

Über Granit- und Gneusbildung.

Von

Dr. A. Knop.

(Schluss.)

A. Die Hauptgemengtheile.

a. Feldspathe. In den frischen Eruptivgesteinen erscheint der Feldspath wesentlich als **Sanidin**. Ihm ist im Allgemeinen derselbe Formencomplex eigenthümlich, als dem gemeinen Feldspath. Doch zeigt sich seine Masse continuirlicher entwickelt, durchsichtig, viel von Sprüngen durchsetzt und bezüglich der chemischen Constitution bildet er diejenige Orthoklasvarietät, die durchschnittlich den grössten Natrongehalt führt, oder mit anderen Worten: welche das grösste Verhältniss isomorpher Mischung von Albit mit Orthoklas besitzt. Die Granite führen vorzugsweise **gemeinen Feldspath** (d. h. Orthoklas mit einem geringeren Albitgehalt [im Durchschnitt]), welcher meist opak, oft sogar sehr porös ist, und nicht selten von Albit, krystallographisch orientirt, umschlossen wird.

Schon G. ROSE* macht darauf aufmerksam, dass dieser Albit ein auf der Oberfläche der Orthoklase abgeschiedenes Auslaugungsproduct aus dem Orthoklas sein könne. Die Porosität des gemeinen Feldspathes lässt sich leicht an der Varietät von Hirschberg in Schlesien constatiren. Stücke davon mit einer Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd-Ammoniak getränkt, getrocknet und geglüht, färben sich bis tief in's Innere schwarz, von gebildetem Kupferoxyd.

* Pogg. Ann. LXXX. 124.

Gemeiner poröser Orthoklas scheint ein Sanidin zu sein, aus welchem ein Theil isomorph gemischten Albits auf nassem Wege extrahirt worden ist.

Adular, der reinste Orthoklas, mit dem geringsten Albitgehalt, findet sich mit Albit, Quarz, Helminth und Kalkspath in Drusenräumen des Granites und Gneuses, wie auch auf Gängen mit Quarz in Sandstein und Porphyrconglomerat und erscheint dort als Product des Umkrystallisirens von Orthoklas auf nassem Wege. Seine Form pflegt einfacher als die des Sanidins und gemeinen Feldspaths zu sein. Im Übrigen hat man ihn auch als Hüttenproduct in Hochöfen von Sangerhausen gefunden.

Feldspath kann demnach sowohl auf feurigem als auf nassem Wege gebildet werden.

b. Kieselsäure. Als Quarz ist die Kieselsäure bis jetzt nur auf nassem Wege künstlich dargestellt worden. Auf trockenem Wege ist seine Bildung bis jetzt nicht gelungen. Bei hoher Temperatur krystallisirt Kieselsäure in der dimorphen Modification des Tridymits, oder sie erstarrt amorph. Quarz geglüht, geht in Tridymit über, während dieser in Opalen, wie es scheint auch auf nassem Wege erzeugt werden kann.

Quarz im Granit ist sehr gewöhnlich mit Schwärmen von Flüssigkeits-Einschlüssen durchsprengt, die theils von Wasser, theils von flüssiger Kohlensäure gebildet werden.

Diese Einschlüsse von Flüssigkeiten lassen nicht selten leere, oder von Luft erfüllte Räume erkennen, welche ersteren durch ausdehnende Wirkung der Temperaturerhöhung ausgefüllt werden können. Quarz im Granit scheint demnach das Product einer wässrigen Bildung bei höherem Druck und höherer Temperatur zu sein, wie solche in grösseren Tiefen der erstarrten Erdrinde herrschen.

c. Glimmer ist bis jetzt mit Sicherheit weder auf nassem noch auf trockenem Wege künstlich dargestellt worden. In frischen Laven ist Kaliglimmer als wesentlicher und ursprünglicher Bestandtheil noch nicht beobachtet. Wo er vorkommt in einzelnen Einschlüssen, ist er fertig gebildet hineingerathen und trägt die Spuren der Calcination an sich. (Er ist theils trüb, theils durch Oxydation des Eisenoxyduls roth geworden.) Sein Vorkommen in Pseudomorphosen nach anderen Mineralien, wie auch

sein Gehalt an basischem, in höherer Temperatur entweichendem Wasser, charakterisirt ihn als ein Product wässriger Bildungsweise.

B. Die accessorischen Gemengtheile

des Granites sind zum Theil verschieden von denen der trachytischen Laven. Dass die verschiedenen accessorischen Gemengtheile des Granites im Trachyt wirklich vorkämen und nur bis jetzt noch nicht darin erkannt worden seien, ist bei der Sorgfalt, mit welcher petrographische Untersuchungen angestellt werden, nicht wahrscheinlich; manche, wie Apatit, Magneteisen, Sphen, sind beiden gemeinschaftlich. Dagegen scheint Cordierit, Turmalin, Beryll, Korund, Andalusit, Disthen, Wernerit und einige andere Mineralien noch nicht im Trachyt gefunden worden zu sein. Es ist auch nicht wahrscheinlich, dass die trachytische Grundmasse früher andere Mineralien bei der Erstarrung erzeugt habe als jetzt. Dann ist es denkbar, dass bei der Umwandlung eines Trachytes diese accessorischen Mineralkörper, wie der Glimmer und Quarz, secundär gebildet worden sind, und gewissermassen als petrographische Äquivalente des Glimmers im Granit auftreten.

Dieses ist wenigstens vom Turmalin nicht ohne Grund zu behaupten; denn Turmalin und Glimmer haben in ihrer Zusammensetzung eine nicht zu verkennende Ähnlichkeit. Wenn diese auch nicht ausreicht, beide mit einander chemisch zu identificiren und einen Dimorphismus derselben Substanz anzunehmen, so kommen sich ihre procentischen Zusammensetzungen, wenn man den Magnesia- und theilweise den Eisenoxydgehalt des Turmalins durch Alkalien und den Borsäuregehalt durch Thonerde und Eisenoxyd ersetzt sich vorstellt, so nahe, dass man im Turmalin Gehalt des Granites gleichsam eine verfehlte Glimmerbildung erkennen kann. Diese Äquivalenz von Glimmer und Turmalin wird in vielen Beschreibungen von Graniten lebhaft hervorgehoben. So von HOCHSTETTER *, ZEPHAROVICH **, BLUM ***, v. STRUVE †, REUSS †† und wird in sehr ausgezeichnete Weise von PUSCH †††, als in den

* Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt. Jahrg. V. 1854. 53.

** Ebendas. p. 304.

*** Handb. d. Lithologie, p. 38.

† LEONH., Min. Taschenb. I. Jahrg. 170.

†† Lehrb. d. Geogn., p. 203.

††† LEONH., Min. Taschenb. VI. Jahrg. 134 ff.

instructiven Graniten von Penig in Sachsen vorkommend, beschrieben.

Eine nach dieser Richtung interessante Erscheinung war mir diejenige, die ich bei der Durchbrechung des Eisenbahntunnels vom Bahnhof nach dem Carlsthor bei Heidelberg beobachtete. Grobkörnige Ganggranite mit vielem Oligoklas, Turmalin und grossen Pseudomorphosen von Glimmer nach Cordierit zeigten die oft bis 4 Zoll langen Turmalinkristalle, soweit sie in Quarz eingewachsen waren, vollkommen frisch, während sie übrigens in feine Lamellen von Glimmer übergangen, die als Fortsetzungen jener Turmalinkristalle zu betrachten waren. In manchen Graniten, wie z. B. im Eckerthale am Fusse des Brockens im Harze tritt ein Granit auf, in welchem der Glimmer nur bandförmige, fast körperlose Zeichnungen bildet, ähnlich wie Pseudomorphosen von Glimmer nach Turmalin nicht selten ausgebildet zu sein pflegen.

Analoges bemerkt man auch im Syenit des Felsenmeeres bei Reichenbach im Odenwald, wo dieses Gestein auf die Weise in einen, übrigens von ihm kaum unterscheidbaren, Granit übergeht, dass die Hornblende durchaus in Aggregate von schuppigem Magnesiaglimmer übergegangen ist, in Aggregate, welche den Örtern früherer Hornblendekristalle vollkommen entsprechen.

Es scheint mir für die Bildungsweise der normalen Granite bedeutungsvoll zu sein, dass gerade die oben erwähnten accessorischen Gemengtheile des Granites: Cordierit, Turmalin, Beryll, Korund, Andalusit und Disthen als solche bekannt sind, in deren Formen so häufig Pseudomorphosen von Glimmer gefunden werden. Dasselbe lässt sich auch in ausgedehnter Weise vom Oligoklas* behaupten, der ein so häufiger Bestandtheil des Granites ist.

Dass auch Kalifeldspath in Glimmer umgewandelt werden kann, sah ich sehr ausgeprägt in einer Arkose des Kohlengebirges am Beutigberge bei Chemnitz in Sachsen**, wo grosse, eckige Bruchstücke von Orthoklas vollkommen in deutlich kry-

* A. KNOP, Chloritschiefer von Harthan. Programm der Gewerbeschule zu Chemnitz.

** Dieses Jahrb. 1859. Beitr. zur Kenntniss d. Rothl. a. d. Steinkohlenf. Bes. Abdr., p. 87.

stallisirten Glimmer übergeführt waren — die, unter dem Mikroskope betrachtet, vielfach von klaren, scharf ausgebildeten Quarzkrystallen durchwachsen waren.

Unter dem Namen Speckstein sind Pseudomorphosen von Glimmer nach Orthoklas schon vielfach beschrieben worden. L. v. BUCH und GOETHE* beschrieben solche aus der Umgebung von Carlsbad. KJERULF** analysirte Pseudomorphosen von Glimmer nach Orthoklas aus dem Granit von Hirschberg; G. VOM RATH*** solche von Lomnitz im Riesengebirge, und KENNGOTT † und K. v. HAUER solche aus einem Granit von Rio de Janeiro. Sie sind in Feldspathgesteinen überall verbreitet.

Es ist keine seltene Erscheinung, dass in Graniten schuppig krystallinische Massendendriten von deutlich ausgebildetem Glimmer vorkommen, die kaum anders zu deuten sind, als wie als Pseudomorphosen nach Mineralien, deren Formen nicht erhalten geblieben sind.

Fasst man alle diese Erscheinungen zusammen und sucht das in ihnen enthaltene genetisch Gemeinsame, so lässt sich wohl behaupten, dass die trachytische Lava in ausgedehntester Weise das Material zur Glimmer- und Quarzbildung in sich enthält. Das Endresultat der Umwandlung des Trachytes auf nassem Wege würde ein Gemenge von Quarz und Glimmer sein. Ein Gemenge von Quarz, Glimmer und Feldspath würde aber als das Product der unvollendeten Metamorphose einer eruptiven trachytischen Substanz auf nassem Wege aufgefasst werden dürfen.

Granit ist demnach ein metasomatisches Eruptivgestein. Ich kann nicht finden, dass in dieser Vorstellung von der Granitbildung so viel in das Bereich der Phantasie zu Verweisendes liegt, als in manchen anderen Ideen, die man früher von ihr gehegt hat. Mit ihr verträgt sich auch die Annahme, dass unter Umständen gewisse Ganggranite, wie sie in feldspathführenden Gesteinen vorkommen, vollkommene Bildungen auf nassem Wege sind, wie man das, und ich glaube nicht mit Unrecht, besonders

* LEONH., Taschenb. I. Jahrgang, pag. 174. Auch GOETHE'S Werke, Bd. XL. Aufenthalt in Carlsbad.

** Journ. f. prakt. Chemie. LXV. 1855. 190.

*** Pogg. Ann. XCVIII. 280 ff.

† Übers. d. Res. min. Forschungen. 1856 u. 1857, 196 u. 197.

von den Schriftgraniten vielfach angenommen hat. Ich habe Gelegenheit gehabt, die beginnende Bildung eines Ganges von Quarz und Feldspath in einem durchaus sedimentären Gestein, nämlich in einem wesentlich aus Porphyry und Gneusgeschieben bestehenden polygenen Conglomerat des unteren Rothliegenden in der Gegend von Chemnitz * in Sachsen zu beobachten. Eine mehrere Zoll breite Spalte darin war derart mit Quarzkrystallen besetzt, dass diese mit einem Ende auf den Geröllflächen aufsaßen und mit dem anderen frei in den Gang ragten. Zwischen diesen, in ihrer Richtung mehr oder weniger dem Parallelismus genäherten Quarzkrystallen bildeten sich zollgrosse Krystalle von Orthoklas in der Adularform aus, welche mit den unteren Enden der Quarzkrystalle Contactformen erzeugten, die auf dem Querschnitt von denen im Schriftgranit enthaltenen nicht zu unterscheiden waren. Die Porphyrygerölle waren mürbe, stark alterirt, und die Feldspatheinsprenglinge in scharf erhaltene Pseudomorphosen von pinitoidischem Glimmer übergeführt. Das ist eine beginnende Granitbildung, bei welcher jede Mitwirkung des Vulkanismus ausgeschlossen ist.

Mit wie geringen Mitteln der Granit auf dem Wege der Umwandlung durch Gewässer aus Trachyt erzeugt werden kann, geht aus der einfachen Überlegung hervor, dass, wenn man 100 Gew.-Thle. eines rein aus Orthoklas- (Sanidin-) Substanz bestehenden Trachytes der Granitbildung zu Grunde gelegt denkt, derselbe nur 4 Proc. Kali zu verlieren und 0,8 Proc. Wasser zu binden braucht, um 96,5 Gew.-Thle. Granit mit nahezu 50 Gew.-Theilen Feldspath, 21 Gew.-Thln. Quarz und 25 Gew.-Thln. Glimmer entstehen zu lassen, oder es würde dieser Granit procentisch aus:

52 Proc. Feldspath,
22 " Quarz,
26 " Glimmer
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 100 bestehen.

Diese Zahlen kommen den mittleren, um welche die Zusammensetzung typischer Granite schwankt, sehr nahe. Ein Verlust von Kali unter der Einwirkung von Wasser auf Feldspath wurde von DAUBRÉE schon beim Zermalmen von Orthoklas bei

* Beiträge zur Kenntn. des Rothl. a. d. Steinkohlenf. im erzgeb. Bassin. Dieses Jahrb. 1859. Besond. Abdruck, p. 64 ff.

gewöhnlicher Temperatur wahrgenommen. Ist der Trachyt reich an Oligoklas, so wird dieser, wegen seiner grösseren Basicität noch leichter gegen wässrige Lösungen reagiren und vorzugsweise Glimmer bilden können. Gleichzeitig können dabei manche accessorische Bestandtheile des Granites erzeugt werden, welche später selbst wieder einer Glimmerbildung unterliegen.

Dass Wasser bei der Granitbildung mit thätig gewesen, geben alle Plutonisten von reinstem Wasser zu. Es handelt sich nur darum; wie es thätig gewesen sei? Wenn **POULETT SCROPE**, **SCHAEERER** u. A. eine geringe Menge Wassers im feuerflüssigen Granit als ein Flussmittel ansehen, vermöge dessen dieser bei weit niedrigerer Temperatur, als Trachyt, im geschmolzenen Zustande verharren und Quarz und Glimmer zur krystallinischen Ausscheidung gelangen lassen konnte, so ist das doch nur als eine Hypothese zu betrachten, welche in den chemischen Erfahrungen keine directe und positive Stütze findet. Dass der Wassergehalt des Granites für seine Bildungsweise von Bedeutung sei, anerkennt auch **ELIE DE BEAUMONT**, aber wenn er zur Erklärung dieser Erscheinung daran erinnert, dass Silber in der Schmelzhitze Sauerstoff absorbirt, welcher beim Erstarren entweicht, so folgt daraus noch nicht, dass flüssige Laven Wasserdampf absorbiren müssten, welcher nicht aus ihnen entweicht.

Auch das Hälleflint-artige feuerflüssige „Magma“ **DUROCHER's***, welches von Kieselsäure und den Elementen des Feldspathes und des Glimmers gebildet, ein homogenes Ganze gebildet haben soll, aus welchem bei der Schmelztemperatur des Feldspathes dieser mit Glimmer auskrystallisirt sein soll, während Kieselsäure, den viscosen Zustand durchlaufend, allmählich krystallinisch geworden sei, ist wohl mehr als eine Vorstellungs- als Erklärungsweise der Granitbildung anzusehen.

Auf Grund seiner Studien über das Verhalten der Kieselsäure bei hoher Temperatur kam auch **H. ROSE** zu der Überzeugung, dass ohne eine Mitwirkung des Wassers das Verhalten des Quarzes im Granit unerklärbar sei. Diese Überzeugung gewann festeren Boden durch **SORBY's**** Feinschliffe von Granit-Quarzen, in denen Schwärme von theilweise mit Flüssigkeit erfüllten Hohlräumen

* *Bull. géologique* (2) IV. 496.

** *Phil. Mag.* (4) XV. 152.

unter dem Mikroskope erkennbar waren. Diese Flüssigkeiten, welche früher schon von BREWSTER im Topase vom Rio Belmonte in Brasilien entdeckt und studirt und wegen ihrer starken Ausdehnung beim Erwärmen von SIMMLER für condensirte Kohlensäure angesprochen wurden, haben in neuerer Zeit H. VOGELANG und H. GEISSLER * mittelst sinnreicher Methoden einer eingehenden Prüfung unterworfen. Sie fanden, dass die Flüssigkeitseinschlüsse im Granitquarz theils aus Wasser mit wenig Kohlensäure, theils aus condensirter Kohlensäure selbst bestanden, welche Körper in einer GEISSLER'schen Spectralröhre mit dem BUNSEN'schen Spectralapparate als solche erkannt wurden. Die Flüssigkeitseinschlüsse, welche wohl als interkrystalline, beim Wachsthum der Krystalle übrig gebliebene, und die Mutterlauge, in der sie sich bildeten, einschliessende Räume zu betrachten sind, lassen sehr häufig eine bewegliche Libelle, eine Luft- oder Dampfblase, wahrnehmen. Nach dem Verhalten dieser Libellen bei höherer Temperatur unterscheiden sich die Einschlüsse als von zweierlei Art. Die einen verschwinden durch Ausdehnung ihrer Substanz und durch Condensation des Dampfes, indem der Hohlraum vollständig ausgefüllt wird bei einer Temperatur zwischen 30 u. 32° C., die anderen nicht. Die ersteren sind von flüssiger Kohlensäure gebildet, die anderen von Wasser, welches etwas Kohlensäure enthält. Auf Grund dieses Verhaltens ist man wohl berechtigt zu schliessen, dass der Granitquarz bei einer Temperatur von mindestens 30° zur Abscheidung gelangte, bei welcher seine Kohlensäure-Einschlüsse ihren Raum vollständig ausfüllten. Auch VOGELANG schliesst: wenn die Spannkraft des Kohlensäuredampfes über der Flüssigkeit nach THILORIER zwischen 0° u. 30° C. von 36 auf 73 Atmosphären steigt, also für jeden Centesimalgrad um eine Atmosphäre zunimmt; und wenn ferner die Spannkraft der Flüssigkeit im Quarz dem Druckzustande der Umgebung des Minerals während seiner Bildung entsprach, so würde der Quarz im Granit unter einem Druck von 75 Atmosphären zur Abscheidung gelangt sein. Dieser Druck und jene Temperatur herrschen aber bereits unter dem Einflusse des Wassers in einer Tiefe der Erdrinde zwischen 2000 und 3000 Fuss.

* Pogg. Ann. CXXXVII, p. 56 u. 257.

In dieser Tiefe muss demnach alle Kohlensäure flüssig sein, und da sie in dieser Form nicht mit Wasser mischbar ist, so sind die oben beschriebenen Einschlüsse im Granitquarz begreiflich. Ob indessen diese Schlüsse nach den Mittheilungen von ANDREWS* über das Verhalten der Kohlensäure: bei etwa 31° und höherem Druck einen Übergangszustand zwischen flüssigem und gasförmigem annehmen zu können, noch ihre Gültigkeit behalten werden, wage ich nicht zu entscheiden.

DELESSE**, die Nothwendigkeit der Molekularbewegung einer mineralogisch anders, als Granit, constituirten Grundmasse empfindend, setzt voraus, das Material, woraus Granit entstanden, sei ursprünglich eine Schlammlava gewesen, deren Grundsubstanz sich unter dem Einflusse von Druck und wenig erhöhter Temperatur zu Quarz, Glimmer und Feldspath umgesetzt habe. Er rechnet Granit daher zu seinen „*Roches éruptives non ignées.*“

Bestimmter erfasste DAUBRÉE*** die Frage der Granitbildung durch seine experimentellen Untersuchungen über das Verhalten gewisser Silicate unter Druck und höherer Temperatur bei Gegenwart von Wasser. Wenn er dabei die Möglichkeit bewies, dass unter den genannten Umständen gewisse, für eruptive Gesteine charakteristische, wasserfreie Silicate wie Diopsid, Feldspath, auch Quarz wirklich entstehen, so würde er der Lösung der Frage über Granitbildung um ein Bedeutendes näher gerückt sein, wenn es ihm gelungen wäre, mit Bestimmtheit darzulegen, dass der mit überhitztem Wasser behandelte Thon von Klingenberg bei Cöln, von welchem er hexagonale, doppelt brechende und vor dem Löthrohre schmelzbare glimmerähnliche Blättchen erhielt, wirklich zu Kaliglimmer geworden sei.

Das Verhältniss von Kaolin zu Glimmer und Feldspath.

G. BISCHOF fasst in seinem Lehrbuche der chemischen und physikalischen Geologie mehrorts die Möglichkeit in's Auge, dass Gesteine von granitischer und syenitischer Zusammensetzung aus Thonschiefer oder Grauwacke entstehen könnten.

Wenn sich aus der Vergleichung der Durchschnittszusammen-

* Auszugsweise in: *Les Mondes*. 10. März 1870.

** *Bull. de la soc. géol. de France* (2) XV, p. 728.

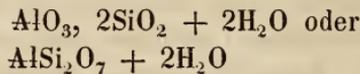
*** *Etudes et expériences synthétiques sur le métamorphisme etc.*, p. 111.

setzung beider Gesteinsgruppen auch ein solches Resultat ableiten liesse, so ist nicht zu leugnen, dass die Annahme: die Natur führe diesen Vorgang wirklich aus, vom geognostischen Gesichtspunkte viel Widerstrebendes hat. Die Frage nach der eigentlichen geogenetischen Bedeutung der Thonschiefer ist oft gestellt worden. Eine endgültige Lösung derselben ist mir nicht bekannt. Mit Zugrundelegung von Analysen typischer Thonschiefer scheint mir die Deutung, dass er wesentlich ein Gemenge von Quarz mit pinitoidischem Glimmer und vielleicht mit eisenoxydulreichen Beimengungen (Magneisen, Chlorit u. dergl.) sei, nicht unrichtig zu sein *. Gleichzeitig concentriren sich in ihm kohlige und kohlig-bituminöse Substanzen in verhältnissmässig viel grösserer Menge als in anderen Gesteinen derselben Formationen, in denen er aufzutreten pflegt. Die Eigenthümlichkeit, dass die Ablagerungen von Anthraciten, Stein- und Braunkohlen vorzugsweise in solchen Gebirgsarten stattgefunden haben, welche ursprünglich in einer leicht von Wasser aufschwemmbar Form vorhanden waren, in welcher sie an ruhigen Stellen der Binnenseen und Oceane zum Absatz gebracht werden konnten, lässt wohl mit Berücksichtigung seiner geotektonischen Verhältnisse ungezwungen die Deutung zu, dass auch Thonschiefer einstmals in einem feinschlammigen Zustande verhartet haben muss. Da organischer Detritus, selbst Baumstämme die Eigenschaft der leichten Aufschwemmbarkeit mit Thon und feinen Glimmerblättchen auch mit sehr feinem Quarzsand theilen, so ist das Zusammenvorkommen jener wie dieser in der Reihe der sedimentären Formationen unschwer zu begreifen. Im Allgemeinen ist es bekannt, dass mit wachsendem geologischen Alter die Lignite sich in ihrer Zusammensetzung dem Zustande der Steinkohlen nähern, aber auch, dass die thonigen, einschliessenden Gesteine dem entsprechend mehr oder minder hohe Grade der Umbildung verrathen, denen zufolge einerseits plastischer Thon, andererseits

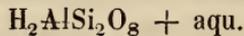
* Das ergibt sich auch aus J. FIKENSCHER'S Unters. der metamorphischen Gesteine der Lunzenauer Schieferhalbinsel (Preisschrift XII. der Fürstl. JABLONOWSKI'Schen Gesellsch. zu Leipzig). Die Gesteinsreihe von Thonschiefer bis zum Cordieritgneus war chemisch gleich zusammengesetzt; die Thonschiefer bestanden aber aus Delessit, Quarz, Damourit-artigem Glimmer (Pinitoid) und Titaneisen.

Thonschiefer, vielleicht noch Glimmerschiefer, durch eine kontinuierliche Reihe von Zwischenformen mit einander verbunden werden (Schieferletten, Schieferthon, Glimmerletten etc.). Consequenterweise liesse sich die Bischof'sche Auffassung der Bildungsweise des Granites aus Thonschiefer eher auf den mit ausgezeichneter Parallelstructur versehenen Gneus beziehen, als auf den Granit von Massivstructur. Es liesse sich die Frage aufwerfen, ob nicht bedingungsweise durch Fortsetzung eines in den Tiefen der Erdrinde stattfindenden metasomatischen Processes der Thonschiefer der Übergangsformation successive in Glimmerschiefer, und durch diesen in Gneus, welcher durch seine Einschlüsse von Graphit noch eine Verwandtschaft mit Kohle führenden Gesteinen anzeigt, umgewandelt werden könne? Die Beantwortung dieser Frage scheint mir gleichbedeutend mit der zu sein: ob Kaolin sich in Glimmer und dieser sich in Feldspath umwandeln kann? Bezeichnet man die Bildung von Glimmer und Kaolin aus Feldspath, der primitiv gegebenen Substanz, als eine fortschreitende Metamorphose, so würde der oben in Frage gestellte Prozess als eine rückschreitende aufgefasst werden dürfen. In der Natur müssten die Bedingungen für den einen wie für den anderen Prozess gegeben sein.

Die Zusammensetzung des reinen Kaolins lässt sich durch die Formel

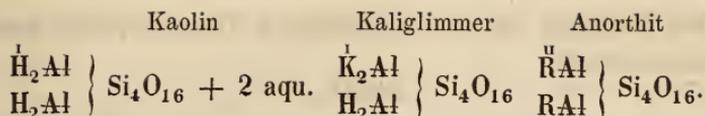


ausdrücken; oder, denkt man sich die Hälfte des Wassers als basisches, zur Constitution des Kaolinmolekuls gehöriges, durch:



Diese Formel * verdoppelt lässt eine gewisse Verwandtschaft mit der des Feldspathes und Glimmers nicht verkennen. Man kann sie in Beziehung zu diesen folgendermassen schreiben:

* Die wasserhaltigen in der Natur vorkommenden Thonerdesilicate erfordern übrigens eine monographische Bearbeitung. Jedenfalls rühren die bedeutenden Schwankungen des Kieselsäuregehaltes nicht immer von feinem, beigemengtem Quarzsande her, wie ich mich für einige von der Kaolinzusammensetzung abweichende Thone überzeugt habe. Denn nach dem Aufschliessen mit Schwefelsäure und Auflösen der rückständigen Kieselsäure mit Natronlauge blieb kein unter dem Mikroskop erkennbarer Rückstand von Quarztheilchen übrig.

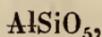


Es würde sich dieser Auffassung gemäss Kaolin zum Feldspath und Glimmer verhalten wie ein Zeolith. In seinen morphologischen Eigenschaften hat er grosse Ähnlichkeit mit Glimmer, er krystallisirt selten in grösseren krystallinischen Blättern von rein weisser Farbe und Perlmutterglanz (Nakrit von Freiberg), gewöhnlich nur in mikroskopischen Blättchen von rhombischer oder scheinbar hexagonaler Gestalt, mit Winkeln, die sich 60° und 120° nähern.

Rein theoretisch genommen würde aus Kaolin Glimmer gebildet werden, wenn unter Verlust von 2 At. Krystallwasser, H_2 durch K_2 vertreten würde. Feldspath würde sich aus Glimmer bilden, wenn in diesem nochmals H_2 durch Ca oder Na_2 , oder das Glied $\overset{IV}{\text{RAl}}$ durch $\overset{IV}{\text{Si}_2}$ ersetzt werden könnte, welches eine gleiche Anzahl von chemischen Einheiten repräsentirt.

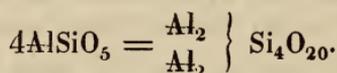
Es wäre von grossem geologischem Interesse, wenn man nachweisen könnte, dass diese Vorgänge in der Natur ihren realen Ausdruck fänden; dann würde es begreiflich sein, warum Thonlager in Thon- und Glimmerschiefer übergehen könnten oder diese in Gneus oder endlich in Gemenge von Quarz mit Feldspath, wie sie mit oft ausgezeichnete Parallelstructur im Granulit zur Ausbildung gebracht worden sind. Einen solchen Nachweis könnte man theils durch Beobachtung von Pseudomorphosen, theils durch das Experiment liefern. Indessen befinden wir uns mit diesen Fragen wiederum auf einem Gebiete, welches der Beobachtung grosse Unsicherheiten und der experimentellen Forschung einen noch wenig cultivirten Boden darbietet. Die Schwierigkeiten für die Beobachtung liegen zum grössten Theil in dem Umstande, dass Kaolin selten in deutlichen und charakteristischen Krystallformen angetroffen wird. Die mikroskopischen Gestalten desselben sind von denen des Glimmers nicht exact unterscheidbar, so dass uns ein Hauptmerkmal für die Erkennung einer Pseudomorphose von Glimmer nach Kaolin, nämlich der Gestaltenunterschied beider Mineralien fehlt. Man ist in Folge dessen auf Analogien angewiesen, die, wenn auch entfernter, sich doch zu Gunsten von einiger Wahrscheinlichkeit, für eine Umwandlung des Kaolins in Glimmer deuten lassen. Diese liegen in dem Auftreten von Pseudomorphosen des Glimmers nach Andalusit.

Der Andalusit ist ein wasserfreies Thonerdesilicat von der Zusammensetzung

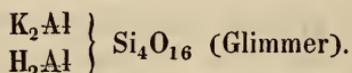


welches an manchen Orten in grosser Menge den Granit in grossen rhombischen Krystallen als accessorischer Gemengtheil begleitet.

Der Andalusit verräth eine grosse Neigung in Glimmer überzugehen, und zu Lisens in Tyrol findet man Krystalle desselben, welche ganz aus Glimmer bestehen. Um Glimmer aus Andalusit zu bilden, muss Thonerde ausgeschieden und Wasser aufgenommen werden.



Durch Abscheidung von Al_2O_6 bildet sich unter Aufnahme von K_2O und H_2O :



Dass ein so dichter, krystallisirter und wasserfreier Körper wie der Andalusit gegen alkalische Lösungen wirklich reagirt um Glimmer zu bilden, beweist: eine wie feste Gleichgewichtslage die Atome im Glimmermolekul einnehmen. Man kann aus der beschriebenen Pseudomorphose weiter schliessen: wenn ein wasserfreies Thonerdesilicat wie Andalusit wirklich sich in Glimmer umwandeln kann, um wie viel leichter wird dasselbe geschehen müssen in einem wasserhaltigen Thonerdesilicate, welches an sich leichter reagirt als ein wasserfreies, und in dessen Molekul das Kali nur einen Theil des vorhandenen Wassers zu ersetzen braucht! Ein solches Silicat ist aber der Kaolin.

Schon J. N. FUCHS fand in allen Thonen, welche er analysirte, einen Kaligehalt; in einer Varietät von Miesbach sogar bis 4,7 Procent.

Die meisten Thone mit englischer Schwefelsäure erhitzt und ausgelaugt lassen aus dem concentrirten Filtrat Alaun auskrystallisiren. Kali ist demnach in einer durch Schwefelsäure leicht aufschliessbaren Form im Thon enthalten. Dasselbe Verhalten zeigen Thone, in denen durchaus keine Feldspathpartikelchen beobachtet werden können. Es ist wahrscheinlich, dass der Kaligehalt als pinitoidischer Glimmer mit dem Thon gemengt ist, der

ja äusserlich oft gar nicht vom Thon selbst unterschieden werden kann.

Ein solcher Kaligehalt des Thons kann um so weniger befremden, als die Fortschritte der Agriculturchemie uns mit der Eigenthümlichkeit thoniger Bodenarten (der Feinerden) bekannt gemacht haben, das Kali aus seinen Salzlösungen zu absorbiren.

Die Fähigkeit des Ackerbodens, Stoffe aus Lösungen aufzunehmen und festzuhalten, bezieht sich indessen nicht allein auf das Kali. Auch Ammoniak und Phosphorsäure, gerade die vornehmsten Nahrungsmittel für den pflanzlichen Organismus zeigen dieselbe Eigenschaft, vom Ackerboden gebunden zu werden.

Die absorbirende Kraft des Ackerbodens wurde in ihrer allgemeineren Wirkung zuerst im Jahre 1836 von JOH. PHIL. BRONNER erkannt, indem er Mistjauche durch Ackererde filtrirte, welche farb- und geruchlos wieder zum Vorschein kam. Unabhängig von BRONNER wiederholte später HUXTABLE ähnliche Versuche, während 1845 THOMPSON solche mit Lösungen von kohlen-saurem und schwefelsaurem Ammoniak anstellte und dabei fand, dass das Ammoniak in einer nicht näher gekannten Form im Boden blieb, während die Schwefelsäure an Kalk gebunden, als Gyps im Filtrat enthalten war. Eingehender waren die 1850 von TH. WAX veröffentlichten Untersuchungen. Sie bewiesen, dass der Ackerboden kohlen-saure, schwefelsaure, salpetersaure und salzsaure Verbindungen des Ammoniak's und des Kali's zerlege und diese letzteren beiden Körper, sowie Phosphorsäure, sowohl im gebundenen als freien Zustande festhalte. LIEBIG bestätigte alle diese Resultate und behandelte durch manche sehr interessante Versuche die agronomische Bedeutung jener Absorptionsfähigkeit des Bodens. Seitdem haben sich die Agriculturchemiker dieses Gegenstandes mit grossem Eifer und mit guten Erfolgen angenommen, um zu einer wissenschaftlichen Definition des Begriffes von „Fruchtbarkeit des Ackerbodens“ zu gelangen. Ausführlich beschäftigte sich mit dahin einschlagenden Fragen auch mein Bruder, WILHELM KNOP*, welcher die Absorptionsfähigkeit des Bodens wesentlich den sog. Feinerden zuschreibt, und auf den Gehalt daran im Boden und auf deren specifische Absorptionsfähigkeit für Kali, Ammoniak und Phosphorsäure eine rationelle Grundlage für Bonitirungen geschaffen hat.

Aus der Thatsache, dass der Ackerboden, besonders Thonboden, ebensowohl Kali, wie Ammoniak in verhältnissmässig grossen Mengen aufnimmt, ohne dass diese Körper von Wasser aus-

* Vergl. W. KNOP. Der Kreislauf des Stoffs, Lehrb. der Agriculturchemie. Leipzig bei H. HAESSEL. 1868 und Derselbe: Die Bonitirung der Ackererde. Leipzig bei HAESSEL. 1871.

gewaschen werden, und dass ferner das Ammoniak mit Kieselsäure keine Verbindungen eingeht, schloss LIEBIG: der Absorptionsprozess beruhe nicht auf einer chemischen Wirkung der Stoffe auf die Bestandtheile des Bodens, sondern auf einer rein mechanischen Oberflächenattraction.

Im Jahre 1856 * glaubte ich auf Grund von chemisch-geologischen Studien über den Chloritschiefer von Harthau bei Chemnitz in Sachsen sowie auf Grund der Erscheinung, dass die noch ziemlich mit Kalisalzen beladenen Furchen- und Drainwasser in grösseren Tiefen, im Brunnen- und Thermalwasser, diesen Kaligehalt fast gänzlich verloren haben, die Absorption desselben im Ackerboden allgemein in einer beginnenden Glimmerbildung suchen zu müssen, so dass dieses Mineral gewissermassen diejenige Form darstellte, in welcher der bei der Verwitterung von Feldspathen frei werdende Kaligehalt in den peripherischen Regionen der Erdrinde concentrirt und für das Gedeihen der Vegetationsdecke erhalten werde. Eine diesen Gegensatz vermittelnde Ansicht drückt mein Bruder WILHELM (Kreislauf. I. 509) aus, indem Er sagt: „Was Ammoniak, Kali und Kalk anbetrifft, so glaube ich, hat v. LIEBIG unbedingt Recht, wenn er behauptet, dass diese Körper wenigstens beim ersten Angriff der Ackererden auf die Lösungen derselben durch Flächenattraction zur Erde übertreten. Jene Proportionalitäten der Absorptionen des Kalis und Kalks von den Feinerden und die Zunahme der Absorptionsgrösse mit wachsender Menge der Flüssigkeit von sich gleich bleibender Concentration stehen nicht mit den Wirkungen der chemischen Affinität im Einklang. Späterhin wird diese allerdings rege werden müssen; ist Kieselsäurehydrat oder ein Silicat mit Kali und Kalk in innige Berührung getreten, so werden die ersteren sicherlich mit der Zeit Antheile dieser Basen chemisch binden, und somit mag denn die Veränderung, welche eine thonige Feinerde nach und nach erleidet, wenn sie sich mit Kali ausgesättigt hat, sehr wohl damit enden, dass sie eine den Thonschiefern oder Glimmern ähnliche und gleiche chemische Zusammensetzung gewinnt.“ —

Wenn die eben besprochenen Verhältnisse es wahrscheinlich machen, dass Kaolin wirklich im Laufe der Zeit mechanisch durch

* Programm für die öffentliche Prüfung an der höheren Gewerbeschule zu Chemnitz.

Oberflächenwirkung vertheilte Kalisalze zersetzt und sich des Kaligehaltes bemächtigt, welcher in seine Zusammensetzung tritt, um Glimmer zu bilden, so ist dieser Vorgang der Kaliaufnahme des Kaolins auf anderem Wege noch nachzuweisen, wenn auch nicht der Beweis dadurch geliefert wird, dass Glimmer das Resultat desselben ist. Mikroskopische Präparate von krystallisirtem Kaolin, welche ich früher mit Wasserglas präparirte, waren nach längerer Zeit völlig zerstört. Die Lamellen waren zerplatzt und deuteten auf eine durch chemische Reaction des Wasserglases auf seine Substanz bedingte Volumvergrößerung*. Diese Erscheinung wird erläutert durch DAUBRÉE'S Versuch: reinen Kaolin mit an Kalisilicat ziemlich reichem Mineralwasser von Plombières im Glasrohr zu überhitzen. Das Resultat war: dass ein zusammenhängend- und verwirrt-krystallinisches Alkalidoppelsilicat entstand, von den Eigenschaften des Feldspathes, gemischt mit wenig als Quarz krystallisirter Kieselsäure. Thon von Klingenberg bei Cöln, mit Wasser im geschlossenen Glasrohr überhitzt, belud sich mit hexagonal-krystallisirten Lamellen, welche dem Glimmer sehr ähnlich waren. DAUBRÉE erhielt dabei zu wenig Substanz, um eine Analyse davon machen zu können.

Die Bildung eines Thonerde-Alkali-Doppelsilicats von feldspathartigen Eigenschaften unter Druck und hoher Temperatur beweist die Möglichkeit der Bildung von Feldspath aus Kaolin; um so mehr ist es zu bedauern, dass der Nachweis der Bildung des Glimmers aus Kaolin unter ähnlichen Bedingungen, nicht mit wünschenswerther Genauigkeit gelungen ist. Es wäre der erste directe und experimentelle Beweis für die Glimmerbildung auf nassem Wege gewesen. Die Möglichkeit, ja die Wahrscheinlichkeit des Gelingens ist vor der Hand nicht abzuweisen und fordert zu wiederholten Versuchen auf.

Aus den Beobachtungen und Experimenten, welche eben besprochen worden, geht hervor, dass die Bildung von Glimmer aus Kaolin auf nassem Wege nichts Unwahrscheinliches hat und dass man unter Druck und höherer Temperatur feldspathartige Doppelsilicate auf nassem Wege erzeugen kann. Es würde von grosser geologischer Tragweite sein, wenn es gelänge, die Bildung des

* Vergl. Dieses Jahrb. 1859, p. 594. Anm. 2.

Glimmers aus Kaolin positiv zu constatiren, und ebenso nachzuweisen, dass Feldspath aus Glimmer hervorgehen kann. Pseudomorphosen von Feldspath nach Glimmer sind nicht bekannt geworden. Es wird auch schwer sein, das eventuelle Vorkommen derselben richtig zu erkennen, da bei einer Umwandlung der Glimmersubstanz zu Orthoklas das Volum des ersteren sich nahezu verdoppeln und die ursprünglichen morphologischen Eigenschaften des Glimmers bis zur Unkenntlichkeit verwischen müsste. Wenn auch der Feldspath in manchen Graniten und Gneusen eine durch unsere bisherigen Erfahrungen über Krystallbildung nicht erklär-bare krummschalige, lamellare Zusammenfügung wahrnehmen lässt, die man von den hier gewonnenen Gesichtspunkten aus für eine Wirkung der Umwandlung von Glimmer in Feldspath zu halten sich geneigt fühlen möchte, so berechtigt uns diese Erscheinung an sich, ohne andere, eine solche Meinung unterstützende Momente, noch nicht zu der Behauptung, dass es so sei.

Übrigens ist für die Gneusbildung auch der Fall nicht ausgeschlossen, dass ein granitischer oder trachytischer Detritus, welcher unter Wasser geschichtet zur Ablagerung kam, durch fernere Zerlegung von Feldspath zu Quarz und Glimmer verfestigt wurde, um Gneus herzustellen. Ein so gebildeter Gneus würde ein Analogon zum Schalstein sein, welcher aus den geschichteten Trümmern von Grünsteinen (den plutonischen Basalten) bestand, die unter dem Einflusse von Wasser ebenfalls umgewandelt wurden, um ein, an kohlen-saurem Kalk reiches Gestein zu bilden, welches in seiner Structur viel Ähnlichkeit mit Gneus hat.

Die Hauptresultate der in dieser Abhandlung angestellten Betrachtungen lassen sich in den folgenden Sätzen zusammenfassen:

- 1) Kaliglimmer ist durch Schwefelsäure in feinen Lamellen vollständig zersetzbar.
- 2) Die als Pinitoide bezeichneten Mineralkörper können als fein vertheilte Glimmervarietäten aufgefasst werden.
- 3) Die RAMMELSBERG'sche Glimmerformel ist vom chemischen Typus des Anorthites.
- 4) Kaolin verhält sich zum Glimmer wie ein Zeolith zu Feldspath.

- 5) Granit ist ein metasomatisches Eruptivgestein, welches nach der Erstarrung einer trachytischen Lava unter der Wirkung des Wassers, des Druckes und einer mehr oder weniger erhöhten Temperatur wie sie grösseren Tiefen der Erdrinde entspricht, aus den Bestandtheilen jener gebildet worden. Er ist trachytische Substanz, in einem, anderen äusseren Bedingungen adaptirten chemischen Gleichgewichtszustande.
- 6) Die Vorstellung von DELESSE, dass Granit unter ähnlichen Bedingungen aus einer Schlammlava entstehen könne, ist damit nicht ausgeschlossen.
- 7) Das vollendete Endresultat der Metasomatose trachytischer Substanz muss ein Gemenge von Quarz und Glimmer sein. Granit ist das Resultat einer unvollendeten Umwandlung.
- 8) Die Absorption des Kali's durch Thon und thonige Ackererden ist der erste Schritt zur Bildung von Glimmer aus Kaolin.
- 9) Bei höherem Druck und höherer Temperatur kann bei Gegenwart von Kali aus Kaolin Feldspath erzeugt werden. Daher ist es denkbar, dass die plastischen Thonlager der ältesten geologischen Formationen successive durch Kaliabsorption in Schieferthon, Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneus übergegangen sind.
- 10) Gneus kann auch aus geschichtetem Detritus von Trachyt oder Granit gebildet worden sein.
- 11) Die plutonischen Gesteine sind allgemein durch substantielle und zeitliche Übergänge aus den analogen vulkanischen Laven in grösseren Tiefen der Erdrinde entstanden. Die sogenannten vulkanoidischen Gesteine (HAUSMANN. *Roches éruptives pseudo-ignées*. DELESSE.) sind Laven in den ersten Zersetzungs- und Umwandlungsstadien, die, in nicht grossen Tiefen, mehr dem Verwitterungs- als metasomatischen Prozesse unterworfen sind.
- 12) Schalstein ist als der Gneus der doleritischen Gesteine zu betrachten.

Carlsruhe, den 12. Jan. 1872.

ZOBODAT - 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 490-507](#)