

# SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

## MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

F. BECKE. EINIGE BEMERKUNGEN ÜBER DIE EINSCHLÜSSE DES GRANITES VON FLAMANVILLE.

Tschermak's Mineralogische und petrographische Mittheilungen,  
XXI. Band, 3. Heft, 1902.

---

WIEN

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,

ROTHENTHURMSTRASSE 13

# Einige Bemerkungen über die Einschlüsse des Granites von Flamanville.

Von F. Becke.

(Mit 2 Textfiguren.)

In einem der letzten Hefte der „Comptes rendus“<sup>1)</sup> veröffentlicht M. A. Leclère eine Reihe von Analysen, welche zum Zwecke des Studiums der chemischen Verhältnisse des Granitkernes von Flamanville (im nördlichsten Theile der Halbinsel Cotentin) angestellt wurden.

Geologie und Petrographie dieses Granitgebietes sind durch eine höchst interessante Arbeit von Michel-Lévy bekannt.<sup>2)</sup> Sie gab dem ausgezeichneten Geologen Veranlassung, seine Ansichten über die mise en place der granitischen Intrusivgesteine durch Einschmelzung des Daches auseinanderzusetzen, welche seitdem ebensowohl eifrige Verfechter als hartnäckige Gegner gefunden haben.

In dieser Aufschmelzungshypothese spielen die „Enclaves“ insoferne eine wichtige Rolle, als sie von den Verfechtern jener Ansicht durchwegs für Bruchstücke des Nebengesteins genommen werden, welche durch reichliche Imprägnation mit Feldspathmasse dem granitischen Intrusivgestein assimilirt wurden.

In dieser Weise wurden auch die „Einschlüsse“ des Granites von Flamanville gedeutet, und die Untersuchung des Herrn Leclère geht darauf aus, die chemischen Vorgänge aufzuhellen, welche mit dieser stufenweisen Assimilation verknüpft sind.

Zu diesem Zwecke wurden von verschiedenen Modificationen des Intrusivgesteins und von mehreren Einschlüssen chemische Analysen ausgeführt, welche hier wiedergegeben werden mögen. Unter die von Herrn Leclère mitgetheilten Analysen setze ich die auf 100 umgerechneten Metallatomzahlen nach Rosenbusch.

---

<sup>1)</sup> M. A. Leclère, Etude chimique du granite de Flamanville. Comptes rendus, 134, pag. 306, 1902.

<sup>2)</sup> Bull. des serv. de la carte géol. de la France, 5, Nr. 36, 317—357, 1893 bis 1894.

Tabelle der Analysen.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>SiO</i> <sub>2</sub> . . .	74·7	67·5	67·1	67·3	49·3	56·6	59·2	54·2
<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub> . . .	13·2	14·5	15·3	15·3	27·3	17·1	14·4	24·0
<i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub> . . .	—	4·6	3·3	4·8	—	—	4·0	—
<i>FeO</i> . . .	3·5	2·6	2·7	2·6	11·1	8·4	3·9	11·0
<i>MgO</i> . . .	0·8	1·2	1·9	1·5	2·1	4·5	3·4	1·9
<i>CaO</i> . . .	1·5	1·8	2·3	2·0	1·1	3·0	4·5	2·8
<i>Na</i> <sub>2</sub> <i>O</i> . . .	3·6	4·3	4·3	3·9	4·7	4·6	2·3	1·9
<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i> . . .	2·6	3·0	2·6	2·24	2·6	5·0	6·1	2·8
<i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i> . . .	0·5	0·5	0·5	0·5	1·8	0·9	1·7	1·4

Metallatomzahlen nach Rosenbusch.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Si</i> . . .	70·2	63·5	62·8	63·5	45·7	51·7	56·6	51·6
<i>Al</i> . . .	14·7	16·2	16·9	17·1	30·0	18·6	16·3	27·1
<i>Fe</i> . . .	2·8	5·3	4·4	5·4	8·6	6·5	6·0	8·8
<i>Mg</i> . . .	1·1	1·7	2·7	2·1	2·9	6·1	4·8	2·7
<i>Ca</i> . . .	1·5	1·8	2·3	2·0	1·1	3·0	4·6	2·9
<i>Na</i> . . .	6·6	7·9	7·8	7·2	8·5	8·2	4·3	3·5
<i>K</i> . . .	3·1	3·6	3·1	2·7	3·1	5·9	7·4	3·4

Es bedeutet: 1—4 Analysen des granitischen Gesteines<sup>1)</sup>, 5—7 Einschlüsse im Granit, 8 die Analyse eines Hornfelses aus der Contactzone, u. zw.:

1. das Material eines der vielen Gänge von Aplit („Granulite“, Michel-Lévy), welche den Granit durchsetzen und auch in sein Nebengestein ausstrahlen;

2. reiner Granit ohne Einschlüsse weit entfernt von der Contactfläche;

3. Granit nahe der Contactfläche mit wenig Einschlüssen;

4. Granit etwas entfernt von der Contactfläche mit vielen Einschlüssen;

5. Einschluss von noch erkennbar schieferigem Hornfels;

<sup>1)</sup> Die ebenfalls dort mitgetheilte Analyse eines Granitporphyrs hält sich ganz im Rahmen der Granitanalysen II—IV und wurde nicht weiter berücksichtigt.

6. Einschluss halb feldspathisirt (moyennement feldspathisée);
7. Einschluss vollständig feldspathisirt (complètement feldspathisée);
8. Hornfels des Contacthofes.

Aus den mitgetheilten Zahlen zieht der Verfasser folgende Schlüsse:

Der „Granulit“ unterscheidet sich vom Normalgestein nur durch höheren Kieselsäuregehalt.

In der Nähe des Contactes enthält der Granit mehr Aluminiumkalk und Magnesia, der Kaligehalt ist sehr merklich verringert.

In der Gegend, die ausserdem reich ist an Einschlüssen, constatirt man eine ähnliche Veränderung, die besonders in Betreff der Abnahme des Kali viel merklicher hervortritt und sich auch auf das Natron erstreckt.

Diese Veränderungen in der Zusammensetzung sind entgegengesetzt jenen, welche der Metamorphismus in der Umgebung des Eruptivgesteins hervorbringt.

Im Sinne eines solchen reciproken Austausches werden nun die Analysen der Einschlüsse gedeutet.

Ohne Zweifel wäre der Nachweis eines solchen gegenseitigen Austausches der Bestandtheile zwischen dem Intrusivgestein und den eingeschlossenen Bruchstücken seiner Hülle von der allergrössten Wichtigkeit. Ein solcher Austausch, nachgewiesen an den noch als solche erkennbaren Einschlüssen, müsste ja zu einer wirklichen Assimilation des Intrusivgesteins und seiner Hülle führen, und würde für die mise en place durch Aufschmelzung eine wichtige und willkommene Stütze darstellen.

Ich möchte hier einem Bedenken Ausdruck geben, welches mir bei dem Studium der Analysen der Einschlüsse aufgestiegen ist. Vergleicht man die Analysen des Hornfels und der „feldspathisirten Einschlüsse“, so bemerkt man, dass nicht nur Kieselsäure, Alkalien zugenommen, Thonerde abgenommen haben, was man ja im Sinne einer Einwanderung von Feldspathmasse deuten könnte, sondern dass gleichzeitig auch Kalk und Magnesia eine Zunahme, Eisen eine Abnahme erkennen lässt. Man müsste also annehmen, dass der Vorgang der „Feldspathisirung“ auch mit einer Einwanderung von Kalk und Magnesia verknüpft sei. Nun gehören Kalk und Magnesia zu den Stoffen, welche sich relativ bald aus dem

Magma in Silicatform abscheiden; die Einwanderung von diesen Stoffen hat daher keine grosse Wahrscheinlichkeit für sich; auch haben die Vertreter der Feldspathisirungshypothese in ihren Erörterungen stets das „magma granulitique“, also Kieselsäure, und die Substanz der Alkalifeldspathe als activ in den Vordergrund gerückt.

Die Substanz der feldspathisirten Einschlüsse erlaubt aber noch eine andere Vergleichung, nämlich mit dem Granitmagma selbst, wie es durch die Analysen 2—4 dargestellt wird.

Die Unterschiede und die verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Einschlüsse gegenüber den Granitanalysen sind genau von der Art, wie sie in der Regel bei den basischen Ausscheidungen (basischen Concretionen, Enclaves homoeogenes, endogene Einschlüsse) gegenüber dem Muttergestein zu sein pflegen.

Von diesem Gesichtspunkt aus scheinen mir die vorhandenen Analysen von Enclaven des Granit von Flamanville folgende einfache Deutung zuzulassen: Die Einschlüsse sind von zweierlei Art: ein Theil (Analyse 5) sind erkennbare Hornfelseinschlüsse; sie stimmen auch chemisch mit dem Hornfels des Contacthofes überein. Ein anderer Theil (Analysen 6 u. 7) ist reich an dunklen Gemengtheilen und Feldspath und entspricht basischen Ausscheidungen ungefähr von der Zusammensetzung eines Glimmersyenites.

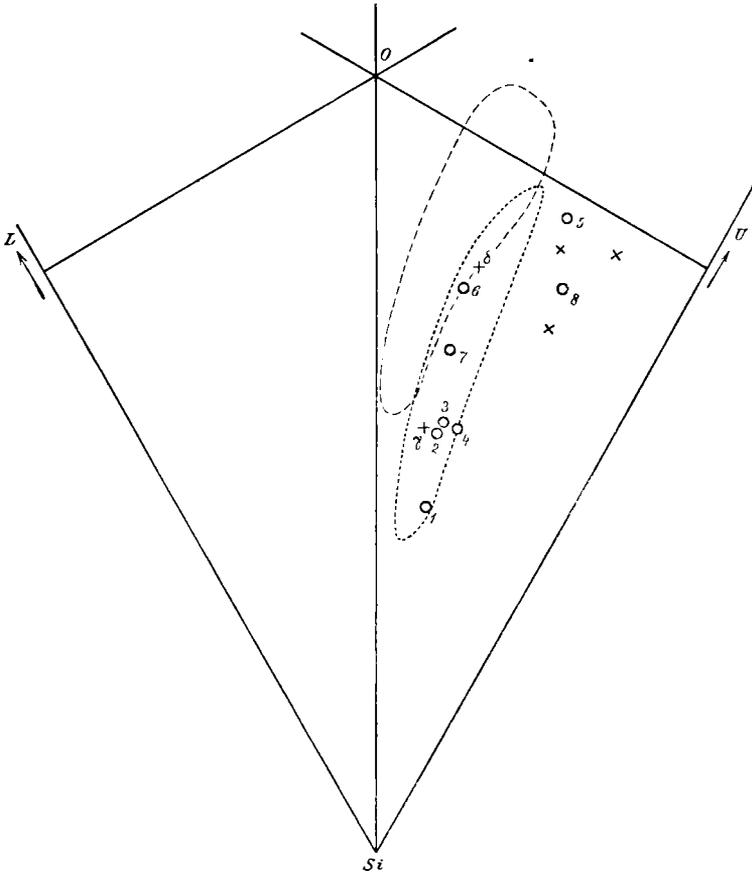
Diese Spaltung der Einschlüsse in zwei Gruppen tritt in grosser Klarheit hervor bei einer besonderen Art der graphischen Darstellung, welche mir bei der Unterscheidung von Intrusivgesteinen und Sedimentgesteinen gute Dienste geleistet hat.

Diese Darstellung basirt auf der Dreieckprojection, welche zuerst von O. H. Lang und Brögger angewendet, von mir rechnerisch zur Darstellung des Verhältnisses dreier Stoffe ausgestaltet, seither mit Erfolg von Osann angewendet wurde.

Sie gestattet, die Analysen nach dem Verhältnis irgend welcher drei Stoffe oder Stoffgruppen räumlich zu ordnen und ihre Beziehungen darzustellen. Sie lässt sich dabei von den verschiedensten Gesichtspunkten aus anwenden.

Zur Unterscheidung eruptiver und sedimentärer Silicatgesteine ist ein Verhältnis von grosser Bedeutung: Das Verhältnis von Silicium zur Summe von Aluminium, Magnesium und Eisen einerseits, andererseits zu Calcium, Natrium und Kalium.

Fig. 1.



## Erklärung der Zeichen.

----- Gebiet des böhmischen Mittelgebirges: Basalte, Tephrite, Phonolithe  
 ..... Andes-Gebiet: Hypersthen-Basalte, Andesite, Dacite, Rhyolithe.

- |   |  |
|---|--|
| 1. Aplit („Granulite“),                                 | 5. Einschluss, schiefrig,                              |
| 2. Granit ohne Einschlüsse,                             | 6. E. „moyennement feldspathisée“.                     |
| 3. „ mit wenig Einschlüssen, nach<br>der Contactfläche, | 7. E. „complètement feldspathisée“.                    |
| 4. „ mit viel Einschlüssen, nahe<br>der Contactfläche,  | + $\gamma$ Granitit, + $\delta$ Durbachit von Durbach. |
|   | × Typische Glimmerschiefer der Alpen.                  |

Die zuerst genannten Stoffe stellen die unlöslichen Stoffe dar, die bei der Verwitterung der Gesteine meist in irgend einer unlös-

lichen Form zurückbleiben, sich daher auch neben Quarz (Silicium) in den aus Verwitterungsproducten bestehenden Sedimenten anhäufen, während die Alkalien wohl zum grössten Theil in lösliche Verbindungen übergeführt werden; der Kalk geht gar seine eigenen Wege, die vielfach in das organische Reich hinüberleiten.

Bei der graphischen Darstellung dieses Verhältnisses benütze ich die auf 100 umgerechneten Atomzahlen nach Rosenbusch. Die nothwendigen Rechnungen lassen sich durch Anwendung eines Rechenschiebers sehr abkürzen. Auf grosse Genauigkeit kommt es ja bei diesen Rechnungen nicht an.

Wenn man das Verhältniß des  $Si$  zu den unlöslichen ( $U = Al + Fe + Mg$ ) und den löslichen ( $L = Ca + Na + K$ ) Basen für eine Reihe von Eruptivgesteinen derselben petrographischen Provinz darstellt, ordnen sich die Analysenörter längs eines schmalen Streifens, der in der Nähe des Siliciumpoles und in der Nähe der durch  $Si$  zwischen  $U$  und  $L$  gezogenen Mittellinie anhebt, dann in dem Masse, als man zu basischeren Gesteinen übergeht, nach der Seite, nach der  $U$  von dieser Mittellinie abschwenkt. Die beistehende Zeichnung stellt in dem strichlirnten Feld den Streifen dar, auf den sich die bis jetzt bekannten Analysen von Gesteinen des böhmischen Mittelgebirges projeciren, das punktirte Feld stellt eine Auswahl von Analysen von Andesgesteinen dar.<sup>1)</sup>

Dieses gesetzmässige Verhalten hat seinen Grund darin, dass in den wichtigsten Bestandtheilen der Eruptivgesteine, den Feldspathen, Feldspathvertretern, das Verhältniß der Alkalimetalle zum Aluminium 1:1 ist, dass im Augit das Verhältniß  $Ca : Mg + Fe$  sich dieser Grenze nähert, bei den Alkalipyroxenen und Alkali amphibolen Verbindungen mit dem Verhältniß  $Na : Fe = 1 : 1$  eine vorwaltende Rolle spielen. Verändert wird dieses Verhältniß durch die Anorthitsubstanz ( $Ca : Al = 1 : 2$ ), durch die Glimmer, rhombische Pyroxene, Olivin, Erze, und zwar zu Gunsten der unlöslichen Basen.

Die Analysen der Thonschiefer, Phyllite, Glimmerschiefer liegen weit ab von dieser Eruptivlinie, näher an der die Pole  $Si$  und  $U$  verbindenden Dreieckseite.

<sup>1)</sup> Von dem ganzen Dreieck ist nur ein Theil dargestellt, in welchem die Analysenörter liegen.  $Si$  ist der Siliciumpol. Der Pol  $U$  liegt rechts oben, der Pol  $L$  links oben in einer Entfernung von 20 Centimeter.  $O$  ist der Mittelpunkt des Projectionsdreieckes.

Wenn man in dieser Weise die Analysenörter der Analysen des Herrn Leclère in dieses Dreieck einträgt, so sieht man, dass 1, 2, 3, 4, 6, 7 sich in eine Reihe ordnen, welche sich fast genau deckt mit dem Streifen der Andesgesteine. Die Analysen 5 und 8 fallen rechts in das Gebiet der Glimmerschiefer und Thonschiefer.

Es ist wahr, dass die auffallende Anreicherung von Kalium mit der Auffassung dieser Einschlüsse als basische Ausscheidung anscheinend nicht gut harmonirt; sie ist ohne Zweifel der starken Entwicklung eines dunklen Glimmers zuzuschreiben. Sie steht aber nicht allein da und findet ihr Analogon in der basischen Randfacies von Glimmersyenit (Durbachit) an dem Südrand des Granititmassivs von Durbach im Schwarzwald.<sup>1)</sup> Ja, im Durbachit ist die Steigerung des Kaligehaltes eine noch grössere. Zum Vergleiche sind unter  $\gamma$  und  $\delta$  die Analysenörter für Granitit und Durbachit eingetragen.

Auch das Verhältnis  $Al:Fe:Mg$  spricht zu Gunsten der Auffassung der Einschlüsse 6 und 7 als basische Ausscheidungen.

In der Fig. 2 ist dieses Verhältnis zur Darstellung gebracht.<sup>2)</sup> Auch hier haben  $\gamma$  und  $\delta$  dieselbe Bedeutung wie in Fig. 1. Man bemerkt, dass 6 und 7 ganz in gleichem Sinne von 2, 3, 4 ab-schwenken wie  $\delta$  gegen  $\gamma$ . Charakteristisch ist die Annäherung an den Magnesiapol, welche in den meisten Fällen eintritt, wenn basische Ausscheidungen mit ihrem Hauptgestein verglichen werden. Ebenso ist die starke Annäherung der Aplitanalyse an den Aluminiumpol eine charakteristische Erscheinung.

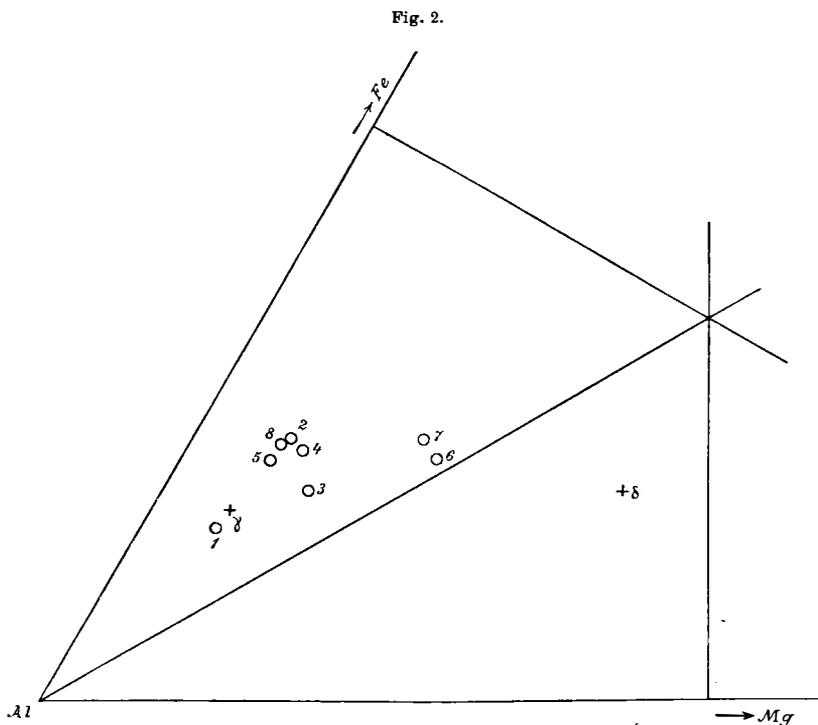
Wir haben es hier mit Differentiationen zu thun, die unter der Controle der Ausscheidungsfolge stehen. Unter den basischen Ausscheidungen überwiegen aber zu Beginn  $Mg$ -reichere Mischungen wegen des höheren Schmelzpunktes der  $Mg$ -Verbindungen im Vergleich mit dem der  $Fe$ -Verbindungen.

Die  $Fe$ - $Mg$ -Silicate, die sich in den basischen Ausscheidungen ansammeln, sind reicher an  $Mg$  als die des Hauptgesteins.

<sup>1)</sup> A. Sauer, Der Granitit von Durbach im nördlichen Schwarzwalde und seine Grenzfacies von Glimmersyenit. Mitth. der Grossherzogl. Badischen Geologischen Landesanstalt, II.

<sup>2)</sup> Auch hier ist nicht das ganze Dreieck zur Darstellung gebracht.  $Al$  ist der Aluminiumpol, dem sich der Aplit nähert,  $Fe$  ist oben,  $Mg$  zur rechten Hand in Entfernung von 20 Centimeter zu denken.

Ich möchte diese Bemerkungen zu der sehr lehrreichen Analysenreihe des Herrn Leclère nicht beschliessen, ohne ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass das gegenseitige Verhältnis der Analysen 2, 3, 4 in dem Schema *Si*, *U*, *L* thatsächlich in dem Sinne gedeutet werden



Bedeutung der Ziffern und Zeichen wie bei Fig. 1.

kann, dass die Zusammensetzung des Granitmagmas, das in seiner reinen Form in 2 vorliegt, in 4 durch Aufnahme von Hornfelssubstanz etwas verändert wurde.

Die Aenderung von 3 scheint eher auf eine Differentiation im Sinne der Ausbildung einer etwas basischeren Grenzfacies hinzudeuten.

