



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

**Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre und  
ihre Anwendung auf Probleme der Mineralogie,  
Petrographie und Geologie**

**Marc, Robert**

**Jena, 1911**

e) Das granitische Magma

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77915](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77915)

Fig. 86 darstellt, welches uns nun erlaubt, das Verhalten von Dreistoffsystemen mit einer flüchtigen Komponente, entweder bei konstant gehaltener Temperatur und wechselnder Konzentration, oder bei konstant gehaltener Gesamtkonzentration und veränderlicher Temperatur zu erörtern.

Die punktierte Linie  $od, o'd'$  usw. deutet die Zusammensetzung des Doppelsalzes an. Im Punkte  $u$ , also bei der Temperatur  $t$ , wird eben die Verbindung überhaupt stabil. Wir nennen  $t$  die Umwandlungstemperatur. Unterhalb derselben muß die Verbindung in Berührung mit Wasser unter allen Umständen in die Komponenten zerfallen. Die zum Punkt  $i$  der Linie  $uc'''$  gehörige Temperatur  $t'$  ist diejenige, wo die Verbindung bei Gegenwart einer Lösung von der gleichen Zusammensetzung eben stabil wird, wo sich also die Verbindung unzersetzt lösen kann, das Temperaturintervall  $tt'$  nennen wir das Umwandlungsintervall. Die Fläche  $caa''''c''''u$  ist das Existenzgebiet des Stoffes  $A$ , die Fläche  $uc''''e''''u$  diejenige der Verbindung und  $bb''''e''''uc$  die Existenzfläche des reinen Stoffes  $B$ .

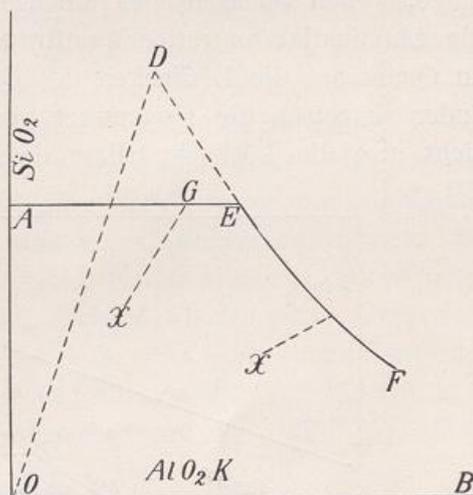


Fig. 87.

- $A$  = Löslichkeit des reinen  $\text{SiO}_2$ .
- $AE$  = Löslichkeit der Kieselsäure bei wachsenden Mengen von  $\text{AlO}_2\text{K}$ .
- $EF$  = Löslichkeit des Feldspats bei wechselnden Mengen von Kalialuminat und Kieselsäure.
- $DO$  entspricht der Zusammensetzung des Feldspats.

### Das granitische Magma.

In interessanter Weise sind die soeben ausgeführten Betrachtungen von E. Baur<sup>1)</sup> auf die Abscheidung von Gesteinen aus wasserhaltigen Magmen angewendet worden.

Baur untersucht wasserhaltige Schmelzen von  $\text{SiO}_2$  und Alkali-aluminat. Diese beiden Komponenten können in verschiedenen Verhältnissen Verbindungen bilden und zwar das Kalialuminat: den Orthoklas  $\text{Si}_3\text{O}_8\text{AlK}$ , den Leuzit  $\text{Si}_2\text{O}_6\text{AlK}$  und den Kalinephelin  $\text{SiO}_4\text{AlK}$ ; das Natriumaluminat: den Albit und den Nephelin.

1) Kosmographie S. 77. Zeitschr. f. phys. Chem. 42, 567.

Wir ziehen zunächst nur die wichtigsten Verbindungen, die Feldspate, in Betracht.

In dem Diagramm Fig. 87, das für eine hohe Temperatur  $t$  gelten möge, wollen wir nach oben die Kieselsäurekonzentrationen, nach rechts die Aluminatkonzentrationen auftragen. Der Punkt  $A$  deute Sättigung an Quarz an; die Löslichkeit des Quarzes nimmt Baur als wenig veränderlich durch die Gegenwart von Kalialuminat in der Lösung an, zieht also die Löslichkeitslinie desselben parallel zur Abszisse ( $AE$ ).

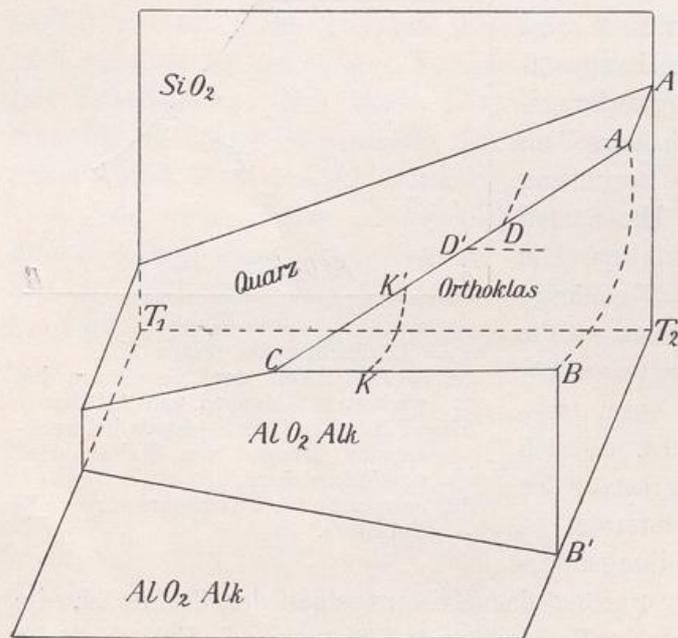


Fig. 88.

die einen Überschuß an der Komponente  $B$ , d. i. Kalialuminat, hat. Es sei nun z. B. eine Lösung durch den Punkt  $X$  gegeben. Unterziehen wir dieselbe einer isothermen Einengung, so trifft sie im Punkt  $G$  die Lösungslinie des Quarzes, es wird sich Quarz ausscheiden müssen, bis die Zusammensetzung den Punkt  $E$  erreicht hat; in diesem Punkt beginnt die Abscheidung von Feldspat, der quarzreicher ist, als dem Punkt  $E$  entspricht. Es muß daher, während Feldspat kristallisiert, der zuerst abgeschiedene Quarz sich wieder auflösen. Ist er schließlich vollständig aufgezehrt, so kristallisiert nur noch Feldspat längs der Linie  $EF$ , während das Magma ständig basischer wird. Ist dagegen eine Lösung von der Zusammensetzung  $X'$  gegeben, so wird sich nur Feldspat abscheiden.

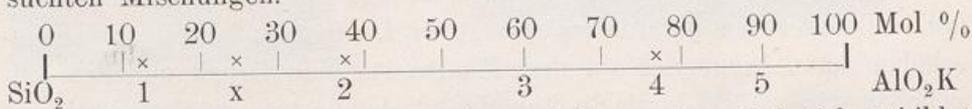
Die Löslichkeitslinie des Feldspates werde durch die Linie  $DEF$  dargestellt. Die Zusammensetzung des

Feldspates wird durch die Linie  $OD$  dargestellt. (Das Verhältnis von Kieselsäure zu Aluminat im Feldspat ist gleich 3:1.) Wie man sieht, ist hiernach der reine

Feldspat neben Wasser unbeständig, er wird sich zersetzen müssen. Beständig ist er dagegen bei einer Zusammensetzung der Lösung,

Da bei tieferen Temperaturen Feldspat gegen Wasser unbeständig ist und sich unter Quarzbildung kaolinisiert, so schließt Baur, daß das Beständigkeitsgebiet des Feldspates mit steigender Temperatur wachsen, bei tiefen Temperaturen dagegen vollständig verschwinden muß.

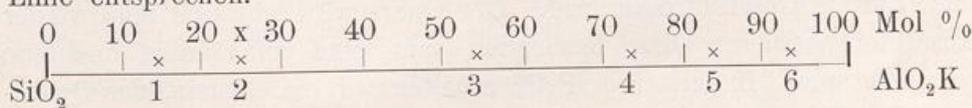
Gehen wir daher zum räumlichen Modell über (Fig. 88), so muß dasselbe eine analoge Form erhalten wie das soeben betrachtete Modell (Fig. 86). Das Feldspatgebiet wird durch eine nach tiefen Temperaturen hin spitzig verlaufende Fläche dargestellt. Nach oben hin könnte dieses Feld eventuell durch das Leucitfeld, nach unten durch das Kaliumnephelinfeld begrenzt sein, doch ist hierüber Sicheres nicht bekannt. Um nun einiges über die Grenzen des Feldspatfeldes zu erfahren, hat Baur Mischungen von Kieselsäure und Kaliumaluminat mit Wasser bei 520° in einer Stahlbombe erhitzt. Tragen wir auf einer Linie nach rechts die Mole  $\text{AlO}_2\text{K}$  nach links die Mole  $\text{SiO}_2$  auf, so gibt uns der Punkt  $x$  die Zusammensetzung des Orthoklases an; die Punkte 1, 2, 3, 4 und 5 entsprechen den Zusammensetzungen der von Baur untersuchten Mischungen.



Mikroskopisch konnte nun festgestellt werden, daß sich gebildet hatten:

- In 1 Quarz neben einem nicht identifizierbaren kristallinen Stoff.
- In 2 Quarz neben Orthoklas.
- In 3 Quarz und vorherrschend Orthoklas.
- In 4 Orthoklas (neben amorpher Basis).
- In 5 Orthoklas (neben amorpher Basis und Kristallen, die mit Salzsäure gelatinierten).

Für Natriumaluminatschmelzen ergab sich bei Zusammensetzungen der Schmelze, die den Punkten 1, 2, 3, 4, 5 und 6 der nachstehenden Linie entsprechen.



- In 1 Quarz.
- In 2 Quarz.
- In 3 Quarz (teilweise Tridymit), Albit (zwillingslamelliert).
- In 4 Albit.
- In 5 und 6 Albit neben amorpher Basis und Kristallen, die mit Salzsäure gelatinierten.

Aus diesen Messungen scheint hervorzugehen, daß der Albit sowohl als auch der Orthoklas in Berührung mit reinem Wasser bei  $520^{\circ}$  nicht beständig sind, wohl aber bei Überschuß von Alkalialuminat. Für andere Temperaturen sind leider Versuche bisher nicht angestellt worden. Leucit konnte nicht gefunden werden; es ist anzunehmen, daß sein Beständigkeitsgebiet bei noch höheren Temperaturen liegt, wenn er überhaupt gegenüber Feldspat ein Stabilitätsgebiet besitzt, was natürlich keineswegs notwendig ist. Es muß hier allerdings bemerkt werden, daß das Modell nur einen vorläufigen Charakter hat. Zur quantitativen Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse reicht das vorliegende experimentelle Material noch keineswegs aus, wohl aber ist es vorzüglich geeignet zur Erläuterung der verschiedenen Möglichkeiten.

Wir können aus dem Modell von Baur nun folgende Schlüsse über die Ausscheidungsprodukte ziehen, die sich aus einem wäßrigen Magma von Quarz und Aluminat ergeben müssen.

Denken wir uns zunächst den Fall, daß eine quarzreiche Lösung bei konstanter Temperatur entwässert wird, wie dies beispielsweise geschehen kann, wenn der auf dem Magma lastende Druck plötzlich aufgehoben wird, z. B. durch Spaltenöffnung, dann wird zunächst Sättigung an Quarz auftreten und Quarz sich abscheiden, bis der Punkt *D* der Fig. 88 erreicht ist. Jetzt kann Feldspat neben Quarz kristallisieren und die zwischen den Quarzen freigebliebenen Lücken ausfüllen und wir erhalten ein Gestein, das die Struktur eines Porphyrs besitzt: idiomorphe Quarzeinsprenglinge in einer Grundmasse von Quarz und Feldspat. Vollzieht sich die isotherme Erstarrung bei einer Temperatur, die innerhalb des Umwandlungsintervalles liegt, dann wird, wie leicht einzusehen, sich zunächst Quarz ausscheiden. Im Punkte *K'* der Fig. 88 tritt Feldspat auf, der reicher an Kieselsäure ist, als der Zusammensetzung des Magmas entspricht, es ändert sich daher die Zusammensetzung des letzteren längs der Linie *K'K*, indem das Magma dauernd an Kieselsäure verarmt. Der Quarz wird labil und muß wieder resorbiert werden. Diese Resorption kann eine vollständige und eine partielle sein. In letzterem Falle erhalten wir ein Gestein, das Quarz- und Feldspateinsprenglinge enthält, von denen die ersteren jedoch stark abgerundete Kanten zeigen (Fig. 89). Die Grundmasse wird von Feldspat gebildet. Bei einer langsamen intratellurischen Erstarrung dagegen, wo also Dampf nicht entweichen kann, bewegen wir uns auf einer  $T_1T_2$  parallelen Linie. Es kann nun entweder das Magma so kieselsäurereich sein, daß das Orthoklasfeld überhaupt nicht geschnitten

wird, dann erhalten wir nur Quarz, während Aluminat in der Mutterlauge bleibt oder es kann zunächst die Zusammensetzung einem Punkt



Fig. 89.  
Unten magmatisch korrodierter Quarz, oben Feldspat in holokristalliner Grundmasse. Nach Linck, Tabellen der Gesteinskunde. Jena 1909.



Fig. 90.  
Granitstruktur. Hypidiomorph-körnig. Vergr. 25mal. Nach Linck, Tabelle der Gesteinskunde.

der Orthoklasfläche entsprechen, dann wird dieser zuerst entstehen und wachsen, während das Magma quarzreicher wird. Im Punkte  $D'$  tritt dieselbe aus dem Orthoklasfeld aus, es scheidet sich Quarz ab. Der Feldspat wird unbeständig und kann wieder resorbiert werden. Baur sieht die Reste solcher resorbierter Feldspate in dem „quartz de corrosion“<sup>1)</sup>. Die Struktur solcher Gesteine würde hypidiomorph körnig sein, die bekannte Struktur der Granite (Fig. 90).

Findet schließlich durch eine Kombination von Verdampfung und Abkühlung die Erstarrung längs der Linie  $AC$  statt, so treten gleichzeitig Feldspat und Quarz auf und führen zu der panidiomorphen Ausbildungsform, wie sie in den Ganggesteinen den Apliten und Peg-

1) Rosenbusch, Physiographie der massigen Gesteine, II, 1, S. 40, erklärt bekanntlich diesen Quarz, der den Anschein erweckt, als sei er durch eine Art Korrosion aus dem Feldspat entstanden, durch die Annahme, es habe die Quarzbildung eingesetzt, als die Feldspatbildung noch andauerte und es handle sich hier um idiomorphe Quarze, die randlich im Feldspat liegen und von diesem nur teilweise eingehüllt werden.

matiten und besonders gleichmäßig in den Schriftgraniten vorliegt. Je nach der Geschwindigkeit des Erstarrungsvorganges wird die Korngröße variieren. Einen besonders feinkörnigen Schriftgranit zeigt Fig. 91 in 25facher Vergrößerung.

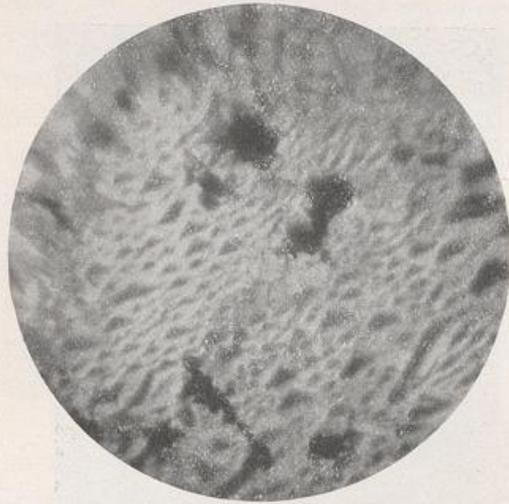


Fig. 91.  
Schriftgranit. Vergr. 25mal.

Hervorzuheben ist, worauf auch Baur bereits hinweist, daß der Quarz in den Tiefengesteinen nicht deshalb letztes Ausscheidungsprodukt ist, weil er allein noch übrig, sondern weil er allein bei tiefer Temperatur beständig ist. Eine vollständige kristallinische Erschöpfung findet überhaupt nicht statt, stets bleibt basische Mutterlauge zurück, die Baur einer-

seits in der Alkalinität der Sprudelquellen und Geysire wiederzufinden meint, während sie andererseits in die Gesteinsdecke des in der Tiefe erstarrten Granitmagma eindringen und dort chemische Umwandlungen, Kontaktmetamorphosen, bewirken soll.