

der von NIGGLI gegebenen Typ-Magmen granitischer sowie granosyenitischer und granodioritischer Gesteine <sup>1)</sup> eingetragen sind.

NIGGLI hat kürzlich in seinem grossangelegten Werke über Gesteins- und Mineralprovinzen die kalireichen Eruptivgesteine als eine besondere »Kalireihe« von der »Kalkalkalireihe« und der »Natronreihe« unterschieden. Eine derartige Zuordnung der kalireichen Gesteine zu einer besonderen Kalireihe ist auch nach der Ansicht des Verfassers durchaus berechtigt und nützlich. Als die kieselsäurereichsten Gesteine der Kalireihe erscheint in den Niggli'schen Tabellen eine Gruppe von Graniten, die NIGGLI nach den darin enthaltenen Rapakiwigraniten als »R a p a k i w i t e« bezeichnet. Der als Mittel der Magmentypen aller dieser Gesteine von NIGGLI abgeleitete »Typus des rapakiwitischen Magmas« steht aber den Alkalikalkgraniten bedeutend näher als der hier aus der Zusammenstellung der Analysen der Rapakiwigranite des Wiborger Gebietes erhaltene Mittelwert für die Rapakiwimagmen. Es geht aus der hier gegebenen Zusammenstellung deutlich hervor, dass die Rapakiwigranite die kalireichsten kieselsäurereichen Gesteine sind und als solche bilden sie die sauren Endglieder der »Kalireihe«. Im besonderen gilt dieses für die »Pyterlite«, die innerhalb der Kalireihe gewissermassen dieselbe Stellung beanspruchen, wie die »Aplitgranite« innerhalb der »Kalkalkalireihe« und die sauren Alkaligranite innerhalb der »Natronreihe«.

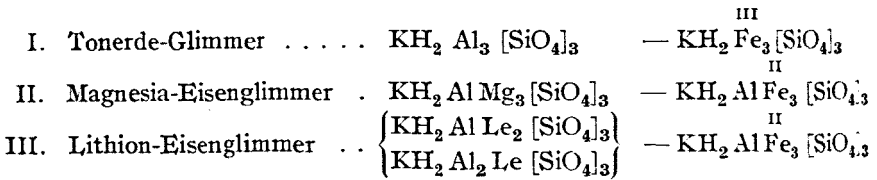
#### Die chemische Beschaffenheit des Glimmers der Rapakiwigesteine.

Ausser den genannten Gemengteilen hat STRUVE noch den dunklen Glimmer aus Rapakiwi isoliert und analysiert, Analyse d) der Tab. II. Leider geht aus STRUVES Angaben nicht deutlich hervor, ob der zur Analyse verwandte Glimmer dem Wiborgit oder dem Pyterlit entstammt. Zum Vergleich wird hier noch eine ältere von SVANBERG ausgeführte und von STRUVE wiedergegebene Analyse eines Glimmers aus dem Rapakiwi von Abborfors als An. e. Tab. II mitgeteilt. In dieser alten Analyse ist die Bestimmung des relativen Gehaltes an Eisenoxyden wahrscheinlich nicht richtig. Sie zeigt aber im grossen und ganzen denselben extremen Charakter wie der von STRUVE analysierte Glimmer.

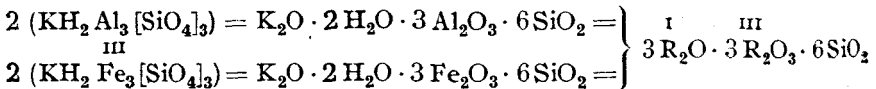
Dieser Glimmer des Rapakiwi ist sowohl durch seinen niedrigen Magnesiumgehalt, bei gleichzeitig niedrigem Aluminiumgehalt, wie durch den hohen Eisengehalt eigentümlich. Versucht man, diesen Glimmer unter den bis jetzt

<sup>1)</sup> P. NIGGLI. Gesteins- und Mineralprovinzen I. Berlin 1923, S. 97, 101 v. 104.

aufgestellten Glimmertypen unterzubringen, so zeigt es sich, dass dieses mit Schwierigkeiten verbunden ist. Es ist indessen nicht möglich, hier näher auf die Frage nach der Zusammensetzung der Glimmer einzugehen, und es muss deshalb ganz kurz auf die neueren Zusammenstellungen von BOEKE<sup>1)</sup> und von KUNITZ<sup>2)</sup> hingewiesen werden. KUNITZ hat den Versuch gemacht, die chemische Zusammensetzung sämtlicher Glimmer auf folgende Mischungsreihen zurückzuführen:

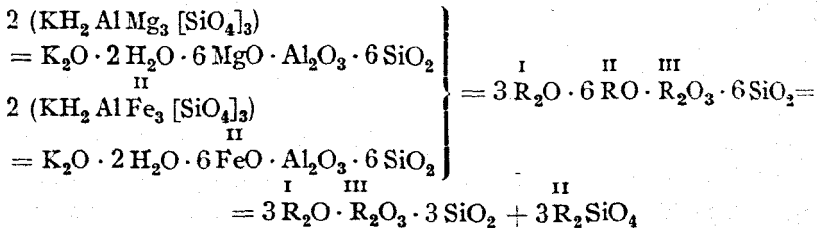


Von diesen Reihen interessieren uns hier nur die Reihen I u. II. Die Reihe I ist auf der Basis des Tschermak'schen Muscovit-Silikates aufgebaut. Wenn wir die obige Formel I mit Zwei multiplizieren, so wird der Zusammenhang mit der älteren Oxyd-Formel ersichtlich:



Wir wollen dieses zusammengesetzte Al-Silikat »Muscovit-Silikat« nennen, und das entsprechende Eisensilikat, wo Al durch Fe ersetzt ist, »Fermi-Muscovit-Silikat«.

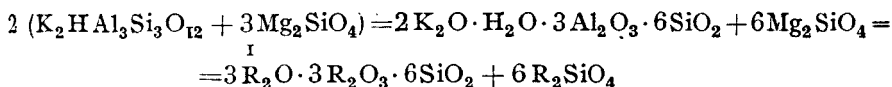
Die Silikate der zweiten Gruppe leiten sich ab von dem Muscovit-Silikat durch Ersatz zweier Atome des dreiwertigen Al mit drei Atomen des zweiwertigen Mg beziehungsweise Fe. Wenn wir die Formeln II mit Zwei multiplizieren, erhalten wir die entsprechenden Oxydformeln:



<sup>1)</sup> H. BOEKE. N. J. 1916, I, 83.

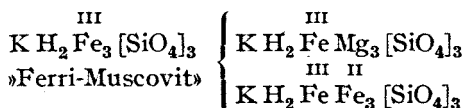
<sup>2)</sup> W. KUNITZ. N. J. Beil. B. I., 365.

Diese Formeln von KUNITZ sind von der Silifizierungsstufe der Orthosilikate, ähnlich wie die Tschermak'sche Meroksenformel:



Sie unterscheiden sich von den Tschermak'schen durch einen geringeren Aluminium- und Kieselsäuregehalt und durch ein abweichendes Verhalten zwischen Aluminium und Kieselsäure sowie zwischen den Alkali- und Wasserstoffkomponenten.

KUNITZ, der eine ziemlich geringe Anzahl von Analysen zur Ableitung der Formeln benutzt hat, nimmt an, dass die gesamte Menge an Eisen in den Magnesia-Eisenglimmern der Gruppe II als Ferro-Eisen vorhanden sei, und dass das Ferri-Eisen der Analysen nicht primär, sondern durch Oxydation des Ferro-Eisens entstanden sei. Diese Annahme mag wohl für die Magnesia-Eisen-Glimmer der körnigen Kalke und metamorphen Gesteine zulässig sein, ist aber schon aus allgemeinen Gründen des chemischen Gleichgewichtes für Glimmer, die sich aus wasserhaltigen, sowohl FeO- wie Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Verbindungen enthaltenden Eruptivmagmen ausgeschieden haben, wenig wahrscheinlich. KUNITZ weist übrigens auch selbst darauf hin, dass in seinen Analysen ein Anstieg des Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehaltes parallel einer Abnahme des Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehaltes verläuft, was auch entschieden darauf hin deutet, dass in den eisenreicheren Glimmern Ferrisilikate die Alumosilikate isomorph ersetzen können. Diese Ferrisilikate können aus dem »Ferri-Muscovit-Silikat« erhalten werden, in analoger Weise wie die Mg-, Fe-Silikate aus dem Muscovit-Silikat:



Wenn wir die von KUNITZ aus dem Muscovit-Silikat abgeleiteten beiden Glimmersilikate als »Magnesium-Muscovit« und »Ferro-Muscovit« bezeichnen, könnten wir diese Silikate als »Magnesium-Ferrimuscovit« und »Ferro-Ferrimuscovit« bezeichnen. Wir erhalten so die folgenden vier Silikate als Endkomponenten in den dunklen Glimmern der Eruptivgesteine:

- I.  $K H_2 Al Mg_3 [SiO_4]_3 = \text{»Magnesium-Muscovitsilikat«}$
- II.  $K H_2 Al Fe_3 [SiO_4]_3 = \text{»Ferro-Muscovitsilikat«}$
- III.  $K H_2 Fe Mg_3 [SiO_4]_3 = \text{»Magnesium-Ferrimuscovitsilikat«}$
- IV.  $K H_2 Fe Fe_3 [SiO_4]_3 = \text{»Ferro-Ferrimuscovitsilikat«}$

In ganz analoger Weise können wir auch die der Tschermak'schen Alumosilikat-Glimmerformel entsprechenden Ferrisilikate ableiten. Die vier hier abgeleiteten »Endkomponenten« — und ebenso die entsprechenden aus der Tschermak'schen Formel abgeleiteten — werden aus Gründen des chemischen Gleichgewichtes nicht jede für sich aus einem Gesteinsmagma auskristallisieren, sondern es wird sich, je nach den Mengenverhältnissen der übrigen Silikatkomponenten des Magmas, ein Gleichgewicht ausbilden. In weiterer Abhängigkeit von der relativen Löslichkeit der Glimmerkomponenten wird dann ein isomorphes Gemenge auskristallisieren, das aus allen vier Komponenten zusammengesetzt ist.

Da Magnesium und zweiwertiges Eisen sowohl in den Muscovitsilikaten (I u. II) wie in den Ferrimuscovitsilikaten (III u. IV) isomorph vertreten sind, lässt sich der relative Gehalt eines Glimmers an diesen vier Silikaten nicht direkt aus der Bauschanalyse berechnen. Wenn man aber die Formeln I—IV in Betracht zieht, findet man, dass alle vier dieselbe Menge an Alkalien, Wasserstoff und  $[\text{SiO}_4]$  enthalten und dass der Unterschied zwischen ihnen also durch die Atomzahlen von Al, Fe, Fe und Mg bedingt wird. Die Zusammensetzung der gesteinsbildenden dunklen Glimmer lässt sich deshalb durch ein Konzentrationstetraeder für Al, Fe, Fe und Mg übersichtlich darstellen. In derselben Art lässt sich auch ein Vergleich zwischen der Zusammensetzung eines Gesteins und der Zusammensetzung des in demselben enthaltenen dunklen Glimmers durchführen. Das für einen Vergleich zwischen dem magnesiumarmen Glimmer des Rapakiwi und anderen dunklen Glimmern der Eruptivgesteine vorhandene Material ist jedoch so reichhaltig, dass eine diesbezügliche Untersuchung und eine Diskussion der Ergebnisse nicht in dieser Arbeit Platz finden können, sondern anderswo veröffentlicht werden sollen. Soweit die Ergebnisse für die Beurteilung der kaligranitischen Magmen von Bedeutung sind, sollen sie jedoch hier mitgeteilt werden. Es zeigt sich nämlich, dass ausser in den Rapakiwigesteinen noch magnesiumarme und eisenreiche dunkle Glimmer in den sauren und intermediären Gesteinen der Natronreihe vorhanden sind. Dagegen enthalten die sauren und intermediären Gesteine der Kalkalkalireihe ziemlich magnesiumreiche Glimmerarten. Die kieselsäurearmen Gesteine sämtlicher Gesteinsreihen enthalten bisweilen extrem magnesiareiche Glimmer. Solche magnesiareiche Glimmer sind auch ziemlich aluminiumreich, enthalten aber meist nur wenig Eisenoxyde. Sie werden also hauptsächlich durch das Magnesiummuscovitsilikat I oder das entsprechenden Tschermak'sche Magnesiummuscovitsilikat aufgebaut. In den intermediären und sauren Gesteinen der Kalkalkalireihe wird dieses Silikat

bis zu einem gewissen Grade vom Ferromuscovitsilikat II vertreten. Derartige dunkle Glimmer mit wechselndem, aber nicht besonders hohem Gehalt an Ferroeisen sind meist als »Biotite» bezeichnet worden, die eisenreicheren dagegen als »Lepidomelane». In diesen Glimmern treten nur geringe Mengen der Magnesium- und Ferromuscovitsilikate III u. IV hinzu.

In den intermediären und sauren Gesteinen der Natronreihe und der Kalireihe nimmt dagegen das Ferro-Ferrimuscovitsilikat IV neben dem Ferromuscovitsilikat II die Bedeutung eines wesentlichen Gemengtheils des Glimmers an. Ein derartiger dunkler Eisenglimmer ist es, der in den Rapakiwigesteinen vorhanden ist. Derselbe ist früher als Lepidomelan bezeichnet worden, was aber nicht richtig ist, da er sich von den Lepidomelanen durch einen sehr viel niedrigeren Magnesiumgehalt und einen hohen Gehalt an Ferrieisen unterscheidet. Unter solchen Umständen scheint es am geeignetsten, die Namen *Phlogopit* für die an Magnesiummuscovitsilikat reichen dunklen Glimmer, *Biotit* für diejenigen Glimmer, in denen das Magnesiummuscovitsilikat I durch wechselnde aber nicht sehr hohe Mengen an Ferromuscovitsilikat II ersetzt ist, und *Lepidomelan* für die an Ferromuscovitsilikat II reichen Glimmer beizubehalten. Diejenigen dunklen Glimmer, die wie der Glimmer des Rapakiwi Ferrimuscovitsilikat als wesentlichen Bestandteil enthalten, erfordern aber eine besondere Benennung und mögen nach dem von STRUVE zuerst analysierten Glimmer aus Rapakiwi von »Monrepos» bei Wiborg »*Monrepite*» heissen.

Die Ferrimuscovitsilikate III u. IV entsprechen gewissermassen unter den Kaliverbindungen den Akmit-Ägirinsilikaten unter den Natronverbindungen. Wenn das Magma verhältnismässig alkali- und eisenreich ist und nur wenig Magnesia enthält, bilden, Natron- und Eisensilikate Ägirin. Ein Gehalt an Kali führt unter entsprechenden Verhältnissen zur Bildung eines ferro-ferrimuscovitsilikatreichen »Monrepits». In den kalireichen sauren Gesteinen können sich nämlich keine Alkalipyroxen- oder Alkalihornblendsilikate bilden, da es keine solche gibt, die Kali führen, sondern es verbindet sich statt dessen das Ferrieisen mit Kalisilikat zu Ferrimuscovitsilikat. Die *Monrepite* spielen also in den sauren Gesteinen der Kalireihe dieselbe Rolle wie die Alkalipyroxene und Alkalihornblenden in den Gesteinen der Natronreihe. Aber ebenso wie man oft bei den intermediären Gesteinen der Natronreihe Übergangsglieder zwischen den Alkalipyroxenen und den gewöhnlichen monoklinen Pyroxenen antrifft (»Ägirin-Augite»), finden sich in den intermediären Gesteinen der Kalireihe Glimmerarten, die der Zusammensetzung nach zwischen den magnesiumarmen und ferrieisenreichen

Monrepiten und den gewöhnlich dunklen Magnesium-Ferro-Aluminiumglimmern der Biotit-Lepidomelanreihe stehen.

Der Pyterlit entspricht also innerhalb der Kalireihe den Lestiwariten und Ägirinapliten innerhalb der Natronreihe, und der »Prickgranit« innerhalb der Kalireihe den Paisaniten und verwandten Gesteinen innerhalb der Natronreihe. Dass die Stellung der kalireichen Rapakiwigesteine und die Natur des in denselben enthaltenen Eisenglimmers nicht früher erkannt worden sind, ist wohl darauf zurückzuführen, dass der Eisenglimmer sich nicht im Dünnschliff so deutlich von den gewöhnlichen »Biotiten« der Kalkalkaligesteine unterscheidet, wie die Alkalipyroxene und Alkalihornblenden von den gewöhnlichen Pyroxenen und Hornblenden der Kalk-Alkaligesteine. Wir besitzen deshalb in den sauren extremen Kaligesteinen keine auch okular sofort erkennbaren »Leitminerale«, die eine Trennung der Kaligesteine von den Kalkalkaligesteinen erlauben würden, wie es die Alkalipyroxene und Amphibole der Natrongesteine sind, und die sauren Kaligesteine sind deshalb bislang nur durch ihre chemische Beschaffenheit von den Kalkalkaligesteinen zu trennen gewesen. Bei den intermediären und bei einem Teil der basischen Kaligesteine tritt aber Leuzit als »Leitmineral« hinzu, wodurch diese basischeren Kaligesteine sich leichter den übrigen Gesteinsreihen gegenüber charakterisieren lassen.

#### Die chemische Zusammensetzung des Tirillits.

Als Analyse VIII der Tabelle I ist hier eine unvollständige, von BERGHELL ausgeführte Analyse des »grünen Rapakiwi« aus den Steinbrüchen bei Simola wiedergegeben. Es ist dies die einzige vorhandene Analyse eines der hier als »Tirillite« bezeichneten Gesteine. Von dem Hypersthengranit von Kaitjärvi, dem Syenit von Lappee und den Hypersthen-Augitdioriten der Gegend östlich von Simola sind dagegen bislang gar keine Analysen ausgeführt worden. Die Berechnung der Analyse VIII zeigt, dass das Gestein, in Übereinstimmung mit dem Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung, viel mehr Plagioklas und weniger Kalifeldspat als die eigentlichen Rapakiwigranite enthält und dass ziemlich viel Quarz vorhanden ist. Die *k*-Zahl ist viel niedriger als bei den Wiborgiten, die *c*-Zahl hinwieder bedeutend höher. Auch die *fm*-Zahl ist höher, dabei ist aber die *mg*-Zahl ebenso niedrig und die Menge an Eisenoxiden ist gestiegen. Es scheint diese niedrige *mg*-Zahl ein Charakteristikum der Rapakiwimagmen und der aus ihnen hervorgegangenen Spaltungsgesteine zu sein. Durch jene Zahl unterscheidet sich der »Tirillit« auch höchst bedeutend von den Quarzdioriten, Granodioriten, Granosyeniten und