dortigen Bomben als Kern ein Gemenge von Mineralien, so namentlich die sogenannten Olivinbomben. In Obsidianen, Bimsteinen und Schlacken sind nicht selten einzelne Mineralien krystallinisch ausgeschieden; in diesen Fällen hatten sich also, dem Verhalten der porphyrischen Gesteine parallel, die krystallinisch ausgeschiedenen Mineralien gebildet, ehe die noch flüssige Grundmasse

---

*) Lose ausgeworfene Krystalle von Olivin und Magneteisen sind mir überhaupt nicht bekannt, ausgewitterte Krystalle finden sich dagegen nicht selten (Forstberg; Meerstrand am Vesuvfuss; vulkanische Tuffe der Eifel u. s. w.).

entweder zu dem glasigen Obsidian erstarrte oder zu Bimstein verändert wurde.

Schon in den porphyrischen Gesteinen sieht man die grösseren Krystalle bisweilen kleine heterogene Krystalle und selbst Grundmasse einschliessen, es sind also dann die grösseren Krystalle nicht das zuerst Krystallisirte. FERBER hat schon 1773, L. v. BUCH 1799 (*Mémoire sur la formation de la leucite, Journal de physique. T.* 49 *p.* 262 — 270) durch BREISLAK aufmerksam gemacht diese Thatsache an der porphyrischen Leucitlava von Borghetto und Civita Castellana hervorgehoben; manche der grossen Leucitkrystalle schliessen kleine Augite, sehr viele schliessen Grundmasse ein, sind aber abgesehen von diesen Einschlüssen ziemlich rein. Bei manchen porphyrartigen Graniten — porphyrartig, weil grössere Krystalle in der körnigen Masse zerstreut sind — finden sich in diesen grösseren Krystallen kleine Krystalle von Quarz, Glimmer, selbst Granitmasse eingeschlossen, ein Beweis, dass diese grösseren Krystalle später sich bildeten als jene kleineren Krystalle (Granit von Elbogen, Beyrode). Das Maximum bietet wohl der Rhombenporphyr der Gegend von Christiania, dessen grosse Orthoklase durch die reichlich eingeschlossenen Hornblende-, Glimmer-, Magneteisen-Krystalle grau statt weiss aussehen. Hier ist also die Bildung der grossen Krystalle, welche übrigens bisweilen von einem schmalen, 1 bis 2 Linien breiten, durch die etwas hellere Färbung nur sehr wenig unterschiedenen, aus einem schiefwinkligen gestreiften Feldspath (wohl Oligoklas!) gebildeten Rand umgeben werden,*) erst nach der Bildung eines grossen Theiles der kleinen Krystalle von Hornblende, Glimmer, Magneteisen erfolgt.

Legt man, wie es aus vielen Gründen zweckmässig ist, bei den Gemengtheilen der plutonischen Gesteine das Hauptgewicht

---

*) Der häufigere Fall ist wie bei Tyveholmen, dass Orthoklas vor dem Oligoklas krystallisirt, so dass der Oligoklas spätere Bildung ist, aber in den Graniten der Auvergne, von Beyrode u. s. w. sieht man nicht selten Oligoklase, zum Theil leicht durch die Farbe kenntlich, in Orthoklasen eingeschlossen, so dass also hier der Oligoklas früher vorhanden war als der Orthoklas. Einzelne Orthoklase von Tyveholmen schliessen ebenfalls gestreifte Feldspathe ein. Dass die Analyse der Orthoklase von Tyveholmen mit der Formel stimmen soll, ist nach dem Angeführten nicht möglich.

auf die Feldspathe Orthoklas (Sanidin*), Albit, Oligoklas, Labrador, Anorthit, so stellt sich heraus als

viertes petrographisches Gesetz, (Gesetz der Feldspathe)

dass die Alkalifeldspathe**) (Orthoklas, Albit, Oligoklas) nie als Gemengtheile neben den Kalkfeldspathen (Labrador, Anorthit) vorkommen. Gesteine, welche von Feldspathen ausschliesslich Albit als wesentlichen Gemengtheil enthalten, sind kaum bekannt. Damour (*Bull. géol.* 2. *VII.* 89. 1850) bezeichnet als Albit den durch Säuren nicht zersetzbaren, weder durch Krystallform noch specifisches Gewicht näher bestimmten Gemengtheil eines von ihm nicht weiter beschriebenen „Phonolithes" am Laugafjall, Island, in der Nähe des grossen Geysirs, welches Gestein nach de Chancourtois 72,3, nach Bunsen 75,29 pCt. Kieselsäure enthält, also den Phonolithen nicht angehört. Kersten gab eine Analyse von Albit, der mit Quarz, Granat, bronzitähnlichem Mineral, Talk und Hornblende ein Eklogitartiges Gestein am Hamelikaberge bei Marienbad zusammensetzt, (Jahrb. Min. 1845. 648), List (Jahrb. Nass. Ver. f. Naturk. 1851. 261) eine Analyse von Albit aus den Taunusschiefern, über deren plutonische Entstehung die Meinungen sehr getheilt sind. In allen diesen Fällen findet sich Quarz, freie Kieselsäure, neben dem Albit. Auch als Gemengtheil neben Orthoklas ist Albit nur in wenigen Fällen mit Sicherheit nachgewiesen (Scheerer, „Drehfelder Gneus", spec. Gew. 2,61 Breithaupt; Kersten „grauer Gneus" vom Hauptumbruche des Alten Tiefen Fürstenstolln, spec. Gew. 2,625 Breithaupt), also auch hier neben Quarz.

Es empfiehlt sich als Nebenreihe des Orthoklases (Sanidines) den Leucit, des Oligoklases den Nephelin und die Sodalithgruppe (Sodalith, Hauyn, Nosean) aufzuführen und diese Mineralien für die petrographische Betrachtung in die Nähe der Alkalifeldspathe zu rücken, mit welchen sie durch den grossen Gehalt an Alkali und das übereinstimmende Verhältniss von $\dot{R} + \dddot{R}$ ($\dddot{R}$ = Thonerde) verwandt sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch diese Stellvertreter der Alkalifeldspäthe als Gemengtheile nicht neben den Kalkfeldspathen vorkommen.

---

*) Hier und im Folgenden ist Sanidin stets unter der Bezeichnung Orthoklas einbegriffen, da sie chemisch nicht auseinander zu halten sind.

**) Ueber Andesin s. weiter unten.

Das Gesetz des Nebeneinandervorkommens der Gemengtheile in den plutonischen Gesteinen, das am wenigsten scharfe, ist

das fünfte Gesetz (Gesetz der Association)

und doch das für die Bestimmung der Gesteine nützlichste. Das als viertes angeführte Gesetz, das der Feldspathe, ist streng genommen nur ein specieller Fall des Gesetzes der Association, wurde aber wegen seiner Wichtigkeit vorangestellt. Es ist hier zunächst auf die Association der Feldspäthe *) und ihrer Vertreter, auf die Association mit Quarz, auf die mit Hornblende, Augit und Glimmer Rücksicht genommen als auf die wichtigsten Gemengtheile der plutonischen Gesteine.

---

*) Ob man neben dem Oligoklas noch einen Natronkalkfeldspath Andesin annehmen muss, ist schwer zu entscheiden, da messbare, aufgewachsene, durchsichtige Krystalle nicht vorliegen. Zwar führt eine Reihe von Analysen eingewachsener Krystalle zu dem einfachen und bestechenden Sauerstoffverhältniss 1 : 3 : 8 (7 — 7, 5 — 8) = $\dot{R}\ddot{Si} + \dddot{Al}\ddot{Si}^3$, wobei $\dot{R} = \dot{Na} + \dot{Ca}$ oder $2\dot{Na} + 3\dot{Ca}$, $\dddot{R} = \dddot{Al}$ ist, aber es ist möglich, dass man unreine und verwitterte Oligoklase untersucht hat. Es lässt sich zeigen, dass dieser Feldspath, seine Existenz einmal zugegeben, in seinem gesammten Verhalten dem Oligoklas sehr nahe steht. Er reicht von den ältesten Eruptivgesteinen bis in die jüngsten, kommt mit und ohne Quarz, ferner in Begleitung von Hornblende und zusammen mit Augit vor. Frische „Andesite" haben ein spec. Gewicht von 2,65 bis 2,68, welches bei anfangender Verwitterung, bemerkbar durch Abnahme der Monoxyde, Zutritt von Wasser und Bildung von Kalkkarbonat, auf 2,64, selbst 2,61 sinkt. Man muss unter anderen zu den Gesteinen, welche Andesin enthalten, nach dem Alter der Eruptivgesteine geordnet, rechnen:

„Tonalit", G. vom Rath. Andesin ($3\dot{Ca} + 2\dot{Na}$) begleitet von Quarz, Orthoklas, Hornblende, dunklem Glimmer.
Tyrol, Adamellogebirge. Glimmerschiefer durchbrechend.

Syenit, Delesse. Andesin begleitet von Orthoklas, Quarz, Hornblende.
Servance, Coravillers, la Bresse.
Vogesen. Uebergangsgebirge durchbrechend.

Melaphyr. Der von Streng analysirte Feldspath aus dem Melaphyr des Rabensteins bei Ilfeld entspricht nach Analyse (O mit $\dot{Fe}$ ber. 1,02 : 3 : 7,26, $3\dot{Ca} + 2\dot{Na}$) und spec. Gewicht (2,685 bei 24 Grad C.) dem Andesin, neben welchem Augit, Magneteisen, Apatit, dann und wann Quarz beobachtet sind. Nach den Analysen des Melaphyrs muss man ausserdem noch ein kalihaltiges Silikat voraussetzen. Rothliegendes durchbrechend.

Quarzführender blauer Porphyr von Esterel. Andesin von Ch. St. Cl. Deville und Rammelsberg analysirt, begleitet von Quarz, Horn-

Eür die erstgenannte Gruppe stellt sich Folgendes heraus:

1. In Orthoklasgesteinen kommt neben dem Orthoklas vor sehr häufig Oligoklas, seltner Nephelin (Syenit, Miascit, Phonolith), noch seltner Sodalith (Trachyt, Syenit, Miascit). Wenn Oligoklas vorhanden ist, fehlen fast stets die Vertreter der Feldspathe.

2. Ueber Albit und Andesin s. oben.

3. In Oligoklasgesteinen kommt neben Oligoklas ausser Orthoklas kaum ein anderer Feldspath oder Vertreter desselben vor.

4. In Leucitgesteinen finden sich Sanidin, Nephelin und Sodalith ein (Kaiserstuhl, Vesuvlaven). Ueber Hauyn und Nosean s bei diesen.

5. In Nephelingesteinen, zu welchen der grösste Theil der Basalte zu rechnen ist, da nur ein kleiner Theil den dichten Doleriten (und vielleicht den Anorthitgesteinen) angehört, findet sich Sanidin (Meiches), Leucit (Laven von Capo di bove und vom Albaner Gebirge, wenn man diese nicht zu den Leucitgesteinen rechnen will), Hauyn (Niedermendig, Mayen).

6. Sodalithgesteine, d. h. Gesteine, in welchen Sodalith als Hauptgemengtheil auftritt, sind nicht bekannt. Die als Hauyngesteine aufgeführten Laven des Vultur und die Noseangesteine aus dem Gebiete des Laacher Sees sind wohl nichts als Hauyn- und Noseanreiche Leucitgesteine, in welchen Sanidin ein häufiger Begleiter ist.

7. Dass Labrador und Anorthit neben einander vorkommen, ist nicht bewiesen, aber wahrscheinlich.

Quarz und freie Kieselsäure kommen neben Orthoklas und Oligoklas häufig, neben Labrador sparsam vor. Sie sind neben Anorthit, Leucit, Nephelin (Hauyn, Nosean) nicht beobachtet, nehmen also an Häufigkeit ab mit der Zunahme der Basicität.

Bei Hornblende und Augit muss man zwischen thonerdefreien (oder richtiger thonerdearmen) und thonerdereichen unterscheiden und darf hier der Kürze wegen zu den thonerdefreien Augiten den Bronzit und Hypersthen rechnen; Diallag ist als ein ver-

---

blende, Magneteisen. Jünger als Buntsandstein Coquand 1853. Jünger als Kreide Coquand 1849.

„Andesit" vom Chimborazo und Antisana. Feldspathe analysirt von Ch. St. Cl. Deville (C. R. 48. 16. 1859) mit Overh. 1 : 3 : 7,47 u. 7,62; spec. Gew. 2,651 u. 2,630; $3\dot{C}a + 2\dot{N}a$.

witterter thonerdearmer Augit aufzufassen. Im grossen Ganzen kommt neben Orthoklas nur Hornblende, selten Augit vor; neben Oligoklas*) und Anorthit sowohl Hornblende als Augit, neben Labrador und Leucit fast nur Augit, neben Nephelin gewöhnlich Augit, bisweilen begleitet von Hornblende. Die sparsam vorkommenden thonerdearmen Hornblenden und Augite befolgen dieselben Gesetze, finden sich aber nur selten in demselben Gestein mit thonerdereichen zusammen.

Die namentlich in den krystallinischen Schiefern auftretenden feldspathfreien Gesteine enthalten fast sämmtlich Hornblende; augithaltige feldspathfreie Gesteine kommen in ihnen nur höchst sparsam und untergeordnet vor (Eulysit u. s. w.)

Von den Glimmern, Kaliglimmer und Magnesia-Eisenoxydulglimmer, ist der erstere in den jüngeren Eruptivgesteinen nicht mehr vorhanden. Trotz der Armuth an Kalk muss man den Magnesiaglimmer als Vertreter der thonerdehaltigen Hornblenden auffassen, daher viele hornblendehaltigen Gesteine ihr glimmerhaltiges Aequivalent haben und Glimmer neben Hornblende viel häufiger vorkommt als Glimmer neben Augit (Diorit; gewisse Syenite und Granite; „Minette“ u. s. w.)

Es schliessen sich also, bis auf seltene Ausnahmen, aus:

Orthoklas und Augit,
Oligoklas und Leucit, Nephelin,
Labrador und Leucit,
Anorthit und Quarz,
Leucit, Nephelin und Quarz,
Hornblende und Labrador.

Zum Schluss gebe ich eine Zusammenstellung über den Gehalt an Kieselsäure des ganzen Gesteins, der Grundmasse bei Porphyren und der aus Gestein oder Grundmasse analysirten Feldspäthe und verwandten Mineralien. Es ist dabei nicht Rücksicht genommen auf die geringen Unterschiede, welche dadurch entstehen, dass die Analysen nicht genau 100 ergeben und dass der Wassergehalt bis auf 2 pCt. steigen kann. Entschieden verwitterte Gesteine und Mineralien blieben ausgeschlossen.

---

*) Gesteine mit Oligoklas, Orthoklas, Hornblende und einzelnen Augiten kommen, sehr sparsam freilich, vor.

	Kieselsäure in Procenten im Mineral	im Gestein		nach den Analysen von
1. Orthoklas	65,77	65,64	„grauer Gneus“ Himmelfahrt, Freiberg.	SCHEERER.
„	66,22*)	66,91*)		
2. Sanidin	65,87	65,14	Drachenfelstrachyt, möglichst von Feldspath befreiet; nicht ganz frisch.	RAMMELSBERG.
3. „	67,09	63,04	Trachyt; Grundmasse, nicht ganz frei von Sanidin, Vico, Ischia.	G. BISCHOF.
4. Oligoklas	63,88**)	58,00	„Kersantit“, Visembach, Vogesen.	DELESSE.
5. Andesin	58,26	63,19	„ , Chimborazo, Grundmasse.	CH. ST. CL. DEVILLE.
6. Labrador*)	54,19*)	53,45*)	Porphyr, Belfahy, Vogesen.	„
		54,33*)	„ , „ , Grundmasse.	„
7. „	51,11	56,51	Labradorporphyr, Elbingerode.	STRENG.
„	„	58,69	„ „ , „ , Grundmasse.	„
8. „	54,25	57,95	Dolerit, Guadeloupe.	CH. ST. CL. DEVILLE.
9. „	55,40	60,80	Purace, Anden. Grundmasse.	„
10. „	54,88	56,98	Aetnalava. „	„
11. Anorthit	45,37*)	48,35*)	Anorthitbronzitgestein, Radauberg.	STRENG.
12. „	45,87	47,52	Eukrit, Carlingford, Irland.	HAUGHTON.
13. „	48,75*)	49,60*)	„ , Thiorsálava,***) Island.	GENTH.
14. „	44,54	49,67	„ , „ , „	SARTORIUS.
„	„	50,43	„ , „ , Grundmasse.	„

15.	Anorthit	46,67	50,52	Eukrit, Lava von Scalfandeflioth, Island.	„
	„	„	51,62	„ , „ „ „ Grundmasse.	Uhrlaub.
16.	Leucit	57,24	44,88 †)	Vesuvlava 1858.	Rammelsberg.
17.	„	56,25	46,48	„ 1811.	„
18.	Nephelin	43,50 ††)	43,07 *)	Nephelinit, Löbau.	Heidepriem.
19.	„	„	45,78 †††)	„ „	„
20.	Bronzit	54,10 *)	48,35 *)	Anorthitbronzitgestein, Radauberg.	Streng.
21.	Hypersthen	52,88	49,54	Gabbro, Ettersberg.	„
22.	Augit, thonerdehaltig . .	51,26	49,54	„ „	„
23.	„ „ . .	48,86	48,06	Leucitlava, Granatello.	Wedding.
24.	„ „ . .	49,61	44,88	„ , Vesuv 1858.	Rammelsberg.
25.	„ „ . .	49,17	49,67	Eukrit, Thiorsalava, Island.	Sartorius.
26.	„ „ . .	51,13	50,52	„ Lava von Scalfandeflioth.	„
27.	Hornblende ††††) thonerdehaltig	38,62	59,22	Amphibolandesit, Stenzelberg.	Rammelsberg.

*) Wasserfrei berechnet.
**) Es fehlt an Monoxyden.
***) Anorthit aus Thiorsálava 45,97 pCt. $\ddot{S}i$, Damour.
†) Aus dem in Säure Löslichen und Unlöslichen berechnet: 47,46 pCt.
††) Enthält etwas Apatit.
†††) Berechnet ohne Wasser, Apatit und Titanit.
††††) Wohl nicht dem analysirten Stück entnommen.

Zieht man zu dieser Zusammenstellung, die nach vielen Richtungen gegen die Erwartung karg ausgefallen ist, die Resultate aus Gesteinsanalysen hinzu, bei welchen nur das Gestein, nicht aber die mineralogisch sicher bestimmbaren und bestimmten Gemengtheile analysirt wurden, so ergiebt sich Folgendes.

Orthoklas (und Sanidin) kann aus Lösungen krystallisiren, welche mehr, eben so viel, oder sogar weniger Kieselsäure enthalten als er selbst (Orthoklas Mittel 65 bis 66 pCt. Kieselsäure).

Der erste Fall, bei Graniten, „rothen und mittleren Gneusen", Felsitporphyren, Lipariten u. s. w. normal, ist wegen seiner Häufigkeit in die Zusammenstellung nicht aufgenommen worden. Durch No. 1, 2, 3 der Zusammenstellung wird der zweite Fall illustrirt, für welchen sich ausserdem die an Oligoklas und Glimmer reichen, an Quarz armen Granite mit 65 bis 66 pCt. Kieselsäure (Donegal und Newry, Haughton; Harz, C. W. C. Fuchs u. s. w.), die „grauen sächsischen Gneuse" (Scheerer), Gneus aus dem Eckerthal, Hornblendegneus (Auerbach, Bergstrasse, Fuchs), quarzarme Syenite (Vogesen, Delesse; Christiania, Kjerulf), Trachyte und Sanidin-Oligoklas-Trachyte (Monte Olibano, Abich) anführen lassen. Für den dritten Fall beweisen unter anderen Syenite des Harzes mit 55 bis 56 pCt. Kieselsäure (Keibel, Fuchs), der Syenit des Plauischen Grundes mit ca. 59 pCt. (Zirkel), der quarzfreie Orthoklasporphyr mit 56 pCt. (Kjerulf), dessen Orthoklase aus den oben angeführten Ursachen nicht mit der Formel stimmen können, manche Trachyte und Bimsteine (Monte nuovo 59,30 pCt. $\ddot{S}i$, Abich; Arso 56 pCt., Ch. St. Cl. Deville), die frischen Phonolithe (Abtsrode, Olbersdorf, Lausche, Ebersberg u. s. w.) mit etwa 61 pCt., wenn man das Noseangestein des Perlerkopfes mit nur etwa 50 pCt. (G. vom Rath) unberücksichtigt lassen will.

Da Oligoklas so häufig in quarzreichen Gesteinen wie Graniten, Gneusen u. s. w. beobachtet ist, so braucht für seine Bildung aus saurer Lösung kein Beispiel gesucht zu werden. Oligoklas (Mittel der Kieselsäure 63 pCt.) aus Lösungen, welche eben so viel oder weniger Kieselsäure enthalten als er selbst, findet sich bei den Laven, Obsidianen und Bimsteinen von Teneriffa (Abich und Ch. St. Cl. Deville); bei Dioriten (Rosstrappe, 46 bis 51 pCt., Fuchs; Wicklow, 52 bis 57 pCt., Haughton) u. s. w., und in No. 4 der Zusammenstellung. Der „Andesin" bietet

dieselben Erscheinungen wie Oligoklas. Tonalit, G. vom Rath mit 67 pCt. Kieselsäure enthält Andesin mit 57 pCt. Kieselsäure im Mittel. Der Andesin des Chimborazogesteines mit 58,26 pCt. Kieselsäure (Ch. St. Cl. Deville) findet sich (s. No. 5) in einer Grundmasse*) mit 63,19 pCt. Kieselsäure, während andere Gesteinsproben von dort 60 pCt. (Rammelsberg) und 65 pCt. (Abich) ergeben, also Andesin aus saurer Lösung. Der Melaphyr vom Rabenstein mit ca. 57 pCt. Kieselsäure enthält den von Streng analysirten Feldspath mit ca. 57 pCt., also im Gestein und Feldspath gleiche Menge Kieselsäure. Streng, der den „Andesin" als Labrador bezeichnet, hat gezeigt, dass sich der Melaphyr des Rabensteins in etwa 51 Andesin, 12 Orthoklas, 33 Augit, 3 Magneteisen zerlegen lässt; auch im „Tonalit" kommt Orthoklas untergeordnet neben Andesin vor.

Labrador (53 pCt. Kieselsäure) aus Lösungen mit mehr Kieselsäure zeigt das Gestein vom Purace (No. 9 der Zusammenstellung). Der Labrador hat bei einem spec. Gewicht von 2,729 ein Overhältniss 1,10 : 3 : 6,91 und enthält 2 Atome Kalk auf 1 Atom Natron. No. 7 der Zusammenstellung enthält frische Labradore, aber ein grünes Mineral, wahrscheinlich thonerdereichen Augit, dessen starke Verwitterung keinen sichern Vergleich erlaubt. In No. 8 fand Ch. St. Cl. Deville glashelle Körner mit 88 pCt. Kieselsäure, die er für Quarz hält. In No. 10 ist der Gehalt an Kieselsäure im Gestein im Vergleich mit andern Analysen sehr hoch, da diese im Mittel nur 50 pCt. ergeben. No. 6 zeigt in Labrador und Gestein dieselbe Menge Kieselsäure. Dasselbe Verhalten kehrt bei dem Gabbro des Harzes (Streng) und von Norwegen (Kjerulf) wieder; bei manchem Gabbro von dort und bei fast allen Doleriten sinkt der Kieselsäuregehalt des Gesteines um etwa 3 bis 4 pCt. unter den des Labradors. Also Labrador wird ausgeschieden aus Lösungen, die mehr, eben so viel, sogar weniger Kieselsäure enthalten, genau wie die übrigen Feldspathe.

Da neben Anorthit (Kieselsäure im Mittel 44 bis 45 pCt.) als Gemengtheile (No. 20, 25, 26) fast nur solche Mineralien vorkommen, welche mehr Kieselsäure enthalten als der Anorthit, so scheinen frische Anorthitgesteine mit weniger Kieselsäure als 44 bis 45 pCt. kaum vorzukommen. Gesteine mit mehr und eben so viel Kiesel-

---

*) Nicht Gestein, sondern Grundmasse nach C. R. 48. 16. 1859.

säure als in Anorthit sind in No. 11 bis 15 aufgeführt. Die Analyse des Anorthitgesteins vom Gümbelberg bei Neutitschein (Tschermak und Knafl) mit nur 39 pCt. Kieselsäure ist wegen des grossen Wassergehaltes und des auffallend niedrigen Kalkgehaltes (5,68 pCt.) nicht in Betracht zu ziehen.

Leucit kommt nur in Gesteinen vor (s. No. 16 und 17), welche weniger Kieselsäure enthalten als er selbst (Mittel 56 bis 57 pCt.), während Hauyn und Nosean nur in Gesteinen auftreten, welche mehr Kieselsäure enthalten als sie selbst, da sie nebst Granat die an Kieselsäure ärmsten Gemengtheile der plutonischen Gesteine sind.

Nephelin (44 bis 46 pCt. Kieselsäure) aus Lösungen mit mehr Kieselsäure als er selbst findet sich im Miascit, manchen Syeniten, den Phonolithen u. s. w., während die Nephelinite bald etwas mehr (zw. Nickenicher Sattel und Nastberg 47,48 pCt. G. Bischof; Niedermendig 49 bis 50 pCt.), bald eben so viel Kieselsäure (s. No. 18, 19) enthalten. Hierher gehören auch manche Basalte (Kreuzberg, Streng; Stolpen, Sinding u. s. w.). Bei manchen Nepheliniten und Basalten geht der Gehalt an Kieselsäure unter den des Nephelines herab (Wickenstein, Löwe, Girard; Bärenstein, Pagels u. s. w.).

Man sieht aus dem Vorhergehenden, dass der Ausspruch „aus einer gegebenen Gesteinsmasse krystallisirt kein Feldspath, dessen Gehalt an Kieselsäure ein höherer ist als der Durchschnittsgehalt an Kieselsäure im Muttergestein“*) nicht allgemein gültig ist. Aus dem Kieselsäuregehalt des Gesteins kann man nur in wenigen Fällen Schlüsse auf den Feldspath und die Feldspath vertretenden Mineralien ziehen. Oder anders ausgedrückt: da die procentische Menge und die chemische Zusammensetzung der den Feldspath begleitenden Gemengtheile zwischen ziemlich weiten Grenzen variiren kann, so können die Feldspäthe und ihre Vertreter aus Lösungen von sehr verschiedenem Kieselsäuregehalt krystallisiren.

---

*) G. Bischof, Lehrb. chem. Geol. Ed. II. Bd. 2. 393.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1863-1864

Band/Volume: 16

Autor(en)/Author(s): Roth Justus

Artikel/Article: Ueber die mineralogische und chemische Beschaffenheit der Gebirgsarten. 675-692