

## Über Granit- und Gneusbildung.

Von

Dr. A. Knop.

---

Von dem gewonnenen Grundsätze ausgehend, dass die Continuität der Entwicklung unseres Planeten nicht nur Bezug auf die organisirten Wesen hat, sondern auch auf die unorganische Materie, ist es selbstverständlich, dass auch diejenigen Mineralien, welche in der primitiven Planetensubstanz, den Laven, in grösster Quantität vorhanden sind, für die Umbildungen dieser eine hervorragende Bedeutung haben. Das gilt besonders für die Feldspathe. Nicht nur die Massenhaftigkeit ihres Auftretens in den unmittelbaren Erstarrungsproducten der abkühlenden Erdkrinde, auch die allgemeine Verbreitung derselben in ihr bedingen die Grundlage einer Menge von Zersetzungsproducten und Neubildungen, denen unsere Erde ihre jetzige Physiognomie zu danken hat. Es war ein Epoche machender Gedanke G. BISCHOF'S, die Lehren der älteren, fast rein mechanischen Geologie, welche als umbildende Ursachen für die Erdveste nur das Centralfeuer unseres Erdinnern und das fallende Wasser kannte, einer scharfen Kritik von rein chemischem Gesichtspunkte aus zu unterziehen und zu zeigen: wie auch die Beweglichkeit der tropfbar- und elastisch-flüssigen Erdglieder Molekularbewegungen der starren Materie zur Folge haben, die, nach dem Satze: dass ein geologischer Effect das Product aus Kraft in Zeit sei, selbst bei geringer Intensität der Kräftewirkungen in langen Zeiträumen tief eingreifende Veränderungen in der Molekularconstitution der unorganischen Planetensubstanz hervorgebracht haben und noch hervorbringen.

Die Zersetzungs- und Umwandelungsvorgänge sind indess keineswegs so einfach, als sie auf den ersten Blick erscheinen mögen. Es ist an sich klar, dass die Atmosphärien (Kohlensäure, Wasser, Sauerstoff), wenn sie ihren ersten Angriff auf das frische Gestein ausgeführt haben, selbst gebunden sein werden. Die Kohlensäure ist an Basen, theils fest, theils nur halb gefesselt, um Mono- und Bicarbonate zu bilden, während Sauerstoff aus der Lösung im Wasser verschwindet, um unlösliches Eisenoxydhydrat und unlösliche Manganoxyde zu erzeugen. Daraus gehen sauerstofffreie Lösungen von Carbonaten der Alkalien und alkalischen Erden, auch schwerer Metalloxyde hervor, welche viel weniger energisch auf frisches Gestein einwirken können, als die ursprüngliche Lösung der unverbundenen elektronegativen Gase. Da beide Vorgänge sich durch die Producte, welche sie erzeugen, unterscheiden, bezeichnet man sie mit verschiedenen Ausdrücken; als Prozess der Verwitterung (Zersetzung), und als den der Metasomatose (Umwandlung).

Wenn der Prozess der Verwitterung dem Feldspath alles Alkali entzieht und Kaolin bildet, so ist dieser das charakteristische Product desselben. Im metasomatischen Prozess wird dem Feldspath nur ein aliquoter Theil des Alkaligehaltes genommen. Das charakteristische Product dieses Vorganges ist ein zwischen Feldspath und Kaolin stehendes Mineral, der Glimmer.

Während der Orthoklas von der schwachen Kohlensäure so gut wie unzersetzbar ist (denn er wird von heisser englischer Schwefelsäure in 1 Stunde nur auf eine Tiefe in seiner Masse von 0,0008 Millim. angegriffen) \*, wird der wasserhaltige Orthoklas, wie alle Zeolithe, durch selbst schwache Säuren leicht zersetzt. Zeolithe, welche in Gesteinen auftreten, können daher nicht im Verwitterungsprozess gebildet werden, sondern nur im metasomatischen Prozess, weil diesem keine freie Kohlensäure mehr zur Verfügung steht. Wo Feldspath verwittert, muss dieser zuerst durch Wasseraufnahme zur Zersetzung fähig gemacht werden.

Wenn wir diese beiden Prozesse, die Verwitterung und Metasomatose bis jetzt auch nur in ihren summarischen Wirkungen

---

\* Nach später bei Glimmer erörterten Methoden gefunden.

erkennen, so stellen sie der chemischen Geologie die feinsten synthetischen und analytischen Aufgaben; denn mit der Continuität der Abnahme der Wirkung des Verwitterungsprozesses ändern sich auch die Producte desselben und erzeugen in den verschiedensten Gesteinen Verwitterungs- und Umwandlungszonen, welche durch das Auftreten bestimmter Mineralien bezeichnet sind. Auf diesen Verhältnissen beruht auch die Succession der Zeolithe in metasomatischen Eruptivgesteinen, welchen zufolge z. B. der Faujasit, eines der ersten Producte der Umwandlung des Basaltes, auf schmale Zonen beschränkt erscheint, während vielleicht später aus ihm der Phillipsit, Natrolith, Chabasit etc. gebildet wird.

Bezüglich der Kenntniss der chemischen Vorgänge, welche im Bereiche der unorganischen Wesen unter den von der Natur gegebenen Bedingungen stattfinden, würden wir kaum unterrichtet sein, wenn wir nicht durch die merkwürdigen Erscheinungen der Pseudomorphosen Anhaltspunkte für die Interpretation ihrer Entstehungsweise gewonnen hätten. Die Krystallform sagt uns aus, welche chemische Zusammensetzung ihr zugehört. Die chemische Analyse sagt, welche Substanz an die Stelle der ursprünglichen getreten ist. Die Differenz in der Zusammensetzung des ursprünglichen und des secundären Minerals zu erklären bleibt dann meist Sache der chemischen Erfahrung, die nicht selten durch Beobachtung von intermediären Bildungen unterstützt und durch experimentelle Forschungen bestätigt wird. Ohne die Kenntniss der Pseudomorphosen, die wir LANDGREBE, BREITHAUPt und in besonderer Ausdehnung BLUM in Heidelberg danken, würde für uns die Herkunft vieler Neubildungen im Mineralreiche, wie auch die Einfachheit und Allgemeinheit der das primitiv gegebene Material unserer Erde umwandelnden Ursachen in undurchdringliches Dunkel gehüllt geblieben sein.

Zu den bemerkenswerthesten Umwandlungen der Feldspathe gehören die zu Kaliglimmer und zu Kaolin.

Der Glimmer (Kaliglimmer) hat sich bis jetzt als unzweifelhaftes Erstarrungsproduct aus feuerflüssigen Laven noch nicht gefunden. Ebenso wenig hat man ihn bis jetzt auf trockenem Wege künstlich darzustellen vermocht. Freilich ist es auch noch nicht mit Sicherheit gelungen, ihn auf nassem Wege herzustellen.

Dass ihn aber die Natur auf nassem Wege aus Feldspath und anderen Thonerdesilicaten und Doppelsilicaten (Andalusit, Beryll, Turmalin, Wernerit, Cordierit, Nephelin etc.) wirklich entstehen lässt, das beweist das Auftreten der zahlreichen Pseudomorphosen von Glimmer und glimmerartigen Mineralien (Pinitoide) nach ihnen. Diese bilden sich überall da, wo Feldspath der Verwitterung und Metasomatose ausgesetzt ist.

Gewöhnlich versteht man zwar unter der Bezeichnung Glimmer ein selten in deutlichen Krystallen, meist in mehr oder weniger grossen Tafeln oder schuppigen Aggregaten erscheinendes Thonerde-Kalisilicat, welches durch eine höchst vollkommene Spaltbarkeit nach einer Ebene und durch elastische Biegsamkeit seiner Spaltungslamellen ausgezeichnet ist. Indessen pflegen Mineralien von grosser Massenhaftigkeit und Ausbreitung ihres Vorkommens auch sehr reich an verschiedenen Varietäten zu sein. So auch der Glimmer. Einerseits findet man ihn in Lamellen von Quadratfussen Flächenraum, andererseits sinken die Dimensionen dieser Lamellen bis zu mikroskopischer Kleinheit und Feinheit herab, und in dieser Form haben ihre Aggregate nicht selten grosse Ähnlichkeit mit Thon, Speckstein und Steinmark, oder bei festerem Gefüge mit manchen anderen Mineralien. Über ihre wahre Natur kann dann nur das Mikroskop und die chemische Analyse entscheiden. Es ist eine Erfahrung, dass unter dem Einflusse der Metasomatose an der Oberfläche unserer Erdrinde der Glimmer meist in letzterer Form erscheint. Denkbar ist es, dass in grossen Tiefen bei höherem Druck und höherer Temperatur aus Feldspathen Glimmer gebildet wird, welcher auch, bekannten Krystallisationserfahrungen gemäss, seine charakteristischen morphologischen und physikalischen Eigenschaften in erhöhtem Grade zur Ausbildung gelangen lässt. Eine ziemliche Anzahl verschiedener Modificationen des mikrokrystallinischen Glimmers hat man in den mineralogischen Systemen als besondere Mineralspecies mit besonderen Namen bezeichnet. Es gehören dahin: Pinit, Damourit, vielleicht auch Sericit, Liebenerit, Gieseckit, Praseolith, Agalmatolith, Killinit, Onkosin, Oosit, Fahlunit, Gigantolith und mehrere andere. In einer früheren Abhandlung\* habe

---

\* Dieses Jahrb. 1859, 532 ff.

ich diese Körper, als deren Repräsentant Pinit (eine Pseudomorphose nach Cordierit) angesehen werden kann, unter dem gemeinschaftlichen Namen der Pinitoide zusammenzufassen mir erlaubt.

Wenn diese Pinitoide auch in ihrer Zusammensetzung mehr oder minder grosse Schwankungen des Kieselsäuregehaltes, besonders wegen Quarzbeimengungen, wahrnehmen lassen, so nähert sich dieselbe nichtsdestoweniger der der Glimmervarietäten. Stets aber lässt sich in ihnen durch geeignete Aufbereitungs-Prozesse deutlich krystallinischer Glimmer, in verschiedenen quantitativen Verhältnissen mit feinschuppigen, mikrokrystallinischen Mineralien gemengt, erkennen, welche letzteren durch Schwefelsäure zersetzbar sind und in ihrer Constitution sich ebenfalls den Glimmern nähern. Ein Gehalt an Eisenoxydul ertheilt den Pinitoiden eine grünliche oder grünlich-graue Farbe, welche bei lockerer Structur in's Weisse übergehen und dann eine Verwechslung dieser Körper mit Kaolin bedingen kann. Der Kaligehalt ist ausser durch Eisenoxydul auch häufig durch Magnesia und Natron vertreten, während der Wassergehalt bis zu 6 Proz. steigt.

Sucht man nach wesentlichen Unterschieden zwischen den Pinitoiden und dem Glimmer, so lässt die chemische Zusammensetzung beider, da sie grossen Schwankungen unterworfen ist, und es ausserdem sehr schwer ist, für Analysen zuverlässig reines Material zu gewinnen, wenig Anhaltspunkte gewinnen. Man könnte es als wesentlich für die Pinitoide ansehen, dass sie durch heisse Schwefelsäure vollkommen unter Abscheidung von Kieselsäure zersetzbar sind, während man im Allgemeinen den Kaliglimmer für unangreifbar durch starke Säuren hält. Man kann in der That Pinitoide und Kaliglimmer in Pseudomorphosen durch Behandlung mit heisser Schwefelsäure von einander trennen; aber auch dieser Unterschied ist nur ein scheinbarer, wie das aus Versuchen hervorgeht, welche ich über die Zersetzungsfähigkeit des Kaliglimmers angestellt habe.

#### Zersetzungsfähigkeit des Kaliglimmers.

Fünf verschiedene Varietäten des Glimmers würden möglich genau in Blättchen von je 1 Quadratcentimeter Oberfläche zerschnitten. Darauf wurde von jeder Varietät das spezifische Ge-

wicht bestimmt, und eine Anzahl, etwa 100 Stück getrockneter und gewogener Blättchen, welche auf beiden Seiten 200 Quadratcentimeter Oberfläche besitzen, der Einwirkung nahezu siedend heißer englischer Schwefelsäure 1 Stunde lang ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit konnte die Schwefelsäure abgegossen und durch Auskochen mit destillirtem Wasser entfernt werden. So erschienen die Glimmerblättchen oberflächlich trüb von abgeschiedener Kieselsäure. Um diese zu entfernen, wurde mit Kalilauge erwärmt. Dabei bleibt etwas Eisenoxydhydrat zurück, welches man wiederum mit verdünnter Salzsäure entfernen kann. Nach mehrmaliger Wiederholung eines jeden dieser Prozesse erscheinen endlich die Glimmerblättchen wieder frisch und glänzend.

Bei 110° getrocknet und gewogen ergibt der Gewichtsunterschied das absolute Gewicht  $a$  der zersetzten Glimmersubstanz\*.

Bezeichnet man das specifische Gewicht des Glimmers mit  $s$  und die Gesamtoberfläche der zum Versuch angewandten Blättchen mit  $o$ , diese in Quadracentimetern ausgedrückt, so lässt sich die Tiefe  $x$ , bis zu welcher die Zersetzung durch Schwefelsäure in der Masse des Glimmers während 1 Stunde vorgeschritten ist, durch folgende einfache Rechnung finden.

Der zersetzte Antheil der Glimmerblättchen lässt sich als ein Parallelepipied von der Grundfläche  $o$  und der Höhe  $x$  auffassen. Der Inhalt  $v$  desselben würde  $= ox$  sein.

Dasselbe  $v$  lässt sich aber auch aus dem absoluten Gewichte des zersetzten Antheils und dem specifischen Gewicht des Glimmers finden. Es ist auch

$$v = \frac{a}{s}$$

In Folge dessen ist

$$ox = \frac{a}{s} \text{ oder } x = \frac{a}{o \cdot s}$$

Durch jene Versuche und diese Rechnung fand ich für:

1.	Glimmer von unbekanntem Fundort . . . . .	$x = 0,00045$	Millimeter.
2.	„ „ Bengalen . . . . .	$x = \begin{cases} 0,00058 \\ 0,00053 \end{cases}$	„
3.	„ „ Pennsylvanien . . . . .	$x = 0,00035$	„
4.	„ „ Oberkainsbach . . . . .	$x = 0,00051$	„
5.	„ vom Mt. Washington in N. Amerika	$x = 0,00047$	„
	Im Mittel	$x = 0,00048$	Millimeter.

\* Selbstverständlich sind die Blättchen vor ihrer Verwendung mit Salzsäure behandelt worden, um etwaige eingeschaltete Lamellen von Eisenoxyd zu entfernen.

Aus diesen Versuchen folgt: dass der Glimmer von Säuren wirklich zersetzt wird; dass aber seine Zersetzungsfähigkeit so gering ist, dass die Tiefe, bis zu welcher heisse Schwefelsäure in ihn eindringt und wirkt, in 1 Stunde im Mittel nur etwa 0,0005 Millimeter beträgt.

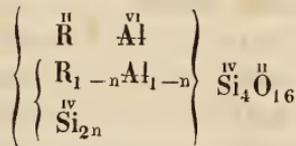
Es folgt daraus, dass ein Glimmer-Blättchen von 0,001 Millimeter Dicke unter angegebenen Verhältnissen vollkommen zersetzt wird, rascher noch feinere.

Spannt man dickere Glimmerpartieen in den Schraubstock und feilt sie normal gegen die Spaltungsrichtungen, so lässt sich ihre sonst so zähe Substanz leicht in grösserer Quantität pulverisiren. Durch Beuteln kann man den feinsten Theil noch von grösseren mitgerissenen Blättchen trennen. So pulverisirter Glimmer besteht aus Blättchen, welche jedenfalls feiner als 0,001 Mm. sind. Mit heisser Schwefelsäure wird er in der That leicht und vollkommen zersetzt \*. —

Mit diesem Verhalten des Glimmers schwindet auch der Unterschied zwischen ihm und den Pinitoiden. Letztere kann man als feinvertheilten Glimmer deuten.

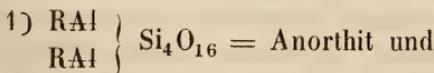
#### Chemische Constitution des Feldspathes und Glimmers und Interpretation des pseudomorphischen Processes der Bildung dieses aus jenem.

Nach den, auf die Lehren der neueren Chemie gestützten Ansichten über die Constitution der Feldspathe von G. TSCHERMAK und A. STRENG, denen ich mich gern anschliesse, lassen sich jene ungezwungen auf die allgemeine Form:

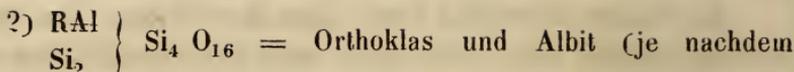


zurückzuführen, in welcher  $n$  alle Werthe von 0 bis 1 annehmen kann.

Durch successive Einführung von  $n = 0$  und  $n = 1$  erhält man zwei Endglieder einer continuirlichen Reihe von Feldspathen, nämlich:

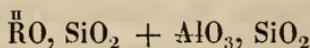


\* Dieses Verhalten lässt sich vielleicht benutzen, um einen Fluorgehalt der Glimmer durch Austreiben von Fluorsilicum mit Schwefelsäure genauer zu bestimmen.



$\overset{\text{II}}{\text{R}} = \overset{\text{I}}{\text{K}}_2$  oder  $\overset{\text{I}}{\text{Na}}_2$  ist), in welcher Reihe Oligoklas, Andesin, Labradorit nur als Glieder mit einfachen Äquivalentverhältnissen der Bestandtheile erscheinen. So lassen sich die grossen Schwankungen, welche die Feldspathe bezüglich des Kieselsäuregehaltes im Verhältniss zu den übrigen Bestandtheilen wahrnehmen lassen, unter einen einheitlichen Gesichtspunkt bringen.

Was den Glimmer anbetrifft, so ist RAMELSBERG\* der Ansicht, dass die meisten Varietäten desselben unter die Formel:

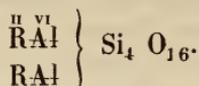


zu bringen seien, in welcher RO vorzugsweise Kali und basisches Wasser bedeutet, welche Körper mehr oder minder durch Natron, Kalkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul vertreten werden können, während  $\text{AlO}_3$  in schwankenden Verhältnissen durch Eisenoxyd ersetzt wird.

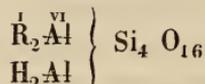
Die Molekularformel des Glimmers:



verdoppelt, lässt sofort erkennen, dass sie vom Typus des Anorthites ist.



Die meisten Glimmer nähern sich in ihrer Zusammensetzung der specielleren Formel:



welche, wenn man das Glied  $\overset{\text{I}}{\text{R}}_2$  rein als Kali annimmt, die folgende procentische Zusammensetzung verlangt:

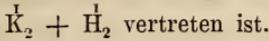
SiO <sub>2</sub>	. . . . .	43,00
AlO <sub>3</sub>	. . . . .	36,84
K <sub>2</sub> O	. . . . .	16,92
H <sub>2</sub> O	. . . . .	3,24
		100,00.

Sowohl das Feldspath- als das Glimmermolekül lässt sich demnach als ein Complex von Atomen auffassen, in welchem eine Gruppe von Atomen sich durch eine andere Gruppe von gleicher Anzahl chemischer Einheiten, oder von gleichem chemischem Wirkungswerth ersetzt wird.

Diese Auffassung der Glimmerconstitution ist von grossem geologischen Interesse. Sie bringt nämlich den Kaliglimmer, welcher genetisch

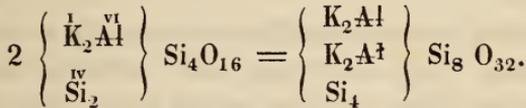
\* (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. XXI. Hft. 1, 123. [1869]).

mit den Feldspathen in so innigem Zusammenhange steht, auch chemisch zu diesen in ein einfaches Verhältniss. Rein chemisch genommen, erscheint nach den vorausgegangenen Betrachtungen der Glimmer als ein Anorthit, in welchem  $\overset{\text{II}}{\text{Ca}} + \overset{\text{II}}{\text{Ca}}$  äquivalent durch



Das heisst: wenn Anorthit in Kaliglimmer umgewandelt werden soll, so muss in jenem die eine Hälfte des Kalkgehaltes durch Kali, die andere durch Wasser ersetzt werden, um bei Erhaltung der äusseren Form eine Pseudomorphose zu bilden.

Bei der Umwandlung des Orthoklases in Glimmer kann man sich das Molekül des Feldspathes aus der doppelten Anzahl von Atomen gebildet vorstellen.



Durch Austreten von  $8\text{SiO}_2$  und Austausch von  $\text{K}_2$  gegen  $\text{H}_2$  entsteht die Glimmerformel aus der des Orthoklases.

Demgemäss können 557,2 Gew.-Thle. Orthoklas durch Abscheidung von 240 Gew.-Thln. Kieselsäure und 47,2 Gew.-Thln. Kali unter Aufnahme von 9 Gew.-Thln. Wasser, 279 Gew.-Thle. Glimmer bilden; oder procentisch ausgedrückt: bildet Orthoklas durch Verlust von 43,0 Proc. Kieselsäure und 8,5 Proc. Kali unter Aufnahme von 1,6 Proc. Wasser 50 Proc. seiner Masse: Glimmer.

Solche Umwandlungen finden in der Natur in grossartigem Maassstabe unter der Wirkung des metasomatischen Prozesses Statt. Die in Verwitterungsprozesse gewonnenen Lösungen von Kalibicarbonat in kohlen-saurem Wasser würden ein reines Anorthitgestein unter Abscheidung nur von kohlen-saurem Kalk vollständig zu Glimmer umwandeln können. Ein reines Orthoklasgestein dagegen würde unter Glimmerbildung Kieselsäure abscheiden, die entweder als Opal oder Quarz consolidirt wird, während ein Theil des Kaligehaltes in Lösung geht, um weitere Umwandlungen in Gesteinen zu bewirken oder um als Nahrungsmittel für den pflanzlichen Organismus von den Wurzeln desselben absorbirt zu werden.

In Wirklichkeit sieht man in Orthoklasgesteinen bei den Umwandlungen viel Kieselsäure abgeschieden, bei den durch basischere Feldspathe charakterisirten wenig, oder keine; dafür aber um so mehr kohlen-sauren Kalk. Es bezeichnet dieses Verhalten auch den Gegensatz von trachytischen und basaltischen Gesteinen.

Wie die Kieselsäureabscheidung bei der Metasomatose mit der Annäherung der Feldspathe vom Anorthit zum Orthoklas wachsen und die Erzeugung von Kalkcarbonat abnehmen muss, und umgekehrt, so wird dasselbe Verhalten auch für diejenigen Gesteine in analoger Weise gelten müssen, welche als Mischlinge von normaltrachytischer und normalpyroxenischer Substanz im Sinne der BUNSEN'schen Gesteinsmischungs-Theorie anzusehen sind.

**Folgerungen aus den Ansichten über die metasomatische Bildungsweise des Glimmers bezüglich der geogenetischen Bedeutung sogenannter metamorphischer Gesteine.**

Dass natürlich vorkommende Pseudomorphosen in den meisten Fällen auf nassem Wege entstehen, darf wohl als ausgemacht betrachtet werden; denn in sehr vielen Fällen sind die secundären, die Form eines primär gebildeten Minerals erfüllenden Substanzen wasserhaltig, oder doch Verbindungen, wie z. B. die Carbonate von Kalkerde, Magnesia etc., welche in Gesellschaft von Quarz oder Silicaten bei hoher Temperatur als solche nicht existiren könnten. Als allgemein gültig kann man indessen den oben ausgesprochenen Satz nicht aufstellen, weil es Fälle in der Natur gibt, wenn auch nicht häufig oder in ausgedehnterer Weise, dass Pseudomorphosen auf trockenem Wege sich bilden können. Schwefel, z. B. der in vulkanischen Kratern geschmolzen war, muss anfänglich als monoklinometrischer Schwefel erstarren, während er nach der Abkühlung sich zu rhombischem umsetzt, um eine sogenannte Paramorphose herzustellen.

Erstarrende Laven scheiden bei langsamer Abkühlung Krystalle ab, deren atomistische Constitution sich für die Erstarrungstemperatur in molekularem Gleichgewichtszustand befindet. Mit veränderten Bedingungen, unter welche die primitiven Erstarrungsproducte versetzt werden, wie z. B. niedere Temperatur und Gegenwart von Wasser, Kohlensäure und Salzlösungen, kann successive ein neuer molekularer Gleichgewichtszustand herbeigeführt werden. Der Übergang aus einem molekularen Gleichgewichtszustand in einen anderen ist dann sehr häufig durch Pseudomorphosenbildung charakterisirt. Dieser Umstand gibt dann auch dem Vorkommen von Pseudomorphosen eine besondere geogenetische Bedeutung. Sie dienen ebensowohl als Grundlage zur Be-

urtheilung der Entwicklungsgeschichte von Gesteinen, in denen sie vorkommen, als auch für die Interpretation der chemischen Reactionen, durch welche die Umbildung eines primitiven Materials bedingt wurde.

Es war der sogenannte Gesteinsmetamorphismus, welcher der älteren Geologie unlösbare Schwierigkeiten entgegensetzte, weil Chemie im Anfange dieses Jahrhunderts noch kein allgemeiner Unterrichtsgegenstand war, und in Folge dessen selbst die tüchtigsten Fachmänner dieses Mittel zur Erkenntniss geologischer Vorgänge entbehren mussten. Es war derselbe Gesteinsmetamorphismus, welcher G. Bischof als Operationsbasis für seine chemisch- und physikalisch-geologischen Speculationen diente, die, wenn auch theilweise in ihren Consequenzen übertrieben, nichtsdestoweniger der wissenschaftlichen Geologie eine veränderte Physiognomie verliehen und die jüngeren Generationen von Naturforschern einen Reichthum von neuen Auffassungsweisen erben liessen.

Einen Cardinalpunkt der Lehre vom Metamorphismus der Gesteine bildet das Verhältniss der sogenannten plutonischen Gesteine zu den vulkanischen. Um dieses richtig zu erfassen, muss man erwägen, dass, wie uns die umfassenden und tiefgehenden Untersuchungen BUNSEN's gelehrt haben, die chemische Durchschnittszusammensetzung aller Laven innerhalb der Grenzen zweier extremer Glieder, der sogenannten normaltrachytischen und normalpyroxenischen (oder normalbasaltischen) schwankt, und dass man alle übrigen Laven als Mischungen der einen mit der anderen in Verhältnissen von 0 bis  $\infty$  betrachten kann. Wenn, bis auf eine kleinere Abtheilung von basischen alkalireichen Laven diese Auffassung mit dem natürlichen Thatbestande im Grossen und Ganzen harmonirt, so findet man ein gleiches Verhältniss auch unter den plutonischen Gesteinen, wiewohl deren mineralogische Constitution meistens wesentliche Verschiedenheiten zeigt von denjenigen, welche in der continuirlichen Reihe der vulkanischen eine analoge Stellung einnehmen. Vergleicht man die extremen Glieder beider Reihen, der vulkanischen und der plutonischen Gesteine mit einander, so entspricht dem vulkanischen Trachyt der plutonische Granit und der nur durch Structurform davon verschiedene Felsitporphyr; dem Basalt der Diabas und Diorit.

Trachyt besteht vorwaltend aus Orthoklasssubstanz, welche in verschiedenen Varietäten des Gesteins mit geringeren Mengen eines basischeren Feldspaths, nämlich mit Oligoklas, in anderen mit verschwindend kleinen Mengen Augit und Magneteisen gemengt ist. Granit dagegen besteht aus Quarz, Glimmer und Orthoklas. In manchen Varietäten kommen auch Oligoklas und manche andere sog. accessorische Bestandtheile vor.

Beide Gesteine erzeugen geschmolzen dasselbe Erstarrungsproduct, nämlich, bei rascher Erkaltung, den Obsidian, welcher bei der Analyse von beiden dieselbe Durchschnittszusammensetzung gibt. Wir haben hier dieselbe Grundsubstanz, welche in den beiden Reihen der vulkanischen und plutonischen Gesteine einen verschiedenen molekularen Gleichgewichtszustand durch die verschiedene mineralogische Individualisirung zum Ausdruck gebracht hat. Ähnlich verhält es sich mit den Basalten und den Grünsteinen (Diabas und Diorit).

Ich will mich vorläufig nur an die Trachyte und Granite halten, und zeigen, wie die noch heute existirenden entgegengesetzten Ansichten über Granitbildung sich leicht versöhnen lassen. Im Wesentlichen handelt es sich darum: ob der mineralogische Unterschied in der Mischung des Trachytes und des Granites als ursprünglich oder secundär aufgefasst werden muss, wenn die Grundmasse dieselbe ist; oder um die Frage: ist der Granit (das Gemenge aus Quarz, Glimmer und Feldspath) wie der Trachyt als unmittelbares Erstarrungsproduct einer feuerflüssigen Lava anzusehen, oder ist er ein Umwandlungsproduct, welches nach der Erstarrung des Trachytes aus diesem hervorgegangen ist? —

Eine dritte Frage ist noch die: ob er überhaupt auf eruptive Weise entstanden sei? —

In Bezug auf die Ansichten, welche bisher über Granitbildung gehegt worden sind, stehen sich zwei diametral gegenüber. Die grössere Zahl der Geologen ist der Ansicht, dass der Granit, wie er in der Natur auftritt, das unmittelbare Erstarrungsproduct einer feuerflüssigen Lava sei, während nur wenige ihm eine rein neptunistische Entstehungsweise zuerkennen.

Das Auftreten der Granite als Gebirgskerne von Massivstructur, in Gängen, welche die sedimentären Formationen regellos

durchsetzen, sowie die Abwesenheit von erkennbaren Resten organisirter Wesen und die gleiche Durchschnittszusammensetzung mit zweifellos vulkanischen Trachyten charakterisiren ihn als ein Eruptivgestein.

Gegenüber diesen allgemein bekannten Thatsachen hatte die Ansicht von der Bildung des Granites auf nassem Wege keine durchschlagenden Gegen Gründe aufzuweisen.

Abstrahiren wir von den Ansichten WERNER's, welcher zuerst die Geologie als Wissenschaft aufbauend, eine einseitige neptunistische Vorstellung von der Bildung des ganzen Planeten und folglich auch des Granites hatte, so war es JOH. NEP. FUCHS\*, welcher zuerst scharfsinnige Gründe gegen die eruptive Entstehungsweise des Granites aufführte. Er sagt:

„Mit dem Feuer hat der Vulkanist oder Plutonist ein leichtes Spiel, „weil es ihm eine Kraft darbietet, die keine Grenzen kennt: er kann „nicht zur Rechenschaft gezogen werden, wenn er damit so weit geht, „als es ihm beliebt, während der Neptunist, wenn er mit seinem Elemente gewisse Grenzen überschreiten will, von der Chemie sogleich „zurecht gewiesen wird. Die Frage, woher das Feuer gekommen, „braucht er gar nicht zu beantworten, wenn er nur seine Wirkungen „nachweist. Der Vulkanist kann mithin die feuerfestesten Körper: „Demant, Korund, Quarz etc. so flüssig machen, wie Wasser — es „lässt sich nichts dagegen einwenden; ja, er kann sogar die ganze „Erde in Dampf auflösen, wie LAPLACE es gethan hat — es ist nicht „physisch unmöglich. Diesen Spielraum muss man den Vulkanisten „lassen; nun sollen sie uns aber Rede stehen über das Vorkommen „verschiedenartiger Mineralien in den gemengten Gebirgsarten, wo „leicht- und strengflüssige, oder gar für uns unschmelzbare nicht bloß „nebeneinander liegen, sondern sehr häufig in- und durcheinander ge- „wachsen sind, so dass ihre gleichzeitige Entstehung gar nicht zu ver- „kennen ist. Wie lässt sich, fragen wir, dieses Verhältniss erklären, „wenn Alles zu einer homogenen Masse zusammen geschmolzen war, „wie es denn begreiflicher Weise und naturgemäss hätte gewesen sein „müssen? Man hat wohl öfters in Schmelzöfen Mineralien ähnliche „Krystalle entstehen sehen, was die Vulkanisten auch zu ihren Gun- „sten auslegen, aber noch nie ist daraus ein dem Granit ähnliches „Gemenge hervorgegangen. Wäre der Granit, dessen Gemengtheile „bekanntlich Quarz, Feldspath und Glimmer sind, geschmolzen ge- „wesen, so hätte zuerst der Quarz krystallisiren müssen, welcher „niedergesunken wäre, und erst lange nachher hätten Feldspath- und

\* in: Über die Theorien der Erde, Münch. gelehrte Anzeigen, Jahrg. 1838. No. 26—30.

„Glimmerkrystalle entstehen können, gemäss der sehr verschiedenen  
 „Schmelzbarkeit und Erstarrbarkeit dieser drei Körper. — Wie hätten  
 „sie aber unter diesen Umständen so miteinander verwachsen können,  
 „wie wir sie antreffen und wie sie auch noch mit anderen Mineralien  
 „verbunden vorkommen, welche theils noch strengflüssiger als Quarz,  
 „wie Corund, Zirkon etc.? theils auch leichtflüssiger als Feldspath und  
 „Glimmer sind, wie Granat, Hornblende, Lepidolith, Turmalin etc.?  
 „Dieses ist in meinen Augen rein unmöglich.“ — Soweit FUCHS.

Es lässt sich nicht verkennen, dass das Aufgehen der von BISCHOF ausgesäeten Ideen über Gesteinsmetamorphismus und Gesteinsbildungen bei jüngeren Forschern mehrfach die Annahme der FUCHS'schen Argumentation zur Folge hatte. Es wurden aber auch durch sie Ansichten verschiedener Männer provocirt, die geeignet waren, über das dunkle Gebiet der primitiven Gesteinsbildungen Licht zu verbreiten. So sprach sich BUNSEN \* gegen die Beweiskraft der oben dargestellten FUCHS'schen Behauptungen aus, indem er daran erinnerte, dass die Temperatur, bei welcher ein Körper für sich fest werde, niemals dieselbe sei, bei welcher er sich aus seinen Lösungen in anderen Körpern in krystallisirter Form ausscheide, und dass der Erstarrungspunkt wesentlich durch das relative Mischungsverhältniss sich gelöst haltender Substanzen bedingt würde. Auch FOURNET \*\* machte wieder auf die Thatsache aufmerksam, dass amorphe Körper in der Regel einen viel niederen Schmelz- und Erstarrungspunkt hätten, als ihre krystallinischen Modificationen. Indem er als Beispiele den Leucit, welcher eine basische, leicht schmelzbare Composition habe, die aber in krystallisirter Form fast unschmelzbar sei, ferner die leichtflüssigen Schlacken der Hochöfen, die krystallisirt ebenfalls sehr schwer schmelzbar werden, aufführt, demonstrirt er die Möglichkeit, dass Mineralmischungen im amorphen, verschmolzenen Zustande, zwischen dem Erstarrungspunkt dieser amorphen Masse und dem oft weit davon liegenden ihres krystallinischen Zustandes gleichzeitig zur festen Ausscheidung gelangen, und verschiedene Krystalle sich in-, um- und nebeneinander ausbilden könnten.

Wenn so durch Entkräftung der FUCHS'schen Einwürfe gegen die plutonische Entstehungsweise des Granites diese einen festeren

\* Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft. XIII. 61.

\*\* *Compt. rend.* LIII. 179.

Boden in der wissenschaftlichen Auffassung der Gesteinsgenesis gewonnen hat, so haben sich nichtsdestoweniger noch manche gewichtige Bedenken, wenigstens gegen die Reinheit des plutonischen Charakters des Granites erhoben. Diese Bedenken lassen die Ansicht zu: dass zwar der Granit ursprünglich ein eruptives, trachytisches Gebilde sei, welches aber im Laufe der Zeit unter der Wirkung des metasomatischen Prozesses eine den veränderten äusseren Umständen entsprechende Änderung des molekularen Gleichgewichtes seiner Masse erfahren habe. Mögen jene Bedenken auch früher oder später durch experimentelle Forschungen gehoben werden, vorläufig sind sie berechtigt und mögen wenigstens als Anregung zu fortgesetzten Forschungen nicht unterschätzt werden. Es sind im Wesentlichen die Folgenden:

1. Wo die Natur trachytische Laven erzeugt, bestehen sie immer vorwaltend aus Sanidin (glasigem Feldspath), nur untergeordnet aus basischeren Feldspathen (Oligoklas).

Glimmer (Kaliglimmer) als ursprünglicher Bestandtheil ist dem Trachyt fremd, ebenso der Quarz. Wo im Trachyt überschüssige Kieselsäure für sich zur Abscheidung gelangt ist, tritt sie in der Form des Tridymits auf.

2. Granit besteht aus gemeinem Feldspath, Quarz und Glimmer, mit untergeordnetem Oligoklas und mannigfachen accessorischen Gemengtheilen, die man im Trachyt noch nicht gefunden hat. (Turmalin, Cordierit, Topas, Beryll, Flussspath, Zinnstein, Schwefelkies, Molybdaenglanz, Korund, Zirkon, Epidot, Gadolinit, Orthit, Andalusit etc.)

Diese Unterschiede in der Zusammensetzung beider Gesteine, denen dieselbe Grundmasse gemeinsam ist, bedürfen der minero-genetischen Deutung.

(Schluss folgt.)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: [1872](#)

Autor(en)/Author(s): Knop Adolph

Artikel/Article: [Über Granit- und Gneusbildung 389-403](#)